National Aviation Academy

INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ INSTITUTE

GAZİ UNIVERSITY 1926

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

CONFERENCE PROCEEDINGS

December 07-09 2023

Baku - Azerbaijan

PROCEEDINGS OF THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

December 07 – 09 2023

Baku - Azerbaijan

ISBN: 978-9952-37-967-9

WWW.IIMTC.NET

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

December 07 - 09 2023
Baku, Azerbaijan

Honor President
Prof. Dr. Arif Pashayev
National Aviation Academy, Rector

Honor President
Prof. Dr. Musa Yıldız
Gazi University, Rector

Co-chairs

Prof. Dr. Çetin Elmas
Prof. Dr. Ali B. Kutvan
Prof. Dr. Adalet Samedov

Editor
Aynur Humbatli

ISBN: 978-9952-37-967-9

Organizing Institutions

National Aviation Academy
Innovation Management and TRIZ Institute
Gazi University

Statements of facts or opinions appearing in Proceedings of the 2nd Innovation Management and TRIZ Conference are solely those of the authors and do not imply endorsement by the Organizing Committee or Publisher.

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Alexander Ryjov
Lomonosov Moscow State University

Prof. Dr. Daniela Baglieri
University of Messina

Prof. Dr. Ədalət Səmədov
National Aviation Academy

Prof. Dr. Haider Abbas
KTH Royal Institute of Technology

Prof. Dr. Kamal Əsgərov
National Aviation Academy

Prof. Dr. Kourosh Eshghi
Sharif University

Prof. Dr. Nadiya Boyko
Uzhorod National University

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Per Andersson
Stockholm School of Economics

Prof. Dr. Ajantha Dharmasiri
University of Oklahoma

Prof. Dr. Ali B. Kutvan
Innovation Management and TRIZ Institute

Prof. Dr. Bistra Vassileva
University of Economics – Varna

Prof. Dr. Cəfər Cəfərov
Azerbaijan State Pedagogical University

Prof. Dr. Çetin Elmas
Gazi University

Prof. Dr. Denis Cavalucci
University of Jinan

Prof. Dr. Dmitri Uzunidis
University of Littoral

Prof. Dr. Dragan Cisik
University of rijeka

Prof. Dr. Fernando Almedia
University de Porto

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Fəxrəddin Həbibov
Russian Academy of Natural Sciences

Prof. Dr. İstemi Demirağ
Tallin University of Technology

Prof. Dr. Metin Orhan Kaya
Istanbul Technical University

Prof. Dr. Mustafa Babanlı
Azerbaijan State University of Oil and Industry

Prof. Dr. Nadine Roijakkers
Open Universiteit

Prof. Dr. Nazim İmanov
Azerbaijan National Academy of Science
Institute of Economics

Prof. Dr. Nilay Aluftekin
Innovation Management and TRIZ Institute

Prof. Dr. Radmil Polenakovikj
Univerzitet 'Sv. Kiril i Metódij' vo Skopje

Prof. Dr. Ruhi Kaykayoğlu
Boğaziçi University

Prof. Dr. Sadettin Kapucu
Gaziantep University

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Sajal Saha
Adamas University

Prof. Dr. Sergey Ketov
Tokyo Metropolitan University

Prof. Dr. Urxan Ələkbərov
Academy of Public Administration under the President of Azerbaijan Republic

Prof. Dr. Vladimir Petrov
Saint Petersburg State Marine Technical University

Prof. Dr. Xəqani Abdullayev
National Aviation Academy

Prof. Dr. Steve Little
University of Bolton

Prof. Dr. Nick Hajli
Loughborough University School of Business and Economics

Dr. Felipe Zapata-Roldan
Universiad Pontificia Bolivarina

Dr. Fuad Dadaşov
National Aviation Academy

Dr. Anatoly Agulyansky
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. Oleg Feygenson
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Assoc. Prof. Dr. Ayşe Elitok Kesici
Adnan Menderes University

Assoc. Prof. Dr. Hüseyn Mirzayev
Baku Engineering University

Assoc. Prof. Dr. Sandeep H. Wankhade
AISSMS College of Enfineering

Assoc. Prof. Dr. Murat Yaşlıoğlu
Istanbul University

Assoc. Prof. Dr. Wenjing Cai
University of Science and Technology of China

Valeriy Prushinsky
TRIZ Master

Victor Fey
TRIZ Master

Valeri Souchkov
TRIZ Master

THE 2ND INNOVATION MANAGEMENT AND TRIZ CONFERENCE

ORGANIZATION COMMITTEE

Innovation Management and TRIZ Institute

Natig Aliyev – Executive Director

Ilgar Aslan – General Secretary

Gunay Guluzadeh – Coordinator

Aynur Humbatli – Project Manager

Nurana Bayramli – Marketing and Communication Manager

National Aviation Academy

Fuad Dadashov – Coordinator

Huseyngulu Guliyev – Coordinator

Saida Ahmadova – Coordinator

TRIZ Club members of the NAA

Gazi University

Web/Design

Ali Topal

Mevlut Ersoy

Table of Contents

1. Ali təhsil müəssisələrində sosial institut və elmi mərkəz quruculuğuna dair innovativ təkliflər (Farah Calil, Azad Mirabayov, Zulfiyya Tanrıverdiyeva, Faiq Yusifli) 12
2. Challenges and Solutions in Teaching Professional Aviation English (Shamsiyya Ismayilova) 19
3. Pilotlarin psixofizioloji, koqnitiv və sadə görmə-motor reaksiyalarinin simulyatorlarda telemetrik qeydi (Aqil Aliyev, Maksim Bloxin, Arif Məmmədov, Rəşid Mahmudov, Tariyel İsmayılov, Ramiz Abasov, Aygun Cafarova) 25
4. The role of innovative mechanisms in enhancing Azerbaijan's international competitiveness in civil aviation transportation (Murad Gasimov) 37
5. Azal aviaşirkətinin qlobal alyansa üzvolma imperativləri (Heydar Hasanov, Salim Muslumov) 46
6. Performance Analysis of Pseudo-Random SF-LFM Radar Pulse Train Compressed Using Dispersive Delay Lines (Mirana Manafova) 52
7. Modern protection system of traction electric motors PLC based (Farid Huseynov, Elshan Manafov) 62
8. Azərbaycanda elektrik və hibrid mühərrikli avtomobil parkının müasir vəziyyəti, inkişaf perspektivləri (Fuad Mirzayev, Sevil Ramazanova) 74
9. Küçə-yol şəbəkələrində təhlükəsiz hərəkət sürətini tənzimləyən effektiv üsullar (Qaragoz Karimov) 81
10. Factors affecting the determination of the optimal location of the logistics center (Maharram Maharramzada).....91
11. Akıllı kavşaklarda yeni trafik yönetim teknolojisi (Seyitali İlyas, Yalçın Albayrak).....104
12. New designs of pipe and pipelines for transportation of oil, gas and water based on basalt fiber (Johni Gigineishvili, David Gigineishvili, Georg Cikvaidze, Igor Timchenko) 117
13. Oxides of Metals and Semiconductors and Nanotechnology (Shahla Zeynalova; Khagani Abdullayev) 126
14. Metal yüzey kaplama prosesindeki vizkozite probleminin TRIZ ile çözümü (Zeynep Karahan; Elif Dülger) 137
15. Development trends of media convergence- immersive and artificial intelligence based journalism: AR, VR, AI technologies (Leyla Məmmədova) 146
16. Modeling of Madgwick's Algorithm for Determination of Angular Positions of Aircraft in Space (Dayanat Heybatov) 159
17. Study of FSON Based on a Simple Artificial Neuron Model (Nadir Atayev Mehman Hasanov, Khaqani Abdullayev, Sahib Piriev, Shadiya Sultanova)……..172
18. The role of artificial intelligence in SMM and digital marketing (Natavan Hasanova) 179
19. Introduction of scientific works dedicated to licorice into the production of pharmaceutical goods in Azerbaijan (Mahbuba Valiyeva) 185
20. Forecasting models of non-scheduled passenger air transportation through regression analysis (Dashqin Nazarli, Nadir Aghayev) 194
21. An economic and geographical analysis of the Portuguese tourism sector (Ana Cristina Pego)

.....204
22. A Systematic Literature Review on Robot Technologies Used In the Tourism Sector (Münevver Çiçekdağı) 216
23. Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkimin farkındalığı: anket çalışması (Türkiye) (Beyza Saygın, Elif Kardeş) 237
24. BAZEL III, maliyyə inklüzivliyi və iqisadi inkişafa gedən yol (Ayaz Museyibov; Matanat Rasulova).....251
25. On the development of innovative scientific and technical creativity in Azerbaijan (Fakhraddin Gabibov, Leyli Habibova) 263
26. Application of the TRIZ principle in the education system (Saida Ahmadova Kamal Asgarov) 269
27. TRIZ Standards Adaptation for Business Systems Solution (Vladimir Petrov Olga Eckardt).278
28. TRIZ Yöntemi ile İnventer Kaynak Makinesinin Teknolojik Seviyesinin Artırılması ve Satışlara Etkisinin İncelenmesi (Elif Dulger, Mehmet Rıza Adalı).....289
29. Avionika Sistemləri Üçün İnteqrasiya Olunmuş Bort Şəbəkələrinin Analizi (Aftandil Mammadov, Orxan Şıxverdiyev).....299
30. The relationship among workplace violence and job stress, quality of work life, task performance and turnover intention of healthcare employees (Laura Agolli, Elif Özyurt, Sercan Özkan, Derya Sivuk) 305
31. Azərbaycanda karbon, metal və digər nanomaterialların sintezi texnologiyalarının yaradılması (Nariman Javadov, Vagif Akhmedov) 322
32. Campaign and Loyalty Management In B2B Field with Deep Learning Methods (Osman Çaylı, Emre Karadağ, Atınç Yımaz) 329

Ali Təhsil Müəssisələrində Sosial İnstitut və Elmi Mərkəz Quruculuğuna Dair İnnovativ Təkliflər

Mingəçəvir Dövlət Universiteti

Pedaqogika və psixologiya kafedrasının müdiri

Fil.e.d. prof Fərəh Cabbar qızı Cəlil

e-mail: Calil.farah72@mail/ru

Mingəçəvir Dövlət Universitetinin

Pedaqogika və psixologiya kafedrasının müəllimi

Zülfiyyə Vaqif qızı Tanrıverdiyeva

e-mail: zulfiyye.tanrıverdi @gmail.com

Mingəçəvir Dövlət Universitetinin

Pedaqogika və psixologiya kafedrasının müəllimi

Azad Zəbişah oğlu Mirzəbəyov

e-mail: azadmirza86@gmail.com

Faiq Mübariz oğlu Yusifli

e-mail: faigyusifli@gmail.com

Xülasə

Qloballaşan dünyada infoməkan faktoruna dayanaraq təhsil müəssisələrinin "yeni dünya təhsil modeli"nə uyğun təşkili vacib şərtlərdəndir.

Bu psinsiplərə əsaslanaraq müəllimin tələbəni müstəqil şəkildə informasiya axtarışına cəlb etməsi ənənəvi qaydada keçirilən mühazirə dərslərində mühazirələrin qısaldılmasına və dərslərin tələbələrlə debat şəklində qurulmasına imkan yaratacaq. Bu sxem, müəllim tələbə arasında kommunikativ münasibətlərin daha səmərəli şəkildə qurulmasına və tələbələrin dərsi daha yüksək şəkildə mənimsəməsinə səbəb olacaqdır. Ali təhsil texnologiyalarının vektor inkişafı distant təhsil prosesinə də təkan verir. Lakin bu prosesin müsbət yönləri olduğu kimi mənfi tərəfləri də mövcuddur. Belə ki, distant təhsilin sürətli tempi praktik biliklərin əldə edilməsinin qarşısının alınmasına və tələbələrin praktik səriştələrdən məhrum olmasına səbəb ola bilər. Bu mənada universitet daxilində elmi tədqiqat laboratoriyalarının yaradılması vacib şərtlərdəndir.

Ali məktəblərin bu istiqamətdə inkişafı və yenidənqurma psosesi yaxın onillikdə tələbələrin innovasiya "lokomotivi"nə çevrilməsinə səbəb olacaqdır.

Gələcəyin "modern universiteti"nin sosial və elmi mərkəz kimi mövcudluğu iki istiqamət üzrə həyata keçirilə bilər:

- İnnovativ klasterin əsası olaraq;
- Tələbə şəxsiyyətinin özünüifadəsi və inkişafı üçün təməl faktor olaraq.

Universitetlər məqəsədinə çatmaq üçün tələbələr üçün təşkil edilmiş elmi laboratoriyalarda "Reallaşdırılan layihə proqramları" həyata keçirməlidir. Tələbələr ixtisaslarına uyğun qurumlarla əlaqə yaratmalı, həmin qurum uğurlu layihəni bəyəndiyi halda bu layihələr həmin qurumlara satılmalıdır.

Açar sözlər: innovasiya, modern, distant, təhsil, tələb

Summary

Innovative proposals related to the modern organization of social institutions and scientific centers in higher education institutions.

In a globalizing world, the organization of educational institutions, based on the factor of the information space, is essential for aligning with the "new world education model."

Based on these principles, the teacher's engagement of students in independent information searches and overseeing this process will allow for the shortening of traditional lectures and the restructuring of classes into a debate format with students. This scheme inherently enables more effective communicative relationships between the teacher and students and ensures that students grasp the subject matter more profoundly. As a part of the simplified teaching process, the vector development of higher education technologies also gives momentum to the distance education process. However, this process has its advantages as well as its drawbacks. For instance, the rapid pace of distance learning may lead to a significant reduction in physical classes, obstructing the acquisition of practical knowledge and depriving students of practical experiences. In this context, the establishment of scientific research laboratories within universities becomes a crucial requirement.

The development and restructuring process of higher education institutions in this direction will transform students into an innovation "locomotive" in the coming decade.

Consequently, the future "modern university" can function as both a social and scientific center in two primary dimensions:

As a foundation of the innovative cluster;

As a fundamental factor for the self-expression and development of the student's personality.

To achieve this goal, universities should implement "Realized Project Programs" in scientific laboratories organized for students. Students should establish connections with institutions relevant to their specialties, and if these institutions appreciate a successful project, such projects should be sold to them.

Key words: innovation, modern, remote, education, demand

Giriş

Cəmiyyətin inkişafı prosesində təhsilin sosial institut kimi fəaliyyəti mühüm rol oynayır. Məhz bunun sayəsində əvvəlki nəsillərin səyi nəticəsində toplanmış maddi və mənəvi dəyərlər, o cümlədən elm və incəsənət assimiliyasiyaya uğramadan yeni nəsllərə ötürülmüşdür. Bu ənənələrin qorunması və gənc nəslə ötürülməsinin əasa yolu isə məhz müasir təhsil sistemininə bağlıdır. Müasir təhsilin vəzifəsi "müəyyən biliklərə (ilk növbədə elmi), ideoloji və əxlaqi dəyərlərə, qabiliyyətlərə, bacarıqlara, davranış normalarını mənimsəməyə yönəlmiş cəmiyyət üzvlərinin sistemli təlimi və tərbiyəsi ilə bağlıdır. L.F. Kolesnicenkonun da qeyd etdiyi kimi "təhsil sisteminin məzmunu cəmiyyətin sosial-iqtisadi və siyasi quruluşu, onun maddi-texniki inkişaf səviyyəsi ilə müəyyən edilir" (Л.Ф Колесниченко, 1991, s. 5).

Müasit təhsilin sosial institut kimi funksiyaları Təhsilin sosioloji təhlilinin ənənəvi problemlərindən biri onun cəmiyyətin sosial strukturu, sosial təbəqələşmə sistemi ilə qarşılıqlı əlaqəsinin öyrənilməsidir. Y.Q. Qureviç bu haqda yazır: "Müasir dövrdə qloballaşan dünyanın əsas aparıcı istiqamətlərindən olan internet texnologiyaları təhsil sistemində də özünü göstərir. Daha dəqiq desək hazırda dünyada informasiya ötürücülüyü həyatın müxtəlif sahələrində olduğu kimi təhsil sektorunda da əlaqə mexanizmlərinin formalaşmasına təsir edir" (Ю. Г. Гуревич, s.18).

Bu isə özlüyündə ictimai-siyasi, elmi-mədəni əlaqələrin mexanizminə və keyfiyyətinə öz təsirini göstərməkdədir.

Bu mənada dünyada gedən qloballaşmaya nəzərən infoməkan prosesinə dayanaraq təhsil ocaqlarının inkişaf perspetkivlərindən, daha dəqiq desək yeni dünya modeli təhsil ocaqlarında müasir sosial institutların formalaşdırılması imkanlarından istifadə edilməsi vacib şərtlərdəndir. Bu prosesi belə təsnifatlandirmaq mümkündür:

1. Bu proses bir neçə amillərə nəzərən həyata keçirilir. Sözügedən prosesin əsas mahiyyəti

təhsil müəssisəsi vasitəsilə sözün geniş mənasında başa düşülən mədəni dəyərlərin (elmi biliklər, incəsənət və ədəbiyyat sahəsində nailiyyətlər, mənəvi dəyərlər və davranış normaları, təcrübə və bacarıqlar) dünyaya inteqrasiya etməsinə imkan yaradır. Bu isə qloballaşan dünyada mədəni, elmi, sosial və s. dəyətlərinin ötürücülüyünə şərait yaradır.

2. Ali təhsil müəssislərinin sosial institut kimi fəaliyyəti bir-biri ilə əlaqəli iki şəkildə həyata keçirilir: Universitet daxilində yerinə yetirilən elmi tədqiqatlar, elmi nailiyyətlər və kəşflər vasitəsi ilə elmi tədqiqatların intensiv inkişafı tədris prosesinin təkmilləşdirilməsinə kömək edir. Belə ki, yeni elmi ideyalar və kəşflər tez bir zamanda təhsil proqramlarına daxil edilir və mütəxəssis hazırlığının keyfiyyətinin yüksəldilməsinə kömək edir.

3.Daha bir amil sosiallaşma prosesində gənc nəsilin ictimai dünya görüşü, dəyər oriyentasiyaları və həyat ideallarının formalaşması ilə bağlıdır. Bunun sayəsində gənclər cəmiyyət həyatı ilə tanış olur, sosiallaşır və sosial sistemə inteqrasiya olunurlar. Nəzərə almalıyıq ki, sosial seçim formal təhsil institutunun ən mühüm funksiyalarından biridir. Tədris prosesinin strukturu ilkin mərhələdə ən bacarıqlı və istedadlıları seçmək üçün tələbələrə differensial yanaşmanı həyata keçirməyə, fərfi maraq və imkanlara uyğun olaraq gənclərə "təhsilli" statusu verməyə imkan verir (M.A. Ananyev, 1992, s.33).

Bu amillərin təcrübədə realizəsinə diqqət yetirək. İlk növbədə texnoloji inkişafın təhsildə təsirinə nəzər salaq.

Biliyimiz kimi pedaqoqlar gələcəyin yüksək ixtisaslı işçi qüvvəsinin əsas yaradıcıları olduqları üçün innovativ yanaşmaların inkişafına təkan verə biləcək əsas qüvvə hesab edilə bilər. Universitetlərdə innovativ ideyaların formalaşdırılması universitetin təşkilatı heyəti ilə bir başa əlaqəlidir. V.V. Kravsovun fikrincə: "İdeoloji formalaşma prosesində bir neçə əsas komponent əhəmiyyətli rol oynayır: mövzunun təhsil sistemi ilə əlaqəsi və onun xüsusiyyətləri; yeni bir proses kimi ideyanın mexanizminə daxil olan tədbirlər bəzi ideyaların inkişafı ilə məşğul olan novatorlar qrupu; qərarların qəbul edilməsini qiymətləndirən idarəetmə qrupu; ideyanın keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün statik göstərici" (В. В Кравцов, 2019, s. 99). İnnovativ ideyaların reallaşdırıla bilməsi üçün ən mühüm amillərdən biri də nöovatorluqla bağlıdır. İdeya ətrafında aparılan araşdırma eləcə də ideyanın müzakirəsi aparılan tədqiqatın sürətindən asılıdır. Bundan sonra irəli sürülən ideyalar kəmiyyət və keyfiyyət meyarlarına əsasən qiymətləndirilir. "Universitetlər tərəfindən irəli sürülən innovativ ideyaların realizə edilə bilməsi üçün əmək bazarına, kommersiya modellərinə diqqət yetirilməli, müştəri bazasını müəyyən etmək, həmçinin mümkün müsbət və mənfi cəhətləri nəzərə almaq vacibdir" (Кравцов, В. В., 2018, s.68). Belə ki, ideyalar innovasiyaların inkişafında mühüm element olsa da ambivalentliyə nail olmaq üçün ilk adekvat addım deyil. Hətta yaradıcı və innovativ ideyanın yaradılması da son mərhələ deyil və son nəticədə inkubasiyaya layiq ən uyğun ideyaları seçmək lazımdır.

Müəllimin tələbəni müstəqil şəkildə informasiya axtarışına cəlb etməsi və bu prosesə nəzarət etməsi ənənəvi qaydada keçirilən mühazirə dərslərində mühazirələrin qısaldılmasına və dərslərin tələbələrlə debat şəklində qurulmasına imkan yaratmış olur. Bu sxem özlüyündə müəllim tələbə arasında kommunikativ münasibətlərin daha səmərəli şəkildə qurulmasına gətirib çıxaracaq və tələbələrin dərsi daha yüksək şəkildə mənimsəməsinə səbəb olacaqdır. Sadələşdirilmiş tədris prosesinin bir hissəsi kimi ali təhsil texnalogiyalarının vektor inkişafı distant təhsil prosesinə də təkan verir. Təhsilin bu istiqamətdə inkişafı isə özlüyündə distatnt tədrisin intensiv şəkildə daha da təkmilləşdirilməsinə səbəb olacaqdır.

Akademik idarəçilər universitetin fəaliyyətində əsas amildir. Universitetin aparıcı mövqe tutması üçün istər yerli, istərsə də qlobal miqyasda yüksək keyfiyyətli infrastruktur tələb olunur, o

cümlədən İT ilə təchiz olunmuş sinif otaqları, müasir laboratoriyalar, emalatxanalar, hobbi mərkəzləri, tədqiqatçılar üçün dəqiq alətlər və həm müəllimlər, həm də tələbələr üçün yaradıcılıq, innovasiya və inkubasiyanı araşdırmaq üçün mükəmməl dizayn və inkişaf mərkəzləri vacib amilllərdəndir. Texnoloji inkişaf təlsildə distanat tədrirsin də mümkünlüyünü labüdləşdirir. (Son dörd ildə təhsilin distant (pandemiya ilə bağlı) gedişafı bu prosesin mümkünlüyünü sübut etmiş oldu). Lakin distant təhsilin müsbət yönləri ilə yanaşı mənfi yönləri də mövcuddur. Belə ki, bu sistemin sürətli tempi yaxıın 10 illikdə audutoriyaların maksimum dərəcədə azaldılmasına ola bilər. Bu isə növbədə praktik biliklərin əldə edilməsinin qarşısını ala bilər və tələbələrin praktik səriştələrdən mərhum olmasına səbəb olar. Bu səbəbdən distant təlsil yalnız təlimlər zamanı müsbət nəticələr verə bilər. Belə ki, distant təlim vasitəsi ilə tələbələr dünyanın müxtəlif universitetlərindən yaxud Sosial-elmi institutlarından olan alimlərdən dərs almaq imkanı əldə edə bilər. Bələ təlim formaları daha praktik xarakter daşıya bilər.

Hazırkı dövrdə menecerlər daha çox gücə nail olmaq üçün daha tabeçilikdə olan işçi qüvvəsi yaratmağa çalışır. İnnovarorun baxış bucağından yenilikçilik üçün meritokratiya vacibdir və bu mədəni elementi effektiv dəstək sistemi vasitəsilə inkişaf etdirimək lazımdir. Habelə bu istiqamətdə sistematik və tədricən irəliləyiş üçün əsas meyar kollektiv yaradıcılıq başarığı ideya ətrafında sıx birləşmək, elm və inkişafa meyllik olmalıdır.

A.A. Kiselev yazır: "İnnovativ ideyaların reallaşdırlması üçün tələbə, müəllim və inzibati komanda üzvləri ilə bağlı bir sıra fəaliyyətlər qurulmalıdır. İdarəetmədə hər bir komanda üzvünün özünəməxsus rolu olmalıdır və ona tapşırılan vəzifələrin yerinə yetirilməsi üçün operativlik, etibarlılıq və ciddi nizam- intizam məsələlərinə riayət olunmalıdır". (А. А Киселев, 2017, s. 39). Bu uğura nail olamnın əsas faktorlarından biri də universitetdə sənədləşdirmə işlərinin azaldılmasına və məhsuldarlığı artırmağa yönəldilməlidir. Bu proses universitetlər üçün fərqli qlobal rəqabətə nail olmağın ən mühüm və uğurlu aspektlərindən biridir. Artım və davamlı təkmilləşmə tərəqqinin vacib elementləridir. Tərəqqi tələbələr üçün təhsil dəstəyini maksimum dərəcədə artırmaq və müəllimlərin və komandanın optimal şəkildə inkişafı üçün ən son təhsil texnologiyalarının tətbiqi ilə bağlıdır.

Universitütlərdə elmi kəşflərin yaradılması və əmək bazarına açılması imkanları

Öncə də qeyd etdiyimiz kimi Ali təhsildə analitik alətlər və müəssisə resurslarının planlaşdırılması sistemləri effektiv, vaxtında və məlumatlı qərar qəbul edilməsi ilə bağlıdır. Məlumatların düzgün idarə edilməsi hər zaman işin icrasında böyük təsirə malikdir. Bilik qlobal miqyasda əsas resursa çevrilib. Belə ki, tədqiqat və ya innovativ ideyaların daha yaxşı dərki ali təhsil müəssisələrinə əlavə dəyər verə bilər. Vətəndaşlarının intellektual kapitalının inkişafı həm dövlət, həm də universitetlər üçün son dərəcə vacibdir.

Y.Q. Qurviçin fikrincə "universitetlər onları öz missiya və strategiyasına uğgunlaşdırmalı, innovativ proses ideyaların yüksək keyfiyyətli yaradılmasına və həyata keçirilməsinə yönəlməlidir" (Ю. Г.Гуревич, 2018, s.9).

Y.Q. Qurviç eyni zamanda qeyd edir ki, "innovasiyalar universitetlərin öz missiyası və strategiyasında həyata keçirilməli, innovasiya prosesi ideyalarının tam qurulmasına və həyata keçirilməsinə yönəlmiş qərara tabe olmalıdır (Ю. Г. 2018, s. 10).

Yeni innovasiyalar ali təhsil müəssisələrində yeni kapitala çevrilir, tələbələrə və əmək bazarına yüksək dəyər təklif edən yeni proseslər yaradır və qlobal iqtisadi reformalar üçün ali təhsilin yeni modellərini yaradır.

Məsələn, gələcək müəllimləri və pedaqoq psixoloqları hazırlayan ali məktəblərdə tədris prosesi həyata keçirilərkən məzunların gələcək fəaliyyətə başlaması üçün ən əlverişli şərait yaratmaq lazımdır. Belə ki, gələcək bakalavr müəlliminin və pedaqoq psixoloqun peşə fəaliyyətində

tələbə müxtəlif vəzifələri yerinə yetirərkən özünü realizə edə bilməsinə imkan verən müəyyən məqsədlər qoyduğu yaradılmalıdır. Həmçinin "tələbənin müstəqil fəaliyyətin başlanğıcını dəyişdirən peşə fəaliyyətinə inteqrasiya prosesini nəzərdə tutan peşəkar özünüifadə və özünü idarə etməni təşkil edən peşə fəaliyyət növləri qurulmalıdır" (А. А.Михайлов, 2023, s.220).

Tələbələr birinci kursdan başlayaraq, tədricən bu fəaliyyətə daxil olan tələbələr gələcək peşə fəaliyyətləri ilə tanış olur və tədricən bu fəaliyyəti mənimsəyirlər. Onların innovativ sahədə inkanlarının ortaya qoyulması üçün isə müxtəlif tapşırıqlar və layihələr həyata keçirilir.

A.A. Kiselev bu haqda yazır: "Bəzi yeniliklər əhəmiyyətli maliyyə investisiyaları tələb edə bilər və belə yeniliklərin uğurla həyata keçirilməsi üçün maliyyə təmin edilməlidir. Ona görə də innovasiyaların tətbiqini planlaşdırarkən universitetin maliyyə imkanlarını və büdcəsini nəzərə almaq və mövcud büdcə çərçivəsində həyata keçirilə bilən və ya əlavə olaraq maliyyələşdirilə bilən yenilikləri seçmək lazımdır" (А. А.Киселев, 2017, s. 19).

Bundan əlavə, "universitetlərin innovasiyalara açıq olması zamanı tələbələrin və universitet əməkdaşlarının fikirlərinin nəzərə alınması vacibdir. Onların rəyi hansı yeniliklərin universitet üçün daha effektiv və faydalı olacağını müəyyən etməyə kömək edə bilər. Eyni zamanda, innovasiyaların tətbiqi prosesinin açıqlığını və şəffaflığını təmin etmək, işçi heyəti və tələbələrlə məsləhətləşmələr və müzakirələr aparmaq vacibdir" (В. В.Кравцов, 2019, s. 99).

Bununla yanaşı universitetlərdə hər bir tələbənin elmi təfəkkürünün inkişafı üçün şərait yaradılmalıdır. Ali Məktəblərin müəllim heyətinin dəstəyi ilə bu istiqamətdə inkişafı, yenidən qurulması 10-20 ildə tələbələrin innovativ imkanlarının "lokomotivi" rolunu oynaya bilər. Eyni zamanda bu proses tələbələrin sosial cəhətdən inkişaf etməsi və əldə etdiyi praktik şəriştələr vasitəsi ilə gələcəkdə onun potensiallı kadr kimi sosial statusuna müsbət təsir edə bilər (А. А. Киселев, 2017, s.7).

Beləliklə, bu yeniliklərin səmərəliliyini təsdiq edən sonrakı tədqiqatlarla şəxsi kompetensiyaların inkişafına şərait yaratmaq bu gün universitetin əsas vəzifəsidir. Bu problemin həlli, ilk növbədə, universitetin özünə "ucuzlaşma vektoruna" müqavimət göstərməyə, maddi obyekt kimi özünü qoruyub saxlamağa və tələbə şəxsiyyətini irəli aparan cəmiyyətlərlə qarşılıqlı əlaqəsinin yüksək səviyyədə qurulmasına kömək edəcək. Deməli "gələcəyin universiteti"nin sosial institut kimi mövcudluğu iki vektor istiqamətində həyata keçirilə bilər:

1. Universitet innovativ klasterinin əsası kimi;
2. Universitet tələbə şəxsiyyətinin özünüifadəsi və inkişafı üçün təməl rolu oynayan fokror kimi. Universitetlərin bu məqəsədə çatması üçün universitet daxilində "Layihənin həyata keçirilməsi",

fənninin təşkili və məcburi fənn kimi yuxarı kurs tələbələrinə kiçik qruplar (4-5 nəfər) şəklində keçirilməsi vacib şərtlərdəndir. Bu vasitə ilə yuxarı kurs tələbələri hər semestrdə özlərinin ixtira etdikləri sosial, kommersiya və ya digər layihələri təqdim edə bilər. Tələbə ixtiralarının əmək bazarına çıxarıla bilməsi üçün universitet bu məqsədlə müxtəlif qurumlarla (bunlar məktəblər, uşaq bağçaları, inkişaf və dəstək mərkəzləri, inzibati və ictimai saytlar, kommersiya strukturları və s.) müqavilə bağlamaqla, qarşılıqlı əlaqələr yarada bilər (M.A. Ananyev, 1992, s.3).

Bu vasitə ilə tələbələrin sərbəst yaradıcılığı və təxəyyülü məhdudlaşdırılmadan əldə olunan ixtisasın mahiyyətinə uyğun layihələr həyata keçirilə bilər. Tələbələrin ictimai həyatda belə kütləvi-fərdi iştirakı onların potensialının üzə çıxarılmasına xidmət edəcəkdir. Bu gün universitetlərdə qismən də olsa tələbələrin bu yöndə inkişafı nəzərə çarpır onların sosial uğurlu kompetensiyaları fərdi çalışqanlıqlarının nəticəsidir. Müasir təhsil ocaqlarında sözügedən innovativ layihələrin gerçəkləşdirilməsi, həmin tələbələrin universitetin həyatına əsl elmi fəaliyyətinin gücləndirilməsinə səbəb ola bilər. Bu məqsədlə də tələbənin qabiliyyətlərinin üzə çıxarılması, müstəqil fəaliyyət

sahəsinin təmin edilməsi, motivasiya və yaradıcılıq prosesinə universitet tərəfindən təkan verilməsi ali təhsil ocağının ən mühüm vəzifəsidir (А. А.Михайлов, 2023, s. 220).

Bir çox gənclər universitetə daxil olarkən öz peşəkar qabiliyyətlərini dərk etmir. Özünə olan inam yetərli olmadığından onlar "özlərini sübut etməkdən" çəkinir. Bu səbəblə də elmi fəaliyyətdən kənarında qalırlar.

"Fərdin kiçik qruplar daxilində layihə gerçəkləşdirə bilməsi üçün sosial uyğunlaşma və özünü inkişaf mexanizmlərini mənimsəməlidir. Belə olduğu halda sosial insitut daxilində tələbə özünü inkişaf etdirmək üçün vaxt və imkan əldə etmiş olur. Bu isə özlüyündə elm və innovasiya sahəsində ali təhsil ocağında təhsil alan istedadların axtarışı sahəsini əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirməyə imkan verir" (В. В. Кравцов, 2018, s.9).

Nümunə üçün qeyd etmək lazımdır ki, xarici universitetlərdə dizaynın tədrisi təcrübəsi xüsusi maraq doğurur. Bu istiqamətdə görülən layihə işi orijinal xarakter daşımalı və məhsulun təqdimatı, təşkili və s. özünəməxsus şəkildə həyata keçirilməlidir. "Əmək bazarına açılan, daha dəqiq desək satış imkanları əldə edən məhsulun bazarda davamlılığı ilə, yəni tərəfdaşlar və ya müştərilərin axtarışı ilə əlaqələndirilir. Beləliklə, "maliyyə resurslarının axtarışı layihənin əsas tərkib hissəsi"nə çevrilir" (В. В. Кравцов, 2018, s. 9).

Beləliklə də layihə təkliflərini İnternetdə təqdim etmək üçün universitet miqyasında platformanın yaradılması universitetin "Layihənin həyata keçirilməsi" kursunu real sənaye tərəfdaşları ilə əlaqələndirməyə kömək edəcəkdir. Bu, gələcəkdə innovasiya klasterini həyata keçirmək funksiyasını öz üzərinə götürəcək. İnnovasiya Klasterinin mahiyyəti universitetin elmi platformaya çevrilməsini, elmi fəaliyyətləri həyata keçirməsini və onları biznes strukturlarına təqdim etməklə satmasını nəzərdə tutur (А. И. Пономарева, 2019, s. 129).

Yaradılan İNFO Mərkəzdə isə layihələrin təqdimatı çərçivəsində mümkün istehlakçılara çıxışı olan məhsullarının müzakirəsi, təqdimatı və satışı həyata keçiriləcək. Layihə təklifləri layihə müəlliflərinin öz maraqlarından və fəaliyyət istiqamətlərindən asılı olaraq öz-özünə yaranacaq.

Veb-saytda bütün müxtəlif fakültə tələbələrinin təklifləri daha əhatəli şəkildə təqdim ediləçək, biznes mühitinə açılmaq imkanları yaradacaq. Tələbə kəşxləri və ideyaları kiçik əhatə dairəsindən dünyaya açılmaq imkanı əldə edəcək. "İnnovativ cəhətdən dəyərli" və "kommersiya baxımından uğurlu" layihələr artıq daha geniş biznes mühitində dəyərləndiriləcəkdir. Bu resursun idarə edilməsi və tənzimlənməsi isə universitetin əlində cəmləşəcək və "dəyərli" layihələrin dəstəklənməsi, təşviqi, təhlili məsələləri ilkin mərhələdə məhz universitetinin nəzarətində olacaq" (И.В.Янченко, 2013, s. 422)

Belə maddi komponenti birləşdirməklə kommersiya layihələrinin tezliyi əhəmiyyətli dərəcədə artacaq və universitet informasiya xidmətlərinin satışından öz faizini ala biləcək. Bununla da prosesin bütün iştirakçıları üçün qazanc əldə etmək imkanları yaranacaq.

Nəticə

Apardığımız təhlillərdən aydın olur ki, müasir təhsilin qarşısında duran əsas vəzifələr sosial institut kimi əsrlərdən bəri xalqın qoruyub saxladığı milli mənəvi dəyərləri, o cümlədən elmi təcrübələri yeni nəslə ötürməkdir. Müasir texnoloji inkişafdan istifadə etməklə bu dəyərləri qloballaşan dünyada təqdim etməklə multikultural dəyərləri formalaşdırmaqdır. Digər tərəfdən inkişaf etmiş texnologiyalar vasitəsi ilə tədrisin təşkilində ənənəvi mühazirə təcrübələrini debat şəkilində qurmaqdır. Distatnt təhsildən istifadə etməklə dünyanın müxtəlif ölkələrinin universitetləri sosial elmi institutları ilə təlim dərslərinə qoşulmaq da təhsil institutlarının qarşısında duran başlıca vəzifələrdəndir. Bununla yanaşı Ali Təhsil ocaqlarında elmi laboratoriyalar yaratmaq, gənc alimlərin kəşflərini əmək bazarına təqdim etmək, yaradılan İnfo mərkəzlərin vasitəsi ilə internet saytlarına gənc alimlərin kəşfləri ilə bağlı informasiyalar yerləşdirməkdir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı:

1. Ananyev M.A. (1992.) Образование и научно-технический прогресс. М., с.33-37
2. Banks D. (1992) The Sociology of Education. L., 270 c.
3. Чернова, И. В. (2017) Инновационные подходы к организации учебного процесса в современном вузе. И. В. Чернова // Профессиональное образо вание в России и за рубежом. № 3. С.22–27.
4. Гуревич, Ю. Г. (2018) Инновационный подход в управлении современным вузом: теория и практика / Ю. Г. Гуревич, Н. И. Лукьянова // Управление в высшей школе. № 1 (27). – С. 8– 14.
5. Колесниченко Л.Ф. и др. (1991) Эффективность образования. М., 217 с.
6. Киселев, А. А. (2017) Инновационный подход в управлении современным вузом / А. А. Киселев // Инновации в образовании. № 4 (26). С.38–42.
7. Кравцов, В. В. (2018) Инновационный менеджмент в управлении современным вузом / В. В. Кравцов // Менеджмент в России и за рубежом. Т. 17. № 2. С.66–74.
8. Кравцов, В. В. (2019) Инновационный потенциал современного вуза / В. В. Кравцов // Вестник Московского университета. Серия 1: Экономика и управление. Т. 24. – № 1. – С.98–113.
9. Михайлов А. А. (2023) Понятие «профессиональная компетентность будущего бакалавра педагога-психолога» и его формирование средствами проекта «Дети в университете» / А. А. Михайлов, Н. В. Керемли // Обзор педагогических исследований. № 2. – С.219–225.
10. Малкова И.Ю. (2007) Образовательный потенциал проектирования в Высшей школе: компетентностный подход //Современные наукоемкие технологии. №3. С.81-85.
11. Пономарева, А. И. (2019) Инновации в образовании: тенденции и практика / А. И. Пономарева
// Инновационное развитие экономики. Т. 9. № 1. С.128–133.
12. Янченко И.В. (2013) Педагогическая ценность проектной деятельности в формировании карьерной компетентности будущих выпускников вуза//Молодой ученый. №2. С.422-424.

Challenges and Solutions in Teaching Professional Aviation English

Shamsiyya Ismailova

National Aviation Academy

ismayilova1966@mail.ru

DOI:10.13140/RG.2.2.30020.81282

Abstract

This article is dedicated to studying problems in teaching professional aviation English. Based on testing the pilot's and air traffic controllers' knowledge of professional English over many years, several issues in language skills have been identified that impede effective communication, thereby affecting flight safety. Telecommunications and computer technologies have been successfully implemented in various educational processes for over ten years. New technologies are a significant contribution to the development of interactive education. Using these technologies in teaching professional English enables the enhancement of the pilots' and air traffic controllers' language skills through listening to audio files recorded by native speakers and conducting discussions. Recording speech into computer memory allows one to hear, identify and eliminate grammatical or semantic errors and pronunciation. This method is also beneficial for setting speech rates, checked in the ICAO English proficiency testing process.

Moreover, the article explores the burgeoning role of artificial intelligence in education and its recent applications in professional English instruction. The utilization of artificial intelligence is positioned as a transformative force that promises to elevate the professionalism of air traffic controllers and pilots in radio communications. As technology continues to advance, integrating artificial intelligence into language education emerges as a progressive approach with far-reaching implications for the aviation industry.

Keywords: professional English, flight safety, language environment, interactive training, video materials

Introduction

The purpose of the research conducted in this article is to find the causes and solutions to the problems that pilots and air traffic controllers face when learning professional English, to highlight successful teaching methods and to note the role of instructors in this area. An analysis of aviation accidents that occurred due to weakened professional English, drawn from the accident reports, shows the importance of aviation English and its impact on the safety of flights.

Properly using various teaching methods, like visual, listening and kinesthetic, allows one to achieve the goals while teaching aviation English. It is established that applying various tools in training courses on professional English for air traffic controllers and pilots allows us to achieve the expected high results.

The area of distribution of the English language is vast, but it has different statuses, such as "native tongue", "second language", or "foreign language". In countries where English is a second language, people usually speak both languages from childhood. In some countries, such as Azerbaijan, English is taught as a foreign language from early childhood to adulthood but is not used in everyday communication as a second language. Therefore, English is considered a "foreign language". This is one of the main objective factors hindering the free development of spoken language.

At the National Aviation Academy of Azerbaijan, within the framework of significant specialities, all flight instructions and theoretical and simulator training are conducted in English, essential for creating a specific language environment. The study and analysis of training manuals, ICAO documents in English and the internship arranged for students of the Air Navigation Faculty in a control tower reduce the number of problems associated with the lack of a language environment.

Professional aviation English is a broad concept. Because specialists of different professions, like engineers, flight crews, air traffic controllers, ground handling personnel, cabin crew, security officers, etc., regularly use professional English at their workstations, there is a need for proper organization of the teaching process. Aviation personnel who are engaged in aviation and have a direct or indirect impact on the safety of aircraft and flights are responsible for protecting passengers and cargo transported by air. Pilots and air traffic controllers must take English language proficiency tests upon completion of flight training to gain access to air traffic control and international flights. As it is mentioned by Henry Emery (Henry Emery, 2021), regardless of the training centre, students will have to demonstrate language proficiency to the baseline ICAO level 4.

The integration of international relations creates ample opportunities for pilots to work for various airlines. Mixed-cultural flight crews should have high English language proficiency to provide safety. The facts mentioned above prove that special attention should be paid to the organization of professional English in flight training centres and flight academies.

One problem that instructor-teachers encounter while teaching professional English is that this subject is ahead of significant topics or is taught parallelly. For example, solely the translation of terms such as "height", "altitude", "flight level", "go around", "make another hand approach", and "make missed approach" does not allow us to understand the difference between them.

Therefore, along with subject terminology, the teachers of professional English who need more knowledge in particular subjects are sometimes forced to explain work-related procedures, which impacts the quality of training.

One of the problems teachers of professional English face is the need for textbooks designed for teaching professional English in training courses or their non-compliance with international standards. Teachers of professional English often try to solve this problem by compiling teaching aids. Although this is a beautiful solution, preparing textbooks requires high professionalism in language and speciality. One more important factor should be mentioned. It is known that instructors-teachers, along with teaching this subject, are also involved in preparing curricula, syllabuses and teaching aids. As a result, textbooks designed in a limited time frame need to meet the set goals and objectives. We believe this problem can be solved by organizing a working group of professional English teachers to involve them in compiling teaching aids.

While compiling textbooks, they must consider the unique features of professional subjects. Determining which language skills and "mandatory" sets of words must be developed in training courses for pilots and air traffic controllers is necessary. Therefore, professional English textbooks should be developed based on the joint activities of teachers of professional English, air traffic controllers and pilots who teach core disciplines.

Before getting started training in professional English, it is recommended to carry out placement tests to determine the English level. It is established that teaching professional English should be carried out based on the Upper intermediate (B2) level. According to ICAO Circular 323, it is recommended that 200 hours of English language instruction be taught in pilot controller training

courses to transition from one language level to another [ICAO Circular 32, 3.3.p.7]. For example, suppose students' English language proficiency is determined to be level B1. In that case, developing English language skills to level B2 within 200 academic hours and beginning professional English training are recommended. For effective teaching of spoken English, instructors must prepare special syllabuses and programs in this subject.

Another problem related to the deterioration in professional English knowledge among flight crews and air traffic controllers is worth considering. Pilots and air traffic controllers communicate using the radiotelephony phraseology, consisting of standardized words and phrases approved for radiotelephony communications by ICAO in all routine aircraft situations.

Still, in case of emergencies, it is required to switch to plain language. That is why there is a decline in language skills. Research reveals that pilots and air traffic controllers who previously managed to pass ICAO English language proficiency tests well cannot maintain this level in subsequent years. Therefore, arranging refresher courses on professional English can solve this problem.

It has been established that General English focuses on developing all language skills equally. At the same time, as per Kırkgöz & Dikilitaş, 'English for Specific Purposes concentrates on learners with specific reasons and motives for learning English' (Kırkgöz & Dikilitaş, 2019). As noted, air/ground communication between pilots and air traffic controllers is carried out mainly through radio exchanges, so developing listening and speaking skills is critical. Let us look at already existing methods. Studies have shown that the traditional "read and translate" method does not meet the goal.

Telecommunications and computer technologies have been successfully implemented in various educational processes for over ten years. Introducing computer and information technologies into the educational process significantly expands the opportunities for teaching professional English.

New technologies make a significant contribution to the development of interactive education. Computer technology allows one to listen to audio files recorded by native speakers and conduct discussions. Recording speech into computer memory allows one to hear, identify and eliminate grammatical or semantic errors, as well as mistakes in pronunciation. This method is also beneficial for establishing the correct speech rate. As pilots communicate with air traffic controllers of different countries, they have to be proficient enough to understand them, even if solid accents or speed of delivery can affect comprehension.

The communicative method is one of the modern teaching methods and plays a vital role in developing spoken language. When using this method, communication is conducted exclusively in English, which creates an English-speaking environment even in small volumes. In a study conducted by Omarova D.A. (2017), it was found that individuals can effectively navigate in a foreign language environment and appropriately respond to diverse situations.

The project presentation method in teaching professional English allows me to develop comprehension, speaking, reading and writing skills. Presentations and discussions of a project dedicated to a specific topic take place with the active participation of students and instructors, according to N.A. Bredneva (Bredneva, 2022), this method allows for accelerated development of skills (reading particular texts, lexical and grammatical tasks aimed at learning unique vocabulary and terminology). In teaching professional English in training courses, various methods were used to develop speech, auditory perception and reading. Though pilots and air traffic controllers conduct radio communications without eye contact, preference should also be given to developing

listening, speaking and writing skills. The interaction between the pilot and controller involves the need to convey both verbal and written information. Therefore, it is considered appropriate to conduct dictations in radiotelephony communications classes to develop.

Flip charts, cards, handouts, worksheets, information and communication technologies, discussion of work-related videos, descriptions of Flight Plans and pictures can improve the ability to express opinions and communicate in English.

In abnormal or emergencies, it is recommended that plain language be used in pilot-controller communications so that the onboard situation is described correctly and necessary actions are taken. Misusing verb tenses can lead to misunderstandings. For example, a pilot's reporting "We extinguished fire" instead of "We are extinguishing fire" can create uncertainty.

How effective is the use of video materials in the educational process? As a result of the research, it was found that the use of video materials in teaching professional English primarily motivates students. This interpretation is consistent with the conclusions of L.I. Pichugova.

(2015) that students' understanding of actual events voiced by native speakers increases their interest in professional English, which, in turn, becomes a tool for discussion and allows them to develop speaking skills. Listening to and understanding the speech of people speaking different dialects in video materials allows us to hear and understand these dialects in real life. However, failure to complete tasks before and after the video material presentation and incorrect selection of video materials can disrupt the training process. Before presenting the video material, it is recommended to check students' vocabulary on the material based on specific tasks. Thus, completing these tasks will allow students to understand the content of the video material.

The tasks after the video material presentation are mainly of a discussion nature, and each student expresses their opinion about the causes and consequences of the observed event. For example, the demonstration of video material about the collision of two Boeing 747 passenger aircraft belonging to Pan American and KLM airlines at Tenerife airport on March 27, 1977, in which 583 people died, allows us to study the chain of events that caused the tragedy and a deeply understand the topic "Runway incursion." Before showing the video material, explaining the essence of these tasks is necessary so that students know they will have to listen carefully to specific points and not just watch the video material. For example, they are providing students with information about a referenced incident on the island of Tenerife (date of incident, airport, reason for flights heading to Las Palmas being diverted to Tenerife Airport) as handouts for a test form will require concentration on the part of students. After watching the video and answering questions, students join a live discussion. This method stimulates speaking as well as listening skills. In other words, "if the content and function of the language learnt are relevant to real- life operational situations, it will be more easily and naturally available and applied when it is required (Mitsutomi, 2004) and Shawcross (Shawcross, 2004-1) in Appendix A, Section A4).

Video materials can be used in many different ways. For example, viewing without sound (visual-silent demonstration) can be used to develop discussion. Events that students voice are shown on the screen. "Freezing" an image is also an effective way to develop oral speech. One of the students sits with his back on the screen and asks the audience questions to describe an event or action based on the answers. This increases student activity in the classroom, with the teacher acting as an observer and, ultimately, giving his comments or highlighting positive aspects.

According to Pichugova L.I. (Pichugova L.I., 2015), the selection of video materials for

professional English classes and the preparation of tasks for them, considering the level of language abilities of students, requires high skill and responsibility from instructors.

Using flip charts to present new educational material will save time and avoid losing eye contact with the student.

One of the main methods to ensure the participation of all students in the lesson is rebus listening. An audio file related to the lesson's topic is divided into parts according to the number of students in advance, and then each student attends to their role and retells it. This method is beneficial for stimulating collective action.

Giving students cards on which phrases or single words are written related to the topic of the lesson and finding an explanation of these expressions using synonyms, antonyms or in context, on the one hand, helps create an interactive class, and, on the other hand, improves the ability to develop speaking skills and removes the language barrier. Students can interact, listen to each other, and express their thoughts.

Educational and methodological materials developed for teaching aviation English only sometimes guarantee the achievement of the set goals. Therefore, in addition to these tools, Professional Aviation English instructors are advised to prepare additional handouts and worksheets containing a variety of tasks according to the student's level of knowledge. These methods and approaches help develop and improve the pilot's and controllers' language skills, which are keys to ensuring safe flight.

Conclusion

Thus, in this article, we attempted to reveal the reasons for this and propose practical ways to solve several difficulties that teachers of professional English encounter. We have highlighted several effective teaching methods and tools for teaching professional English. This research project aims to ensure the effective development of language skills among pilots and air traffic controllers, which contributes to improving air traffic safety and quality.

References

1. Guidelines for Aviation English Training Programmes 2007.
2. Guidelines for Aviation English Training Programmes Order Number: CIR323,2007, 61 p.
3. Henry Emery (2021). Teaching aviation English to student pilots- some challenges. 2021, https://www.latitude-aes.aero
4. Kırkgöz, Y., & Dikilitaş, K. (Eds.) (2019). Key issues in English for specific purposes in higher education (Vol. 11). Springer, 353 p.
5. Lonergan J. (1984). Video in Language Teaching. Cambridge, Cambridge University Press, 136 p.
6. Mitsutomi, M. (2004). Some Fundamental Principles of Language Teaching and Learning. First ICAO Aviation Language Symposium, Montréal.
7. Shawcross, P. (2004). P. Proficiency requirements underscore importance of teaching and

testing. ICAO Journal Volume 59, No. 1.

8. Бреднева Н.А. (2022) Метод проектов в профессионально-ориентированном обучении иностранному языку а вузе. The Humanities and Social sciences, Vol.92.No3, с.1-6.
9. Омарова Д.А. (2017). Формирование коммуникативных навыков учащиеся в рамках интерактивного обучения (на примере английского языка) DSPU Journal Vol.11.No.3., с.1-7.
10. Пичугова Л.И. (2015). Использование аутентичных видеоматериалов на занятиях по профессиональному иностранному языку / И. Л. Пичугова // Молодой ученый ежемесячный научный журнал: .. — № 5 (85) . — [С. 518-522]

Pilotlarin Psixofizioloji, Koqnitiv və Sadə Görmə-Motor Reaksiyalarinin Simulyatorlarda Telemetrik Qeydi

Məmmədov A.M[1,2], Bloxin M.Y.[3], Əliyev A.X.[2], Mahmudov R.M.[2], İsmayilov T.M[2], Abasov R.K.[1], Cəfərova A.M.[2]

[1]Milli Aviasiy Akademiyası

arifmemmed@gmail.com

[2]Azərbaycan Tibb Universiteti

[3]000 "Neyrosoft "Rusiya Federasiyası

Xülasə

"Azərbaycan Hava Yolları" və "Silk Way" pilotların, uçuş şəraitini əks etdirən, müxtəlif simulyatorlarda, ştatda olan vəzifələri ilə eyni vaxtda eksperimental tapşırıqların həll edilməsi ilə əlaqədar, sadə görmə-motor reaksiyaların qeydiyyatı və eyni zamanda psixofizioloji və koqnitiv göstəricilərin telemetrik üsulla qiymətləndirilməsi əsasında tədqiqatlar aparılmışdır.

Tapşırıqların həlli zamanı pilotlarda emosional gərginliyin formalaşması baş verir ki, bu da bir qrup pilotlarda sadə görmə-motor reaksiyaların sürətinin azalmasına səbəb olur, digərlərində isə həmin göstərici artır. Bunun fonunda diqqətin davamlılığı və konsentrasiyası orta və aşağı qiymətlər daxilində yerləşir. Eyni zamanda pilotların əksər (86,6%) hallarda Uippl dəqiqlik əmsalı azalır, lakin səhvlərin sayı artır, işgörmə qabiliyyəti isə azalır. Bu o deməkdir ki, ilk olaraq koqnitiv mexanizmlər pozulur. Bütün bunlar ortakvadratik sapmanın artması ilə müşayiət olunanda, sensomotor reaksiyanın sabitliyinin azalmasına dəlalət edir, ortakvadratik sapmanın azalması isə sensomotor reaksiyanın sabitliyinin artmasını göstərir. Aşkarlanan mənfi hallar artaraq, gələcəkdə uçuş təhlükəsizliyinin pozulmasının əsasını təşkil edə bilər.

***Açar sözlər*:** pilotlar, simulyatorlar, diqqət ehtiyatları, telemetrik, reaksiya vaxtının orta qiyməti, orta kvadratik sapma.

JEL codes: I120

Summary. On aviation stimulators reflecting real flight conditions, a telemetric study was conducted with pilots of "Azerbaijan Air Ways" and "Silk Way" in order to assess various psychophysiological and cognitive indicators as well as simple visual-motor reactions in conditions of simultaneous solution of the main, flight and additional experimental tasks before and during the flight. During solving assigned tasks, pilots develop emotional stress, which is accompanied by changes in the analyzed indicators: the average value of reaction time, stability and concentration, standard deviation, respiratory and cardiac rates, the ratio of sympathetic and parasympathetic functions, tension index and activity of regulatory systems. Among the indicators studied above, there is also the Whipple accuracy coefficient. In the overwhelming majority (86.6%) of cases, this indicator, in the experiment on the stimulator, decreases, accompanied by an increase in the number of delay and advance errors when the button is pressed. A decrease in accuracy during a pilot' s instrumental manipulations during a flight mission is associated with the impact of emotional stress on a sensitive cognitive mechanism.

Thus, these initial changes, cumulatively in the future, can reduce the professional abilities of pilots, the quality and safety of flights.

Key words: pilots, stimulators, vigilance, telemetry, mid-value of reaction time, mid-quadratic deviation.

JEL codes: I120

Aktuallıq: Elmi-texniki tərəqqi dövründə uçuşların təhlükəsizliyinin təmin edilməsi mülki aviasiyanın əsas vəzifəsidir. Elm və texnikanın müasir inkişaf dövründə uçuş təhlükəsizliyi problemi, texniki sahədən sosial psixologiyanın, psixofiziologiyanın və tibbin humanitar istiqamətinə çevrilmişdir [Пономаренко В.А., Ворона А.А., Лапа В.В. 2017. № 4. С. 35-41]. Bu istiqamət Aviasiyada "insan amili" problemi kimi qəbul edilib. ICAO-nun məlumatına görə, baş verən aviasiya qəzalarının 70-80% "insan amili" səbəbindən baş verir, buna görə də uçuşların təhlükəsizliyi problemi XXI əsrin prioritet məsələlərindəndir [Серёгин С.Ф., Харитонов В.В. 2016. №1. С.1-22, Серёгин С.Ф., Харитонов В.В. 2016. № 10. С. 30-48]. Elə bu səbəbə görə akademik A.M.Paşayevin istiqamətləndirdiyi elmi-tədqiqat işi əsasında öhdəmizə real uçuş şəraitini maksimum əks etdirən, simulyatorlarda pilotların fəaliyyəti zamanı eksperimentlərin aparılması və informativ parametrlərin toplanması kimi yeni, çox aktual vəzifələr düşür.

Pilot hazırlığının ümumi səviyyəsi təkcə pilotaj texnikasının keyfiyyəti ilə ölçülmür. Hazırlıq səviyyəsi həmçinin pilotaj prosesində eyni vaxtda əlavə məsələləri həll etmək və yerinə yetirmək bacarığı ilə müəyyən edilir. Bu isə ilk növbədə uçuş şəraitinin çətinləşməsi, nasazlıqlar və ştatdan kənar fövqəladə hallar zamanı pilotun ehtiyat imkanlarının qiymətləndirilməsi və fəaliyyətinin etibarlılığı üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir [Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. 2001. № 4. С. 29-33, Гузий А.Г., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. 2002. № 5. С. 9-14, R. Olaganathan, T.B. Holt, J. Luedtke, B.D. Bowen. JATE. – 2021. Vol. 10, № 1. – P. 45–57. DOI: 10.7771/2159-6670.1208].

Pilot yüksək informasiya yüklənməsi, kəskin vaxt limiti şəraitində orqanizmə daimi və uzunmüddətli təsir göstərdiyi uçuşun xoşagəlməz və hətta zərərli faktorlarının təsir etdiyi işçi mühitdə fəaliyyət göstərir.

Pilotun informativ məlumatların işlənməsi üzrə fəaliyyətinin kəmiyyət xüsusiyyətləri onun diqqət ehtiyatlarının göstəricisidir və hazırlıq səviyyəsini qiymətləndirmək üçün istifadə edilə bilər. [Козлов В.В. 2010.]

Bu istiqamətdə Milli Aviasiya Akademiyası ilə Azərbaycan Tibb Universitetinin rektorları səviyyəsində imzalanmış və qəbul olunmuş birgə Memoranduma uyğun olaraq tərəfimizdən tədqiqatlar aparılır. Bu işlərdə Türkiyənin Qazi Universiteti də çox fəal iştirak edir.

7-10 dekabr 2023-cü ildə Milli Aviasiya Akademiyasının İnnovasiya Menecment və TRİZ İnstitutu (İMTİ) və Qazi Universiteti (Türkiyə) ilə birlikdə "Beynəlxalq İnnovasiya İdarəetmə və TRİZ" adlı konfrans keçirilib.

Bu konfrans Universitet-Sənaye əməkdaşlığı konsepsiyasının tətbiqidir.

Bu əməkdaşlıq, TRİZ nəzəriyyəsi çərçivəsində elmi sahədə əldə olunan nailiyyətlərin sənaye-biznes mühitinə praktiki tətbiqi (Biznes) üçün müəyyən prosedur və alqoritmlərin hazırlanması da nəzərdə tutulur, hansılar ki, son alınacaq, müsbət və optimal nəticə əsasında nəzərdə tutulur.

TRIZ ideyası ondan ibarətdir ki, eyni üsullarla həll edilə bilən müxtəlif texniki məsələlər texniki ziddiyyətlərdir. Konkret problemi həll etmək üçün TRIZ istifadəçiləri əvvəlcə məsələni ümumiləşdirilmiş formaya salır, sonra müvafiq ümumi metoddan istifadə etməklə ümumiləşdirilmiş məsələni həll etməyə çalışır və yalnız bundan sonra konkret problemə qayıdıb tapılmış həlli ona tətbiq etməyə çalışırlar.

İnnovasiya İdarəetmə və TRİZ - nəzəriyyəsindən çox daha əvvəl, hələ 1933-cü ildə akad.P.K.Anoxin tərəfindən fiziologiya və digər sahələr üçün, o cümlədən praktiki sahələr üçün, orqanizmin ümumi funksional sistemlər nəzəriyyəsində akad. P.K.Anoxinin nəzəriyyəsi öz əksini

tapmışdır [Анохин П.К. Стреж С.К. 1933. №6, стр.1225-1237]. Funksional sistemlər nəzəriyyəsi həmin TRİZ nəzəriyyəsinin əsasında durur. Funksional sistemlər dinamik sürətdə özü-özünü tənzim edən elə bir mütəşəkkil formalı, ümumiləşdirilmiş sistemdir ki, onun bütün elementlərinin fəaliyyəti həyat üçün zəruri olan faydalı uyğunlaçdırıcı, müsbət nəticələrin təyin olunması və alınmasına yönəlmişdir [Анохин П.К. 1968. С.546]. Özünütənzim prinsipi əsasında yaranmış funksional sistemlər orqanizmin "daxili mühitinin sabitliyini"
və xarici mühitlə orqanizm üçün optimal olan əlaqəsini, həyati vacib konstantlarını- qanda qida maddələrinin və qazların miqdarını, tempraturun, osmotik təzyiqin və qan təzyiqinin sabitliyini və s. təmin edir. Bunların əsasında insanın ətraf mühitdə məqsədyönlü fəaliyyətini və optimal son nəticəsinin alınması durur.

Funksional sistemin başlanğıc afferent sintezi mərhələsində ölçülər, qərarın qəbulu formalaşır və gələcək faydalı nəticəsinin parametrlərinin qabaqcadan müəyyən edən, əks etdirən akseptor apparatı formalaşır. Bu apparatın köməyi ilə fəaliyyətin son faydalı nəticəsi alınır.

Beləliklə, sistem yanaşma imkan verir ki, elmi əsaslanmış, son faydalı nəticə alınsın. Bundan ötrü qarşıya qoyulan məqsəd ilə əlaqədar, eksperimentlərin başlanğıcı olan ölçülər (diaqnostika) və şərait gərək təyyarə uçuşunun identifikasiyası olsun. Stimulyatorlar və telemetrik avadanlıqlarla ölçülən informasiyalar real uçuşa maksimal uyğun olur və uçuşu obyektiv əks etdirir.

Funksional sistem nəzəriyyəsi TRİZ nəzəriyyəsinin əsasında durur. Qeyd olunmalıdır ki, aparılan sistem -fizioloji eksperimentlər TRİZ nəzəriyyəsi ilə bir yerdə uçuş təhlükəsizliyinin qorunması üçün vacib rol oynayır.

Məqalədə uçuş heyətinin simulyator hazırlığı prosesində istifadə etməsi üçün nəzərdə tutulmuş, pilotun diqqət ehtiyatının qiymətləndirmə texnologiyasından bəhs edilir. Bu texnoligiya, pilotaj prosesində qoyulan məsələni həll etmək imkanlarının genişləndirilməsinə yönəlmişdir ki, bu da uçuş şəraiti çətinləşdikdə və qəzalı vəziyyət yarandığı hallarda uçuşun etibarlılığının artırılmasında böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Aviasiya simulyatorunda hazırlıq prosesində pilotun diqqət ehtiyatının qiymətləndirilməsi aparat- proqram təminatı tətbiq etməklə avtomatlaşdırılmış qaydada həyata keçirilir.

Məqsəd: Tədqiqatın məqsədi real uçuş şəraitini əks etdirən simulyatorlarda telemetrik avadanlıqlardan istifadə etməklə pilotların psixofizioloji və koqnitiv göstəriciləri ilə sadə görmə-motor reaksiyaların (SGMR) öyrənilməsi və intellektual-informasiya yüklənmələrinin psixofizioloji göstəricilərə olan təsirinin araşdırılmasından ibarətdir.

Metodika: Tədqiqatlar «НС–Психотест» kompüter-diaqnostika avadanlığı və «Аккордикс» telemetrik aparatın köməyi ilə stimulyatorlarda aparılmışdır. Diqqətin qiymətləndirilməsi əsasında SGMR metodikası istifadə olunur. Sadə görmə-motor reaksiyaları (SGMR) "Diqqətin qiymətləndirilməsi" testini icra etməklə ölçülür, həmin testin icrası üzrə göstəricilər kompüterdə müvafiq testin məlumatlar bazasına yüklənir və avtomatik emal olunaraq nəticələr protokollaşdırılır. SGMR – insanın görmə stimuluna verdiyi ixtiyari reaksiyanın elementar növüdür, iki ardıcıl komponentdən – sensor (latent) və motor periodundan ibarətdir. Latent periodu stimul siqnalının qavranılması və identifikasiyasıdır.

SGMR insanın digər məqsədyönlü uyğunlaşma reaksiyalarının əsasında yerləşir, ona görə də SGMR əsasında insan davranışının daha mürəkkəb tərkib elementlərinin müvəqqəti parametrləri haqqında nəticələr çıxarmaq olar. Bundan başqa SGMR insanın mərkəzi sinir sisteminin inteqral xarakteristikalarını qiymətləndirməyə imkan verir, belə ki, onların

reallaşdırılmasında insanın həm əsas analizator sistemi (görmə və kinestetik), həm də baş beynin müəyyən şöbələri və enən sinir yolları iştirak edir. SGMR zamanı mərkəzi sinir sisteminin xassə və vəziyyətinə təsir edən istənilən faktorlardan asılı olaraq dəyişə bilər. Tədqiqatlarda istifadə edilən SGMR metodikası "Diqqətin qiymətləndirilməsi" [Кукушкин Ю.А., Пономаренко А.В., Цигин Ю.П., Страмнов С.Б. 2007. № 1 (38). С. 5964, Кукушкин Ю.А., Козловский Э.А., Пономаренко А.В., Гузий А.Г. 2008. № 2. С. 37-48, Кукушкин Ю.А., Козловский Э.Д., Пономаренко А.В. 2007. № 2. С. 14-19, Ю.А. Кукушкин, А.В. Пономаренко, Ю.П. Цигин, С.Б. Страмнов. – 2007. № 1–1. – С. 59–64, Кукушкин Ю.А., Пономаренко А.В., Цигин Ю.П., Страмнов С.Б. 2007. № 1-1 (38). С. 5964] testi ilə yerinə yetirilir, bu da diqqətin konsentrasiyası və davamlılığının diaqnostikası üçün nəzərdə tutulub. Diqqət xüsusiyyətlərinin psixofizioloji ölçmələrinin nəzəri əsasını, onların sinir proseslərinin xassələrindən asılılığı təşkil edir. Diqqət xüsusiyyətləri cədvəl 1-də göstərilib.

Cədvəl 1. Diqqətin konsentrasiyası və davamlılığının qiymətləndirmə kriteriyaları
.

	Aşağı qiymətlər	**Orta qiymətlər**	**Yüksək qiymətlər**
Diqqətin dayanıqlığı	0,8-dən aşağı	0,8-1,0	1,0-dan çox
Diqqətin konsentrasiyası	1,0-dən çox	0,8-1,0	0,8-dən az

Diqqətin dayanıqlığı 1,0-dən çox olması yüksək sayılır, 0,8-dən isə az olması aşağı sayılır.

Diqqətin konsentrasiyası: 1,0-dək olması aşağı sayılır, 0,8-dən az olması isə yüksək qəbul olunur.

Müxtəlif simulyatorlarda (Aerobus, Embraer, İl-76, Boinq və s.) uçuş tapşırığını yerinə yetirən pilotlara əsas pilotaj tapşırığının icra keyfiyyətinə ziyan vermədən "Diqqətin qiymətləndirilməsi" testini yerinə yetirməklə əlavə məsələni həll edir. Testin icrası əsasında müxtəlif göstəricilər üzrə diqqət ehtiyatının hansı səviyyədə olması qənaətinə gəlmək olur.

Müayinə olunana kompüter ekranınında müxtəlif yerlərdə və intervallarda ekspozisiya olunan işıq siqnallarına reaksiya vermək lazım gəlir. Siqnal görünən kimi klaviaturadakı müəyyən düyməni basmaqla mümkün qədər düz və tez reaksiya vermək lazımdır. Siqnallar arasındakı intervalların müddəti fərqlidir, 0,5-2,5 saniyə arasında dəyişir. İlk 5-7 siqnal sınaq xarakteri daşıyır və qeydə alınmır. Bir müayinədə 70 siqnal təqdim olunur. Ekspress diaqnostika üçün qırmızı işıq siqnalından istifadə etmək tövsiyə olunur.

Bundan başqa SGMR metodikası ekspozisiya olunan stimullara verilən reaksiyanın orta vaxtını, orta kvadratik sapmanı, qabaqlama və gecikmə səhvlərini, Uipple dəqiqlik əmsalını hesablayaraq təqdim edir.

Bu metodika ilə paralel olaraq Rusiyanın "Neyrosoft" müəssisəsinin «Аккордикс» telemetrik sisteminin köməyi ilə EKQ (elektrokardioqramma), ÜDT (ürək döyüntüləri tezliyi), THT (tənəffüs hərəkətləri tezliyi) ölçülür, simpatik və parasimpatik funksiyalarının (LF/HF) nisbəti, R.Bayevskiyə görə gərginlik indeksi (Gİ) və tənzimləmə sisteminin aktivlik göstəricisi (TSAG) təyin olunur. Onların əsasında uçüş fəaliyyətində vacib olan bir çox göstəricilər, o cümlədən stress və emosional yüklənmə səviyyəsi müəyyənləşdirilir. «Аккордикс» sistemi fizioloji parametrlərin (elektrokardioqrammanın (EKQ), tənəffüs və hərəkət aktivliyinin distansion (telemetrik) monitorinqi və təhlilini aparmağa imkan verir. Bu aparat müayinə olunanın sakit vəziyyətdə və ya fiziki fəaliyyət

zamanı fizioloji parametrlərinin (elektrokardioqram (EKQ), tənəffüs, nəbz tezliyi monitorinqi və qeydini aparmaqla) ürək-damar və tənəffüs sistemlərinin vəziyyətini qiymətləndirmək üçün real vaxt rejimində məlumatların avtomatik təhlili aparma imkanına malikdir. Həmçinin bioloji əks əlaqə metodundan istifadə etməklə reabilitasiya tədbirləri görmək mümkündür.Kardio qeydiyyat qurğusu fizioloji siqnalları qeydə alan elektrod sisteminin (kabel elektrodlar) köməyi ilə fizioloji parametrləri qeydə alır. Kardioqeydiyyat qurğusunda qeydə alınan məlumatlar mobil qurğuya (smartfona) Bluetooth-qoşulma üzrə ötürülür və «Аккордикс эпп» proqram təminatı vasitəsilə təhlil edilir. Hesablama nəticələri smartfondan portala İnternet şəbəkəsinə qoşularaq ötürülür. Portal məlumatları qəbul edir və serverdə saxlayır. Müayinəni aparan şəxs real zaman rejimində ürək döyüntüləri tezliyini (ÜDT),tənəffüs tezliyini və fəaliyyət tempini, həmçinin müxtəlif kardioloji hadisələrin olmasını müşahidə edə bilir.

Tədqiqatlar 22 nəfərin iştirakı ilə aparılmışdır. Bütün müayinə olunanlar əvvəlcədən tədqiqatın məzmunu ilə tanış edilmişdirlər və öz razılıqlarını bildirmişlər. EKQ standart metodika üzrə 5 dəqiqə ərzində qeydə alınmışdır.

Kardiointervalların dinamik seriyasının standartlaşdırılmış zaman xarakteristikalarl hesablanmışdır: ürək döyüntüləri tezliyi (ÜDT, döyüntü / dəq); ardıcıl RR intervallarının standart sapması; ardıcıl RR intervalları arasındakı fərqin standart sapması. Ürək ritminin variabelliliyi göstəricilərinin qiymətləndirilməsi üçün beynəlxalq standartlara və istifadə olunan göstərici standartlara uyğun olaraq təqdim olunur. Bundan başqa. ürəyə simpatik və parasimpatik tənzimləyici təsirlərin balansını əks etdirən LF/HF əmsalı hesablanmışdır.

Apardığımız araşdırmaların nəticəsi olaraq sadə sensorimotor reaksiya metodikası və digərləri pilotlar tərəfindən uçuşdan əvvəl, eləcə də uçuş zamanı təyyarə simulyatorunda həyata keçirilir.

Stress indeksi qiymətlərinin şərhi

Gərginlik indeksi (Gİ) akad.R.M.Bayevskinin (tənzimləmə sisteminin) gərginlik indeksidir. Normal qiyməti **30-120 şərti vahiddir**. Əgər tədqiqat nəticələri bu diapazona düşürsə, bu o deməkdir ki, insan həyatında mövcud olan yüklənmələrin (psixoloji və fiziki) öhdəsindən yaxşı gəlir.

Əgər indeks **120-250 vahid** diapazonundadırsa, o zaman kompensasiya olunmuş disstressin mövcudluğunu qeyd edə bilərik. Eyni zamanda, bu insan yüklənmənin öhdəsindən gəlir və ona uyğunlaşa bilir, lakin bu onun səhhətini tükəndirən enerji xərcləri bahasına başa gəlir.

Və **250-400** indeks vahidi qiymətində disstress artıq müxtəlif funksional pozğunluqlara səbəb ola bilər.

400-800 vahiddə isə nəinki qısamüddətli funksional pozğunluqlar riski var - stressi realizə edən sistemlərin orqanlara zərərli təsirini gözləmək olar.

Orqanizmin stressə verdiyi reaksiyanın təyini

Stress səviyyəsini təyin etmək üçün LF/HF nisbətlərinin - diapazonlarının qrafikini qiymətləndiririk.

LF diapazonu sinir sisteminin simpatik hissəsinin səviyyəsini, HF diapazonu isə parasimpatik hissəsini əks etdirir. Əgər LF üstünlük təşkil edirsə, onda orqanizm səfərbərlik vəziyyətindədir və enerjini yükə uyğunlaşmaq üçün sərf edir, əgər HF diapazonu üstünlük təşkil edirsə, onda orqanizm rahatlaşır və enerji toplanması prosesi baş verir.

LF/HF nisbəti oyanma simpatik (LF) və parasimpatik (HF) sinirlərinin normal

münasibətləri zamanı 1,5 ÷ 2,0 arasında olmalıdır. Rahatlaşma və enerjinin bərpası prosesləri üstünlük təşkil edəndə isə LF/HF nisbəti 1-dən az olur.

Tənzimləmə sistemlərinin aktivliyinin göstəricisi (TSAG) orqanizmdə gərginliyin müxtəlif dərəcələrini fərqləndirməyə imkan verir.

•Norma da, TSAG = 1-2; bu göstərici orta gərginlik vəziyyəti üçün = 3-4 ətrafındadır; nəzərəçarpan gərginlik üçün = 5-6; həddindən artıq gərginlik vəziyyəti üçün TSAG = 7-8; tükənmə (astenizasiya) vəziyyətində isə = 9-10-a bərabərdir.

Nəticələr

Tədqiqatlar «НС–Психотест» kompüter-diaqnostika avadanlığı və «Аккордикс» telemetrik aparatının istifadəsi ilə uçuş simulyatorlarında aparılmışdır. Alınan nəticələrinin qiymətləndirilməsi reaksiya vaxtının orta qiyməti, ortokvadratik sapma, diqqətin davamlılığı və konsentrasiyası, testin icra səhvləri və Uippl dəqiqlik əmsalı sadə görmə-motor reaksiyasının (SGMR) metodikası əsasında təhlil olunmuşdur. Eyni zamanda eksperimentlərdə R.Bayevskinin gərginlik indeksi (Gİ), simpatik və parasimpatik funksiyaların nisbiliyi (LF/HF), tənzimləmə sisteminin aktivlik göstəricisi (TSAG), ürək və tənəffüs funksiyalarının fəaliyyət tezliklərinin dəyişiklikliyi telemetrik üsulla öyrənilmişdir. **Reaksiya vaxtının orta qiyməti** müəyyən bir fərd üçün xarakterik olan sadə görmə-motor reaksiyalarının (SGMR) orta sürətini əks etdirir: reaksiya vaxtının orta qiyməti nə qədər aşağı olarsa, reaksiya sürəti bir o qədər yüksək olar. **Ortokvadratik sapma** sensomotor reaksiyanın sabitlik göstəricisidir: ortokvadratik sapma nə qədər aşağı olarsa, vaxtın azlığı və fövqəladə halların simulyasiyası şəraitində sensomotor reaksiyanın sürəti bir o qədər sabit və yüksəkdir (cədv).

Mərkəzi sinir sisteminin xüsusiyyətləri və vəziyyəti haqqında daha dolğun məlumat əldə etmək üçün bu metodikanın nəticələrinə əsasən digər göstəricilərdən, xüsusən də **Uippl dəqiqlik əmsalından** (KT) da istifadə etmək olar. Uippl dəqiqlik əmsalı səhvlərin və klaviatura düyməsinə düzgün kliklərin nisbətini müəyyən edir və KT= N-R/N+P düsturu ilə hesablanır, burada N - ölçmələrin sayıdır (təqdim olunan siqnalların), R - düzgün kliklərin sayıdır, P – səhvlərin sayıdır.

Cədvəllərdə (a,b,c,ç,d,e,ə,f) - də SGMR metodikası ilə yanaşı uçuşdan qabaq və uçuş vaxtı aparılan eksperimentlərdən alınan göstəricilərlə (reaksiya vaxtının orta qiyməti, orta kvadratik sapma, diqqətin davamlılığı və konsentrasiyası, qabaqlama və gecikmə səhvlər sayı, Uipplin dəqiqlik əmsalı) yanaşı «Аккордикс» telemetrik sisteminin köməyi ilə müəyyən edilən digər fizioloji göstəricilərin (ürək fəaliyyətinin tezliyi, tənəfüssün tezliyi, EKQ-nin Gİ, LF/HF, TSAG parametrləri) ümumiləşdirilmiş müqayisəvi qiymətləri eksperimentlərdə iştirak etmiş, 22 pilotdan bir neçə pilot üçün (8 nəfər) nümunəvi olaraq məqalədə yer verilmişdir.

Yalnız insanın instrumental iş fəaliyyəti ilə əlaqədar olan Uippl dəqiqlik əmsalı ilkin mərhələdə bu proseslərin koqnitiv funksiyaların göstəricisi ola bilər. Bu göstərici, uçuş vaxtı yaranmış emosional gərginliyindən azalır və bu səbəbdən pilotun buraxdığı səhvlər artır.

Bu göstərici nə qədər az olarsa, səhvlər bir o qədər çox olur və diqqətin davamlılıq dərəcəsi bir o qədər aşağı olur, diqqətin konsentrasiyası isə əsasən orta və aşağı olur.

Bu rəqəmlər öz növbəsində sinir proseslərinin gücü və tarazlılığı ilə əlaqəlidir.

Müayinədən keçən qruplarda Uippl dəqiqlik əmsalı uçuş zamanı uçuşdan əvvələ nisbətən, ümumi müayinə olunanların böyük əksəriyyətində (86,6%) azalır və pilotun buraxdığı səhvlərin sayının artması ilə müşahidə olunur. Pilotun instrumental fəaliyyətinə görə ilk olaraq artan gərginliyin və digər psixofizioloji və vegetativ komponentlərin (Gİ, LF/HF, TSAG) tənzimləmə

sistemlərinin fəallığı əsasında, koqnitiv mexanizmlər durur. Elə buna görə uçuş vaxtı diqqətin göstəriciləri (davamlığı, konsentrasiyası) orta və aşağı səviyyədə alındığından Uippl dəqiqlik əmsalı azalır. Nəticədə səhvlər (düyməni basma vaxtını qabaqlayan və gecikən reaksiyalar) o biri göstəricilərdən asılı olmayaraq artır.

Beləliklə uçuş zamanı, pilotun instrumental fəaliyyəti ilə əlaqədar yaranan gərginlik, ilk olaraq çox həssas Uippl dəqiqlik əmsalına təsir edir.

Digər fizioloji göstəricilər də (Gİ, LF/HF, TSAG, reaksiya vaxtının orta qiyməti, orta kvadratik sapma, tənəffüs və ürək fəaliyyətinin tezlikləri) tənzimləmə mexanizmlərində iştirak edirlər. Onların artıb-azalması orqanizmin uçuşa uyğunlamasına yönəlib. Məs. simpatik sistemin aktivləşməsi, parasimpatik sistemin zəifləməsi ilə əlaqədardır. R.Bayevskinin gərginlik indeksinin 30-120 və 120-250 diapozanlarında olması insanın mövcud gərginliyin öhdəsindən gəlməsini göstərir. Bu isə ona dəlalət edir ki, qeyd olunan göstəricilər orqanizmin adaptasiyasında iştirak edir.

Xarakterikdir ki, Uippl dəqiqlik əmsalının simulyatorlarda azalması zamanı diqqətin davamlılığı və konsentrasiyası əsasən (80%) aşağı səviyyədən orta səviyyəyə qədər dəyişir.

Eyni zamanda, müayinə olunanların əksəriyyəti ali sinir fəaliyyətinin temperamentlərinin ətalətli və hərəkətli tipləri arasında aralıq tipdir.

Beləliklə, simulyatorda pilotlar tərəfindən uçuş tapşırıqları ilə yanaşı əlavə məsələlərin də eyni vaxtda yerinə yetirilməsi emosional gərginlik ilə müşayiət olunur ki, bu da reaksiya sürətinin, sensomotor reaksiyaların orta qiymətlərinin azalmasına səbəb olur. Eyni zamanda, diqqət konsentrasiyasının orta və aşağı qiymətləri fonunda diqqətin davamlılığı azalır. Bütün bunlar ortakvadratik sapmanın artması ilə müşayiət olunanda sensomotor reaksiyanın sabitliyinin azalmasına dəlalət edir. Ortakvadratik sapmanın azalması isə sensomotor reaksiyanın sabitliyinin artmasını göstərir.

Uçuş vaxtı pilotun buraxdığı səhvlər çox həssas koqnitiv mexanizmləri ilə sıx əlaqədardır. Bu əlaqənin göstəricisi kimi, pilotun instrumental fəaliyyətinin keyfiyyətini Uippl dəqiqlik əmsalı əks etdirir

Uippl dəqiqlik əmsalının azalması və səhvlərin uçuş vaxtı artması, əksər hallarda diqqətin davamlığının və xüsusi ilə də diqqətin konsentrasiyasının orta və aşağı olması ilə müşahidə olunur.

Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi göstərir ki, bu parametr simulyatorda artır (62,5%), lakin reaksiyanın sürəti azalır. Eyni zamanda R.Bayevskinin gərginlik indeksi (Gİ) həmin qrup pilotlarda azalır.

Bundan başqa tənzimləmə sisteminin aktivliyinin göstəricisi (TSAG), 55% hallarda artır. Orta ürək və tənəffüs tezlikləri isə yüksəlir. 60%-dan çox hallarda orta kvadratik sapma simulyatorda uçuş vaxtı artır. Göstərilən parametrlərin dəyişikliyi fonunda, pilotlarda simulyatorlarda uçuş vaxtı, Gərginlik indeksi (Gİ) azalır. Lakin bu vaxt LF/HF nisbiliyi artır və simpatik funksiyasının artmasından (parasimpatik funksiyanın səviyyəsi azalır) və onun yüksəlmiş təsirlərindən xəbər verir. Belə halda ürəyə edə biləcək gərginlik indeksinin (Gİ) təsiri azalır. Burada tənzimləmə sisteminin aktivliyinin göstəricisi (TSAG) artır, bununlada ürəyə (Gİ) mənfi təsiri üzərindən götürülür və beləliklə ürək damar sisteminə gərginlik təsiri azalır və tənzimlənir.

Tədqiq etdiyimiz göstəricilərin arasında yalnız Uippl dəqiqlik əmsalı və buraxılan səhvlər, sadaladığımız parametrlərin dəyişməsinin istiqamətindən asılı deyillər və öz kəmiyyətini saxlayırlar.

Əksər hallarda uçuş vaxtı Uippl dəqiqlik əmsalı azalır və səhvlərin sayı artır. Qeyd olunanlar gələcəkdə iş qabiliyyətinin, uçuşların keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin aşağı düşməsinə gətirib çıxara bilər. Bu baxımdan Uippl əmsalının azalması yaranan emosional gərginliyin ilk təzahürü ola bilər.

Cədvəl 2 (a).

Ölçülər / Pilotlar	**1 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 78 döy/dəq. maksimum 103 döy/dəq.	orta 29/dəq	LF/HF	2,56	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	320,4
					Diqqətin davamlılığı	0,95
			Gİ	33,9	Diqqətin konsentrasiyası	1,03
					Orta kvadratik sapma	63,2
			TSAG	5	Qabaqlayıcı səhvlər	0
					Gecikən səhvlər	1
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,99
Uçuş zamanı	orta 79 döy/dəq. maksimum 98 döy/dəq.	orta 28/dəq	LF/HF	**3,24**	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	418,6
					Diqqətin davamlılığı	1
			Gİ	**23,5**	Diqqətin konsentrasiyası	0,64
					Orta kvadratik sapma	217,3
			TSAG	**7**	Qabaqlayıcı səhvlər	11
					Gecikən səhvlər	12
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,72

Cədvəl 2 (b).

Ölçülər / Pilotlar	**2 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 46 döy/dəq. maksimum 83 döy/dəq.	orta 29/dəq	LF/HF	1,05	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	304
					Diqqətin davamlılığı	1,14
			Gİ	21,3	Diqqətin konsentrasiyası	1,03
					Orta kvadratik sapma	40,8
			TSAG	5	Qabaqlayıcı səhvlər	1
					Gecikən səhvlər	2
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,96
Uçuş zamanı	orta 61 döy/dəq. maksimum 87 döy/dəq.	orta 29/dəq	LF/HF	2,27	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	363,1
					Diqqətin davamlılığı	0,77
			Gİ	61,2	Diqqətin konsentrasiyası	1,25
					Orta kvadratik sapma	215,9
			TSAG	3	Qabaqlayıcı səhvlər	5
					Gecikən səhvlər	7
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,84

Cədvəl 2 (c).

Ölçülər / Pilotlar	**3 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 100 döy/dəq. maksimum 109 döy/dəq.	orta 23/dəq	LF/HF	3,83	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	318,4
					Diqqətin davamlılığı	0,7
			Gİ	181,7	Diqqətin konsentrasiyası	0,9
					Orta kvadratik sapma	145,4
			TSAG	9	Qabaqlayıcı səhvlər	10
					Gecikən səhvlər	8
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,78
Uçuş zamanı	orta 96 döy/dəq. maksimum 108 döy/dəq.	orta 29dəq	LF/HF	4,07	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	391,2
					Diqqətin davamlılığı	0,94
			Gİ	244,9	Diqqətin konsentrasiyası	1
					Orta kvadratik sapma	100,3
			TSAG	8	Qabaqlayıcı səhvlər	0
					Gecikən səhvlər	2
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,97

Cədvəl 2 (ç).

Ölçülər / Pilotlar	**4 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 96 döy/dəq. maksimum 108 döy/dəq.	orta 28/dəq	LF/HF	1,45	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	387
					Diqqətin davamlılığı	0,76
			Gİ	96,5	Diqqətin konsentrasiyası	0,85
					Orta kvadratik sapma	185,7
			TSAG	6	Qabaqlayıcı səhvlər	1
					Gecikən səhvlər	8
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,87
Uçuş zamanı	orta 110 döy/dəq. maksimum 178 döy/dəq.	orta 23/dəq	LF/HF	0,58	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	365,8
					Diqqətin davamlılığı	1,01
			Gİ	65,7	Diqqətin konsentrasiyası	0,71
					Orta kvadratik sapma	137,5
			TSAG	7	Qabaqlayıcı səhvlər	2
					Gecikən səhvlər	15
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,76

Cədvəl 2 (d).

Ölçülər / Pilotlar	**5 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 65 döy/dəq. maksimum 81 döy/dəq.	orta 29/dəq	LF/HF	1,10	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	306,2
					Diqqətin davamlılığı	1,14
			Gİ	17,4	Diqqətin konsentrasiyası	1,14
					Orta kvadratik sapma	63
			TSAG	9	Qabaqlayıcı səhvlər	1
					Gecikən səhvlər	3
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,94
Uçuş zamanı	orta 79 döy/dəq. maksimum 107 döy/dəq.	orta 25/dəq	LF/HF	2,27	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	336,3
					Diqqətin davamlılığı	0,87
			Gİ	29,8	Diqqətin konsentrasiyası	1,15
					Orta kvadratik sapma	106,4
			TSAG	8	Qabaqlayıcı səhvlər	4
					Gecikən səhvlər	7
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,85

Cədvəl 2 (e).

Ölçülər / Pilotlar	**6 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 88 döy/dəq. maksimum 96 döy/dəq.	orta 31/dəq	LF/HF	1,93	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	361,6
					Diqqətin davamlılığı	0,81
			Gİ	123,1	Diqqətin konsentrasiyası	1,01
					Orta kvadratik sapma	147,2
			TSAG	6	Qabaqlayıcı səhvlər	13
					Gecikən səhvlər	7
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,76
Uçuş zamanı	orta 100 döy/dəq. maksimum 105 döy/dəq.	orta 27/dəq	LF/HF	4,70	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	343,3
					Diqqətin davamlılığı	0,91
			Gİ	298,1	Diqqətin konsentrasiyası	1,11
					Orta kvadratik sapma	104
			TSAG	10	Qabaqlayıcı səhvlər	35
					Gecikən səhvlər	8
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,59

Cədvəl 2 (ə).

Ölçülər / Pilotlar	**7 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 87 döy/dəq. maksimum 107 döy/dəq.	orta 25/dəq	LF/HF	0,43	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	317
					Diqqətin davamlılığı	0,95
			Gİ	49,1	Diqqətin konsentrasiyası	0,93
					Orta kvadratik sapma	42,5
			TSAG	4	Qabaqlayıcı səhvlər	1
					Gecikən səhvlər	1
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,98
Uçuş zamanı	orta 107 döy/dəq. maksimum 181 döy/dəq.	orta 29/dəq	LF/HF	0,51	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	303,4
					Diqqətin davamlılığı	0,97
			Gİ	23,5	Diqqətin konsentrasiyası	1,12
					Orta kvadratik sapma	46,9
			TSAG	8	Qabaqlayıcı səhvlər	3
					Gecikən səhvlər	3
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,89

Cədvəl 2 (f).

Ölçülər / Pilotlar	**8 saylı** müayinə olunan şəxs «Uçuşdan qabaq və uçuş zamanı»					
	Ürək fəaliyyətinin tezliyi	Tənəfüssün tezliyi	EKG		Diqqətin qiymətləndirilməsi	
Uçuşdan qabaq	orta 90 döy/dəq. maksimum 102 döy/dəq.	orta 27/dəq	LF/HF	3,38	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	339,8
					Diqqətin davamlılığı	1,03
			Gİ	136,1	Diqqətin konsentrasiyası	1,06
					Orta kvadratik sapma	92,5
			TSAG	8	Qabaqlayıcı səhvlər	2
					Gecikən səhvlər	3
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,93
Uçuş zamanı	orta 118 döy/dəq. maksimum 196 döy/dəq.	orta 27/dəq	LF/HF	0,66	Reaksiya vaxtının orta qiymətləndirilməsi	535,7
					Diqqətin davamlılığı	0,85
			Gİ	22,5	Diqqətin konsentrasiyası	0,92
					Orta kvadratik sapma	264,1
			TSAG	8	Qabaqlayıcı səhvlər	1
					Gecikən səhvlər	21
					Uipplin dəqiqlik əmsalı	0,69

Ədəbiyyat

1. Пономаренко В.А., Ворона А.А., Лапа В.В. (2017) Стратегические направления решения проблемы человеческого фактора в военной авиации // Военная мысль. № 4. С. 35-41.
2. Серёгин С.Ф., Харитонов В.В. (2016) Ключевые проблемы совершенствования системы безопасности полетов государственной авиации // Транспортный вестник. № 1. С. 1-22.
3. Серёгин С.Ф., Харитонов В.В. (2016) Актуальные вопросы совершенствования системы безопасности полетов // Проблемы безопасности полетов. № 10. С. 30-48.
4. Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. (2001) Методика синтеза показателя психофизиологического напряжения оператора // Медицинская техника. № 4. С. 29-33.
5. Гузий А.Г., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. (2002) Методология стабилизации функционального состояния оператора системы «человек–машина» // Мехатроника, автоматизация, управление. № 5. С. 9-14.
6. R. Olaganathan, T.B. Holt, J. Luedtke, B.D. Bowen // JATE. – (2021) Fatigue and Its Management in the Aviation Industry, with Special Reference to Pilots / – Vol. 10, № 1. – P. 45–57. DOI: 10.7771/2159-6670.1208
7. Козлов В.В. (2010) Безопасность полетов: от обеспечения к управлению / В.В. Козлов. – М., 9
8. Анохин П.К. Стреж С.К. (1933) «Биологический журнал СССР, г17, №6, стр.1225-1237.
9. Анохин П.К. 1968. «Биология и нейрофизиология условного рефлекса изд медицина», Москва С.546
10. Кукушкин Ю.А., Пономаренко А.В., Цигин Ю.П., Страмнов С.Б. (2007) Резервы внимания летчика как оценка процесса подготовки на авиационном тренажере // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. № 1 (38). С. 5964.
11. Кукушкин Ю.А., Козловский Э.А., Пономаренко А.В., Гузий А.Г. (2008) Автоматизация объективного оценивания резервов внимания летчика в процессе подготовки на авиационном тренажере // Проблемы безопасности полетов. № 2. С. 37-48.
12. Кукушкин Ю.А., Козловский Э.Д., Пономаренко А.В. (2007) Технология автоматизированного оценивания резервов внимания летчика в процессе подготовки на авиационном тренажере // Мехатроника, автоматизация, управление. № 2. С. 14-19.
13. Ю.А. Кукушкин, А.В. Пономаренко, Ю.П. Цигин, С.Б. Страмнов. – (2007) Резервы внимания летчика как оценка процесса подготовки на авиационном тренажере // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики.– Т. 38, № 1–1. – С. 59–64.
14. Кукушкин Ю.А., Пономаренко А.В., Цигин Ю.П., Страмнов С.Б. (2007) Резервы внимания летчика как оценка процесса подготовки на авиационном тренажере // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. № 1-1 (38). С. 5964.

The Role of Innovative Mechanisms in Enhancing Azerbaijan's International Competitiveness in Civil Aviation Transportation

Murad Gasimov

mgasimov@naa.edu.az

National Aviation Academy, Azerbaijan

Abstract

The foreign trade indicators of the air transportation services of Azerbaijan were assessed, and the primary mechanisms for strengthening the international economic competitiveness of the country's air transportation were examined in the article. In addition, the author outlined the main strategic directions and objectives for the development of air transportation in Azerbaijan, explained the significance of advertising activities in air transportation, and provided pertinent recommendations for the application of innovative mechanisms in the country's aviation market.

Keywords: civil aviation transportation, international competitiveness, innovative mechanisms, institutional and economic regulation, innovative and marketing mechanisms.

JEL Codes: L90, L91, L92, L93, O00.

Introduction

The signing and implementation of the Association Agreement, along with the liberalization of the visa regime for Azerbaijanis, can have the potential to significantly boost foreign economic trade in aviation transportation services between our country and the EU countries. Passenger traffic between Azerbaijan and Europe has doubled from 2015 to 2022. Additionally, numerous regional airports have been restored, Ganja and Nakhchivan airports have been reconstructed, and new international airports have been opened in the liberated territories. In Azerbaijan, new trends typical of the European aviation services market have emerged: growth in the number of passenger traffic and freight shipments, and an increase in the population's loyalty to air transportation services.

The country's transportation system has the potential to handle steady growth in transit freight transportation. However, the inconsistency of transit freight transportation in Azerbaijan with respect to international requirements regarding speed, continuity, security of cargo transportation, tariffs, and pricing policies for services does not ensure their growth and stabilization in present volumes.

1. Evaluation of foreign trade indicators in the air transportation services of Azerbaijan

During the last five years (2018–2022), the freight volume exported by the modes of transportation in Azerbaijan has increased by 1.6 times by net weight, and the amount has climbed by more than 1.8 times (Table 1)

Table 1

The net weight of freight volume and the amount exported in Azerbaijan by modes of transportation

Modes of transportat ion	2018		2019		2020		2021		2022	
	thousa nd ton	million USD	thousa nd ton	million USD	thousa nd ton	million USD	thousa nd ton	million USD	thousa nd ton	million USD
Water, thousand ton	413,4	111,6	235,2	114,1	336,3	155,5	261,1	91,3	295,3	148,4
according to the total with %	11,9	6,1	6,1	5,1	8,2	6,6	6,5	4,4	5,4	4,5
Railway, thousand ton	2 065,5	640,5	2313,8	823,2	2317,2	709,8	2319,2	488,7	3202,6	1168,9
according to the total with %	59,3	35,2	59,9	36,7	56,5	30,1	57,5	23,4	59,1	35,3
Road, thousand ton	911,7	851,8	1110,3	1025,9	1381,5	1208,0	1394,9	1237,3	1850,1	1702,3
according to the total with %	26,2	46,8	28,7	45,7	33,7	51,3	34,6	59,2	34,1	51,4
Air, thousand ton	93,6	214,5	205,0	281,6	68,8	281,1	57,1	273,2	73,4	291,5
according to the total with %	2,7	11,8	5,3	12,5	1,7	11,9	1,4	13,1	1,4	8,8
Total	3484,2	1818,4	3864,3	2244,8	4103,8	2354,4	4032,3	2090,5	5421,4	3311,1
according to the total with %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Source: www.customs.gov.az

According to the data in the table, the majority of exports in terms of volume are by railway (3.2 million tons in 2022, or 59.1% of total exports), while in terms of amount, the majority of exports are by road transportation (1702.3 million US dollars in 2022, or 51.4% of total exports).

While the volume of exported goods with a net weight shipped by air transportation fell by 21.6% in 2018–2022, the export value rose by 35.9% over the same period. Exported goods by air transportation accounted for a larger portion of the export value between 2019 and 2022.

It should be mentioned that, during the previous three years (2020–2022), the proportion of air transportation in the volume of goods exported with net weight has been approximately 1.4%–1.7% in the transportation sector. Despite the fact that air transportation made up 12%–13% of the country's total value of exported goods in the transportation sector from 2018–2021, this statistic declined to 8.8% in 2022.

Regarding the amount of goods imported into Azerbaijan with net weight through modes of transportation, the volume of goods shipped across the country grew by 4.5% in 2022 compared to 2018, while the import value climbed by 40.4% (Table 2)

Table 2

The net weight of freight volume and the amount imported in Azerbaijan by modes of transportation

Modes of transportation	**2018**		**2019**		**2020**		**2021**		**2022**	
	thousand ton	million USD	thousand ton	million USD	thousand ton	million USD	thousand ton	million USD	thousand ton	million USD
Water	527,2	462,4	694,6	623,9	1210,5	792,7	651,3	504,4	497,9	567,9
according to the total with %	7,6	5,7	9,4	5,8	13,6	6,1	8,3	5,1	6,8	5,0
Railway	4419,5	1925,6	4380,6	2211,5	5246,5	2487,0	4804,6	2104,3	3881,2	2027,6
according to the total with %	63,5	23,6	59,3	20,4	59,1	19,1	61,3	21,2	53,3	17,7
Road	1998,4	4857,8	2299,4	5905,8	2401,1	6406,6	2366,9	6210,9	2888,5	7595,6
according to the total with %	28,7	59,6	31,1	54,5	27,1	49,3	30,2	62,4	39,7	66,4
Airlines	15,3	898,9	14,6	2102,5	14,3	3313,9	10,6	1126,8	9,0	1246,0
according to the total with %	0,2	11,0	0,2	19,4	0,2	25,5	0,1	11,3	0,1	10,9
Total	6960,4	8144,7	7389,2	10843,7	8872,4	13000,2	7833,4	9946,4	7276,6	11437,1
according to the total with %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Source: www.customs.gov.az

Based on the data in Table 2, it is clear that with regard to the volume, a larger part of imports is transported by railway (3.9 million tons, or 53.3% of total imports in 2022), whereas with regard to the amount, the more is transported by road transportation (7595.6 million US dollars in 2022, or 66.4% of total imports).

The value of imports increased by 38.6% between 2018 and 2022, in spite of a 41.2% reduction in the volume of imported goods with a net weight shipped by air transportation. The 2019–2020 period is encompassed by higher import values from air transportation.

It should also be noted that in the last five years (2018–2022), air transportation has accounted for 0.1-0.2% of the volume of imported goods in the transportation sector. Although the specific weight of air transportation in the total value of imported goods in the transportation sector of the country was about 19%–26% in 2019–2020, this indicator was at an average rate of 11% in 2021–2022.

In the context of the aforementioned, researching the international economic competitiveness of Azerbaijan's air transportation is crucial to developing strategic mechanisms for its growth. The analysis of the foreign trade indicators in Azerbaijan's air transportation services forms the basis of the study method used to determine the competitive positions of local air

transportation enterprises (Table 3).

The analysis of Azerbaijan's air transportation enterprises from 2018 to 2023 revealed a positive balance in their foreign economic activity. This indicates the enterprises' competitiveness as well as their crucial role as a source of foreign currency income within the national economic system.

Table 3

Indicators of foreign trade in the air transportation services of Azerbaijan

Year	thousand USD			Coefficient of export coverage by import
	export	import	balance	
2018	214,5	898,9	-683,5	0,24
2019	281,6	2102,5	-1820,9	0,13
2020	281,1	3313,9	-3032,8	0,09
2021	273,2	1136,8	-863,6	0,24
2022	291,5	1246	-953,5	0,23
Growth rate (times)				
2022/2018	1,36	1,39	1,40	0,97
2022/2021	1,07	1,10	1,10	0,97

Source: www.customs.gov.az

On the other hand, the growth rate of export volume (1.36 times) lags behind the growth rate of import volume (1.39 times), thus the volume of the positive balance increased by 1.4 times at the lowest rate.

a. The key mechanisms for enhancing Azerbaijan's international economic competitiveness in air transportation

These are the key mechanisms for enhancing Azerbaijan's international economic competitiveness in air transportation:

Firstly, the implementation of safety standards, international certification, the implementation of quality management systems, compliance with environmental regulations, the protection of consumer rights, the development of SAP between Azerbaijan and EU member states in terms of assurance, online services for passengers, integration and legal issues related to corporate governance adoption codes, relevant changes to Azerbaijan's Aviation Regulations, and so on;

Secondly, the program mechanisms related to the adoption of the draft of Azerbaijan's Air Transportation Strategy for the period up to 2030: renewal of innovative aircraft fleets, reduction of harmful impacts on the environment, application of the most recent air transportation technologies in terms of energy savings, energy efficiency, and so on;

Thirdly, investment and infrastructural mechanisms for airport renovation with the goal of boosting airport capacities, improving the quality of passenger and cargo transportation services, and establishing new terminals and multimodal cargo transportation complexes.

An essential assurance for enhancing Azerbaijan's international economic competitiveness in air transportation is also the reinforcement of fair standards in all of its sectors (air transportation services, airport services, aircraft ground handling) in the domestic aviation market, competition, prevention of abuse of monopoly power and discrimination of individual buyers and sellers, and

improvement of the competitive environment by ensuring their open and transparent access to the aviation market and its infrastructure. The deregulation of the currency and increased investment attractiveness of Azerbaijan's aviation market are elements that will improve the institutional environment.

The tendency of Azerbaijan's international economic competitiveness to decline has been found based on the findings of the modeling of foreign trade indicators of its air transportation services. Integration and legal, programmatic, investment infrastructure methods, internal competition, and institutional environment improvement aspects need to be addressed in order to avoid negative consequences.

b. **The primary strategic directions and objectives for the development of Azerbaijan's air transportation**

Azerbaijan's Air Transportation Strategy for the period up to 2030 must be adopted as a program document in order for the development of Azerbaijan's air transportation integration into Europe to proceed effectively.

The primary strategic goals are suggested to be defined as follows:

- adoption of a streamlined process for applying EU law provisions to Azerbaijani legislation;
- ensuring the energy efficiency and environmental safety of civil aviation installations;
- renewal of innovative aircraft fleets as a result of the application of the most recent technologies and a reduction of harmful impacts on the environment;
- addressing concerns about how airport fees for aircraft and passenger servicing are calculated at Azerbaijan's airports;
- building of multimodal cargo shipping systems and the expansion of airport infrastructure;
- extension of Azerbaijan's voluntarily involvement in the international aviation industry's compensation and reduction of CO2 emissions within the framework of CORSIA (Carbon Offsetting Scheme for International Aviation), monitoring emissions through administrative procedures, and compliance with MRV (Monitoring, Reporting and Verification) monitoring, reporting, and verification standards by operators of civil aircraft operating on international flights.

Typically, the following is how the state regulates the strategic objectives involved in the development of air transportation:[Василенко В. А. (2014), p. 114]:

- guaranteeing the rise in service volume and authorizing the process for assessing their effectiveness,
- innovative infrastructure development,
- enhancing local aircraft carriers' global competitiveness,
- enhancing the capacity of Azerbaijan's aviation transit based on the creation of air transportation modes,
- robust international airports,
- managing income and expenses in the industry,
- granting tax breaks to manufacturers of aircraft machinery and maintenance-related spare parts,
- establishing state authority over the development of airline tariff policy,
- application of corporate management experience to aviation enterprises at the state level,
- adoption of international aviation safety standards (economic, environmental, informational, and life activities, etc.), adoption of monitoring mechanisms for their implementation,

and escalating accountability for infractions.

A range of forms and techniques known as "aimed at achieving their long-term competitive advantages, based on the principles of adaptation and flexibility to changes in the external environment, innovations, systematic, and situational" are used as strategic mechanisms to boost the competitiveness of air transportation enterprises.[Василенко В. А. (2014), p. 40].

An essential assurance for enhancing Azerbaijan's international economic competitiveness in air transportation is also the reinforcement of fair standards in all of its sectors (air transportation services, airport services, aircraft ground handling) in the domestic aviation market, competition, prevention of abuse of monopoly power and discrimination of individual buyers and sellers, and improvement of the competitive environment by ensuring their open and transparent access to the aviation market and its infrastructure. The deregulation of the currency and increased investment attractiveness of Azerbaijan's aviation market are elements that will improve the institutional environment.

c. **Advertising activity in air transportation**

The institutes of economic competitions have distinct forms in several areas of the country's economy. There are practically no alternatives to transportation services, so intrafield competition is quite intense. Advertisement, which focuses on conveying to the consumer the benefits of air transportation in general, especially those of separate aviation companies, is an effective tool to strengthen the competitive position of air transportation.

Advertising activity in air transportation is a comprehensive set of timely distributed advertising activities connected by common goals, concepts, and creativity in order to establish an entire information field for the promotion of air transportation services to the consumer [Малиношевская К. (2012), p. 333]. The requirements for advertising are the following: its capacity to let consumers know the most crucial facts and details regarding the provided freight and passenger services, as well as its informativeness, compactness, and clearly expressed form.

Advertising activity should be linked to sales promotion, personal selling, and PR activity in air transportation.

The ways of conducting advertising activity depend on the form of the marketing environment (active and passive) perceived by airlines. Based on this, there are two alternative tasks to complete in advertising: the first - involves promoting services to the target audience in an effort to overtake rival airlines for a certain market share; the second includes promoting services to the mixed sector with the aim of boosting sales volumes without shifting the market [Гура С.М. (2018), p. 221].

A brand that offers specific promises and commitments is a powerful tool for conducting advertising in air transportation. Its distinctiveness should influence consumers' interest, loyalty, and trust.

The product name (air carrier) or description helps to visualize the brand. The features of naming aviation are the following: the application of geographical allusions and state attributes (as privileges of national airlines); conservatism; the unacceptability of a link between risk and extremity; the use of associations with air, blue color, birds, sky, and wings (Air, Blue, Bird, Sky, Wing); a measure of service, comfort, and suitability; the focus on the country's cultural heritage; the use of acronyms for constructor bureau names, etc.

An aviation brand's reputation (services, consumers, corporate culture, founder/manager of a company, reliability) determines how successful it is. Consumers are greatly influenced by the airline's visual reputation, which includes the color scheme, logo, and staff attire. The brand's

social reputation involves addressing diverse social groups, the agility of the discount system for services, information transparency, and social responsibility. The company's reputation needs to show loyalty to both stakeholders and rivals in the transportation chain [Криворучко О.В. (2014), p. 148]. The identification of the airline's primary marketing objectives, the target market segment for air transportation, the air services sales strategy, and the sales channels (directly to the end consumer—passengers or via tour agency) serve as the foundation for the development and execution of the concept of the airline's advertising activities. [Walker O. (2002), p. 89]. The second phase involves determining the content, structure, and format (direct or indirect) of advertising, choosing the mass media, communication routes (personal and non-personal), etc.

d. **Ways to apply innovative mechanisms in the Asian market**

Innovative marketing mechanisms enable institutionalization of the impulsive motives driving the development of air transportation, which include customer-oriented conception and technical and technological advancement. The scientific underpinnings of the conceptual foundations of air law's formation, and furthermore, the institutions that support public relations lawfully in airspace and their sub-institutions, such as those backing up public relations lawfully in connection with informatization in the field of civil aviation, serve as the foundation of air law [Цымбалюк В. (2008), p. 37].

The institutional analysis of the national economy is based on the following set of institutions: non-market infrastructure innovation institutions (national innovation system, patenting, protection of intellectual property rights); financial market institutions (banks, investment, innovation funds, insurance companies, finance leases, franchises, venture funds); aviation market institutions (airplane manufacturers, air carriers, airports, and aerodromes); intermediaries (brokers, dealers, franchisees, distributors); industrial research institutions and laboratories) [Романова Л.В. (2017), p. 23]. There are market and non-market institutions in the Asian market represented by commercial and non-commercial organizations that operate in a separate part of the "state-business" aviation market, but in the aviation marketing system by the "state aviation marketing" subsystem. The latter includes state marketing of modernization in the aviation industry as well as aviation market innovations. As a controller of air transport development, the main responsibility of the state is to boost both supply and demand for innovations.

Moreover, innovative products, aviation market institutions, institutionalized technical and economic knowledge, and cutting-edge aviation technologies are considered forms of aviation innovations. They are regarded as official based on the following criteria: goal; commercialization and distribution opportunities (transfer between industries and markets); type (large-scale demand, specialized, customized); the type of air market (seller/buyer, developed/undeveloped); production capability; level of innovation (for market, industry, enterprise); agility and adaptation; influence on innovative value chains [Гура С.М. (2019), p. 221].

There are some reasons why institutionalization is crucial to the development of air transportation: an innovative form of the aviation industry generates; requirements to provide the efficacy of aviation innovations grow due to socializing demands of society and business; the life cycle of aviation innovations is reduced as a result of an increase in their quantity and level of development; increasing the promotion and commercialization of aviation innovations, especially those based on logistics and information technology, is the function of marketing in this process; the generation and application of innovative aviation products takes on a systematic character [Дейнека А. Г. (2005), p. 159].

The placement of an aviation brand is one of the marketing strategies to captivate innovations

in the aviation industry, as its development alludes to investment expenditures, which are a source of high long-term profitability as an intangible asset [Coyle J. J. (2010), p. 61]. Setting up an innovation brand's architecture (brand building) and developing marketing communication strategies to make the brand popular and ensure its understanding among a well-defined target audience are essential for the establishment of an innovation brand in the Asian market. The airline brand with a registered trademark can pave the way for the development of air transportation since it helps consumers realize an innovation in the aviation market and safeguards the developer's intellectual property rights; decreases the likelihood of unfair competition and innovation imitation; enhances the market's environment for innovation and investment; accelerates the market's adoption of innovations, and heightens their consumption and investment value.

Consumer behavior in the aviation market for innovations is defined by his desire to achieve a balance between innovative motives, key authorities, and innovative values [Sadler I. (2007), p. 132]. The latter are the outcomes of the interaction of several values at various levels: universal, economic, corporate, and individual. The innovator's decision to invest in innovations and consume them, broaden his activities based on them, or enter new market areas is directly influenced by the extent of his powers.

Conclusion

1. The following characteristics of Azerbaijan's foreign trade in air transportation services have been identified through analysis of its volume and structure: a positive balance; a higher export concentration in European markets compared to global markets; import proportionality for all countries with a slight advantage, etc.

2. It has been proven that strengthening the international competitiveness of Azerbaijan's air carriers must be an essential indicator in developing the air transportation services market, as a relative loss of the export potential of air transportation services is experienced when the share of imports of air transportation services exceeds the share of exports, considering the domestic market's growing capacity for imports. It is based on subjective factors, primarily on the low competitiveness of national air carriers in terms of service quality, pricing, and air traffic security, as well as objective factors pertaining to the institutional and economic regulation of the international air transportation market under the conditions of European integration. The following strategic responsibilities of state regulation of air transportation development and mechanisms for implementing them were identified: legal integration, programmatic and infrastructure investment.

3. Based on the implementation of the following events, a combination of innovative and marketing mechanisms is suggested to strengthen Azerbaijan's international competitiveness in air transportation: carrying out an ad campaign based on information technologies; agile pricing based on the learning curve of aviation innovation; involving commercial agents in the traffic chain of aviation innovations and delegating authority for their implementation to auto-sourcing; boosting motivation to execute innovations and market dealers' commitment to them; forming an innovation culture and providing information support to promulgate innovations; providing technical, technological, and financial accessibility for innovations; reinforcing institutions that protect the property rights of investors and the intellectual class, etc.

References

1. “Azərbaycan Respublikasında logistika və ticarətin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi”. /Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2016-cı il 6 dekabr tarixli Fərmanı ilə təsdiq edilmişdir / Bakı: (2016) - http://e-qanun.az/framework/34254
2. www.customs.gov.az
3. Брусакова О.В. (2020) Сущность и особенности государственного регулирования в области авиационного транспорта. Вестник Харьковского Национального университета внутренних дел. №2 (89). С. 104-115.
4. Василенко В. А. (2014) Формирование механизма и стратегии управления конкурентоспособностью авиационных предприятий в современных условиях. Экономика и организация менеджмента. Вып. 3-4. С. 38-43
5. Малиношевская К. (2012) Особенности применения авиакомпанией маркетинговых инструментов. Экономический анализ. Т. 10(3). С. 331-334.
6. Гура С.М. 2018. Інституціонально-економічні механізми регулювання розвитку рекламної діяльності на авіаційному транспорті. Innovation Management in Marketing: Modern trends and Strategic Imperatives. International Scientific-Practical Conference. (April 12-13th, 2018). Poland, Poznan, C.294- 296.
7. Криворучко О.В. (2014) Тенденции развития методов рекламной деятельности в системе маркетинговых коммуникаций на авиационных предприятиях. Экономика и организация управления. Вып. 3-4. С. 146-149.
8. Walker O. 2002. Logistic management / O.Walker. - Boston : Kent Publishing Company, - 423 p.
9. Цымбалюк В. (2008) К методологии межотраслевой взаимосвязи с организационно-правовым обеспечением системности информатизации (на примере институционализации информационных правоотношений в сфере воздушного транспорта). Правовая информатика. №1. С. 35-38
10. Романова Л.В. (2017) Формирование модернизационных драйверов развития маркетинга авиарыночных инноваций на предприятии. Трудности системного подхода в экономике. Вып. 6(2). С. 21-25.
11. Гура С.М. (2019) Інституціоналізація інноваційно-маркетингових механізмів як фактору регулювання розвитку авіаційного транспорту. Global Marketing: analysis and challenges of our time. International Scientific-Practical Conference (May 16-17th, 2019). Georgia, Batumi, C. 234-237
12. Дейнека А. Г. (2005) Регулирование интеграционных процессов на транспорте: инвестиционный аспект / А. Г. Дейнека, В. В. Дикань // Вюник економши транспорту і промисловост : зб. наук. праць. - Харюв : УкрДАЗТ. - № 11. - С. 157-160. с. 159.
13. Coyle J. J. (2010) The Management of Business Logistics / J. J. Coyle, E. J. Bardi, C. J. Langley. - St. Paul (Minn.) : West Publishing Co., - 5ed. - 232 p.
14. Sadler I. (2007) Logistics and Supply Chain Integration / I. Sadler. - London : SAGE Publications Inc., - 290 p.

Azal Aviaşirkətinin Qlobal Alyansa Üzvolma İmperativləri

i.e.d., professor Səlim Müslümov
smuslumov@naa.edu.az
Milli Aviasiya Akademiyası,
Azərbaycan i.e.d., professor
Heydər Həsənov
heydar.hasanov@naa.edu.az
Milli Aviasiya Akademiyası, Azərbaycan

Xülasə

Məqalədə beynəlxalq aviadaşımalar bazarında rəqabətin gücləndiyi şəraitdə milli aviadaşıyıcıların öz iqtisadi dayanıqlığını artırmaq üçün gələcək inkişaf istiqamətləri üzrə mühüm strateji idarəetmə qərarları qəbul etmələrinin zəruriliyi qeyd olunur. Belə qərarlar içərisində ayrı-ayrı aviaşirkətlərin müstəqilmi, yoxsa beynəlxalq aviaalyansların üzvü kimi fəaliyyətini davam etdirməsi barədə məsələnin xüsusi yer tutduğu göstərilir. Mülki aviasiya sahəsində fəaliyyət göstərən aviaalyansların ("Star Alliance", "SkyTeam" və "Oneworld") hər hansı birinə üzv olmaqla müxtəlif istiqamətlərdə (informasiya bazalarının genişlənməsi, qorunması və onlara çıxış imkanlarının artması; iqtisadi böhranlar zamanı ödəmə qabiliyyətinin azalmasının yumşaldılması; ətraf mühitin mühafizəsi üzrə birgə tədbirlərin reallaşdırılması; uçuş axınlarının şaxələndirilməsi; uçuş cədvəllərinin və tariflərinin optimallaşdırılması və s.) aviaşirkətlərin və sərnişinlərin əldə edə biləcəyi dividendlər sadalanır. Azərbaycanın milli aviadaşıyıcısı AZAL-ın aviasiya sahəsindəki mövcud alyanslardan birinə üzvlüyünün ona verəcəyi üstünlüklər araşdırılır və üzvlük haqqında müsbət qərar qəbul ediləcəyi təqdirdə, seçim üzrə fəaliyyət strategiyasının alqoritmi təqdim edilir. Bu alqoritmin əhatə edəcəyi istiqamətlərin hər biri üzrə yerinə yetirilməli olan işlərin qısa xarakteristikası verilir.

Açar sözlər: strateji alyans, üstünlüklər, seçim, üzvolma, strategiya alqoritmi
Jel kodlar: L23, L51, L93

Summary

The article mentions the need for national air carriers to make important strategic management decisions on future development directions in order to increase their economic stability in the conditions of increasing competition in the international air transport market. Among such decisions, the question of whether individual airlines should continue to operate independently or as members of international airline alliances has a special place. Dividends that can be obtained by airlines and passencers in various directions (expansion of information bases, protection and increase of access to them, mitigating the decrease in solvency during economic crises, implementation of joint measures for environmental protection, diversification of flight flows, optimization of flight schedules and tariffs, etc.) by becoming a member of any of the airline alliances (Star Alliance, SkyTeam və Oneworld) operating in the field of civil aviation are listed. The advantages of the membership of AZAL, the national air carrier of Azerbaijan, to one of the existing alliances in the field of aviation are examined, and if a positive decision is made about the membership, an algorithm on the action strategy for the choice made is presented. A brief description of the work to be performed in each direction that will be covered by this algorithm is provided.

Key words: strategic alliance, advantages, selection, membership, strategy algorithm.
Jel codes: L23, L51, L93

Giriş

Qloballaşmanın bariz nümunələrindən biri də iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində, o cümlədən mülki aviasiyada meqaittifaqların yaranmasıdır. Hazırda mülki aviasiya sahəsində üç beynəlxalq meqabirlik - "Star Alliance", "SkyTeam" və "Oneworld" - fəaliyyət göstərir. Bu meqaittifaqların sərnişin hava daşımaları üzrə dünya bazarındakı ümumi payı 60 faizdən çoxdur. Mülki aviasiyada vahid beynəlxalq davranış normalarından istifadə, biznes proseslərinin yekçins yanaşmalar əsasında aparılması və onların sürətlə rəqəmsallaşması ayrı-ayrı ölkələrin aviadaşıyıcı şirkətlərinin meqabirliklərə üzv olması məsələsini aktuallaşdırır. Eyni zamanda, nəzərə almaq lazımdır ki, alyanslara üzv olan aviadaşıyıcılar müstəqilliklərini saxlamaqla bərabər, ümumi qaydalar dəstinə riayət etmək məsuliyyəti də daşıyırlar.

Çağdaş dönəmdə rəqəmsallaşma və süni zəka cəmiyyətin bütün sferalarına sirayət etməkdədir. Virtual buludların, internet əşyaların və neyro-şəbəkələrin yaranması əsasında süni intellekt hava nəqliyyatına güclü təsir göstərir. Aviasya meqabirliklərində informasiya tərəqqisinin baş verməsi, yəni bu birliklərə üzv şirkətlərin geniş informasiya bazalarının və onlara çıxış imkanlarının yaradılması, eləcə də aviabiznesin təşkili və yönədilməsində informasiya texnologiyalarının başlıca vasitə kimi çıxış etməsi sərnişin və yük daşımalarında gözlənilməyən dəyişikliklərə adekvat və çevik idarəetmə reaksiyası göstərməyin alternativsiz variantına çevrilir. Belə bir şəraitdə aviasiyada strateji alyansların yaranması həmin alyansların üzvlərinin dünyanın istənilən nöqtəsindəki məlumat bazalarına çıxış imkanlarını genişləndirir. Digər tərəfdən, virtual sistemlərin proqram təminatında nasazlıq ehtimalı, həmçinin informasiya bazalarına icazəsiz müdaxilə, onların işinin bloklanması və ya mövcud məlumatların təhrif edilməsi riskini artırır. Bu çür neqativ hallara yol verilməməsi və ya onların sürətlə aradan qaldırılması da aviameqaittifaqlara üzv olmağın yaratdığı üstünlüklərin bir istiqaməti kimi nəzərdən keçirilə bilər.

Əksər aviaşirkətlər iqtisadi böhran zamanı obyektiv olaraq maliyyə itkilərilə, ödəmə qabiliyyətlərinin aşağı düşməsi ilə üzləşirlər ki, bu da ölkədə istehsal olunan milli gəlirin azalması nəticəsində baş verir, çünki təhlillər göstərir ki, hava daşımalarının həcmi birbaşa ölkədə formalaşan milli gəlirdən asılıdır. Belə halın aviaşirkətlərin fəaliyyətinə neqativ təsirini yumşaltmağın əsas istiqamətlərindən biri kimi aviameqabirliklərə üzvolma çıxış edir.

Ətraf mühitin mühafizəsində də strateji alyansa üzvlük bəzi dividendlər gətirir. Məsələn, təyyarə mühərriklərində reqlament işlərinin aparılmasında təkmilləşdirmələr, bu mühərriklərin zərərli tullantılarının, eləcə də uçuş və eniş zamanı yaratdığı səs-küyün səviyyəsinə ciddi nəzarət tədbirləri barədə informasiyaya alyans üzvlərinin çıxış imkanlarının olması müsbət nəticələr verir.

Aviasiya səhəsində fəaliyyət göstərən alyanslar uçuşların təhlükəsizliyinə nəzarətin təşkilində milli dövlətlərlə birgə fəaliyyət göstərmək istiqamətində də tövsiyələr verirlər. Fikrimizcə, mill dövlətlərin hava nəqliyyatında qüvvədə olan qayda və standartlara riayət edilməsi strateji alyansa daxil olan aviaşirkətlərin uçuş axınlarını genişləndirə bilər.

Məlumdur ki, aviaşirkətlərin ən vacib problemlərdən biri uçuş qabiliyyətinin yaxşılaşdırılması və təyyarə parkının yenilənməsidir. Bunun üçün isə strateji alyansa daxil olan aparıcı şirkətlər özlərinin istifadə etmədikləri, amma resursları tükənməmiş təyyarələri digər aıyans üzvlərinə müvafiq qiymətə satmaq ya da lizinqə vermək arasında seçim edə bilərlər. Digər tərəfdən, alyans üzvləri birgə elmi-texniki və təcrübə-konstruktor işləri əsasında mövcud təyyarələrin modernləşdirilməsi layihələrini hazrlamaq və reallaşdırmaq iqtidarındadırlar.

Mülki aviasiyada alyansa üzv olmanın hava daşıyıcılarına miqyas effekti əsasında qarşılıqlı faydanın əldə edilməsi və xərclərin azaldılmasını necə təmin etməsi əsas maraq doğuran məsələrdəndir.

Təhlil göstərir ki, alyansa üzv olan aviadaşıyıcılar sərnişinlərə müxtəlif mürəkkəblik və məsafə hüdudunda marşrutlar təklif etmə fürsəti qazanırlar, çünki mürəkkəb (çoxşaxəli) üçüş

marşrutunun bir və bir neçə hissəsini alyansa daxul olan digər üzvlər həyata keçirə bilirlər. Bu isə reyslərin tamamlanması ardıcıllığı və ya çarpazlaşması yolu ilə baş verir.

Fikrimizcə, bunun nəticəsində konkret aviaşirkət aşağıdakılara nail olur:

- şaxələndirmə yolu ilə marşrut şəbəkəsini genişləndirir;
- sərnişinlərə aviaalyansın vahid məlumat bazasından istifadə imkanı verir;
- sərnişinlərə fərdi yanaşma əsasında üçüş tarifləri təklif edir;
- donanmasına aid olan təyyarələri istismar səmərəliliyini yüksəltmək məqsədilə istifadə üçün digər istiqamətlərə yönəldir;
- qısa və orta məsafəli, lakin nizbətən mənfəətli reyslərə köklənmə imkanı qazanır;
- pilotların və gəmi bələdçilərinin estafetlərdə saxlanmasını və buna çəkilən xərcləri aşağı salır;
- beynəlxalq reyslərdə uçuş zamanı iaşə rasionu üçün xərcləri optimallaşdırır (bu hava reysinin müddətindən asılı olaraq təklif olunan menyunun tərkibinin dəyşdirilməsi ilə təmin edilir);
- alyansın gücü hesabına hava gəmilərinə texniki xidmətin əhatə dairəsini genişləndirir;
- alyansın digər üzvlərinin emalatxanalarının istehsal güçü hesabına təkərlərə və əyləclərə, baqaj çuvallarına xidmətin səviyyəsini artırır;
- naviqasiya xidmətini gücləndirir;
- digər aeraportlarda hava gəmilərinin təmizlənməsi xərclərini azaldır;
- uçuş heyətinin ezamiyə xərclərini minimuma endirir;
- sərnişin və yükə görə komissiya haqlarında güzəştlər əldə edir;
- hava gəmisinə minik və yükə görə yığımların dərəcəsini aşağı salır;
- bort iaşəsini (əgər başqa aeroportdan alırsa) güzəştli qiymətlə alır;
- sərnişinlər üzrə digər məsrəfləri (baqajın axtarılması, ləğv olunmuş biletlər və ya uçuşun dayandırılması üzrə ödənişləri) optimallaşdırır;
- alyansın marketinq, reklam və "PR" xidmətlərindən yararlanır;
- qarşılıqı hesablaşmalar (klirinq) üzrə xərcləri aşağı salır;
- qalxma/enmə hava limanlarında sərnişinlərə xidmət göstərilməsini (terminaldan istifadə, marşrut üzrə hava limanında sərnişinlərin yoxlanılması) yaxşılaşdırır;
- sərnişinlərin və yüklərin sığortasının keyfiyyətini yüksəldir;
- yüklərin emalını ümumi qaydalar üzrə aparır;
- bronlaşdırma üzrə xərclərə qənaət edir;
- təyyarənin göyərtəsində sərnişinlərə təklif olunan çap materiallarının, suvenirlərin və reklam məhsullarının çeşidini genişləndirir;
- hava limanlarında müxtəlif növ maşın və avadanlıqlardan birgə istifadə imkanı qazanır;
- bəzi hüquqi məsələləri üısa vaxt ərzində həll etməyə, hüquqi məhdudiyyətlərdən yan keçməyə kömək edir.

Aviaşirkətlərin meqabirliyə daxilolmasından sərnişinlər də aşağıdakı istiqamətlər üzrə əhəmiyyətli dərəcədə faydalanırlar:

- uçuş cədvəllərinin uzlaşdırılması - bunun əsasında bir-birini tamamlayan marşrut şəbəkələri yaradılır və birləşdirici ucuşlar formalaşdırılır ki, nəticədə də sərnişinlərin rahatlığı, onların vaxtına və xərclərinə qənaət təmin olunur. Aviaşirkətlər arasında belə sıx əməkdaşlıq sərnişinlərin vahid biletlə (əksər hallarda elektron formada) bütün dünya üzrə birləşdirici uçuşlar əldə etmələrinə imkan yaradır;
- sərnişinlərin uçuş üçün qeydiyyata alınmasının internet portalı və ya mobil telefon vasitəsilə həyata keçeirilməsi praktikasının genişləndirilməsi;

• sərnişinlərin baqajlarının yalnız ilkin hava limanında qeydiyyata alınaraq qəbul edilməsi – növbəti aeroportlarda baqajların yenidən qeydiyyata alınmasına və yoxlanılmasına ehtiyac qalmır. Eyni zamanda, itmiş baqajların tapılması da qısa zamanda təmin olunur (sərnişinlər özləri də xüsusi proqramlar vasitəsilə internet platformaları üzərindən baqaj axtarışında iştirak edə bilərlər;

• eyni istiqamətlər üzrə uçuşların sayının çoxalması. İstənilən istiqamət üzrə meqaittifaqın üzvləri ümumilikdə daha çox uçuş təklif edə bilərlər ki, bu da öz növbəsində sərnişinlərə rahat cədvəl və uçuş tarifi seçmək imkanı yaradır;

• sərnişinlərə dünya səyahətləri üçün xüsusi şərtlərlə təkliflərin formalaşdırılması. Artıq alyans üzvləri "Dünya ərtrafında" tarifləri ilə sərnişinlərə uçuş qiymətini əhəmiyyətli dərəcədə azaldan vahid biletlərlə səyahət təklif edirlər. Bundan başqa, daşıyıcılar ayrı-ayrı qitələrə və ya regionlara səyahət üçün sərfəli biletlər təqdim edirlər. Məsələn, Circle Asia, Africa Airpass, South America Airpass və s.

• vahid loyallıq proqramları. Bu üstünlük tez-tez uçanlar üçün vacibdir - alyansın bir hissəsi olaraq bonus milləri qazanmaq və xərcləmək çox asan və daha sürətlidir. Belə ki, məsələn, "Lufthansa premium" loyallıq kartına malik olan turist Star Alliance-dan hər hansı bir şirkətlə səyahət edərkən prioritet internet almaq, istirahət zonasına daxil olmaq, xidmət sinfini yüksəltmək və ya baqaj normasını artırmaq imkanı əldə edir [www.lufthansa.com].

• sərnişinlərə fərdi yanaşma əsasında üçüş tariflərin təklif edilməsi. Qeyd etmək lazımdır ki, strateji idarəetmə sahəsində problemlərin həllinə diqqət yetirən konsaltinq şirkəti "McKinsey & Company"-nin ekspertlərinin fikrincə, sərnişinlərə fərdi yanaşma rəqabət mübarizəsində əlavə üstünlüklər verir. Mülki aviasiya müəssisələri üçün ən böyük müsbət amil, əlbəttə ki, müxtəlif sənaye sahələrində tətbiq olunan qiymət və paketləşdirmə nümunələrinin mövcud olmasıdır. Məsələn, Amazon özünün gəlir idarəetmə strategiyasında onlayn olaraq fərdiləşdirilmiş qiymət yanaşmasına imkan verən avtomatlaşdırılmış alqoritmlərdən istifadə edir (bu zaman tələb və təklifdən tutmuş müştərinin alış tarixçəsinə qədər son qiymətə təsir edən çoxlu sayda amil nəzərə alınır). Zənnmizcə, bu cür yanaşma aviastrateji alyansların fəaliyyətini daha da mükəmməl edər.

Qeyd etmək lazımdır ki, beynəlxalq mülki aviasiyada strateji ittifaqlar şirkətlərin rəqabət mübarizəsində mövqelərinin möhkəmlənməsində və hava nəqliyyatının inkişafında son dərəcə vacib rol oynayırlar. Müxtəlif aviaşirkətlər yeni bazarlara çıxış əldə etmək, sərnişinlərə xidməti yaxşılaşdırmaq və öz donanmasından daha səmərəli istifadəni təmin etmək üçün bu cür alyanslara qoşulmağa çalışırlar.

Strateji alyansa qoşulmağı hədəfləyən şirkətlərdən biri də ölkəmizin milli aviadaşıyıcısı – "Azərbaycan Hava Yolları" QSC və ya AZAL-dır.

Fikrimizcə, aviaalyanslardan birinə üzv olmaq üçün, AZAL-ın aşağıda qeyd edilən addımları atması və müvafiq strategiya hazırlaması məqsədəuyğundur:

birincisi, AZAL alyansa qoşulmaqla bağlı məqsəd və prioritetlərini müəyyən etməlidir. Şirkət hansı üstünlükləri və imtiyazları əldə etməyi gözlədiyini və bunun onun aviaşirkət bazarında rəqabət qabiliyyətini artırmağa necə kömək edəcəyini dəqiq şəkildə aydınlaşdırmalıdır;

ikincisi, AZAL aviadaşımalar bazarının ciddi təhlilini aparmalı və strateji müttəfiqlik üçün potensial tərəfdaşları müəyyən etməlidir. Şirkət elə tərəfdaşlar axtarmalıdır ki, AZAL-la onların marşrut şəbəkələri və sərnişin axınları bir-birini tamamlasın, yəni AZAL öz sərnişinlərinə daha çox səyahət variantları təklif edə və bazarda iştirakını genişləndirə bilsin;

üçüncüsü, AZAL potensial tərəfdaşlarla inteqrasiya və əməkdaşlıq planı hazırlamalıdır. Şirkət əməkdaşlığın mümkün ola biləcəyi sahələri, o cümlədən kod paylaşımı (uçuşlarda kodların paylaşılması), loyallıq proqramında qarşılıqlı üzvlük və uçuşların birgə istismarı kimi istiqamətləri

müəyyən etməlidir,

dördüncüsü, AZAL maliyyə sabitliyini və etibarlılığını nümayiş etdirməlidir (alyanslar öz üzvlərinə yüksək tələblər qoyurlar, ona görə də şirkət maksimum təhlükəsizlik və sərnişinlərə xidmət göstərərkən maliyyə sabitliyini qoruya bildiyini göstərməlidir);

beşincisi, AZAL danışıqlar aparmalı və seçilmiş alyansa qoşulmaq üçün müqavilə imzalamalıdır (müqaviləni imzalamaqla AZAL alyansın ümumi marketinq strategiyası, birgə yanacaq tədarükü, alyans salonları şəbəkəsi və öz donanmasını genişləndirmək üçün əlavə imkanlar kimi fayda və resurslardan tam şəkildə yararlana biləcəkdir).

Qeyd olunan işləri uğurla aparmaqdan ötrü "AZAL"-ın üzvlük üçün "Star Alliance", "SkyTeam" və "Oneworld" strateji aviaalyanslardan birinin seçilməsi üzrə texniki-iqtisadi əsaslandırma hazırlanmalıdır. Bu məqsədlə biz aşağıdakı fəaliyyət strategiyası alqoritmini təklif edirik:

1. Aviasiyanın çağdaş inkişaf tendensiyaları və proqnozları;
2. Mülki aviasiyanın inkişafında meqabirliklər (strateji alyanslar).

2.1. Strateji ayansların yaranma zərurəti: rəqiblərin partnyorlara çevrilməsi;

2.2. Strateji alyansın rəqabət üstünlükləri, sinergetik, miqyas (daxili və xarici) və digər effektləri;

2.3. Aviasiya meqabirliyinə üzvlükdən aviasiya daşıyıcılarının və sərnişinlərin qazanacağı faydalar (üstünlüklər).

3. "AZAL" aviaşirkətinin "Star Alliance", "SkyTeam" və "Oneworld" strateji alyanslardan hansına üstünlük verməsinin texniki-iqtisadi əsaslandırılması.

3.1. Meqabirliklərin əsas üzvlərinin səhmlərinin birja məzənnələri və bazar kapitallaşması dəyişmələrinin alyansa daxil olmadan əvvəllki dövrlə (məs., son 5 illə) müqayisəli təhlili;

3.2. Meqabirliklərin əsas üzvlərinin açıq informasiya mənbələrində olan texniki-iqtisadi göstəricilərinin birliyə daxil olmadan əvəllki dövrlə (məs., son 5 illə) müqayisəsi;

3.3. Meqabirliyə daxil olmadan sonra aviasiya şirkətlərinin nəzarət səhm zərfinin və / və ya əhəmiyyətli səhm zərflərinin sahibləri üzrə dəyişikliklərin araşdırılması;

3.4. Hər üç strateji alyans üzvlərinin son 3 il ərzində səhmlərinin çarpaz mübadiləsinin təhlili;

3.5. Meqabirliklərə daxil olan öncül üzvlərin Fitch Ratings, Moody's, Standard&Poor's (S&P) və Morningstar (NASDAQ: MORN) agentliklərinin müəyyənləşdiryi reytinqləri (son 3 il üzrə);

3.6. "AZAL"ın beynəlxalq uçuş reyslərinin ayrı-ayrı strateji alyanslara daxil olan şirkətlərin üçüş reysləri ilə tamamlanması ardıcıllığının və ya çarpazlaşmasının araşdırılması;

3.7. "Star Alliance", " SkyTeam" və "Oneworld" strateji alyans üzvlərinin birliyə daxil olduqdan sonra təhlükəsiz uçuşlarının vəziyyətinin (məs., əvvəlki 5 illik dövrlə müqayisəli) tədqiqi;

3.8. Meqabirlik üzvlərinin əksəriyyətinin hanslı şirkətlərin istehsal etdikləri iri, orta və dar gövdəli təyyarələrə üstünlük vemələrinin "AZAL"ın istifadə etdikləri hava gəmiləri ilə tutuşdurulmasının diaqnostikası;

3.9. Meqabirliyin öncül üzvlərinin və "AZAL"-ın əməkdaşlıq üçün üstünlük verdikləri lizinq, sığorta və audit şirkətlərinin eyniliyinin müəyyənləşdirilməsi;

3.10. "AZAL"-ın aviasiya üzrə meqabirliyə daxil olmasının iqtisadi-riyazi üsüllarla əsaslandırılması;

3.11. "AZAL" aviaşirkətində müasir keyfiyyət sistemlərinin tədbiqinin mövcud vəziyyətinin qiymətləndirilməsi.

4. "AZAL" şirkətinin üzvlük üçün müraciət edəcəyi aviasiya üzrə meqabirliyin seçilməsi.
5. Seçilən strateji alyans ilə üzvolma haqqında danışıqlara başlama daxil edilməlidir.

Beləliklə, strateji müttəfiqliyə qoşulmaq AZAL üçün yeni inkişaf üfiqləri aça bilər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Əhmədova, G.T. (2023).“Azərbaycan Respublikasının mülki aviasiya sistemində innovasiya fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi” mövzusunda dissertasiya işinin avtoreferatı. Bakı, səh. 20.
2. Həsənov, H.S. (2007). İri sahibkarlıq strukturları. Bakı: Azərnəşr, 276 s.
3. Васильева, Н.В. (2019). Экономика воздушного транспорта. Москва, МГТУ ГА, 137 с.
4. Губенко, А.В., Растова, Ю.И., Панкратова, А.Р. (2019). Современное состояние и перспективы развития рынка пассажирских авиаперевозок в России. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия “Экономика и экологический менеджмент”, 2: 82-90.
5. Немчинов, О.Ф., Хайтбаев, В.Ф. (2018). Экономика авиатранспортной отрасли, Москва, 112 стр.
6. https://www.lufthansa.com/xx/ru/lufthansa-group-star-alliance-and-partner-airlines
7. https://www.icao.int/publications/Pages/annual-reports.aspx
8. http://www.ato.ru/content/proletet-nad-polyusom-legko-delat-eto-regulyarno-dorogo

Performance Analysis of Pseudo-Random SF-LFM Radar Pulse Train Compressed Using Dispersive Delay Lines

Mirana Manafova
National Aviation Academy
mira.mananafova7@gmail.com
DOI:
10.13140/RG.2.2.34234.77763

Abstract

Linear Frequency Modulation (LFM) waveform is the most common type of pulse compression used to improve signal-to-noise ratio (SNR) and provide good range resolution for pulsed radars. LFM pulses capable of high energy with short time duration are considered one of the challenges to pulsed radar systems. This paper discusses a new waveform synthesis technique obtained by combining stepped-frequency LFM (SF-LFM) waveform with binary pseudo-random sequences that solves the challenge mentioned above. This paper also evaluates analytically the performance of such pulses, which has not been exploited in any other literature before. Mathematical models of pseudo-random SF-LFM radar pulse train, design, and stimulation of new radar system are derived. SNR is used as a performance measurer. Several main characteristics of the radar signal are analyzed, such as the frequency spectrum and the autocorrelation function. A lab prototype of the transmitter is built for the feasibility study and validation of the proposed technique. Theoretical analysis and simulations show that the main advantage of the proposed technique is that it can improve the range resolution of the radar system without the need to increase the bandwidth of the system and time-bandwidth product limited by the characteristics of dispersive filters in the receiving part.

Keywords: RADAR, LFM pulse, Dispersive Delay Lines, SF-LFM pulse train, Pseudo-Random Chirp

Introduction

Today, a wide variety of radars are employed for a range of functions and uses. Pulsed radar has gained popularity because of its superior long-range detection capabilities. The radar system's range resolution is determined by the inverse proportionality of its transmitting signal's bandwidth. A radar sensor with a wider bandwidth possesses superior capability for distinguishing targets that are situated in close proximity to one another. The radar system imposes stringent requirements on the time-bandwidth product of its signal. The TBP serves as the determiner for the Pulse Compression Ratio (PCR), which quantitatively measures the improvement factor of the radar system's range resolution in comparison to an un-modulated pulse radar (Levanon, 1988).

The utilization of complex structured radar signals enables the acquisition of a greater amount of information pertaining to targets. An example of such intricate signals is the linear frequency modulation (LFM) pulse. By incorporating binary pseudo-random sequences, an increased time-bandwidth product can be achieved. In this instance, the signal encompasses multiple LFM pulses exhibiting distinct carrier frequencies. The pulses possess identical characteristics in other aspects. Consequently, the radar experiences an enhancement in both its resolution and range.

SF-LFM waveform synthesis technique

The implementation of the SF-LFM signal synthesis entails the utilization of a microcontroller unit (MCU), analog-to-digital converters equivalent in number to the pulses (N) within the train, as well as an equal quantity of frequency generators (Manafova, 2022). The MCU generates pseudo-random binary codes in matrix format, while the initial frequency variables serve as the basis for constructing a frequency table. Subsequently, generators attuned to each frequency are triggered by the MCU- transmitted signal received by the analog-to-digital converters, following the sequence outlined in the randomness matrix. This process generates

modulating signals, which are subsequently emitted as the SF- LFM pulse train into the surrounding space.

The mathematical representation of an arbitrary n-th pulse of a pseudo-random SF-LFM pulse train can be denoted as follows (Manafova, 2022):

$$u(t,n) = U_0[\sigma(t) - \sigma(t-\tau)]\cos\{[2\pi M_{n-1} + s(t)]t\}$$

where M_n is a one-column matrix of frequencies where randomness is facilitated by the MCU.

The provided analytical portrayal of the SF-LFM pulse demonstrates that the primary characteristics of this signal encompass its duration, time-bandwidth product, and frequency. In instances where a sequence of pseudo-random SF-LFM pulses is employed, the designated parameters experience augmentation proportional to the number of pulses (*N*). Consequently, the radar system's resolution and range undergo a substantial increase. The research findings indicate that selecting a number of pulses exceeding four is not deemed suitable (Manafova, 2022).

The frequencies are represented by the rows of the original matrix, while the time slots are represented by the columns. In the binary number system, a frequency is randomly chosen from the frequency table at a specific moment in time and indicated by the value of 1. Subsequently, the initial matrix undergoes a transformation to become a final matrix with a single column (fig. 1). This will result in an increase in the train's TBP compared to a single LFM pulse (fig. 2).

Fig. 1. The Initial Matrix of the Pseudo-Random Frequencies

The mathematical model of the pseudo-random SF-LFM pulse train using the representation above can be written as:

$$U(t) = \sum_{n=1}^{N} u[t-(n-1)T, n]$$

Fig. 2. Time-Frequency Plot for SF-LFM Pulse Train

N! is the number of possible random combinations, depending on the number of pulses in the train. The simulation result of the train with characteristics $U_0 = 1\,V$, N = 4, $M = \begin{bmatrix} 4 \\ 1 \\ 3 \\ 2 \end{bmatrix}$, $\mu = 0.63 \cdot 10^6\ s^{-2}$, $T = 10\ \mu s$, $\tau = 5\ \mu s$ carried out in Mathcad is shown in the fig. 3.

Fig. 3. The Pseudo-Random SF-LFM Radar Pulse Train Simulation in Mathcad

Pseudo-random SF-LFM pulse train synthesizer uses a single sideband suppression filter to get rid of the carrier frequency, i.e. $\omega_n = 2\pi M_{n-1}$ radiated continuously by the modulator. The spectrum of an arbitrary n-th pulse of the train before applying the single sideband suppression filter can be expressed by using the Fourier transform:

$$u(\omega, n) = \int_0^{\infty} u(t, n)\, exp(-j\omega t)\, dt,$$

If the filter possesses ideal attributes, the spectrum of a given n-th pulse following the single sideband filter can be deduced as:

$$u_{SSF}(\omega, n) = \{\sigma[\omega - 2\pi(M_{n-1} + f_s)] - \sigma[\omega - 2\pi(M_{n-1} + \Delta f)]\} \cdot u(\omega, n)$$

where f_s is the cut-off frequency of the filter and $\Delta f = \frac{s(\tau)}{\pi}$ is the passband of it. Utilizing the previously derived expression, we can write the mathematical formulation of the spectral representation of the pseudo-random SF-LFM pulse train at the output of the multiplexer in the subsequent form (fig. 4):

$$U(\omega) = \sum_{n=1}^{N} u_{SSF}(\omega, n)$$

The radar system acquires several benefits by implementing random alterations to the pulses within the pulse set:

1) This practice serves to modify the signal's center of gravity (spectral centroid);
2) It mitigates the impact of the enemy's electronic warfare equipment.

(a) Inputs of the Single Sideband Filters

(b) Outputs of the Single Sideband Filters

Fig. 4. Simulated Pseudo-Random SF-LFM Radar Signal Frequency Spectrum

The examination of the spectral characteristics of pseudo-random SF-LFM pulse train reveals that the implementation of four SF-LFM pulses enhances the resolution by a factor of four in comparison to a single LFM pulse possessing the identical bandwidth.

SF-LFM waveform compression using dispersive delay lines

The receiver is comprised of a wideband amplifier, N number of dispersion delay lines, N number of multiplexers, and delay lines. DDL_1 is chosen based on the carrier frequency f_1 of the pulse with the lowest initial frequency in the pulse train, and DDL_N is chosen based on the carrier frequency f_N of the highest-frequency pulse in the train. Consequently, once each pulse in the train is compressed through DDLs, its amplitude experiences a sharp increase. These signals subsequently proceed to the multiplexers.

The control inputs of the multiplexers are linked to the microcontroller, and as soon as the radar signal is emitted by the transmitter, the microcontroller regulates them in accordance with the matrix of random frequencies. The instantaneous reception of the compressed SF-LFM pulse at the output of each DDL can complicate the process of summing each compressed LFM pulse at the next stage by delaying it in time and bringing it to the same time instant.

Multiplexers are employed to address this issue. At the output of each multiplexer, the responses are arranged in descending order based on the time delays. Consequently, the smallest delay, which equals the duration of the pulse, will be present at the output of the first multiplexer, while the largest delay, which equals the duration of the pulse train, will be present at the output of the last multiplexer. This will bring them into alignment on the timeline.

If the LFM pulse provided to the input of the dispersion delay line is represented as the sum of individual pulses with Δ time duration, the input signal can be represented in the following manner (Hasanov & Manafova, 2023):

$$U_{in}(t) = \sum_{m=1}^{M} U_0\{\sigma[t-(m-1)\Delta] - \sigma[t-\Delta-(m-1)\Delta]\}\sin(2\pi f_m t)$$

The expression for the signal observed at the output of the dispersion delay line (DDL) can be formulated as follows (Hasanov & Manafova, 2023):

$$U_{out}(m,t) = \{\sigma[t-(M-m)\Delta] - \sigma[t-(M+1-m)\Delta]\}U_{in}(t)$$

$$U_{out}(t) = \sum_{m=1}^{M} U_{out}[m, t-(m-1)\Delta]$$

The expression of an arbitrary n-th pulse of pseudo-random SF-LFM train can be determined using expressions above as follows:

$$U_{out}(m,t,n) = \{\sigma[t-(M-m)\Delta] - \sigma[t-(M+1-m)\Delta]\}u(t,n)$$

$$U_{out}(t,n) = \sum_{m=1}^{M} U_{out}[m, t-(m-1)\Delta, n]$$

The simulation of the radar receiver containing 4 DDLs to process the radar signal of 4 pseudo-random SF-LFM pulses has been done (fig. 5).

(a) Outputs of each DDL

(b) Output of the multiplexor

Fig. 5. Simulated Pseudo-Random SF-LFM Radar Pulse Train Compression Using DDLs

The first pulse is compressed by DDL4 and delayed, resulting in a time instant of $QT + (N-1)T$ (Q is the duty cycle of the pulse). Similarly, the second pulse is subjected to delay upon its reception by the first DDL, until $QT + (N-2)T$. Subsequently, the third pulse is received by DDL3 and delayed for a duration of 10 microseconds until $QT + (N-3)T$. Finally, DDL2 receives and compresses the last pulse of the sequence, which remains undelayed. The accumulation of all these pulses ultimately leads to a significant enhancement in the Signal-to-Noise Ratio (SNR).

Table 1. Pseudo-Random SF-LFM Waveform Simulation Parameters and compression results

N	**Frequency**	**Amplitude before compression**	**Amplitude after compression**
1	4 MHz	1 V	9.583 V
2	1 MHz	1 V	24.79 V
3	3 MHz	1 V	9.301 V
4	2 MHz	1 V	13.786 V
Sum		4 V	57.46 V

The outcomes of DDL compression are presented in Table 1. Observing from a comprehensive standpoint, it is evident that the suggested compression methodology amplified the ultimate signal by a factor exceeding 5.

Pseudo-random SF-LFM pulse train transmitter setup

A generator-based reconfigurable waveform synthesizer has been designed and developed to produce the necessary pseudo-random SF-LFM pulse train. The schematic of the waveform synthesizer is shown in Figure 5. In summary, the waveform synthesizer's core remains as the MCU, providing real-time reconfigurable capability. The synthesizer that has been developed is capable of generating the proposed SF-LFM scheme waveform with binary pseudo-random coding ability. Table 2 represents the various possible frequency permutations for a train composed of 4 pulses. The system can be configured to transmit N number of pulses with different amplitude, time and frequency parameters.

(a) Printed Circuit Board Layout Design

(b) Assembled Prototype

Fig. 5: Pseudo-Random SF-LFM Radar Pulse Train Synthesizer

The proposed waveform offers a noteworthy benefit in terms of its increased transmitted bandwidth, thereby significantly improving the range resolution of the radar system in a manner that is economically advantageous. By utilizing a pseudo-random SF-LFM pulse train, it becomes feasible to effortlessly synthesize a radar signal without necessitating extensive hardware modification or upgrading of the preexisting radar system.

Table 2. Possible frequency combinations that can be obtained at the output of the synthesizer

№	Permutation	№	Permutation	№	Permutation
1	f1 f2 f3 f4	9	f2 f3 f1 f4	17	f3 f4 f1 f2
2	f1 f2 f4 f3	10	f2 f3 f4 f1	18	f3 f4 f2 f1
3	f1 f3 f2 f4	11	f2 f4 f1 f3	19	f4 f1 f2 f3
4	f1 f3 f4 f2	12	f2 f4 f3 f1	20	f4 f1 f3 f2
5	f1 f4 f2 f3	13	f3 f1 f2 f4	21	f4 f2 f1 f3
6	f1 f4 f3 f2	14	f3 f1 f4 f2	22	f4 f2 f3 f1
7	f2 f1 f3 f4	15	f3 f2 f1 f4	23	f4 f3 f1 f2
8	f2 f1 f4 f3	16	f3 f2 f4 f1	24	f4 f3 f2 f1

Conclusion

In conclusion, we have proposed a reconfigurable technique for synthesizing radar signals using a pseudo-random SF-LFM modulation scheme. This technique allows for the synthesis of signals with a wider bandwidth and pulse width, greater power compared to conventional radar systems. As a result, it improves the SNR of the radar system by enhancing the PCR of its transmitting waveform. Furthermore, the use of a pseudo-binary coding scheme enhances the radar system's immunity to electronic countermeasures. The most significant advantage of this technique is its ability to improve the range resolution of an existing radar system with minimal hardware re-design.

The technique functions to alter the signal's center of gravity (spectral centroid), thereby rendering it an efficient instrument for non-destructive testing methods and investigating atmospheric phenomena. Table 3 represents the advantages and disadvantages of the proposed waveform transmitting receiving method.

Table 3. Advantages and Disadvantages of the Proposed Technique

Advantages	**Disadvantages**
• Increased bandwidth with minimal modification to the system hardware • Greater pulse train power with minimal modification to the system hardware • Wider pulse train width whilst maintaining the system resolution • Better SNR	• More complex radar transmitter and receiver

References

1. Levanon, N. (1988). Radar principles. Wiley-Interscience.
2. Manafova M.Y. (2022). RLS üçün XTM impuls dəstəsi formalaşdırıcısı və qəbulu üçün qurğunun sintezi. “ELEKTROENERGETİKANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ VƏ İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ” Beynəlxalq Elmi-Texniki Konfransının məruzə materialları, 249-254.
3. Hasanov A.R., Manafova M.Y. (2023, February). Modeling of the physical processes in dispersive delay lines. Proceedings of VIII International Scientific and Practical Youth Conference February Readings 2023: Creative Potential of the Youth in Solving of Aerospace Problems, National Aviation Academy.

Modern Protection System of Traction Electric Motors Plc Based

FARID HUSEYNOV, ELSHAN MANAFOV

National Aviation Academy, Mardakan ave., 30, Baku, Azerbaijan

huseynovferid17525257@gmail.com

DOI: 10.13140/RG.2.2.27766.37440

Abstract.

The article is dedicated to the organization of PLC (programmable logic controller)-based protection of the electric motor with modern methods and tools. In order to simulate the control of a series of faults in the motor, magnetic field and temperature transmitters were installed on a small powerful asynchronous motor in laboratory conditions, the data received from the transmitters in the normal and overload modes of the motor were studied and protection was established.

In the past, simple protection systems of electric motors based on components such as timers, contactors, electromagnetic switches, voltage and current transformers were slow and inaccurate, as well as low sensitivity. However, the production of PLCs and their application in this field eliminated the mentioned problems. Extensive operation of motors, being the main executive equipment in the field of application, requires the creation of modern automated protection systems to ensure their reliable and stable operation.

As a result of the conducted experimental studies, the selected methods and tools will increase the effectiveness of the protection of traction motors, and more reliable working conditions of the motors will be provided.

Today, PLCs are continuously evolving and striving to be the best choice for various industrial automation applications. Since the PLC-based protection system is a reliable, fast, high-precision system, modern protection systems of traction electric motors based on PLC are studied in the article. The protection system of traction electric motors based on temperature and current was simulated in the TIA Portal software package, and its practical application was considered. In order for such systems to be more effective, complex protection systems can be developed based on the diagnostic status of the traction electric motor in the future. Also, an effective system can be established by providing SCADA control over the motors of several drag vehicles at the same time.

Keywords: Traction electric motor, PLC, overload, magnetic field control, temperature control

Introduction.

Electric motors are electromechanical machines used in industry and other fields to convert electrical energy into mechanical power. Electric motors are widely used in vehicles, machine tools, presses, cranes, escalators and elevators. Traction asynchronous motors used in transport are particularly distinguished from other traction electric motors by their high reliability, low maintenance requirements and high efficiency. Motor failure is mainly due to mechanical and electrical stress. Overloading, sudden and sharp load changes in motors cause mechanical stresses resulting in increased temperature, vibration and noise. Electric voltage can cause short circuit, temperature rise, phase loss etc. due to some other faults. Failure to prevent malfunctions and defects in time leads to motor failure. This is unacceptable in important production areas, as well as in transport. Real-time automatic protection and control of motors is required for timely detection of abnormal conditions to reduce the number of breakdowns that lead to long downtimes and high motor overhaul costs. The main difficulty in creating such a protection system is its complex organization. The variation of the main parameters to be protected in a wide range depending on the motor load and operating mode directly affects the accuracy of the protection [Ambili Pradeep, April-2017; Arti K. Rode, June-

2019; Dileep Kumar, July-2019].

Traction electric motor (TEM) stopping due to any malfunction during operation creates great difficulties in traction. To avoid such problems, it is possible to predict failures in TEM. Based on the diagnosis of the technical condition of traction electric motors, a list of malfunctions should be drawn up,

and by determining the normal and threshold values of the main information parameters involved in the occurrence of these malfunctions, more reliable complex protection systems can be established in the future. With the application of such systems, it will be possible to monitor the changes occurring in the motors and draw conclusions about these changes by organizing regular diagnostic control of the motor parameters.

Statement of the problem. Currently, several methods are used to protect electric motors. The application of traditional protection systems in the protection of motors has some disadvantages. To overcome these shortcomings, modern protection systems should be developed according to the diagnostic status of motors. To overcome the problems of traditional protection systems, PLC (Programmable Logic Control) based protection systems can be applied to motor fault detection and protection.

Solution of the problem. Nowadays, system control in energy systems and several large enterprises is carried out based on SCADA. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) - stands for Dispatcher Control and Data Acquisition. SCADA is a system that collects data from various sensors in industrial and remote facilities, sends it to a central computer, and controls executive equipment based on the received data. The main goals of using a SCADA system are to collect data, display them on the monitor screen in the control room, store the relevant data on the hard disk of the master computer, and create the possibility of controlling field devices (remote or local) from the control room. SCADA systems are equipped to make on-the-fly adjustments to the operating system, which increases equipment life, reduces the need for costly repairs, and reduces downtime. The main element of the SCADA system is the PLC. Considering the scope of use of PLCs, their application in motor protection is prospective. Below is a block diagram for the protection of an electric motor based on PLC [Bhagyashree S. Bhosale, April-2018; G. S. Yadava, March-2010; W. Bin. May-2018].

Figure 1. Block diagram for protection of electric motor based on PLCAs shown in the block diagram, CT (current transformer), and PT (voltage transformer) sensors are used to measure current and voltage, and LM35 sensors are used to measure temperature. The output of these sensors is fed to the PLC. In this protection method, online monitoring of the electric motor is carried out and all informative parameters - voltage, current and temperature are monitored. If all parameters are within the normal operating range, the PLC will continuously allow a three phase power supply to the motor. However, if any abnormal mode is detected, the PLC will stop the induction motor by giving an opening signal to the magnetic contactor and relay according to the programmed conditions [Nordin Saad, February-2018; S.B. Lee, May-2003].

Figure 2. Motor protection circuit based on PLC

In the practical part of the research, a model of a modern protection system was created in laboratory conditions based on a small powerful motor. Temperature, magnetic field (overload),

current and voltage are taken as informative parameters for motor protection.

Magnetic field control. One of the most modern and promising methods chosen for constant control of the technical condition of the TEM during operation is magnetic field measurement and spectral analysis. In the laboratory, an experimental stand based on a small powerful motor was developed to simulate possible malfunctions of the TEM and control changes in the main parameters [S.M. Shashidhara, July-2013; M. D. Negrea, November-2006].

The results of the analysis show that defects and malfunctions in the electric motor significantly affect the spectrum of the electromagnetic field generated outside it. By analyzing the spectrum of the external magnetic field, an idea can be made about the failure of the TEM. Research has prioritized the use of a Hall sensor as a sensor that allows non-contact diagnostics without interfering with the motor design. Thus, this sensor can be considered one of the most informative sensors that allows you to evaluate the condition of the motor by monitoring the electromagnetic spectrum. A traditional connection diagram for this type of sensor is shown in Figure 3.

Figure 3. Connection and constructive description of Hall sensor with motor

During the experimental studies, the use of KY-024 Hall sensor, distinguished by its performance, was preferred.

The oscillograms of the magnetic field change in different modes of the motor studied using the KY-024 Hall sensor is shown in Figure 4. The oscillograms were recorded and analyzed using a oscilloscope.

a)

b)

Figure 4. Recorded oscillograms of magnetic field changes: a) during normal operation; b) in case of overload

As can be seen from the analysis of oscillograms, magnetic field control can be selected as one of the most important parameters for modern protection system of the motor.

Temperature control. Temperature control is one of the main diagnostic parameters of the TEM under study. The increase in temperature may depend on several parameters: failures in the pillow, overload, cessation of ventilation, etc. Several methods are used to measure temperature. These include fiber-optic temperature sensors, electrical resistance thermometers, thermography, thermocouple-based temperature sensors, and more.

When the operating temperature of the motor windings exceeds the heating limit of 100 °C for any
period of time, the service life of the stator and rotor windings is reduced by half.

Figure 5. Temperature diagram for different insulation classes

In large-powered motors, as well as in TEM under study, the most suitable method for temperature control is the use of thermocouples. The schematic diagram and design description of the thermocouple used in the experimental studies are given in Figure 6.

Figure 6. Schematic diagram of the temperature protection of motor

Figure 7. Imitation model of a modern protection system on a small powerful motor

Simulation. “TIA Portal” program. In normal conditions, the motor is controlled by the “Start” and “Stop” buttons. The motor's current and temperature protection system is simulated in the program, also measurement and control magnetic flux based on hall sensor. If the value of the current reaches the maximum limit, the motor will be protected from the maximum current with a waiting period of 5 seconds. Also, if there is an overload in the motor due to the current, then the temperature is measured and, analogously, fan is automatically connected. After 10 seconds of fan operation, the temperature is measured again. If the measured temperature is equal to or greater than the previous value, the motor is protected. Otherwise, based on the diagnostic monitoring system, the warning system starts and makes a decision about the real condition of the motor. That is, the obtained informative parameter is compared with other parameters.

We use hall sensor for measurement magnetic flux in air gap. So, output signal of hall sensor give us 2,5-6,5V voltage depend on flux. When output voltage above 5 V, we protect motor from increasing voltage. As mentioned, the proposed modern protection system is implemented according to the diagnostic situation. The structure of the modelling is given in the following Figure 8-a.

b)

As can be seen from the simulation models shown in Figures 8b and 8c, when the START button

is pressed, the motor starts, and the motor is stopped by pressing the STOP (reset) button. The given SR block indicates the priority of the motor STOP button. If the motor is stopped with the STOP button and the button is active, if the START button is pressed at the same time, the motor executes the command of the STOP button.

c)

d)

As can be seen from Figure 8d and 8e, the motor is started by pressing the START button and the motor is already under load. At this time, the temperature in the stator winding of the motor increases due to the effect of overload current. As we know, the increase in temperature value and exceeding the permissible limit is undesirable for the motor. To prevent this, a temperature-based protection system is built. The maximum value for temperature is set at 95C°. When the temperature increases, the fan connects to the circuit and tries to reduce the temperature value to the previous level. In the program, the operating time of the fan is set to 10s. After 10s, the temperature is measured again by stopping the fan. If the temperature value is equal to or greater than the previous value, then the motor is protected due to temperature.

e)

f)

Another protection and control system is the measurement and control of the magnetic field in the air gap between the rotor and stator parts of the motor as shown in figure 8f. A Hall sensor with a relay output is used in the practical part of the work to measure the magnetic field, and during normal and abnormal conditions, the output of the sensor is evaluated diagnostically or the signal is processed for motor protection. In modeling, the maximum value of the output voltage of the sensor is set to 5V. At voltage values equal to and greater than 5V, the output signal of the sensor is used for motor protection.

g)

As shown in Figure 8g and h, another parameter used for protection of the motor is the overcurrent protection with endurance time. When the value of the current reaches the maximum limit, the time relay protects the motor from the maximum current by counting the set time of 5s.

h)

Figure 3. Motor protection simulation based on PLC in TIA Portal: a) inactive; b) run; c) stop; d) overload, over temperature and fan running during 10s; e) after 10 s. re-measurement of temperature and motor protection; f) voltage control based on measurement magnetic flux in air gap; g) maximum current measurement; h) protection after 5s based on max current

Conclusions

Thus, the modern protection system of traction electric motor is practically built on a small powerful motor based on PLC, and simulated in TIA Portal program. In addition to voltage, current and temperature parameters, as well as magnetic field monitoring as a diagnostic parameter, the PLC can also provide protection based on other parameters.

PLCs can be integrated into a SCADA system using communication modules to provide simultaneous control of several traction motors. One of the key features of SCADA is the ability to monitor the entire system in real time. The main purposes of using this system are to collect data, display them on the monitor screen in the control room, store the relevant data on the hard disk of the master computer, and provide the ability to control field devices (remote or local). SCADA systems are equipped to make instant adjustments to the operating system, which increases equipment life, reduces the need for costly repairs, and reduces downtime. Thus, it is possible to control various parameters of the motor in real time from the SCADA system and, if necessary, monitor the technical condition of the motor from the computer screen. As mentioned, in order to organize deeper protection of electric motors and increase accuracy, new hybrid complex protection systems should be built according to the diagnostic situation.

References

1. Ambili Pradeep, Elizabeth Thomas, Kavya Mohan. (April-2017). “Protection of Induction Motor From Abnormal Conditions using PLC”, International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Motorering, Vol. 6, Issue 4.
2. Arti K. Rode, Mahesh S. Pathe. (June-2019). Fault Detection and Protection of Induction Motor by using PLC, International Journal of Research in Motorering, Science and Management Volume-3, Issue 7.
3. Dileep Kumar1, Abdul Basit1, Aisha Saleem. July-2019, pp. 294-298. "PLC Based Monitoring & Protection of 3- Phase Induction Motors against Various Abnormal Conditions "International Conference on Computing, Mathematics and Motorering Technologies.
4. Bhagyashree S. Bhosale, Mohit V. Burad. (April-2018), pp. 3672- 3675. “Protection and automated of AC motor by using PLC”, International Research Journal of Motorering and Technology, volume -05, Issue 4.
5. G. S. Yadava, and B. Singh. (March-2010), pp.106–111. “A survey of stator fault analysis techniques for AC motors”, IEEE Trans. Energy Convers., vol. - 20, no.2.
6. W. Bin. May-2018, pp.1353–1358. “A survey on AC motors online fault identification”, in 3rd Int. Power Electron. Motion Control Conf, vol. 3.
7. Nordin Saad, Rosdiazli Ibrahim. (February-2018), pp 1466-1472. “Development of intelligent condition monitoring system for AC induction motors using PLC”, IEEE Business Motorering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC), vol no 5.
8. S.B. Lee, R.M.Tallam, T.G. Habetler. (May-2003), pp. 865-872. “A Robust Online Turn Fault Detection Technique for Induction Machines Based On Monitoring the Sequence Component Impedance Matrix”, IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 18, No. 3.
9. S.M. Shashidhara, P.S. Raju. (July-2013), pp. 2901-2906. “Stator Winding Fault Diagnosis of Three Phase Induction Motor by Park’s Vector Approach”, Internatonal Journal of Advance Research In Electircal Electronics and Instrumentation Motorering, Vol. 2, , Issue, 7.
10. M. D. Negrea. (November-2006). "Electromagnetic flux monitoring for detecting faults in electrical machines" doctoral dissertation, Helsinki University of Technology, Laboratory of Electromechanics,

Azərbaycanda Elektrik və Hibrid Mühərrikli Avtomobil Parkinin Müasir Vəziyyəti, İnkişaf Perspektivləri

Fuad Mirzəyev,
İqtisad üzrə fəlsəfə doktoru, dosent,
Milli Aviasiya Akademiyası, "Menecment" kafedrasının dosenti
fmirzayev@naa.edu.az

DOI: 10.13140/RG.2.2.16921.39528

Xülasə

Məqalə dünyada və ölkəmizdə günü-gündən daha çox maraq və istehlakçı rəğbəti qazanan yeni nəsil elektrik və hibrid mühərrikli avtomobil sənayesinin müasir vəziyyəti və inkişaf tendensiyalarına həsr olunmuşdur. Elektromobillərin şübhəsiz müsbət tərəfləri olduğu kimi, bu tip nəqliyyat vasitələrinin hələdə də olan çoxsaylı mənfi xüsusiyyətləri də məqalədə təhlil edilərək təsnif edilmişdir. Eyni zamanda məqalədə çağdaş dövrün "ekoloji" nəqliyyat vasitəsi hesab edilən elektromobillərin bəlli şərtlər təmin edilmədikdə heçdə belə olmadığını əsaslandıran çoxsaylı xarici mütəxəssis və alim tədqiqatlarının nəticələri öz əksini tapmışdır. Bununla yanaşı məqalədə ölkəmizdə elektromobil sektorunun bugünkü vəziyyəti və inkişaf perspektivləri nəzərdən keçirilmiş, bu sektorun inkişafını və elektromobillərdən istifadə imkanlarını artıracaq həll yolları kompleks təkliflər şəklində təqdim edilmişdir.

Açar sözlər: *Elektromobil, nəqliyyat, hibrid, ətraf mühit, batareya, karbon qazı, Tesla.*

Abstract

The article is dedicated to the current state and development trends of the new generation electric and hybrid engine car industry, which is gaining more interest and consumer sympathy in the world and in our country. As well as the positive aspects of electric cars, the numerous negative features of this type of vehicles are also analyzed and classified in the article. At the same time, article reflects the results of numerous foreign expert and scientist studies, which justify that electric cars, which are considered to be "environmental" means of transport of the modern era, are not so if certain conditions are not met. At the same time, in article reviewed the current situation and development prospects of the electric car sector in our country, solutions that would increase the development of this sector and the possibilities of using electric cars were presented in the form of comprehensive proposals.

Key words: *Electromobile, transport, hybrid, environment, battery, carbon dioxide, Tesla.*

Giriş

Ənənəvi daxili yanma mühərrikli avtomobil bu gün dünyanın ən populyar və rahat nəqliyyat vasitələrində bir və birincisidir. Lakin bu nəqliyyat vasitəsinin çox sayda üstünlüklərə baxmayaraq, onun bir sıra mənfi cəhətləri vardır. Əsas çatışmazlıqlardan biri də avtonəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə böyük ziyan vurmasıdır ki, bir sıra tədqiqatlar nəticələrdən də məlum olur ki, bu göstərici ümumi nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə vurduğu zərərin təxminən 63%-ə qədərini təşkil edir. Həmçinin qeyd etmək yerinə düşər ki, daxili yanma mühərrikinə sahib olan avtomobillər istehlakçılar üçün kifayət qədər bahalı nəqliyyat növüdür. Son zamanlar neft və neft məhsullarının qiymətlərinin dünya bazarında sürətlə artımının davam etməsi faktı bir çox avtomobil istehsal edən şirkətləri daha az israfçı və ekoloji cəhətdən təmiz avtomobillər istehsal etməyə sövq edən amillərə çevirmişdir. Bu nöqteyi nəzərdən təqdim edilən elmi məqalənin önə çıxardığı əsas müddəalar bu gün olduqca aktual xarakter daşıyır [Əsədov A.M., (2023); Əsədov A.M., (2013), s 128].

Dünya avtomobil sənayesində elektrikləşmə: müsbət və mənfi tərəflər

Müasir avtomobil sənayesinin inkişaf tendensiyalarına nəzər yetirdikdə, hazırda elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillərin istehsalının ildən ilə artmasını və əksinə daxili yanma mühərrikli avtomobillərin istehsal templərinin isə son illərdə ciddi şəkildə azalmasını müşahidə etmiş oluruq.

Məsələn, “Audi” 2026-ci ildən etibarən yalnız elektrik mühərrikli avtomobil istehsalına keçəcək, bu o deməkdir ki, bu marka avtomobil istehsalçısının bütün modellərin 2026-cı ildən sonra yalnız elektrik mühərriki ilə təchiz ediləcəklər və daxili yanma mühərrikinə sahib olan sonuncu avtomobil 2025-ci ildə istehsal ediləcəkdir. 2033-cü ilə kimi isə alman avtomobil istehsalçısı ümumiyyətlə benzin və dizel mühərriklərin istehsalını sonlandırmağı planlaşdırır. Digər avtomobil nəhəngi “Volkswagen”-də öz növbəsində “yarışdan” geri qalmayır, belə ki, 2030-cu ilə kimi bu marka avtomobil istehsalçısının ümumi Avropa bazarı üçün istehsal etdiyi avtomobillərin 70%-ni elektrik mühərriki ilə təchiz etməyi planlaşdırır, uzunmüddətli perspektivdə, yəni 2050-ci ilə kimi isə marka ümumiyyətlə benzin və dizel mühərrikli avtomobillərin istehsalını sonlandırmağı nəzərdə tutur. Bu tendensiyanın başlıca səbəbləri sırasında ekoloji təhlükəsizliyin təmin olunması ilə yanaşı bu tip avtomobillərin daha surətli, komfortlu və az yanacaq israf edərək daşıma imkanlarının təqdim etməsini qeyd edə bilərik [Аналитическое агентство “АВТОСТАТ”., (2023)].

Elektromobillərin ənənəvi avtomobillərə nisbətən aşağıda sadalanan üstünlükləri mövcuddur:

- Daha az yanacaq xərcləri. Benzin, dizel və maye qaz yanacaq növlərinin qiymətinin davamlı olaraq artması ilə yanaşı əksər hallarda həmin yanacaq növləri böyük həcmdə istehlak olunur ki, bu da öz növbəsində avtomobil sahiblərinin ailə büdcəsinə ciddi mənfi təsir edir. Elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillərin batareyalarının (elektrik akkumulyatorlarının) doldurulması (şarjı) üçün elektrik enerjisinin dəyəri qeyd edilən xərclərlə müqayisədə xeyli azdır.
- Ətraf mühiti daha az çirkləndirməsi. Elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillər ətraf mühitə zərərli qazlar buraxmır. Sözsüz ki, idealda, ətraf mühitə təsiri tam azaltmaq üçün ekoloji baxımdan daha təmiz, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə edilməsi daha məqsədəuyğundur, amma bununla belə ətraf mühitə atılan tullantıların həcminin azlığı nöqteyi nəzərdən elektromobillər ənənəvi avtomobilləri xeyli üstələyir.
- Küyün azalması. Elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillər demək olar ki, səssiz olaraq daha tez və rəvan sürətlənməni təmin edə bilirlər.
- Təhlükəsizlik. Elektromobillər ənənəvi avtomobillərlə eyni sınaq prosedurlarından keçir. Bu sınaqların nəticəsi onu göstərir ki, qəza və toqquşma zamanı təhlükəsizlik yastıqları daha tez işə düşür və eyni zamanda toqquşma sensorları batareyaları anında qeyri-işlək vəziyyətə gətirir, beləliklə, elektromobilin mühərriki toqquşma anında sönmüş hala gəlir və bunun nəticəsində insan sağlamlığına ola biləcək mənfi təsirlər daha da azalmış olur. Məsələn, 2013-cü ildə Tesla Model S elektromobili ABŞ-da sınaqdan keçirilmiş bütün avtomobillər sırasında ən yüksək təhlükəsizlik reytinqini sahib olmuşdur.
- Maya dəyərinin aşağı olması. Elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillərin baha başa gəldiyi dövr geridə qaldı. Əvvəllər batareyalar çox baha idi, lakin onların kütləvi istehsalın artdıqdan sonra onların maya dəyəri xeyli azalmışdır ki, bu da öz növbəsində elektromobillərin geniş kütlə üçün əlçatanlığını təmin etmiş oldu.
- Etibarlılıq. Hissələrin və birləşmələrin sayının daha az olması səbəbindən elektromobillərin etibarlılığı artır və nəticədə onların təmir və texniki xidmət xərcləri azalmış olur [В.Е. Ютт, В.И. Строганов., (2016), s 71].

Yuxarıda sadalanan üstünlüklərlə yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, elektromobillərin ənənəvi daxili yanma mühərrikli avtomobillərə nisbətən bir sıra çatışmazlıqları da mövcuddur. Bu çatışmamazlıqlar sırasına aşağıda sadalananları aid etmək olar:

- Şarj stansiyalarının gərəkməsi. Bir çox ölkələrdə hələdə yaranan tələbi qarşılayacaq

sayda şarj stansiyalarının mövcud olmaması elektromobil sənayesinin inkişafını ləngidən amillərdən biri hesab edilə bilər.

- Elektrik enerjisi pulsuz deyil. Buna görə də elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillərin gələcəkdə alternativ bərpa olunan enerji mənbələrindən qidalanan mühərrikə sahib olan avtomobillərlə əvəz edilməsi məsələsi aktual olaraq qalmaqdadır.
- Qısa yürüş məsafəsi və məhdud sürət. Elektromobillərin əksəriyyəti bir tam tsikl şarjla təxminən 350-450 km məsafə qət edə bilir. Baxmayaraq ki, əksər istehsalçılar bir tam tsikl şarjdan təxminən 500-650 km-ə qədər məsafəsi qət etməyi vəd edirlər, lakin təcrübə göstərir ki, fərqli iqlim şərtləri və sürüş tərzindən asılı olaraq vəd edilən həcmdə məsafə bir qayda olaraq nominal hesab edilə bilər.
- Şarj olunma müddəti. Sürətli şarj stansiyalarının olmaması halında (məsələn, ev şəraitində) elektromobilin bir tam tsikl sarjı üçün təxminən 8-10 saat vaxt gərəkdir ki, bu isə kifayət qədər çox vaxt itkisi deməkdir.
- Batareyanın vaxtaşırı yenilənməsi məcburiyyəti. Bir qayda olaraq elektromobillərin batareyalarının 3-10 ildən bir yenilənməsi məcburiyyəti mövcuddur.
- Soyuq iqlim şəraitinə uyğunsuzluq. Soyuq dövrdə sərnişinlərin, avtomobilin salonunun, ön və arxa fənərlərin, güzgülərin və s. qızdırılması səbəbindən əhəmiyyətli həcmdə enerji sərfiyyatının olması qış aylarında elektromobillərin yürüş məsafəsinin yay ayları ilə müqayisədə 30-50% azalmasına səbəb olur [В.Е. Ютт, В.И. Строганов., (2016), s 39].

Elektromobil və onun ətraf mühitə təsirləri: gözləntilər və reallıq

Eyni zamanda bir çox alimlərin və mütəxəssislərin gəldiyi qənaət ondan ibarətdir ki, elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillərin istehsalı ətraf mühit və ekologiya üçün ənənəvi benzin və dizel mühərrikli avtomobillərin istehsalından daha çox təhlükəli xarakter daşıyır. Belə ki, "The Daily Mail" nəşriyyatının verdiyi məlumata əsasən, nəhəng avtomobil istehsalçıları olan "Honda", "Aston Martin", "Porsche" və "Maclaren" şirkətlərinin birgə sifarişi əsasında həyata keçirilmiş elmi tədqiqatlar zamanı mütəxəssislər əyani olaraq sübut etmişlər ki, elektromobillər istehsal mərhələsində ənənəvi avtomobillərə nisbətən ətraf mühitə daha çox zəhərli karbon qazlarının atılmasın səbəb olurlar. Məsələn, İsveç-Çin ölkələrinin müştərək məhsulu olan "Polestar 2" markalı elektromobilin istehsalı zamanı ətraf mühitə tullantı olaraq 24 000 ton karbon qazı atılır, bu isə o anlamına gəlir ki, bu avtomobillə ən azı 74 000 km yol qət etmək gərəkdir ki, onun ətraf mühiti karbon qazı ilə çirkləndirmə həcmi benzin və ya dizel mühərrikli avtomobildən az olmuş olsun. Yeri gəlmişkən istehsalçı elektromobilin təqdimatı zamanı rəsmi olaraq elan etmişdir ki, elektrik motorlu nəqliyyat vasitələri ətraf mühitə ənənəvi daxili yanma mühərrikli avtomobillərdən daha çox karbon qazı tullantılarının atılması səbəb olur. Analoji vəziyyət "Volkswagen" markasının daxili yanma mühərrikli "Golf" modelilə elektrik mühərrikli "eGolf" modelinin istehsalı prosesinin müqayisəsi zamanı da müşahidə olunmaqdadır. Real elmi tədqiqatlar və onların nəticələri olmasaydı bütün bu rəqəmləri quru statistik məlumat kimi qəbul olardı ["Milli.az" internet xəbər portalı., (2020); "The Daily Mail" internet xəbər portalı., (2023)].

Elektromobillərin ekoloji təmiz nəqliyyat vasitəsi olmasının sözün əsl mənasında "nağıl" olduğunu anlayan ilk ölkə Çin olmuşdur. Hal-hazırda elektrik və hibrid tipli mühərriklərə sahib olan avtomobillərinin ümumi avtomobil parkında xüsusi çəkisinin ən yüksək olduğu ölkə Çindir. Bu ölkənin bir çox şəhərlərində elektromobillərin sayı ənənəvi avtomobillərin sayından daha çoxdur. Məsələn, Şanxay şəhərində innovativ nəqliyyat vasitələrinin istifadəçiləri sırasında o cümlədən, polis və digər dövlət xidmətlərinin əməkdaşları da mövcuddur. Çinin total elektromobil sənayesinə

keçidini şərtləndirən əsas səbəblər sırasında neft və neft məhsullarının qiymətinin qalxması ilə yanaşı bu ölkənin elektromobillərin batareyalarının əsas tərkib elementi olan "litiy" adlı təbii sərvətin əldə edilməsi və emalına görə lider ölkə olmasıdır. Lakin qeyd edilənlər Çində karbon qazının ətraf mühitə mənfi təsirlərinin azalmasına səbəb olmamışdır. Çin alimlər vəziyyəti təhlil edərək, müəyyən hesablamalar apararaq bəlli bir məntiqli nəticələr əldə etmişlər. Belə ki, Çində istifadə edilən şarj stansiyalarında istehlak edilən elektrik enerjisinin 85%-i əsasən daş kömürlə çalışan istilik elektrik stansiyalarında istehsal edilir. Elektromobillərin artımı ilə şarj stansiyalarında istehlak edilən elektrik enerjisinin həcmi durmadan artır, bu isə öz növbəsində həmin istilik elektrik stansiyaları tərəfindən ətraf mühitə atılan zərərli tullantıların həcmini həndəsi silsilə ilə artırmış olur. Alimlər müəyyən etmişlər ki, elektromobil tərəfindən hər 1 kv saat enerji sərfiyyatı qarşılığında ətraf mühitə tullantı olaraq 280 qr həcmində karbon qazı atılmış olur. Müqayisə üçün qeyd etmək lazımdır ki, ənənəvi benzin və dizel mühərrikli avtomobillərin hər 1 kv saat enerji sərfiyyatı qarşılığında ətraf mühitə tullantı olaraq 180 qr-dan çox olmayan həcmdə (yəni 100 qr daha az) karbon qazı atılmış olur. Çin alimləri tədqiqatlarını bununla yekunlaşdırmayaraq elektromobillərin iş prinsini analiz edərək müəyyən etmişlər ki, bu tip avtomobillərin 1 km yol qət etməsini təmin etmək üçün gərəkən elektrik enerjisinin istehsalı zamanı ətraf mühitə atılan zəhərli maddələrin həcmi onların ekvivalenti olan daxili yanma mühərrikli avtomobillərin eyni uzunluqda yol qət etdikləri zaman benzin və dizel yanacağının yandırmaları nəticəsində ətraf mühitə atdıqları zəhərli maddələrin həcmindən daha çoxdur. Belə ki, müəyyən edilmişdir ki, bir minik elektromobilin hərəkətini təmin edən enerji sərfiyyatı zamanı ətraf mühitə atılan zərərli tullantıların həcmi bir dizel mühərrikli avtobusun hərəkətini təmin edən enerji sərfiyyatı zamanı ətraf mühitə atılan zərərli tullantıların həcminə bərabərdir. Əlavə olaraq Honkonq şəhərində keçirilmiş tədqiqatlar təsdiq etmişdir ki, istehsalçıdan asılı olaraq elektromobillərin ekoloji imkanları fərqlənir, belə ki, həmin tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, məşhur model "Tesla Model S" elektromobilinin 150 000 km məsafə qət etməsi üçün "BMW AG 320i" modelinə nisbətən 20% daha çox enerji sərfiyyatına ehtiyacı var ki, bu isə öz növbəsində ekoloji tullantıların da müvafiq həcmdə çox olması deməkdir. Qərb alimləri də analoji nəticələrə gəlmişlər, belə ki, "Ümumi Alman avtomobil klubu"-nun mütəxəssisləri qeyd edirlər ki, kompakt "Smart" markalı elektromobilinin hər 1 km məsafə qət etməsi üçün havaya 107 qr karbon qazı atılmış olur, bu isə öz növbəsində eyni modelin benzin mühərrikli avtomobilinə nisbətən 21 qr daha çox zərərli tullantı deməkdir. Və nəhayət Norveçin "Elmi-Texniki Universiteti"-nin mütəxəssisləri şübhəyə alınmayacaq bir nəticəyə gəlmişlər ki, elektrik enerjisinin istilik elektrik stansiyalarında neft və daş kömürün yandırılması nəticəsinə əldə edildiyi regionlarda elektromobillərin kütləvi istifadəsi ekoloji nöqteyi nəzərdə faktiki olaraq əhəmiyyət kəsb etmir. Artan elektrik enerjisinə tələb qarşılamaq üçün həmin elektrik stansiyaları ətrafa daha çox zərərli tullantılar atmış olurlar [В.Е. Ютт, В.И. Строганов., (2016), s 92; "The Daily Mail" internet xəbər portalı., (2023)].

Digər vacib və problemli məsələ elektromobillərin batareyaları ilə bağlıdır. Belə ki, elektromobillərin güclü batareyaları kifayət qədər ağır çəkiyə malik və onların faktiki çəkisi 400 kq və bəzi hallarda da çox olur. Bu batareyaların tərkibinin əhəmiyyətli hissəsini "litiy" kimi zəhərli və toksik maddə və "nikel, mis, alüminium və kobaltın" müxtəlif təhlükəli kimyəvi birləşmələri təşkil edir. Bu zəhərli maddələr ətraf mühit üçün karbon qazından daha təhlükəli hesab edilirlər. Batareyaların istifadə müddətinin 5 il və ondan az olmasını nəzərə alaraq onların təhlükəsiz şəkildə utilizasiya edilməsi məsələsi də olduqca aktual bir problemə çevrilmiş olur. Bu proses isə öz növbəsində həm kifayət qədər mürəkkəb həm də bahalı bir prosesdir, yəni bu prosedurun pozulması ehtimalları elektromobillərin kütləvi istehsalı fonunda kifayət qədər yüksəkdir. Hətta utilizasiya prosedur normalarının düzgün yerinə yetirilməsi təmin edildikdə belə, bu proses zamanı ətraf

mühitə ciddi zərərin vurulması qaçılmazdır. Batareyaların yenidən emalı prosesi eyni zamanda həm də çox enerjitutumlu prosesdir, belə ki, müxtəlif ağır metal qarışıqlarının batareyalardan ayıraraq çıxarmaq üçün onların istehsalı zamanı sərf edilən enerjinin həcmi onların istehsalı zamanı sərf edilən enerjinin həcmindən demək olar ki, 10 dəfə çoxdur. Bu isə öz növbəsində istilik elektrik stansiyalarında ətraf mühitə atılan tullantıların həcmini müvafiq qaydada artırmış olur [В.Е. Ютт, В.И. Строганов., (2016), s 65].

Yuxarıda nəzərdən keçirilənləri nəzərə alaraq qeyd etmək yerinə düşər ki, elektrik və hibrid mühərrikli avtomobillərə keçidin birbaşa olması nə heçdə asan deyil nə də arzu olunan. Texnoloji imkanlar artdıqca, istehsal prosesi təkmilləşdikcə, batareyaların utilizasiya prosesi asanlaşdıqca bu keçidin məqsədəuyğunluğu və labüdlüyü danılmaz olacaq.

Ölkəmizdə elektrik və hibrid mühərrikli avtomobil parkının inkişafını sürətləndirəcək amillər

Hesab edirik ki, ölkəmizdə elektrik mühərrikli və hibrid mühərrikli avtomobil parkının həcminin genişləndirilməsi üçün aşağıdakı sadalanan bir neçə addımlar atılmaılıdır:

İlk olaraq, elektromobil istifadəsinin daha geniş yayılması üçün infrastrukturun yaradılması vacibdir. Bunun üçün ilk növbədə elektrik və hibrid tipli mühərrikə sahib olan avtomobillərin şarjını təmin etmək üçün ənənəvi yanacaqdoldurma məntəqələri, ticarət mərkəzləri, parklar və ya avtomobil dayanacaqlarının ərazilərdə sürətli şarj stansiyalarının qurulması vacib şərtdir. Qeyd etmək lazımdır ki, hazırda ölkə ərazisində 50-ə çox belə stansiya mövcuddur. Onların böyük əksəriyyəti Bakı şəhərində yerləşir. Eyni zamanda belə bölgələrdə Gəncə, Quba və Kürdəmirdə də elektrik şarj məntəqələri fəaliyyət göstərir. Xüsusilə qeyd etmək lazımdır ki, işğaldan azad edilmiş Füzuli şəhərində 2023-cü ildə elektromobillər üçün enerji doldurma stansiyalarının quraşdırılması da planlaşdırılır. Lakin bununla belə qeyd edilən həcmdə elektrik stansiyalarının mövcud olması artan elektormobillərin yanacaq sərfiyyatını ödəmir və əlavə yeni daha müasir və surətli şarj stansiyalarının qurulması prosesinin davamlı xarakter daşıması vacib əhəmiyyət kəsb edir.

Növbəti vacib həllini tapmalı olan məsələ elektromobillərin pərakəndə satış qiymətlərinin aşağı salınması ilə əlaqədardır. Belə ki, təhlillər göstərir ki, ölkəmizə idxal olunan yeni elektrik və hibrid tipli mühərrikə sahib olan avtomobillərin qiyməti kifayət qədər yüksəkdir. Bu da öz növbəsində istehlakçıların həmin avtomobilləri əldə etmək imkanlarını xeyli azaltmış olur. Düzdür ölkəmizə idxal edilən yeni (son 3 il ərzində istehsal olunmuş) elektromobillər tam olaraq, hibrid tipli mühərrikə sahib olan avtomobillər isə qismən gömrük rüsumundan azad edilmişdir, lakin buna baxamayaraq idxalçı rəsmi diler və distributor şirkətləri üçün vergi güzəştlərinin təqdim olunması bu tip avtomobillərin pərakəndə satış qiymətlərinin aşağı düşməsinə və onların istifadəsinin genişlənməsinə ciddi təsir göstərə biləcək amillərdən ola bilər.

Üçüncü atılmalı addım kimi, elektromobil istehsalı sənayesinə daxili olaraq ölkədəki texnoloji şirkətlər və dünyanın və xüsusilə Çinin qabaqcıl avtomobil istehsalçıları arasında birgə fəaliyyətin təmin olunmasının təşviq edilməsini nəzərdə tutmaq olar. Müştərək istehsal müəssisələrinin formalaşdırılması bir tərəfdən ölkə sənayenin inkişafına töhfə vermiş olacaq, digər tərəfdən isə daxili istehlakçıya daha əlverişli qiymətə elektromobil və hibrid mühərrikli avtomobillər əldə etmək imkanı yaratmış olacaq. Bu sahədə xüsusilə Türkiyə nümunəsini nəzərdən keçirmək mümkündür. Belə ki, yaxın keçmişdə qardaş ölkədə yeni nəsil elektromobil istehsalına start verilmişdir. Xüsusi qeyd etmək yerinə düşər ki, istehsal xəttindən düşən ilk belə elektromobil olan "Togg" markalı avtomobil bu ilin aprel ayında Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyevə təqdim olunmuşdur [Prezident.az veb portalı., (2023)].

Dördüncü atılmalı addımlar sırasında geniş avtomobil istehlakçı kütləsi arasında aparılacaq təşviqat hesabına elektromobil və hibrid mühərrikli avtomobillərə marağın stimullaşdırılması

tədbirlərinin həyata keçirilməsini qeyd etmək olar. Belə tədbirlər sırasına həmin avtomobillərin alınmasına sərf olunan məbləğin bir hissəsinin dövlət tərəfindən qarşılanması, daha əlverişli və güzəştli kredit və lizinq şərtlərinin təqdim edilməsi, ödənişsiz və ya qismən ödənişli parklanma xidmətinin təqdim ediləsi, elektrik enerjisinin qiymətində güzəştlərin təqdim edilməsi, sığorta xərclərində güzəştlərin tətbiq edilməsi, bu tip avtomobillərin istifadəsinin verdiyi üstünlükləri daha geniş şəkildə və intensiv olaraq PR edilməsi kimi tədbirləri qeyd edə bilərik.

Nəticə

Qeyd etmək istərdik ki, Azərbaycan Respublikası Dövlət Gömrük Komitəsinəsinin verdiyi məlumata əsasən bu ilin yanvar-fevral aylarında Azərbaycana 199,3 milyon ABŞ dolları dəyərində 13 939 ədəd müxtəlif təyinatlı avtomobil idxal olunub. Bu avtomobillərin 1 815 ədədi (37,772 milyon ABŞ dolları dəyərində) hibrid mühərriklə hərəkətə gətirilən nəqliyyat vasitələri, 222 ədədi (9,320 milyon ABŞ dolları dəyərində) isə yalnız elektrik mühərriklə hərəkətə gətirilən nəqliyyat vasitələridir. Bu onu göstərmiş olur ki, hibrid mühərrikli avtomobillərin idxalı ötən ilin eyni dövrünə nisbətən 10,7 % azalıb, elektromobillərin idxalı isə 3,9 dəfə artıb. Hesab edirik ki, bu tendensiyanın davam etməsi üçün yuxarıda qeyd edilən addımların sistemli şəkildə və davamlı olaraq atılması olduqca vacib əhəmiyyət kəsb edir [Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi., (2023); Apa.az" internet xəbər portalı., (2023)].

Ədəbiyyat

1. Əsədov A.M. (2023). "Heydər Əliyev və Azərbaycanın nəqliyyat strategiyası" Azərbaycan Dövlət İnformasiya Agentliyi (AZƏRTAC). https://azertag.az/xeber/heyder_eliyev_ve_azerbaycanin_neqliyyat_strategiyasi 2490545?ysclid=loy9op1oy5320511792_meqale-
2. Prezident.az veb portalı. (2023) "Türkiyənin ilk yerli elektromobili "Togg" İlham Əliyevə təqdim olunub". https://president.az/az/articles/view/59292...
3. Əsədov A.M. (2013). "Azərbaycan Respublikasında yeni nəqliyyat sisteminin formalaşması və davamlı inkişafı: elmi-nəzəri əsasları və perspektivləri". 322 səh.
4. В.Е. Ютт, В.И. Строганов. (2016). "Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой расчет скоростных характеристик". 109 стр.
5. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi. (2023) "Azərbaycanda nəqliyyat" statistika məcmuə. 82 səh.
6. Аналитическое агентство "АВТОСТАТ". (2023) "Все новые Audi с 2026 года будут электромобилями". https://www.autostat.ru/news/53531/
7. "Milli.az" internet xəbər portalı. (2020). "Volkswagen 150 ədəd ID.3 elektrokarını əməkdaşlarına verib". https://news.milli.az/interest/863523.html
8. "Apa.az" internet xəbər portalı. (2023). "Azərbaycana gətirilən elektromobillərin sayı kəskin artıb". https://apa.az/az/energy-and-industry/azerbaycana-getirilen-elektromobillerin-sayi-keskin-artib-754554
9. "The Daily Mail" internet xəbər portalı. (2023). "Why electric cars are NOT green machines: The environmental benefit of EVs may never be felt as their production creates up to 70% more emissions than petrol equivalents". https://www.dailymail.co.uk/news/article-12256823/Why-electric-cars-NOT-green-machines-environmental-benefit-EVs-never-felt.html

Küçə-Yol Şəbəkələrində Təhlükəsiz Hərəkət Sürətini Tənzimləyən Effektiv Üsullar

Qaragoz Karimov
Mingachevir State University
https://doi.org/10.5281/zenodo.10409027
qaragoz.karimov@mdu.edu.az

Xülasə

Bu məqalədə biz küçə-yol şəbəkələrində sürət həddinin tənzimlənməsinin vacibliyini və bunun effektiv üsullarını araşdırırıq. Biz həmçinin yol hərəkəti təhlükəsizliyinə təsir edən kritik amilləri və bu məsələ ilə bağlı mövcud problemləri tədqiq edirik.

Küçə-yol şəbəkəsinə yaxşı uyğunlaşdırılmış sürət həddi qəzaları azalda, sürücülərin və piyadaların təhlükəsizliyini təmin edə bilər. Sürət həddinin əraziyə uyğun olmasını təmin etmək vacib amildir.

Sürət həddinin tənzimlənməsi nəqliyyat axınının parametrlərini yaxşılaşdırır. Sürücülərin nəqliyyat vasitələrini yol şəraitinə uyğun səmərəli sürət həddi ilə idarə etmələri daha az qəza baş verməsinə və təhlükəsizliyin yaxşılaşmasına səbəb olur. Tədqiqatlar göstərir ki, sürət həddinin azaldılması nəqliyyat axınının sabitləşməsinə kömək edir. Nəqliyyat sıxlığı şəhər ərazisində gecikmələrə, məyusluqlara və karbon emissiyalarının artmasına səbəb olan əsas problemdir. Nəqliyyatın səmərəli planlaşdırılması, o cümlədən ağıllı nəqliyyat idarəetmə sistemlərinin inkişafı və alternativ nəqliyyat növlərindən istifadənin təşviqi bu problemi aradan qaldırmağa və daha səmərəli və dayanıqlı nəqliyyat şəbəkələri yaratmağa kömək edə bilər.

Sürət məhdudiyyətlərinin tənzimlənməsi ətraf mühitə də əhəmiyyətli təsir göstərir. Avtomobillər çox sürətlə hərəkət etdikdə daha çox çirklənmə və səs-küy yaradırlar. Sürət məhdudiyyətlərini azaltmaqla, daha az tullantı məhsulları istehsal olunur ki, bu da təbiətin çirklənməsini azaldır.

Açar şözlər: hərəkət təhlükəsizliyi, sürət rejimləri, nəqliyyat axınlarının sıxlığı, nəqliyyat tıxacları

Abstract

In this document, we explore the importance of adjusting speed limits in street-road networks and the effective methods of doing so. We also investigate the critical factors affecting road safety and the current challenges facing this issue.

Speed limits that are well-adjusted to the street-road network can reduce accidents and keep drivers and pedestrians safe.

It's essential to ensure that the speed limit is appropriate for the area.

Adjusting the speed limit can improve traffic flow. When drivers move more efficiently, fewer accidents occur, and safety is improved. Studies demonstrate that reducing speed limits can help smooth out traffic flow. Traffic congestion is a major issue in urban areas, causing delays, frustration, and increased carbon emissions. Effective transportation planning, including the development of smart traffic management systems and the promotion of alternative modes of transportation, can help alleviate this problem and create more efficient and sustainable transportation networks.

Adjusting speed limits can have a considerable impact on the environment. When cars move too quickly, they create more pollution and noise. By reducing speed limits, fewer emissions are produced, and pollution is reduced.

Key words: traffic safety, speed regimes, density of traffic flows, traffic jams

Giriş

Dünyada hər il yol-nəqliyyat hadisələri səbəbindən 1.3 milyon insan dünyasını dəyişir və 50

milyona yaxın insan isə müxtəlif dərəcəli bədən xəsarətləri alırlar. Yol-nəqliyyat hadisələri nəticəsində dəyən iqtisadi zərər orta hesabla ölkələrin ümumdaxili məhsulun 3%-ə qədərini təşkil edir. Sürət rejimlərinin tənzimlənməsində ən mühüm məqsədlər yol-nəqliyyat qəzalarının və onunla bağlı ölüm və xəsarətlərin sayının azaldılmasıdır. Sürət rejimlərinin tənzimlənməsi və ona riayət olunması böyük şəhərlərin ərazisindəki küçə-yol şəbəkəsində hərəkət edən insanların, bütünlükdə cəmiyyətin həyat keyfiyyətinin artırılmasına müsbət töhvə verir (Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners, second edition. Global Road Safety Partnership, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva; 2023.). Bu töhvələrə həmçinin yollarda səs-küy, çirklənmə, zərərli yanma məhsullarının, yanacaq sərfiyyatının azaldılmasını aid edə bilərik. Xüsusən şəhərdaxili yollarda sürət limitlərinin optimal tənzimlənməsi əhalinin təhlükəsiz şəkildə piyada və velosipedlə hərəkətinin təhlükəsizliyini artırır və bu da cəmiyyətin sağlam həyat tərzinə istiqamətlənməsini təşviq edir. Sürət rejimlərinin tənzimlənməsi yol infrastrukturu, nəqliyyat vasitələrindəki texnologiyalar və yol işarələnməsi maarifləndirmə, təbliğat digər müxtəlif üsul və vasitələrlə həyata keçirilir. Yol hərəkətinin effektiv təşkil olunmasında sürücü hazırlığı və hərəkət iştirakçılarının maarifləndirilməsi siyasətinin, yol nişanları və işarələrinin, eləcə də müvafiq təşkilatlarla əhalinin daimi məlumatlandırılmasının və təbliğatının da rolu çox böyükdür.

Ədəbiyyat araşdırması

Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının "Təhlükəsiz sistemlər və sürətin rolu" barədə təlimatında sürət rejimlərinin tənzimlənməsi sahəsində qərar qəbul edənlər və iştirakçılar adlı bölmələr var. Əlavə olaraq Ümumdünya Yol Assosiyasının Təhlükəsiz Sistem İnfrastrukturunda qərar qəbul edənlər və hərəkət iştirakçıları üçün "Yol Təhlükəsizliyi" təlimatı, Dünya Resursları İnstitutunun dayanıqlı və təhlükəsiz yolda sıfır ölüm üçün gələcəyə baxış konsepsiyasında qərar qəbul edənlər və digər hərəkət iştirakçılarının yol və mühit şəraitindən asılı olaraq təhlükəsiz sürət rejimlərinin tövsiyə olunan hədləri barədə məlumatlar verilmişdir.

Yollarda təhlükəsiz hərəkət sürətinin seçilməsi bir çox amillərin təsiri altında sürücü tərəfindən həyata keçirilir. Hərəkət dedikdə zaman və məkan daxilində yerdəyişmə başa düşüldüyündən hərəkətdə olan nəqliyyat vasitəsinə təsirlər də dinamik dəyişən olacaq. Ona görə də təhlükəsiz sürət rejiminin seçilməsi məsələsi "Sürücü-avtomobil-yol-mühit" sistemi kontekstində həll olunarsa daha effektiv nəticə alınır. Qəzanın başvermə ehtimalı təhlükəsiz hərəkət sürətinin seçilməsi ilə də tam azaldıla bilinmir, çünki sürücünün psixo-fizioloji vəziyyəti, onun peşəkarlıq səviyyəsi də bu dinamik dəyişən prosesdə mühüm rol oynayır.

Qəzaların baş verməsində sürət iki əsas faktorda öz təsirini göstərir:

1) Qəzanın baş vermə ehtimalında;
2) Qəzaların ağırlıq dərəcəsində.

G.Nilssonun araşdırmalarına əsasən hərəkətin orta sürətinin 1 km/saat dəyişdirilməsi magistral yollarda qəza sayına 2%, 50 km/saat sürət limiti olan yollarda isə 4% dəyişməyə imkan verir (Nilsson, G. 2004). Digər araşdırmalara görə sürətin 1% artımı zədələnmələrin riskini 2%, ağır zədələnmələri 3%, ölümlə nəticələnən qəza ehtimalını isə 4% artırır. Taylor tərəfindən Britaniyada aparılan emprik tədqiqatlarda da oxşar nəticələr əldə olunmuşdur. Belə ki, hərəkət sürətinin 1% dəyişimi şəhər yolları üzrə qəzalarda 4%-dək, kənd yolları üzrə isə 5.5%-dək nisbətdə fərqlənməyə səbəb olur

Araşdırmalarla müəyyən olunmuşdur ki, axının orta sürətindən yuxarı sürətlə nəqliyyat

vasitəsini idarə etmək qəza riskini artırır (Kloeden və başqaları. 1997, 2001, 2002). Böyük Britaniyada və Avstraliyada aparılan araşdırmalarda oxşar nəticələr əldə olunmuşdur (Taylor, Lynam və Baruya, 2000). (Speed and Crash Risk. International Traffic Safety Data and Analysis Group, The International Transport Forum).

Elvik tərəfindən aparılan araşdırmalar göstərmişdir ki, axında sürət fərqlərinin artması da qəza riskini artıran amillərə daxildir. Baxılan yol üçün sürət limitinin 20 km/saat azaldılması həmin yoldakı nəqliyyat axının sürətinin 8 km/saat azalmasına, əksinə 20 km/saat artırılması müvafiq olaraq axının sürətinin 3 km/saat artmasına səbəb olur (Elvik, 2012).

Şəkil 1. Toqquşma sürəti və vəziyyəti ilə piyada ölümü arasındakı əlaqə.

Piyada ölümləri və sürət arasında əlaqələri araşdıran Kloedenin nəticələri, qəzadan əvvəlki sürətlərə əsaslandığı və toqquşma riski ilə sürət arasında eksponensial əlaqəni təklif etdiyi üçün, Rosen və digərlərinin nəticələri ilə müqayisə edilə bilər. Onların nəticələri toqquşmanın sürətinin 60 km/saat həddinə kimi hər 1 km/saat sürət artışında riskin 9% artdığını göstərir (Rosen və başqaları, 2011).

Qrafik 1. Sürət və piyada xəsarətinin ağırlıq riski arasındakı əlaqə.

Yüksək sürət hərəkət iştirakçılarına qərar qəbulu üçün daha az zaman verdiyindən təhlükə riski daha da artır. Bu məsələni tormoz yolunun düsturunda nəzər yetirsək görərik ki, sürücü maneəni görən zamandan ona qarşı tədbir görmək üçün fəaliyyətə başladığı ana qədər hərəkət sürəti nə qədər çox olarsa, toqquşma məsafəsi o qədər sürətlə azalır.

$$S_{um} = V_{ao}(t_r + t_{id} + 0{,}5t_a) + S_T$$

Burada V_{a0}-tormozlanmanın əvvəlində avtomobilin sürəti, t_r-sürücünün reaksiya müddəti, t_{id}-inteqalın işədüşmə müddəti, t_a-yavaşıma təcili, S_t- tormozlanma başlayana qədər gedilən yoldur. Bu düsturdan göründüyü kimi, yol hərəkətinin təhlükəsizliyi yalnız əsas risk amili olan sürət rejiminin

seçilməsi ilə təmin oluna bilinmir. Sürücünün reaksiya müddəti, nəqliyyat vasitəsinin texniki vəziyyəti kimi amillər də ciddi təsir göstərir (Qrafik 2.)

Qrafik 2. Müxtəlif sürətlərdə tormoz yolu və təxmini toqquşma sürətləri

Azərbaycan Respublikasında baş verən yol-nəqliyyat hadisələrinin sayının və ağırlıq dərəcəsinin aşağı salınması prioritet məsələlərdəndir. Statistikaya nəzər salanda əsas qəzaların baş verdiyi yolların dərəcəsi və vəziyyəti diqqəti cəlb edir (https://www.stat.gov.az/news/index.php?lang=az&id=5435).

Cədvəl 1. Azərbaycan Respublikasında 2022-ci il ərzində baş verən yol-nəqliyyat hadisələrinin statistikası

Məkana görə	magistral avtomobil yollarında	257	
	yaşayış məntəqələrində	1411	
İşıqlılıq vəziyyətinə görə	gündüz vaxtı	750	
	toran vaxtı	286	
	gecə vaxtı	632	
Yol örtüyünün vəziyyətinə görə	quru yol örtüyü	1576	
	digər (yaş, buz və s.)	92	
Zərərçəkənlərin sayı, nəfər	həlak olanlar	834	2290
	yaralananlar	1456	
Bütün yol-nəqliyyat hadisələri – cəmi	1668		

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi magistral yollarda baş verən qəzalar yaşayış məntəqələri daxilindəkilərdən dəfələrlə azdır. Bunun əsas səbəbi yaşayış məntəqələrində eyni səviyyəli yol kəsişmələrinin, ən əsas da müxtəlif hərəkət sürətinə malik iki böyük hərəkət iştirakçıları axınlarının: yüksək sürətli motorlu nəqliyyat vasitələri ilə, aşağı sürətli piyada və velosiped yollarının daim kəsişməsidir.

Yol örtüyünün vəziyyətinə görə baş verən qəza sayındakı paradoksal vəziyyəttin səbəbi kimi insan amilini əsas götürmək olar. Belə ki, idarəetməyə məsul şəxs-sürücü yol örtüyünün yaş, buz və ya sürüşkən olmasını əvvəlcədən bildikdə nəqliyyat vasitəsini daha ehtiyyatla idarə edir. Quru örtüklü yolda isə heç bir qəza ehtimalı yaradacaq səbəbin olmadığını güman edərək icazə verilən maksimal sürətlə və hətta bu sürətin də keçilməsi şəraitində idarə edir və nəticədə ani ehtiyatsızlıqdan və yüksək sürətin təsirindən qəzanın baş verməsi qaçılmaz olur.

Yol hərəkətində müxtəlif sürət rejimlərindən danışılır: dizayn sürəti, axın sürəti, tövsiyə olunan sürət, 85%-li sürət, çatdırma sürəti, maksimal sürət və s. Küçə-yol şəbəkəsində sürət rejimlərinin təyin olunmasında mütəxəssislər əsas iki sürətə-dizayn və axın sürətlərinə diqqət edirlər. Dizayn sürəti yolun üfiqi və şaquli əyrilik radiuslarına əsasən minimum görmə şəraitinə uyğun olaraq təyin olunur. Yol şəbəkəsinin digər elementləri, yol kəsişmələri, zolaqların eni, çiyinlər, bordürlər və s. sürət rejiminin təyin olunmasında mühüm rol oynayır.

Axın sürəti yolun baxılan hərəkət hissəsi ilə hərəkət edən nəqliyyat vasitələri qrupunun sürəti qəbul olunur. Bu qrup içərisində sürətin qiymətlərində müəyyən fərqlər olduğundan bu sürətin təyini zamanı sürətin paylanması nəzərə alınır. Bunun üçün yolun baxılan sahəsində axının orta sürəti və sürətin paylanması müyyən zaman anlarında müşahidə edilməlidir. Qurulan qrafikin şaquli ox üzrə axındakı nəqliyyat vasitələrinin 85%-nin sürətindən qrafikin əyrisinə doğru sürət göstəricisinə parallel xətt çəkilir. Bu xəttin əyri ilə kəsişmə nöqtəsindən üfiqi sürət göstəricisinə endirilən düz xətt axın sürətini təyin edir. (Qrafik 3.)

Qrafik 3. Nəqliyyat axının sürətinin təyini

Tövsiyə olunan sürət hərəkət təhlükəsizliyi kontekstində müxtəlif piyada və nəqliyyat vasitələrinin yollarının kəsişmə şəraitində maksimal icazə verilən hərəkət sürətini ifadə edir.

Şəkil 2. Magistral yollarda sürət rejiminin seçilməsinə təsir edən amillər.

Bu sürət həddinin müəyyən olunmasında və tənzimlənməsindəki effektivliyi artırmaq üçün yol üzrə kəsişmələr, iş və məktəb zonalarının sıxlığı, velosiped və piyada yolları kimi daha minimal hərəkət sürətli yollarla eynisəviyyəli kəsişmələrin varlığı kimi amilləri nəzərə alan real yol şəraitini nəzərə alan dinamik dəyişən sürət rejiminin tətbiqi daha məqsədəuyğun olur (https://www.ite.org/technical- resources/topics/speed-management-for-safety/setting-speed-limits/).

Sürət rejimlərinin tənzimlənməsində istifadə olunan infrastruktur vasitələri

Sıfır ölüm və dayanıqlı yol hərəkəti təhlükəsizliyi strategiyalarına əsasən küçə-yol şəbəkəsinin nisbətən riskli yerlərində nəqliyyat axınlarının hərəkət sürətlərinin tənzimlənməsi və stabilləşdirilməsində infrastruktur həllərinin tətbiqi müsbət nəticələr verir. Yolların yüksək riskli yerlərində sürət məhdudlaşdırıcı tramplin və yüksəldilmiş piyada keçidlərinin tətbiqi bu sahədə nisbətən ucuz və təsirli vasitələrdir.

Yüksək sürət rejimli yollardan daha aşağı sürət rejimli yollara keçidlərdə zolağın daralması ilə darvaza effektinin yaradılması məktəblərin və ya digər xüsusi riskli zonalar üzrə yollarda sürəti məcburi aşağı salmaqla qəza və onun ağırlıq riskini azaldır. (Şəkil 3.)

Şəkil 3. Yollarda darvaza effektinin tətbiqi

İki istiqamətli yollarda hərəkət istiqamətlərinin ayrıcında yüksəldilmiş platformalar və təhlükəsizlik adacıqlarının tətbiqi piyadaların yolu daha təhlükəsiz keçməsini təmin edir. (Şəkil 4)

Şəkil 4. Yollarda təhlükəsizlik adacığı və yüksəldilmiş platforma

Dairəvi yollar kəşimələrdə nəqliyyatın hərəkətini nisbətən yavaşladır və qəza zamanı təmas bucağını daha təhlükəsiz edir. Öz-özünə tənzimləmə rejiminin qüvvədə olduğu belə yol kəsizmələrində hərəkət iştirakçıları aşağı sürətlə və daha geniş baxış bucağına malik olduğundan qəza riski də az olur (NACTO, 2013).

Optik işarələmə metodu ilə işarələnmiş yollarda hərəkət zamanı nəqliyyat vasitəsinin sürücüsü daha sürətlə idarə edirmiş kimi illuziya yaşayır və sürəti aşağı salmağa məcbur olur.

Şəkil 5. Yollarda işarələmə ilə yüksək sürət illuziyasının yaradılması

Nəqliyyat vasitələrindəki texnologiyalar sürət rejimlərinin seçilməsində getdikcə daha çox rol oynayırlar. Müasir nəqliyyat vasitəsinin real hərəkət sürətini GPS-lə təyin edərək onu həmin yolda tövsiyə olunan sürət hədlərində idarə edilməsi mümkündür. Elm və texnologiyanın inkişafı ilə gələcəkdə sürət rejimlərinin seçilməsində nəqliyyat vasitələr daha aktiv rol oynayacaq.

Müasir nəqliyyat vasitələrində quraşdırılmış yüksək dəqiqlikli sensorlar, kommunikasiya qurğuları, GPS və digər rabitə avadanlıqları , komputer qurğuları onların yolkənarı quraşdırılan kommunikasiya qurğuları, eləcə də müvafiq texniki vasitələrə malik digər nəqliyyat vasitələri ilə qarşılıqlı məlumat mübadiləsinə girməyinə imkan verir. Hərəkətdə olan nəqliyyat vasitələrinin bir-birləri ilə (Vehicle-to- Vehicle (V2V)), yol infrastrukturu ilə (Vehicle-to İnfrastructure (V2İ)) hərəkət haqqında məlumat mübadiləsi böyük həcmdə olduğundan sürətli rabitə vasitələrinə ehtiyac duyulurdu. Elm və texnikanın inkişafı ilə Əşyaların interneti (İnternet of Things (İoT)), Bulud texnologiyaları (Cloud computing) və 5G kimi yüksək sürətli mobil əlaqələr bu məlumat axının daha

sürətli və dəqiq etmişdir.

Ağıllı nəqliyyat sistemində simsiz, mobil əlaqə vasitələri əvəzsiz rol oynayır. Xüsusilə 5G texnologiyası İntellektual Nəqliyyat Sistemlərinin effektiv fəaliyyəti üçün nəqliyyat vasitələrini bir-biri ilə və həmin mərkəzlərlə əlaqəsini real-zaman şəraitində daim təmin edir. Beləliklə də avtomatlaşdırılmış, ağıllı nəqliyyat sistemləri yol hərəkətini daha təhlükəsiz etməyə imkan verir. Ağıllı Nəqliyyat həlləri ictimai nəqliyyatının işinə də müsbət təsir göstərir. Bulud texnologiyası yol hərəkəti haqqında minlərlə nəqliyyat vasitəsi və infrastrukturdakı sensorlardan məlumat (yollarda nəqliyyat axının vəziyyəti, tıxac, qəza və s.) axınını real-zaman şəraitində qəbul edir və hərəkətin ən optimal formada idarə olunmasını təmin edir.

Yol-nəqliyyat qəzalarının əsas səbəblərindən biri nəqliyyat axınında hansısa nəqliyyat vasitəsinin qəfil sürətini azaltması və ya magistrallarda görmə şəraitinin pisləşməsidir. Bu hallar yolda qəza baş verməsi, nasaz nəqliyyat vasitəsi səbəbindən, pik saatları zamanı, və s. səbəbdən yaranır. Yollarda quraşdırılan sensorlar həmin məlumatları Ağıllı Nəqliyyat Sisteminə, digər hərəkət iştirakçılarına 4G və 5G mobil qurğularla real-zaman şəraitində ötürür ki, bu da o yolda hərəkətə davam etməli olan sürücüləri əvvəlcədən şəraitlə bağlı məlumatlandırdığı üçün qəza baş vermə ehtimalını azaldır.

Şəkil 6. Nəqliyyat vasitəsi və ətraf mühit kommunikasiyası

Elm və texnikanın sürətli inkişafı digər sahələrdə olduğu kimi artıq nəqliyyat vasitəsinin idarə edilməsində də insan amilini süni məntiqlə əvəz etməkdədir. Belə Ağıllı Nəqliyyat Həllərindən biri də Əlaqələndirilmiş Avtonom Nəqliyyat Vasitələridir (Connected and Autonomus Vehicles (CAVs). Bu sistemdə idarəetmədə insan amili olmadığından hadisəyə reaksiya müddəti də çox azalır və nəticədə nəqliyyat prosesi daha təhlükəsiz və səmərəli təşkil oluna bilinir. Bu yüksək dəqiqlikli Süni Məntiq vasitəsilə yol işarələri və işıqfor siqnallarının real-zamana uyğun tənzimləməni də həyata keçirdiyindən yolda boşdayanmalar da azlır ki, bu da yanacaq qənaətliliyini və çatdırma sürətini artırmağa imkan verir. (https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/148621/advancing-safety-efficiency-sustainability-road-ecosystem/)

Yol hərəkətinin mühafizəsi yollarda hərəkət təhlükəsizliyinin son və ən mühüm tərkib hissələrindəndir. Bütün mühəndis və təlim-təbliğat proseslərinə baxmayaraq

yollar üzrə sürət rejiminə əməl olunmursa, bunun artıq qanuni şəkildə intizama cəlb olunmasına ehtiyac yaranır. Belə intizama müvafiq cərimələr, sürmə hüququnun məhdudlaşdırılması, bal sisteminin tətbiqi və s. islah üsulları aiddir. Avtomatlaşdırılmış yol mühafizə sistemlərinə özünəməxsus üstün və zəif xüsusiyyətlərə malik radar, lazer, piezo və induktiv döngələr kimi müxtəlif vasitələr aiddir. Bu aşkarlama vasitələri içərisində ən optimalarına aid olan radarlar yolun hərəkət hissəsindən 3 metrdən daha yüksəkdə quraşdırılır ki, bu da onların zədələnməsi riskini azaldır və hərəkət iştirakçılarını daha dəqiq aşkarlamağa imkan verir.

Yollarda sürücülər tərəfindən radar xəbərdarlıq texnologiyasından artan istifadə və uzun yollar boyunca belə vasitələrin tətbiqinin xərcli olması fonunda radarların stasionar və ya axında hərəkət edən adi nişanlanmamış polis avtomobilində quraşdırılması effektli nəticə verir. Belə üsulla həm yaxınlaşan, həm də ötüb keçən nəqliyyat vasitələrinin sürətləri ölçülür.

Yarı-sabit sistemlər batareya ilə qidalanır və yeri dəyişdirilə bilinir. Tripod üzərində quraşdırılan sistemlər yol polisləri tərəfindən baxılan yol üzrə müvəqqəti olaraq tətbiq olunur.

Nəticə

Qeyd olunan üsullar yol təhlükəsizliyinin təmini üçün bir-birini tamamlayır. İkinci dərəcəli avtomobil yollarında sürət məhdudlaşdırıcı təpələr səhv yerlərdə yerləşdirilir. Yaşayış məntəqələri daxilindəki dar və əyri küçələrdə sabit sürət kameraları fəaliyyət göstərir ki, belə ərazilərdə sürət limit 30 km/saatdan aşağıdır. Həmin ərazilərdə sürətin effektiv məhdudlaşıdrılması üçün sürət məhdudlaşdırıcı təpəciklərdən və çəpərlərdən və s. kimi vasitələrdən istifadə daha məqsədəuyğun olar.

Ağıllı Nəqliyyat sistemlərinin tətbiqi yollarda müvafiq infrastrukturun qurulmasını və yüksəksürətli mobil internetin labüdlüyünü tələb edir. Bu məsələ smart şəhərlər kontekstində və bütün hərəkət iştirakçılarının (nəqliyyat vasitələrinin) müvafiq texnologiyalarla təmin olunması şəraitində tam effektiv nəticə verə bilər.

Ümumilikdə yol hərəkətində təhlükəzliyi yaxşılaşdırmaq üçün yaşayış məntəqələri daxilindəki küçə- yol şəbəkələrində orta hərəkət sürətini aşağı salmaqla qəza riskini və onun ağırlığını aşağı salmaq olar. Qeyd olunan üsul və vasitələr buna xidmət edir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Elvik, R. (2012), “Speed limits, enforcement and health consequences.” Annual Review of Public health, 33, 225-238.
2. Nilsson, G. (2004). Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety, ISSN 1404-272X.
3. Rosen et al (2011): E. Rosén et al. Accident Analysis and Prevention 43 (2011) 25–33.
4. NACTO. (2013). Streets. In: Urban Street Design Guide. Island Press, Washington, DC. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-534-2_1
5. Speed and Crash Risk. International Traffic Safety Data and Analysis Group, The International Transport Forum. https://www.roadsafetyfacility.org/publications/speed-and-crash-risk-itf- document. (Noyabr 30, 2023).
6. Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners, second edition. Global Road Safety Partnership, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva; (2023) .https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/3146-wbk-speed-mgmt-2nd-edition-131023- electronic.pdf?sfvrsn=696ed45e_3.
7. Azərbaycan Respublikasında 2022-ci il ərzində baş verən yol-nəqliyyat hadisələrinin statistikası https://www.stat.gov.az/news/index.php?lang=az&id=5435. Noyabr 30, 2023.

8. https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/148621/advancing-safety-efficiency-sustainability-road-ecosystem/. Noyabr 30, 2023
9. https://www.ite.org/technical-resources/topics/speed-management-for-safety/setting-speed-limits/
   Noyabr 30, 2023.

Factors Affecting the Determination of the Optimal Location of the Logistics Center

Maharramzada M.A.
National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan
maharram218@gmail.com
DOI: 10.13140/RG.2.2.36154.98244

Abstract.

The article discusses the process of determining the optimal location of logistics centers. The dynamic changes occurring in any region require serious attention to the issues of logistics interaction between all participants of the system, especially the optimization of the distribution process. Here, the main focus should be on the correct and optimal location of the logistics center. Every parameter must be considered during the process. In this future, it is very important to create new transport logistics corridors, to use the existing transport logistics corridors efficiently at the maximum level. When determining the location of logistics centers, the existing infrastructure should be used properly. This allows to minimize the costs of the new logistics center project. When considering the impact of external and internal factors, the project's legislation, social environment, environmental safety, qualification of the management team, etc. it is necessary to remember the implementation within the framework.

Keywords: logistics center, location model, costs, influencing factors, transport

Introduction.

As part of the efficient operation of the logistics system, one of the problematic issues to be resolved is the decision regarding the rationalization of the existing distribution network. In logistics, many international European companies use the "drop-shipping" model of goods distribution as an option for a cheap and efficient transport system. However, this choice is not always justified and convenient for all participants of the logistics system. Designing transport logistics centers in dynamically changing economic conditions, including choosing the best location, is a multi-stage process that requires consideration of many external and internal factors. In particular, the choice of location for a construction project depends on the goals and objectives set by the decision makers. When considering the influence of external and internal factors, implementation of the project within the framework of legislation, social environment, environmental safety, qualification of management staff, etc. should be considered. Conducting a comprehensive analysis of the location of the logistics infrastructure facility will allow us to correctly evaluate the choice and make rational management decisions in the future [Məhərrəmzadə M.A.,2022] Broadly speaking, worldwide logistics challenges such as fuel costs, business process improvement, improved customer service, economics, driver shortages and retention, government regulations, environmental issues, technology strategy and implementation, etc. can be shown. In the world transport system, traffic jams, expansion of cities and increase in transport prices can be mentioned as global problems. Of course, these problems are taken in general. That is, more precisely, each region has its own problems of transport and logistics centers. The problems in the field of logistics around the world include problems encountered in storage activities, problems in handling and packaging activities, problems in purchasing raw materials, and problems in customs activities. The choice of the warehouse location and type is made depending on a long-term planning and based on sound foundations. However, most firms make warehousing decisions without any planning and face various problems causing huge losses to the enterprise. The main problems encountered in warehousing activities are [С. Ф. Куган.,2019]:

- the use of general-purpose warehouses without taking into account the management concepts and applications of the operation, characteristics, technology and equipment advantages of a

warehouse depending on the field of activity
- lack of sufficient territory for storage and protection of resources
- lack of preparation of separate areas in storage areas that will facilitate loading and unloading of goods
- making wrong decisions in the choice of warehouse location and, in connection with this, the emergence of problems such as high rent and transportation
- inability of the selected place to expand in later periods, lack of flexible growth
- warehouse temperature, humidity, sound, light, etc. lack of proper coordination for activities such as keeping risk factors at a minimum level
- non-use of information technologies in warehousing activities.

Results and its discussion. Choosing the optimal location should not only be based on cost minimization. Because the area with better infrastructure may be selected during location determination with minimal cost, but it may not be the most optimal location. However, due to constant changes in the external environment, it is quite difficult to achieve such a situation. Many scientific studies have been conducted on this. The model proposed by the authors was based on four indicators: the cost of transportation, the size of the package, the average transportation time, and the enterprise's costs related to storage and processing of goods were not taken into account. The improvement of the model for the selection of the type of delivery made it possible to determine the amount of total costs for the physical distribution of goods associated with serving a certain market in a certain unit of time [С. Ф. Кугaн. 2019]:

$Gkl = S_x * P + i*t_x*C*P + Z *P/Q + i*C*Q/ 2$

where, Gkl – total costs of physical distribution of goods; Sx – transport tariff;

P – demand for goods;

i – index of transport maintenance costs, tx - time of delivery of goods x,

C - product value or price,

Z – order storage and execution costs,

Q – the average size of the ordered goods

Here, total costs consisted of shipping costs, in-transit storage costs, order fulfillment costs, and inventory holding costs. This one-sided approach to the formation of logistics costs did not take into account the costs of information management and processing of the enterprise. Based on this, the total cost of logistics services was presented as follows:

TDC = TC + FC + CC + IC + HC + PC + MC, (2)

where TDC is the total cost of logistics services;

TC – cost of transport services;

FC – fixed costs for warehouse services;

CC – information processing, settlement processes, etc. costs (ommunication costs), IC - inventory cost,

HC - processing costs (processing cost),

PC – cost of protective packaging (cost of protective packaging), MC – distribution of management costs.

The efficiency of the operation of the future logistics facility is determined by the current state and development dynamics of Azerbaijan's economy. Existing methods for choosing the location of logistics centers ("center of gravity" method, "grid" method, optimization methods of linear programming) allow to obtain optimal results. When determining the location of logistics facilities at a higher hierarchical level, where there are many participants in the logistics chain and relationships between them that are difficult to trace, the selection of the location of logistics

facilities by these methods becomes inefficient due to multifactorial influences on the selection of the location. Since the logistics center is a large investment object, investors mainly pay attention to the potential of the company and the risk component when choosing a region. These ratings are formed on the basis of expert methods (analytical hierarchy method, scoring), so these ratings are largely subjective. Also, the characteristics of the transport industry, for example, the indicators of the region's transport work, the level of development of the transport infrastructure, are not sufficiently taken into account. In order to study and evaluate the operation of the system in the future, it is necessary to study the dependencies between the market factors affecting the location of logistics facilities and to model the market environment of the regions where logistics centers are potentially located. A number of factors are suggested to be taken into account when designing logistics facilities. An objective assessment of these factors, in our opinion, allows for the minimization of investors' costs and increases the competitiveness of companies that own such logistics facilities. Depending on the management object of the element of the logistics system, various approaches have been studied to determine the factors affecting the location of the future logistics object. Demand factors for freight transportation (transport element, management object - traffic flow), demand factors for warehouses (collection element, management object - cargo flow, goods flow), investment attractiveness factors of the region (3PL, management object - material flow) were considered. Depending on the typology of logistics facilities, two levels of factors influencing the selection of the location of the logistics facility were identified:

- micro-level factors that affect the selection of a specific site and have a direct impact on the parameters of the future logistics facility (considered at the final stage of land site selection for type I facilities, as well as types II and III).

- macro-level factors affecting the development of logistics infrastructure at the level of the country, district, region (hierarchical levels II and III of the logistics object);

The criterion for the integration (adjustment) of the transport mode into the transport network of the region is the parametric evaluation of the degree of use of each mode of transport within the region, the length of the transport mode network and its interaction density with other modes of transport in the single transport network of the region. The physical meaning of the calculations consists in determining the value of the evaluation parameter for the considered region (Lankara-Astara) and comparing it with the benchmark values proposed for countries with different levels of economic development. According to the obtained value of this parameter, the values for the region located on this or the other line and the need for investment by this country or group of countries are suggested. The data is calculated by taking into account interests when a particular region network is prioritized. In the Lankaran-Astara region, the integration coefficient of the transport mode into the single transport network is calculated based on the following formula using equal relations of each mode of transport:

$$k_{nn} = \beta_i\sqrt{\frac{l_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i} + \frac{l_i+\omega_i}{\sum_{i=1}^{n} \rho_i}} + \delta_i\sqrt{\frac{l_i}{S_{döv}}} + \lambda_i\sqrt{\frac{l_i}{\sum_{i=1}^{n} l_i}} + \mu_i\sqrt{\frac{\eta_i}{\sum_{i=1}^{n} \eta_i}} =$$

$$= 0{,}07\sqrt{9} + 0{,}11\sqrt{4} + 0{,}03\sqrt{1} + 0{,}2\sqrt{0{,}25} = 0.56$$

where k_{nn} is the reduction coefficient of the indicator quantity according to the criteria of the density of the placement of lines by transport types in the region; β_i - the linear length of the transport network of the type of transport used by the type of transport (cargo or passenger transport), km; l_i - the

number of settlements covered by transport services provided by this type of transport; ω_i- the area of the territory determined for the service of the transport type, km²; ρ_i- the parity coefficient of the length of the communication lines of the transport type and the area of the area where they are located; S - the area of the territory where the integration of the single transport network is implemented, km²; λ_i - relative coefficient of the network by types of transport in the area; μ_i - the coefficient of interaction density by types of transport in the area's single transport network; η_i- is the number of points for transferring goods and passengers to other types of transport. The data is calculated by taking into account interests when a particular region network is prioritized [Məhərrəmzadə M.A., 2022].

The area of the transport-logistics center includes: warehouse storage areas for long and short-term product storage, transit and transition areas, cold storage, office buildings, customs terminal, sorting station and a goods processing shop (packaging) to increase the type of goods and give the product a commodity appearance. , painting, gluing) etc.

The total area is calculated as follows:

$S_{gen} = S_{used\ ar.} + S_{tran.} + S_{ser.} + S_{equip.} + S_{rec.} + S_{unload.} + S_{pack.} + S_{dam.}$, м^2

which, S_{gen} – is the general area of the logistics center;

$S_{used\ ar.}$ – the used area of the logistics center

$S_{tran.}$ – transition area

$S_{ser.}$ – service area

$S_{equip.}$ – the area of the zone occupied by the equipment

$S_{rec.}$ – cargo reception area

$S_{unload.}$ – cargo unloading area

$S_{pack.}$ – packaging area

$S_{dam.}$ – damaged product area

Accordingly, products stored by the racking method will amount to 6,000 tons.

In accordance with modern requirements, according to the technical indicators of our A-class warehouse, the load of 1m2 of the floor should be 5 tons and at least 1.2 meters from the floor. Thus, we find the necessary area for the bulk storage area. The calculation is carried out by the formula:

$S_{stor.} = ns/M$

$S_{stor.}$ – bulk storage area;

Where ns is the number of places for storage, M = 5t

$S_{stor.} = 6000$ tons/5 tons = 1200.00 m^2

$S_{stor.} = (f_t\, n_s\, k_s)/\ Z_y$, m^2,

$S_{stor.}$ – bulk storage area

where, ft – warehouse tare area, m^2

n_s – number of slots for storage

k_s – packing density coefficient (1.05-1.2)

Z_y – the number of layers determined by the permissible load per 1 m2

The number of tiers is found as follows:

Here m_t is the weight of the tare, t(kg) $m_t = 0.5$ t.

M – maximum permissible mass, per 1 m^2 area, M = 5.5 t

Zy = 5/0,5 = 10

$S_{stel.sax.} = (1m^2 * 6000\ ton * 1,2) / 10 = 720\ m^2$

The area of the rack storage area will be calculated using the following formula:

$S_{used\ ar.} = S_{stel.} + S_{stor.}$ (3.1.7)

$S_{used\ ar.} = 720 + 1200 = 1920$

Let's calculate the area of transition zone (rack):

$S_{tran.}$ = Sstel. * $k_{tran.}$

$S_{tran.}$ = 720 * 1,8 = 1296 m^2

We will define the service areas of the personnel as follows:

$S_{ser.}$ = m $f_{i,}$ m^2,

Where m is the required number of workers in the warehouse;

Where m is the required number of workers in the warehouse;

m = 26 people, on 1 shift;

fi – area norm of one worker, m2/person;

fi = 4 m2/person.

Area = 30 * 4 = 120 m2

Receiving, filling and packaging areas, road and rail transport areas, equipment handling areas and perishable areas are also defined by expert assessment. = 50 m2 is accepted.

The area of the cargo receiving zone is determined by the following formula:

S_{rec} = $S_{avt.rec.}$ + $S_{rail.rec.}$

where $S_{avt.rec.}$ is a vehicle reception area

$S_{rail.rec.}$ - railway transport reception area

$S_{avt.rec.}$ = 450 pallet yer = 300 m2

$S_{rail.rec.}$ = 500 pallet yer = 250 m2

$S_{rec.}$ = 300 + 250 = 550 m2

Since the unloading area is calculated in the same way, we can find the area of the shipping zone: $S_{unl.}$ = 300 + 250 = 550 m^2

The packing area should be designed for about 300 pallets.

$S_{pack.}$ = 300 pallet yer = 300 m^2

60 pallets are planned for the damaged product area.

$S_{dam.}$ = 60 pallet yer = 60 m^2

So, let's calculate the total area of the logistics center:

S_{gen}= 1920 + 1296 + 120 + 550 + 550 + 300 + 60 + 50 = 4846 m^2

1<k<2 - suitable for the optimal development of the transport network in the region, special justification is required for the further development of the network;

k<1 - the regional transport network is not fully developed and there is a need for investment;

k>2 - the improvement of the regional transport network has been completed and no additional investment is required for its development. According to our results, since this indicator is 0.56 in the Lankaran-Astara economic district, it can be noted that the transport network in this area is not fully developed and there is a need for investment.

In general, several factors affect the location of logistics centers, let's mention the main ones.

1. Socio-economic factors. This includes the population, average income of the population, gross regional product, retail trade turnover, import and export volume, etc. This factor should be taken into account in our country. As a developing country, Azerbaijan, the leading country in the region, has good potential conditions for the creation of new logistics centers.

2. Geographical (territorial) factors. The climate zone of the area where the center will be located, availability of transport corridors and proximity to it, etc. indicators are attributed. In this factor, the process of maximum coordination of existing transport nodes should be completed. Development directions should be indicated in this process.

3. Infrastructure factors. It includes the density of railways and highways, the state of transport communications, the availability of the capacity of transport infrastructure. Because the interaction of

any types of transport with each other and the increase of transit possibilities have a positive effect.

4. Political and normative-legal factors. The features of the customs and tax policy, the national projects implemented by the state in the creation of the transport-logistics system, and economic regulations in this area can be mentioned. There are currently major changes in this field in Azerbaijan. Regulations are implemented by the state to create new logistics centers and increase the efficiency of existing logistics centers. Deficiencies in this direction are eliminated.

5. Transport activity indicators. This applies to the volume of transport, types of general transported cargo and requirements for safe transportation of cargo by all modes of transport available in the region. All such types of transportation must be carried out in accordance with the implementation of international transportation.

6. Integration of transport modes. The integration of different types of transport, the possibility of efficiency of transport by several types of transport is considered essential

The models of total distribution costs formed the basis for the further study of the feasibility of locating logistics centers in a given area. It was found that individual components of product promotion costs act as additional parameters for evaluating potential location. Modern computer programs in the form of decision-making support systems, as well as technical capabilities of information and communication systems and automatic identification of objects have led to a decrease in the costs of logistics services. The highest cost in the distribution of goods remains the cost of transportation, which greatly affects the choice of location of logistics centers.

In general, we can note that the main role in the historical development of logistics centers is played by the inclination to global trade [Алесинская, Т. В. 2010]. This is confirmed by the acceleration of the historical development process of logistics centers at the time when the effects of globalization are at their highest. Another factor influencing the historical development of logistics centers is the different goals of countries. The main impetus for growth in the United States and Japan was provided by the reduction of energy and labor costs. In particular, the occurrence of problems related to traffic congestion created conditions for the creation of logistics centers. The concept of a logistics center ensures that many logistics activities such as transportation, distribution, warehousing, customs clearance, export, import, transit operations, insurance, banking and production are carried out in a certain region. There are many logistics centers in the world. These centers are classified according to their size, trade volume and the range of logistics services provided as follows:

• global logistics centers
• international logistics centers
• regional transportation and distribution centers
• local transportation and distribution centers

Logistics centers are mostly located near large and important production centers, cities and railways, and if possible, ports. Logistics centers are located outside the city as much as possible, where the goal is to reduce traffic congestion in the city and improve the quality of life. Services in logistics centers include transportation, distribution, classification and grouping of goods, warehousing and other operations necessary for the implementation of all these operations (banking, insurance and other services). Logistics centers are different according to their classification. These include distribution center, dry port, inland port, freight center, logistics hub, gateway, freight village, etc. includes. For the more efficient implementation of warehousing activities and as an innovation, for the first time in the European region, warehousing was divided into categories A, B, C and D according to the standards. The most superior of these categories is A, and the category warehouse is taken as a simple-shaped warehouse [Məhərrəmzadə M.A., 2022]. Category A warehouses are 1-story warehouses equipped with modern technologies and built with high-standard materials. The height of the ceiling can be up to 10m

for the placement of various equipment. These warehouses are equipped with dust-proof smooth floor, height-adjustable automatic doors, adjustable temperature system, video surveillance, etc. is provided. These warehouses also have a warehouse management system for all types of reporting and balance reporting of customers' goods, logistics operators for their distribution and 100% insurance. Taking into account all that we have mentioned, we divide the warehouses into categories. Based on these parameters, we have shown the images of the most commonly used A, B and C type warehouses.

Photo1. Category A warehouse

Photo2. Category B warehouse

Photo 3. Category C warehouse [Məhərrəmzadə M.A., 2022]

Table 1 – Functionality of logistics infrastructure facilities [Məhərrəmzadə M.A., Nəcəfov E.M., 2021]:

Həyata keçirilən funksiyalar	LM	AM	PM	A
Storage	+	+	+	+
Order selection	+	+	+	+
Sorting	+	+	+	+
Repacking	+	+	+	+
Intermodal tranportation	+			
Cargo transportation	+	+	+	
Customs service	+	+	+	
ICT services	+	+	+	
Distribution optimization	+	+	+	
Financial services	+		+	
Rental of transport packaging	+			
Transportation	+			
Packaging Repair	+			
Gas filling machines	+			
Catering services	+			
Hotel services	+			

Note: LM – logistics center; AM – storage center; PM – distribution center, A – warehouse.

Factors affecting the volume of logistics operations and functions can be grouped as follows [С. Ф. Куган.,2019.]:

1. Industrial factors:

nomenclature, dimensions and mass of materials consumed by the company; the number of suppliers of material resources;

the number of buyers of the finished product;

the presence of intermediary firms engaged in the complex supply of material resources;

availability of innovative start-up and debugging facilities.

2. Regional factors:

system of relationships with suppliers of material resources and consumers of the company's products in the region (directly, through wholesale bases in the region or outside);

the presence of specialized enterprises for providing transportation within the region, specialized

enterprises for production and repair of standard means of loading-unloading and transport-storage operations and mechanization of containers.

3. Domestic production factors:

dimensions and weight of manufactured products;

output volume;

type of production (single, small, large, mass);

form of production process organization (technological, subject, detailed specialization);

Using digital maps, you can calculate the approximate value of logistics costs for a certain location, taking into account the type of transport, orders, price lists and other available parameters.

In addition to the calculation of possible transport costs, the estimated cost of the investment should be indicated. Such costs should be taken into account for each option, depending on whether the logistics center will be formed on the basis of a ready-made warehouse area or will require investment in a new project [Кристофер, M. Sankt Peterburg, 2004.]. Also an important element is the determination of additional factors that may have a significant impact on the location of the logistics center, for example, the distance from a multimodal center or an airport. The choice of location should be checked for economic efficiency. The most popular method is the analysis of NPV, IRR, MIRR. In addition to transportation and infrastructure costs, site operating costs and capital costs should also be considered when evaluating the cost of an ongoing project. The financial analysis should be a confirmation and further recommendation for the chosen location of the logistics center according to the preferences of the decision maker. The result of the calculation process is the recommended location of the logistics center [С. Ф. Куган, 2019]. Taking into account the above, the following should be taken into account when choosing the optimal location of logistics centers:

- to use the possibilities of expansion of existing distribution warehouses

- it is advisable to save as much land as possible - at least 100 hectares;

- multifunctionality of the territory of the logistics center when designing

- consolidation of small distribution centers into one large logistics center

Literature

1. Məhərrəmzadə M.A., Bakı, (2022) “Azərbaycan Respublikasında regional nəqliyyat-logistika mərkəzləri sisteminin inkişafının elmi-metodiki əsasları” dissertasiya işi.
2. Məhərrəmzadə M.A., Nəcəfov E.M., Fevral məruzələri-(2021).“Logistika mərkəzlərinin formalaşmasında beynəlxalq təcrübə”
3. С. Ф. Куган., Журнал экономика и управление народным хозяйством, (2019). 125-130. Выбор с.местоположения логистического центра
4. Кристофер, M. Sankt Peterburg, (2004). – 320 s. Логистика и управление цепочками поставок.
5. Алесинская, Т. В. Основы логистики. (2010). Функциональные области логистического управления.

Akıllı Kavşaklarda Yeni Trafik Yönetim Teknolojisi

Seyitali İLYAS[1] Dr. Öğr. Üyesi Yalçın ALBAYRAK[2]
[1] *Akdeniz Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Akdeniz Üniversitesi*
seyitaliant@gmail.com

[2]*Akdeniz Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Akdeniz Üniversitesi*
yalbayrak@akdeniz.edu.tr

Özet

Büyükşehirlerde nüfusun hızla artmasıyla trafikte yaşanan yoğunluk ulaşım sistemlerinin verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu zorluklarla başa çıkmak ve trafik akışını daha akıcı hale getirmek amacıyla, ulaşım sektöründe yeni teknolojilerin gelişimi büyük bir önem taşımaktadır. Ulaşımda yeni teknolojilerin gelişimi sinyalizasyon sistemi ile kontrol edilen kavşaklara sinyal süresi ve faz planı eniyilemesi tabanlı çözümler getirmiştir. Ancak bazı trafik hacim senaryolarında, geliştirilen yöntemler etkisiz kalabilmekte ve buna bağlı olarak güncellenerek yeni modellerin işletilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada akıllı kavşaklar için, yeni bir tam uyarlanabilir trafik yönetim stratejisi uygulanmıştır. Bu yöntem Türkiye'de bulunan yerli ve yabancı turistlerin ilgisini çekmesi sebebiyle yoğun trafik akışının olduğu Antalya şehrindeki bir akıllı kavşaktan alınan gerçek trafik verileri ile test edilmiştir. Akıllı kavşak kollarındaki manyetik algılayıcıların gelen trafik taleplerine göre tetiklenmesiyle her döngüde sinyal süresi ve faz planı eniyilemesi gerçekleşmiştir. Bu yaklaşımın değerlendirilmesi amacıyla SUMO benzetim programında özgün model tasarlanmıştır. Bunun için öncelikle SUMO'nun grafik arayüzü olan NETEDİT'te yol ağı, trafik ışıkları, trafik talepleri, araç algılayıcılar oluşturulmuştur. Daha sonra SUMO'nun trafik kontrol arayüzü kütüphanesi olan TraCI'yi içe aktararak Python programlama dili aracılığıyla yazılan kodlarla, sinyal sürelerinin ve faz planının etkin yönetimi sağlanmıştır. Önerilen yöntem ortalama bekleme süresi, toplam bekleme süresi, ortalama yolculuk süresi, toplam yolculuk süresi ulaşım parametreleri açısından mevcuttaki yöntemlerle karşılaştırılmış olup mevcut yöntemlerden daha başarılı sonuçlar verdiği, özellikle sola dönüşlerin azaldığı senaryolarda sistem performansının önemli derecede arttığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: SUMO Benzetim Programı, Akıllı Kavşak, Trafik Yönetimi, TraCI

Jel Kodları: C61, C63, R41

Abstract

With the increase in acceleration in metropolitan cities, difficulties in the efficiency and sustainability of traffic distribution arise. To cope with these challenges and make traffic flow more fluid, the development of new technologies in the transportation sector is given great importance. The development of new technologies in transportation and the duration of solutions based on signal duration and phase plan optimization for intersections controlled by the signaling system. However, in some traffic volume scenarios, it may remain to destroy the distribution and accordingly, new models need to be updated and run. For these smart intersections, a new fully adaptive traffic management strategy has been prepared. This method was tested with real traffic data taken from a smart intersection in Antalya, where there is intense traffic scanning due to the withdrawal of domestic and alienation monitoring in Turkey. Use of signal duration and phase plan optimization in each cycle by triggering the magnetic sensors on smart intersection arms according to incoming traffic demands. To evaluate this approach, the SUMO simulation program was designed as an original model. To do this, first of all, the road network, traffic lights, traffic explosions and vehicle

sensors are distributed in NETEDIT, which is the graphics module of SUMO. Then, by importing TraCI, SUMO's traffic control package library, effective management of signal durations and phase plans was achieved with codes written via Python programming language. The proposed method compared the average waiting time, total waiting time, average travel time, total travel time with the existing permits in terms of transportation and it was seen that the system hardware was significant, especially in the stopping scenarios of left turns.

Key words: SUMO Simulation Program, Smart Intersection, Traffic Management, TraCI

Jel Kodları: C61, C63, R41

1. Giriş

Günümüzde, iklim değişikliği dünya genelinde ciddi bir sorun haline gelmiştir. Artan sera gazı emisyonları, küresel sıcaklıkları etkileyerek iklim sistemini bozmakta ve çeşitli çevresel sorunlara yol açmaktadır. Motorlu taşıtlar, enerji üretimi ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu artırmaktadır. İklim değişikliğine neden olan faktörlerin başında fosil yakıtların kullanımı gelmektedir (H. Li & Qi, 2011).

Bu bağlamda, iklim değişikliği ile mücadelede sürdürülebilirlik kavramı, adeta bir kılavuz olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk adım, fosil yakıtların kullanımını azaltmak ve temiz enerji kaynaklarına geçiş yapmaktır. Bu nedenle hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çevre dostu ulaşımı teşvik etmek, iklim değişikliğiyle mücadelede atılacak önemli adımlardan biridir (Hepting et al., 2020; H. Li & Qi, 2011).

Günümüzde artan çevresel endişeler, iklim değişikliği ile mücadelede acil önlemleri beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda, ulaşım sektörü, hem karbon ayak izini azaltmak hem de trafik sorunlarına çözüm üretmek adına çevre dostu alternatiflere yönelmek zorundadır. Çevre dostu yeni ulaşım teknolojileri, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynarken aynı zamanda trafik sıkışıklığı sorunlarını hafifletme potansiyeliyle de dikkat çekmektedir. Sinyalize kavşaklar yeni ulaşım teknolojilerinin uygulandığı önemli bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır (Zhao et al., 2013).

İnsanlık, yol ağlarının büyüklüğü ve karmaşıklığı karşısında çeşitli trafik sorunlarına çözümler aramıştır. Bu sorunları ele almak adına atılan adımlardan biri de sinyalize kavşakların ortaya çıkması olmuştur (G. Li et al., 2019).

İlk sinyalize kavşak, trafik sinyallerinin kullanıldığı, araçların ve yayaların trafiği düzenli bir şekilde geçişine izin verildiği devrim niteliğindeki bir adım olmuştur. 1868'de Londra'da bir gaz lambasıyla yapılmış olsa da ilk elektrikle çalışan sinyal sistemleri 20. yüzyılın başlarında ABD'de ortaya çıkmıştır. Cleveland, Ohio'daki Euclid Avenue ve East 105th Street köşesinde 1914'te faaliyete geçen bu sistem, trafik sinyallerinin kullanıldığı ilk kavşak olarak tarihe geçmiştir (McShane, 1999; Pollard, 2008).

İlk sinyalize kavşaklar, trafik akışını daha düzenli hale getirmenin yanı sıra, çarpışma riskini azaltmak ve yayaların güvenli bir şekilde geçişini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistemler,

zaman içinde geliştirilerek farklı ışık kombinasyonları, sensörler ve daha sofistike kontrol sistemleri ile donatılmıştır.

Türkiye'de ilk sinyalize kavşak şehrin trafik sorunlarına çözüm getirmek amacıyla İstanbul'da hayata geçirilmiştir. 1929 yılında hizmete giren ve İstanbul'un Şişli ilçesinde bulunan "Maçka Kavşağı," Türkiye'nin ilk sinyalize kavşağıdır. Bu kavşak, sinyalizasyon sistemleriyle donatılmış olmasıyla birlikte dönemin modern trafik düzenlemelerine öncülük etmiştir. İstanbul'un artan nüfusu ve trafiğinin karmaşıklığı karşısında, Maçka Kavşağı'nın faaliyete geçirilmesi, şehir trafiğinin düzenlenmesinde önemli bir adım olmuştur(*Trafik Işığı - Vikipedi*, n.d.).

Günümüzde Türkiye genelinde birçok sinyalize kavşak bulunmaktadır. Bu kavşaklardaki sinyal kontrol sistemleri, trafik yönetimini otomatik olarak sağlamaktadır. Sinyal kontrol sistemleri, trafik akışını düzenlemek ve optimize etmek amacıyla kullanılan çeşitli yöntemlere sahiptir.

Sinyalize kontrol teknikleri bazıları incelendiğinde:

- Sabit zamanlı sinyalizasyon sistemleri: Sabit zamanlı çalışan sinyalize kavşaklar, trafiği düzenlemek ve güvenliği artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan bir trafik kontrol yöntemidir. Bu kavşaklarda, trafik ışıkları belirli bir zaman planına göre değişir ve bu değişimler belirli aralıklarla tekrarlanmaktadır.
- Tam trafik uyarmalı sinyalizasyon sistemleri: Trafik talebi ile bütün sinyal gruplarının harekete geçirildiği trafik sinyal kontrolü. Tüm yaklaşım kollarında araçlar ve yayalar için algılayıcılar bulunan, sinyal fazlarının sıra ve sürelerinin, uyarı alınan yaklaşım kollarındaki trafik yoğunluklarına göre otomatik olarak değiştirildiği sinyalizasyon kontrol sistemleridir.
- Adaptif trafik yönetim sistemleri (ATYS): Anlık talebe göre otomatik olarak uyarlanan kavşak sinyal kontrolü sağlayan ve kendi kendine öğrenme kabiliyetine sahip sistemdir (*Akıllı Ulaşım Sistemleri Terimler Sözlüğü Güncellendi - Duyurular - Haberleşme Genel Müdürlüğü*, n.d.).

Görüldüğü üzere teknolojik gelişmelerle birlikte trafik yönetim teknolojisi sürekli olarak evrilmiş ve günümüzde daha akıllı ve etkili hale gelmiştir. Manyetik sensörler, kameralar ile donatılmış olan akıllı kavşaklar sayesinde trafik durumu daha hassas bir şekilde izlenmekte ve sinyal süreleri buna göre ayarlanmaktadır (*Hibrit Akıllı Trafik Sistemleri | Mosaş Group Akıllı Ulaşım Teknolojileri*, n.d.).

Kameralı akıllı kavşak yönetimi görüntü işleme teknolojisiyle çalışan bir çözümdür. Tek veya çok kameralı sistemlerle donatılan bu yönetim sistemi, gerçek zamanlı olarak kavşaktaki araç sayısını, sınıflarını ve ortalama hızlarını analiz etmektedir. Elde edilen verilere dayanarak, trafik akışını hızlandırılmakta ve gerekli veriler trafik etüt çalışmaları için kullanılmaktadır (Lin et al., 2023).

Manyetik dedektörlü akıllı kavşak yönetimi ise özellikle kavşaklarda etkili bir trafik kontrol sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistem, zemine döşenen bakır kablolar aracılığıyla elektriksel manyetik bir alan oluşturarak araçları algılamaktadır. Bu sayede, kavşaklardaki trafiği optimize etmek ve hızlandırmak mümkün olmaktadır.

Hibrit Akıllı Trafik Yönetim Sistemi, bu teknolojilerin entegrasyonunu içermektedir. Kameralı sistemlerle görüntü işleme teknolojisinin yanı sıra yol üstüne yerleştirilen manyetik döngü

dedektörleriyle gerçek zamanlı çözümler sunmaktadır. Bu sistem, sadece kavşağa giren kollardaki talepleri değerlendirmekle kalmaz, aynı zamanda kavşaktaki faz sürelerini ve sıralamalarını anlık olarak ihtiyaca göre artırıp azaltıp değiştirerek trafik akışını daha da optimize etmektedir .

Hibrit akıllı kavşak yönetim sistemi, akıllı kavşak yönetimini daha verimli hale getirmek üzere tasarlanmış bir modeldir. Bu sistem, trafik yönetimindeki geleneksel yöntemlerden daha dinamik ve etkili bir yaklaşım sunarak şehir trafiğinin akışını daha güvenli ve hızlı hale getirmektedir.

Trafik yönetimindeki bu gelişim süreci, modelleme araçlarıyla desteklenmektedir. Özellikle SUMO simülasyon programı, geliştirilen trafik yönetim sistemlerinin sanal ortamda test edilmesine ve optimizasyonuna imkân tanımaktadır. Bu sayede, gerçek dünya uygulamalarından önce çeşitli senaryolarda sistemlerin performansı değerlendirilerek daha etkili çözümler geliştirilmektedir (Bragard et al., n.d.; *Tutorials - SUMO Documentation*, n.d.).

Bu çalışmada 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında Bakanlıkça geliştirilen SUMO (Kent İçi Analiz Platformu) paket programının Türkiye'ye uyarlaması kullanılmıştır (*Kent İçi Hareketlilik Analiz Sistemi (SUMO Türkiye Uyarlaması)*, n.d.). Antalya da Atatürk Bulvarı-17. Cadde kesişiminde bulunan sinyalize kavşak SUMO benzetim programında modellenmiştir. Antalya Trafik Kontrol Merkezinden (ATKOM) alınan trafik hacim verileri, sinyal süreleri, sinyal planları, kavşağın geometrik yapısı gibi bilgiler kullanılmıştır. Böylece hibrit akıllı kavşak yönetim teknolojisinin mevcuttaki yöntemlerden daha başarılı olduğu trafik parametreleri açısından incelenmiştir.

2. Kent İçi Hareketlilik Analiz Sistemi (SUMO Türkiye Uyarlaması)

SUMO (Simulation of Urban MObility), araçların, yayaların ve toplu taşımanın yanı sıra geniş bir yelpazedeki trafik sistemlerinin modellenmesine olanak tanıyan açık kaynaklı bir trafik benzetim programıdır. SUMO benzetim programının çekirdek yapısı C++ ile geliştirilmiştir ve Python'un API (Application Programming Interface) desteği ile etkileşimli olarak kullanılmaktadır (Lopez et al., 2018).

SUMO ilk oluşturulduğu aşamalarda yazılım geliştiricileri tarafından kullanılmıştır. Komut satırı üzerinden Python kodlarıyla yapılmak istenilen çalışmalar uygulanmıştır. Günümüzde ise modüler yapısı sayesinde ağ aktarımı, rota hesaplamaları, görselleştirme ve emisyon hesaplaması gibi çeşitli trafik benzetim programı görevlerini otomatikleştirerek kullanıcılarına geniş bir destek araçları yelpazesi sunmaktadır.

SUMO'nun temel modüllerinimden bazıları aşağıda açıklanmıştır:

- NETEDIT Modülü: Trafik ağı düzenlemeleri için kullanıcı dostu bir grafik arayüz sağlamaktadır. Trafik ağının görsel düzenlemesi (ağ topolojisi, kavşaklar, yol segmentleri ve trafik sinyaller) ve özelleştirmesini mümkün kılmaktadır. Böylece NETEDIT, kullanıcıların trafik simülasyon senaryolarını daha hızlı ve etkili bir şekilde oluşturmalarına yardımcı olmaktadır.
- NETCONVERT Modülü: Bu modül, OpenStreetMap (OSM) verilerini kullanarak SUMO'nun

anlayabileceği bir formatta dönüştürüp içe aktarmakta olup bu verileri trafik benzetim programı için kullanılabilir hale getirmektedir. Bu sayede, OpenStreetMap verilerini kullanarak daha geniş ve gerçekçi trafik senaryoları oluşturmak mümkün olmaktadır.

- NETGENERATE Modülü: Belirli kurallar ve parametrelerle otomatik olarak trafik ağları oluşturmaktadır. Kullanıcıların özel trafik ağları oluşturmasına olanak tanımaktadır.
- ROUTE Modülü: Araçların belirli bir güzergahı takip etmelerini sağlamaktadır. Rota belirleme algoritmalarını kullanarak araç hareketlerini kontrol etmektedir.
- VEHICLE TYPES Modülü: Farklı araç sınıfları ve özelliklerini tanımlamaktadır. Araç tiplerinin özelliklerini belirleme imkânı sunmaktadır.
- EMISSIONS Modülü: Çevresel etkileri değerlendirmek için karbon emisyonları ve hava kalitesi hesaplamalarını içermektedir. Trafik benzetim programı üzerinden çevresel etkilerin analiz edilmesini sağlamaktadır.
- OUTPUT Modülü: Simülasyon sonuçlarını çeşitli formatlarda kaydetme ve analiz etme imkanı sunmaktadır. Veri çıktısını analiz araçlarına aktarılarak detaylı değerlendirmeler yapılmasını sağlamaktadır.
- GUI (Graphical User Interface): Grafiksel kullanıcı arayüzü, kullanıcılara etkileşimli bir benzetim programı deneyimi sunmaktadır. Benzetim programını görsel olarak takip etme ve kontrol etme imkanı sağlamaktadır.
- TOOLS Modülü: Çeşitli destek araçları ve yardımcı programları içermektedir. Kullanıcılara benzetim programı parametrelerini ayarlama, çeşitli analizler yapma ve simülasyon sonuçlarını işleme imkanı tanımaktadır.

SUMO'nun modüler yapısı, kullanıcılara geniş bir esneklik sağlar ve çeşitli trafik simülasyon senaryolarını modelleme imkânı tanımaktadır. Bu modüller, trafik simülasyonlarını özelleştirmek ve detaylı analizler yapmak isteyen araştırmacılar ve profesyoneller için önemli bir araç seti sunmaktadır. Ancak yazılım konusunda yetkin olmayan kullanıcılar için halen geliştirilmesi gereken birçok özellik bulunmaktadır (Goss et al., 2022; Santana et al., 2015).

Bu çalışmada kullanılan Kent İçi Hareketlilik Analiz Sistemi (SUMO Türkiye uyarlaması) Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı-Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir.

SUMO Türkiye Uyarlaması ile geliştirilen özellikler:

- Programa Türkçe arayız eklenmiş ayrıca eklentilerde Türkçeleştirilmiştir.
- Benzetim programının 3 boyutlu olarak çalıştırılmasına olanak sağlanmıştır.
- Kullanıcılar için oluşturulan grafiksel arayüz üzerinden yazılım bilgisi gerektirmeden, sonuç raporları alabilmesi sağlanmıştır.

Aşağıda Şekil 1'de SUMO Türkiye uyarlaması programı arayüzü gösterilmiştir. OSM yazılı buton ile harita verileri NETEDİT'e aktarılarak ulaşım ağı modellemesi yapılabilmektedir. Arayüz kısmı NETEDİT modülüne erişim sağlamaktadır. Simülasyon yazan buton ile benzetim programı görsel olarak gözlemlenebilmektedir.

Şekil 1. SUMO Türkiye Uyarlaması Program Arayüzü

Aşağıda Şekil 2'de görüldüğü üzere SUMO'nun GUI modülüyle 2 boyutlu olarak çalıştırılan benzetim programı SUMO Türkiye uyarlaması ile 3 boyutlu olarak gözlenebilmektedir. Burada binaların yükseklikleri gerçek bina yükseklikleri ile uyuşmamakta olup görsel olarak daha net bir görünüm sağlanması amaçlanmıştır. Ancak gelecek çalışmalarda şehirlerin dronelar ile oluşturulmakta olan 3 boyutlu modelleri ve dijital ikizlerinin entegrasyonu sağlanacaktır. Böylece gerçek verilerle uyumlu görsel çıktılar elde edilebilecektir (*Şehirlerin Dijital İkizlerini Güncelliyoruz*, n.d.).

Şekil 2. SUMO Türkiye Uyarlaması 3 Boyutlu Görsel

3. Araştırma ve Bulgular

Bu bölümde benzetim programında analiz edilmiş olan sinyalize kavşağın sinyal süreleri, sinyal grupları, faz planı, araç sayım verileri özelliklerinin yeni trafik yönetim teknolojisinin uygulanmasında kullanılması incelenmiştir.

3.1. Simüle Edilecek Kavşağın Genel Özellikleri

Atatürk Bulvarı-17. Cadde kesişiminde bulunan sinyalize kavşak 1 numaralı ve 2 numaralı yaklaşım kolları üçer şerit olarak çalışmakta, kavşak ağzında şerit sayıları sola dönüş ceplerinin de eklenmesiyle dörder şeride çıkmaktadır. 3 numaralı ve 4 numaralı yaklaşım kolları bölünmüş olup ikişer şerit olarak işlemektedir. Ayrıca 2 numaralı geliş kolundan 3 numaralı geliş koluna sağa dönüş adayla ayrılmıştır.

Aşağıda Şekil 3'te Atatürk Bulvarı-17. Cadde kesişiminde bulunan sinyalize kavşağın Google Earth görüntüsü verilmiştir. 1 numara Kemer geliş ve gidiş kollarını (yön 1), 2 numara İl Sağlık geliş ve gidiş kollarını (yön 2), 3 numara Kuzey geliş ve gidiş kollarını (yön 3), 4 numara sahil geliş ve gidiş kollarını (yön 4) temsil etmektedir.

Şekil 3. Atatürk Bulvarı-17. Cadde Kesişim Kavşağı

Aşağıda Şekil 4 üzerinde sinyalize kavşak oto grupları ve numaları gösterilmiştir. Buna göre İl Sağlık geliş kolunda Q5 (2. Grup), Q7 (4. Grup) oto sinyal vericiler, Kemer geliş kolunda Q6 (1. Grup), Q8 (3. Grup) oto sinyal vericiler, sahil geliş kolunda Q9 (6. Grup) oto sinyal vericiler, Kuzey geliş kolunda Q10 (5. Grup) oto sinyal vericiler bulunmaktadır.

Şekil 4. Atatürk Bulvarı-17. Cadde Kesişim Kavşağı Antalya Trafik Kontrol Merkezi Görüntüsü

Sola dönüşler 4. Grup oto sinyal vericilerin olduğu Q7 fazının ve 3. Grup oto sinyal vericilerin olduğu Q8 fazının yeşil yanmasıyla gerçekleşmektedir. Yol üzerinde bulunan manyetik loop sensörleri üzerinden araç geçmediği durumlarda tetiklenmektedir.

3.2. Veri Toplama

Atatürk Bulvarı-17. Cadde Kesişim Kavşağında 07.09.2022 ile 21.09.2022 tarihleri arasındaki 15 günlük sayım verisi Antalya Trafik Kontrol Merkezi'nden temin edilmiştir. Bu veri içerisinden 17:00:00- 18:00:00 (2015 Master Plan verilerine göre 45 dakika geriye kaymış olduğu görülmüştür) saatinin pik saat olduğu tespit edilmiştir. Pik saat dilimleri içerisinde 19.09.2022 tarihi verisi en çok araç en çok araç geçi olması sebebiyle bu çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

Aşağıda Tablo 1'de Atatürk Bulvarı-17. Cadde kesişimdeki sinyalize kavşağa ait trafik hacim matrisi gösterilmiştir. Buna göre Kemer geliş kolundan 1604 araç, İl Sağlık geliş kolundan 1870 araç, Kuzey geliş kolundan 979 araç, sahil geliş kolundan 457 araç olmak üzere, kavşaktan toplamda 4910 araç geçmiştir.

Tablo 1. Atatürk Bulvarı-17. Cadde Kesişim Kavşağı Trafik Hacim Matrisi

Kavşak Kolları	Yön 1	Yön 2	Yön 3	Yön 4
Yön 1	583	1448	52	195
Yön 2	2	46	408	212
Yön 3	198	30	1375	49
Yön 4	196	80	35	1

3.3. SUMO Sinyal Planı Parametre Ayarları

Antalya 2015 Master planı verilerine göre Atatürk Bulvarı-17. Cadde Kesişim Kavşağının sabit sinyal süreli, 4 fazlı bir sistemde çalıştığı ve gün boyunca devre süresinin 159 saniye olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmanın verilerinin kullanıldığı 19.09.2022 tarihinde akıllı kavşak olarak çalışmaktadır. Bu sebeple sinyal programında gerçek hayattan alınan minimum yeşil ve maksimum yeşil süreler kullanılmıştır. Bu süreler sensörlerden gelen araçların tetikleme durumlarına uzayıp kısalmaktadır ve ATKOM operatörlerince en iyileme çalışmaları yapılarak belirlenmiştir (Kemeç & Gül, n.d.; Makalesi et al., 2023; *MAtchUP Antalya - Antalya Büyükşehir Belediyesi*, n.d.).

Aşağıda Tablo 2'de akıllı kavşak sinyal gruplarının olduğu geliş kolları ve faz durumları için minimum maksimum yeşil sinyal süreleri verilmiştir.

Tablo 2. Kavşak Faz Durumlarına Göre Minimum ve Maksimum Süreler

Sinyal Grupları	Fazlar	Minimum Süre (sn)	Maksimum Süre (sn)
İl Sağlık Geliş	Q5-Q7	15	70
Ana Yol Karşılıklı	Q5-Q6	15	100
Kemer Geliş	Q6-Q8	10	30
Sahil Geliş	Q9	15	25
Kuzey Geliş	Q10	15	30

Sinyal planında gösterilen sinyal süreleri değişken olup örnek olması açısından temsili program çıktısı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kavşak Sinyal Planı Program Çıktısı

3.4. Simülasyon Çalıştırmaları

Bu çalışmada ilk durumda simülasyon sabit faz durumuna göre yapılmıştır ancak ikinci durumda sola dönüşler üzerinde bulunan manyetik loop sensörlerinin tetiklenme durumlarına göre sinyal planı değişmektedir. Bu durum Pythonda TRACI kütüphanesi kullanılarak oluşturulmuş olup program kodu aşağıdaki Şekil 5'te gösterilmiştir.

```
while traci.simulation.getMinExpectedNumber() > 0:
    traci.trafficlight.setProgram("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690", 1)


    while traci.trafficlight.getPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690") == 0:
        if traci.inductionloop.getLastStepVehicleNumber("e1_0") > 0:
            traci.trafficlight.setPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690", 0)
            traci.simulationStep()
        else:
            traci.trafficlight.setPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690", 1)

#aşağıdaki geliş kolu

    while traci.trafficlight.getPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690") == 8:
        if traci.inductionloop.getLastStepVehicleNumber("e1_1") > 0:
            traci.trafficlight.setPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690", 8)
            traci.simulationStep()
        else:
            traci.trafficlight.setProgram("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690", 2)
            traci.trafficlight.setPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690",0)
            while traci.trafficlight.getPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690") != 5:
                traci.simulationStep()
            traci.trafficlight.setProgram("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690", 1)
            traci.trafficlight.setPhase("cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690",10)


    traci.simulationStep()
traci.close()
```

Şekil 5. TRACI Kütüphanesi Program Kodu

Şekil 6 da NETEDİT dosyasında tanımlanmış olan program 1 ve program 2 sinyal durumları gösterilmiştir. 3. Fazda (program kodunda koruma süreleride faz olarak girildiği için 8. Faz olarak gözükmektedir, sinyal programında ise 3. Faz olduğu gözükmektedir) aşağı geliş kolundaki e1_1 dedektörü üzerinden araç geçtiği durumda ise 3. Faz maksimum süreye ulaşana kadar çalıştırılmaya devam edecektir. Ancak araç geçmediği durumda dedektör tetiklenerek program 2'yi çalıştıracaktır. Program 2 Q5 ve Q6 fazlarının karşılıklı yeşil çalıştığı durumu temsil etmektedir.

```
<tlLogic id="cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690" type="actuated" programID="1" offset="0">
    <phase duration="33" state="GGGGGGrrrrrrrrrrrrrrrr" minDur="15" maxDur="70"/>
    <phase duration="2"  state="GGGGyyrrrrrrrrrrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="GGGGrrrrrrrrrrrrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="GGGGrrrrrrryyyyrrrrrrr"/>
    <phase duration="33" state="GGGGrrrrrrrGGGGrrrrrrr" minDur="15" maxDur="100"/>
    <phase duration="2"  state="yyyyrrrrrrrGGGGrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrGGGGrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrGGGGyyrrrrr"/>
    <phase duration="33" state="rrrrrrrrrrrGGGGGGrrrrr" minDur="10" maxDur="30"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrryyyyyyrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrryyyyyrrrrrrrrrrr"/>
    <phase duration="33" state="rrrrrrGGGGGrrrrrrrrrrr" minDur="15" maxDur="25"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrryyyyyrrrrrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrrrrrrryyyyy"/>
    <phase duration="33" state="rrrrrrrrrrrrrrrrGGGGG" minDur="15" maxDur="30"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrrrrrrryyyyy"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="yyyyyyrrrrrrrrrrrrrrrr"/>
    <param key="show-detectors" value="true"/>
</tlLogic>
<tlLogic id="cluster_10737077493_10737077494_308935426_310555690" type="actuated" programID="2" offset="0">
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrGGGGyyrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrGGGGrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="yyyyrrrrrrrGGGGrrrrrrr"/>
    <phase duration="33" state="GGGGrrrrrrrGGGGrrrrrrr" minDur="5" maxDur="20"/>
    <phase duration="2"  state="yyyyrrrrrrryyyyrrrrrrr"/>
    <phase duration="2"  state="rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr"/>
</tlLogic>
```

Şekil 6. Netedit Dosyasında Tanımlı Program 1 ve Program 2 Sinyal Programları Durumları

Buna göre e1_0 dedektörü üzerinden araç geçtiği durumda, Q7 ve Q5 fazları yeşil yanmaya devam edecektir. Dedektör üzerinden araç geçmediği durumda ise dedektörler tetiklenerek Q6 ve Q5 fazları yeşil yanarak ana arterde karşılıklı olarak araç akışı sağlanacaktır.

Yukarıdaki bölümlerde oluşturulmuş olan sinyalize kavşak modeli Şekil 7 de görüldüğü üzere SUMO'nun GUI modülü kullanılarak çalıştırılmıştır.

Şekil 7. SUMO GUI Program Görseli

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Atatürk Bulvarı-17. Cadde Kesişim Kavşağından alınan trafik verileri kullanılarak SUMO Türkiye Uyarlaması benzetim programı tanıtılarak bu program ile analizler yapılmıştır. Kameralı akıllı kavşak yönetiminde sola dönüş durumları için ek manyetik döngü dedektörleri koyularak kavşak performansının ulaşım parametreleri bakımından artırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla Antalya Trafik Kontrol Merkezinden sinyalize kavşak hakkında detaylı veriler toplanmış ve kalibrasyon parametreleri olarak kullanılmıştır. OSM verileri kullanılarak NETEDIT modülünde ağ tasarımı yapılmış ve SUMO'nun GUI modülünde model çalıştırılmıştır.

Buna göre ortalama bekleme süresi 63.90 saniyeden 57.37 saniyeye, toplam bekleme süresi 313133 saniyeden, 282045 saniyeye, ortalama yolculuk süresi 84 saniyeden, 78.25 saniyeye, toplam yolculuk süresi 412941saniyeden 384699 saniyeye düşmüştür. Önerilen hibrit akıllı kavşak yönetim teknolojisinin başarılı sonuçlara ulaştığı görülmüştür.

Yapılan çalışma ile yerel yönetimler tarafından gerçekleştirilecek akıllı ulaşım yatırımlarının, projelerinin analiz edilerek geliştirilmesi ve iyileştirilmesi uygulamalarının yerel yönetimlerin, sanayi kuruluşlarının ve akademik camianın iş birliğiyle yaygınlaştırılmasına katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda araçların akıllı kavşaklarla haberleşerek belirlenmiş arter boyunca geçişlerini en iyileme çalışmaları yapılması ve farklı senaryo durumlarının uygulanması hedeflenmektedir. Ayrıca SUMO Türkiye uyarlaması, başvurulacak sanayi akademi iş birliği projeleriyle geliştirilecektir.

5. Teşekkür

Yazarlar bu çalışmanın gerçekleşmesi adına ‘1649B032303124 ‘numaralı ‘2211-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Doktora Programı’ kapsamında desteği için TÜBİTAK’a, araç sayım verilerine erişim izni sağladığı için Antalya Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Planlama ve Raylı Sistem Dairesi Başkanlığı’na ve çalışmada kullanılan Kent İçi Hareketlilik Analiz Sistemi (SUMO Türkiye Uyarlaması) konusunda ki katkılarından dolayı T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü’ne teşekkür ederler.

6. Kaynaklar

Akıllı Ulaşım Sistemleri Terimler Sözlüğü Güncellendi - Duyurular - Haberleşme Genel Müdürlüğü. (n.d.). Retrieved December 18, 2023, from https://hgm.uab.gov.tr/duyurular/akilli-ulasim-sistemleri-terimler- sozlugu-guncellendi

Bragard, Q., Ventresque, A., & Murphy, L. (n.d.). *dSUMO: Towards a Distributed SUMO*. Goss, Q., Crump, L., & Akbas, M. I. (2022). *SUMO Traffic Simulator Interface for Scenic*.

Hepting, M., Pak, H., Grimme, W., Dahlmann, K., Jung, M., & Wilken, D. (2020). Climate impact of German air traffic: A scenario approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *85*. https://doi.org/10.1016/J.TRD.2020.102467

Hibrit Akıllı Trafik Sistemleri | Mosaş Group Akıllı Ulaşım Teknolojileri. (n.d.). Retrieved December 18, 2023, from https://www.mosas.com.tr/sinyalizasyon/cozumler/hibrit/

Kemeç, A., & Gül, H. (n.d.). *ANTALYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİNDE AKILLI KENT UYGULAMALARI * Smart City Applications in the Case of Antalya Metropolitan Municipality*.

Kent İçi Hareketlilik Analiz Sistemi (SUMO Türkiye Uyarlaması). (n.d.). Retrieved December 18, 2023, from https://akillisehirekosistem.csb.gov.tr/DataBank/Detail?mId=310035003800&dataBankDataTypeMId=39 00360030003600

Li, G., Wang, Y., Zhu, F., Sui, X., Wang, N., Qu, X., & Green, P. (2019). Drivers’ visual scanning behavior at signalized and unsignalized intersections: A naturalistic driving study in China. *Journal of Safety Research*, *71*, 219–229. https://doi.org/10.1016/J.JSR.2019.09.012

Li, H., & Qi, Y. (2011). Comparison of China’s carbon emission scenarios in 2050. *Advances in Climate Change Research*, *2*(4), 193–202. https://doi.org/10.3724/SP.J.1248.2011.00193

Lin, H., Han, Y., Cai, W., & Jin, B. (2023). Traffic Signal Optimization Based on Fuzzy Control and Differential Evolution Algorithm. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *24*(8), 8555– 8566. https://doi.org/10.1109/TITS.2022.3195221

Lopez, P. A., Behrisch, M., Bieker-Walz, L., Erdmann, J., Flötteröd, Y.-P., Hilbrich, R., Lücken, L., Rummel, J., Wagner, P., & Wießner, E. (2018). Microscopic traffic simulation using sumo. *2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, 2575–2582.

Makalesi, A., Uzer, O., Özaslan, A., Birimi, R., Dersler Bölümü, O., Üniversitesi, B. T., Bilimi, S., Yönetimi, K., & Araştırmacı, B. (2023). Bursa ve Antalya’nın akıllı kentiçi ulaşım denemeleri. *Journal of Intelligent Transportation Systems and Applications*, *6*(2), 238–252. https://doi.org/10.51513/JITSA.1257238

MAtchUP Antalya - Antalya Büyükşehir Belediyesi. (n.d.). Retrieved December 28, 2022, from http://www.matchupantalya.org/

McShane, C. (1999). The Origins and Globalization of Traffic Control Signals. *Journal of Urban History*, *25*(3), 379–404. https://doi.org/10.1177/009614429902500304

Pollard, J. (2008). The Eccentric Engineer: The History of Traffic Lights Is Full of Twists and Turns. *Engineering and Technology*, *3*(15), 93. https://doi.org/10.1049/et:20081518

Santana, S. R., Sanchez-Medina, J. J., & Rubio-Royo, E. (2015). How to simulate traffic with SUMO. *Computer Aided Systems Theory–EUROCAST 2015: 15th International Conference, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, February 8-13, 2015, Revised Selected Papers 15*, 773–778.

Şehirlerin Dijital İkizlerini Güncelliyoruz. (n.d.). Retrieved December 18, 2023, from https://cbs.csb.gov.tr/sehirlerin-dijital-ikizlerini-guncelliyoruz-haber-278818

Trafik ışığı - Vikipedi. (n.d.). Retrieved December 18, 2023, from https://tr.wikipedia.org/wiki/Trafik_%C4%B1%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1

Tutorials - SUMO Documentation. (n.d.). Retrieved March 16, 2023, from https://sumo.dlr.de/docs/Tutorials/index.html

Zhao, Y., Wang, X., Li, H., & Zhu, T. (2013). Study on simulation method for intersection hybrid traffic flow. *LISS 2012 - Proceedings of 2nd International Conference on Logistics, Informatics and Service Science*, 441–446. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32054-5_64

New Designs of Pipe and Pipelines for Transportation of Oil, Gas and Water Based on Basalt Fiber

D.Ya. Gigineishvili, D.D. Gigineishvili, I. Timchenko, G. Chikvaidze

Engineering Center "**Progresi**", Tbilisi, Georgia

johnigig@gmail.com,

ABSTRACT

Metal corrosion causes great harm to the economy. As a result of corrosion, the annual loss of metals averages up to 2% of the total tonnage of consumed metal products. Corrosion of metals is caused, first of all, by the composition and properties of the aggressive environment with which metal pipes used for transporting oil, gas and water come into contact. Depending on the nature of this environment, different types of corrosion are distinguished: chemical, electrochemical, biological, atmospheric, underground, etc. In this regard, many industries are currently replacing steel structures with more modern composite materials and products based on artificial or natural fibers. In replacement of metal and steel pipes, composite pipe structures based on basalt fiber can be used with great efficiency both for transporting oil, gas and water, and in aggressive environments. Comparative analysis of basalt and glass fibers "E" glass, "S" glass and carbon fiber, basalt continuous fibers have 15-20% higher elastic modulus. The article presents the advantages of the production and use of basalt-plastic pipes of various designs for pumping oil, gas, petroleum products and water. The results of field studies and numerical experiments are shown, which, according to the authors, will make it possible in the near future to ensure a complete replacement of steel pipelines.

Keywords: pipes, Basalt-plastic pipes, oil, gas, oil products, composite pipes, basalt continuous fibers, roving, pipelines, Pipes and pipelines.

Pipes and pipelines

Pipes and the creation of pipelines for transporting oil, gas, petroleum products and water are one of the greatest inventions of mankind.

Recently, interest has grown in the transportation of oil, oil products and gas through Turkmenistan, Azerbaijan, Georgia and their transit potential, which would play an important role in turning the Trans- Caspian and Caucasus corridor into a major transit route. Currently, pipeline transport of oil, petroleum products (gasoline, diesel fuel, kerosene, etc.), gas and water, as a rule, is the main means of delivering these products from places of production, processing or receipt to places of consumption.

It should also be noted that the level of comfort for a person to live in a modern city and urban-type settlements is determined by the technical condition of man-made pipeline systems.

Currently, existing utility networks mainly (≈ 72-75%) consist of steel pipes.

Experience in using steel pipes for cold and hot water supply systems, transportation of petroleum products and other aggressive liquids showed that they are highly susceptible to corrosion and other factors that reduce their service life compared to the pipes proposed in this work.

The constant need to replace old and lay new pipelines for various functional purposes and their increasing volumes suggest that humanity will not be able to exist without them in the future.

Continuous basalt fiber

Technical progress of the last century and the present is largely associated with the creation and widespread use of composite materials based on glass, carbon, ceramic and chemical fibers. However, the production of these fibers and materials is environmentally hazardous and requires serious protection. For the same reasons, the production and use of carcinogenic asbestos, as well as building materials based on metallurgical slag, are prohibited in all countries of the world.

Rocks, basalts, have proven to be the most suitable raw material for obtaining a new class of alternative cheap composite materials and, at the same time, environmentally friendly products based on them [Gigineishvili D.Ya. (2019). p. 6-17.; Gigineishvili D.Ya., Savenko V. (2019). p. 14-19,].

A continuous basalt thread [Dzhigiris D.D., Makhova M.F. (2002). 416 p.] is obtained from a relatively cheap one-component raw material (basalt) in a one-stage technological process. Installations for the production of continuous basalt thread are environmentally friendly, compact, and do not emit any industrial waste during operation. Only products of complete combustion of natural gas that have undergone preliminary cooling and purification are released into the atmosphere.

The uniqueness of the proposal associated with the production of basalt fibers (threads) lies in the fact that the quality of such fiber exceeds the quality of glass fiber widely used today, and its prices are lower than the prices for carbon fiber. Basalt continuous fibers (BCF) - roving [Dzhigiris D.D., Makhova M.F. (2002). 416 p.; Osnos M. S. Osnos S. P. (2015). P.24-27.; Osnos M.S., Osnos S.P.
(2019). p. 58 – 65; Roving of basalt fiber NBR 15 – 200X20. (2001). TU U 023.001-2001]. This is a modern, promising material that will serve humanity for many decades for wider use.

Basalt thread has unique properties: high strength, resistance to vibration, durability (at least 100 years). The specific strength of basalt thread is 2.5 times higher than the strength of alloy steels, which is of utmost importance for the production of composite pipes of various diameters, purposes and configurations.

A characteristic feature of products based on basalt fiber is: high corrosion and chemical resistance to water, aggressive environments of salts, alkalis and acids.

Continuous basalt thread does not corrode. The moisture content of the material is 10 times less than that of fiberglass. Table 1 shows the main comparative characteristics of basalt and other fibers and their advantages.

Compared to **E**-glass fibers that are closest in properties, continuous basalt fibers have 15-20% higher elastic modulus and tensile strength (Table 1).

Also, continuous basalt fiber is characterized by a wider temperature range of application and higher chemical resistance compared to **E**-glass fibers.

BCF are made from natural raw materials - basalt rocks. At the same time, reserves of basalts for the production of fibers only in existing quarries in Georgia are quite accessible and huge.

Currently, there is great interest in continuous fibers from basalt rocks throughout the world. This interest is due to a number of factors: basalt fibers have characteristics that in many respects exceed glass fibers and are not much inferior to carbon fibers;

the raw material base for the production of basalt fibers is available and practically unlimited;

Technological advances in recent years have made it possible to significantly reduce the

cost of production of BCF to the level of production of glass fibers.

Continuous basalt thread and products based on them are resistant to corrosion. The hygroscopicity of the material is 8 times less than that of fiberglass. Table 1 shows the main comparative characteristics of basalt and other fibers and their advantages.

Designs of pipes and pipelines based on basalt fiber: The rapid development of organic chemistry and technology for creating new structural materials has led to the emergence of non-metallic pipes made of composite materials.

Comparative characteristics of BCF and other fibers

Indicators of	CFB	E- glass	S- glass	Carbon fiber
Tensile strength, MPa	3000~5200	3100~3800	4020~4650	3500~6000
Modulus of elasticity, GPa	79.5~95.5	72.5~75.5	83~86	230~600
Elongation at break, %	2.5-3.1	4.7	5.3	1.5~2.0
Diameter of primary fibers, microns	6 - 21	6 - 21	6 - 21	5 -15
Textuality, teks	60 - 4200	40 - 4200	40 - 4200	60 - 2400
Application temperature, °C	-260 +600	-50 +380	-50 +300	-50 +700
Price, dollars US/kg	2,2-2,5	1,1	1,5 – 2,5	30 - 50
When hardening	+900**°C**	--	--	--

Table 1. Comparative characteristics of BNF and other fibers.

In Table 1, the indicated values of strength and cost of basalt fiber strongly depend on the type of technological equipment; the more modern the equipment, the better.

1. There is a list of works for which a composite pipe with high chemical resistance and radio transparency is an economically feasible alternative. The basis of a composite pipe as a product is a material that is formed from fiber (glass, basalt, aramid, carbon) and a binder - thermosetting synthetic resin. Due to the high cost, pipes made of carbon and aramid fiber have not become widespread, so this article will focus on pipes and tubular products based on basalt and glass fiber (roving). In the experimental products, continuous thin high-strength glass and basalt fiber with a diameter of 9–15 microns was chosen as the supporting base of a non-metallic pipe and tubular elements, the threads of which were molded into a monolithic tubular element using synthetic resins (epoxy, epoxyphenol, polyester, etc.). It should also be noted that in recent years in Russia, Ukraine, etc. countries have come to the conclusion that it is more expedient to use basalt fiber instead of glass, the production of which is less labor-intensive and the raw materials are quite accessible.
2. According to „**TruboprovodSpetsStroy**“ LLC, fiberglass pipes have a longer service life: for example, in the oil and gas industry, typical pipes operate for an average of 10–15 years; in processing plants and plants they operate for an average of 1–3 years [7,8]. Taking into account the best physical and mechanical characteristics of BCF, as well as the

experience of using fiberglass pipes in the Russian Federation [Chirskov V.G., Berezin V.L., Telegin L.G. (1991).; Borodavkin P. P. (2007).; TU 2296-009-71653326-2007. p15; SP 86.13330.2014. (2014).], we can conclude that due to the better physical and mechanical properties of basalt fiber, pipes based on them can last much longer and more efficient.

Their most important advantage over steel or metal pipes is that they are not subject to corrosion and also have other advantages: Pipes based on basalt fiber can be called innovative, or pipes of the 21st century.

The uniqueness of the material made from basalt-plastic pipes is that basalt fiber, created from igneous volcanic rock - basalt, has very good chemical resistance. Fibers with a diameter of 40 microns have 100% resistance to water, 96% to alkali, 94% to acid. The elastic modulus of the fiber ranges from 7 to 60 GPa, tensile strength from 600 to 3500 MPa. Experimental samples of basalt-plastic pipes (see Fig. 1, photo 1).

The modulus of elasticity of basalt-plastic pipes - **E**bp from unidirectional basalt fibers (tensile) can be calculated using the formula:

Ebp = **E**bvx**F**st + **Ec**x**Fc**

(1) Where:

Ebf and **E**c are the tensile elasticity moduli of the fiber and binder, respectively;

Fst and **F**c are the volumetric content of basalt plastic and binder in the composite. The cross-sectional stress of the pipe itself must be determined using the following formula:

σ = V1 E1 Ɛ1 + V2 E2 Ɛ2 (2)

Where:

V1 is, respectively, the volume of elasticity during tension of basalt fiber;

V2 is, respectively, the volume of elasticity during stretching of the binder;

E1, **E2** - respectively, the tensile modulus of elasticity of the fiber and

binder; **Ɛ1, Ɛ2** - Accordingly, the value of the deformation of the fiber and

binder.

Based on preliminary research, pipeline transport of oil, petroleum products, gas and water can be organized either separately (single-pipe) or consisting of several pipes for their simultaneous transportation.

In response to emerging requests from oil companies, we offer innovative technical solutions that allow for the entire length of the planned trans-Caucasian pipeline

both on the continental and offshore shelves of the Caspian Sea, made from new and more modern pipes based on basalt fiber.

Pipeline design solutions:

As a rule, main pipelines are constructed from single-pipe structures. However, single-pipe design solutions do not always ensure cost-effectiveness and operational efficiency of pipelines. To increase efficiency and operational reliability, it may be most appropriate to use a “pipe-in-pipe” type pipeline

design, possible combinations and options, which are presented in Fig. 1 a, b, c, d.

When constructing a pipeline from Turkmenistan or from Kazakhstan, through Azerbaijan and Georgia to Europe, at the bottom of the Caspian Sea (or when constructing a pipeline through other water barriers), as a rule, there is a need for ballasting, and the lighter the weight of the pipe and the higher the positive buoyancy, the higher costs for ballast installation.

3. Therefore, in a number of cases, both for reliability and for ballasting, it may be advisable to use 2, 3 and even 4 pipe design solutions for underwater pipelines with filling the interpipe spaces (under the outer connecting shell-casing and pipes) with water or ballast (monitoring systems can also be installed here). At the same time, such a pipeline can be used for multi-purpose purposes such as for simultaneous supply of oil, petroleum products from Azerbaijan to Georgia and Europe, as well as water from Azerbaijan to Turkmenistan or Kazakhstan in the opposite direction.

In order to effectively solve the problem, this work proposes options and structural devices for pipelines, which are given below (see Fig. 1 a, b, c, d).

Single-pipe and double-layer design solutions:

The simplest form of transporting oil, gas and water is the so-called single-pipe design (Fig. 1a.). It is a pipe made of durable steel, composite materials or plastic that takes up the working load (internal and external pressure, bending moments, tension, compression, alternating loads during installation and operation, etc.). The pipe, as a rule, is protected by various coatings from corrosion and external force influences [*GOST R 56277-2014*: (2014**);** Gigineishvili D.Ya., Beregovoy G.L. (1985); Gigineishvili D.Ya. (1985). p. 35-38; Gigineishvili J., Mgaloblishvili I. (1997). SAKPATENTI, N P 2000.; Gigineishvili D.Ya., Mgaloblishvili I. (1997). . Patent No. 2185.; Gigineishvili D.Ya. Chikvaidze G. (2000). Patent #P 2930.].

One of the promising and common solutions for this option may be a solution where two paired pipes work as a pipe in a pipe. The inner pipe is under load (from transporting liquids or gases), and the outer one acts as a binder and creates the best conditions for their joint work. Examples of such design solutions are presented in Fig. 1a.

Two, three and four pipe design solutions:

Various application options for multi-pipe solutions are available.

One of the solutions to this option is the proposed technical solutions, when two, three or four internal pipes are under load (the working ones are the internal pipes), and the outer one (shell pipe, casing) performs protection functions and creates conditions for their joint work, as well as for constant and continuous monitoring and control of pipeline condition in real time.

Examples of one, two, three and four pipe design solutions for transporting oil, gas and water are presented in Fig. 1 a. b, c, d, and in photo 1.

Fig.1. Design solutions for multifunctional pipelines for transporting oil, gas and water. Internal pipes can also be a combination of glass or basalt fiber.

Continuous basalt thread and products based on them are resistant to corrosion. The moisture content of the material is 10 times less than that of fiberglass. Table 1 shows the main comparative characteristics of basalt and other fibers and their advantages.

Thus, from the analysis of existing and experimental studies of basalt-plastic pipes, we can conclude that pipes based on basalt fiber have a number of advantages: high strength, fairly low weight, higher throughput ability (hydraulic efficiency), corrosion resistance, reliability during operation in a wide temperature range, etc. They are not subject to corrosion and have high chemical resistance [J. Gigineishvili, O. Tsitsilashvili, G. Chikvaidze. (2008). Pege 206-213; Gigineishvili J., Dvali I., Matsaberidze T., Gigineishvili D. (2011). Patent 5185.; Gigineishvili D., Timchenko I., Intskirveli N. (2016). p. 6-13; Gigineishvili J., Timchenko I., Gigineishvili D. (2016).; Johni Gigineishvili, Igor Timchenko, David Gigineishvili. (2017). pp. 307-403; Gigineishvili D., Timchenko I., Chorkhauli M., Korkia K. (2019). p. 15-26.].

Photo.1. An incomplete list of experimental samples of products manufactured in Tbilisi based on the use of basalt fiber.

These advantages make it possible to effectively use such pipes for laying pipelines for the purpose of transporting oil, petroleum products, gas and water, as well as for repairing and restoring existing pipeline networks for any purpose.

Advantages of pipes made of basalt fiber compared to steel.

Strong and lightweight: Offers a high strength-to-weight ratio, meaning lower transportation and installation costs than materials such as steel, iron, cast iron or concrete.

Cost-effective and efficient: Provides better hydraulic performance than steel, ductile iron and concrete, significantly reducing operating costs and increasing productivity and service life. Composite

pipes based on basalt fiber are economical.

Environmentally friendly and sustainable: the production of basalt fiber composite pipes requires little energy, and the length of the section can be determined only by technological considerations, can be up to several tens of meters and joining costs are significantly reduced. Composite pipes made of basalt fiber, like fiberglass pipes, have a smooth internal surface, so less energy is required to circulate any liquid, and throughput increases by 15-20%.

Longer Lifespan of 30-40 Years: Increased durability significantly extends the life cycle of the system compared to other traditional alternative materials. Composite materials made from basalt fiber (pipes and tubular products) can last more than 50 years, which makes such pipes the most promising and economical.

Versatile and Convenient: Suitable for a variety of builds and complex configurations due to its versatility, ability to withstand high pressures, temperatures and loads, and high chemical resistance properties.

Anti-Corrosion Properties: Basalt fiber composites have excellent resistance to aggressive environments, including soils, salt water H2S (hydrogen sulfide) and chemical environments. Basalt fiber composite pipes can last longer, resulting in lower overall maintenance and operating costs.

Labor intensity of installation: The complexity of installing pipelines made of basalt fiber is much lower than that of metal ones, and the installation speed is, accordingly, much higher.

All the above-mentioned advantages of basalt fiber pipes for transporting oil, gas and water make it possible to provide a complete replacement for steel pipelines.

Based on the conducted theoretical and experimental studies, the following conclusions and recommendations can be made:

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. In all experimental studies of different types of structures of bendable tubular elements, at certain loads, destruction or violation of the continuity of the structure was not observed, however, along with the high strength of the materials, their increased flexibility is also observed;
2. Bunched pipes of different diameters from different materials - PVC, polypropylene and fiberglass - glass and basalt with a plastic shell, have increased load-bearing capacity, can withstand heavy loads and can be used as load-bearing structural elements for transporting oil, gas and water;
3. Experimental studies for all of the above tubular elements were carried out on the basis of the TbilZNIIEP Institute, as for bending 1, 2 and 3 span beams, under influence only from external lateral loads (as a load from the soil). Experiments have confirmed their flexibility and high strength;
4. According to the results of experimental studies, it is clear that for composite structures consisting of 3 pipes, the direction of the load does not significantly affect the stiffness;
5. Such structures can be used with great efficiency in aggressive environments (chemical industry, mineral fertilizer warehouses, coal mining, for transporting sulfur-containing water, etc.).
6. The proposed technical solutions do not have an analogue or strict scientific justification and

require additional and special theoretical and experimental research. However, the results obtained and the hundreds of kilometers of similar pipes already in operation are a guarantee of their effective and large-scale use in the near future.

Literature

4. Gigineishvili D.Ya. (2019). Basalt stones of Georgia. Historical background and prospects for large-scale use of products based on basalt processing for various areas of industry and construction. Scientific and technical magazine "CONSTRUCTION". Tbilisi. No. 1 (50)., p. 6-17;
5. Gigineishvili D.Ya., Savenko V. (2019). “The beginning of a new era in the use of basalt stone.” Scientific and technical magazine "SCIENCE AND TECHNOLOGY". Kyiv. No. 1 (125). p. 14- 19;
6. Dzhigiris D.D., Makhova M.F. (2002). Basics of production of basalt fibers and products. Moscow, Teploenergetik, 416 p.;
7. Osnos M. S. Osnos S. P. (2015). “Basalt continuous fiber - yesterday, today and tomorrow. Development of technologies and equipment, industrial production and sales." “Composite World” No. 2, p. 24 – 29;
8. Osnos M.S., Osnos S.P. (2019). Continuous basalt fibers are the basis for the creation of industrial production and the widespread use of reinforcing and composite materials. “Composite World” No. 1, , p. 58 – 65;
9. Roving of basalt fiber NBR 15 – 200X20, on packages (with application of lubricant) (2001). TU U 023.001-2001;
10. Chirskov V.G., Berezin V.L., Telegin L.G. (1991). Construction of main pipelines. Directory. – M.: Nedra;
11. Borodavkin P. P. (2007). Offshore oil and gas structures. Part 2. Construction technology M.: Nedra. 408p.;
12. TU 2296-009-71653326-2007. Oilfield composite glass-basalt-plastic pipes. 15

pages. 13. SP 86.13330.2014. (2014). Main pipelines. OKC 91.040.01.;

14. *GOST R 56277-2014*: (2014**).** *Polymer composite pipes and fittings* for intrafield *pipelines*;
15. Gigineishvili D.Ya., Beregovoy G.L. (1985). Numerical modeling and experimental studies of the stress-strain state of building structure elements in anchorage zones with non-metallic reinforcement. Abstracts of reports of the 5th All-Union Conference on Statistics and Dynamics of Spatial Structures. Kyiv: KISI;
16. Gigineishvili D.Ya. (1985). Numerical-analytical potential method for calculating structures made of composite materials taking into account destruction. Theoretical and applied mechanics. Sixth National Congress on Theoretical and Applied Mechanics. Book 2, Varna - Sofia: BAN, p. 35-38;
17. Gigineishvili J., Mgaloblishvili I. (1997). Technological line of production of compositive nonmetal construction reinforcement bars and pipes. SAKPATENTI, N P 2000. Tbilisi.
18. Gigineishvili D.Ya., Mgaloblishvili I. (1997). Technological line for the production of composite construction reinforcing bars. Patent No. 2185. Tbilisi;

19. Gigineishvili D.Ya. Chikvaidze G. (2000). Construction pipe structure made of composite materials. Patent #P 2930. Tbilisi;

20. J. Gigineishvili, O. Tsitsilashvili, G. Chikvaidze. (2008). Basaltic fibers and pipes or pipelines on their basis. First international conference on seismic safety problems of Caucasus region population, cities and settlements. September 8-11, 2008, Tbilisi, Georgia. Pege 206-213;

21. Gigineishvili J., Dvali I., Matsaberidze T., Gigineishvili D. (2011). Cmposite multylayered (not steel) pipes. Patent 5185. Tbilisi;

22. Gigineishvili D., Timchenko I., Intskirveli N. (2016). Modern problems and prospects for the use of composite and including basalt reinforcement for concrete reinforcement and strengthening of structures. Scientific and technical magazine "CONSTRUCTION". No. 4 (43). p. 6-13;

23. Gigineishvili J., Timchenko I., Gigineishvili D. (2016).Current problems and appcation prospects of different types of composite reinforcement basalt-plastic rebars for concrete and for stregthening of structures. LTD “GHJGRESI”. CONTEMPORARY.;

24. Johni Gigineishvili, Igor Timchenko, David Gigineishvili. (2017). Current problems and application prospects of different types of compozite reinforcement basalt-plastic rebars for concrete and for stregthening of structures. Ltd “Progresi”. Procedings of 9th International Conference Contemporary Problems of Architecture and Construction. Batumi – Georgia. September 13-18, pp. 307-403;

25. Gigineishvili D., Timchenko I., Chorkhauli M., Korkia K. (2019). Restoration and strengthening of structural materials using glass or basalt fiber and the polymer composition “SPRUT”. Scientific and technical magazine "CONSTRUCTION". Tbilisi. No. 3 (52), p. 15-26.

Oxides of Metals and Semiconductors and Nanotechnology

Abdullayev Khagani
Imran Zeynalova
Shahla Hamlet
National Aviation Academy
khabdullayev@naa.edu.az, shzeynalova@naa.edu.az

DOI: 10.13140/RG.2.2.10989.15841

Abstract.

The change in the parameters of the dielectric layer because of the oxidation process in various conditions and ambiences under the influence of various factors, changing the current-voltage and capacitance-voltage characteristics of multilayer structures when creating a dielectric layer as an insulating layer in semiconductor structures based on a silicon substrate are studied and analyzed. The advantages and disadvantages of the methods of thermal oxidation, steam oxidation and oxidation of the dielectric layer under oxygen ambience in metal-insulator-semiconductor structures are determined.

The operation principles of the necessary instrument, control and diagnostic tools that ensure the performed of appropriate measurements for conducting research related to nanotechnology, the main characteristics and parameters of these tools and systems, their resolution, the range of voltages used in electron microscopes during experimental studies are given, scanning tunneling microscope based on quantum tunneling and information on the properties of various metal oxides obtained at low and high temperatures are shown. The methods for creating the necessary conditions to obtain of nanoparticles oxides of metal, semiconductor as well as graphene oxide with required parameters and properties, and the use of noted types of nanoparticle oxides in various areas - in energy storage, when creating various sensors based on metal-semiconductor are presented.

Keywords: metal, semiconductor, oxide, dielectric, nanotechnology

Introduction

Silicon makes up a large part of the Earth's crust. In the 70s of last century, the rapid development of semiconductor technology led to the creation of various types of semiconductor devices based on silicon oxide with the application of planar technology. The temperature stability of silicon parameters is better than that of germanium, which was used before it. Currently, most semiconductor devices are made based on silicon, a thin oxide layer is used as a dielectric in those devices.

Although the conclusion of scientific research conducted in recent years confirms that there is considerable progress in the field of research and application of the creation of such a dielectric, its parameters, properties and characteristics, several questions, especially on the application of research results in nanotechnology. The analysis of the silicon oxide creation technology, and the study of the effect of the oxide layer on the characteristics of nanostructures, are urgent problem.

From this point of view, the study of oxidation processes in multilayer metal-dielectric-semiconductor structures created on silicon crystal allows to collect the necessary information to evaluate the characteristics, advantages and disadvantages of the methods of obtaining those types of oxide layers, as well as the areas of application.

Optical electronics nanostructures are multilayer materials consisting of doped semiconductor layers of varying conductivity with a thickness from hundreds to several nanometers. The choice of analytical methods for studying optoelectronic nanostructures, along with experimental methods, is associated with the need to control the micro- and nanostructure, the alloying level of each layer,

and the electrical and optical properties of the layers during their manufacture.

A series of optical, electrical and X-ray measurements are used to evaluate the quality of the grown nanostructures. It is clear, diagnostic methods can't fully reflect the information about the properties and characteristics of optoelectronic nanostructures. Existing methods of analysis of nanostructures can be divided into 3 categories: 1) methods of studying morphology (surface structure); 2) methods of determining the chemical composition and level of alloying; 3) methods of measuring electrical and optical properties.

Methods

Thermal oxides formed in contact with water or other oxygen-containing substances in a heating- accelerated reaction include not only thermal oxides formed on silicon in water vapor or an oxygen ambience, but also a special group of oxides obtained at high pressure and "fast" oxidation reaction. Anodic or anodized oxides are oxides obtained as a result of the movement of ions in an electric field in gas or liquid ambience. Precipitated oxides are obtained by vacuum sputtering or deposition of layers of the required thickness from the vapor phase.

It should be noted that to obtain amorphous oxide thin layers, the surface of the Si substrate must be subjected to special processing [Andreev V., 2014]. From this point of view, all grown or deposited oxide layers are considered as layers deposited on a properly polished silicon surface by chemical, mechanical or other methods.

Silicon oxide is a wide-band dielectric, the specific electrical conductivity at room temperature is 10^{-18} (Ohm cm)$^{-1}$, the width of the band gap is 8.1 eV, and the width of the valence band is 13 eV, which it is much smaller from the energy of the X-ray transitions observed in the emission spectra since, that allows us to conclude about the weak dependence of the transition matrix element on the energy.

The high-temperature reaction of silicon with water vapor is considered "oxidation in water vapor" only if the amount of vapor does not limit the rate of the reaction. The oxide formed during this reaction (as well as the oxides produced by all the other methods to be considered) acts as a protective oxide, preventing further contact between the reagents. Several monolayers of the oxide are formed due to homogeny sorption of water. For the reaction to continue, one of the reagents must be transported through the formed oxide.

After the formation of the first oxide layers that prevent further contact of water with Si, the reaction takes place either between the surface atoms of silicon connected in the crystal lattice and water molecules in the joints of the oxide (1) or between the intermediate group of silicon hydroxide (silanol group) and silicon:

$$H_2O + Si - Si \rightarrow Si - O - Si + H_2 \,, \qquad (1)$$

In the latter case, reactions occur near the gas-oxide boundary:

$$\underset{wapor}{H_2O} + Si - \underset{oxide}{O} - Si \rightarrow 2(\underset{silanol}{Si} - OH), \qquad (2)$$

or oxide-silicon boundary

$$2(Si-OH)+Si-Si \rightarrow 2(Si-O-Si)+H_2 \qquad (3)$$

Hydrogen produced because of reactions (1) and (3) diffuses quickly from the oxide-silicon boundary, but it can react with other particles of silicon oxide and form hydroxyl groups. In this case, there is an equilibrium between hydrogen gas and hydroxyl groups in the following way:

$$\underset{decomp.gas}{1/_2 H_2} + \underset{oxide}{-O-} \Leftrightarrow \underset{silanol}{-OH} \qquad (4)$$

In both reactions of the oxide formation process described by equations (1) and (3), substances interacting with silicon must diffuse through the oxide layer to reach the oxide-silicon boundary.

At temperatures higher than 1100□C, steam oxidation occurs under conditions of growth limited by the rate of diffusion, so the dependence between oxide thickness x and time t is determined by the following expression.

$$x^2 = ct \qquad (5)$$

However, the experimental dependence between x and t at temperatures below 1100□C differs from the expression (5) and takes the following form and more accurately describes the experimental dependence at noted temperatures.

$$x^2 + c_1 x = c_2 t \qquad (6)$$

The lower the temperature, the closer the equation (6) becomes to the linear equation, which indicates that the coefficients c_1 and c_2 depend on the temperature. During oxidation in high-pressure (25- 400 atm) water vapors, in the temperature range of 500-800□C a linear increase of oxide is observed [Andreev, V.V. et all, 2008]. The analysis of the research results presented in that source shows that oxidation occurs when the rate of reaction is limited by the rate of chemical reaction at the silicon-oxide boundary and is not limited by the quantity of reactants (equation (1)). At very small values of the oxide thickness (x<200Aº), the oxidation kinetics is complicated by the influence of the tunnel effect.

The rate of oxidation is defined as:

$$V = B_1 \frac{P}{T} e^{-\frac{B_2}{kT}} = \frac{P}{T} 10^{B_3 - \frac{B_4}{T}} [\frac{\mathring{A}}{min}],$$

where *p* – pressure, atm; *T* - temperature, □K. The effect of crystal orientation on steam oxidation rate is given in table 1.

Table 1. Effect of crystal orientation on steam oxidation rate

Kristal orientation	B_1, 10^9 *A□K/min□atm*	B_2, *eV*	B_3	B_4, □*K*
(110)	3,3	1,23	9,52	6200
(311)	5,8	1,30	9,76	6550
(111)	4,4	1,29	9,64	6500

Graphs shown in figure 1 in the form of a nomogram reflecting the relationship between oxide thickness, time and temperature were constructed based on the results of additional measurements carried out according to a special plan [Gritsenko, V.A. et al, 2010].

The curves in Figure 1 refer to a (111)-oriented silicon surface with a dopant concentration less than 3□10^{19}cm^{-3}. Deviation from these conditions leads to a change in the oxidation rate, as shown in table 1 (dependence on orientation) and in figure 2 (dependence on phosphorus concentration).

Curves with a constant slope corresponding to the normal oxidation of silicon at high temperatures (Fig. 2) can be approximated by the following empirical expression [Nekrashevich, S.S. et all, 2014]:

$$x^2 = 7{,}26 \cdot t \cdot exp\left(-\frac{0{,}8}{kT}\right) \qquad (7)$$

where x - the thickness of the oxide; μm; t - oxidation time; minute; T - the oxidation temperature, □K.

Figure 1. Growth of oxide in water vapor ambience

Figure 2. Effect of phosphorus concentration on oxidation in water vapor ambience

Expression (7) is valid for conditions T□1100□C, t □□ 5 min. At lower temperatures, a term containing t2 should be included in this equation. Experiments show that the rate of the oxidation reaction near the separation boundary at low temperatures is affected not only by time and temperature, but also, as mentioned above, by the substrate orientation (direction of the crystal structure) and the impurity concentration. The graph corresponding to oxidation in water vapor at 700°C is shown in Figure 3.

Figure 3. Oxidation with water vapor at 700ºC temperature

At higher pressures, instead of oxidizing, the surface of the silicon erodes and becomes dull in color. The vapor pressure drop during the reaction with silicon is negligible. At a pressure of 50 atm and a temperature of 650□C, the dependence of the thickness of the oxide on the duration of the process is adequately described by the following empirical expression:

$$V = 1{,}9 \cdot 10^{8} \frac{P}{T} exp\left(\frac{-1{,}03}{\kappa T}\right) = \frac{P}{T} \cdot 10^{8{,}28 - \frac{5190^{\circ}}{T}}, \quad (8)$$

where V - growth rate of the dielectric layer, A°/min; p – pressure, atm; T - temperature, □K.

The main difference between oxidation processes in water vapor and dry oxygen is that in the latter case, the substance that diffuses through the growing layer of oxide is not water, but oxygen ions. In this case, the growth of the oxide can be accelerated or slowed down (or even stopped altogether) with the help of an electric field. By applying the conventional labeled atoms method, it was possible to show that the growth of oxide occurs not at the gas-oxide boundary, but at the oxide-silicon separation boundary [Kirchanov V.S., 2019].

During the experiment, a linear dependence is observed in the electric field. This suggests that oxygen diffuses mainly in the form of ionized atoms. As in the oxidation process with water vapors, the oxidation kinetics in the low-temperature region is not determined by the diffusion of oxygen ions, but mainly by the rate of the reaction at the separation boundary. A deviation from the parabolic law to linearity is observed at temperatures below 1000□C.

In the high temperature range (T□1100□C), the experimental data are in good meet with each other; it is observed that there are large differences between the values at low temperatures. The measurement results in the high temperature range are adequately described by the following parabolic dependence:

$$x^{2} = 21{,}2 \cdot t \cdot \exp\left(-\frac{1{,}33}{\kappa T}\right) = t \cdot 10^{1{,}326 - \frac{6700^{\circ}}{T}} \quad (9)$$

If the oxidation is carried out in dry oxygen, the release of high activation energy, which is characteristic for this process, is observed. This, in turn, shows that the oxygen ions in the oxide have very strong bonds, so that energy reaches a high level.

To explain what properties, the oxidation methods used to create the dielectric layer allow to obtain at the level of nanoparticles and nanostructures, let's analyze by compare way the results of the various research conducted in this field.

Results and discussion

The basic synthesis strategies, methods and methods of semiconductor metal oxide materials used in various nanotechnology sensors and devices are different, and their sensitivity mechanisms as well as their applications can span many different fields. In this regard, to use these types of nanoparticles in ultra-sensitive gas sensors, galvanic cells and batteries, magnetic memory media, various types of solar panels, apply of the metal oxide nanoparticles in catalysis, in energy conversion and antennas (including microstrip and optically transparent antennas), rectifiers, in optoelectronics and electronics is advisable and promising.

In [Murthy S. Chavali, 2019], where metal oxide nanoparticles are considered as important technological materials, a comprehensive review of studies identifying metal oxide nanoparticles, their synthetic strategies and techniques, nanoscale physicochemical properties, and specific industrial applications in various fields of applied nanotechnology was presented. Using the semiconducting characteristics of various metal oxide nanoparticles, the application possibilities of their sensitivity to specially selected gases were considered, the need to identify certain effective metal oxide nanoparticles for the sensitive and selective detection of each gas sample was noted.

Since the discovery of gas sensing properties in the 1960s, metal oxide-based sensors have

attracted much attention due to their advantages of fast and sensitive detection, compactness, and low cost compared to other conventional methods. Among the manufactured nanomaterials, metal oxide nanoparticles are the most widely used due to their unique and special properties. Properties that make nanophase structures indispensable tools in modern nanotechnology are their various nonlinear optical properties, higher flexibility at high temperatures compared to granular ceramics, cold welding properties, superparamagnetic properties, unique catalytic, sensitivity, and selective activity. So as, the melting point of the nanoscale material is lower than that of the bulk nanoparticle material of the same composition, the nanoparticles exhibit unusual adsorption and rapid diffusion properties, and are not stable under critical conditions [Yeosang Yoon, 2022]. Nanotechnology involves the study and engineering of new materials at the nanoscale level. Nanotechnology uses a synthesis of several strategies and methods. Regarding synthetic strategies, there are generally two types of approaches to produce nanomaterials and the production of nanostructures.

Synthetic strategies and methods used in nanotechnology, combining typical processes or applications consisting of certain strategies or methods, are presented in figure 4.

Figure 4. Synthetic strategies and methods used in nanotechnology.

The bottom-up approach to the synthesis of nanostructured materials includes the following methods: physical method consisting of pulsed and vapor deposition, chemical vapor deposition, pulsed laser deposition, ion implantation, atomic layer deposition, molecular beam epitaxy, sputtering pyrolysis and hydrothermal deposition and microemulsion methods, covers chemical methods to prepare nanoparticles by aqueous solution, such as sol-gel, microwave, electrochemical and photochemical processes. These physical and chemical production methods are usually expensive, labor intensive, and also harmful to the environment. Recently, there has been a strong focus on green synthesis technology, where nanoparticles are derived from fungi, algae, bacteria, and terrestrial plants.

The advantage of using green synthesis technology is that such nanoparticles are easily available, safe, and targeted to the type of metabolites that can act as stabilizing agents. The apparent increase in alternatives for nanoparticle synthesis and green approaches using various biological materials may ensure the availability of the required type of nanoparticles in the future, albeit in small quantities, against the background of depletion of various metals.

In addition to synthetic strategies, the applied nanotechnology methods can be divided into wet, dry and computational engineering. The wet method nanotechnology method mainly deals with the processes occurring in aquatic environments exploiting the living systems and components present in the cells, tissues, and organs of living organisms. Dry method engineering handles the synthesis of inorganic solid structures and parts using physicochemical methods, while computational nanotechnology deals with the development and application of computer-based quantum and molecular

designs, modeling, and simulation of the behavior or properties of nanotechnology-related systems. Various methods applied during the production of metal-oxide nanoparticles allow to change the properties of the obtained nanoparticle oxides and control their properties. Reaction mechanisms and functionality of nanostructured metal oxides depend on their composition, crystallographic structure, morphology, surface stoichiometry and geometry, phase interaction, etc. To obtain nanostructures with the desired properties, it is necessary to expand the knowledge about them, to update the existing information about the functional properties and changes in the properties of the nanostructured metal oxide. The multitude of methods, nano-oxide types and compounds used confirm that the correlation between the nanostructure and composition changes on the one hand and the final properties of the processed device or device on the other hand is complex.

However, in the last decade, because of the rapid development of manufacturing technologies, a number of research works on the creation of nanoparticle metal-oxide-based sensors on flexible and stretchable substrates have been carried out [Yeosang Yoon, 2022]. Such poly materials as polyimide, polyethylene naphthalene, polyester sulfone, polyether ketone, polycarbonate, are used as substrates for these flexible sensors.

Depending on the internal structure of nanoparticles, that is, the location of electrons, they can be semiconductor, metal, or insulate (dielectric). At present, the research of nanoparticles is carried out in several directions. These directions relate to the field in which they can be applied. The potential technological application of metal oxide nanoparticles can be widely applied in various fields of the national economy, including information technologies and optical electronics. As the size of nanoparticles decreases, the number of surface and interfacial atoms increases, which leads to structural disruption. By changing the size of nanoparticles, it is possible to change their magnetic, conductive, chemical, and electronic properties. Their electrical conductivity depends on the size of those particles. For example, TiO2 can be easily shrunk at high temperatures, which in turn greatly affects conductivity. Germanium nanoparticles can be widely used in optical electronics.

A p-n junction with the combination of two different nanoparticle oxides is a very complex task to prepare a nanostructure with the required optical or electronic properties and to establish the necessary properties in nanoscale devices during mass production. Nevertheless, the application of nanometal oxides as an electrode material in lithium-ion batteries allows to increase the charge-discharge currents, energy conversion rate and capacity of these batteries.

The use of nanoparticle oxides in solar cells also allows achieving certain advantages. Thus, these oxides used in photovoltaics create opportunities for making light absorbers and transparent electrodes, which guarantee to increase the efficiency of solar cells.

Depending on the field of application, the main properties of materials, in particular, parameters of thermal and chemical resistance, flexibility and transparency must be taken into account. Conductive properties that allow communication between different elements are important for the operation of electrical devices. Thus, at high temperatures, the conductivity of n-type nanoparticle metal oxide is greater than that of p-type nanoparticles. Since the size of the main substrate of devices made of nanoparticle metal-oxide is nanoscale, the main properties change due to the mobility of charge carriers, the sensitivity, response and recovery times of the device change dramatically. These shortcomings can be eliminated by changing the morphology of the layer, the construction of the electrode, and the additional materials amount during production.

Despite the development of devices based on metal-dielectric-semiconductor (MOS) structures (MOS transistors, MOS memory elements, load-coupled devices, etc.), high-sensitivity MOS photoreceivers and photocells, temperature sensors, optical image converters, MOS phototransistors, photo-varicaps and MOS photo memory elements, etc. creation issues are problems waiting to be solved.

The lack of information on the electrical and photoelectric properties of MOS structures before and after electrical treatment, the electrical and photoelectric properties of tunnel dielectric MOS structures and symmetric MDY structures reduces their applicability. Therefore, obtaining multilayer structures with dielectric layer and studying their electrophysical properties is an urgent problem.

The great interest in MOS structures has arisen due to their prospect for solving a number of application issues of opto- and microelectronics. In this sense, the study of transition processes in tunnel dielectric MOS structures is related to the importance of building photoreceptors and isolated semiconductor structures, electronic elements of various purposes based on them.

Analytical microscopy methods with high accuracy are used to determine the morphology of nanostructures: tunneling, atomic force and electron microscopy [Zeynalova Sh.H. (2022)]. Scanning tunneling microscopy is one of the probe microscopy methods in which the density of states of surface atoms is analyzed by measuring the tunneling current. It is designed to study the surface of conductive substances and materials at the atomic level and create a three-dimensional image of the surface. The tunneling microscopy method was developed in the early 1980s proposed by G. Binnig and H. Rohrer.

In 1986, those scientists received the Nobel Prize in Physics for the invention of tunnel microscopy. Lateral (across the surface) resolution is 0.1 nm; resolution normal to the surface is 0.01 nm. This method can be used not only under ultra-high vacuum conditions, but also in air, gases, and liquids, as well as at temperatures from a tenth of a degree to 1000°K.

Scanning tunneling microscopy is based on quantum tunneling. Probe (test) needles are usually made of metal wire (*W, Pt-Ir, Au*). The atomic-sized sharp needle is made by mechanical polishing and combined electrochemical etching methods. Further processing consists of plasma sharpening in an ultra-high vacuum chamber. A focused microscope probe is placed close enough to the surface to be studied that the wave functions of the probe's outer atoms and the sample surface atoms are covered. This condition is fulfilled when the probe-sample distance is 0.5-2.0 nm. When a voltage is applied between the probe and the sample, a tunneling current flows through the gap, and scanning of the surface in a tunneling microscope is performed with a thin metal probe. Ideally, there should be only one atom at the tip of the probe. Piezoelectric devices bring the probe close to the surface of the electrically conductive object under study. Two-coordinate piezoelectric manipulators move the probe along the sample surface to create a raster (set of lines). In this case, the parallel lines of the raster are separated by a tenth of a nanometer.

The trajectory of the probe reproduces the topography of the surface thanks to a feedback system that divides the initiated change in the tunneling current and changes the voltage on the manipulator. The manipulator moves the probe vertically so that the value of the tunnel current does not change and the distance between the probe and the sample remains constant. The computer constructs a three-dimensional image of the surface due to changes in voltage. The resolution of the microscope reaches the atomic level and is about 0.2 nm.

Atomic force microscopy is one of the probe microscopy techniques used to study surface morphology. The working principle is based on the analysis of the interaction force of the cantilever probe with the sample under study. The Atomic force microscope was invented in 1986 by G. Binnig and C.F. Quate. Unlike scanning tunneling microscopy, atomic force microscopy allows the study of both conducting and non-conducting surfaces. The construction of an atomic force microscope consists of a console and a special needle probe.

The spatial resolution of an atomic force microscope depends on the size of the cantilever and the curvature of the needle tip. The working principle of the microscope is based on the change in the force of atoms. The resolution reaches the atomic level in the horizontal direction and greatly exceeds

the resolution in the vertical direction. Usually, the interaction is understood as the attraction or repulsion of the probe and the surface under the influence of short-range van der Waals forces. However, there are several modifications of the method to analyze other types of interactions: electrostatic, magnetic, and frictional forces. When the probe is at a sufficiently large distance from the sample, the attraction is small. As the distance decreases, the attraction increases until the electron clouds of the tip and surface atoms are subject to electrostatic repulsion. The total force is zero at a chemical bond length distance (one tenth of a nanometer); at short distances the thrust force is dominant. Depending on the distance from the needle to the sample, which is used to obtain images in the atomic force microscope, the following operating modes of the microscope are possible: 1) contact; 2) contactless; 3) semi-contact. In contact mode, the probe-to-sample distance is on the order of a tenth of a nanometer. Thus, the probe is subjected to repulsive forces in gentle physical contact with the sample. In this case, the interaction between the needle and the sample forces the cantilever to bend, replicating the topography of the surface. Topographic images are usually acquired in constant height or constant force mode. In non-contact mode (attraction mode), the cantilever with the help of a piezo crystal oscillates over the probe surface with an amplitude of ~2 nm, which exceeds the distance between the probe and the surface. During scanning, gravity is determined by changes in amplitude or resonant frequency of oscillations, and an image of the surface is created accordingly. The semi-contact mode is like the non-contact mode in that the cantilever tip slightly touches the sample surface at the bottom of its oscillations.

A scanning electron microscope is a device that uses a focused electron beam to examine a surface. Image generation in this microscope, which allows you to see the surface morphology - roughness, is performed based on the processing of detected signals: second electrons, backscattered electrons, X-ray radiation, current passing through the sample. A surface representation consists of a two-dimensional image of the recorded signal.

In a scanning electron microscope, an electron beam with an initial energy of ~1-10 keV is collected (focused) at a point with a diameter of 1-10 nm on the surface of the studied sample by means of a lens system. A focused beam set scans the surface through a system of biasing coils in synchronism with the electron beam in a video tube used as an optical display. Both electron beams are controlled by the same scanning generator, so the magnification is equal to the ratio of the screen size to the scanned area on the sample surface. The main field of application of the scanning electron microscope is the visualization of surface topography (when recording secondary electrons) and the mapping of the distribution of elements on the surface (when recording backscattered electrons, Auger electrons and X-rays). The samples are studied under low pressure provided by a vacuum system.

Scanning electron microscope allows to observe the sample in three main modes: in second electrons, reflected electrons, X-rays (microanalyzer). In terms of accuracy of results for the first two modes, the optimal current is 1.10^3 pA; in X-ray microanalysis, the optimal probe current is about 100 nA. During the study, the current of the microscope probe can vary widely.

Due to their semiconducting properties, metal oxides such as zinc, molybdenum and copper are widely used in photodetectors. The sensitivity mechanism of these devices can be explained and interpreted as photoelectric phenomenon or desorption of oxygen molecules adsorbed on the surface of metal oxides. For example, in n-type semiconductor-metal-oxides, the conductivity decreases in the dark, because oxygen molecules contribute free electrons to ionization and cause chemisorption to occur on the surface. When illuminated by light with a photon energy higher than the band gap of the metal oxide, electron-hole pairs are formed as a result of impact of the photoelectric phenomenon.

Due to the high thermal stability of nickel and manganese oxides, they are used to manufacture negative temperature coefficient thermistors. The low melting point of nanomaterials, it allows to produce thermistors based on metal oxides at low temperatures.

Although the electrochemical energy storage, catalysis and energy devices all have nanoparticles placed in their conductive matrices, certain studies are being conducted in the direction of obtaining materials with high reactivity by oxidation of their surface [Vignesh Sundaresan et all, 2018], [Yanan Chen et all, 2016]. The micro-sized particles in reduced graphene oxide are heated to high temperatures and rapidly quenched to preserve the resulting nano-architecture. A possible formation mechanism involves the melting of micro-sized particles at high temperatures, defect fragmentation in reduced graphene oxide, and self-assembly into nanoparticles upon cooling. Using an ultra-fast manufacturing method, aluminum is stabilized in a reduced graphene oxide layer of nanoparticles, which makes it efficient to use as a switchable high-quality energy material.

Conclusions

Hydrogen formed as a result of oxidation reactions quickly diffuses through the oxide-silica interface but can react with other particles of SiO_2 to form hydroxyl groups.

At low temperatures, the rate of the oxidation reaction near the separation boundary is affected not only by time and temperature, but also, as mentioned above, by substrate orientation and additive concentration. Oxide growth can be accelerated or slowed down (or even stopped altogether) with the help of an electric field. Therefore, to create a high-quality multilayer semiconductor structure, it is necessary to strictly control time, temperature factors and the concentration of additives, as well as the electric field, to obtain an oxide layer with the required parameters, regardless of its purpose, location in the structure, and the method of acquisition.

Although the methods of obtaining nanoparticle metal oxides are many times more complicated and labor-intensive than obtaining the dielectric (oxide) layer in ordinary metals and semiconductors, the application possibilities of such metal and graphene oxides are quite wide, and they can be used in all areas of the national economy, for example, in electrochemical energy storage (batteries), in various types of optical, heat, gas sensors and the other applications.

References

1. Andreev V., Maslovsky V., Safonov A., Stolyarov A. (2014). Modification of dielectric films of MIS devices. ELECTRONICS: Science | technology | Business, Special Issue (00137), pp.169-175.
2. Andreev, V.V., Bondarenko, G.G., Stolyarov, A.A., Vasyutin, M.S., Korotkov, S.I. (2008). The influence of temperature on the injection modification of dielectric films of MIS structures. – Perspective materials, No. 5, pp. 26–30.
3. Gritsenko, V.A., Tyschenko, I.E., Popov, V.P., Perevalov T.V. (2010). Dielectrics in nanoelectronics. - Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 258 p.
4. Nekrashevich, S.S., Gritsenko V.A. (2014), Electronic structure of silicon oxide. Solid State Physics, volume 56, issue 2, pp. 209-223.Green M.L., Gusev E.P., Degraev R., Garfunkel E.L. (2001). Ultrathin (<4 nm) SiO_2 and *Si–O–N* gate dielectric layers for silicon microelectronics: Understanding the processing, structure, and physical and electrical limits. – J. Appl. Phys., v.90. №5, p.2057–2121.
5. Kirchanov V.S. (2019). Physical foundations of nanotechnologies of photonics and optoinformatics: textbook /V.S. Kirchanov - Perm. Publishing House Perm. Nat. Research Polytechnic University. – 221 p.
6. Zeynalova Sh.H. (2022). Intelligent System for Experimental Investigations of Optical Nanostructures. easychair.org/publications/preprint/JNW1, N 9246) – 5 p.
7. Murthy S. Chavali, Maria P. Nikolova. (2019). Metal oxide nanoparticles and their applications in nanotechnology. (springer.com content/pdf/10.1007/s42452-019-0592-3.pdf

8. Yeosang Yoon, Phuoc Loc Truong, Daeho Lee and Seung Hwan Ko (2022). Metal-Oxide Nanomaterials Synthesis and Applications in Flexible and Wearable Sensors. ACS Nanosci. Au, 2, 64−92.

9. Ahmed M. Jasim, Xiaoqing He, Tommi A. White & Yangchuan Xing (2020). Nano-layer deposition of metal oxides via a condensed water film. Communications Materials |1:9| https://doi.org/10.1038/s43246-020-0010-9|.

10. Vignesh Sundaresan, Joseph W. Monaghan, and Katherine A. Willets (2018) Visualizing the Effect of Partial Oxide Formation on Single Silver Nanoparticle Electrodissolution J. Phys. Chem. C, 122, 3138−3145. DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b11824.

11. Yanan Chen, Garth C. Egan, Jiayu Wan et all. (2016) Ultra-fast self-assembly and stabilization of reactive nanoparticles in reduced graphene oxide films. Nature Communications |7:12332|DOI: 10.1038/ncomms12332|.

Metal Yüzey Kaplama Prosesindeki Vizkozite Probleminin TRIZ ile Çözümü

Elif Dülger, Sakarya Üniversitesi,

ekahraman@sakarya.edu.tr

Zeynep Karahan, Sakarya Üniversitesi,

zeynep.ugdul@gmail.com

DOI: 10.13140/RG.2.2.28665.44641

Özet

Metal yüzey kaplaması yapan bir işletmede, teflon kaplama tüketim maddesinin üretim alanı ve stok alanlarında beklerken viskozitesi ile ilgili özellikle siyah harici teflonlarda sorun yaşanmaktadır. Bu çalışmada, üretim alanı ve stok alanlarında beklerken viskozitesi etkilenen teflon maddesinde yaşanan probleme TRIZ yöntemi kullanılarak çözüm bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle bu çalışmada, ideal viskoziteli teflon kaplama maddesi ile yüzey kaplaması yapılırken operasyonda kolaylık sağlanmış ancak bu durumda da üretim hassasiyetinin meydana gelmesi problemi ele alınmıştır. TRIZ yaklaşımı ile problemi çözmeye yönelik teknik çelişkileri tespit edilmiş, bu çelişkiler çelişki matrisine göre değerlendirilerek çözüm için yol haritası oluşturulmuştur. 1. Dilimleme, bölme, parçalama, 23. Geri besleme, 32. Renk değiştirme ve 35. Parametre değişikliği yenilikçi prensipleri uygulanarak teflon maddesinin yoğunlaşmasını önlenmiş, aynı zamanda istenilen üretim hassasiyeti de sağlanmıştır. Çalışmada, TRIZ yöntemi başarıyla uygulandığı gösterilmiş, dört çözüm önerisi hayata geçirilerek teflon kaplama maddesi viskozite problemi giderilmiştir.

Anahtar Kelimeler: TRIZ, Metal yüzey kaplama, Viskozite problemi, Teflon kaplama maddesi, Çelişkiler Matrisi

Summary

In this study, a solution was found by using the TRIZ method to the problem of teflon material, whose viscosity was affected while waiting in the production area and stock areas. In a company that produces metal surface plating, there are problems with the viscosity of the plating consumables while they are waiting in the production area and stock areas, especially those other than black teflon. When surface coating with ideal viscosity teflon plating material, ease of operation was achieved, but on the other hand it had caused the manufacturing precision. With the TRIZ approach, technical contradictions to solve the problem were identified, and these contradictions were evaluated according to the contradiction matrix, and a road map for the solution was created. By applying 1. Segmentation 23. Feedback, 32. Color changes and 35. Parameter changes innovative principles, the condensation of the teflon material has been prevented and the desired production precision has been also achieved. As a result of this study, it was shown that the TRIZ method was successfully applied, and the Teflon plating material viscosity problem was resolved by implementing four innovative principles.

Keywords: TRIZ, Metal surface plating, Viscosity problem, Teflon plating, Contradiction matrix

Giriş

21. yüzyılda teknolojik inovasyonun hızı katlanarak artmakta ve şirketler yeni sorunlara, yeni teknolojilere ve yeni beceri taleplerine hızla uyum sağlama konusunda giderek daha fazla baskı hissetmektelerdir. Bu tür sürekli yetenek gelişimini sağlamak için, teknolojik problem çerçeveleme ve problem çözme konusunda sistematik bir anlayış noktasında TRIZ öne çıkmaktadır. Abramov vd (2015) çalışmalarında TRIZ tabanlı metodolojilerin, firmalarının istatistiklerine dayanarak, son 8 yılda gerçekleştirilen tüm projelerin neredeyse %60'ı kimyasal veya biyokimyasal iyileştirmeyi sunmuş ve kimya endüstrisi için çok uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Bu noktada çalışmada kimyasal dönüşüm süreçlerindeki bir problemin TRIZ yöntemi ile çözülebilirliğine ilişkin bir uygulama gerçekleştirilmiş, metal yüzey kaplaması yapan bir işletmede teflon kaplama tüketim maddesinin viskozitesi ile ilgili özellikle siyah harici teflonlarda yaşanan problem ele alınmıştır. Bu sorunun özellikle mevsimsel olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Teflon kaplama maddesinin koyulaşmaması, metal yüzey kaplaması yapılırken operasyon kolaylığı sağlamaktadır. Aynı zamanda teflonun koyulaşmaması için yapılan işlemler de üretim hassasiyetine sebebiyet vermektedir. Burada teknik bir çelişki söz konusudur. İdeal viskoziteli teflon kaplama maddesi ile yüzey kaplaması yapılırken operasyonda kolaylık sağlanmaya çalışılırken, diğer yandan viskoziteyi ideal tutulmaya çalışırken üretim hassasiyeti oluşmaktadır. Viskozitenin imalatı zorlaştırması sebebiyle 33.parametre "İmalat kolaylığı" ve 29.parametre "Üretim hassaslığı" parametreleri ile çalışılmasına karar verilmiştir.

Triz metodolojisi

TRIZ, "sistemleri" yenilikçi şekilde geliştirmeye yardımcı olabilecek bir dizi sistematik düşünce aracıdır. TRIZ düşüncesi, problem içerisindeki çelişkilerin, yenilikçi çözümler üretilerek metodolojik olarak çözümlenebilirliği düşüncesine dayanır. TRIZ yönteminin geliştiricisi Rus bilim insanı Genrich Altshuller, inovasyonun, teknolojik bir sistemde temel bir değişikliği gerektirmesi bakış açısıyla tüm dünyada 200.000'den fazla patenti incelemiş ve göre küçük bir oranda olan "Özgün-Yaratıcı" nitelikte olan 40.000 patentin titiz bir analiz etmiştir. Çalışmalarının sonuçları, TRIZ'in kuramsal temelini ve daha sonra geliştirilecek yenilikçi problem çözme araçlarının temelini oluşturmuştur. Altshuller buluşları 5 seviyede tanımlamıştır:

1. Seviye: Rutin tasarım problemleri, uzmanlık kapsamında iyi bilinen yöntemlerle çözülür. Genellikle hiçbir icat gerektirmez. Kişisel bilgi yeterlidir.
2. Seviye: Alanda bilinen yöntemleri kullanarak mevcut bir sistemde minör iyileştirmeler. Çift odaklı gözlükler gibi patentler buna örnektir.
3. Seviye: Endüstrinin dışında bilinen yöntemler kullanılarak mevcut bir sisteme temel iyileştirme.
4. Seviye: Birincil işlevlerini yerine getirmek için yeni bir ilke gerektiren bir sistemin yeni bir nesli. Çözümler teknolojiden ziyade bilimde daha sık bulunur.
5. Seviye 5 - Nadir bir bilimsel keşif ya da yeni bir sistemin öncü buluşu.

Buluşların dağılımı incelendiğinde, yaklaşık %70'inin birinci seviyede olduğu görülmektedir.

Seviye

Şekil 1. Buluş Seviyelerinin dağılımı (Hirst, 2007)

TRIZ yaklaşımına göre özgün bir problem genellikle aşağıdakilerden bir veya daha fazlasına sahiptir:

- Bilinen bir çözüm yok
- Psikolojik atalet (insanın çözümün mümkün olmadığı inancı)
- Çelişkiler (Bir çelişki, sistemin bir özelliğini iyileştirme girişiminin başka bir özelliğin bozulmasına yol açtığı bir durumdur.)

TRIZ yöntemi karar verme problemlerinde doğrudan çözüm üretmez sadece yol gösterir. Geçmiş deneyimlerinden, başarıya ulaşmış teknik çözümlerden yola çıkarak alternatif çözüm kombinasyonları sunar (Zurnalı, 2019, 32). TRIZ metodolojisi aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Şekil 2. Genel TRIZ metodolojisi (Hirst, 2007)

TRIZ uygulayıcılarının öncelikle kendi problemlerini standart bir TRIZ problemine dönüştürmeleri gerekir ki bu da 39 mühendislik parametresinden probleme ilişkin seçilmiş ikili parametre çifti yardımıyla mümkündür. Parametre seçimi yapıldıktan sonra spesifik problem, TRIZ problemine dönüştürülmüş olur. Problem çözmek adına iyileştirilecek olan parametre bir diğeri üzerinde olumsuz

etki yaratabilir. Bu çelişkinin giderilmesinde Çelişkiler Matrisi kullanılarak kesişen hücredeki yenilikçi prensipler aracılığı ile standart TRIZ çözümü elde edilmiş olur. Çelişkiler matrisi, problemin çözümünde bu prensiplerden hangilerinin kullanılacağını belirlemek için G. Altshuller tarafından geliştirilmiştir. Aşağıda bu matrisin bir kısmına yer verilmiştir.

	Kötüleşen Özellik / Geliştirilen Özellik	Hareketli nesnenin ağırlığı	Sabit nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin uzunluğu	Sabit nesnenin uzunluğu	Hareketli nesnenin alanı
		1	2	3	4	5
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	+		15,8,29,34		29,17,38,34
2	Sabit nesnenin ağırlığı		+		10,1,29,35	
3	Hareketli nesnenin uzunluğu	8,15,29,34		+		15,17,4
4	Sabit nesnenin uzunluğu		35,28,40,29		+	
5	Hareketli nesnenin alanı	2,17,29,4		14,15,18,4		+
6	Sabit nesnenin alanı		30,2,14,18		26,7,9,39	
7	Hareketli nesnenin hacmi	2,26,29, 40		1,7,4,35		1,7,4,1
8	Sabit nesneni hacmi		35,10,19,14	19,14	35,8,2,14	

Şekil 3. Çelişkiler matrisinden bir kesit (Kaya, 2016)

TRIZ yaklaşımında 40 adet prensip tanımlanmıştır ve matris içerisindeki kesişimlerde yer alan rakamlar, bu prensipleri ifade etmektedir. Bölümleme, asimetri, ucuz ve kısa ömürlü cisimler kullanma, pnömatik ve hidrolik yapılar kullanma, kompozit malzeme kullanma gibi 40 yenilikçi prensip birçok alanda tekrarlanan ve genel olarak birçok problemin çözümlerinden oluşmaktadır. Üzerinde çalışılan problemlere dair parametreler birbirlerine kısıt oluşturabilmektedir. Çelişkiler matrisi hücrelerinde problemin çözümü için uygun yenilikçi prensip yer almaktadır. Bazı hücrelerde birden fazla prensip olabilir. Kesişen hücrelerden yer alan ve sayılarla belirtilen yenilikçi prensipten uygun olanların problem adapte edilmesiyle spesifik çözüme ulaşılır.

Fang vd (2023) buluş problemlerini çözmek için eksiksiz bir algoritma olarak ARIZ (Algorithm for inventive-problem solving) algoritmasını öne çıkarmakta ve TRIZ inovasyon teorisindeki en sağlam ve güçlü araç olarak tanımlanmaktadır. ARIZ, TRIZ teorisindeki fikir ve araçların çoğunu entegre eder, sistematik yapılar ve süreçler aracılığıyla yenilikçi buluşlara ve araştırma çıktılarına ulaşır. Yazarlar çalışmalarında çok modlu İHA'ların çeşitli ortamlarda etkin bir şekilde hareket edebilmesi için donanım sisteminin görünüm yapısı değiştirilmiştir. Çıktı sonuçları, çok modlu insansız araçların entegre sistemini ve donanım algılama sistemini etkili bir şekilde iyileştirmektedir. Çalışmalarında kullandıkları altı adımdan oluşan ARIZ çözüm aşamalarını ise, sorunu belirleme, bilgi toplama, çelişkileri tanımlama, ideal durumu tanımlama, beş seviyede ARIZ 85-AS'yi uygulama, en iyi çözümün seçme olarak tanımlamışlardır (Fang vd., 2023, 1-2, 19).

Kimyasal Proseslerde TRIZ Uygulamaları

Kimya ve proses mühendisleri yenilik için yeni fırsatlar yaratmayı, yeni fikirleri teşvik etmeyi ve yeni temsiller yaratmayı amaçlıyor. Bu özellikle nasıl farklı düşünüleceğini keşfetmenin üzerinde çalışmayı öne çıkarmaktadır. TRIZ yöntemi ilginç bir örnek olup ilk olarak ayrık imalat için büyük bir başarı ile geliştirilmiştir ve özellikle CBR (Vaka Tabanlı Akıl Yürütme) ile birleştirilerek Kimya Mühendisliğine uyarlanmıştır (Potier vd., 2015, 108-109).

Abramov vd (2015) çalışmalarında TRIZ araçlarını kimya mühendisliğinde kullanırken, araçların başlangıçtaki problemin çözülmesi gereken seviyeye göre dikkatli bir şekilde seçilmesi gerektiğini vurgulayarak TRIZ ve GEN3 TRIZ araçlarının kimya mühendisliğinde kesinlikle uygulanabilir olduğunu ve bu alanda sürekli olarak iyi sonuçlar verdiğini açıkça göstermişlerdir (Abramov vd, 2015, 25-30).

Kim vd (2009) ise, "TRIZ yaratıcılığı yoğunlaştırma yaklaşımının kimyasal proses güvenliğine uygulanması" isimli çalışmalarında mühendislik parametrelerinin sınıflandırılmasında terminolojinin uygulanamaması ve belirsizliği nedeniyle kimyasal proses güvenliğine orijinal TRIZ kullanımında zorluklar olduğu ve TRIZ'in modifiye edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda TRIZ'in 39 parametresi mekanik, operatör, süreç bozulması, tasarım, doğal tehlike ve malzeme gibi altı kategoride olmak üzere yeniden düzenlenmiştir. Bu altı kategori kimyasal kazanın ana nedenleridir. Yazarlara göre bu düzenleme kimyasal proses güvenliği açısından orijinal TRIZ'den daha kabul edilebilirdir. Bu sayede güvenlik dikkate alınarak kimyasal prosesin iyileştirme tasarımı için değiştirilmiş bir TRIZ sunulmaktadır (Kim vd., 2009, 1042-1043).

Robles vd (2009) ise TRIZ yöntemini tüm teknik alanlardaki en iyi uygulamalara erişim sağlama kapasitesi sayesinde yaratıcı problem çözme yeteneğini artıran bir problem çözme yöntemi olarak tanımlamışlar, bu yöntem ile CBR (Case-Based Reasoning, Vaka Bazlı Akıl Yürütme) birleştirmeyi önermişlerdir. Kimya Mühendisliğinde yaratıcı tasarımı hızlandıracak bir yöntem olarak dile getirdikleri bu öneri ile amaç, tasarım sırasında kullanılan bilgiyi modellemek, yakalamak, depolamak ve kullanılabilir hale getirmek için CBR yöntemi ile TRIZ teorisini birleşiminden ortaya çıkan sinerjiden faydalanmaktır. Bu sayede, CBR'nin (bilgiyi hızlı bir şekilde saklama ve yeniden kullanma yeteneği) ve TRIZ'in (çözüm sırasında ödün vermeme, yaratıcı çözümler) temel avantajlarını birleşir (Robles vd., 2009, 245-247).

Uygulama

Teflon kaplama maddesinin saniyedeki ideal 15+/- 5 mm^2/s (Centistoke (cSt)) olup viskozite değerlerinde olması, metal yüzey kaplaması yapılırken operasyon kolaylığı sağlamaktadır. Ancak teflonun ideal viskozitelerde tutulması için yapılan işlemler, üretim hassasiyetine sebep olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, ideal viskoziteli teflon kaplama maddesi ile yüzey kaplaması yapılırken operasyonda kolaylık sağlanmakta ancak bu durumda da üretim hassasiyeti meydana gelmektedir.

Şekil 4. Viskozitesini kaybetmiş uygunsuz stok alanında bekleyen teflon görseli

Şekilde görüldüğü gibi teflon maddesinin üzerinde gözenekler oluşmuştur bu ise istenmeyen bir durumdur. Viskosite problemi giderildiğinde bu gözenekler oluşmayacaktır. Çözümde aşağıda gösterilen akıştan faydalanılmıştır.

Şekil 5. TRIZ yöntemi akış şeması (Han, 2019, 312-313)

Bu çalışmada, TRIZ yaklaşımının problem çözmeye yönelik teknik çelişkileri tespit edilmiştir. İdeal viskoziteli teflon kaplama maddesi ile yüzey kaplaması yapılırken operasyonda kolaylık sağlanmaya çalışılırken, diğer yandan viskoziteyi ideal tutulmaya çalışırken üretim hassasiyeti oluşmaktadır. Daha sonra bu çelişkiler TRIZ çelişki matrisine göre değerlendirilerek çözüm için yol haritası oluşturulmuştur. Teknik çelişkiler belirlendikten sonra TRIZ çelişki matrisinde ilgili sutün, ilgili satır ile birleştirilerek yöntemin çözüm için bize sunduğu prensipler tespit edilir.

Aşağıda verilen tabloda TRIZ Çelişki matrisinin ele alınan probleme ilişkin kısmı gösterilmektedir. Çelişki matrisinde satırlar iyileşmesi istenen parametreleri gösterirken, sütunlar çözüme ulaşırken kötüye giden parametreleri göstermektedir.

Kötülesen Özellik → / İyilestirilen Özellik ↓		Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktarı	Güvenilir olma	Ölçüm doğruluğu	Üretim hassaslığı	Nesnenin etkilendiği zararlı faktörler	Nesnenin Ürettiği zararlı faktörler	Üretim kolaylığı	Operasyon kolaylığı	Tamir kolaylığı
		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
24	Bilgi kaybı	+	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23			22, 10, 1	10, 21, 22	32	27, 22	
25	Zaman kaybı	24, 26, 28, 32	+	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	4, 28, 10, 34	32, 1, 10
26	Madde miktarı	24, 28, 35	35, 38, 18, 16	+	18, 3, 28, 40	13, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25
27	Güvenilir olma	10, 28	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	+	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26		27, 17, 40	1, 11
28	Ölçüm doğruluğu		24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	+		28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11
29	Üretim hassaslığı		32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1		+	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26		1, 32, 35, 23	25, 10
30	Nesnenin etkilendiği	22, 10,	35, 18,	35, 33,	27, 24,	28, 33,	26, 28,	+		24, 35,	2, 25,	35, 10,

Şekil 6. Teknik çelişkilerin TRIZ çelişki matrisinde değerlendirilmesi

Metal yüzey kaplaması yapılırken kaplama maddesi teflonun viskozitesinin ideal tutulması 15+/- 5 mm^2/s (Centistoke (cSt)) üretim hassasiyeti sağlayıp, iyileşen özellik olurken; operasyon kolaylığı kötüşelen özellik olarak tanımlanmıştır. Bu durumda matris üzerinde satır ve sütun eşleşmesinde bulunan 1, 32, 35, 23 numaralı prensipler TRIZ metodolojisinde sırasıyla şu şekilde tanımlanmaktadır;

Prensip 1. Dilimlemek, bölmek, parçalamak Prensip 32. Renk değiştirme. Prensip 35. Parametre

değişikliği. Prensip 23. Geri besleme

Ele alınan problem TRIZ yönteminin bize sunduğu yenilikçi prensiplere göre aşağıda açıklandığı gibi çözülmüştür.

1. Dilimleme, bölme, parçalama yenilikçi prensibinin uygulanması

TRIZ Çelişki matrisinden gelen 1 numaralı "Dilimlemek, bölmek, parçalamak" prensibine göre makinede besleme yaparken kullanılan teflon kapları uygulamada kullanılan 20 litrelik kaplar yerine, 3- 5 litrelik kaplar olarak revize edilmiştir. Makine içerisinde merdaneler arasında sürekli dönen teflon ısınmaktadır ve ısınan teflon katılaştığı için burada amaç, sisteme sürekli küçük litrelik kaplarda teflon maddesi ekleyip, sistemdeki teflonu ideal viskozitede tutmaktır.

Şekil 7. Besleme kaplarının küçük kaplara bölünerek işleme alınması

Birinci Görsel 20 litrelik kap ile besleme yapılan teflonun düşük viskoziteli ağır akışını gösterirken, ikinci görsel ise 3 litrelik kap ile yapılan beslemenin prosesteki yüksek viskoziteli hızlı akışını göstermektedir.

23. Geri besleme yenilikçi prensibinin uygulanması

TRIZ çelişki matrisinden gelen 23 numaralı "geri besleme" prensibine göre yüzey kaplama maddesi teflonların bulunduğu depolara klima sistemi yapılmıştır. Bu depolardaki ortam derecesi içeride bulunan termometreler ile saat başı kontroller ile geri bildirim alınmış, ortam, ideal sıcaklık olan 19-22 derece altında tutulması için sürekli gözetim altına tutulmuştur.

Burada amaç, sıcaklık artış ve azalmalarının yaşandığı mevsim değişimlerinde stok alanında duran teflonların da ideal viskozitede kalmasını sağlamaktır.

Şekil 8. Depolara klima koyulması ve ortam sıcaklığının kontrol altında tutulması

32. Renk değiştirme yenilikçi prensibinin uygulanması

TRIZ çelişki matrisinden gelen 32 numaralı "Renk değiştirme" prensibine göre özellikle siyah harici teflonlarda, pigment kullanımı daha yoğun olduğu için koyulaşmanın daha çok olduğu tespit edilmiştir. Bunu engellemek için özellikle bu grup teflon renklerini stoklu bulundurmamak, elde bulunan teflonlar içinse uygun şartları oluşturarak önlem alınmıştır. Bir diğer aksiyon ise üretime alınan siyah harici teflonda viskozite değişimi yaşandığı anlaşıldığı takdirde, pigmentin daha düşük olduğu renklerde üretimlere geçiş yapılmıştır. Örneğin; beyaz teflon üretiminde problem yaşanmaya başlandıysa, yapısı gereği pigment kullanımının daha az olduğu siyah teflonlu üretimlere geçilmiştir.

35. Parametre değişikliği yenilikçi prensibinin uygulanması

TRIZ çelişki matrisinden gelen 35 numaralı "Parametre değişikliği" prensibine göre koyulaşmaya başlayan teflon kaplama maddesinin sıcaklığını ideal seviye olan 25-28 derecelerde tutmak için makineye besleme yapılan 20 litrelik bidonların içerisine buz kütleleri konulmuştur. Ayrıca kıvam ayarlaması yapmak için teflona bir miktar su katıp uygun viskoziteye sahip teflonlar hatlara verilmek üzere hazır edilmiştir. Hava sıcaklıklarının çok yüksek olduğu günlerde su ekleme işlemi yerine buz kütleleri eklenmektedir. İlave bir önlem olarak, üretim alanında bekleyen teflonların 100-200 devir/dk' da titreşim yapan bir makine merdanesi yardımıyla homojen tutulması da sağlanmıştır. Burada teflonun sıcaklık ve yoğunluk parametrelerine etki edilerek ideal viskozite ile çalışma sağlanmıştır.

Sonuçlar

Sistematik inovasyonla ilişkilendirilen TRIZ metodolojisi, onlarca yıldır farklı endüstrilerde ürünleri ve üretim süreçlerini önemli ölçüde iyileştirmek için kullanılmaktadır. Özellikle kimyasal işlemlerin yoğun olduğu alanlarda başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu çalışmada da metal yüzey kaplaması yapan bir imalat işletmesinde TRIZ yöntemi uygulanmış, yöntemin önerdiği dört yenilikçi prensip teflon maddesinin yoğunlaşmasını önlemekte başarılı olunmuş, aynı zamanda istenilen üretim hassasiyeti sağlanmıştır. Uygulama ile bir kez daha görülmektedir ki, TRIZ yönteminin bize sunduğu çelişki matrisi kullanılarak, kimyasal dönüşüm süreçlerinde başarılı sonuçlar elde edilebilmekte, TRIZ yöntemi ile ideal sonuca daha yakın, hızlı ve efektif bir biçimde ulaşabilmektedir.

Kaynaklar

1. Abramov O., Kogana S., Mitnik-Gankin L., Sigalovsky I., Smirnov A.,(2015), TRIZ-based approach for accelerating innovation in chemical engineering, Chemical Engineering Research and Design, 103(2015)25–31, http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2015.06.012
2. Hirst E., (2007), Introduction to TRIZ - Theory of Inventive Problem Solving IBM Global Business Services, 05.08.2023 tarihinde https://studylib.net/doc/13322922/introduction-to-triz---theory-of-inventive-problem-solvin... adresinden alındı.
3. Zurnalı, Ö. (2019), Otobüs Kapak Üretim Prosesinin Robotik Otomasyonla Optimizasyonu ve Triz Metodolojisine Uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye
4. Metin Orhan Kaya (2016), TRIZ-Teknik Çelişki, https://medium.com/@metinokaya/triz-teknik-%C3%A7eli%C5%9Fki-e5195d94a9ff, Erişim Tarihi: 09.08.2023
5. Fang J., Shiau Y.R., Hung W.C., (2023), Innovative research on the application of TIRZ theory to multi-mode UAVs, Journal of Physics: Conference Series 2631 (2023) 012012, doi:10.1088/1742-6596/2631/1/012012
6. Potier O., Brunc J., Massonc P.L., Weil B., 2015, How innovative design can contribute to Chemical and Process Engineering development? Opening new innovation paths by applying the C–K method, Chemical Engineering Research and Design, 103(2015)108–122, http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2015.05.040
7. Kim J., Kim J., Lee Y., Lim W., Moon I. (2009), Application of TRIZ creativity intensification approach to chemical process safety, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 22 (2009) 1039–1043, doi:10.1016/j.jlp.2009.06.015
8. X. Han and L. Su (2019), TRIZ-Based Design and Simulation of High Speed End Sealing Device of Packaging Machine, 2nd World Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM), Shanghai, China, 2019, pp. 312-315, doi: 10.1109/WCMEIM48965.2019.00068.
9. Robles G.C., Negny S., Lann J.M.L. (2009), Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, Chemical Engineering and Processing 48 (2009) 239–249, doi:10.1016/j.cep.2008.03.016

Development Trends of Media Convergence- Immersive and Artificial Intelligence Based Journalism: AR, VR, AI Technologies

Leyla Rashid gizi Mammadova, Baku State University, Ph.D

DOI: 10.13140/RG.2.2.20301.82406

Summary

The process of convergence determines the combination of technological and economic spheres, ensures the unification of communication and information technologies and content on one platform. The process of media covers all areas of media and journalismof forms of presenting media content. At the present stage, as a result of the convergence of journalism with the fields of artificial intelligence, augmented reality, immersive, algorithmic (or robotic), drone journalism is a new phoneme of modern journalism. In today's environment of media convergence, artificial intelligence-based immersive media communication is a young field worldwide and requires dedicated research. The theses mentioned in the article are considered, the place of journalism in the context of VR, AR and artificial intelligence technologies is determined.

The advantages and disadvantages of drone journalism, as well as the problems that arise when using it, are identified and analyzed from the ethical and legal aspect in terms of types of journalism. The possibilities provided to the user in perceiving the content of AR and VR technologies, possible areas of practical application and prospects for the development of immersive journalism are explored. The conducted scientific analysis predicts that AR and VR technologies can become the future of new media; the place and role of immersive journalism based on these technologies as new content in media communications is determined.

Keywords: media convergence, artificial intelligence, virtual reality- VR and augmented reality-AR, immersive journalism, drone journalism, robot (algorithmic) journalism

Introduction.

The process of media convergence covers all areas of journalism, from the convergence of media companies to the synthesis of forms of presenting media content. The article analyzes the process of convergence as an indicator of the development of new media. The application of augmented reality, virtual reality and artificial intelligence as a new stage of convergence the concept of artificial intelligence is explored and interpreted. The factors shaping immersive journalism, algorithmic journalism and drone journalism are identified. Convergent journalism is studied not only as a technological process, but also as a specific configuration with new forms and genres, and its analytical structure is determined, such as manufacturing integration, multi-platform and active audience.

In the information society, the influence of information technology and artificial intelligence on the media is growing sharply. Under the influence of ICT, artificial intelligence, AR, VR technologies, the weight of digital communications in the mass media system is increasing. The volume, speed and quality of information become a factor in the sustainable and efficient functioning of socio-economic systems. Modern journalism as a form of communicative practice is developing in accordance with the project of the global information society, acquiring a number of qualitatively new features. The formation of a new information paradigm is characterized by the intensification of the communicative

aspects of journalistic activity. This leads to the expansion of the media space through the use of non- journalistic means and technologies.

The development of the Internet, the phenomenon of artificial intelligence presented new opportunities in journalism; AR and VR technologies have made 3D video broadcasting a reality, allowed the creation of virtual television and radio stations, and formed immersive media. With the application of artificial intelligence in journalism, there have been changes in media companies, products, content and professional profiles. Algorithmic news based on artificial intelligence, robotic journalism, and drone journalism began to form and develop.

Media convergence concept

Before analyzing the concept of media convergence, let's take a brief look at the concept of convergence. The word "convergence" comes from the Latin convergo, which means convergence, convergence, convergence. In English, convergence means gathering at one point. Convergence was adopted to describe similar processes in the sciences of biology, linguistics, and ethnography before journalism. This term has long been used to denote mutual assimilation, the convergence of similar processes in the field of social and political sciences.

Since 1970, the concept of convergence has been related to the integration of information and communication technical devices (computer, television, telephone), "and in the 1980s, the term found a wide range of meaning in discussions about deregulation in the telecommunications market of the United States and the broadcast market of Western Europe" (Kalmykov , 2021. P.35). In the Green Paper of the European Commission, the concept of convergence is expressed as "carrying similar types of services through different network platforms or bringing together consumer devices such as telephones, televisions and personal computers" (Lugmayr, A. 2016 p. 109).

In the 1960s and 1970s, the scientific-theoretical foundations of convergence in various fields were developed as a theory. The essence of convergence in the economic and political sense is the perspective of the processes of mutual influence and interconnection of capitalism and socialism, the theory aimed at obtaining a generalized economic model. John Kenneth Galbraith, Jan Tinbergen, Raymond Aron, John Strachey are considered the creators of this theory. Convergence theory is reflected in the theory of post-industrial society (Daniel Bell's "The End of Ideology"), "the base of knowledge technologies and the information industry" are presented as two components of the future economy (Filak, V., 2019, p.117).

The use of different technologies and separate networks in the media and telecommunications sector has transformed these sectors into mass communication and personal communication. The traditional categories, analytical structures, and separate regulatory rules and bodies of mass media and telecommunications were contested. Thanks to digitization, mobile communications, the Internet and digital television have merged, resulting in the convergence of telecommunications and broadcasting. This trend is conceptually formed and the terminology differs depending on prospective studies. Convergence has been described in various ways; multimedia, media convergence, convergent journalism, data journalism, algorithmic journalism, drone journalism. Structurally, convergence is changing the techno-social situation, social communication system in relation to the mediamatic. It combines the computer sector, media and telecommunications. This process consists of two stages since the end of the 20th century. In the first stage, transmitted

data and digital telephones were recorded on the computer and electronic communication technology (informatics) was invented as telematics. According to the scientific literature on media convergence, the second stage is attributed. We consider the application of the phenomenon of artificial intelligence in journalism as a number of fields, the combination of journalism and artificial intelligence algorithms on one platform, and the use of drone technology, AR, VR technology in news production as the third - new stage of media convergence.

In various theoretical approaches of researchers, one or other factors underlying the media convergence process are highlighted. According to the opinion of the American scientist, professor Sola Pool, as early as 1987, convergence means removing the limits of the media (press, radio, television) and communication tools (telephone, post, telegraph). According to Canadian media and communication researcher Denic Makuel and referring to him, Russian researcher M. Pavlikov, "convergence is the placement of the same content material through different means and channels" (Павликова, М., 2018, p.11). These theoretical approaches of researchers do not fully explain the concept of media convergence. Media convergence as well the disappearance of media borders, their merging on one platform, and the distribution of different content products on this platform. Media convergence is not only technical, but service, content, genre, semantics, etc. It is a process that takes place at levels.

This phoneme is the presentation of the same content in different forms (through text, audio, video) and through different communication channels (press, radio, television, internet, mobile devices). Convergence to the function of simplifying complexity by replacing devices such as metaphorhas It is suitable for almost all aspects of digital media growth. The direction and pace of convergence is determined by the inverse interaction with technological innovations, corporate strategies.

The law that determines the fact of convergence is the law of digitization. Digitization is the conversion of information from its natural, i.e., analog state into a format readable by computers. Digitization, which is at the heart of the changes, contributes to the convergence of technologies. "As a result of convergence of text, sound and image and simultaneous presentation in an interactive mode, mass media acquires an extremely important character-multimedia feature" (Filak, V., 2019, p. 137).

The process of convergence may change different areas related to the media related system in the future. In the field of journalism, drone journalism, robot journalism, immersive journalism created by the application of artificial intelligence, augmented reality, virtual reality is the newest stage of media convergence, so the topic is problematic and promising. For this reason, extensive research is required.

Augmented reality, virtual reality: AR, VR technologies.

VR technology is a specially designed digital environment that replaces our real world, in which users can hear sounds and see artificial images around them as if they were inside it [1]. AR technology is the projection of virtual (digital) objects into the real world. Based on this, the following conclusions can be drawn: VR blocks the real world and immerses the user in the digital universe,

and AR introduces elements of the digital world into the real one [2].

Virtual reality (VR) is a simulated form of the real world.VR applications include games, education, business, journalism, etc. fields are included. Typically, the user feels virtual reality on a special headset or computer screen. Thanks to the latest technology, electronic glasses and gloves allow you to experience the virtual world around you. Today, a person who uses virtual reality devices and equipment can dynamically feedback in the virtual world. There seem to be endless uses for virtual reality. In virtual reality, users can ride a bike through the Himalayas, consider buying an undeveloped property, watch a 360-degree movie, or practice being a sniper. All virtual reality provides a highly interactive, immersive experience that places the user in a real-life or fictional environment.

Media and entertainment companies are investing in virtual reality and planning to make it the next entertainment platform. We think that virtual reality is the perspective of new media Virtual reality has the potential to transform journalism, changing the way users watch, interact and consume news from around the world.

In augmented reality (AR), the perceptual information provided by computers is received through sensory methods such as hearing, smell, and touch. AR is a system that combines three main functions: real-time interaction, accurate 3D registration of virtual and real objects, convergence of real and virtual worlds. This experience merges with the physical world in such a way that it is understood as the immersive aspects of the real world. Augmented reality is a user's simulated perception that replaces reality Augmented reality is mainly associated with two synonyms: mixed reality and computer reality.

Augmented reality is similar to virtual reality, but serves a very different purpose. The core value of augmented reality is that components of the digital world merge with human not a simplistic representation, but a real world perception of information, but through the integration of immersive senses. Due to the advanced AR technology (such as adding computer vision, embedding AR cameras in smartphone applications and object recognition), information about the real world around the user becomes interactive and processed digitally. It is information about the real world and its elements.

Peculiarities and perspectives of immersive journalism

Immersive journalism: a theoretical perspective. There are many ways to achieve the effect of immersion, or immersion. One of them is the use of virtual reality technologies, or, more precisely, immersion in a virtual reality environment. The history of the development of such virtualization technologies goes back decades, contributing to their gradual emergence as a universal media communication channel of the future (Kornev, 2017).

The general goal of immersive technology is to create a direct connection between content and its perception for deep immersion in the eventful environment of stories, reproducing the complete illusion of presence in the virtual representation of media events. The essence of the immersion effect itself is that it changes the observer’s perception of his own position in relation to the media image, i.e. transforms him from an external observer into an internal one. In this case, a number of accompanying psychological effects may occur, such as a sense of presence, penetrating communication, participation (in interactive environments).

Currently, immersive journalism, as a part of media production, is going through a stage of trial operation and entry into the market of technical solutions. Therefore, many experts note the need for a long-term program of interdisciplinary theoretical research to design new media extensions in virtual environments. The first is represented by experimental and theoretical studies of the so-called presence effect. This effect is often defined as a special communicative state of the subject, which causes illusory sensations of the likelihood of an event, i.e. the observer's stay "on the other side" of the virtual reality display. The second, perhaps most in-depth area of research is related to what the creators of early versions of VR called "physical" virtual reality.

Modern information technologies meet the requirements of compatibility with the virtual environment (Ryan, 2014). Historically, narrative texts have always been aimed at informing the audience for a deeper understanding of the relationship to reality. Therefore, adherents of immersive journalism see VR as a suitable platform for the production of new models of narrative, including visual ones, and with it more complete media reality. For example, McDowell A. believes that methods of digital design for the world of virtual events that meet the specifications of VR will finally replace the linear methods of presenting events adopted in traditional media. (McDowell, 2016]. In his understanding, storyworlds are not just virtual containers for storing information, but channels for accessing the built-in resources of the creative imagination. And finally, the fourth important area of immersive media research is related to their compatibility with the code journalistic ethics. This code is not universal. Its prescriptions depend on what social role the journalist and the media take on - informant, interpreter or civil defender. Basic codified values are known, including the desire for careful selection of material, accuracy and transparency of content Although each generation creates its own journalism, dependent on technological capabilities, basic ethical standards remain virtually the same across countries, cultures, and political systems (Kovach, 2014).This provides hope that journalism's role as an unbiased advocate and trustee of public interests, will at least partially remain in the new virtual environment. However, the language and mechanisms of VR seem to be only partially compatible with the principles of realism and transparency. The art of creating immersive experiences in VR produces only the illusion of place and verisimilitude. That is why among the developers of these systems they often talk about technologies for manipulating the brain and deceiving the senses, giving rise to the so-called consensus of hallucinations. Therefore, the "eternal" ethical question for any media, including immersive ones, remains the search for a balance between involvement and reality, between show business and news service, as well as maintaining a critical view of the relationship of the media image with reality, independent of technical tricks.

Abroad, VR technologies are already a fairly common practice in media production. Leading news agencies and quality publications use the power of immersive journalism to shoot video in 3D format to create 360-degree panoramic scenes (Associated Press, ABC News, CNN, The New York Times, Guardian, etc.). In addition, VR platforms are actively being developed by such large corporations as Google, Facebook, Samsung, Sony, etc. Since 2014, foreign publications Vice News, Des Moines Register and Gannett began publishing the first VR projects. Short films (5-10 min.), created for viewing on devices with VR, were devoted to social issues, taking viewers either to the busy streets of New York during protests, or to a typical American family farm, or to World Alpine Ski Championships. At the moment, immersive journalism is just being formed in Azerbaijan. Virtual reality in journalism in Azerbaijan begins with the systematization of the conceptual apparatus. Today, theorists give a classification of the concept of immersive journalism in the modern

media landscape in Azerbaijan and abroad. We distinguish the following classification into four main areas of development of immersive journalism:

- AR –augmented reality;
- VR –virtual reality;
- MR –mixed reality;
- 360 video.

Immersive journalism emerges from the following trends:

- Background perception of information fades into the background;
- Technologies are changing the structure of information consumption;
- The user's role becomes active;
- Struggle to attract and maintain attention;
- The ability to broadcast something that in reality could be dangerous;
- The ability to broadcast what is impossible in reality;
- The ability to broadcast what is expensive to see in reality;
- The ability to broadcast something that is rare and difficult to catch.

Immersive journalism not only reflects reality, different opinions existing in society, relationships between people and social groups, but also strives to have a positive impact on the displayed reality by immersing the user in the story. The approaches and technologies inherent in mass media are aimed at activating the constructive forces of society.

Journalism convergence with artificial intelligence

Artificial intelligence applications promise great prospects. The process of convergence occurring in the field of journalism and artificial intelligence is an innovation in the structure of the media and the production of news. To understand the artificial intelligence paradigm in journalism, it is appropriate to explain the phenomenon of artificial intelligence. Artificial intelligence (AI) in English—artificial intelligence—is “the intelligence exhibited by machines, as opposed to natural intelligence” (Broussard, 2019, p. 11). Leading textbooks on artificial intelligence define the field as the study of "intelligent agents": any system that understands its environment and takes actions that maximize the chances of achieving its goals.

Applications of artificial intelligence include advanced Internet search engines (Google), recommendation engines (used by YouTube, Amazon and Netflix), human speech understanding (e.g. Siri and Alexa), self-driving cars (e.g. Tesla), automated decision making and competes in game applications (such as Go chess). “Artificial intelligence, academically created in 1956, is used in various fields and is developing dynamically” (Angova, 2020, p. 39 In the early years of the 21st century, the field was dominated by mathematical statistical machine learning, and the method has been very successful in solving many complex problems in industry and academia.

The activities of the Center for Data Analytics and Web Insight (CEDAWI), ASAN Service and Azercell research center can be considered the first initiatives related to artificial intelligence in Azerbaijan. Currently, such giant business structures as the Ministry of Agriculture, the Electronic Government Development Center ASAN Service, telecommunication companies Bakcell and Azerfon, Pasha Holding, the International Bank, Unibank Expressbank and Azerkosmos, as well

as government agencies such as the State Health Insurance Agency and The state tourism agency relies on artificial intelligence in its management. There are already about 15 consulting and research companies operating in various areas of artificial intelligence in the country.

In our opinion, artificial intelligence is not only included in print media or automated text news, but also covers all stages of news production. It's a quiet process that increasingly focuses on leveraging powerful and versatile AI. This is not a feature of journalism, but rather part of advances in artificial intelligence that have evolved from simple applications to jet engines.

Algorithmic (robot) journalism: benefits and dangers

In automated journalism, also known as algorithmic journalism or robotic journalism, "news is generated automatically by computers using artificial intelligence (AI) software" (Doerr, 2016, p. 700). These programs interpret, organize, and present data in an easy-to-read format. According to Diakopoulos, "the process of creating news using algorithms consists of the following steps: "extracting information, calculating whether the information is newsworthy or not, identifying and prioritizing relevant information, linking relevant information to news, creating news text, publishing news on a website." " (Diakopoulos, 2019, p. 166). Currently, information companies offering artificial intelligence software, such as Data Science and Automated Insights, Narrative Science, United Robots, Yseop, Arria and Monok, are developing journalistic algorithms and providing them to news agencies. Before 2016, only a few media outlets used automated journalism. News providers such as the Associated Press, Forbes, ProPublica and the Los Angeles Times are among the first media outlets to adopt artificial intelligence software. Today, many media outlets have developed their own versions. The BBC, the Washington Post have Heliograph, and about a third of the content Bloomberg publishes is generated by a system called Cyborg. Especially large news organizations in countries such as America and England have mastered the experience of robotic journalism. Media outlets such as the Associated Press, Forbes Media, ProPublica, Yahoo and the Los Angeles Times are among the first and now leading news providers to embrace the practice of robotic journalism. These news organizations, which use algorithms in their news production process, are among the largest news organizations in the United States and the world. In 2020, Microsoft replaced 27 journalists with artificial intelligence. Forbes writer Calum Case cites examples such as the BBC's The Juicer and Bloomberg's Cyborg, highlighting how mainstream media is already embracing artificial intelligence and automation in 2020.

Along with the economic downturn in the online news industry, the need for speed in online journalism makes the practice of robotic journalism relevant in the process of creating online news texts. Researchers Fletcher and Thurman write, "Major news organizations are looking to robot journalism, a type of news text production, as a "savior" in overcoming the economic crisis they are experiencing in online journalism" (Thurman, 2020, pp. 19-34). From a techno-optimistic perspective, we can summarize the benefits of robotic journalism for news organizations, journalists, the journalism profession and readers as follows:

Accelerated generation of news text. Thanks to robotic journalism expertise, news production can be done faster. Algorithms take information about the news text being created, turn it into a long news text and post it on the news site in a few seconds.

More news. With robotic journalism, algorithms can create more news than a journalist can write. A more economical form of news production.

Personalized news content. Based on reader behavior on a news site, algorithms determine the types of news readers they like, the teams they live in, the region they live in, and can offer "personalized" content for each reader.

More time for investigative journalism. Journalists have more time to create stories such as investigative reporting because algorithms must be written on a regular basis and are therefore extremely useful in labor-intensive types of news such as sports, weather, legal news, natural disaster news, financial news.

Concerns about the perceived reliability of algorithmic news, fake news, and problems of information manipulation can be called problems of robotic journalism. A common criticism is that robots do not replace human abilities such as creativity, humor and critical thinking. However, as technology advances, the goal is to mimic human characteristics. Thus, given the techno-pessimistic view that argues that the practice of robotic journalism poses a vital threat to the journalism profession and the future of journalism, the danger of news organizations using algorithms in the news writing process may be obvious. are listed as follows:

The threat of unemployment for journalists. The fact that news can be written by algorithms, and the task of writing news traditionally performed by journalists is transferred to algorithms, puts journalists at risk of unemployment.

Incomplete or incorrect presentation of news. In the process of creating news texts based on data, some data may be incomplete or incorrectly presented due to technical errors, so a situation such as incomplete and incorrect information may arise.

Uncertain legal obligations. In addition to providing incomplete and erroneous news, algorithms ignore ethical violations in news and people's rights. The fact of who exactly is legally responsible for an error (the IT company that developed the algorithm, the news organization that presented the news, or the editor) shows the need for legal regulation and legislation in this area.

The problem of news objectivity. In general, when writing news texts using algorithms, the question arises of how to ensure the objectivity of the news. The problem arises when teaching an algorithm for "objective" news writing.

How to confirm to the reader the reliability of news texts written by algorithms, and how to make readers trust that algorithms do not write incomplete or incorrect news due to technical errors in news writing, are also important problems to be solved. On the other hand, it is clear that the robot is seen as a "mass" adopting journalistic practices. In other words, the news consumer is becoming robotic, as is news production itself.

The results of our scientific and practical research and analysis of the scientific and theoretical opinions of various researchers show that artificial intelligence is associated with time optimization, which creates a higher level of productivity. This is not about speeding up the process more intensively, but about directing everything that slows down news processing to the bot. This will change both relationships with readers and internal work processes in editorial offices. AI won't kill journalists' jobs, it will eliminate jobs that slow journalists down.

The use of drones in journalism: possibilities of use, problems

Drones (unmanned aerial vehicles), which historically were primarily used for military purposes, are now used in the fields of security, intelligence, communications, transportation and journalism, as well as for civilian and commercial purposes. The most important feature that makes it an information technology is the retrieval of information, documents and images from regions where natural disasters such as fires, earthquakes and floods occur that pose a threat to human security. Drones also provide access to fast transport and events such as plane crashes and avalanches, and are a powerful tool for covering large public events such as rallies, demonstrations or riots, providing more dynamic, powerful and faster footage of social events, concerts and sporting events . . On the other hand, these new surveillance technologies, which open up new channels for alternative forms of journalism such as citizen journalism, are also important for the formation of a democratic press environment.

Considering the characteristics of drones and the positive and negative consequences of these characteristics, they can be said to include issues such as the role of the press in a democratic society, the right to information, national security, public safety and security. privacy. For example, organized structures called “Drone Journalists” have been created in this direction, which define their principles and responsibilities. (eg http://www.dronejournalism.organ/). At the same time, drones are a simple assistive technology used in journalism.

Drones are used by many major media groups, including BBC News and ABC TV. The civilian use of drones for peaceful purposes is carried out by major media outlets. The use of drones in journalism was documented during the Fukushima nuclear accident in 2011. Since entering an area where a nuclear explosion has occurred threatens the safety of life, drone images were taken of the area and news was presented in these images. One of the first examples of the use of drones in professional journalism was CNN's reporting on Typhoon Haiyan, which hit the Philippines in November 2013 and was declared a national disaster. BBC News' video of the Philippine floods and today's video report of the Auschwitz concentration camp are among the earliest examples.

Transnational media CNN is the first organization to receive permission to operate drones in US airspace for the purpose of broadcasting news. CNN, The FAA went through a long and rigorous application process and received permission to operate its drones, subject to certain regulations. Content collected by drones offers a new consumer experience. In Turkey, Ihlas News Agency, Anadolu Agency and Dogan Media Group also use drones. Reuters, CNN, BBC, AP, AFP, ITAR- TASS, Xinhua, Getty Images, The New York Times, The Washington Post and USA Today are expanding their use of drone footage.

Drones have also been used to film prestigious sporting events, the European Games and promotional videos held in Azerbaijan. Since 2018, the Khazar and ARB TV channels have been using this technology when filming commercials and social networks. The use of drones at the level of professional journalism was first implemented on Azerbaijan Television (AzTV). Currently, in the media sector, drones are actively used in filming news, documentaries, advertising and social networks, public events and concert programs.

Based on our research and theoretical approaches, we can group the capabilities of drones in journalism as follows:

1. Facilitate and improve the process of collecting information. Drones are particularly useful for aerial photography, overcoming many of the limitations of imaging technologies used in traditional journalism. It also offers the ability to move around a scene or news event and capture images from different angles. Thanks to its small miniature size, it can approach the ground 2-5 meters and then quickly rise. In a very short time it reaches a height of hundreds of meters.

2. Benefits of improving information content and delivery. In addition to their significant advantages over photo and video technology, drones can improve news production and content.

3. Offering new channels for alternative media and journalistic practices. Drones offer significant benefits to alternative media and citizen journalism. Apart from today's or individual professional journalism, drones are used in citizen journalism on the global stage and are also used by non-governmental organizations for news purposes. This function of drones also allows for counteracting relations of power and representation in society. One of the first such examples is "footage of election protests in November 2011 on Bolotnaya Square in Moscow" (Corcoran, 2014).

The positive contribution of drone use to the profession, practice and function of journalism, as well as the presence of negative consequences that require discussion, form one of the topics. As drones provide aerial imagery, issues such as field of view size and accessibility, national security, public health, safety, and privacy protection point to the need for regulation. We have divided the problems arising when using drones in journalism into 4 categories:

1. Privacy protection. Today, one of the most discussed topics related to the use of drones is the violation of ethical rules in journalism and the protection of privacy. Due to the widespread use of drones, journalistic ethics committees have made proposals on this matter. For example, Andrew Seaman, chairman of the ethics committee of the Union of Professional Journalists (SPJ) in the United States, mentions the use of drones "only in the public interest and for journalistic purposes" (Kavakly, 2018, p. 166).

2. Protect public safety and health. Another area of debate surrounding the use of drones is the potential public safety and health risks associated with the use of drones. Drones can easily cause loss of life or property if not used correctly and carefully. The five-point ethical criteria defined by the American Association of Professional Drone Journalists (PSDJ) include (in order of importance) news value; safety; the sanctity of the law and the public sphere; personal life (protection; the traditional journalistic code of ethics is placed. We consider the absence of a special mention of human safety and human health in the ethical code of drone journalism of the association to be an incomplete ethical code. Ethics of drone journalists, 215)

3. Changing the context in the news. One of the issues raised about the use of drones in journalism is the use of drones in news production. Drones can be used with other imaging technologies, especially for special events. Using drones to generate news can lead to incomplete and misinformed public opinion polls.

4. Exchange and security of received information. One of the pressing issues is the use of information obtained by journalists, for what purposes and at what level, in addition to drone broadcasts. One of the most important principles of journalistic ethics is to preserve the news while

avoiding conflicts of interest. This is the preparation of news regardless of its source and influence. At the moment, an important issue is the control of the state, especially law enforcement agencies. Defining or balancing the line between the media and the protection of human rights and freedoms is an issue that continues to be discussed. Otherwise, the media may face losing its independence and becoming part of law enforcement or human rights bodies. Additionally, protecting images captured by drones is another area of responsibility for organizations. However, it is also important to take precautions against physical or digital theft.

Conclusion

The results obtained in the article show that convergence the information and communication technologies system, as well as various areas related to this system, can change. The subject-matter potential of immersive journalism in mass media is enormous. These are individual segments of the social sphere with their constantly changing current problems and the formation of modern institutions, the interests of different social, national, age, professional groups, and the inexhaustible problems of the individual human personality; these are different levels of perception and generalization. Facts and situations, destinies and characters, phenomena, events, processes - in a word, relevant, timely and specific information about the structural and functional state of society and its individual groups, maintaining a balance of interests, about social dynamics and the nature of its course, allowing timely prevention of crisis development . Immersive journalism in the context of mass media includes:

- analysis of the information field from an objective position and in the interests of the development of society as a whole;
- displaying issues of a certain sphere of society in its connections with other spheres of public life;
- the use of professional standards that shape the diversity of immersive journalism;
- involvement in information communication by means of “living” a certain story.

In this work, we propose to proceed from a narrower definition of immersive journalism, as a field of activity that makes people live and actualize various problems relating to a specific individual, social groups and society, and also takes a direct part in finding their solutions. Based on an analysis of the content of the world's leading publications that have implemented VR stories on their platforms. For example, the Guardian's journalistic materials in VR format are more in the spirit of social journalism, diluted with educational materials. They update problems related to specific phenomena and dangerous social trends, talk about war, terrorism, and refugees. The creation of such materials exposes such phenomena to public examination and draws the attention of the world community to the current situation.

Immersive journalism has a wide range of possibilities. VR media enriches people’s understanding of events and socio-political processes of history and modernity, is indispensable in the reconstruction of individual phenomena, and recreates a sequence of interconnected facts of reality. Immersive media provides the audience with additional, approximate information about the phenomena of reality, recreates the contours of events, and illustrates messages received from primary sources.

An analysis of algorithmic journalism suggests that these changes are the beginning of changes that may occur in the next few years. The changes taking place are the most radical changes in the history of journalism. As the application of artificial intelligence in various journalistic practices expands and develops, the interaction between journalists and machines will increase, and therefore the organization will need to change.

The results of research on drone journalism, algorithmic news, robot journalism by year (2015-2016, 2017-2019, 2020-222) as a result of the convergence of journalism with artificial intelligence show that journalism based on artificial intelligence is a phenomenon with a new and a broad point of view. Advancing convergence between artificial intelligence and journalism will extend current automated text news to audio and video on demand, driving business model changes through new modes of communication. At the same time, nonlinear, unstructured news consumption will prevail, and there will be a change in the professional profile of less efficient journalists who will be able to increase their cognitive contribution to news production. While AI can help and replace journalists, no amount of automated software or amateur reporter can ever replace a good journalist.

In our opinion, artificial intelligence and algorithmic news do not pose a threat to journalism and journalists. Because the main goal of AI journalism is to ensure that journalists are interested in better quality news. Automated news will help journalists search for more in-depth stories. Journalists will be able to report more important news because they will not waste time on articles that contain a lot of information and statistics. Thus, the activity and creative quality of the journalist will increase. We believe that algo-journalists cannot write stories with talent, imagination or deep analysis. As a result, journalists will more actively reveal their potential and intelligence, conduct analysis, research, and write various articles.

An analysis of various theoretical perspectives and practices of using drones in research shows that the problem with using drones in journalism is that they are not very suitable for surveillance. Discussions in this area include security issues such as national security, airspace safety, privacy protection, human and public health, and rights and freedoms. Since every country has legal regulations restricting the use of drones, obtaining permission to use them for editorial purposes is not easy. While restrictions on the commercial use of drones are seen by some as a restrictive interference with press freedom, we believe privacy and security concerns make these rules necessary. Because there is no access control for drone reporters, press cards and similar programs for drone journalism have not yet been developed. Another notable debate is whether journalists can use drone footage for non-journalistic purposes and share it with third parties. Because of this, we believe it is important for news organizations to develop guidelines for the use and sharing of drone footage. Legal regulation of the use of drones for journalistic purposes can be predicted in the communication process, including the struggle between the official authorities and media organizations. It seems impossible to talk about useful and effective drone journalism without ethical principles for the use of drones for both private and corporate purposes, as well as legal standards that provide a delicate balance between safety and freedom. However, the fact that the media in different countries have begun to actively use artificial intelligence in journalism shows the relevance and importance of future research in this area.

References:

1. Angova C. (2020). Automated journalism between man and technology. Moscow: Rhetoric and communication, 3 (2) c. 39-42
2. Broussard M. (2019) Artificial unintelligence. How computers misunderstand the world, Cambridge: MIT Press, 248 p.
3. Corcoran (2014). M. Drone Journalism: Newsgathering Applications of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Covering Conflict, Civil Unrest and Disaster: [Electronic resource. 2014. –URL: https://cryptome.org/2014/03/drone-journalism.pdf
4. Chamberlain, P. (2017). Drones and Journalism. New York: Routledge, 118p.
5. Dörr, K. (2016). Mapping the field of algorithmic journalism, London: Digital Journalism, 4(6), p. 700–722.
6. Diakopoulos, N. (2019). Automating the News / N. Diakopoulos.–London: Harvard University Press, 336 p.
7. Filak, V. (2019). Convergent Journalism: An Introduction: Writing and Producing Across Media. Routledge, 206 p.
8. Kalmykov, A.A. (2021). Internet media. Moscow: USSR, 272 p.
9. Kavaklı N. (2018) Use of Drones in Journalism: Possibilities, Challenges and Limits of Drone Journalism. Kayseri: Erciyes İletişim Magazine, 5(3), p.160-172
10. Kornev M. (2017). Virtual for real: new dimensions. URL: http://jrnlst.ru/content/virtualnoe-dlya-realnogo-novyeizmereniya (date of access: 23.03.2017).
11. Kovach B., Rosenstiel T. (2014). The Elements of Journalism. New York, United States: Three Rivers Press. Pp. 19 - 20.
12. Lugmayr A., DalZotto C. (2016). Media Convergence, Berlin: Springer, 414 p.
13. McDowell A. (2016, February 10). Vision Summit 2016 Keynote. Los Angeles, California, USA. URL: https://www.youtube.com/watch?v=2hYDtxCtzdA (access date: 15.03.2017).
14. Pavlikova, M. (2018). Network technologies and journalism: Evolution of Finnish media, Moscow: RIP - holding, 111c.
15. Ryan M., L., Thon J.-N. (2014). Storyworlds across Media: Toward a Media-Conscious Narratology. Lincoln, Nebraska, and London: University of Nebraska Press, p 46.
16. Thurman S.(2020). Training algorithms to help journalists assess the credibility of social media sources. Convergence, 26(1), p.19-34.

Modeling of Madgwick's Algorithm for Determination of Angular Positions of Aircraft in Space

Dayanat Heybatov
National Aviation Academy
dayanat.heybatov@naa.edu.az
Azerbaijan, Baku

DOI: 10.13140/RG.2.2.25217.02403

Abstract

The most commonly used stable estimation algorithms are Enhanced Kalman, Mahony, and Madgwick algorithms. Written scientific research is visualized with tables and formulas. All of these have good performance but have some differences due to their different techniques. The Madgwick filter was used in this work because it has less computational burden and provides high performance even at low sampling rates thanks to the gradient algorithm. In addition, this filter defines the state in three dimensions with the "quaternion" representation. Thus, the problem arising in Euler's representation is excluded. The purpose of the study is to present the performance of the Madgwick algorithm in different motion scenarios and also to present the effect of its adjustable parameter. In this work, the Madgwick algorithm is modeled in the Matlab / Simulink environment. As a result of the study, the responses of the Madgwick filter to different speeds and waiting times were evaluated. In addition, the effect of the parameter was calculated by entering different values.

As already known, it was observed that the parameter has a direct effect. Increasing its value provides a faster response to real changes, but at the same time increases the output noise. Smaller values of slow movements gave better accuracy in orientation estimates. It was seen that the speed of movement should be taken into account when choosing its parameter if one wants to minimize the output noise.

Keywords: Madgwick, accelerometer, gyroscope, Kalman, Mahony.

Introduction.

Research on human, animal and object movement analysis has been going on for centuries. These analyzes are carried out in due time to the extent that technology allows. Advances in current technology and computing allow for more quantitative and objective analyses. Moreover, with the help of cameras, it is possible to measure this movement with a 3D parameter. However, the area that can be measured is limited by the area covered by the cameras.

Advances in micromachining technology and microelectromechanical systems have allowed inertial devices such as accelerometers and gyroscopes to be body-mounted and small enough to be incorporated into inertial measurement units and motion tracking devices. By combining gyroscope, accelerometer and magnetometer (depending on use) data, it is possible to analyze movements at any position on the ground, as well as in space, without depending on cameras. Inertial detection technology has great advantages for measuring motion outside the laboratory, as well as for obtaining unlimited or extensive measurement data. Unlike a camera system, it has a small size and can be placed anywhere, providing great flexibility.

Due to their low prices, compact structure and flexibility of use, inertial measuring units have reached a wide range of use. In addition to the military, it is used in sports science, virtual reality, the gaming industry, animation, mobile phones, smart watches and many other fields. Recent improvements in microelectromechanical systems enable the use of inertial measurement units in many different fields. It also brings new approaches to many areas where motion analysis is a topic.

Although inertial measurement units are inexpensive, flexible, and compact, their accuracy is not perfect unless corrected by some mathematical techniques. Because they are generally subject to drift, noise and other device errors. Device algorithms and evaluation filters are used to handle these

errors. Basically, each device's data is used to cancel out the errors of the others so that they can be combined to achieve better accuracy.

A variety of filters and algorithms are available for inertial measurement units and motion tracking devices that combine data from gyroscopes, accelerometers, and magnetometers, estimate orientation, and remove errors. These estimation algorithms generally give satisfactory results and provide almost perfect accuracy. On the other hand, since each of these estimation algorithms has different characteristics, they still require some research.

Previous research suggests that stability assessment algorithms may have some advantages and disadvantages compared to others. Thus, it is very important to search for the optimal operating conditions of these filters. This can be done by comparing the filters against each other or by analyzing the filter specifically under different conditions.

Measurement results with the same trajectory and different parameters can be evaluated to explain the responses of Madgwick's IMU algorithm under different conditions. Knowing the effect of motion speeds and parameters can ensure that the algorithm is used with optimal efficiency in different areas of use with its dynamic use.

In recent years, "inertial measuring devices", known as IMUs, have appeared in the world literature to analyze people's movements and measure their performance. They consist of inertial devices, accelerometers and gyroscopes. Accelerometers measure specific acceleration, and gyroscopes measure angular velocity, independent of other devices. The emergence of inertial measurement units resulted in the development of fields related to motion or performance measurement. Inertial measuring devices are widely used in many fields such as biomechanics, rehabilitation, sports and exercise science, ergonomics, virtual reality and animation. Advances in MEMS technology are making measurement devices smaller enough to be worn on the body, reducing measurement costs and increasing the number of applications (Bellusci et al., 2013). Although inertial measuring devices were first used in military fields, over time they began to be applied in wider segments. Today's inertial computing devices provide designers with the flexibility to create inertial measurement and control applications in a more compact form factor, with lower power and higher stability characteristics (Pupo, 2016). However, as the size and price decreased, the accuracy of these devices also decreased, which led to device errors. Device error is the errors that occur due to manufacturing inaccuracies, temperature variations or resource depletion of electronic components (Haid and Breitenbach, 2004). There is no perfect measuring device, and therefore it is necessary to use more than one type of device to increase the accuracy of the measurement. This is called "device pairing". Each device has its strengths and weaknesses. The idea of device fusion is to use the capabilities of one type of device to overcome the limitations of another device. For example, the magnetometer gyroscope integration is used to prevent drift about the vertical axis in the attitude and heading reference system orientation estimates. However, iron and other magnetic materials disturb the local magnetic field and will result in incorrect estimation of the position. Errors caused by magnetic fields are called "gyro drift". By using this baseline information, the effects of error and noise can be minimized (Roetenberg, 2006).

New applications requiring low-cost devices have spurred the development of microelectromechanical system devices (MEMS). MEMS is one of the most interesting fields in recent years. Current inertial device development is focused on micro electro-mechanical system technology. This allows quartz and silicon devices to be mass-produced at low cost. MEMS devices are small and lightweight, but exhibit greater shock tolerance than traditional mechanical designs. These devices are increasingly used in applications where cost, size, and low power consumption are key. The use of silicon and quartz as base materials provides the efficiency to achieve these

parameters. The characteristics of the resulting devices are as follows:

- small size;
- low weight;
- low energy consumption;
- quick startup;
- low cost for high volume production;
- high reliability;
- low maintenance requirement;
- usability in adverse environments. (Pupo, 2016).

Inertial measuring devices have a wide range of uses and can be combined with other devices such as barometers and magnetometers. For example, devices for a portable system should be small, light and cheap. Therefore, IMUs based on MEMS technology are increasingly used. However, even high-end commercial MEMS inertial measurement devices such as those manufactured by XSENS suffer from measurement errors over time, and various filters must be developed to reduce the errors we encounter (Zizzo and Ren, 2017).

If inertial measurements are primarily a way to estimate position and orientation, integration of gyroscope measurements provides information about the position of the device. Neglecting the Earth's gravity, the location information of the device can be calculated by integrating twice the accelerometer measurements. The orientation of the device must be known in order not to include the Earth's gravity in the calculations. (Kok et al., 2017).

However, the errors in the measurements were used in the calculations of the inertial devices to increase the accuracy of the estimated position and position. This is especially true for the position based on the double integration of the acceleration minus the earth's gravity and the precise measurement of the position. Therefore, inertial devices must be compared with other measuring devices and models to obtain accurate position and position calculations. Inertial devices provide current location data that is accurate in the short term, but with pre-calculation of errors over the longer term. Therefore, it is more appropriate to combine them with devices that have a lower speed, but collect data without errors over time. For the accuracy of navigation data, inertial devices are usually used from global satellite navigation system, VHF navigation system or data received from cameras. For position accuracy, a gyroscope is used together with magnetometers that measure the direction of the magnetic field (Kok et al., 2017).

Inertial measuring devices use evaluation algorithms (filters) that measure the position of the device according to the global coordinate system and correct the errors of the inertial measuring device. These algorithms have their strengths and weaknesses. The algorithm used may vary depending on the application. The most commonly used algorithms in inertial measurement devices today are the "Extended Kalman", "Mahony" and "Madgwick" algorithms (Marins et al., 2001; Mahony et al., 2008; Madgwick et al., 2011).

Although the values obtained using these filters are satisfactory, which filter performs better under different conditions and requirements is still a matter of research, and there are many studies on these topics in the literature. In his first study on this topic, Ludwig compared the Madgwick, Mahony and basic AHRS algorithms using human walking data. As a result of these studies, Madgwick filters were priced better than others. However, the presence of periodic periods in the data calculation raised concerns about possible errors in condition measurement. For this reason, we present a new study comparing the Ludwig and Burnham "Extended Kalman", "Mahony" and

"Madgwick" algorithms. In this study, the flight data of a free-flying 4-rotor drone was used as data. As a result, although all three algorithms give similar results in terms of accuracy, the Mahony filter is a step ahead. However, the Mahony filter was observed to have the fastest processing time. The Kalman filter has the slowest processing time, which means that it is necessary to carefully check the places of its use, taking into account the calculation time.

In his research, Mahony tested the Madgwick algorithm against an implementation of the Kalman algorithm. Data were collected with three-axis IMUs. The experiment involved rotating the device 90 degrees around one axis, 180 degrees in the opposite direction, and 90 degrees to return to the starting point. This was repeated several times around each axis, with the device held steady for 3 to 5 seconds between each rotation. Better results than the Kalman filter were obtained with this experiment.
However, the database was very simple; it was only intended to test the accuracy of the filter and did not represent the object in motion.

He compared the "Extended Kalman", "Mahony" and "Madgwick" algorithms using a manipulator on a mobile platform. Data were collected in two stages. The first stage consisted of calculating the three axes separately. In the latter, it was coordinated for calculations around several axes simultaneously. All three algorithms are implemented in Simulink. The authors concluded that all 3 filters perform similarly, although the Extended Kalman filter has a more accurate calculation.

In this work, the performance of Madgwick's algorithm under different conditions was investigated for internal evaluation. Later, the filter was modified to be more compatible. In the Madgwick algorithm, the error caused by the integration of the gyroscope measurements is attempted to be corrected using the accelerometer data. Gyroscope measurements are good for short time intervals. However, errors are recorded due to integration over time. Therefore, the gyroscope error is corrected by the accelerometer, which gives correct results during measurements over a longer period of time. However, accelerometers are easily affected by vibration and lateral accelerations. Therefore, they give erroneous results in short time intervals. In the Madgwick filter, the relationship between the gyroscope measurements and the accelerometer measurements is controlled by the β parameter.
Increasing this parameter increases the weight of the accelerometer in the device assembly. Therefore, increasing the β parameter allows to correct the measurement error of the gyroscope faster, that is, the state measurement result approaches the real value faster. But this will make the result more integrated. In this context, using the parameter β as a dynamic variable can increase the efficiency of the filter. In this study, 4 motions with different β values were investigated; Based on these results, the Madgwick filter was modified so that the β gain dynamically changes according to the value of the rate of change of the position angle from the gyroscope measurements.

Extended Kalman filter

Kalman Filters are a smoothing algorithm widely used in control systems to predict unmeasured states of a process. The Extended Kalman Filter is a version of the Kalman filter used in nonlinear systems in prediction theory.

The extended Kalman filter is a closed-loop system consisting of the following four steps:

- Estimated
- Data accuracy
- Update
- Quaternion normalization

The IMU sensor input update time accuracy is ensured, and an orientation estimate is extracted after each of the four steps are performed. The extended Kalman filter is used to model nonlinear systems dealing with states governed by nonlinear stochastic differential equations (Ludwig and Burnham, 2018).

Figure 1.1: Block diagram of the Extended Kalman Filter (Cirillo et al., 2016).

The steps of the Extended Kalman Filter Algorithm are shown below. Equations 1.1 through 1.4 are measurement-update equations. Equations 3.5–3.7 are the time update equations from step k to k + 1. Equations convert the measurement value to the next estimate to calculate the improved past estimate. P_k is the error covariance matrix. Here $\hat{x}_k$ is the x_k estimate of the system state vector and K_k is the Kalman computation matrix. The algorithm starts with the initial condition values $\hat{x}_0^-$ and $P_0^-$and when a new measure $Z_k$becomes available, the estimation of the states and the corresponding error covariance are iteratively calculated. $R_k$is the covariance matrix of the measurement value, $Q_k$is the covariance matrix of the process, $Z_k$is the measurement vector.

• Initialization of the state vector and state covariance matrix:

$\hat{x}_0^-$ və P_0^-

• Kalman gain matrix calculation:

$$K_k = P_k^- H_k^T [H_k P_k^- H_k^T + R_k]^{-1} \quad (1.1)$$

• Calculation of state correction vector and update state vector:

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k[Z_k - \hat{Z}_k^-] \quad (1.2)$$
$$\hat{z}_k^- = h(\hat{x}_k^-, k) \quad (1.3)$$

• Updating the error covariance:

$$P_k = [I - K_k H_k] P_k^- \quad (1.4)$$

• Estimation of the new state vector and state covariance matrix:

$$\hat{x}_{k+1}^- = f(\hat{x}_k, k) \quad (1.5)$$
$$P_{k+1}^- - = \phi_k P_k \phi_k^T + Q_k \quad (1.6)$$

The linear approximation equations for the system matrix $\phi_k$and the measurement matrix $H_k$are obtained as follows:

$$\phi_k \approx \frac{\partial fk}{\partial x}\Big|_{x = \hat{x}_k^-} \quad ; \quad H_k \approx \frac{\partial hk}{\partial x}\Big|_{x = \hat{x}_k^-} \quad (1.7)$$

The working principle of the Mahony Filter

The algorithm calculates the error by cross-multiplying the measured and estimated vectors, acceleration, and magnetic field. This allows you to correct the drift of the gyroscope.

Figure 1.2: Mahony Filter block diagram.

The Mahony filter is a complementary filter that approximates equilibrium in quaternion calculations. The general idea of the Mahony filter is to estimate the current state by combining state information from gyroscope measurements and direction information from accelerometer measurements. First, the position error from the previous step is calculated, where a correction step based on a proportional-integral (PI) compensator is applied to correct the measured angular velocity. This angular velocity is fed into the calculation of the quaternion and integrated to obtain an estimate of the position.

Equations 1.8 to 1.12 show the Mahony filter algorithm. k_i and k_p are integral and proportional adjustable values, respectively. The algorithm calculates the error by multiplying both measured and estimated vectors of acceleration and magnetic field values. This allows you to correct the drift of the gyroscope. $E_{a_{q,t}}$is the reference vector of the motion obtained only from the effect of gravity on the z axis. $E_{m_{q,t}}$is the reference vector for the magnetic field. Due to these reference vectors and the quaternion $\hat{q}_{\mathrm{t-1}}$ indicating the unit orientation at time t-1, the estimated acceleration vector $s_{a_{q,t}}$and the estimated magnetic field vectors $s_{m_{q,t}}$ is found. $s_{a_t}$is the data from the accelerometer and s_{m_t} is the data from the magnetometer at time t. In addition, $s_{\mathrm{w_{mes,t}}}$ gyroscope measurement error, $s_{\hat{w}_{b,t}}$gyroscope deviation, $S_{w_{q,t}}$ gyroscope measurement data at time t, $s_{\hat{w}_{b,t}}$ is the actual calculated angular velocity.

The mathematical description of the Mahony filter algorithm is as follows:

$$s_{a_{q,t}} = \hat{q}_{\mathrm{t-1}}^{-1} \otimes E_{a_{q,t}} \otimes \hat{q}_{\mathrm{t-1}} \tag{1.8}$$

$$s_{m_{q,t}} = \hat{q}_{\mathrm{t-1}}^{-1} \otimes E_{m_{q,t}} \otimes \hat{q}_{\mathrm{t-1}} \tag{1.9}$$

$$s_{\mathrm{w_{mes,t}}} = [s_{a_t} \cdot s_{\hat{a}_t}] + [s_{m_t} \cdot s_{\hat{m}_t}] \tag{1.10}$$

$$s_{\hat{w}_{b,t}} = -k_i \, s_{\mathrm{w_{mes,t}}} \tag{1.11}$$

$$s_{\hat{w}_{\mathrm{r,q,t}}} = S_{\mathrm{w_{q,t}}} - [0 \; s_{\hat{w}_{\mathrm{b,t}}}] + [k_p \; s_{\mathrm{w_{mes,t}}}] \tag{1.12}$$

$$\hat{q} = \frac{1}{2} \hat{q}_{t-1} \otimes s_{\hat{w}_{\mathrm{r,q,t}}} \tag{1.13}$$

The working principle of the Madgwick algorithm

The role of quaternions in current calculations on space lines.

A quaternion is a 4-dimensional complex number that represents the current state in 3-dimensional space. For example, the orientation of the set of axes B relative to the set of axes A can be obtained by rotating it by an angle θ around the unit vector ${}^{A}\hat{r}$ defined in the set of axes A (Figure 4.1).

Figure 1.3: Orientation of one set of axes relative to another set of axes.

In quaternion notation, the orientation of the axis set B relative to the set A is expressed as ${}^A_B\hat{q}$. The orientation defined in the fourth arithmetic is always normalized first. Therefore, the orientation defined as a quaternion is of uniform length (Madgwick, 2010).

$$ {}^A_B\hat{q} = [\, q_1\ q_2\ q_3\ q_4] = [cos\frac{\theta}{2} - r_x sin\frac{\theta}{2} - r_y sin\frac{\theta}{2} - r_z sin\frac{\theta}{2}] \tag{1.14} $$

Quaternion coupling is used to specify the same orientation by changing the axis set defined by the reference axis set. For example, the adjoint of ${}^A_B\hat{q}$ is ${}^B_A\hat{q}$ and is denoted as ${}^A_B\hat{q}\,*$.

$$ {}^A_B\hat{q}\,* = {}^B_A\hat{q} = [\, q_1 - \ q_2 - \ q_3 - q_4] \tag{1.15} $$

The quaternion product, $\otimes$, denotes the collected state.

$$ {}^A_C\hat{q} = {}^B_C\hat{q} \otimes {}^A_B\hat{q} \tag{1.16} $$

$$ \mathrm{a} \otimes \mathrm{b} = [a_1\ a_2\ a_3\ a_4] \otimes [b_1\ b_2\ b_3\ b_4] = \begin{bmatrix} a_1b_1 - a_2b_2 - a_3b_3 - a_4b_4 \\ a_1b_2 + a_2b_1 + a_3b_4 - a_4b_3 \\ a_1b_3 - a_2b_4 + a_3b_1 + a_4b_2 \\ a_1b_4 + a_2b_3 - a_3b_2 + a_4b_1 \end{bmatrix} \tag{1.17} $$

As shown in formula 1.18, a 3-dimensional vector can be transformed with a quaternion and expressed in another set of axes. In the following equation, the vector in the set A is defined relative to the axes B. Both results actually represent the same vector with different calculations. 3-dimensional vectors have 0 added to them for quaternion operations and become a 4-element calculation.

$$ \mathrm{B}_v = {}^A_B\hat{q} \otimes {}^{\mathrm{A}}\mathrm{v} \otimes {}^A_B\hat{q}\,* \tag{1.18} $$

Here, the quaternion orientation representation can be transformed into a rotation matrix and expressed as Euler angles.

Orientation derived from angular velocity

3-axis gyroscope measures angular velocity in the x, y, and z axes. These angular velocities are called ω_x, ω_y, ω_z and form the vector ${}^s\omega$ (1.19). The rate of change of the position of the world axis relative to the axes of the device is determined by the quaternion derivative (1.20).

$$ {}^s\omega = [\omega_x\ \omega_y\ \omega_z] \tag{1.19} $$

$$ {}^{S}_{E}\dot{q} = \frac{1}{2}\,{}^{S}_{E}\hat{q} \otimes {}^{s}\omega \tag{1.20} $$

If the initial conditions are known, the current state at time t can be found by numerical integration of the quaternion derivative ${}^{S}_{E}q_{\omega,t}$. In Equations 1.21 and 1.22, ${}^{s}\omega_t$ is the angular velocity measured at time t, Δt is the sampling period, and ${}^{S}_{E}\hat{q}_{\mathrm{est,t-1}}$ is an estimate of the previous state value.

$$ {}^{S}_{E}\dot{q}_{\omega,t} = \frac{1}{2}\,{}^{S}_{E}\hat{q}_{\mathrm{est,t-1}} \otimes s_{\omega_t} \tag{1.21} $$

$$ {}^{S}_{E}q_{\omega,t} = {}^{S}_{E}\hat{q}_{\mathrm{est,t-1}} + {}^{S}_{E}\dot{q}_{\omega,t}\ \Delta t \tag{1.22} $$

Filter combination algorithm

The position estimation of the device axis relative to the world axis is created from the combination of the indicated ${}^{S}_{E}q_{\nabla,t}$ and ${}^{S}_{E}q_{\omega,t}$ data. In this combination, the directions and relative weights obtained using the gyroscope and accelerometer are converted into equation (1.23). These relative weights are expressed by $\gamma_t$and (1-γ_t).

$$ {}^{S}_{E}q_{\ \mathrm{est,t}} = \gamma_t\ {}^{S}_{E}q_{\nabla,t} + (1-\gamma_t)\,{}^{S}_{E}q_{\omega,t}\,,\ \ 0 \le \gamma_t \le 1 \tag{1.23} $$

The optimal value of γ_t can be determined so that the charged divergence of ${}^{S}_{E}q_{\omega}$is equal to the charged convergence of ${}^{S}_{E}q_{\nabla}$. This is represented by equation 1.24, where $\frac{\mu t}{\Delta t}$ is the degree of convergence of ${}^{S}_{E}q_{\nabla}$ and ${}^{S}_{E}q_{\omega}$ is the degree of β-divergence expressed as the measurement of the quaternion corresponding to the measurement error of the gyroscope. Equation 1.24 can be rearranged to define $\gamma_t$as Equation 1.25.

$$ (1-\gamma_t)^{\beta} = \gamma_t\ \frac{\mu t}{\Delta t} \tag{1.24} $$

$$ \gamma_t = \frac{\beta}{\frac{\mu t}{\Delta t}+\beta} \tag{1.25} $$

Figure 1.4: Madgwick IMU filter block diagram (Madgwick, 2010).

Modeling the Madgwick algorithm in Matlab/Simulink

Madgwick's IMU algorithm is modeled in Matlab/Simulink environment. In the generated model, the accelerometer and gyroscope data are given as input to the model as previously recorded data. To make the results easier to interpret, the resulting quaternion representation of the algorithm was converted to Euler angles (Figure 1.5).

Figure 1.5: Created Simulink model of the Madgwick IMU filter.

We measured pitch, roll and pitch of the aircraft with the Euler angles obtained from the MPU – 9250 / 6500 / 9255 scheme. The acquired angle data were de-noised by passing them through a Madgwick filter collected in Matlab/Simulink, and figures 1.6, 1.7, 1.8 and 1.9 show the gyroscope and accelerometer data for 4 different situations. Figure 1.10 shows the graph and parameters obtained by changing their complex β value.

Figure 1.6: Accelerometer and gyroscope data for case 1.

Figure 1.7: Accelerometer and gyroscope data for case 2.

Figure 1.8: Accelerometer and gyroscope data for case 3.

Figure 1.9: Accelerometer and gyroscope data for case 4.

Figure 1.10: Final values of the obtained 4 state angles: (a) β=0.1. (b) β=0.2. (c) β=0.3. (d) β=1.

In the graph, the symbol ϕ shown in red shows the cream angle, the symbol θ shown in green shows the angle of attack, and the symbol ψ shown in blue shows the pitch angle.

When the data obtained in all cases are examined, it is seen that there is more error in the case angle in cases where the speed is higher. Therefore, in cases where the rate of change of the inclination angle is high, increasing the value of the β parameter will lead to a faster reduction of the measurement error of the gyroscope, that is, an increase in the speed of approximation of the filter estimation to the real situation. However, with the increase of the β parameter, the increase of the noise caused by the accelerometer is inevitable. Therefore, it is determined that β gain should be kept at a low level in cases where the rate of change of the angle of inclination is relatively slow. The rate of change of attitude angle from the gyroscope was used to change the value of β according to the speed of movement. In experiments using a constant β, it was observed that the values of the gyroscope measurements in the x and y axes varied with pitch and roll angles. The relationship between gyroscope data and β values was obtained for the equipment used in the study and the motion scenario. Thus, the β parameter must be controlled synchronously.

References

1. **Bellusci, G. & Dijkstra, F. & Slycke** (2013). Xsens MTw: Miniature Wireless Inertial Motion Tracker for Highly Accurate 3D Kinematic Applications.
2. **Cavallo, A. & Cirillo, A. & Cirillo, P. & de Maria, G. & Falco, P. & Natale, C. & Pirozzi, S.** (2014). Experimental comparison of sensor fusion algorithms for attitude estimation. 19th World Congress, The International Federation of Automatic Control, Cape Town, South Africa, 24–29
3. **Cirillo, A. & Cirillo, P & De Maria, G. & Natale, C. & Pirozzi S.** (2016). A comparison of multisensor attitude estimation algorithms. Multisensor Attitude Estimation: Fundamental Concepts and Applications, Bölüm: 29, Yayıncı: CRC Press, Editorler: H. Fourati, D. E. C. Belkhiat, 529-539.
4. **Grisetti, G. & Kümmerle, R & Stachniss, C. & Burgard W.** (2010). A tutorial on graph-based SLAM. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2(4):31–43.
5. **Haid, M. & Breitenbach, J.** (2004). Low cost inertial orientation tracking with Kalman filter. Appl. Math. Comput. 2004, 153, 567–575.
6. **IMU Errors and Their Effects** (2019). https://www.novatel.com/assets/Documents/Bulletins/APN064.pdf
7. **Kok, M. & Hol, J. D. & Schön, T. B.** (2017). Using Inertial Sensors for Position and Orientation Estimation", Foundations and Trends in Signal Processing: Vol. 11: No. 1-2, 1-153. http://dx.doi.org/10.1561/2000000094
8. **Kurz, G. & Gilitschenski, I. & Julier, S. & Hanebeck, U. D.** (2013). Recursive estimation of orientation based on the Bingham distribution. Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 1487–1494,
9. **Ludwig, S. A. & Burnham, K. D.** (2018). Comparison of Euler Estimate using Extended Kalman Filter Madgwick and Mahony on Quadcopter Flight Data, 2018 Int. Conf. Unmanned Aircr. Syst,
10. **Ludwig, S.A. & Burnham, K. D. & Jimnez, A. R. & Touma, P. A.** (2018). Comparison of attitude and heading reference systems using foot mounted MIMU sensor data: basic, Madgwick, and Mahony, SPIE Conference on Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems, Denver, CO, USA.
11. **Madgwick, S. O. H**. (2010). An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays.Report. University of Bristol, UK.

Study of FSON Based on a Simple Artificial Neuron Model

Mehman Hasanov, Azerbaijan Technical University, mehman.hasanov@aztu.edu.az Khaqani Abdullayev, National Aviation Academy, khabdullayev@naa.edu.az
Sahib Piriev, Azerbaijan Technical University, sahib.piriyev@aztu.edu.az
Shadiya Sultanova, Azerbaijan Technical University, sadiyesultanova@gmail.com Nadir Atayev, Azerbaijan Technical University, nadiratayev@gmail.com

Summary

The article delves into the extensive application of optical communication networks in free space and introduces an innovative Free Space Optical Network (FSON) topology. This topology is meticulously crafted to establish a robust optical communication framework, ensuring the seamless transmission and reception of data between artificial space technologies and terrestrial terminals. Diverse elements and devices are strategically integrated to enhance the overall efficiency of communication processes. To thoroughly scrutinize and gauge the efficacy of the proposed topology, a foundational artificial neuron model was meticulously developed. The performance metrics of this model were rigorously examined. The research methodology encompassed theoretical calculations, with a primary focus on evaluating the attenuation of optical signals within the transmission medium. The overarching objective was to ascertain the feasibility of maintaining stable communication channels between terrestrial and space terminals interconnected within the network. The study leveraged an Artificial Neural Network (ANN) to process physical measurements derived from the positions of transmitting and receiving antennas. Various training algorithms were deployed to process this data and construct an optimized model. This model played a pivotal role in assessing optical signal loss concerning varying distances across different scenarios, thereby contributing to the comprehensive understanding of the network's performance dynamics.

Keywords: Free Spaces optical networks, artificial neuron model, transmitter and receiver modules, transmission environment, optical communication

JEL codes: L96; C32; C61; C45

Introduction

In recent years, there has been a notable surge in the utilization of various advanced technologies, such as artificial intelligence, machine learning, internet of industrial and home appliances, robotics control, the transition and implementation of 6G mobile communication technologies, space object research, surface monitoring, and remote management of mobile and stationary technologies for diverse applications. These advancements have laid the foundation for the use of satellite communication networks (H.-B. Jeon et al., 2023, T. V. Nguyen et al., 2023, Kaushal, H. et al., 2017, Trichili, A. et al, 2020, Singh, H. et al., 2021, Viriyasitavat, W. et al., 2019, M.H Hasanov et al., 2019).

Considering the significant advantages offered by organizing communications between these technologies, optical networks in free space are deemed more suitable than electromagnetic waves (Al- eryani et al., 2018, Harjeevan Singh et al., 2023, Al-Gailani et al., 2021, Huang, L. et al., 2020, Kaiser, G., 2017, Hasanov, M. et al., 2023, M.H Hasanov & N.A Atayev, 2022, El-Nahal et al., 2022). Consequently, the deployment of optical communication networks in free space and the establishment of a stable Free Space Optical Network (FSON) topology, linking artificial space technologies and optical switches between terrestrial terminals, have become crucial for creating a

robust optical communication environment, complete with its requisite elements and devices (M.H Hasanov et al., 2019, M.H Hasanov, 2019).

As a result of extensive analyses, various FSON topologies serving a multitude of functions have been proposed (H.-B. Jeon et al., 2023, T. V. Nguyen et al., 2023, Kaushal, H. et al., 2017, Trichili, A. et al, 2020, Singh, H. et al., 2021, Viriyasitavat, W. et al., 2019, M.H Hasanov et al., 2019, Al-eryani et al., 2018, Harjeevan Singh et al., 2023). With these considerations in mind, we present an illustrative example of an FSON topology, connecting mobile and stationary objects in both space and on the ground, utilizing space technologies and optical communication in free space. The operational principles of this proposed network are elucidated (M.H Hasanov & N.A Atayev, 2022).

An example of an FSON topology

We will now examine the aforementioned parameters by employing a straightforward artificial neuron model to study Free Space Optical Networks (FSON). In the absence of any obstructions, the signal propagation model in free space is utilized to estimate the received signal's intensity when there is an unimpeded direct line of connection between the transmitting and receiving devices operating on the network. This allows for the calculation of free space loss in optical communication. The loss incurred during signal propagation in free space can be characterized as follows (Aly, H., 2020, Anac
H. & Oztemel E., 2022):

$$\alpha[dB] = 10\lg\left(\frac{P_t}{P_r}\right) \tag{1}$$

is used. Here, P_r is the power of the transmitter, and P_t is the power of the receiver.

Empirical and deterministic models used for calculating transmission medium distance losses during

communication between transmitters and receivers have their own sets of advantages and limitations. Empirical models rely on relatively simple logarithmic formulas for their calculations. While they are generally effective in determining a system's dynamic range, they may not provide accurate results in complex or noisy (SNR) environments.

On the other hand, deterministic models involve physically implementing and calculating radio wave propagation. These models take into account various propagation mechanisms, such as reflection, diffraction, and scattering, and analyze the dominant paths the waves will follow. While deterministic models can yield realistic results, they have high resource requirements for complex environments, demanding significant processing and memory capacity (Oztemel E. & Ozel S., 2021).

In the context of Artificial Neural Networks (ANN), physical measurements acquired based on the positions of transmitting and receiving antennas in the propagation environment serve as target values. These values are processed using various training algorithms to create optimized models. During the network's training phase, both input and output data are known, enabling the development of optimal models for different input scenarios.

Typically, ANN models consist of an input layer, at least one intermediate layer, and output layers. An artificial neural network cell encompasses a set of algorithms that incorporate external environment information or data from other neurons. This includes inputs, weights, summation functions, activation functions, and outputs. Weights connect the input data to the neuron, determining the impact of each input. The summation function calculates the net flow by multiplying input data with weights, which is then passed to the activation function. The activation function (denoted as "f") computes the net output, which represents the neuron's output for "n" inputs (Anac H. & Oztemel E., 2022, Oztemel E. & Ozel S., 2021, Viriyasitavat, W., 2019):

$$Net = f(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i + b) \tag{2}$$

Here, w is the weight matrix, x is the neuron inputs, and b is the threshold value of the activation function, which is generally assumed to be uniform. During the learning process of artificial neural networks, inputs are received from the external environment, these inputs are passed through an activation function and the response output is found. The error of the network is found by comparing the obtained output value with the experimental result. It is required to reduce the error obtained by obtaining the real result, for which there are various algorithms (Viriyasitavat, W., 2019). After the error of the network is determined, the weights are updated in each cycle to try to reach the goal. If the SNS achieves its goal with the given input-output pairs, the weight values are saved. After learning the artificial neural network, the ungiven inputs are given and the real output approach with the neural network output is investigated. If the neural network can correctly express the newly given examples, then the correct learning process has taken place.

Artificial neuron model of FSON

Let's consider a simplified representation of the network as depicted in Figure 2, as an example to simplify the explanation, based on the FSON topology outlined in Figure 1. In this scenario, let's assume that signals from five satellites in space are transmitted to a ground terminal. The ground terminal processes this information and subsequently relays it to three UAV receivers (although other space facilities may also be involved). The UAVs process the received data and relay it to various ground-based objects for different purposes. We will analyze the training process of the network illustrated in the figure, assuming a signal loss at the outputs of approximately (0, 0.2) dB/km. To

gain a better understanding of the problem-solving method, we will start with the first iteration, following the prescribed approach:

Fig. 1. Simple network model of FSON

In the initial step, we can assign random weights to the network as follows:

$$w_{11} = 0{,}2;\ w_{21} = -0{,}7;\ w_{31} = -0{,}6;\ w_{41} = -0{,}7$$

$$w_{51} = -0{,}4;\ w_{61} = -0{,}3$$

$$w_{12} = -0{,}34;\ w_{13} = 0{,}21;\ w_{14} = -0{,}51;$$

$$w_{72} = -0{,}32;\ w_{83} = -0{,}31;\ w_{94} = -0{,}26.$$

Here, we will use the sigmoid function as an activation function, which is a common choice in artificial neural networks (Aly, H., 2020, Anac H. & Oztemel E., 2022, Oztemel E. & Ozel S., 2021, Viriyasitavat, W., 2019).

$$T_1 = S_1 \cdot w_{11} + S_2 \cdot w_{21} + S_3 \cdot w_{31} + S_4 \cdot w_{41} + S_5 \cdot w_{51} + b_1 \cdot w_{61}$$

$$T_2 = T_1 \cdot w_{12} + b_2 \cdot w_{72}$$

$$T_3 = T_1 \cdot w_{13} + b_3 \cdot w_{83}$$

$$T_4 = T_1 \cdot w_{14} + b_4 \cdot w_{94}$$

Exit from the terminal will be as follows.

$$Net_1 = \frac{1}{1+\ell^{-T_1}} = 0{,}3300$$

$$S_6 = \frac{1}{1+\ell^{-T_2}} = 0{,}3936$$

$$S_7 = \frac{1}{1+\ell^{-T3}} = 0{,}4401$$

$$S_8 = \frac{1}{1+\ell^{-T_4}} = 0{,}3945$$

As the S_7 output appears to yield a significantly high cost difference, let's adjust the network's weight values using the backpropagation algorithm. To do this, we need to first evaluate the network's error.

Error because the conditional value of the expected output value will be 0.2.

$$E_m = 0{,}2 - S_7 = -0{,}2401 \tag{3}$$

Since the error value differs from the expected value, we should utilize the backpropagation algorithm to update the network's weights.

Backpropagation Step: Initially, we will compute the delta (Δ) for the output layer using the

following well-known formula.

$$\delta_m = S_7 \cdot (1 - S_7) \cdot E_m \tag{4}$$

here, δ_m - amount of weight change; S_7 - network output; E_m- amount of error.

For the value of change in weight using formula (4) gets the result as below,

$$\delta_m = 0{,}4401 \cdot (1 - 0{,}4401) \cdot (-0{,}2401) = -0{,}0592$$

Utilize the subsequent transformation formula to adjust the network's weight.

$$\Delta w_{jm}(t) = \lambda \cdot \delta_m \cdot C_{jm} + \alpha \cdot \Delta w_{jm}(t-1) \tag{5}$$

here, λ -learning rate; δ_m -change rate; C_{jm} - output rate; α -pulse rate; $\Delta w_{jm}(t-1)$ - early weight change value.

For the first iteration is, $\Delta w_{jm}(t-1) = 0$.

Let's compute the alteration in weights between the output layer and the intermediate layer employing formula (5).

$$\Delta w_{12}(t) = \lambda \cdot \delta_m \cdot S_6 + \alpha \cdot \Delta w_{12}(t-1) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0592) \cdot 0{,}3936 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0117$$

$$\Delta w_{13}(t) = \lambda \cdot \delta_m \cdot S_7 + \alpha \cdot \Delta w_{13}(t-1) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0592) \cdot 0{,}4401 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0130$$

$$\Delta w_{14}(t) = \lambda \cdot \delta_m \cdot S_8 + \alpha \cdot \Delta w_{14}(t-1) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0592) \cdot 0{,}3945 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0117$$

After collecting these changes in the weights, let's calculate the values of the new weights between the intermediate layer and the output layer. For this we will use the following formula.

$$w_k(t) = w_k(t-1) + \Delta w_k(t) \tag{6}$$

here, $w_k(t)$-new value of weight; $w_k(t-1)$ -value of previous rate; $\Delta w_k(t)$ -value of cahange rate, with that,

$$w_{12}(t) = w_{12}(t-1) + \Delta w_{12}(t) = -0{,}34 - 0{,}0117 = -0{,}3517$$

$$w_{13}(t) = w_{13}(t-1) + \Delta w_{13}(t) = 0{,}21 - 0{,}0130 = 0{,}1970$$

$$w_{14}(t) = w_{14}(t-1) + \Delta w_{14}(t) = -0{,}51 - 0{,}0117 = -0{,}5217$$

Considering these weight alterations, we'll compute the new weights between the input and intermediate layers. Initially, we'll ascertain the magnitude of change in this section.

$$\delta_j^a = e_j^a (1 - e_j^a) \sum_m \delta_m w_{jm}(t-1) \tag{7}$$

then,

$$\delta_1^a = Net_1 (1 - Net_1) \sum_1 \delta_m w_{12}(t-1) = 0{,}3300(1 - 0.3300) \cdot (-0{,}3517) = 0{,}0778$$

The value of wight change,

$$\Delta w_{jm}(t) = \lambda \cdot \delta_m \cdot e_{jm} + \alpha \cdot \Delta w_{jm}(t-1) \tag{8}$$

By using formula (8),

$$\Delta w_{11}(t) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0778) \cdot 0{,}16 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0062$$

$$\Delta w_{21}(t) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0778) \cdot 0{,}17 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0066$$

$$\Delta w_{31}(t) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0778) \cdot 0{,}18 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0070$$

$$\Delta w_{41}(t) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0778) \cdot 0{,}19 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0074$$

$$\Delta w_{51}(t) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0778) \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0 = -0{,}0078$$

$$\Delta w_{61}(t) = 0{,}5 \cdot (-0{,}0778) \cdot 0{,}+0{,}8 \cdot 0 = 0$$

Factoring in the weight adjustments derived in equation (6), the weights linking the input and intermediate layers are determined as follows:

$$w_{11}(t) = 0{,}2 + (-0{,}0062) = 0{,}1938$$

$$w_{21}(t) = -0{,}7 - 0{,}0066 = -0{,}7066$$

$$w_{31}(t) = -0{,}6 - 0{,}0070 = -0{,}6070$$

$$w_{41}(t) = -0{,}7 - 0{,}0074 = -0{,}7074$$

$$w_{51}(t) = -0{,}4 - 0{,}0078 = -0{,}4078$$

$$w_{61}(t) = -0{,}3 - 0 = -0{,}3$$

If we take into account the new weights and perform the calculation using the forward propagation algorithm, the output values of the devices P_1, P_2 and P_3 will be as,

$$S_6^{(1)} = 0{,}3928; \;\; S_7^{(1)} = 0{,}4390; \;\; S_8^{(1)} = 0{,}3938$$

Continuing the learning process in the MATLAB software package allows us to adjust the output values to the desired result after multiple iterations.

The result

Based on the conducted analyses, a simplified artificial neuron model was developed for the optical communication topology in free space. This model's parameters were analyzed, and theoretical calculations were performed to assess optical signal attenuation in the transmission medium. The objective was to establish stable communication between terrestrial and space terminals within the network. In an Artificial Neural Network approach, physical measurements, depending on the positions of transmitting and receiving antennas in the propagation medium, were used as target values. These data were processed using various training algorithms to create an optimized model, enabling the assessment of optical signal loss at different distances for various scenarios.

References

1. Aly, H. (2020) “Digital Transformation, Development and Productivity in Developing Countries: Is Artificial Intelligence a Curse or a Blessing, Review of Economics and Political Science, - 1
2. Al-Gailani, S.A., Salleh, M.F.M., Salem, A.A., Shaddad, R.Q., Sheikh, U.U., Algeelani, N.A., Almohamad, T.A. (2021): A survey of free space optics (FSO) communication systems, links, and networks. IEEE Access 9, 7353–7373 – 2
3. Al-eryani, Y.F., Salhab, A.M., Zummo, S.A., Alouini, M.-S. (2018): Protocol design and performance analysis of multiuser mixed RF and hybrid FSO / RF relaying with bufers. IEEE/OSA J. Opt. Commun. Netw. 10(4), 309–321– 3
4. Anac H., Oztemel E. (2022), An Assessment Framework for the Transformation of Mobility 4.0 in Smart Cities systems, cilt.10, sa.1, (SSCI).
5. El-Nahal, F.; Xu, T.Al Qahtani, D.; Leeson, M. (2022) Abidirectional Wavelength Division Multiplexed (WDM) Free SpaceOptical Communication (FSO) System for Deployment in Data Center Networks (DCNs). Sensors., 22, 9703.
6. Harjeevan Singh · Rajan Miglani · Nitin Mittal· Surbhi Gupta · Faisel Tubbal ·Raad Raad · El Mehdi Amhoud. (2023) Designing an optimized free space optical (FSO) link for terrestrial

commercial applications under turbulent channel conditions. Optical and Quantum Electronics 55:532
7. Hasanov, M., Ibrahimov, B., Taghiyev, A., Namazov, C., Najafov, B. (2023), İnvestigation of signal-to-noise ratio based on optical compression systems using spectrum in FSO.Advanced Physical Researchthis link is disabled, 5(1), p. 33–41
8. H.-B. Jeon et al., (Apr. 2023). “Free-space optical communications for 6G wireless networks: Challenges, opportunities, and prototype validation,” IEEE Commun. Mag., vol. 61, no. 4, pp. 116–121,
9. Huang, L., Liu, S., Dai, P., Li, M., Chang, G.-K. (2020): Unifed performance analysis of hybrid FSO / RF system with diversity combining. J. Lightwave Technol. 38(24), 6788–6800
10. Kaushal, H., Jain, V., Subrat, K. (2017): Free space optical communication, 1st edn. Springer, New Delhi, India
11. Kaiser, G.: Optical communications essentials, 1st edn. McGraw-Hill Professional, New York (2003) Kaushal, H., Kaddoum, G. (2017).: Optical communication in space: challenges and mitigation techniques. IEEE Commun. Surv. Tutor. 19(1), 57–96
12. M.H Hasanov, (2019) Photon switch of full optical networks. T-Comm-Телекоммуникации и Транспорт .,13 (8), 47-50
13. M.H Hasanov, B.G Ibrahimov, N.T Mardanov, (2019) Research and analysis performance indicators NGN/IMS networks in the transmission multimedia traffic.Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF)./6/3.p.1-4
14. M.H Hasanov, N.A Atayev. (2022) Algorithm design nanosatellite based on radio frequency and optical communication, - Problems of information technology,.p.
15. M. M. Bukhari, B. F. Alkhamees, S. Hussain, A. Gumaei, A. Assiri ve S. S. Ullah, (2021). "An Improved Artificial Neural Network Model for Effective", Hindai.Complexity,
16. Oztemel E.,Ozel S. (2021) A conceptualmodel for measuring the competency level of Smal and Medium-sized Enterprises (SMEs) advances inproductionengineering & management, cilt.16, sa.1, ss.47-66, (SCI-Expanded).
17. Singh, H., Mittal, N. (2021): Design and analysis of high-speed free space optical (FSO) communication system for supporting ffth generation (5G) data services in diverse geographical locations of India. Optical and Quantum Electronics 53, 1–21
18. Trichili, A., Cox, M.A., Ooi, B.S., Alouini, M.-S. (2020): Roadmap to free space optics. J. Opt. Soc. Am. B 37(11), 184–201
19. T. V. Nguyen et al., (Apr. 2023) “On the design of RIS–UAV relay-assisted hybrid FSO/RF satellite–aerial–ground integrated network,” IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst., vol. 59, no. 2, pp. 757–771
20. Viriyasitavat, W., Bi, Z.M., Hoonsopon, D. (2019): Blockchain technology for applications in internet of things - mapping from system design perspective. IEEE Internet Things J. 6(5), 8155–8168

The Role of Artificial Intelligence in SMM and Digital Marketing

Natavan Hasanova
Baku, National Aviation Academy
nhasanova@naa.edu.az
DOI: 10.13140/RG.2.2.31121.81766

Abstract

An innovative field that has become more relevant in recent years is the preparation and development of artificial intelligence. And, of course, in digital marketing, artificial intelligence performs many functions today, and in the future its areas of use will be wider. Digital marketing is a field of marketing that involves the promotion of services and goods using digital technologies used at all stages of interaction with consumers. Digital marketing involves brand promotion and customer engagement through all possible digital channels. The difference from Internet marketing is that, in addition to the Internet, off-line tools are used. In short, Digital marketing is a complex (online + off-line) promotion of a product or service. Social media marketing is a form of Internet marketing that uses social networking sites as a marketing tool. That is, if you have an understanding of Digital Marketing, you will definitely know the basics of SMM. But Social media marketing is an independent branch of digital marketing and is not just promotion through various social platforms, but a part of social management, marketing and communication strategy. In this article we will try to look at how artificial intelligence has affected the effectiveness of digital marketing in general and its individual areas.

Keywords: Social Media Marketing, Personalization, Artificial intelligence & machine learning, Predictive analytics, Programmatic advertising, Voice search optimization.

Introduction

We would not be wrong if we say that one of the most demanded professions today is a marketing specialist in the Internet space. But the question often arises, what is the difference between SMM and digital marketer? Is it possible to study both in parallel? If we learn one, will we know the other? Let's take a closer look at the fields to understand their difference.

What is SMM?

Social media marketing is a form of Internet marketing that uses social networking sites as a marketing tool. That is, if you have an understanding of Digital Marketing, you will definitely know the basics of SMM. But Social media marketing is an independent branch of digital marketing and is not just promotion through various social platforms, but a part of social management, marketing and communication strategy.
Let's take a look at the statistics below to understand how important social media marketing is.
Of course, to be a good SMM, you need to have deep knowledge in this field. The SMM manager must be as creative as an artist, able to communicate as a politician, and have strong analytical skills. At the same time, digital marketing must have knowledge to develop the ability to properly analyse and make strategy for a project. In addition, SMM should follow the daily trends and should be able to handle the management correctly in times of crisis. In order to become more professional in this field, he should acquire knowledge of psychology, sociology, and in short, crowd behaviour.

Job responsibilities of the SMM specialist:

- Creation of pages in social networks (Facebook, Instagram, Linkedin) in the correct form;
- Creating and managing the right content in Social Media (Copywriting);
- Facebook Ads Manager – Post and page ads. (Advertising functionalities in social networks. Correct and effective advertising of videos, pictures, etc.;
- The rules of target audience selection. Advertising budget planning;
- Social Media advertising strategies;
- Teaching technical and practical aspects of Meta Business Suite and Facebook Creator Studio platform;
- Preparation of Social Media Marketing Content Plan;
- Measuring the effectiveness of advertisements;
- Competitor analysis on Instagram;
- Increasing Instagram followers;
- Managing pages and issuing advertisements on Linkedin;
- Making monthly, annual, quarterly reports;
- Preparation of SMM plan;
- Analysis of SMM results.

What is digital marketing?

Digital marketing is a field of marketing that involves the promotion of services and goods using digital technologies used at all stages of interaction with consumers. Digital marketing involves brand promotion and customer engagement through all possible digital channels.

The difference from Internet marketing is that, in addition to the Internet, offline tools (sms, mobile applications, smart gadgets, QR-code, etc.) are used. In short, Digital marketing is a complex (online + offline) promotion of a product or service.

By learning digital marketing, greater opportunities and perspectives are opened and the opportunity

to build more profitable relationships with customers through all digital channels is created.

In recent years, the level of customer use of these channels has increased significantly, and this can be seen in the charts below. The first picture shows the level of use of the Internet, mobile phones and social media by the world population.

In the second picture, we can observe the growth in the level of use compared to last year.

What Basic Knowledge of Digital Marketing is Needed?

- Economy
- Marketing
- Logic
- Creativity

• Research ability
• Be aware of trends
• Foreign language
• Networking
• Problem solving skills

Development of artificial intelligence in digital marketing.

An innovative field that has become more relevant in recent years is the preparation and development of artificial intelligence. And, of course, in digital marketing, artificial intelligence performs many functions today, and in the future its areas of use will be wider.
The uses of artificial intelligence in digital marketing are as follows:

1.Personalization: Using user data to create a more personalized experience. The purpose of personalization is to collect information about the user such as search history, preferences, on-line behaviour, etc.is to improve the user experience by using such information. Examples include personalized product recommendations, pricing, content. Increasing the relevancy of ads and making them personalized is becoming a top priority, with 80%* of those who classify themselves as frequent shoppers saying they only shop with brands who personalize their experience. Forty-seven percent* (47%) of B2C consumers note that brands could do a better job aligning their engagement activities with their preferences and 56% of consumers expect all of their interactions with brands or vendors to be personalized.

A personalized AI solution such as conversational marketing can help advertisers build these personal connections with consumers, improve the relationship they have with their brand, and create a better shopping experience. In fact, 71%* of customers expect companies to communicate with them in real- time, which is why using an AI conversational marketing solution to engage with customers and prospects has become increasingly popular. Personalized experiences help brands improve their ROI while strengthening customer loyalty and relationships.

2.Voice search optimization: Optimizing sites for voice search. With the advent of voice search devices such as Amazon Echo and Google Home, the importance of site optimization for voice search has increased. This includes creating more natural and conversational queries, improving site structure and optimizing content.
3.Artificial intelligence & machine learning: Using artificial intelligence and machine learning to analyse data and automate marketing campaigns. Examples include:
1.Chatbots: Chatbots are used to automatically process customer inquiries and improve efficiency and serviceability. However, companies are not in a hurry to fully rely on chatbots to work with customers, in most cases they partially process requests and then an operator joins. But as artificial intelligence improves, many companies will switch to it entirely, significantly saving the work of operators.
2. Personalized recommendations: The use of artificial intelligence allows to recommend products or services based on the user's purchase history, preferences and behaviour. Such recommendations are especially effective in remarketing when we are trying to influence an audience that is already in contact with our product.
3.Predictive analytics is a field of analytics that uses machine learning, statistics, and mathematical models to analyse data and predict future events. It also helps identify needs and preferences

and increases the effectiveness of advertising campaigns. This helps business owners make more informed decisions and improve the customer experience. The purpose of predictive analytics is to understand trends, patterns and relationships in data that can be used to make informed decisions or predict outcomes.

Applications of predictive analytics can be wide-ranging, including business process optimization, customer behaviour prediction, financial performance forecasting, and machine learning problems.

Predictive analytics uses many machine learning methods such as regression, classification, clustering, etc. A recent Salesforce Research report, "Enterprise Technology Trends,"* found that 83% of IT leaders say AI and machine learning are transforming customer engagement and 69% say it is transforming their business. Advertisers recognize the importance of targeting the right person with the right ad to drive conversions.

4.Programmatic advertising: The use of artificial intelligence to automate and improve the effectiveness of advertising campaigns, such as budget and audience optimization. Today, it's possible thanks to digital marketing tools such as Google Search Ads, Meta Business Manager, etc. Proper segmentation and audience targeting lead to more relevant advertising, which is reflected in a recent survey by McKinsey Analytics that found 14%* of users adopted AI for customer segmentation purposes. By delivering messaging that relates to the end-user, advertisers can expect higher engagement rates and more conversions.

4.Video content: Increasing video content in marketing campaigns. This is especially true for using short vertical videos to grab the attention of viewers. Today, almost all social networks that allow the posting of video content provide this tool for users.

5.Influencer marketing: Working with well-known and influential people on social media to promote products/services. Today, famous people, bloggers, presenters are actively involved in advertising and testing products and services.

Conclusions and Future Work

As a result of the study, it has been shown that using Artificial Intelligence in Digital Marketing and SMM has significant positive effects on effectiveness of advertising campaigns and collecting information about customers. At the same time, more successful results can be achieved by finding new uses of artificial intelligence in digital marketing . AI has been shown to be a very suitable solution for market researchs in terms of cost, time saving, re-configurability and parallel design capability. Such recommendations are especially effective in remarketing when we are trying to influence an audience that is already in contact with our product.

References

1. Aufray, J., (2009) Master International Business & Marketing, IDRAC Lyon
2. Brodo, R., (2015) | Business Acumen, http://www.advantexe.com/blog/how-digital-marketing-is-redefining-customer-segmentation
3. Cave, J., (2016) Digital Marketing Vs. Traditional Marketing: Which One Is Better? https://www.digitaldoughnut.com/articles/2016/july/digital-marketing-vs-traditional-marketing.
4. Chaffey, D. and Ellis-Chadwick, F., (2015) Digital Marketing Strategy, Implementation and Practice, 6th edition. Financial Times/ Prentice Hall, Harlow.
5. Chaffey, D. Smith, P.R., (2017) Digital Marketing Excellence: Planning, Optimizing

and Integrating Online Marketing 5th Edition, Routledge , ISBN-13: 978-1138191709
6. Duermyer, (2017) https://www.thebalance.com/can-you-really-make-money-with-affiliate-marketing-1794168
7. Gangeshwer, D.K., (2013) E-Commerce or Internet Marketing: A business review from Indian context. International journal of u- and e-service, science and technology, 6 (6), 187-194.
8. Hudson, H., (2018) 7 Digital Marketing Strategies That Work: A Complete Guide, https://blog.hubspot.com/marketing/digital-strategy-guide originally published August 23 2017, updated January 31 2018
9. Jenni, R., (2017) Different Platforms for Digital Advertising. Available at: https://www.intenseblog.com/internet0marketing/7-different-platforms-digital-advertising.html
10. Kingsnorth, S., (2016) Digital Marketing Strategy: An Integrated Approach to Online Marketing, Kogan Page, Business & Economics
11. Khan, F., & Siddiqui, K., (No date). The importance of Digital Marketing. An exploratory study to find the perception and effectiveness of Digital Marketing amongst the marketing professional Pakistan.
12. Mahoney, M. (2023) 31 Best Digital Marketing Campaigns You Can Swipe https://www.singlegrain.com/digital-marketing/best-online-marketing-companies/
13. McDonald, M.,(2012) Market Segmentation: How to do it, how to profit from it, John Wiley & Sons.
14. Monnappa, A. (2023, August 9). The History and Evolution of Digital Marketing https://www.simplilearn.com/history-and-evolution-of-digital-marketing-article
15. Oliveira, A., (2017) A Four-Step Guide To Creating Your Digital Marketing Plan, https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2016/11/17/a-four-step-guide-to-creating-your-digital-marketing-plan
16. Pineiro-otero, T., & Martinez-Rolan, X., (2016) Understanding Digital Marketing – Basics and actions. Spring international publishing Switzerland.
17. Singh, A. (2018, July 30). How to create a Digital Marketing Strategy https://www.digitalseoguide.com/digital-marketing/how-to-create-a-digital-marketing-strategy/
18. Siu, E. (2023). 9 Successful Digital Marketing Case Studies That Boosted Growth https://www.singlegrain.com/res/digital-marketing-agency/case-studies/
19. Stern, C.W. and Deimler, M.S., (2006) The Boston Consultancy Group on Strategy: Classic concepts and new perspectives, John Wiley & Sons.
20. Satya, P., (2017) A study on Digital Marketing and its impact. International Journal of Science and Research, 6(2).
21. Yasmin, A., et al., (2015) Effectiveness of Digital Marketing in the challenging age: an empirical study. International Journal of Management Science and Business Administration. Vol 1(5), 69- 80.

Introduction of Scientific Works Dedicated to Licorice into the Production of Pharmaceutical Goods in Azerbaijan

Mahbuba Nabikizi Valiyeva
Doctor of Pharm., Academician of AS & IAS,
vice-president of AS, Chief of Pharm.
Thechn. & Management Department

Perviz Valiyev
Chief of the Medical Service of the
Ministry of Emergency Situations,
Colonel, PhD in Medical Sciences

Azerbaijan Medical University, Bakikhanov street 23, Baku, Azerbaijan E-mail:
mahbubav_amu@rambler.ru

Abstract.

The present article is an increasing demand for herbal medicines, Pharmaceuticals products of Licorice. Research of scientists of the Azerbaijan Medical University, the limphotrop, antiviral, anticoagulant properties of Licorice drugs, reducing blood clotting and restoring the activity of the immune system have been proven in the treatment of bronchopulmonary diseases, COVID-19. Medicines developed by Azerbaijani scientists based on Licorice, a natural raw material with lymphotropic and antiviral action, prevent the virus from binding to the host cell membrane, inhibit the replication of the virus that has already entered the body, thus preventing the development and spread of the disease. The research proposed by our laboratories in this area has helped save the lives of thousands of people. The goal of this work is to disclose the importance and usefulness of Licorice based medicinal syrups in the treatment of the Covid-19 infection. It is good that medicinal syrups produced at “Biyan” Industrial Park, such as “Biyan” Syrup, Biyan “Immunovit” Syrup; Biyan “Broncho” Syrup, Biyan “Gripson” Syrup proved itself in the Covid-19 pandemic. Many patients recovered in Covid-19 pandemic by taking only these drugs. In addition, the following therapeutic syrups helped to eliminate the complications of COVID-19: Biyan "Sed"; Biyan “Hem”; “Biyan” Syrup:

Keywords: medicinal herb - Glycyrrhiza glabra L. (F.), pharmaceutical products, limphotropic activity, “Licorice” Industrial Park Azerbaijan Republic, medical sirops, Covid -19.

Discussion.

During the definite period of time (1985-2022) we had learned 326 medical plant row, found 110 plants the capacity of ones which effect on the hemocoagulaton process (coagulation, anticoagulation, fibrinolise) in vitro.

The experiments holding in vitro & in vivo on the intact animals allowed us to present 46 effective medical objects that are able to be sources for obtaining preparations with hemo -& lymphocoagulate ability [Velieva, 1998].

There had been a comparative qualitative phytochemical analysis of 12 perspective medical plants; their lymphoactivity was proved.

We found out that Glycyrrhiza glabra L. (F.) is the most perspective medical plant with lymphostimulate activity. Licorice ranks first among flowering plants in terms of swan properties and currently has 15862 patents [4,20,21].

Figure 1. *Glycyrrhiza glabra* plant.

The word Glycyrrhiza is derived from the Greek term glykos (meaning sweet) and rhiza (meaning root). Glycyrrhiza glabra Linn, commonly known as ‘liquorice' and ‘sweet wood' belongs to Leguminosae family.

Scientific Classification

Kingdom: Plantae

Family: Leguminosae

Division: Angiospermae

Genus: Glycyrrhiza

Class: Dicotyledoneae

Species: G. glabra Linn.

Order: Rosales

The Licorice - based drugs are termed differently in various countries: “Biyan” (Azerbaijan); "Liquiriciae" (Latin); “Glycyrrhiza” (Greek); ‘'Licorice” (English); “Sussholr” (German); Liquiricae (French); Lucretius (Ukraine); Lokritsiya (Bulgarian); "Gantcao” (Chinese); Gamco (Korean); “Maduka” (Mongolian); "Dzir-tribili" (Georgian). Vernacular names for liquorice are Jeshthamadh (Marathi), Jothi-madh (Hindi), Yashtimadhu, Jashtimadhu, Atimadhuram, Madhuka (Sanskrit), Jaishbomodhu (Bengali), Yashtimadhukam (Telugu), Jethimadhu (Gujarati) and Atimadhuram (Tamil) et also.

Figure 2. Glycyrrhiza glabra root.

The content of Glycyrrhiza of vegetate in Azerbaijan 6 species Licorice this is higher than in the other species distributed in the world [Ammosov, et al., 2022; Valiyeva, et al., 2021].

1) Rough liquorice (Glycyrrhiza aspera Pall.); 2) Sweet liquorice (G. glabra L.); 3) Prickly

liquorice (G. echinata L.); 4) Ferrous liquorice (G. glandulifera Waldst. et Kit); 5) Stiff-haired liquorice (G. hirsuta L. emend. Pall.); 6) Fetid liquorice (G. foetidissima Taush).

Along with glycyrrhizic acid, licorice contains saponins, flavonoids, steroids, essential oils, vitamins, organic acids, trace elements, resins, phytoserols, lipids, pectins, carbohydrates, etc. - it is very rich in nutrients. Modern methods have made it possible to obtain more than 200 biologically active substances from licorice, and the most useful of these substances is glycyrrhizic acid. Glycyrrhizic acid has become the main object of research in various fields of medicine due to its wide range of biological activity.

We worked out the rational methods of the modifications for the obtaining of the pharmacologically active components from Glycyrrhiza glabra (F.). As well as the chemical contain was learned. We obtained 120 pharmacoterapevtic preparations of Glycyrrhiza glabra F. They included in the comparative fitotechnology and pharmacological experiments, 65 patents and 42 technical specifications were obtained [Valiyeva, et al., 2022].

Results and discussion. Licorice is a national treasure of Azerbaijan, since the species growing in our country are distinguished by a high content of glycyrrhizic acid (up to 24%). which makes them indispensable in the fight against viral infections. The COV1D-19 pandemic shocked the whole world, claiming hundreds of thousands lives, since traditional medicines used in the fight against it. Amid which antibiotics accounted for a large percentage, were ineffective. Later it turned out that the use of antibiotics led to a deterioration in the patients' condition and an increase in mortality in the population. All the errors of medicine have been the result of a narrow approach to the problem and a lack of recognition by some doctors and researchers of the value of herbal medicines. Because of glycyrrhizin and glycyrrhizinic acid, the main ingredient of licorice root, is effective in the treatment of SARS (severe acute respiratory syndrome), herpes. AIDS, hepatitis, influenza, encephalitis and pneumonia, as well as in infections caused by respiratory syncytial virus, arboviruses, and viruses of vesicular stomatitis. Since glycyrrhizic acid and glycyram are safe and effective against SARS, scientists hope that these natural substances can become an important tool against COVID- 19.

The rich ingredients of l.r make it possible use them not only in medicine, but also in different fields of industry, in foodstuff industry, in the production of construction materials, cosmetology.

As a guide to action in October 2012, the national LLC "Products Licorice" - "Biyan Products" was created, which is engaged in the development of pharmaceutical products based on licorice, the production of technical, food and pharmaceutical products of licorice and their sale. To this end, Biyan Products LLC purchased a land area of 1039 hectares in the Agdash region and created a plantation of naked licorice - Glycyrrhiza glabra L. on 1000 hectares, and also built on an area of 23 hectares the largest National Industrial Park "Licorice", including the Plant for the procurement, processing of licorice and the production of medicinal products on 11-12 hectares of land for the receipt of raw materials. Plantation - 937 Ha: Liquorice Procurement and Processing Factory- 6480 m^2; reception point (scales room) - 18,2 m^2. Procurement Point: area with open side surface - 2754 m^2; covered area

- 2346 m^2. Plant Extract and Syrup Factory - 1946 m^2; Laboratories: chemical - 73,2 m^2; microbiological - 35,4 m^2.

-

Fig. 3. Liquorice Industrial Park.

To produce high level dietary supplements from the ecologically pure plants cultivated in our soils and to promote Azerbaijan to international arena by representing the Azerbaijani brand in the world market.

Liquorice Procurement and Processing Factory. The factory operates under ISO and GMP standards. Total area: 6480 m^2. Capacity: 2300 kg/h. Equipment: Bigtem company (Turkey).

Fig. 4. Production area of the Liquorice Procurement and Processing Factory.

Fig. 5. Production area of the Liquorice Procurement and Processing Factory.

Plant extract and syrup factory. The Factory operates under ISO and GMP standards. Total area: 1946 m^2. Annual production capacity: 350 000 bottles. Equipment: Alfa Laval company (Sweden), Padovan company (Italy).

The products of the Factory are produced in accordance with the patents 5 that belong to "Biyan" Producty LLC. The five patents were honoured with a special prize, two golden, one silver and two bronze medals in the International Forum of Women Inventors, organized in South Korea in 2019.

The manufactured products do not contain any chemical substances, preserving agents, flavourings and colourants. We ensure that our products contain 100% herbal ingredients. If not overdosing than recommended, the products do not have any side effects or adverse reactions, and can

be administered both by adults and by children.

In the process of manufacturing, the extracts of liquorice and other plants are first solidified (during 7-8 hours), and then in the Department of Mixture, the extracts are added common sugar syrup. The medicinal 100% herbal and dietary supplements syrups are filled in 100 ml and 150 ml glass bottles, put into cardboard boxes, and sent to the storehouses, provided with modern ventilation systems for the protection of the required humidity and temperature.

Liquorice roots, solidified liquorice and plant extracts, liquorice herbal syrups and water are tested at the laboratories.In accordance with the requierements of normative documents, the determination of organoleptic indices in raw materials and produced products, also mass value of side mixtures, dry substances, density pH and humidity, ash, sugar, the substances that are not soluble in hot water and glycyrrhizic acid; the detection of microbiological indices, mycotoxins, as well as aflatoxins are realized in accordance with modern analysis methods.

It is good that therapeutic syrups produced at “Biyan” Industrial Park, such as “Biyan” Syrup, Biyan “Immunovit” Syrup; Biyan “Broncho” Syrup, Biyan “Gripson” Syrup proved itself in the Covid-19 pandemic.

Many patients recovered in Covid-19 pandemic by taking only these drugs. In addition, the following therapeutic syrups helped to eliminate the complications of COVID-19: Biyan "Sed"; Biyan “Hem”; “Biyan” Syrup: Biyan "Cardio" Syrup.

The main goal of “Biyan” Products LLC” is, taking into account the versatile opportunities of unique medicinal and technical raw materials, national wealth of Azerbaijan licorice - which is widely used in more than 20 sectors of the national economy, including food, pharmaceutical, has about world protected documents (patents) for various products to create “Licorice” Industrial Park, corresponding to world standards: organization of a plantation, harvesting, processing of roots and rhizomes, as well as on the basis of the most valuable biologically active components of licorice and other medicinal plants, organize production of phytopreparations highly demanded as a modern pharmaceutical products both in our country and abroad. “Biyan” Products LLC focuses its activities on scientific and substantiated, carefully verified research results. Products highly appreciated in many countries of the CIS, Europe, as well as Eastern countries, medical syrups were awarded a special prize and a gold medal; phytopreparations of various pharmacotherapeutic areas were awarded one gold medal, one silver and two bronze medals. AT currently products of the “Biyan-Licorice” Industrial Park Azerbaijan exported to foreign countries, received positive feedback.

Conclusion

The scientific article presents the results of pharmaceutical farmakoterapeutical studies of farmaceutical products of medicinal herb Glycyrrhiza glabra. It has been show that the developed therapeutic agents have antiinflammatory, imunostimulating, antitussive, antihemmoroidal, cardiotonic, antiviral, sedative, diuretic, antitumor activities, which allows them to be recommended for widespread medical use. Developed licoricebased medicinal syrups: “Licorice” syrup, Licorice "immunovit", Licorice "Hem", Licorice “Cardio”, Licorice “Broncho”, Licorice "Qripson", Licorice "Uro", Licorice "Sed" are produced by the national industry "Biyan" industrial Park Products LTD and have higly praised by buyers.

Competing interests

Authors have declared that no competing interest exist.

References

1. Ammosov A.S., Litvinenko V.I., Popova T.P. (2022). Licorice: application in world practice. Review of the materials of protected documents for the period from 1901 to 2022. http//pharmacomua. narod.ru./Licorice patent/acticle.html. (Russian).
2. Eftekhari A., Cumali K., Ismayılova S., Heydərova R., Valiyeva M., Davaran Soodabeh, Omarova S., Khalilov R., (2022). Green tea-based nano-antioxidants formulation in pharmaceutical insudtry/ 11th International conference Achievements & Challenges in Biology. Devoted to the 120th Anniversary of professor Mirali Akhundov 13-14, p.158-159.
3. Eftekhari A., Maleki Dizaj, Ahmadian S., Przekora A., Hosceynnigan Rhatibi, Hrdalan H., Zunudi Vahed, Valiyeva M., Mehraliyeva, S., Khalilov R. (2021). Application of Advanced Navomaterials for Kidney Failure Treatment and Regeneration/Materials, 14 (II) 2939, p.663-666.
4. Eftekhari A., Omarova S., İsmayılova S., Veliyeva M., Erdoğan İ.O., Soodabey Davaran Elham, Khalilov R. (2022). Biomedical applications of licorice-based nanomedicines/Biomedicine and Pharmakoterapy, 9(23), p.20-27.
5. Eftekhari A., Omarova S., İsmayılova S., Veliyeva M., Erdoğan İ.O., Soodabey Davaran Elham, Khalilov R. (2022). Therapeutical applications of licorice-based nanomedicines/Journal of Ethnopharmacology v.7., p.77-85.
6. Flora Azerbaijana (1950-1961). Baku, Ad. AN Azerbaijan. SSR, Vol I-VIII.
7. Gurbanov E.M. (2009) Systematics of higher plants, “Baku University” publishing house, 2009, 420 p.
8. Gurbanov E., Huseynova H. (2022). New spreading areas of some species in the Botanical-geographical regions of the middle part of the Caspian coast. Acta Botanica Caucasica. Published by Baku State University, Department of Botany and Plant Physiology. Volum 1, № 1.p.4-

8. DOI: https://doi.org/10.30546/abc.2022.1.1.4
9. Gurbanov E., Asadova K. (2020). TAXONOMIC SYNOPSIS OF SALSOLA GENUS (MILPLAIN, AZERBAIJAN). Bulletin of Science and Practice, 6(11), 78-84. https://doi.org/10.33619/2414- 2948/60/08
10. Valiyeva M.N. (2012). "Licorice and its application in medicine". Monograph, Baku, "Science and Education" p.256 (in Azerbaijan).
11. Valiyeva M. N. (2021). "Application of science-based licorice preparations in the treatment of Covid-19 infection"//Karabakh 2nd International Congress of Applied Sciences "In memory of Victory Day and Martyrs". 8-10, pp. 381-395. (Azerbaijani)
12. Valieva M.N. (1998). Antihemolymph-coagulating and lymphostimulating herbal medicines of Azerbaijan flora. Disser....Doct.Pharm.Sci.M.: p.395. (Russian).
13. Valiyeva M.N. (2021) Limphotic drugs of Licorice in the treatment of Covid-19 ingection/ Karabakh. II International Gongress of Applied Sciences Azerbaijan National Academy of Sciences. 8- 10 november 2021. p.159-161.
14. Velieva M.N., Veliyev P.M. (2017). A method for obtaining an agent from plant materials with anti-inflammatory activity. Eurasian patent No. 0280417 dated September 29, 2017. (Russian)
15. Valieva M.N. (2022). Licorice in the treatment of infections//2ND International Cappadocia Scientific Research Congress held Cappadocia-Nevsehir on June 17-19, 2022, p.439-448
16. Velieva M.N., Alieva N.A., Veliyev P.M. (2004). Medicinal herbal products used in sports medicine. B.: p.386. (Russian)
17. Valieva M.N., Valiev P.M., Madatli F.İ., Mehralıyeva S.C. (2020). The method of treatment of alcohol intoxication condition by licorice root and flowers of laurels noble infusion//Science without Borders, Vol, 5. 2020 /2021,p.52-63.
18. Valieva M.N., Valiev P.M., Atakishizade S.A. Fitoremedy for clarification of an intoxication/Karabakh III. (2022). International Congress of Applied Sciences "YEAR OF SHUSHA- 2022" June 7-10, 2022 Karabagh / Azerbaijan.p.55-65.
19. Valiyeva M.N., Madatli F.İ. (2021). Creation of some pharmaceutical products on the basis of Licorıce (Glycyrrhiza L.) and implementation in the National İndustrial Park “Biyan”// Karabakh. II International Gongress of Applied Sciences Azerbaijan National Academy of Sciences. 8-10 nov. 2021, Azerbaijan, p.172.
20. Valiyeva M.N., Madatli F.I., Valiyev P.M., Omarova S.M., Bayramov N.T. (2020/2021). Licorice root preparations perspectives in case of Covid-19 infection disease treatment//Science Without Borders. Transactions of the International Academy of Science H&E. Volume 6, p.109-119.
21. Valiyeva M.N., Mammadova A.E. (2020/2021). Development and creation of some cosmetic products based on glycyrrhetinic acid, study of their technological properties and determination of effectiveness in certain dermatological pathologies //Science without Borders. Transactions of the International Academy of Science H&E. Volume 6, p.101-108.
22. Valiyeva M.N., Mammadov Y.C, Valiyev P.M., Amirova M.F., Heydarova R.M., Medetli F.I., Quliyeva E.A. (2022). The Richest Licorice Medicinal Composition on the Public Health Guard/International Journal of Innovative Science and Research Technology Volume 7-2022, Issue 7- July, p.1098-1106.
23. Valiyeva M.N., Mammadov Y.C., Heydarova R.M., Guliyeva M., Madatli F.I., Valiyev P.M., Babayeva S.M., Guliyev E.A. (2022). On the use of Licorice medications in the treatment SARZ- 2/American Journal of Biomedical Science. Published: 25, iSSN:2642-1747, p.78-87.
24. Valiyeva M.N, Mammadov Y.C., Heydarova R.M., Ibrahimli F.I., Valiyev P.M., Babayeva S.M. (2020/2021). On the use of licorice medications in the treatment to treat COVID-

19/Science Without Borders. Transactions of the International Academy of Science H&E. Volume 6. p.78-87.

25. Maharramova S. H., Valiyeva M.N., Amirova M.F. (2022). The Archaic plants in novel formulas induce an immune Response/American Journal of Humanities and Social Sciences Research. Volume-6, issue-10, pp-58-59.
26. Mammadova Sh., Nasibova A., Khalilov R., Sevil Mehraliyeva S., Veliyeva M., Anar Gojayev S., Zhdanov i.R., Eftekhari A. (2022). Nanomaterials application in air pollution remediation//Eurasian Chemical Communications, 4(2), 160-166.ORSID: https://orsid.org./0000-00341368541

Forecasting Models of Non-Scheduled Passenger Air Transportation Through Regression Analysis

[1]Aghayev N.B., [2]Nazarli D.S

[1]National Aviation Academy, Department of Computer systems and programming, Azerbaijan, Baku city, Mardakan Ave, 30, AZ1045

[1]nadiraghayev@naa.edu.az

[2]National Aviation Academy, Department of Air Transport Production, Azerbaijan, Baku city, Mardakan Ave., 30, AZ1045

[2]dnazarli.32073@naa.edu.az

[1]https://orcid.org/0000-0003-3915-742X; [2]https://orcid.org/0009-0001-8063-3670

Abstract

In the article, forecast models developed through regression analysis for non-scheduled passenger air transportation and the effectiveness of calculation results obtained based on these models were investigated based on theoretical and practical analyses. In order to ensure optimality when developing forecast models for non-scheduled passenger air transportation, data analysis was carried out based on the interaction of linear and non-linear methods and the integration into the mentioned process has been studied. Comparisons between linear and polynomial regressions were made using statistical parameters. It was determined that polynomial (quadratic) model is more accurate and generalizable for forecasting the volume of non-scheduled passenger air transportation.

Keywords: non-scheduled passenger air transportation, forecasting models, regression analysis, linear regression, non-linear regression, polynomial regression, statistical analysis.

JEL code- R41

Introduction

Non-scheduled air transportation is air transportation performed on non-scheduled flights, which includes charter flights without limitation, as opposed to regular air transportation. It should be noted that the term "non-regular" refers to public law, while the term "charter" refers to private law (for example, in a contract between an air carrier and a lessee). However, in common usage, these two terms are considered the same. (ICAO, 2004)

A charter flight is a type of non-scheduled transportation in which aircraft are rented. Although these two terms are used interchangeably in international air transport, not all non-scheduled (commercial) flights are actually charter flights. Non-scheduled air transportation began to develop first in Europe and later in North America and other regions. The 1960s and 70s are considered a period of rapid development of this transportation. In fact, a number of states treat non-scheduled transportation as a supplement to regular transportation. Nevertheless, non-scheduled air transportion plays a major role in the development of international mass tourism in some regions (Europe). Unlike regular transportation (which are carried out only as a result of bilateral agreements), they are regulated only on the basis of national legislation. (ICAO, 2004) At present, the forecasting methods that have a complete theoretical basis mainly include regression analysis (Srivastava and Sen, 2011), (Chicco et.al., 2021), time series analysis (Okulski and Heshmati, 2010) and input-

output methods (Thirlwall, 1994). If we look at the research conducted in this field in the countries of the world, we will see that China has already carried out the research and forecast of passenger flows in air transportation based on the mentioned models. In terms of influencing factors, (Wang, 2008) determined from the perspective of macroeconomic and microeconomic analysis that the total volume of passengers using air transport is affected by many factors, including non-quantifiable factors. (Deng and Luo, 2006) used linear regression and GMDH (group accounting of arguments) method to forecast and analyze air transportation demand based on the relationship between social economic development and passenger demand in civil aviation. In the methodology, (Chen, 2003) , according to the regression analysis method, based on the passenger turnover in the relevant period in domestic and international air transportation, predicted the total turnover of passengers. (Wang et al., 2008) proposed a model based on the combination of artificial neural network and polynomial regression model to forecast passenger air transportation volume. (Ling et al., 2014) proposed a seasonal model to predict the volume of air transportation during the period from December 2013 to December 2014. (Jianguo et al., 2014) used wavelet analysis to forecast passenger air transportation demand. (Zhao, 2003) applied linear regression analysis to predict the number of passengers and cargo at Tianjin airport. Based on the above, we can emphasize that there are very few studies on the forecasting of non-scheduled air passenger transportation. Unlike regular passenger air transportation, the time sequence of non- scheduled air transportation varies within a certain limited time, although it is a random process. Regardless of how it changes in this limited area, a prediction model for a specific airport can be built based on linear, non-linear, second and third order polynomial regression models in theoretical studies due to the inertia of this type of air transportation.

Proposed approach

Modeling of non-scheduled passenger air transportation by means of polynomial regression dependencies and calculation of forecast indicators based on these models.

Experimental results

Linear and polynomial regression are important regression techniques used in data analysis. (Vapnik, 1995) While linear regression is appropriate for modeling linear relationships between variables, polynomial regression models are used for modeling non-linear relationships. The main regression model used in this article is polynomial regression. It is a form of regression analysis that relates the independent variable (x) to the dependent variable (y) according to the n-th polynomial degree. (Zjavka, 2015) The general equation of polynomial regression is written in the following form:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \ldots + \beta_n x^n \quad (1)$$

β_1 – linear parameter.

β_2- quadratic parameter.

β_3- cubic parameter

β_0- is a constant parameter determined by the polynomial function when (x = 0).

Consider the time dependence of the demand for non-scheduled passenger air transportation as an

example of multiple regression. The mathematical model (theoretical) has the following form:

$$y(t) = \alpha + \beta_1 x_1(t) \quad (2)$$

Here,

$x_1(t)$=1,..., T (T, T is the number of time points at which the values of model variables are measured). In our case, these data cover a 12-month period from January 2022 (a total of 12 data until December 2022) (Figure 1).

Here,

y(t) is the volume of non-scheduled passenger air transportation. An appropriate statistical (or econometric) model will have the following form (also called a regression equation):

$$y(t) = \alpha + \beta_1 x_1(t) + \varepsilon_t \quad (3)$$

where α is a constant value (or the free limit of the model), β_1 is the regression coefficient that determines the slope of the regression line on the $x_1(t)$ axis, ε_t is a random variable (errors) with its help that is not taken into account in the model we consider the influence of all factors on the variable y(t). To analyze the regression equation (3), the data is entered in Excel accordingly. For the calculation of the confidence intervals of the estimated coefficients, we take the confidence level of 95% by default.

Figure 1. Monthly statistics of non-scheduled passenger air transportation at Heydar Aliyev International Airport for 2022.

For the trend analysis of the statistics given in Figure 1, studies were conducted on linear, quadratic and cubic functions, respectively. First, the trend model of the linear function is constructed. (Figure 2)

Figure 2. Linear trend model of non-scheduled passenger air transportation

The next step is to construct the quadratic trend model of the statistic shown in Figure 1. (Figure 3)

Figure 3. Quadratic trend model of non-scheduled passenger air transportation

The cubic trend model of statistics given in Figure 1 will have the following form. (Figure 4)

Figure 4. Cubic trend model of non-scheduled passenger air transportation

The parameters of the models given in Figure 2,3,4 are listed in Table 1.

Table 1

Parameters of regression models

Type	Model	R^2 value
Linear	y(t) =83.682$x_1(t)$+526.32	0.3493
Quadratic	y(t) =-26.139$x_1^2(t)$+423.49$x_1(t)$-266.57	0.6675
Cubic	y(t) =-0.7769$x_1^3(t)$-10.99$x_1^2(t)$+341.53$x_1(t)$-160.53	0.6699

In the results obtained in Table 1, the value of the quantity R^2 indicates how much of the change in the dependent variable (the volume of non-scheduled passenger air transportation) is dependent on the independent variables (time). If R^2 =0.66 (66%) is given, then 66% of the observed increase in transportation volume at the corresponding time can be explained by its time dependence. Another 34% depends on other variables not taken into account in the model, such as the number of aircraft, the endurance of the airport infrastructure, the number of relevant personnel, etc. It should be noted that the closer the R^2 value is to unity, the better, but it is almost impossible for it to be equal to 1. If the R^2 value is equal to 1, there is no point in continuing the regression analysis for other models, because the model is linear and the influence of other factors is absent or very small. It is clear from the results that the initial results of quadratic and cubic model are more effective.

The following results are obtained by making appropriate calculations based on the parameters mentioned in Table 1.

Table 2

Dynamics of absolute and relative errors of trend models of non-scheduled passenger air transportation

Regression analysis for all three models yields the following results:

Actual data	Linear model	Absolute error	Relative error	Quadratic model	Absolute error	Relative error	Cubic model	Absolute error	Relative error
301	610.002	309.002	102.6585	130.781	170.219	56.55116	169.2331	131.7669	43.77638
367	693.684	326.684	89.01471	475.854	108.854	29.66049	472.3548	105.3548	28.70703
756	777.366	21.366	2.82619	768.649	12.649	1.673148	744.1737	11.8263	1.564325
492	861.048	369.048	75.00976	1009.166	517.166	105.115	980.0284	488.0284	99.19276
1757	944.73	812.27	46.23051	1197.405	559.595	31.84946	1175.258	581.7425	33.10999
1013	1028.412	15.412	1.521422	1333.366	320.366	31.62547	1325.2	312.1996	30.81931
1660	1112.094	547.906	33.00639	1417.049	242.951	14.6356	1425.193	234.8067	14.14498
1694	1195.776	498.224	29.4111	1448.454	245.546	14.49504	1470.577	223.4228	13.18907
1338	1279.458	58.542	4.375336	1427.581	89.581	6.695142	1456.69	118.6899	8.870695
1247	1363.14	116.14	9.313553	1354.43	107.43	8.615076	1378.87	131.87	10.57498
988	1446.822	458.822	46.43947	1229.001	241.001	24.39281	1232.456	244.4561	24.74252
1230	1530.504	300.504	24.43122	1051.294	178.706	14.52894	1012.787	217.2132	17.65961

Table 3

Results of regression analysis on models

Type of model	**Linear**	**Quadratic**	**Cubic**
Multiple R	0.470314	0.774348	0.778663
R Square	0.221195	0.599614	0.606316
Adjusted R Square	0.134661	0.499518	0.437595
Standard Error	438.385	333.3933	353.4167

As can be seen from Table 2, the variation of the absolute error in the linear model is relatively more than other models. The variation interval of the relative errors of the models is more satisfactory for the quadratic and cubic models. The correlation coefficients R and standard error of the models were calculated to determine which of these models (quadratic or cubic) to use in future prediction calculations. (Table 3). The obtained results show that the best model in terms of standard error is the quadratic model. The values of the statistical parameters of the models included in the study are given in Table 4. Here are the calculated values of Fisher's criterion and its significance level to determine the adequacy of the model along with the statistical indicators that distinguish the theoretical calculations of the models from the actual data.

Table 4

Statistical adequacy indicators of regression models

Type of model	**Linear**	**Quadratic**	**Cubic**
Regression	1	2	3
Residual	9	8	7
Total	10	10	10
The sum of the squares of the residuals	1729632	889208.6	874323.7
Variation of theoretical results	491247.3	1331671	1346556
Mean squared sum of residuals	192181.4	111151.1	124903.4
Calculated value of Fisher's criterion	2.556165	5.990365	3.593593
The significance level of Fisher's criterion	0.144329	0.025699	0.074153

According to Table 3, it can be noted that only the value level of the F(Fisher) criterion of the quadratic model is within the norm, that is, 0.025699<0.05. In this case, the model is considered effective.

To decide on the significance of the regression equation as a whole, it is necessary to compare the calculated value of the F (Fisher) criterion with the value of F_{critic}. For this, the critical values of the Fisher criterion should be calculated for all three models by the rule F(α, k-1, n-k). Here, n is the number of observations for which the regression parameters are estimated, and k is the formulation of the regression equation. If the condition $F_{calculated} > F_{critic}$ is satisfied, in this case the null hypothesis about the insignificance of the regression equation as a whole is rejected and the regression equation is determined to be significant. On the other hand, if $F_{calculated} < F_{critic}$, then the null hypothesis of non-significance of the regression equation cannot be rejected, that is, the regression equation is non-significant. The conclusion about the significance and non-significance of the regression equation is tested at a certain level of α (usually α =1% or 5%) and the critical value is indicated for this level. According to the table of critical values of Fisher's criterion, corresponding values for linear, quadratic and cubic models were calculated. The results are as follows:

- $F_{0.144329;\,1;\,9}$ (linear)= 0.004157
- $F_{0.025699;2;8}$ (quadratic)= 0.051624
- $F_{0.074153;3;7}$ (cubic)= 0.112527

Note that when calculating the critical value, the "FINV" function was used in the "Statistical" function list of the "Data analysis" section of the MS Excel program. Thus, the calculated statistics satisfy the requirement $F_{calculated} > F_{critic}$. We conclude that the models are statistically significant regressions. The parameters of linear, quadratic and cubic models based on regression analysis by modeling statistical calculations are shown in Table 5.

Table 5

Statistical indicators of coefficients of linear, quadratic and cubic models based on regression analysis

Linear	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	672.3909	321.0593	2.094289	0.065725	-53.8958	1398.678
1	66.82727	41.79837	1.598801	0.144329	-27.7272	161.3817
Quadratic						
Intercept	-548.2	506.6142	-1.08209	0.31075	-1716.45	620.0544
1	504.9881	162.4857	3.107892	0.014492	130.2953	879.6809
1	-31.2972	11.38186	-2.74974	0.025069	-57.5438	-5.05059
Cubic						
Intercept	-887.212	1119.294	-0.79265	0.454001	-3533.92	1759.497
1	705.5392	605.9477	1.164357	0.282423	-727.299	2138.378
1	-63.8945	95.19478	-0.6712	0.523618	-288.994	161.2054
1	1.552253	4.496527	0.345212	0.740076	-9.08034	12.18485

To test the significance of the regression coefficients using t-statistics, it is necessary to compare the calculated values of the statistics, i.e. t_{stat} with t_{critic}. The given significance level is α and the degrees of freedom are equal to $(n-k)$. In regression analysis, depending on the model, one, two and three coefficients are estimated (k=1,2,3). These include coefficients for constant, $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ variables. The significance level \alpha is usually taken as 5%, 1% or 10%. In this case, it is also possible to calculate the critical value of the t-statistic, for this, α =0.05 = 5% and the degrees of freedom $(n-k)$ are taken equal to 9, 8 and 7, respectively. After the appropriate calculation, the value of tkrit is obtained. It is possible to calculate the value of t_{critic} for all three regression analysis models based on the data mentioned in Table

4. The corresponding calculation results are given in Table 6.

Table 6

Results of t_{critic} for regression models

	t_{critic}
Linear coefficient	1.833113
Quadratic coefficient	1.859548
Cubic coefficient	1.894579

When checking the significance of regression coefficients, the value of (t_{critic}) should be taken into account. There are two hypotheses accepted here. For this, calculated values of the coefficients for each model for t_{stat} are determined. If the calculated t-statistic is greater than the ($t_{stat} > t_{critic}$), then the null hypothesis about the insignificance of the regression coefficient at the given significance level α is rejected and we conclude that the regression coefficient is a statistical is important. If the calculated t-statistic is smaller than the t-critical ($t_{stat} < t_{critic}$), then the null hypothesis about the regression coefficient's insignificance cannot be rejected at the given significance level α, and we conclude that the regression coefficient statistically insignificant. It can be observed from Table 5 that the regression coefficients in the quadratic model satisfy the condition $|t_{stat}| > t_{critic}$ (3.107892> 1.859548, 2.74974> 1.859548, etc.). In this regard, rejecting the null hypothesis about the insignificance of the regression coefficients in the quadratic model, we conclude that the regression coefficients are at the 5% significance level. In this case, it can be noted that all regression coefficients in the quadratic model are statistically significant at the 5% significance level. By increasing the number of independent variables while conducting regression analysis, it is possible to get more different results in this trend.

Figure 5. Forecast results of non-scheduled passenger air transportation based on the quadratic model for the first nine months of 2023

Based on the results of the regression analysis based on the trend models established for non-scheduled passenger air transportation, it was determined that the quadratic model is more effective and statistically significant. We construct a confidence interval for the quadratic model to determine the predictors. For this, formula (4) is generally written for each coefficient using the t statistic values of the coefficients.

$$\hat{b} - \sigma_b * t_{\alpha,n-k}^{critic} < \beta < \hat{b} + \sigma_b * t_{\alpha,n-k}^{critic} \quad (4)$$

Here,

$\hat{b}$- the calculated value of the coefficient studied accordingly,

σ_b is the root mean square bias of the model calculation

$t_{\alpha,n-k}^{kritik}$ is the value of the t-criterion for the significance level α and (n-k) degrees of freedom calculated for each model according to the corresponding coefficients

The calculation results are given in Figure 5. The conducted statistical analyzes show that the forecast indicators are within the norm, there are slight deviations only in the last 2 points.

Conclusion

1. Linear, quadratic and cubic trend models were built based on the indicators of non-scheduled passenger air transportation from Heydar Aliyev International Airport for 2022.
2. All three models were compared based on regression analysis. From the conducted analysis, it was found that the results of the quadratic regression model are more effective and optimal for forecasting the mentioned air transportation.
3. With the application of the model, an effective forecast model for non-scheduled passenger air transportation was established. This model can serve as a basis for applying machine learning methods by adaptively changing the coefficients as the actual values are known for each year.

References

1. ICAO, (2004) Manual on the regulation of international air transport, Second edition.
2. M. Srivastava, A.Sen, (2011) Regression Analysis-Theory, Methods, and Applications, Springer-Verlag, Berlin, (4th printing).
3. Davide Chicco, Matthijs J.Warrens, Giuseppe Jurman (2021). "The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation". PeerJ Computer Science. 7 (e623): e623. doi:10.7717/peerj-cs.623. PMC 8279135. PMID 34307865.
4. Radoslaw R. Okulski, Almas Heshmati, (2010). "Time Series Analysis of Global Airline Passengers Transportation Industry," TEMEP Discussion Papers 201065, Seoul National University; Technology Management, Economics, and Policy Program (TEMEP)
5. A.P Thirlwall, (1994). Input-Output Analysis. In: Growth and Development. Palgrave, London. https://doi.org/10.1007/978-1-349-23195-9_11
6. Wang, C. (2008) Prediction of Civil Aviation Passenger Traffic Volume on Grey Theory and RBF Neural Network. Beijing Jiaotong University, Beijing.
7. Deng, J.J. and Luo, J. (2006) Demand Forecasting and Analyzing of Civil Aviation Passenger Transport Markets based on GMDH. Soft Science, 20, 35-38.
8. Chen, L.H. (2003) Analysis and Forecast of Civil Aviation Transport Market. Journal of Shanghai Jiaotong University, 37, 623-625.
9. Wang, X.G. and Zhou, H. (2008) Combinatorial Forecasting Model Based on BP Neural Network in Air Passenger Capacity. Transactions of ShenYang Ligong University, 27, 82-85.
10. Zhu, H.Q. and Pan, L. (2014) An Empirical Study of Civil Aviation Passenger Traffic Volume Based on the Seasonal Product Model. China Market, 6, 115-126.
11. Kong, J.G. and Xiao L. (2014) Application of Wavelet Analysis Based on MATLAB in the Forecasting of Passenger Transport Capacity of Civil Aviation. China Science and Technology Information, 16, 40-41.
12. Zhao, G. (2003) Forecasting Actual Passengers and Freights Handled. Economic Geography, 23, 338-341.
13. Vapnik, V., (1995). The Nature of Statistical Learning Theory. Springer-Verlag, New York.
14. Zjavka L. (2015) Wind speed forecast correction models using polynomial neural networks. Renewable Energy.83:998-1006

An Economic and Geographical Analysis of the Portuguese Tourism Sector

Ana Cristina Pego
Centre for Interdisciplinary Social Science (CICS NOVA)
Universidade Nova de Lisboa, Portugal
email: anapego@fcsh.unl.pt; acpego@ualg.pt
https://orcid.org/0000-0002-4161-7301

Abstract

Tourism is considered one of the most important activities in the economy. The interdependence between tourism and other activities is related to its dynamics in the geographical area. Therefore, the tourism cluster and its impact are important to analyse the links between sectors and show its contribution to the economy. The geographical analysis makes it possible to complement the relationship with regional development and contributes to the understanding of the dynamics of the tourism cluster and its performance in the region. This chapter introduces the Keynesian Type I and II multipliers using input-output (IO) and discusses their impact on a geographic location. The chapter includes a conclusion on which sectors contribute most to the tourism cluster and its impact on a geographic location. This research will allow other sectors to discuss their performance based on geographic location and identify which sector contributes to competitiveness. The results will also show the contribution each sector can make to the tourism sector. In addition, this study will contribute to a better understanding of tourism planning and its impact in the regions, so that in the future a roadmap can be drawn up for the geographical location and tourism cluster and the contribution of each sector to the development of the regions.

Keywords: cluster, economic geography, IO matrix, tourism

JEL codes: 018, 052, R11, Z32

Introduction

The importance of tourism and its performance has become a major issue in recent decades. The location is probably one of the vectors of regional development. Therefore, tourism activity and geographical location are the components that can promote the link between space and economy. This importance also reflects positive externalities for consumers, ecosystems and stakeholders. Tourism has faced new challenges in many countries due to new consumer tastes, new products and the emergence of new geographical areas. These factors include the new challenge of investing in tourism activities related to a specific geographic area. Tourism development involves the provision of a wide range of services and facilities provided directly and indirectly by a variety of public and private actors characterised by their different interests, roles and responsibilities (Pearce, 1989). This chapter discusses the capacity of the relationship between geographic location and tourism impact.

Some authors have presented the impact of tourism (Hall, 1992; Mason & Legg, 1999), although there have been no studies on the relationship between the geographical location of tourism and the impact of tourism using the IO matrix methodology in Portugal. Knowing the importance of this relationship in geographical space and regions, the author considers the results of this research fundamental to rethink the policy debate on tourism development. This chapter is based on the following research question: Which sectors of the tourism cluster have a positive impact on the Portuguese regions? The quantitative analysis made it possible to clarify the following points: 1- The sectors with a high positive impact; 2- The possible relationship between the impact of tourism and the location of tourism activities. This chapter is divided into five main sections: theoretical analysis, methodology, results and conclusions, including the introduction to the research questions and main objectives. In the theoretical analysis, a cluster perspective, an economic and geographical analysis and

the IO matrix for the tourism sector are presented. The third section presents the quantitative methodology based on the IO matrix (2013). The fourth section summarises the results of the geographical analysis and the IO matrix. Finally, the fifth section presents pointers for future research and conclusions.

1- A cluster perspective from the tourism sector

The challenge for an organisation is to be part of the market for as long as the market needs it. Since 1980, Porter has presented a series of models in which the position of an organisation in the market is analysed, taking into account external and internal factors. Their significance shows the extent to which organisations are able to achieve better performance and greater benefits in the market. According to Porter (1990), clusters better reflect the nature of competition and the sources of competitive advantage.

Clusters are broader than industries and capture important linkages, complementarities and overlaps of technologies, capabilities, information, marketing and customer needs that cut across organisations and industries.

Such linkages are fundamental to competition, productivity and, in particular, the direction and pace of business creation and innovation. Viewing a group of firms and institutions as a cluster identifies opportunities for coordination and mutual improvement in areas of common interest without threatening or distorting competition or limiting the intensity of rivalry. The performance of the cluster, e.g. in tourism, and its involvement in regional development depends on the geographic area and networking with stakeholders for greater competitiveness and cooperation (Pego, 2019). Nowadays, the cluster concept has been taken up by various organisations (OECD, 2005). Clusters show the interaction between sectors; therefore, their importance reflects an area with the same economic characteristics and complementary services (technologies, skills, information, marketing and customer needs in organisations and industries) (Porter, 2000).

Clusters establish development strategies in a particular sector activity associated with increasingly specialised services. Clusters can be recognised by their geographic concentration, both horizontally and vertically (Ianka&Batrinca, 2010); clusters can be urban, regional or local (Iammarino& McCann, 2006), taking into account geographical location, synergies and cooperation between institutions (Porter, 2000). The study of clusters and their location shows that they are able to connect with other sectors, which is essential for creating competitive advantages for development strategies and for the specialisation of quality sectors/services. The cluster typology is identified based on a series of aspects: geographic location, horizontal shape, vertical or lateral shape, by sector (Pego, 2019). Tourism is an activity in which tourists travel to and stay in destinations (Callaghan et al., 1994). The UNWTO (2001) defines tourism as the activities of persons travelling to and staying in places outside their usual environment for leisure, business and other purposes not related to the pursuit of an activity remunerated from the place visited, for a period not exceeding one year. From another perspective, tourism has been defined in various ways, but can be viewed as the relationships and phenomena resulting from the travel and temporary stays of people travelling primarily for leisure or recreation (Pearce, 1989). In recent decades, tourism has grown considerably in the industrialised world. The increasing importance of tourism as an economic sector has strengthened its role in local and regional economic development programmes.

In the modern world, tourism is one of the largest and most dynamically developing economic sectors. Its high grow thand development rates as well as significant foreign exchange inflows have an

active impact on various sectors of the economy, which has a positive effect on the development of the tourism industry (Surugiu, 2009). Tourism plays an important role in the development of a society (Briassoulis, 1991; Fletcher, 1989; Pego, 2020).

Clusters represent a new way of thinking about the local economy and improve competitiveness (Pego, 2020). A tourism cluster can be defined as a set of economic activities that promote the same product with external support (e.g. from the government or universities). In addition, tourism clusters contribute to multinational economic activities in the cluster, provide a competitive advantage and promote the role of networking between cluster participants. This means that there is a connection within the sector that can contribute to the co-operation of actors and participation in a homogeneous product.Thus, there is a need to promote tourism activity where the cluster is formed, i.e. the destination, the conditions of the factors, the conditions of demand, the support of the environment (skilled labour, assets, attractive resources and information), i.e. the creation of a need for tourism and relevant suppliers, giving the destination a competitive advantage (Pego, 2020).

The tourism cluster concept (adapted by Montfort to Porter's agglomeration concept) (Cunha & Cunha, 2005) implies a complex group of different elements, including services provided by tourism businesses or establishments (accommodation, restaurants, travel agencies, water and theme parks, etc.); richness of tourist holiday destinations (e.g., tourism centres); and the presence of tourism-related services.the cluster implies a complex set of different elements, including services provided by tourism enterprises or establishments (accommodation, restoration, travel agencies, water and theme parks, etc.); richness of tourist holiday experiences; a multidimensional collection of interconnected businesses and sectors; communication and transport infrastructures; complementary activities (commercial allocation, holiday traditions, etc.); support services (education and information, etc.); and natural resources and institutional policies. Therefore, the cluster is an important element of economic development (Broekel et al., 2015; Menzel&Fornahl, 2009; Porter, 2000).Furthermore, cluster policy is one of the newer instruments within the innovation policy portfolio and has been increasingly implemented in many countries over the last decade (Cantner et al., 2019).

While Montfort highlights the characteristics and components of a cluster, Beni emphasises the cohesion between actors and cooperation through the creation of business networks when defining a cluster (Cunha & Cunha, 2005).A tourism cluster is a group of highlighted tourist attractions within a limited geographic area that have high quality equipment and services, social and political cohesion, the linkage of production chain and associative culture and excellent management in the business networks that bring comparative and competitive strategic advantages. The relationships between companies and institutions and a tourism cluster can be understood in two ways (Rodrigues, 2001): horizontally, through the creation of strategic alliances, where there can be two types of agreements: on the one hand, the agreements between companies that have the same main activity, i.e. between companies involved in accommodation, entertainment, transport and catering. On the other hand, the agreements between companies that work with the same group of customers but offer different product components to the customers (tourist services); and vertically, through the creation of strategic networks in which a unilateral supplier-customer relationship is established between the partners in such a way that the object activities of the agreement are fulfilled by one of the parts, which gives its service to the other in exchange for a payment. From another perspective, the tourism cluster is a good opportunity to develop networking between organisations and have a positive impact on other sectors. As Nordin (2003) notes, the benefits of collaborative networks in the tourism industry allow for the effective use of collective efficiency and/or the development of external enterprises from the farms (entrepreneurial collaboration, specialisation of work products, collective infrastructure, service specialisation, etc.) and also allow to benefit from the increased ability to negotiate collectively with

suppliers of inputs and components.

In addition to these benefits, collaborative networks facilitate the development of new models, production processes and organisation, the exchange of technical and market information, consortia for the purchase and sale of goods and services and joint marketing campaigns. Interaction and synergy resulting from joint actions have competitive advantages over the isolated actions of companies. In the view of Nordin (2003), the tourism cluster can be represented as a network between horizontal (producers, retailers, intermediaries, consumers) and vertical (producers — transport, attractions, accommodation, others, e.g. catering) integration. The study presented by Porter (1998) shows the typology of Portuguese regional clusters.

According to the author, Portuguese export clusters tend to be resource- and labour-intensive. This means that the typology of industries is directly related to the regional products (e.g. wine, horticulture, tourism), where labour intensity is an important factor.In relation to Portuguese regional clusters, including the tourism sector, several points need to be discussed: firstly, the location of the cluster in the region, which is directly related to natural conditions and resources; secondly, local commitment, which is related to the capacity of companies, suppliers and institutions to create the potential for economic value creation. In this regard, the investments made in industry in recent years have given local companies and actors the capacity to create economic value; thirdly, the upgrading of clusters, which means that new industrial processes need to be improved in order to be more competitive; most Portuguese companies from the clusters have benefited from funding for new industrial manufacturing processes; fourthly, collective work, Portuguese clusters are not yet fully organised in associations, although, governmental institutions such as the IEFP[1] have an important role in training and research programs in companies.

2- An economic and geographical analysis on tourism sector

Economic geography analysis determines competition and cooperation between organisations and their relationship with other sectors. According to Pego (2019), geographical location determines the distribution of economic activity, as in the theories of the distribution of the locations of agriculture, industry and services. A favourable geographical location can promote innovation and economic development through product specialisation. There are attractive factors for business realisation, such as employment, capital, technology and human resources in a geographical location. This also means that companies have a desire to locate near a larger market and workers have a desire to have access to goods and services. The same author points out those companies will locate where they can achieve competitiveness and co-operation. For this reason, companies will locate in a particular geographic location if it has an economic and social environment that favours cooperation, social benefits and competitiveness.

Despite the fact that geographic location promotes interaction between organisations from the industrial agglomeration, it’s also promotes marginal returns and lower transport costs, leading to a divergent regional accumulation process in which organisations find externalities (Krugman, 1992) as well as innovation and knowledge (Markell&Malmberg, 2007). Geographical location is a crucial factor in a competitive process in which organisations consider the resources available. Factors such as resources, skills, market and dynamic capabilities determine the competitive advantages for a particular location. An organisation is more competitive when resources are available for its operations, but it is also more competitive when innovation, knowledge and the exchange of synergies are present.

[1]The Institute of Employment and Professional Training

A competitive advantage is therefore a relationship between external and internal factors, industry structures and market processes towards a market strategy that works within a region. From the company's perspective, it is of interest to be in the market with product differentiation and cost advantages, complemented by size and positive financial resources, in order to move towards industrial attractiveness and competitive advantage. Dynamic theory (Harrod, 1939) addresses competitive advantage based on the relationships between consumers and others related to internal analysis and market processes within organisations.

For this reason, it is important to co-operate with other companies that have the same market share. This collaboration leads to new products, new production processes, new markets, high profits, intellectual property and jobs. The figure shows the localisation of tourism in Portugal and tourism capacity by region.

Figure 1. Territorial distribution of overnight stays and accommodation capacity at a municipal level
Source: Vieira and Santos (2017)

Vieira and Santos (2017) point out that there is a positive correlation between localisation, tourism activities and economic structures. Thus, municipalities with high GVA (gross value added) have a positive influence on tourism activities and their localisation is mainly on the coast, which is associated with a specialisation in "sun and beach" tourism products. In contrast, municipalities with low GVA have a low impact on the tourism offer.

The same authors point out that, the impact of tourism on regional economic development is strongly amplified by spatial spillover effects between regions and that the economic impact of tourism is largely based on indirect effects, this means, and the positive externalities that each municipality receives from other similar destinations.

3- IO matrix and tourism sector

Economic policy is faced with a double problem: the empirical and theoretical research that carries out the macroeconomic data; a mixed economic structure composed of the national accounts and the IO sectors, compatible with the solution of economic problems based on linkages between these sectors. The economic model that makes it possible to analyse these relationships is the IO matrix. Wassily Leontief (1905- 1999) was the founding father of IO model economics (Dietzenbacher& Lahr, 2004). The work presented by Wassily Leontief in 1936 made it possible to analyse the interdependence of industries in the economy and became an important tool in quantitative

economics.

Needless to say, the developments in IO analysis were decisive for the development of economics as a science. The IO model developed by Wassily Leontief (1936) helped create a distinct group of followers and revitalised classical Ricardian and Marxian theories by analysing the linear production systems used in neo-Walrasian theory (Dietzenbacher& Lahr, 2004). Miller and Blair (2009) and Dietzenbacher and Lahr (2004) describe the IO matrix developed by Wassily Leontief as a system of linear equations, each of which describes the distribution of an industry's product throughout the economy. Leontief's basic IO matrix is typically constructed based on observed economic data for a specific geographic region (nation, state, county, etc.), focusing on the activities of a group of industries (inputs) in producing each industry's output. The basic information used in IO analysis concerns the product flows from each industry sector, which is considered a producer, to each of the sectors themselves and others, which are considered consumers. This basic information, on the basis of which an IO model is developed, is contained in an inter-industry transaction table.

The compilation of supply and use tables has often been combined with the compilation of symmetric IO tables. This approach has led to a practise in many countries where the supply and use tables (SUT) are calculated after the national accounts have been finalised (Eurostat, 2008). Despite the problems associated with the aggregation of national accounts, the aim is to create an ideal framework that ensures the consistency of supply and demand in the system at current and constant prices and the overall quality of the national accounts. According to Eurostat (2008), the recommendation for the compilation of SUTs as an integral part of the compilation of national accounts can generally be formulated as follows: supply and use tables are the most efficient way to systematically incorporate all basic data — aggregated or detailed — into the national accounts framework; supply and use tables effectively ensure consistency of results at a detailed level, thereby improving the overall quality of the national accounts; the SUT framework provides the natural statistical framework to incorporate the components of the production, income and use approaches to measure GDP (gross domestic product), thereby achieving a coherent and balanced estimate of GDP in both current and constant prices; balanced SUTs ensure consistency and coherence between the first three accounts for a national accounts framework: goods and services accounts; production accounts by industry and sector; and generation of income accounts by industry and sector. The first IO applications for analysing the impact of tourism in the early 1960s were essentially concerned with the broader phenomenon of leisure and were conducted on the basis of the above assumptions (Briassoulis, 1991). The author states that IO analysis has been used in tourism impact studies because it is (a) comprehensive — the IO model provides a holistic picture of the economic structure of a region (or system of regions) and allows the analyst to recognise interrelationships between economic sectors - and (b) flexible — depending on the desired level of detail of an application and the resources available (Briassoulis, 1991). The IO technique has a number of advantages over alternative methods. First, it is a general equilibrium approach that provides policy makers with a comprehensive overview of the economy.

Second, it draws attention to the sectoral interdependencies that exist in the economy. Third, the flexibility of the IO structure allows the researcher to construct a model that suits the purpose at hand. On the other hand, the IO method also has disadvantages: it is an expensive tool, both in terms of time and financial resources (Briassoulis, 1991; Fletcher, 1989). The development of tourism multipliers using the input-output method conducted by researchers did not attract attention until after the 1960s, when Harmston (1969) published one of the most important articles in the literature on estimating the economic impact of tourism in the Missouri economy. Since then, estimating the economic impact of the tourism industry has played an important role in the tourism industry. In

particular, determining multipliers for tourist spending has been a major concern and has been one of the most studied topics (Sinclair, 1998, cited in Mazumber et al., 2009). In the tourism industry, the study of economic impact usually relies on multipliers derived from IO analysis (Kweka et al., 2003), as noted by Fletcher (1989). In order to analyse the IO matrix for the tourism sector and its impacts, the components of the tourism sector are presented. For Callaghan (1994), the tourism sector is composed of passenger transport, accommodation and catering, leisure and amenities, tour operators and retail, and tourism administration. From the other perspective, the UN presents a list of consumption characteristics for products and their activities (Table 1).

Products	Activities
1. accommodation services for visitors	1. accommodation for visitors
2. food and beverage services	2. food and beverage serving activities
3. railway passenger transport services	3. railway passenger transport
4. road passenger transport services	4. road passenger transport
5. water passenger transport services	5. water passenger transport
6. air passenger transport services	6. air passenger transport
7. transport equipment rental services	7. transport and equipment rental
8. travel agencies and other reservation services	8. travel agencies and other reservation services activities
9. cultural services	9. cultural activities
10. sport and recreational services	10. sports and recreational activities
11. country-specific tourism characteristic goods	11. retail trade of country-specific tourism characteristics goods
12. country-specific tourism characteristic services	12. other country-specific tourism characteristic activities

Table1. List of categories of tourism characteristic consumption products and activities

Source: UN (2008)

In the IO matrix impact analysis, the first problem in measuring the impact of tourism is that tourism is usually not classified as a single industry. To solve this problem, tourist expenditure per product group must be corrected for foreign imports and allocated to domestic and foreign manufacturing industries. Only after these adjustments can the direct impact of tourism on, for example, value added or employment be estimated. The second problem is the choice of the type of indirect effects to be considered and, closely related to this, the choice of modelling approach for estimating the selected effects.1 First, many indirect effects are caused by linkages between tourism-oriented industries and other industries. Studies on these linkages predominantly show that tourism facilities and tourism-oriented industries have strong backward linkages with supplier industries, while forward linkages with customer industries are practically non-existent. This result is not surprising as most tourists spending are on consumer goods (Oosterhaven& Fan, 2006). In this paper, the authors present the direct and indirect effects of tourism production resulting from the interaction with other sectors.

4- Methodology

To answer the original research question: "Which sectors of the tourism cluster have a positive impact on Portuguese regions?", the author applied a quantitative methodology based on the IO matrix (2013) for Portugal. Starting from the "input-output matrix of domestic production" (431p x 123p – INE, 2013) at basic prices, a symmetric matrix [A1] (97 x 97) was derived, previously inverted, taking into account that the Leontief inverse matrix multiplied by a change in final demand results in a change in total production: $(I-A)^{-1}\Delta Y = \Delta X$.

The next step was to create the corresponding technical coefficient matrix [A2], whose elements allow an assessment of the strength of the links between industries and the impact of past or future tourism investments (Pego, 2019). According to Miller and Blair (2009), the centrepiece of any IO analysis is the table of IO coefficients, which describe the relationships between inputs and outputs for a given economy. The literature on calculating IO multipliers dates back to Leontief (1941), who developed a set of national-level multipliers that can be used to estimate the economy-wide impact of an initial change in final demand on the economy. Other economists developed research on Keynesian multipliers and their application to the economy, such as: Bess & Ambargis (2011); Coughlin &Mandelboun (1991); Hall (2009); Isard (1951); Moore & Peterson (1955), and Richardson (1985) (Pego, 2019). Keynesian multipliers are divided into Type I and Type II. Type I multipliers take into account the direct and indirect effects based on how goods and services are provided within a region. Type II multipliers take into account not only these direct and indirect effects, but also the induced effects based on the purchases made by workers (Pego, 2019). The type I Keynesian multiplier measures the effect on total output (or employment) resulting from a unitary change in final demand, i.e. it is the change in total output (employment) to the change in this final demand. Its value adds the direct and indirect effects resulting from this unitary increase in demand, and as such it is estimated by the following expression: $[(I-A)^{-1} - I]\ \Delta m$, where A is the matrix of technical coefficients (aij); and $(I-A)^{-1}$ is the Leontief matrix, i.e. the matrix whose elements give the "total" impact (direct + indirect) on a sector as a result of an increase in final demand from another sector (Δm). The type II Keynesian multiplier measures the sum of the direct, indirect and induced effects resulting from a uniform change in the output (employment) of the tourism cluster and the associated effects in all other sectors of the economy. Its expression is the following: $\Delta x - v\ [(I-A)\ \Delta m]$, where v is the GVA line vector per unit of output.

NACE	Sectors	NACE	Sectors
49	railway transport	77	car rental
50	maritime transport	79	travel agency, tour operators and tour guides
51	air transport	82	organization of fairs, congresses and other activities
52	other transport activities	90	cultural services
55	hotels and similar activities	91	library and museum activities
56	catering and other related activities	92	betting games
68	house rental	93	sport activities

Table 2. Tourism cluster
Source: Cunha&Cunha (2005)

Taking into account the technical coefficients of all 97 sectors of the Leontief matrix [a_{ij}], it can be concluded that there are only a small number of "average linkages" (technical coefficient > 0.02) within the tourism cluster. This means that the impact on the individual sectors is low when looking at the sector itself and that the relationships between the sectors in this cluster are therefore at an early stage of development. However, it can also be concluded that the Keynesian multiplier has a high impact on itself and on the other sectors. This means that the tourism cluster itself creates investment and jobs. It can also be said that investment in the sector is increasing and the economic flow within the tourism cluster is positive (Keynesian type I; KI > 1); in addition, the relationships with other sectors outside the cluster are very positive (Keynesian type II; KII > 2), which means that the sector is

highly efficient and capable of creating value.

Sectors	K1	K2
49	1.34	2.34
50	1.22	2.4
51	1.24	2.18
52	1.43	2.82
55	1.19	2.02
56	1.23	2.17
68	2.06	2.37
77	1.34	2.02
79	1.46	2.8
82	1.36	2.53
90	1.43	2.32
91	1.21	2.67
92	1.24	2.29
93	1.33	2.82

Table 3. Type I and II Keynesian multipliers for the tourism sector

5- Results

The function of tourism causes direct impacts that affect both the territorial system and the production of tourism itself (Cunha & Cunha, 2005). The value of tourism in the development process has become an important issue given the benefits and costs associated with its development (Kweka et al., 2003). Tourism can be a driver of economic growth and the creation of partnerships between the public and private sectors is important to encourage investment in the sector and value addition. The sector has an influence on natural resources, the environment and infrastructure in destinations, as tourism is important for both tourists and residents of the destinations (Zaman et al., 2008). IO analysis is undoubtedly the most comprehensive method for analysing the economic impact of tourism (Fletcher, 1989). The quantitative results show that the sectors with the highest Keynesian type I multiplier are accommodation rental, travel agencies, tour operators and tour guides, and other transport. The higher multiplier type II comes from the sectors: other transport activities and sports activities. The tourism cluster and its impact on the economy can be linked to high seasonal employment and short-term investment. The employment capacity of hotels has not been analysed, although it seems that there is a direct link with short-term contracts and seasonal activities. From a geographical point of view, Portuguese tourism statistics (2018) have shown that there is a geographic concentration in coastal areas compared to non-coastal areas, with a high population density (Table 4). The analysis also confirms that tourism is related to the ability of businesses to acquire goods and services that are directly related to their revenues. This also confirms that the tourism cluster relies on co-operation and collaboration with other economic actors in the same geographical area.

	Earnings (10^3 Euros)					Nº
Geographical areas in Portugal	Coastal areas	Non- coastal areas	High density	Medium density	Low density	Increase of establishments (2013/2018)
North	381.7	178.6	394.3	84.5	81.5	67.2
Centre	115.9	216.9	57.1	162.7	113.0	79.1
Lisbon Metropolitan Area	1264.7	2.7	1235.3	29.6	2.5	113.6
Alentejo	39.5	110.3	----	66.3	83.6	60.6
Algarve	1133.6	10.9	31.8	873.8	239.0	51.5

Table 4. Earnings and number of establishments by geographical areas in Portugal

Source: Portugal Statistics of Tourism (2018)

Table 4 shows that yields are mainly generated where there is a high concentration of farms, so that the geographical analysis can be correlated with tourist attractiveness. As Oosterhaven& Fan (2006) have pointed out, a region or country that is attractive to tourists because of its tourist facilities and amenities is generally also attractive for residential purposes and will therefore also be attractive as a location for businesses. It was possible to draw conclusions on the research questions: 1– the sectors with a high positive impact are related to tourism activities such as home rentals, travel agencies, tour operators and tour guides and other means of transport (direct impact) and other means of transport and sports activities (indirect impact); 2–the possible relationship between the impact of tourism and the location of tourism activities is a positive relationship between the sectors with the highest positive impact and the geographical location, e.g. Lisbon and Algarve, as mentioned earlier.

Conclusions

Studies on tourism and its performance in the economy promote a critical analysis of the geographical location of the activity. It has been proven that tourism activities have a positive impact (directly and indirectly) where there is income and establishment in some geographical areas, such as the Lisbon area and the Algarve. Four points should be emphasised: First, tourism is one of the most important sectors in Portugal; second, tourism activities are mainly located on the coast and their geographical location has an impact on the organisation of revenues and the number of establishments; third, the direct impacts on the cluster comes from the rental of housing, travel agencies, tour operators and tour guides, and other transport sectors; fourth, the indirect impacts on the economy comes from other transport activities and sports activities, e.g. sea and sun tourism and golf. To summarise, there is a need to rethink spatial planning and its relationship with regional areas away from the sea and to promote other tourism activities, e.g. rural tourism, in order to improve the tourism offer in Portugal. In addition, the ability to analyse tourism businesses is one of the great achievements to improve cluster activity. It is important to develop strategies and collaborate with other sectors in order to achieve a competitive and co-operative activity. Therefore, and in line with the European Union (2021-2027), tourism can play an important role in the economy as it is able to implement new forms of clustering and be environmentally friendly.

References

1. Briassoulis, H. (1991). Methodological issues: tourism input-output analysis. *Annals of Tourism research*, 18(3), 485-495.
2. Broekel, T., Fornahl, D., & Morrison, A. (2015).Another cluster premium:
3. Innovation subsidies and R&D collaboration networks. *Research Policy*, 44(8), 1431-1444.
4. Callaghan, P. M., Long, P., & Robinson, M. (Eds.) (1994). *Travel & Tourism*. Centre for Travel & Tourism.
5. Cantner, U., Graf, H., &Rothgang, M. (2019). Geographical clustering and the evaluation of cluster policies: introduction. *The Journal of Technology Transfer*, 44(6), 1665-1672.
6. Cunha, S. K. D., & Cunha, J. C. D. (2005). Tourism cluster competitiveness and sustainability: proposal for a systemic model to measure the impact of tourism on local development. *BAR-Brazilian Administration Review*, *2*(2), 47-62.
7. Dietzenbacher, E. & Lahr, L.M. (2004).*Wassily Leontief and Input-output economics.* UK: Cambridge University Press
8. EUROSTAT (2008).*Eurostat Manual of Supply, Use and Input-output tables*. 2008 Edition. European Commission
9. Fletcher, J. E. (1989). Input-output analysis and tourism impact studies. *Annals of tourism research*, 16(4), 514-529.
10. Hall, C. M. (1992). Tourism in Antarctica: activities, impacts, and management. *Journal of travel Research*, 30(4), 2-9.
11. Harrod, R. F. (1939).An essay in dynamic theory. *The Economic Journal*, 49(193), 14-33.
12. Harmston, F. K. (1969). Use of an intersectoral model in developing regional multipliers. *The Annals of Regional Science*, *3*(1), 1-7
13. Ianca, C., & Batrinca, G. (2010).Towards a Romanian maritime cluster. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Maritime and Naval Science and Engineering*, 94-99.
14. Iammarino, S., & McCann, P. (2006).The structure and evolution of industrial clusters: Transactions, technology and knowledge spillovers. *Research Policy*, 35(7), 1018-1036.
15. Krugman, P. R. (1992).*Geography and trade*.MIT Press
16. Kweka, J., Morrissey, O., & Blake, A. (2003). The economic potential of tourism in Tanzania. *Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association*, 15(3), 335-351.
17. Maskell, P. & Malmberg, A. (2007).Myopia, knowledge development and cluster evolution. *Journal of Economic Geography*, 7(5), 603-618.
18. Mason, P. A., & Legg, S. J. (1999). Antarctic tourism: activities, impacts, management issues, and a proposed research agenda. *Pacific Tourism Review*, 3(1), 71-84.
19. Mazumder, M. N. H., Ahmed, E. M., & Al-Amin, A. Q. (2009). Does tourism contribute significantly to the Malaysian economy? Multiplier analysis using IO technique. *International Journal of Business and Management*, 4(7), 146-159.
20. Menzel, M. P., &Fornahl, D. (2009).Cluster life cycles—dimensions and rationales
21. of cluster evolution. *Industrial and corporate change*, 19(1), 205-238.
22. Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009).*Input-output analysis: foundations and*
23. *extensions*. UK: Cambridge University Press.
24. Nordin S. (2003). Tourism clustering and innovation: path to economic growth and development. *European tourism research institute*. MID – Sweden University. Osternsund, Sweden, 19.

25. Oosterhaven, J., & Fan, T. (2006). Impact of international tourism on the Chinese economy. *International Journal of Tourism Research*, 8(5), 347-354.
26. Organisation for Economic Co-Operation and Development Staff (2005).OECD factbook 2005: economic, environmental and social statistics. Paris: OECD Publishing. Retrieved from http://www.etour.se/dounload
27. Pearce, D. (1989). *Tourism development*. Longman Group UK Limited.
28. Pego, A. (2019). *O cluster de energias na região norte. Uma abordagem em geografia económica*. Phd Thesis. Lisbon: Universidade Nova de Lisboa.
29. Pego, A. (2020). New Challenges for the Tourism Sector in the Algarve Region Based on Evaluation of the Circular Economy. In L. Carvalho, L. Calisto, & N. Gustavo (Eds.), *Strategic Business Models to Support Demand, Supply, and Destination Management in the Tourism and Hospitality Industry* (pp. 185-199). Hershey, PA: IGI Global.
30. Porter, M. E. (1998).*Clusters and the new economics of competition*, 76(6), 77-90. Boston: Harvard Business Review.
31. Porter, M.E. (1990): *The Competitive Advantage of Nations* , New York: The Free Press.
32. Porter, M. E. (2000). Location, competition, and economic development: local
33. clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 15-34.
34. Rodrigues, A. B. (Org). (2001). *Turismo rural*. São Paulo: Contexto.
35. Surugiu, C. (2009). The Economic Impact of Tourism. An Input-Output Analysis.*Revista Romana de Economie*, 28(2).
36. Vieira, A. C., & Santos, L. D. (2017). Tourism and regional development: a spatial econometric model for Portugal at municipal level.
37. United Nations (UN) (2008). International Recommendation for Tourism Statistics. Retrieved from https://unstats.un.org/unsd/publication/Seriesm/SeriesM_83rev1e.pdf#page=53
38. UNWTO (2001). Tourism Satellite Account: Recommended Methodological Framework. Luxembourg, Madrid, New York, Paris: Eurostat, OECD. United Nations World Tourism Organization and United Nations Statistics Division.
39. Zaman, G., Vasile, V., Surugiu, M., &Surugiu, C. (2010). Tourism and economic development in Romania: input-output analysis perspective. *Romanian Journal of Economics*, 31(2), 40.

A Systematic Literature Review on Robot Technologies Used in the Tourism Sector

Münevver Çiçekdağı,

Selçuk University, Faculty of Tourism,

mcicekdagi@selcuk.edu.tr

Abstract

The tourism sector is one of the sectors that is affected and benefited from technological developments. Especially in recent years, the use of robotic technologies for various purposes in tourism enterprises and destinations has become increasingly widespread. Robots have significant potential to improve service quality, reduce costs and ensure customer satisfaction in the tourism industry. This study aims to find answers to some basic questions about the use of robots in the tourism sector by systematically examining academic studies conducted between 2013 and 2023 on robots used in the tourism sector. For this purpose, articles published in the last 10 years were scanned in Scopus databases using the keywords "tourism" and "robot". 49 articles obtained as a result of the screening were evaluated using the content analysis method. Within the scope of the research, a total of 442 frequency codes were made in 49 different articles according to 5 main categories consisting of "Who, Where, How, Why and When" questions. As a result of the study; Evaluations were made on "who" the use of robots in the tourism sector affects, "where" the use of robots in the tourism sector is concentrated, "how" robots contribute to the tourism sector, "why" robot technologies should be used in the tourism sector, "when" robots will come to the fore in the tourism sector. Accordingly, tourism workers are most affected by the use of robots. Robots are mostly used in hotels and are involved in socialization, food and beverage and cleaning services where service production is carried out. Robots are preferred for economic reasons and protective measures, and as artificial intelligence, robotization and technological acceptance increase, robots are expected to become more popular in the future in the form of digital tourism and future tourism.

Keywords: Robots, Technologies, Tourism, Content Analysis, MAXQDA 20

Jel Codes: O14, L83, Z31

Introduction

Innovations based on digital technologies offer important opportunities for economic growth, employment and sustainable development. Therefore, many businesses that cannot keep up with digital transformation are at risk of not being able to survive. In recent years, technological developments and digitalization have become a revolution for the tourism sector. These developments are increasingly affecting the value chain in the sector. The digitalization of the tourism sector is rapidly transforming business models (Yörük et al., 2023, p.20-21). In this context, it is inevitable that the tourism industry will experience significant changes in line with the development of service robot technology in the near future (Chen at al., 2023, p. 2).

It is expected that there will be radical changes in many working systems as the large amount of data produced in the Industry 4.0 period, which is currently the last step of the industrial revolution, will be processed, analyzed and used for different purposes. Robot technologies, artificial intelligence and automation systems are among the systems that come to the fore in this new era (İbiş, 2019, p.406). One of the biggest developments seen in the tourism sector in recent years is the

use of service robots from robotic technologies (Yazici Ayyildiz et al., 2022). The performance of service robots exceeds that of humans in several categories, including their memory, computing power, physical strength, and ability to perform hazardous tasks. Robots can provide attentive and personalized attention to humans with empathetic intelligence. Robots' emotional skills have different effects on the quality of the service provided (Mukherjee et al., 2023, p. 23). Although it is known that it is impossible to provide all processes with robot technologies in the service sector, which includes the tourism sector, it is estimated that some processes are carried out with these technologies and will continue to increase in the future (İbiş, 2019, p.405).

The impact of technology on people's lifestyles actually varies depending on how they perceive and interact with technology. While some people are willing to engage in social interaction with robots, others may be reluctant. Although robots cannot replace humans in establishing intimate relationships and cannot establish love-based relationships, there are studies showing that some kind of social relationship can be established between humans and robots (Christou et al., 2020). Goel et al. (2021) mention some psychological, social, financial, technical and functional obstacles that prevent tourism industry consumers from adopting artificial intelligence and robots.

Research on robots in tourism is increasing with the increasing applications of these smart machines in the tourism and hospitality sector. It can be said that the introduction of robots into the travel, tourism and hospitality industry is still in its early stages. Customer attitude research on the subject is still incomplete and limited, mostly due to the lack of sufficient customer experience with robots in the tourism and accommodation sectors (Kazandzhieva & Filipova, 2019, p.87). This study is important in terms of measuring where the use of robots in the tourism sector is concentrated, who they affect most, how they contribute to the sector, why robotic technologies are needed and when these technologies will come to the fore. In this context, in the study, firstly, the literature on the development of robotic technologies and the use of robotic technologies in the tourism sector was scanned and the information obtained was explained in the conceptual framework section. In the method section, which is the second stage of the study, articles published in the last ten years related to the keywords "tourism" and "robot" in the field of social sciences in the Scopus database were scanned. Then, the resulting articles were subjected to content analysis. The findings obtained as a result of the analysis were included, the results were discussed and suggestions were presented.

1. Conceptual framework

The current Industry 4.0 era was not reached suddenly. The industrial revolution has gone through various periods, from mechanization to cyber-physical systems. This revolution, which started under the leadership of the manufacturing sector, has become one of the investment issues in the service sector with the strengthening of computers, internet and software.

Figure 1: The Process from the 1st Industrial Revolution to Industry 4.0

Source: Topsakal et al., 2018, p.1630

Figure 1 describes the change in technology as we move to Industry 4.0. According to the figure, the 1st Industrial Revolution, which started with mechanization, water and steam power, moved into the 2nd Industrial Revolution thanks to the production of electricity and production lines, offering businesses the opportunity to produce more. In this way, businesses have made great economic progress (Yıldız Tonga & Tonga, 2022, p.41). In the Third Industrial Revolution, computer and automation systems became widespread, paving the way for a change in the service sector. The Industry 4.0 era has begun with new generation technologies and fiber physical systems.

The concept of Industry 4.0 was first used at the Hannover Trade Fair in 2011. This concept states that with the transition to smart factories, raw material, labor and energy consumption can be minimized and thus maximum profit can be achieved. This will be possible with basic elements such as robots, sensors, software and machines (Kaygın et al., 2019, p.1065). Industry 4.0 era Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence, Augmented Reality (AR), Cloud Computing, Nanotechnology, Analytics, Quantum Computing, Autonomous Robots, Wearable Technologies, 3D It is a period that covers concepts such as 3D Printing and Big Data and Analytics and continues today (Yıldız Tonga & Tonga, 2022, p.41; Topsakal et al., 2018, p.1629). Basically, it is possible to say that Industry 4.0 aims to bring together both machine learning and the virtual and physical world (Özsoy, 2018). Robot technologies are one of the remarkable developments of the Industry 4.0 era. Developments in robotic technologies, the need for social distance arising from health problems affecting the world such as COVID-19, wars with different methods, work areas that threaten human health, jobs that require fine touches or accuracy, people feeling lonely, people who do not want to communicate with others, and curiosity. Robot technology applications have begun to be seen in many sectors. These technologies, which used to be used mainly in the manufacturing sector, are now also frequently encountered in the service sector.

Figure 2: Use of Technological Developments in Tourism Since 1960

Source: Topsakal et al., 2018, p.1630

According to Figure 2, the use of technology in the tourism sector started with computerized reservation systems between 1960 and 1990. With the spread of the internet between 1990 and 2005,

obtaining travel information, researching destinations, promotion and marketing activities intensified. Between 2005 and 2010, social media platforms increased and communication increased with social networking service (SNS). In the period that started in 2010 and continues today, with the development of information and communication technologies (ICT), the use of smartphones, smart tourism activities, robotization and mobile applications have become frequently used technological developments in the tourism sector.

Robots are divided into service robots and industrial robots according to their purpose (Ivanov et al., 2017). Developments in robot technologies have put them on a path from traditional industrial robots to service robots (Özgürel & Kılınç Şahin, 2021, p. 1851). While industrial robots are aimed at manufacturing, service robots provide social and physical supportive services. Therefore, service robots also include robot types within the tourism industry (İbiş, 2019, p. 405). In the service sector, since interpersonal relationships are intense, customer satisfaction is being increased by developing robots that are not affected by emotions and behaviors in order to provide service with the least amount of errors. These robots are also developed with artificial intelligence and automation, aiming to treat their customers in a way close to human elements (Gürdin, 2020, p. 96). These robots are technological workforce that can communicate with tourists in different languages and interact with them (Özgürel & Kılınç Şahin, 2021, p. 1853). Among these developments, the controversial positive and negative aspects of robots can be summarized as follows (Ivanov, 2017; İbiş, 2019):

- *Positive aspects:* Their ability to work continuously, to perform different tasks by adding software and hardware, to focus on more than one task at the same time, to constantly repeat routine tasks, to ensure continuity of work, their ability to do the right job, at the right time, in the right way, job discrimination seen in people, complaints , preventing situations such as illness, strike, or missing work, and reducing maintenance and purchasing costs.
- *Negative aspects:* Their inability to produce new ideas, the necessity of preparing and directing the necessary materials under the control of the manager, their inability to display a personal approach, and their being a threat to humanity.

In addition to the positive and negative aspects mentioned above, Seyitoglu & Ivanov (2023) pointed out the role of service robots in discrimination in the tourism sector. They argued that robots would be useful in improving service environments against discriminatory behavior of employees towards tourists, tourists towards employees, employers towards employees, or tourists towards tourists.

1.1.Application Areas of Robotic Technologies in the Tourism Sector

Robots are a type of artificial intelligence technology that strengthens their presence in the tourism industry. These technology-focused assistants use Internet of Things (IoT) technology to perform simple activities such as turning on the bedroom lights, turning off the television, using systems to automatically check luggage, and checking guests into a hotel. Robot receptionists are a popular service in the tourism industry that has a direct impact on the interaction and experience of customers and guests. Robots provide room service so that guests do not encounter any problems when entering the hotel room. Similarly, robots are used as guides and assistants at airports. As can be seen, some of the advantages of robots in the tourism industry include improved customer experience, simplification of the business process, the opportunity for people to focus on other activities, and increasing the efficiency of tourism activities (Samala et al., 2022, p. 78).

Artificial intelligence-based robotic systems are used in a wide range of areas in the tourism industry, such as accommodation, tourist guidance, tour operatorship, food and beverage management, and airports (Yazıcı Ayyıldız et al., 2022; Sezgin & Karagöz, 2021, Çelik, 2021; Kılıçhan & Yılmaz, 2020; Ivanov et al., 2017). İbiş (2019) has compiled the areas of robot use in various areas in the tourism

sector, from hotels to restaurants, from guiding to airports, as follows:

- The robot that cleaned the hotel pool in 1967 and the first lawn mowers in hotels in 1986 are among the first examples of robotization in the tourism sector (Hjagler, 2015).
- Tour operator TUI's robot named Pepper is responsible for helping customers (www.turizmgüncel.com).
- Singapore tries to help tourists by providing information with the robotic virtual assistant Sara (Singapore's Automated Responsive Assistant) (Niculescu et. al., 2014).
- In 2016, in cooperation with Hilton Hotels and IBM, information about the hotel and its surroundings can be obtained in different languages from the robot named Connie (Soicaltables, 2019).
- The employees of Spyce Restaurant in Boston, USA are entirely robots. They can take orders, prepare, deliver and clean (www.geleceksimdi.com). Similarly, there are restaurants in China, Moscow, Iran, Konya, Thailand and Nepal where robots prepare, serve and promote food.
- There are robots providing guide services in museums with various names (Rhino, Hermes, Robovie, Aggie, Humanoid Robot etc.) in Germany, USA, Japan, Korea, Italy, Spain, England and France.
- At Munich, Seoul, Shenzen and Amsterdam Airports, robots named "Josie Peppeer", "Troika", "Anbot" and "Spencer" respectively provide services such as welcoming guests, providing consultancy services, translating, baggage handling, security and shopping advice.
- Travels of individuals with special needs will be easier with robots (Cheung et. al.,2017).

As can be seen, in the tourism sector, robots are used in cleaning, maintenance, informing and assisting guests, taking orders, preparing, delivering, promoting businesses, guiding in museums, translating, carrying luggage, welcoming guests, ensuring security and translating, and supporting individuals with special needs. It provides services such as. Apart from these examples, robots are used in departments such as front office, housekeeping and bar in hotel businesses (Mil & Dirican, 2018). Usage examples of robots specifically in the hospitality industry are as follows (Gladstone, 2016):

- The 24/7 room service robot at Savioke's Los Angeles Residence Inn.
- A robot named Yobot, which collects and stores guests' luggage at the New York Yotel.
- A robot called Marriott that serves guests as a check-in kiosk.
- A dinosaur-shaped robot with a bellboy hat that helps guests book rooms at the Japanese Henn-na Hotel.
- Baby-shaped female Cyborg robot greeting guests at Henn-na Hotel.
- A robot named Wally the Butler, which distributes towels and groceries to guests at the Residence Inn Los Angeles LAX, brings balloons to children on their birthdays, and helps guests with romantic marriage proposals.

Although it is thought that technological effects will be weak in the tourist guiding profession, where human relations are intense, looking at the developments in recent years, it can be said that these technologies have made significant progress in the guiding profession. For example, audioguide,

which is an audio guide that provides information in various languages that visitors to museums and ruins can use, and a portable microphone and headset device called head-set, which works with radio frequency during the tour, can be considered as pioneers of technology initiatives in the field of guidance (Yıldız, 2019, p.165). Similarly, there are technological systems that automatically activate when a tourist approaches, thanks to their sensors, and explain it like a guide (Eser et al., 2019: 467). In his study in which he received the opinions of professional tourist guides, Düzgün (2019) listed the advantages of robots as rapid access to information, the ability to provide services in multiple languages, the ability to work longer hours than humans, the ability to provide in-depth information, and the ability to convey information effectively and quickly to crowded groups. However, in addition to these, the disadvantages are that robots cannot produce solutions in the face of unexpected situations, cause unemployment, are technically dependent on outsiders, and although they may seem attractive to people at first sight, they cannot meet the needs of tourists who expect special attention in the long term, but can only offer an artificial relationship and cannot interact with people sufficiently. has listed. In addition to these, Özalkan et. get. (2022) emphasized in their study that robotic technologies are preferred in cases where explanation would be difficult and the workload is lightened. Considering the multitude of advantages listed, they stated that there should be an integrated working system rather than competition between human guides and robot guides. In the light of all this information, the usage areas of robot technologies in the tourism sector are summarized in Figure 3.

Figure 3: Duties of Robots in the Tourism Sector

(Source: Created by the author)

Figure 3 shows that robots can perform a wide variety of tasks in the tourism sector, from food and beverage to accommodation, from guidance to transportation. According to the figure, a robot; They can work as a chef, waiter, guide, receptionist, translator, cleaning officer, consultant, bell boy, promotion officer, security guard, order taker, preparer and deliverer, flight guide, entertainment service provider. In light of these developments, it is expected that robots will be the subject of more studies in the coming days.

As a result of the literature review, the research aims to answer the following questions:

Q1. Who does the use of robots in the tourism sector affect?

Q2. Where is the use of robots in the tourism sector concentrated?

Q3. How do robots contribute to the tourism sector?

Q4. Why should Robot technologies be used in the tourism sector?

Q5. When will robots come to the fore in the tourism industry?

In order to find answers to the questions, in the Method section of the study, the articles obtained by scanning the Scopus database were subjected to content analysis.

2. Method

Within the scope of the study, the "Scopus" database (www.elsevier.com), which is an abstract and citation database compiled by experts with its advanced analytical structure, was scanned. In this context, studies published in the last 10 years in which two keywords, tourism and robot, were used simultaneously were examined. The codes used for filtering purposes in the Scopus database are given below.

(KEY (tourism *) AND KEY (* robot *)) AND PUBYEAR* > 2012 *AND PUBYEAR* < 2024 *AND (LIMIT-TO (SUBJAREA ,* "SOCI" *)) AND (LIMIT TO (LANGUAGE ,* "English" *)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE ,* "ar" *) OR LIMIT- TO (DOCTYPE ,* "cp" *)) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE ,* "final" *))*

The 49 articles found as a result of the search are shown in Table 1. Accordingly, it is seen that the articles are published in various journals, the studies are generally carried out by multiple authors, and the publications have increased especially in recent years.

Table 1: Information on 49 Articles in Scopus Database

N.	Document title	Authors	Year	Source
1	Robots in tourism and Sustainable Development Goals: Tourism Agenda 2030 perspective article	Ivanov, S., Duglio, S., Beltramo, R.	2023	Tourism Review 78(2), pp. 352-360
2	Double-edged perspectives on service robots: working with robots and robots' future career impacts	Seyitoğlu, F., Atsız, O., Taş, S., Kaya, F.	2023	Journal of Teaching in Travel and Tourism 23(1), pp. 1-19
3	Robot cleaners in tourism venues: The importance of robot-environment fit on consumer evaluation of venue cleanliness	Hoang, C., Tran, H.-A.	2022	Tourism Management 93,104611
4	Building restaurant customers' technology readiness through robot-assisted experiences at multiple product levels	Ma, E., Yang, H., Wang, Y.-C., Song, H.	2022	Tourism Management 93,104611
5	Tourists and AI: A political ideology perspective	van Esch, P., Cui, Y.G., Das, G., Jain, S.P., Wirtz, J.	2022	Annals of Tourism Research 97,103471
6	Service robots: Applying social exchange theory to better understand human–robot interactions	Kim, H., So, K.K.F., Wirtz, J.	2022	Tourism Management 92,104537
7	Harnessing service robots to increase frontline service employees' safety and health: The critical role of CSR	Yan, H., Fu, L., Hu, X.	2022	Safety Science 151,105731
8	Should a robot wear a mask during the pandemic?	Chen, F., Yang, B., Mattila, A.S.	2022	Annals of Tourism Research 94,103407

9	Humanoid versus non-humanoid robots: How mortality salience shapes preference for robot services under the COVID-19 pandemic?	Liu, X.S., Wan, L.C., Yi, X.S.	2022	Annals of Tourism Research 94,103383
10	Biosecurity, crisis management, automation technologies and economic performance of travel, tourism and hospitality companies – A conceptual framework	Ivanov, S.H., Webster, C., Stoilova, E., Slobodskoy, D.	2022	Tourism Economics 28(1), pp. 3-26
11	Knowledge map of digital tourism: A bibliometric approach using CiteSpace	Luo, C., Jiang, S., Pu, R., Li, L., Yang, H.	2022	Problems and Perspectives in Management 20(4), pp. 573-587
12	Tourısm & Hospıtalıty Students' Perceptıon Towards The Use Of Robots In Servıce Organızatıons: A Qualıtatıve Study In Indıa	Kala, D.	2022	Advances in Hospitality and Tourism Research 10(2), pp. 306-326
13	Designing Social Robots' Speech in the Hotel Context-A Series of Online Studies	Steinhaeusser, S.C., Lein, M., Donnermann , M., Lugrin, B.	2022	RO-MAN 2022 - 31st IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication: Social, Asocial, and Antisocial Robots pp. 163-170
14	Friendly or competent? The effects of perception of robot appearance and service context on usage intention	Liu, X.S., Yi, X.S., Wan, L.C.	2022	Annals of Tourism Research 92,103324
15	Tourism getting back to life after COVID-19: Can artificial intelligence help?	Perić, M., Vitezić, V.	2021	Societies 11(4),115
16	Are we behaviorally immune to COVID-19 through robots?	Xiong, X., Wong, I.A., Yang, F.X.	2021	Annals of Tourism Research 91,103312
17	Environmental degradation at Lake Urmia (Iran): exploring the causes and their impacts on rural livelihoods	Schmidt, M., Gonda, R., Transiskus, S.	2021	GeoJournal 86(5), pp. 2149-2163
18	Are the Portuguese ready for the future of tourism? A technology acceptance model application for the use of robots in tourism	Martins, M., Costa, C.	2021	Journal of Tourism and Development 36(2), pp. 39-54
19	The effect of perceptions on service robot usage intention: A survey study in the service sector	Meidute-Kavaliauskiene, I., Çiğdem, Ş., Yıldız, B., Davidavicius, S.	2021	Sustainability (Switzerland) 13(17),9655
20	Application of Community Enterprise for Sustainable Supply Chain: Case Study of Coffee Enterprise in Nan Province, Thailand	Kunsiripunyo, W., Sathirakul, N.	2021	6th International Conference on Business and Industrial Research, ICBIR 2021 - Proceedings 9465866, pp. 15-20
21	Changes in water environment in erhai lake and its influencing factors	Zheng, L., An, Z., Chen, X., Liu, H.	2021	Water (Switzerland) 13(10),1362
22	ROBOTS COME to RESCUE: How to reduce perceived risk of infectious disease in Covid19-stricken consumers?	Wan, L.C., Chan, E.K., Luo, X.	2021	Annals of Tourism Research 88,103069
23	Ecological risk assessment and contamination history of heavy metals in the sediments of chagan lake, northeast china	Liu, P., Zheng, C., Wen, M., (...), Chai, S., Huang, L.	2021	Water (Switzerland) 13(7),894
24	Service robots or human staff: How social crowding shapes tourist preferences	Hou, Y., Zhang, K., Li, G.	2021	Tourism Management 83,104242
25	Water scarcity in the Mahdia region of Tunisia: Are improved water	Soula, R., Chebil, A., McCann,	2021	Groundwater for Sustainable Development 12,10051

	policies needed?	L., Majdoub, R.		
26	Developing a diversification strategy of non-agricultural activities on farms using system dynamics modelling: a case study of Slovenia	Žibert, M., Prevolšek, B., Pažek, K., Rozman, Č., Škraba, A.	2021	Kybernetes 51(13), pp. 33-56
27	Cultural and natural values of small sacral objects and sites in everyday and exceptional slovak landscapes	Tóth, A., Bihunová, M., Halajová, D.	2021	Public Recreation and Landscape Protection - With Sense Hand in Hand! Conference Proceedings pp. 113-116
28	A big-data analysis of public perceptions of service robots amid COVID-19	Zhang, Y.	2021	Advances in Hospitality and Tourism Research 9(1), pp. 234-242
29	Exploring the influence of culture on tourist experiences with robots in service delivery environment	Choi, Y., Oh, M., Choi, M., Kim, S.	2021	Current Issues in Tourism 24(5), pp. 717-733
30	Towards an Autonomous UAV-based System to Assist Search and Rescue Operations in Man Overboard Incidents	Feraru, V.A., Andersen, R.E., Boukas, E.	2020	2020 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics, SSRR 2020 9292632, pp. 57-64
31	The role of human–machine interactive devices for post-COVID-19 innovative sustainable tourism in Ho Chi Minh City, Vietnam	Van, N.T.T., Vrana, V., Duy, N.T., (...), Mondal, S.R., Das, S.	2020	Sustainability (Switzerland) 12(22),9523, pp. 1-30
32	Groundwater sustainability strategies in the sierra de gador-campo de dalias system, southeast spain	Pulido-Bosch, A., Vallejos, A., Sola, F., Molina, L.	2020	Water (Switzerland) 12(11),3262
33	Evaluation of vernacular architecture of Uzundere District (architectural typology and physical form of building) in relation to ecological sustainable development	Karahan, F., Davardoust, S.	2020	Journal of Asian Architecture and Building Engineering 19(5), pp. 490-501
34	Coupling Research of Liaoning Tourism and Economic Growth Based on Grey Relational Theory	Zhao, A.	2020	Proceedings - 2020 International Conference on Modern Education and Information Management, ICMEIM 2020 9384774, pp. 574-578
35	Identifying land use and land cover (LULC) change from 2000 to 2025 driven by tourism growth: A study case in Bali	Rimba, A.B., Atmaja, T., Mohan, G., (...), Payus, C., Fukushi, K.	2020	International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives 43(B3), pp. 1621-1627
36	Social robots as a tool to involve student in museum edutainment programs	Del Vacchio, E., Laddaga, C., Bifulco, F.	2020	29th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2020 9223581, pp. 476-481
37	Drivers, barriers and social considerations for AI adoption in business and management: A tertiary study	Cubric, M.	2020	Technology in Society 62,101257
38	Impact of robot hotel service on consumers' purchase intention: a control experiment	Zhong, L., Sun, S., Law, R., Zhang, X.	2020	Asia Pacific Journal of Tourism Research 25(7), pp. 780-798
39	Recent increase of flood frequency in the Ionian belt of Basilicata Region, Southern Italy: Human or climatic changes?	Bentivenga, M., Giano, S.I., Piccarreta, M.	2020	Water (Switzerland) 12(7),2062
40	Urban mountain waterscapes: The transformation of hydro-social relations in the Trans-Himalayan Town Leh, Ladakh, India	Müller, J., Dame, J., Nüsser, M.	2020	Water (Switzerland) 12(6),1698

41	Leveraging human-robot interaction in hospitality services: Incorporating the role of perceived value, empathy, and information sharing into visitors' intentions to use social robots	de Kervenoael, R., Hasan, R., Schwob, A., Goh, E.	2020	Tourism Management 78,104042
42	From high-touch to high-tech: COVID-19 drives robotics adoption	Zeng, Z., Chen, P.-J., Lew, A.A.	2020	Tourism Geographies 22(3), pp. 724-734
43	A review of research into automation in tourism: Launching the Annals of Tourism Research Curated Collection on Artificial Intelligence and Robotics in Tourism	Tussyadiah, I.	2020	Annals of Tourism Research 81,102883
44	Future tourism in a robot-based economy: a perspective article	Webster, C., Ivanov, S.	2020	Tourism Review 75(1), pp. 329-332
45	Possibilities for touristic valorization of peatlands protected areas in the harghita mountains and ciuc depression, Romania	Oprea, C.-R., Cuculici, R., Săndulache, I., Ene, M., Teodorescu, C.	2020	Public Recreation and Landscape Protection - With Sense Hand in Hand? Conference Proceedings pp. 344-348
46	Nudged by a robot: Responses to agency and feedback	Tussyadiah, I., Miller, G.	2019	Annals of Tourism Research 78,102752
47	Urbanisation and socio-ecological challenges in high mountain towns: Insights from Leh (Ladakh), India	Dame, J., Schmidt, S., Müller, J., Nüsser, M.	2019	Landscape and Urban Planning 189, pp. 189-199
48	A hybrid approach for water resources management in Tunisia	Elleuch, M.A., Elleuch, L., Frikha, A.	2019	International Journal of Water 13(1), pp. 80-99
49	An exploration of the past, present, and future of British Columbia's highways	Ngieng, G., Conquist, J., Symons, R., Sloan, Z.	2014	2014 Transportation Association of Canada Conference and Exhibition: Past, Present, Future, ATC 2014

The publication years of the articles in Table 1 are shown in the graph in Figure 4. When Figure 4 is examined, it can be seen that the number of studies on the keywords tourism and robot was one in 2014, there was no habit between 2014 and 2019, and it has increased as of 2019. The number of publications, which reached the maximum level in 2020, has entered a partial decline to date.

Figure 4: Documents by Year Grap
Source: Created from Table 1

The summaries of the articles listed in Table 1 in the Scopus database between 2013 and 2023 constituted the data of the research and were downloaded as separate files and analyzed. MAXQDA 20 program was used to analyze the data obtained for the purpose of the research. In the MAXQDA software, data is first coded as sub-codes, and then the sub-codes are converted into categories and analyzed. A total of 442 frequency codes were made in 49 different articles, which were analyzed into 5 main categories: "Who, Where, How, Why and When". In order to ensure the reliability of the research, a consensus was reached by consulting the opinions of experts and academicians in the field about the categories, codes and sub-codes created by examining the data and it was accepted that the reliability of the research was established.

Table 2: Main and Sub-Codings Made

Main Category	Codes	Sub-Codes	Frequency (f)
WHO ?			45
	Tourist		0
		Tourist behavior	6
		Consumption behavior	3
		Hotel selection	1
		Travel behavior	2
	Tourism Employee		9
	Adoption		18
	Career		6
WHERE ?			66
	Agriculture		20
	Museum		5
	Restaurants		3
	Hotel		38
		Frontline	6
		Concierge	3
HOW ?			132
	Cleaners		7
	Service		105
	Virtual assistant		4
	Catering		1
	Socialization		15
WHY ?			145
	Recreation		10
	Hospitality		52
	Sustainability		11
	Satisfaction		2
	Economy		54
	Health risks		16
		Social distance	2
		Protective measures	3
		Disease	6
		Epidemic	4
WHEN ?			54
	Future tourism		3
	Digital tourism		9
	Technology acceptance		5
	Artificial intelligence		34
	Robotization		3

Table 2 shows the main and sub-codings made in the content analysis program. The table includes five categories of research questions, the main codes of the categories and the sub-codes of each main code. According to the table, the "why" category was reached most frequently (f=145), while the

"who" (f=45) and "when" categories (f=45) were reached the least.

Figure 5 shows the word cloud prepared according to the frequencies of the codes. In order to reveal the general view of the study on the basis of main codes, a word cloud was prepared with the MAXQDA program. Word cloud; The codes were created according to their frequency, and the most frequently repeated ones are placed on the map in bold and in the foreground. Accordingly, the most frequently encountered codes were concepts such as Service, Artificial intelligence, Economy and Hospitality, while the less frequently coded codes were such as Catering, Hotel selection and Satisfaction.

Figure 5: Code Cloud

As a result of the content analysis, the answers to the research questions are as follows:

Q1. Who does the use of robots in the tourism sector affect?

Figure 6: Who? "Code-Theory Model" Representation for the Question

When Figure 6 is examined, evaluations can be made about who is affected by the use of robots in the tourism sector. In this context, robots; It is seen that it affects tourism employees in terms of career and adaptation, and it affects tourists behaviorally such as consumption, travel and hotel selection.

Q2. Where is the use of robots in the tourism sector concentrated?

Figure 7: Where? "Code-Theory Model" Representation for the Question

When Figure 7 is examined, evaluations can be made about where the use of robots in the tourism sector is concentrated. In this context, robots; It is seen that it is used extensively in the frontline and concierge departments of hotels and can also be used in agricultural tourism, museums and restaurants.

Q3. How do robots contribute to the tourism sector?

Figure 8: How? "Code-Theory Model" Representation for the Question

When Figure 8 is examined, evaluations can be made about how robots contribute to the tourism sector. In this context, robots; It is understood that they contribute greatly to the service sector, but also as cleaners, catering, virtual assistants and socialization.

Q4. Why should Robot technologies be used in the tourism sector?

Figure 9: Why? "Code-Theory Model" Representation for the Question

When Figure 9 is examined, evaluations can be made about why robotic technologies are used in the tourism sector. In this context, robots; It has come to the fore that they were used for economic reasons. In addition, health risks such as protective measures and social distance, which are especially important during the pandemic period, are among the reasons why robots are used in tourism.

Q5. When will robots come to the fore in the tourism industry?

Figure 10: When ? "Code-Theory Model" Representation for the Question

When Figure 10 is examined, evaluations can be made about when robots will come to the fore in the tourism sector. In this context, robots; It is evaluated that it can be used in the future, in the period that can be called robotization and in the future when artificial intelligence becomes widespread with technological acceptance.

Figure 11: "Hierarchical Code-Sub-Code Model" Display for All Research Codes

Figure 11 shows the distribution of all codes together and an attempt was made to create a mind map for all questions of the research.

Conclusion

In this study, by systematically examining the academic studies conducted between 2013 and 2023 in the Scopus database, "who" is affected by the use of robots in the tourism sector, "where" the use of robots in the tourism sector is concentrated, "how" robots contribute to the tourism sector, "why" in the tourism sector. It is aimed to find answers to the questions of whether robotic technologies should be used and "when" robots will come to the fore in the tourism sector.

As a result of the study, it was seen that the use of robots affected sector employees the most. The idea that human employees will be replaced by robot employees in the labor-intensive sector raises some fears about the decrease in employment. As a solution to this, it would be appropriate for businesses not to downsize, but to employ their employees in places where human intelligence and emotions can be used more efficiently.

It is seen that robots are mostly used in hotels, museums, restaurants and agriculture. Hotels, museums and restaurants are places where guests are more likely to come face to face. Guests looking for a difference or those who need social distance during periods such as pandemics may enjoy receiving service from robots here. The fact that robot guides use more languages and can work longer hours than human guides can be convenient in these places where there are many guests.

It is seen that robots contribute to the sector in service delivery, socializing, cleaning, providing food and beverages and acting as virtual assistants. The use of robots has many advantages, especially

in dangerous or dirty jobs and in situations where interaction is required 24/7. However, according to Christou et al., (2020), robots that resemble humans, especially in appearance, can add value to the overall tourist experience. However, if tourism businesses aim to be human-centered, they should be careful to avoid giving the impression that employees are being replaced by high-tech machines with artificial intelligence. Robots can mimic human voices, smiles, and even emotional responses, but they are incapable of conveying genuine smiles, warmth, and hospitality.

Robots are preferred because they reduce costs and provide economic contributions, support hosting guests and having a pleasant time, and contribute to sustainability and protecting human health. Mukherjee et al. (2023) also state that robots in the service sector make various tourism businesses more efficient and reduce costs. For this reason, they said that sector managers should pay attention to how and where to use service robots in their businesses. They also stated that service robots could be an interesting point of differentiation for marketing departments of businesses.

It is thought that robotization has a future in the development of artificial intelligence, increased acceptance of technology by people, digital and future tourism. Zeng et al. According to (2020), new areas where robotic technology can further increase the quality and sustainability of the travel and tourism experience should be evaluated. These areas; better monitoring and protection of natural and cultural resources; navigation systems that automatically redirect tourists to prevent overtourism; concierge information systems that increase the economic benefits of tourism; and public information systems that detect inappropriate behavior and educate tourists on culturally acceptable behavior when necessary.

The study has some limitations, like all studies. The data obtained in the study are data from the last decade and are focused on a specific database within a limited time. Future researchers can evaluate different periods by examining different databases. Additionally, this study sought answers to some questions about the general use of robots in the tourism sector. Future researchers can obtain more specific results by narrowing the robots' working area.

References

1. Bentivenga, M., Giano, S. I., & Piccarreta, M. (2020). Recent increase of flood frequency in the Ionian Belt of Basilicata Region, Southern Italy: human or climatic changes?. Water, 12(7), 2062.
2. Chen, M., Wang, X., Law, R., & Zhang, M. (2023). Research on the frontier and prospect of service robots in the tourism and hospitality industry based on international core journals: A review. Behavioral Sciences, 13(7), 560.
3. Chen, F., Yang, B., & Mattila, A. S. (2022). Should a robot wear a mask during the pandemic?. Annals of Tourism Research, 94(C).
4. Cheung, C. W., Tsang, T. I. and Wong, K. H. (2017). Robot Avatar: A Virtual Tourism Robot for People with Disabilities. International Journal of Computer Theory and Engineering, 9(3): 229- 234.
5. Choi, Y., Oh, M., Choi, M., & Kim, S. (2021). Exploring the influence of culture on tourist experiences with robots in service delivery environment. Current Issues in Tourism, 24(5), 717-733.
6. Christou, P., Simillidou, A., & Stylianou, M. C. (2020). Tourists' perceptions regarding the use of anthropomorphic robots in tourism and hospitality. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 32(11), 3665-3683.
7. Cubric, M. (2020). Drivers, barriers and social considerations for AI adoption in business and

management: A tertiary study. Technology in Society, 62, 101257.
8. Çelik, A. (2021). Turizmde teknoloji çalışmaları. Journal of Tourism Intelligence and Smartness, (4)2.
9. Dame, J., Schmidt, S., Müller, J., & Nüsser, M. (2019). Urbanisation and socio-ecological challenges in high mountain towns: Insights from Leh (Ladakh), India. Landscape and urban planning, 189, 189-199.
10. De Kervenoael, R., Hasan, R., Schwob, A., & Goh, E. (2020). Leveraging human-robot interaction in hospitality services: Incorporating the role of perceived value, empathy, and information sharing into visitors' intentions to use social robots. Tourism Management, 78, 104042.
11. Del Vacchio, E., Laddaga, C., & Bifulco, F. (2020, August). Social robots as a tool to involve student in museum edutainment programs. In 2020 29th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) (pp. 476-481). IEEE.
12. Düzgün, E. (2022). Turist Rehberlerinin Dijital Turizmdeki Gelişmelere Bakışı, Turizm Akademik Dergisi, 9 (1), 193-208.
13. Elleuch, M. A., Elleuch, L., & Frikha, A. (2019). A hybrid approach for water resources management in Tunisia. International Journal of Water, 13(1), 80-99.
14. Eser, S., Çakıcı, A. C., Babat, D. & Kızılırmak, İ. (2019). Turlarda teknoloji kullanımı: turistler ve turist rehberleri gözüyle bir değerlendirme. Balıkesir University Journal of Social Sciences Institute, 22(41), 465-480.
15. Feraru, V. A., Andersen, R. E., & Boukas, E. (2020, November). Towards an autonomous UAV-based system to assist search and rescue operations in man overboard incidents. In 2020 IEEE international symposium on safety, security, and rescue robotics (SSRR) (pp. 57-64). IEEE.
16. Gladstone, N. (2016). Are Robots the Future of Hotels? Retrieved October 12, 2023 from https://www.oyster.com/articles/53595-are-robots-the-future-of-hotels/
17. Goel, P., Kaushik, N., Sivathanu, B., Pillai, R., & Vikas, J. (2022). Consumers' adoption of artificial intelligence and robotics in hospitality and tourism sector: literature review and future research agenda. Tourism Review, 77(4), 1081-1096.
18. Gürdin, B. (2020). Robonomi ve müşteri memnuniyeti: hizmet robotlarına ilişkin literatür taraması, Ekonomi Maliye İşletme Dergisi, 3(1):85-100
19. Hjalager, A. M. (2015). Turizmi Değiştiren 100 Yenilik (Çeviren, Güler, O. Akdağ, G. Çakıcı, A.C., Benli, S.). Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, 26(2): 290-317.
20. Hoang, C., & Tran, H. A. (2022). Robot cleaners in tourism venues: The importance of robot-environment fit on consumer evaluation of venue cleanliness. Tourism Management, 93, 104611.
21. Hou, Y., Zhang, K., & Li, G. (2021). Service robots or human staff: How social crowding shapes tourist preferences. Tourism Management, 83, 104242.
22. Ivanov, S., Duglio, S., & Beltramo, R. (2023). Robots in tourism and Sustainable Development Goals: Tourism Agenda 2030 perspective article. Tourism Review, 78(2), 352-360.
23. Ivanov, S. H., Webster, C., Stoilova, E., & Slobodskoy, D. (2022). Biosecurity, crisis management, automation technologies and economic performance of travel, tourism and hospitality companies–A conceptual framework. Tourism Economics, 28(1), 3-26.
24. Ivanov, S. (2017). Robonomics - principles, benefits, challenges, solutions. Yearbook of Varna University of Management, 10, 283-293.
25. Ivanov, S., Webster, C. and Berezina, K. (2017). Adoption of robots and service automation by

tourism and hospitality companies. Revista Turismo & Desenvolvimento, 27(28): 1501-1517.
26. İbiş, S. (2019). Turizm endüstrisinde robotlaşma. Türk Turizm Araştırmaları Dergisi, 3(3), 403-420.
27. Kala, D. (2022). Tourism & hospitality students' perception towards the use of robots in service organizations: A qualitative study in India. Advances in Hospitality and Tourism Research (AHTR).
28. Karahan, F., & Davardoust, S. (2020). Evaluation of vernacular architecture of Uzundere District (architectural typology and physical form of building) in relation to ecological sustainable development. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 19(5), 490-501.
29. Kaygın, E., Zengin, Y., & Topçuoğlu, E. (2019). Endüstri 4.0'a akademik bakış. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 33(4), 1065-1081.
30. Kazandzhieva, V., & Filipova, H. (2019). Customer attitudes toward robots in travel, tourism, and hospitality: a conceptual framework. In Robots, artificial intelligence, and service automation in travel, tourism and hospitality (pp. 79-92). Emerald Publishing Limited.
31. Kılıçhan, R., & Yılmaz, M. (2020). Artificial intelligence and robotic technologies in tourism and hospitality industry. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (50), 353-380.
32. Kim, H., So, K. K. F., & Wirtz, J. (2022). Service robots: Applying social exchange theory to better understand human–robot interactions. Tourism Management, 92, 104537.
33. Kunsiripunyo, W., & Sathirakul, N. (2021, May). Application of Community Enterprise for Sustainable Supply Chain: Case Study of Coffee Enterprise in Nan Province, Thailand. In 2021 6th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR) (pp. 15-20). IEEE.
34. Liu, P., Zheng, C., Wen, M., Luo, X., Wu, Z., Liu, Y., ... & Huang, L. (2021). Ecological risk assessment and contamination history of heavy metals in the sediments of Chagan Lake, Northeast China. Water, 13(7), 894.
35. Liu, X. S., Wan, L. C., & Yi, X. S. (2022). Humanoid versus non-humanoid robots: How mortality salience shapes preference for robot services under the COVID-19 pandemic?. Annals of Tourism Research, 94, 103383.
36. Liu, X. S., Yi, X. S., & Wan, L. C. (2022). Friendly or competent? The effects of perception of robot appearance and service context on usage intention. Annals of Tourism Research, 92, 103324.
37. Luo, C., Jiang, S., Pu, R., Li, L., & Yang, H. (2022). Knowledge map of digital tourism: a bibliometric approach using CiteSpace. Probl. Perspect. Manag., 20(4), 573-587.
38. Ma, E., Yang, H., Wang, Y. C., & Song, H. (2022). Building restaurant customers' technology readiness through robot-assisted experiences at multiple product levels. Tourism Management, 93, 104610.
39. Martins, M., & Costa, C. (2021). Are the Portuguese ready for the future of tourism? A Technology Acceptance Model application for the use of robots in tourism. Revista Turismo & Desenvolvimento, 36(2), 39-54.
40. Meidute-Kavaliauskiene, I., Çiğdem, Ş., Yıldız, B., & Davidavicius, S. (2021). The effect of perceptions on service robot usage intention: a survey study in the service sector. Sustainability, 13(17), 9655.
41. Mil, B., & Dirican, C. (2018). Endüstri 4.0 teknolojileri ve turizme etkileri. Disiplinlerarası Akademik Turizm Dergisi, 1(3), 1–9.

42. Mukherjee, S., Baral, M. M., Nagariya, R., Venkataiah, C., Rao, U. A., & Rao, K. S. (2023). Systematic literature review and future research directions for service robots in hospitality and tourism industries. The Service Industries Journal, 1-34.
43. Müller, J., Dame, J., & Nüsser, M. (2020). Urban mountain waterscapes: The transformation of hydro-social relations in the Trans-Himalayan town Leh, Ladakh, India. Water, 12(6), 1698.
44. Ngieng, G., Conquist, J., Symons, R., & Sloan, Z. (2014). Exploration of the Past, Present, and Future of British Columbia's Highways. In Transportation 2014: Past, Present, Future-2014 Conference and Exhibition of the Transportation Association of Canada//Transport 2014: Du passé vers l'avenir-2014 Congrès et Exposition de'Association des transports du Canada.
45. Niculescu, A. I., Jiang, R., Kim, S., Yeo, K. H., D'Haro, L. F., Niswar, A. and Banchs, R. E. (2014). SARA: Singapore's Automated Responsive Assistant, A Multimodal Dialogue System for Touristic Information. International Conference on Mobile Web and Information Systems, 153-164.
46. Oprea, C.-R., Cuculici, R., Săndulache, I., Ene, M., & Teodorescu, C. (2020). Possibilities for touristic valorization of peatlands protected areas in the harghita mountains and ciuc depression, Romania. Public Recreation and Landscape Protection - With Sense Hand in Hand? Conference Proceedings pp. 344-348
47. Özalkan, S., Özkurt, D. Ş., & Yazıcı Ayyıldız, Y. (2022). Turist rehberleri bakış açısıyla dijitalleşme ve robot rehberler (A Study of. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 10(2), 1415- 1435.
48. Özgürel, G., & Kılınç Şahin, S. (2021). Turizmde robotlaşma: Yiyecek-içecek sektöründe robot şefler ve robot garsonlar. OPUS International Journal of Society Researches, 18 (Yönetim ve Organizasyon Özel Sayısı), 1849-1882. DOI: 10.26466/opus.899296.
49. Özsoy, C. E. (2018). Endüstri 4.0 ve istihdam üzerindeki potansiyel etkisi. Journal of Current Researches on Business and Economics, 8(2): 249-270.
50. Perić, M., & Vitezić, V. (2021). Tourism getting back to life after COVID-19: can artificial intelligence help?. Societies, 11(4), 115.
51. Pulido-Bosch, A., Vallejos, A., Sola, F., & Molina, L. (2020). Groundwater sustainability strategies in the Sierra de Gador-Campo de Dalias system, Southeast Spain. Water, 12(11), 3262.
52. Rimba, A. B., Atmaja, T., Mohan, G., Chapagain, S. K., Arumansawang, A., Payus, C., & Fukushi, K. (2020). Identifying land use and land cover (LULC) change from 2000 to 2025 driven by tourism growth: A study case in Bali. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 43, 1621-1627.
53. Samala, N., Katkam, B. S., Bellamkonda, R. S., & Rodriguez, R. V. (2020). Impact of AI and robotics in the tourism sector: a critical insight. Journal of tourism futures, 8(1), 73-87.
54. Schmidt, M., Gonda, R., & Transiskus, S. (2021). Environmental degradation at Lake Urmia (Iran): exploring the causes and their impacts on rural livelihoods. GeoJournal, 86, 2149-2163.
55. Seyitoğlu, F., Atsız, O., Taş, S., & Kaya, F. (2023). Double-edged perspectives on service robots: working with robots and robots' future career impacts. Journal of Teaching in Travel & Tourism, 23(1), 1-19.
56. Seyitoğlu, F., & Ivanov, S. (2023). Service robots and perceived discrimination in tourism and hospitality. Tourism Management, 96, 104710.
57. Sezgin, M., & Karagöz, B. (2021). Turizmde robotlaşma teknolojisinin kullanımı. Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi, 5(3), 946-959.
58. Soula, R., Chebil, A., McCann, L., & Majdoub, R. (2021). Water scarcity in the Mahdia region

of Tunisia: Are improved water policies needed?. Groundwater for Sustainable Development, 12, 100510.
59. Steinhaeusser, S. C., Lein, M., Donnermann, M., & Lugrin, B. (2022, August). Designing Social Robots' Speech in the Hotel Context-A Series of Online Studies. In 2022 31st IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) (pp. 163-170). IEEE.
60. Topsakal, Y., Yüzbaşıoğlu, N., & Çuhadar, M. (2018). Endüstri devrimleri ve turizm: Türkiye turizm 4.0 Swot analizi ve geçiş süreci önerileri. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23, 1623-1638.
61. Tóth, A., Bihunová, M., & Halajová, D. (2021). Cultural and natural values of small sacral objects and sites in everyday and exceptional slovak landscapes. Public Recreation and Landscape Protection - With Sense Hand in Hand! Conference Proceedings pp. 113-116.
62. Tussyadiah, I. (2020). A review of research into automation in tourism: Launching the Annals of Tourism Research Curated Collection on Artificial Intelligence and Robotics in Tourism. Annals of Tourism Research, 81, 102883.
63. Tussyadiah, I., & Miller, G. (2019). Nudged by a robot: Responses to agency and feedback. Annals of Tourism Research, 78, 102752.
64. Van Esch, P., Cui, Y. G., Das, G., Jain, S. P., & Wirtz, J. (2022). Tourists and AI: A political ideology perspective. Annals of Tourism Research, 97, 103471.
65. Van, N. T. T., Vrana, V., Duy, N. T., Minh, D. X. H., Dzung, P. T., Mondal, S. R., & Das, S. (2020). The role of human–machine interactive devices for post-COVID-19 innovative sustainable tourism in Ho Chi Minh City, Vietnam. Sustainability, 12(22), 9523.
66. Vatan, A., & Doğan, S. (2021). What do hotel employees think about service robots? A qualitative study in Turkey. Tourism Management Perspectives, 37,100775.
67. Wan, L. C., Chan, E. K., & Luo, X. (2021). ROBOTS COME to RESCUE: How to reduce perceived risk of infectious disease in Covid19-stricken consumers?. Annals of Tourism Research, 88, 103069.
68. Webster, C., & Ivanov, S. (2020). Future tourism in a robot-based economy: a perspective article. Tourism Review, 75(1), 329-332.
69. Xiong, X., Wong, I. A., & Yang, F. X. (2021). Are we behaviorally immune to COVID-19 through robots?. Annals of tourism research, 91, 103312.
70. Yan, H., Fu, L., & Hu, X. (2022). Harnessing service robots to increase frontline service employees' safety and health: The critical role of CSR. Safety Science, 151, 105731.
71. Yazici Ayyildiz, A., Baykal, M., & Koc, E. (2022). Attitudes of hotel customers towards the use of service robots in hospitality service encounters. Technology in Society, 70, 101995.
72. Yıldız, S. (2019). Turist rehberliği mesleğinde robot rehberlerin yükselişi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 10(23), 164-177.
73. Yıldız Tonga, M., & Tonga, M. Endüstri 4.0'a genel bir bakış: sanayinin geleceği. GÜ İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi, 6(6), 40-60.
74. Yörük, T., Akar, N., & Özmen, N. V. (2023). Research trends on guest experience with service robots in the hospitality industry: A bibliometric analysis. European Journal of Innovation Management, 3, 11.
75. Zeng, Z., Chen, P. J., & Lew, A. A. (2020). From high-touch to high-tech: COVID-19 drives robotics adoption. Tourism geographies, 22(3), 724-734.
76. Zhang, Y. (2021). A big-data analysis of public perceptions of service robots amid COVID-19.

Advances in Hospitality and Tourism Research (AHTR), 9(1), 234-242.
77. Zheng, L., An, Z., Chen, X., & Liu, H. (2021). Changes in water environment in Erhai Lake and its influencing factors. Water, 13(10), 1362.
78. Zhao, A. (2020, September). Coupling Research of Liaoning Tourism and Economic Growth Based on Grey Relational Theory. In 2020 International Conference on Modern Education and Information Management (ICMEIM) (pp. 574-578). IEEE.
79. Zhong, L., Sun, S., Law, R., & Zhang, X. (2020). Impact of robot hotel service on consumers' purchase intention: a control experiment. Asia Pacific Journal of Tourism Research, 25(7), 780-798.
80. Žibert, M., Prevolšek, B., Pažek, K., Rozman, Č., & Škraba, A. (2021). Developing a diversification strategy of non-agricultural activities on farms using system dynamics modelling: a case study of Slovenia. Kybernetes, 51(13), 33-56.
81. www.turizmguncel.com Retrieved October 12, 2023, from https://www.turizmguncel.com/haber/tui-sektordeki-ilk-robot-istihdamini-yapti-pepper-2e-- h35310.html
82. www.socialtables.com Retrieved October 12, 2023, from https://www.socialtables.com/blog/hospitality-technology/hotel-brands-robot/
83. www.geleceksimdi.com/ Retrieved October 12, 2023, from https://geleceksimdi.com/spyce- restoranda-yemeginizi-robot-ascilar-hazirliyor/
84. www.elsevier.com Retrieved October 19, 2023 from https://www.elsevier.com/tr- tr/solutions/scopus

Ticari Uyuşmazlıkların Çözümünde Tahkimin Farkındalığı: Anket Çalışması (Türkiye)*

Beyza Saygın[1], Elif Kardeş[2]
[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa/ Türkiye
avbeyzasaygin@gmail.com
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa/Türkiye
avelifkardes@hotmail.com

Öz. Dünya çapında her geçen gün gelişen ticaret ile birlikte yoğunlaşan ticari ilişkiler sonucunda doğan uyuşmazlıkların çözümünde daha hızlı, daha az masraflı ve ticaret hayatının kesintisiz şekilde devamını sağlayacak nitelikte çözümler bulma arayışı doğmuştur. Ticari uyuşmazlık çözümünde ticari itibarın ve mevcut ticari ilişkinin korunması için niteliği en uygun ve dünyada en çok tercih edilen alternatif uyuşmazlık çözüm yolu, tahkimdir. Türkiye'de uzlaşı kültürü köklü geleneklere dayanıyor olsa da diğer uyuşmazlık çözümleri gibi tahkimin kurumsallaşması ve görünürlüğü ancak son dönemlerde artış göstermiştir. Ancak şimdiye dek tahkim kurumunun bilinirliğine, etkinliğine ve eksikliklerine ilişkin araştırma bizzat sistemi seçmeye aday olabilecek kişilere yöneltilen bir çalışma ile değerlendirilmemiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'de ticari şirketler penceresinden ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkimin farkındalığını ortaya koymaya yönelik olarak yapılan anket çalışması verilerinin değerlendirilmesi amacıyla; dünya çapında ticari uyuşmazlıkların çözümünde tercih edilen ADR yolları ve tahkim ele alınacak(i), Türk Hukuku uygulamasında tahkim kavramı, tarihi gelişimi ve kurumsal tahkim merkezlerinin etkinliği bağlamında Türkiye'de halihazırda ticari uyuşmazlık çözümünde tahkimin geldiği nokta tartışılacak(ii), son olarak anket verileri ışığında ticari şirketlerin tahkime yaklaşımı ortaya koyulacak, faydalı ve eksik yönler tespit edilip Türkiye'de tahkimin geldiği yer ve geleceğine yönelik değerlendirmeler yapılacaktır(iii).

Anahtar Kelimeler: Tahkim, Alternatif Uyuşmazlık Çözümleri, Dostane Çözümler, Ticari İlişkiler, Ticari Şirketler.

* Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi SGA-2022-529 numaralı proje kapsamında üretilmiştir.

Abstract. A search has arisen to find faster, less costly solutions to ensure the uninterrupted continuation of business life in resolving disputes arising due to commercial relations that intensify with the ever-developing trade worldwide. Arbitration is the most appropriate and preferred alternative dispute resolution method in the world to protect commercial reputation and existing commercial relations in commercial dispute resolution. Although the culture of conciliation in Turkey is based on deep-rooted traditions, the institutionalization and visibility of arbitration, like other dispute resolution, has only increased recently. However, until now, research on the arbitration institution's awareness, effectiveness, and shortcomings has not been evaluated through a study directed to individuals who may be candidates to choose the system.

In this study, to evaluate the data of the survey conducted to reveal the awareness of arbitration in resolving commercial disputes from the perspective of commercial companies in Turkey; ADR methods and arbitration, which are preferred in resolving commercial disputes around the world, will be discussed (i), the current state of arbitration in commercial dispute resolution in Turkey will be discussed in the context of the concept of arbitration in Turkish Law practice, its historical development and the effectiveness of institutional arbitration centers (ii), and finally, survey data. In this light, the approach of commercial companies to arbitration will be revealed, the benefits and deficiencies will be identified, and evaluations will be made regarding the current situation and future of arbitration in Turkey (iii).

Keywords: Arbitration, Alternative Dispute Resolutions, Amicable Resolutions, Commercial Relations, Business Companies.

Giriş

Bir uyuşmazlık doğduğunda, bu uyuşmazlığın mutlaka çözülmesi gerekmektedir. Zira bir hukuk düzeninin süjelerinin aralarındaki uyuşmazlığın varlığını sürdürmeye devam etmesi toplum ilişkilerini bozar. (Göksu, 2019, p.16). Ortaya çıkan uyuşmazlık hızlı ve sağlıklı bir şekilde giderilmedikçe ilişkiler devam edemez. Çağlardan beri medeniyetler, bireylerin zararının tazminini aramak, aralarındaki uyuşmazlığı çözmek için mahkemelerin varlığını kabul etmiştir. Yaygın anlaşıldığı şekliyle geleneksel "adalete erişim" kavramı, devlet mahkemelerine erişimdir. Birey için mahkeme, adaletin kendisine verildiği yerdir. Taraflar arasındaki uyuşmazlıkların giderilmesi esasen devletin görevi olup, devlet bunu yargılama işlevi içerisindeki mahkemeler aracılığıyla yerine getirmektedir. (Tanrıver, 2006, p.152). Ancak dünyada ekonomik liberalizm ve pazarın açılmasıyla birlikte uluslararası ticarette ticari yatırım, teknoloji transferi, inşaat işleri, bankacılık faaliyetleri vb. alanlarda olağanüstü bir büyüme meydana gelmiştir. Buna dayanarak son yıllarda uyuşmazlık sayısının giderek artması sonucu yargılama faaliyeti gereği gibi yerine getirilemez olmuştur. Bireylerin adaletin erişme maksadıyla girmiş olduğu yargılama prosedürlerinin masraflı olması, yargılamaların uzun sürmesi ve geçirilen bu uzun süreç sonunda da taraflar açısından tatmin edici sonuçların çıkmaması, yargılamanın dışında birtakım uyuşmazlık çözüm yöntemlerine olan ihtiyacı artırmıştır. Bu nedenle dünyada alternatif uyuşmazlık çözüm yolları *(Alternative Dispute Resolutions, ADR)* olarak adlandırılan çözüm yöntemleri son yıllarda ön plana çıkmıştır. Bu yöntemler için kullanılan alternatif *(alternative)* kelimesi bunların devlet yargısının yerini aldığı, bu yetkiye ikame edildiği anlamına gelmez. Başka bir deyişle "alternatif" ibaresini, kural olarak mahkemelerde uygulanacak olan "yargılama kurallarının" alternatifleri olarak düşünmek mümkündür. (Ildır, 2003, p.21).

Alternatif uyuşmazlık çözüm yolları, tarafsız bir üçüncü kişinin, uyuşmazlığı çözümlemek hususunda yardımcı olmak ve uyuşmazlığın çözümlenmesine katkıda bulunduğu, devlet mahkemelerinde yürütülen dava yolunun yanında işleyen, seçimlik nitelikteki uyuşmazlık çözüm yolları olarak tanımlanabilir. (Özbek ,2016, p.83). Uyuşmazlık çözümleri -devlet yargısında olduğu gibi- her halükarda uyuşmazlığın iki tarafını içerse de çoğu zaman bir veya birden çok üçüncü kişi de bu çözüme dâhil olmaktadır. Dünyada uygulaması yaygın olarak görünen tarafsız ön değerlendirme, uzlaştırma, arabuluculuk vb. kurumlarda tarafsız üçüncü kişinin uyuşmazlık hakkındaki görüşleri, taraflarca aksi kararlaştırılmadıkça, bağlayıcı bir niteliğe sahip değildir. Bu durum ADR yöntemlerini devlet yargısından ve tahkimden ayırmaktadır. Uyuşmazlık çözümlerinden devlet yargısı ve tahkim, taraflar arasındaki uyuşmazlığı bir yargılama faaliyeti sonunda nihai olarak çözümlemektedir.

Ülkemizde ise kendi aralarında sulhe varamayan taraflar için mümkün olan alternatif çözümler arabulucu, uzlaştırma veya tahkim olmaktadır. Söz konusu yöntemler, açıklandığı gibi taraflar arasındaki uyuşmazlıkların giderilmesinde uygulanabilen ve yargılamanın dışındaki usullerdir. (Özbek,2005, p.91). Mevzuatımızda arabuluculuk yolu için Hukuk Uyuşmazlıklarında Arabuluculuk Kanunu ve ilgili yönetmelik düzenlenmiş, uzlaştırma için Ceza Muhakemesi Kanunundaki ilgili hükümler ve Uzlaştırma Yönetmeliği; tahkim için ise iç tahkim bakımından Hukuk Muhakemeleri Kanunundaki ilgili maddeler ve milletlerarası tahkim için Milletlerarası Tahkim Kanunu düzenlenmiştir.

Kural olarak kişiler arasında meydana gelen uyuşmazlıklar mahkemeler aracılığı ile çözüme bağlanır ancak; maddi hukukta tanınan irade serbestisi prensibinin usul hukukunda uygulanmasının sonucu

olarak, aralarında uyuşmazlık bulunan taraflar yapacakları anlaşma ile bu uyuşmazlık hakkında karar verme yetkisini devletin mahkemesinden alarak özel kişilere devredebilirler. (Nomer et al.,2016, p.15). Tahkim, kanunun tahkim yolu ile çözümlenmesine izin verdiği konuların kapsamında kalması koşuluyla, taraflar arasında doğmuş ya da doğabilecek uyuşmazlıkların, devlet yargısında çözümlenmesi yerine, hakem adı verilen kimseler aracılığı ile çözümlenmesi hususunda tarafların anlaşmasıdır. (Akıncı, 2016, p.29). Uyuşmazlık tarafları, devlet yargılamasına başvurdukları takdirde usule ve esasa ilişkin mevzuatta yer alan tüm kurallara riayet etmiş durumdadırlar. Örneğin mahkemenin dilini, hâkimi (tabii hâkim ilkesi gereği), usule ve esasa uygulanacak hukuku, yargılama süresini, yargılama yerini (ulusal yetki kuralları) vb. kuralları değiştiremezler.

Tahkim; taraflara, tahkim anlaşmasına dayalı geniş bir irade serbestisi içinde, gizlilik esaslı, nispeten daha hızlı ve ucuz bir yargılama sunar. Bu sebepler, özellikle ticari uyuşmazlıklar bakımından tahkimi daha avantajlı kılmaktadır. Ticari hayatta ticari ilişkilerin kesintisiz devamı, taraflar için karşılıklı olarak büyük önem arz eder. Aynı zamanda, iki taraf arasındaki belgelerin dış dünyayla paylaşılmaması ve dünyanın farklı ucundaki tarafların uyuşmazlıklarını en kısa yoldan, hızlı ve bağlayıcı bir şekilde sonlandıracak olmaları da aynı şekilde önemlidir. Tüm bunlar işletmelerin ve iş dünyasındaki insanların, tahkim yolunu devlet yargısına tercih etmesinin sebepleri olarak sayılabilir.

Tahkim yargılaması, tarafların bir uyuşmazlık olduğunda mevcut bir tahkim sözleşmesine/şartına dayanılarak uyuşmazlığı çözmek adına hakem heyetinin teşkili ile birlikte dava-cevap dilekçelerinin sunduğu ve nihai hakem kararıyla sonuçlanan süreçtir. Bunun için öncelikle uyuşmazlığın tahkime elverişli olması gerekmektedir. UNCITRAL Model Kanununda objektif açıdan (konu bakımından) tahkime elverişlilik konusunda bir tanımdan kaçınılmış ve her devlete iç hukukunda düzenleme yapabilme yetkisi tanınmıştır. (Alangoya et al.,2006). Doktrinde, tahkime elverişlilik düzenlemelerinin tahkimin önünü tıkayacak şekilde dar yorumlanmaması gerektiği belirtilmiştir.(Nomer et al., 2016)
.Öyleyse iç hukukumuzdaki düzenlemelerden yola çıkarak; tarafların üzerinde serbestçe tasarruf edebildiği, kamu düzenini ilgilendirmeyen hususlara ilişkin olarak tahkim sözleşmesi yapılabilir ve bu uyuşmazlıklar tahkim eliyle nihai olarak çözülebilir.

Tahkimde asıl olan irade serbestisiyle bu yola başvurulmasıdır. Ancak kanun koyucu bazı durumlarda tahkime başvuruyu zorunlu tutmuştur. Kanundan kaynaklanan bu tahkim türüne zorunlu tahkim denir. Zorunlu tahkim istisnadır ve hangi uyuşmazlıklarda tahkime başvurunun zorunlu olduğu kanun hükümleri ile özel olarak belirlenmelidir. (Kuru, 2001, p.5876). Ticari uyuşmazlıkların da kapsamında olduğu ihtiyari tahkim, Türk hukukunda 6100 sayılı Hukuk Muhakemeleri Kanunu (HMK) ve 4686 sayılı Milletlerarası Tahkim Kanununda (MTK) buna ilişkin kurallarla Türk mevzuatında yer almaktadır. Tahkime ilişkin olarak bu iki kanun arasındaki temel fark yabancılık unsuru taşıyıp taşımadığıdır. (Koral, 1947). İç tahkime ilişkin usule HMK uygulanırken, yabancılık unsuru içeren uyuşmazlıklarda başka usul hukuku belirlenmemişse MTK hükümleri uygulama alanı bulur. Tahkime başvuru ile başlayan, nihai bağlayıcı hakem kararıyla sona eren tahkim yargılaması süreci; hepsinde aşağı yukarı benzer adımlar içerse de taraflarca seçilmiş bulunan kurallara göre farklılaşmaktadır. Mahkeme kararıyla aynı bağlayıcılığa sahip olan hakem kararlarının iptali ve başka ülkelerce tenfizi de mümkündür. Her ülkenin tenfiz hukuku farklı olmakla birlikte 154 ülkenin taraf olduğu Yabancı Hakem Kararlarının Tanınması ve Tenfizine İlişkin New York Konvansiyonu (UNCITRAL Arbitration Rule “as revised in 2010”) sayesinde yabancı ülkede alınan hakem kararlarının etkinlik alanının genişlediği görülmektedir.

1 İlgili Benzer Çalışmalar (Related Works)

Tahkimde bir diğer ayrım ad-hoc ve kurumsal tahkim olarak karşımıza çıkar. Taraflar, ihtiyari tahkim kapsamında aralarındaki uyuşmazlığın çözümü için kurumsal (daimi) tahkim yoluna veya ad-hoc (geçici) tahkime başvurabilirler. (Collier & Lowe,2000). Kurumsal tahkimde, tahkimin cereyan edeceği kurumun önceden hazırlanmış yargılama kuralları vardır. İşte, böyle bir kurumun organizasyonuna tabi olarak ve bu kurumun tahkim kurallarına göre yürütülecek tahkim kurumsal tahkimdir. (Akıncı, 2020, p.7). Dünyada rağbet gören başlıca kurumsal tahkim merkezleri Milletlerarası Ticaret Odası (MTO veya ICC), Amerikan Tahkim Birliği (AAA), Londra Tahkim Merkezi (LCA) ve Stockholm Ticaret Odası Tahkim Merkezidir. Türkiye'de 2015 yılında kurulan ve faaliyete başlayan İstanbul Tahkim Merkezi (ISTAC), bağımsız ve özerk yapıda, modern tahkim ve arabuluculuk kurallarına sahip, dünya standartlarına uygun, üyelik gibi önkoşullar aranmaksızın kamu kurumları dahil tüm taraflara yargılama hizmeti sunan Türkiye'de bu nitelikteki ilk ve tek kurumsal tahkim merkezidir. ISTAC, Türkiye'de bu minvalde kurulmuş ilk ve tek kurumsal tahkim merkezi olduğundan, yargılama faaliyetleri dışında, ülke çapında ADR ve tahkime yönelik bilgi ve birikimin arttırılmasını şiar edinmiştir. Bunun yanında merkezin uluslararası bilinirliğini ve etkinliğini genişletmeye yönelik çalışmalar da yürütülmektedir. ISTAC dışında Türkiye'de ticari uyuşmazlıklar için başvurulabilecek, kurumlar nezdinde oluşturulmuş bazı tahkim merkezleri de mevcuttur. Örneğin Bursa Ticaret Odası Tahkim ve Arabuluculuk Merkezi (BTSOTAM), İstanbul Ticaret Odası Tahkim ve Arabuluculuk Merkezi (ITOTAM), Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Tahkim Merkezi vb.

Dünya çapında ad hoc olarak ve kurumsal tahkim merkezlerince uygulanmakta ve gün geçtikçe yaygınlaşmakta olan tahkimin, doğrudan veya dolaylı olarak hem adaletin temini hem de ekonomik olarak sağladığı çok sayıda yarar sayesinde ülkemizde de devlet yargısının yükünü azaltacağı ve bireylerin adalete en kısa sürede ulaşmasıyla ticari hayatın devamlılığını sağlayacağı düşünülmektedir. Son yıllarda ülkemizde özellikle başta İstanbul Tahkim Merkezi olmak üzere tahkim merkezlerinin yaptığı çalışmalar ve gerçekleştirdiği atılımlar sayesinde tahkime başvuru günden güne artış göstermiştir. Bununla alakalı olarak İstanbul Tahkim Merkezince 2018 yılında konulan dava istatististikleri ve ISTAC Genel Sekreterliğinden alınan bilgiye göre (https://istac.org.tr/wp- content/uploads/2018/05/rakamlarla_istac_tr.pdf) aşağıdaki tablo karşımıza çıkmaktadır; 26 Ekim-31 Aralık 2015 tarihleri arasında dava oranı yüzde 6 iken, 1 Ocak-31 Aralık 2016 döneminde yüzde 27'ye, 1 Ocak-31 Aralık 2017 döneminde yüzde 40'a ulaştığı, 2018 yılının ilk 2 aylık döneminde ise dava başvurusu yüzde 27 olduğu belirtilmiştir. ISTAC Genel Sekreterliğinden alınan bilgiye göre ISTAC'a 2018'de 18, 2019 yılında 27, 2020 yılında ise 45 tahkim başvurusu yapılmıştır.

Görüldüğü üzere tahkime başvuru ile ilgili sınırlı veriler mevcuttur. Ülkemizde henüz tahkimin bilinirliği, tercih edilebilirliği ve sonuçların tatmini ile ilgili kapsamlı bir çalışma ortaya konulmamıştır. Literatürde tahkim uygulaması ve sorunları hakkında pek çok kaynak bulunmakla birlikte, tahkimin asıl tarafı olan ve tahkime işlerlik sağlayacak olan ticari şirketlere nasıl yansıdığı ve uyumluluğu konusunda bir çalışmaya da rastlanmamaktadır. Bu proje sayesinde doktrinel bilgi ve yurtdışı uygulamalarıyla sınırlı olan ticari ilişkilerde tahkim bilgisi, anket çalışmasıyla somutlaştırılmış ve böylece toplumun nabzı tutularak sonuçlar tüm gerçekliğiyle ortaya konulmuştur. Nihayetinde kâğıt üzerinde tahkimin ne olduğunun dışına çıkılarak,

giderilmesi gereken eksikler-yanlışlar tespit edilmiştir. Sonucunda bunların giderilmesi sayesinde tahkim bilincinin artmasına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Çalışma konumuzla tam olarak paralellik göstermese de uluslararası alanda birtakım benzer araştırmalara rastlamaktayız. Örneğin:

- Avustralya'da Victoria Eyalet Hükümeti tarafından 2007'de bir anket (Alternative Dispute Resolution Supplier Survey,2007) yapıldı. Bu anket, Bakanlık tarafından yürütülen alternatif uyuşmazlık çözümüne ilişkin geniş bir projenin parçasıydı. Proje ile alternatif uyuşmazlık çözümüne ilişkin politika taahhütlerini ele almak, alternatif uyuşmazlık çözümüne ilişkin yeni yolları belirlemek ve bakanlık içinde alternatif uyuşmazlık çözümüne odaklanmak için bir araç sağlaması hedeflendi. Alternatif uyuşmazlık çözüm yollarının adalet sistemlerinin karşılaştığı zorluklara yanıt vermede rol oynayabileceği ortaya konulmak istendi. Anket sonucunda ulaşılan raporun içeriğinde Victoria'daki alternatif uyuşmazlık çözümünün çeşitli ve karmaşık yapısı, özel sektörler, düzenleyici kurumlar ve mahkeme ve mahkeme sistemi içindeki ve dışındaki uyuşmazlıkların çözümünde birincil rolü olan kurumların neler olduğunun tespiti bulunmaktadır.
- 2013'te Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü'nün (WIPO) Tahkim ve Arabuluculuk Merkezi (WIPO Center), teknoloji işlemlerinde uyuşmazlık çözümüne ilişkin uluslararası bir anket (https://www.wipo.int/export/sites/www/amc/en/docs/surveyresults.pdf) hazırladı. Bu anketle, ADR yöntemlerinin teknoloji ile ilgili uyuşmazlıklarda devlet yargısına kıyasla tercih edilirliğinin, uyuşmazlık çözüm yollarının niteliksel değerlendirmesi de dahil olmak üzere ortaya koyulması hedeflendi. Ankete yanıt verenlerin belirlenen ihtiyaçları, WIPO Merkezinin ADR hizmetlerini bilgilendirmeye de yardımcı olacaktı. Anket çalışması sonucu elde edilen veriler son iki yılda yapılan teknoloji sözleşmeleri, anlaşmazlıklara yol açan sözleşmeler, uyuşmazlık çözüm maddelerinin seçimi, teknoloji anlaşmazlıklarının türleri ve tarafların amaçları, uyuşmazlıkların çözümünde etkili mekanizmalar (tür, zaman, maliyet) ve teknoloji işlemlerinde uyuşmazlık çözümüne ilişkin gözlemler başlıkları altında raporlandı.
- 2018 yılında Queen Mary Üniversitesi ile White&Case Hukuk Ofisi iş birliğinde uluslararası tahkim ile ilgili bir anket (https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/2018) ortaya koyuldu. Anketin bulgularının, o zamana kadar benzeri görülmemiş 922 anket yanıtından ve 142 yüz yüze veya telefon görüşmesinden alındığı ortaya koyulmuştur. Ankete katkıda bulunan kullanıcıların geniş coğrafi dağılımının yanı sıra bu büyük sayılar, anketi gerçekleştirilen en kapsamlı çalışma haline getirmiştir. Anketle uluslararası tahkimin evrimine ilişkin sayısal bir değerlendirme yapılması ve geniş çeşitli bir katılımcı havuzunun merceği aracılığıyla gelişme alanlarını kilit noktaların belirlenmesi amaçladı. Daha da önemlisi, anket, uluslararası tahkimin gelecekteki gelişimini etkileyebilecek temel yenilikleri ve faktörleri belirlemeye çalıştı.
- Uluslararası tahkim ve uyuşmazlık çözümüne odaklanan çeşitli çok uluslu şirketlerden kurumsal danışmanlardan oluşan bir dernek olan CCIAG ile yine Queen Mary Üniversitesi iş birliğinde 2020 yılında Yatırımcı-Devlet Uyuşmazlık Çözümüne (ISDS) yönelik bir anket hazırlandı. Bu çalışmanın amacı yatırımcı-devlet uyuşmazlık çözümü ortamına ilişkin yatırımcıların görüşlerini bir araya getirmek ve onların bakış açısından hangi reformları belirleneceği, yatırım anlaşmazlıklarının çözümünü devletler ve yatırımcılar arasında yabancıları teşvik edecek şekilde en iyi şekilde iyileştirebilir hale getirmekti.

2 Gereç ve Yöntem (Method and Material)

Verilerin toplanmasında anket yöntemi kullanılmıştır. Anketin hazırlanması aşamasında künyelerini kaynakça da paylaştığımız çeşitli ulusal ve uluslararası literatürde yer alan çalışmalardan faydalanılmıştır. Anket formunda sosyo-demografik özellikleri ölçek için sorular yer almaktadır. Bu kapsamda katılımcıya yaşı, cinsiyeti, çalıştığı şirketin bulunduğu coğrafi bölge, eğitim durumu ve kıdem yılı bilgileri sorulmuştur. Anketin devamında yer alan sorular, şirketlerin ortaya çıkan ticari uyuşmazlıkları algılama ve hukuki çözüm üretme yöntemlerinin tespiti, katlandıkları maliyetler ve elde ettikleri sonuçlar ön tespit yapılması planlanmakta, ardından katılımcıların alternatif bir yöntem olarak tahkim müessesesini ne kadar bildikleri, bu yöntemi hâlihazırda başvurdukları çözüm yöntemleri karşısında nasıl gördükleri ve tahkim yöntemini tercih etme niyetlerini tespiti etmek amacıyla oluşturulmuştur. Aynı zamanda ayrıştırıcı bilgiler elde edilebilmesi için çeşitli açık uçlu sorularda ankette yer almaktadır. Katılımcıların tahkim ile ilgili görüşlerinin ortaya koyulduğu ölçekte, katılımcıların görüşleri tahkimin bilinirliği, tahkimin etkinliği, tahkimin tercih edilebilirliği ve tahkimin geleceği olmak üzere dört farklı ölçek kullanılmak suretiyle tespit edilmektedir. Ölçeklerde yer alan her bir soruda beşli likert kullanılmıştır. Yüksek puanlı cevaplar soruların güçlü bir şekilde desteklendiğini göstermektedir. Ölçekleri sırasıyla inceleyecek olursak Tahkimin bilinirliği kavramı 9 soru ile ölçülmektedir. Sorularda beşli likert kullanılmaktadır. Yüksek puanlar tahkimin bilinirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçekte yer alan örnek soru "Alternatif uyuşmazlık çözüm yöntemleri hakkında bilgi sahibiyim." şeklindedir. Tahkimin etkinliği kavramı 5 soru ile ölçülmektedir. Sorularda beşli likert kullanılmaktadır. Yüksek puanlar tahkimin etkinliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçekte yer alan örnek soru "Tahkim yolunun uyuşmazlıkların çözümünde etkili olduğunu düşünüyorum." şeklindedir. Tahkimin tercih edilebilirliği kavramı 10 soru ile ölçülmektedir. Sorularda beşli likert kullanılmaktadır. Yüksek puanlar tahkimin tercih edilebilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Tahkimin geleceği 9 soru ile ölçülmektedir. Sorularda beşli likert kullanılmaktadır. Yüksek puanlar Türkiye'de tahkimin kullanılabilirlik açısından bir geleceğinin olduğunun güçlü bir şekilde desteklendiğini göstermektedir.
Analiz kapsamında öncelikle kullanılacak ölçeklerin geçerlilik ve güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler kapsamında iç tutarlılık güvenilirliği, açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi, birleşme geçerliliği ve ayrışma geçerliliği yer almıştır. Kullanılacak ölçeklerin maddelerinin birbiriyle ne ölçüde tutarlı olduğunu ölçmek için Cronbach's alfa ve birleşik güvenilirlik (Composite Reliability-CR) değerleri hesaplanmıştır. Verilerin dağılımı çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılarak ve normallik testleri kullanılarak incelenmiştir.

Araştırma kapsamında demografik ve çoktan seçmeli sorular frekans analizleri kullanılarak özetlenmiştir. Tahkimin bilinirliği, etkinliği, tercih edilebilirliği ve geleceği isimli değişkenlerin; yaş, eğitim durumu ve şirket gelirine göre farklılık gösterip göstermediği, bölge/şehir ve cinsiyete göre farklılıklarını ortaya koymak üzere ANOVA testi ve T-testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılmaması durumunda non-parametrik testler kullanılmıştır.

3 Tartışma ve Sonuçlar (Discussion and Results)

Türkiye'de daha önce çalışma yapılmamış bir alan olarak ticari ilişkilerde tahkimin bilinirliğini ortaya koymak, tahkimin ticari ilişkilerde bilinirliğinin tespiti, ticari şirketlerde tahkim bilincine sahip çalışanların ve/veya yöneticilerin bulunup bulunmadığının tespiti, tahkime dair yapılan

bilgilendirmelerin ve bilgiye ulaşım imkânının yeterli olup olmadığının ve nasıl destekleneceğinin belirlenmesi , devlet yargılamasıyla tahkimin kıyaslanarak katılımcıların farklı parametrelerde yaptıkları tercihlerin tespiti, ticari şirketlerde karşılaşılan uyuşmazlıkta şirketin ilgili organının ilk aşamada veya herhangi bir şekilde tahkime başvurup başvurmadığının tespiti ,tahkim yoluna güvenin anlaşılması, ticari uyuşmazlıkların çözümüne ticari hayatın devamlılığı için en uygun uyuşmazlık çözümünün hangisi olduğunun belirlenmesi, ülke çapında gelinen aşamada tahkime dair olumlu durumların tespiti ,tahkime dair uygulamadaki eksiklerin ve/veya yanlışların tespiti, tahkimin bilinirliğinin ve uygulanmasının arttırılması için yapılması gerekenlerin tespiti amacıyla anket araştırması yapılmıştır.

Üç bölümden oluşan anketin ilk bölümü şirketlerin ticari uyuşmazlıkların çözümüne yaklaşımını tespit etmeye yöneliktir. İkinci bölüm tahkimin bilinirliği, etkinliği ve geleceği konularında üç alt bölümden oluşmaktadır. Üçüncü ve son bölümde ise meslek, cinsiyet, şirket türü gibi genel bilgileri içermektedir.

4.1 Birinci Bölüm: Şirketlerin Uyuşmazlık Çözümüne Dair Yaklaşımı (Chapter One: Companies' Approach to Dispute Resolution)

Bu bölümdeki sorular alternatif uyuşmazlık çözümleri hakkında Türkiye'deki ticari şirketler tarafından yeterince bilgi sahibi olunup olunmadığını saptamak amacıyla sorulmuştur. Bu amaçla katılımcılara *"İşiniz/Şirketiniz son 5 yıl içinde arabuluculuk, tahkim veya devlet yargısı ile sonuçlanan yaklaşık kaç ticari anlaşmazlık içine girmiştir?"* diye sorulduğunda son beş yıllık zaman diliminde tahkim veya devlet yargısında bir uyuşmazlığın sonuçlanma sayısı şirketlerin yaklaşık %46'sının 11 ila 30 uyuşmazlık arasında yoğunlaştığı görülmüştür. Katılımcılara yöneltilen*"Uyuşmazlıkları çözme aracını seçerken en çok hangi faktör kararınızı etkiler?"*sorusu karşısında bir uyuşmazlığın çözümünde kişilerin karşılaştıkları maliyet, süre, olası sonuç, usul faktörlerinin neredeyse aynı oranda uyuşmazlığın çözümünde dikkate alındığı görülmüştür.

Katılımcıların ticari bir anlaşmazlıkta hangi uyuşmazlık çözüm yolunu tercih edeceği sorulduğunda ise devlet yargısına nazaran alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına daha olumlu baktıkları görülmüştür. Ancak tahkim yolunun diğer alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına nazaran daha az tercih edildiği de görülmüştür. Anket çalışması bir bütün olarak ele alındığında bunun sebebinin tahkim konusunda yeterli bilgi ve deneyimin olmamasından kaynaklandığı söylenebilir.*"Daha önce uyuşmazlık çözümünde mahkemeye başvurduysanız ortalama toplam maliyet (yargılama giderleri, avukatlık ücreti vb.) yaklaşık ne kadar tuttu?"* sorusu sorulduğunda bir uyuşmazlığın devlet yargısında çözüm süresi ve maliyeti dikkate alındığında, sürecin yavaş ve maliyetli olduğu görülmüştür. (Maliyet sorusu 2022 yılı ekonomik verilerini içermektedir.)

Uyuşmazlık çözümünde daha önce alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına başvuranların katılımcıların %27,6'sı oranında olduğu, alternatif uyuşmazlık çözümünü uyuşmazlık çözmenin yolu olarak görme konusunda evet, hayır ve belki yanıtlarında belirgin bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Katılımcılara*"Ticari uyuşmazlıkların çözümünde mahkeme (devlet yargısı) dışı bir çözümü tercih edecek olursanız bu yol hangisi olur?"* diye sorulduğunda ticari uyuşmazlıkların çözümünde diğer alternatif çözüm yollarından müzakere ve arabuluculuğun tahkime nazaran daha fazla tercih edildiği ancak aralarında belirgin bir fark olmadığı görülmüştür. Alternatif uyuşmazlık çözüm yollarının dava şartı olarak uygulanmasının olumlu ve gerekli olup olmadığı konusunda "evet", "hayır" ve "kararsızım" seçeneklerinde belirgin bir fark görülmemiştir. Katılımcılara tahkim yolu

başvurularının süre ve maliyet bakımından ne kadar olduğu sorulduğunda, süre bakımından devlet yargısına nazaran daha hızlı çözümlendiği görülmektedir. Tahkim yolu maliyeti konusunda ise maliyetin "70.000 TL ve üstü" yanıt verenlerin sayısının fazla olduğu görülmüştür. Dünyadaki tahkim merkezleri hakkında katılımcıların büyük çoğunluğunun bilgi sahibi olduğunu söylediği görülmekle birlikte kısmen bilgi sahibi olduğunu ya da hiç bilgi sahibi olmadığını söyleyenlerin sayısı katılımcıların yaklaşık
%41,9'udur. Türkiye'deki kurumsal tahkim merkezleri hakkında ise katılımcıların büyük çoğunluğu bilgi sahibi olduğunu söylemiştir. Katılımcılara tahkim yolunun mahkemelere oranla daha az tercih edilir olmasında en fazla etkili olan faktör sorulduğunda en fazla tercih edilen yanıtın "maliyet" olduğu görülmektedir.

Bu bölümdeki sorular alternatif uyuşmazlık çözümleri hakkında Türkiye'deki ticari şirketler tarafından yeterince bilgi sahibi olunup olunmadığını saptamak amacıyla sorulmuştur. Bu bağlamda anketten elde edilen veriler, katılımcıların yarısından fazlasının alternatif uyuşmazlık çözümleri hakkında bilgi sahibi olduğunu ortaya koysa da kararsızlar ile beraber katılımcıların yarısının alternatif uyuşmazlık çözümleri hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte alternatif uyuşmazlık çözümleri hakkında bilgi sahibi olma konusunda kararsız tutum sergileyen katılımcıların büyük çoğunluğunun toplumun uzlaşıya eğilimli bir kültürel anlayışa sahip olmadığını savunduğu görülmektedir. Bu iki referanstan yola çıkılarak, beklenen şekilde, mahkeme dışı yöntemlerin uygulanmasının başarılı sonuçlar doğurması ile ilgili diğer soruda katılımcılar, toplumun uzlaşı kültürüne sahip olması ile alakalı soruyla benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Alınan verilerden anlaşılmaktadır ki katılımcıların yarısı alternatif uyuşmazlık çözümleri hakkında yeterince bilgi sahibi olmayıp toplumun uzlaşı kültürüne sahip olmaması ve diğer nedenlerle mahkeme dışı çözümlerin başarı sağlayacağını düşünmemektedir.

4.2 İkinci Bölüm: Tahkim Farkındalığı (Chapter Two: Arbitration Awareness)

Anket çalışmasının bu bölümünde katılımcıların tahkim farkındalığını tespit etmek amacıyla, tahkimin bilinirliği, etkinliği, tercih edilebilirliği ve geleceği hakkında ne düşündükleri tespit edilmeye çalışılmıştır

4.2.1 Tahkimin Bilinirliği (Recognition of Arbitration)

Bu bölümde katılımcıların tahkim ile ilgili bilgi sahibi olup olmadığı, mahkeme yoluyla tahkimin kıyaslanması ilgili sorular sorulmuş, ülkemizde tahkimin geldiği nokta tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla katılımcılara alternatif uyuşmazlık çözüm yöntemleri ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolu hakkında bilgi sahibi olup olmadıkları, Türk toplumunun uzlaşıya eğilimli bir kültürel anlayışa sahip olup olmadığı ve mahkeme dışı yöntemlerin ülkemizde başarı şansı olup olmadığı yönünde sorular sorularak ticari uyuşmazlıkların çözümünde daha önce tahkim yoluna başvuranların da oranı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tahkimin bilinirliğine ilişkin yapılan anket çalışmasının bu bölümünde; katılımcıların yaklaşık yüzde 26'sı alternatif uyuşmazlık çözüm yöntemleri hakkında tamamen bilgi sahibi olduğunu ifade etmiştir. Katılımcılardan Türk toplumunun uzlaşıya (mahkeme dışı çözümlere) eğilimli bir kültürel anlayışa sahip olduğunu tamamen düşünenlerin oranı yaklaşık yüzde 26'dır. Türkiye'de uyuşmazlık çözümünde alternatif yöntemlerin (mahkeme dışı) uygulanması başarılı sonuçlar doğuracağına tamamen katılanların oranı ise %23.8 dir. Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolu hakkında

tamamen bilgi sahibi olanların oranı %26.6 dır. Ülkemizde tahkim hakkındaki bilgilendirmenin tamamen yeterli olacağını ve tahkim hakkında tamamen bilgiye erişimin yeterli olduğunu düşünenlerin sayısı %25 ‘dir. Bununla birlikte katılımcıların sadece %26.8’i ülkemizde tahkim yoluna dair yasal düzenlemelerin tamamen yeterli olduğunu düşünmektedir. Tahkimin ülkemizde yeteri kadar tanıtıldığını tamamen düşünenlerin sayısı ise oran olarak %25.4’tür. Bununla birlikte 974 katılımcıdan 132’si tahkimin yeteri kadar tanıtılmadığı fikrine sahiptir. Katılımcıların %13,7’si ise ticari uyuşmazlıkların çözümünde daha önce tahkime başvurmadığını belirtmiştir.

İlgili soruların sonuç verilerinde görülmektedir ki; kararsızlarla beraber katılımcıların neredeyse yarısı tahkim yolu hakkında yeterince bilgi sahibi olmayıp ülkemizde tahkim hakkındaki bilgilendirmeler ve yasal düzenlemelerin yeterli olmadığını, tahkimin yeterince tanıtılmadığını savunmaktadır. Son olarak katılımcıların neredeyse yarısının daha önce ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkime başvurmadığı görülmektedir. İlgili sorunun sonuç verilerinde oransal olarak yüksek olan kararsızlar açısından ayrı bir değerlendirme yapıldığında ise tahkime başvurunun sürece hâkim ve bilgi sahibi kişilerce gerçek anlamda yapılıp yapılmadığı konusunda tereddüt oluşmuştur. Tüm bu tespitler sonucunda tahkimin ülkemizde yeteri kadar tanıtılmadığı ve ticari şirketlerin tahkime başvuru konusunda beklenilen aksine büyük oranda çekimser kaldığı söylenebilir.

4.2.2 Tahkimin Etkinliği (Effectiveness of Arbitration)

Bu bölümde katılımcılara tahkimin ülkemizde ne kadar etkili olduğunu ve diğer alternatif uyuşmazlık çözüm yöntemlerine nazaran etkisinin ne olduğu ölçülmeye çalışılmıştır. Tahkimin etkinliğine ilişkin yapılan anket çalışmasının bu bölümünde tahkim yolunun uyuşmazlıkların çözümünde etkili olduğuna tamamen katılanların oranı; katılımcıların %28’idir. Buna karşın tahkim yolunun uyuşmazlıkları çözmede etkili olduğunu düşünmeyip bu fikre tamamen katılanların oranı ise %24,5’dir. Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolunun diğer alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına oranla daha etkili olduğu düşüncesine tamamen katılanların oranı %25 olup, ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolunun kullanılmasının ticari hayatın akışında şirketlere kolaylık sağlayacağı düşüncesine tamamen katıların oranı ise %25.9’dur. Bu oran devlet yargısı mı tahkim mi diye sorulduğunda
%25,6’dır. Bu oranlara bakıldığında tahkimin uyuşmazlıkları çözmede etkinliği konusunda olumlu bir bakış açısı olsa da tahkimin etkin bir yöntem olduğun inananların sayısı yeterli düzeyde değildir.

Bu bölümde tahkimin diğer alternatif uyuşmazlık çözüm yollarıyla kıyaslanarak etkinliği saptanmaya çalışılmış, bu amaçla tahkimin etkili olup olmadığının sorulduğu soruya katılımcılar yarıdan fazla oranda olumlu cevap vermiştir. Ancak bu veri anketin önceki sorusundaki verilerle kıyaslandığında daha önce tahkime başvuru yapmayan katılımcıların bu soruya olumsuz yanıt verdiği tespiti yapılabilir. Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkimin devlet yargısına oranla etkisinin tespit edildiği soruya katılımcılar yarıdan fazla oranda olumlu yanıt verse de bu soru özelinde kararsızların sayısında artış görülmüştür. Öyleyse her ne kadar anket verilerinde tahkim yolunun kullanılmasının ticari hayata olumlu katkı sağlayacağının değerlendirilmesi yüksek oranda çıksa da tahkimin etkinliği konusunda katılımcılarda net bir fikir oluşmadığı söylenebilir.

4.2.3 Tahkimin Tercih Edilebilirliği (Preference of Arbitration)

Tahkimin tercih edilme oranını ve olasılığını ölçmek amacıyla bu bölümde katılımcılara “ticari

uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolu devlet yargısına kıyasla daha ucuzdur", "Tahkim yolu, ticari uyuşmazlıkları devlet yargısına kıyasla daha hızlı çözer.", "Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolunun devlet yargısına kıyasla daha güvenilirdir"," Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolu diğer alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına kıyasla daha güvenilirdir", "Tahkim yargılamasında görev alan hakemler uyuşmazlıkları çözmede yetkindir." "Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolu devlet yargısına (mahkemelere) kıyasla daha adildir.", "Ticari uyuşmazlıklar için tahkim yolunu kullandığımda ticari sırlarımın güvende olduğunu düşünüyorum.", "Ticari uyuşmazlıklar için tahkim yolunu kullandığımda ortaya çıkabilecek sorunlarda haklarımın korunacağını düşünüyorum.", "Ticari uyuşmazlıklar için tahkim yolunu kullanmanın avantajları, dezavantajlarından fazladır.", "Ticari uyuşmazlıklar için tahkimi bir uyuşmazlık çözüm yolu olarak tercih ederim." önermelerini "1"ila "5" arasındaki sayılarla puanlamaları istenilmiştir.

Elde edilen veriler ışığında tahkimin tercih edilebilirliğine ilişkin yapılan çalışmada; Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolu devlet yargısına kıyasla daha ucuz olduğu düşüncesine tamamen katılanların oranı %25,7 iken devlet yargısının hızı konusunda bu oran %27,1 dir. Tahkim yolu ve devlet yargısı güvenilirlik bakımından kıyaslandığında tahkimin devlet yargısına oranla daha güvenilir olduğuna tamamen katılanların oranı 24,5'dir. Tahkimin devlet yargısına nazaran daha adil olduğunu düşünenlerin oranı ise %23,2'dir.Ticari uyuşmazlıkların çözümünde tahkim yolunun diğer alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına kıyasla daha güvenilir olduğuna tamamen katılanların oranı
%21,8'dir. Çalışmada tahkim yargılamasında görev alan hakemlerin yetkinlikleri de araştırılmıştır. Buna göre tahkim yargılamasında görev alan hakemlerin uyuşmazlıkları çözmede yetkin olduğu düşüncesine tamamen katılanların oranı %24,9'dur. Ticari uyuşmazlıklar için tahkim yolunu kullandığında ticari sırlarının tamamen güvende olduğunu düşünenlerin oranı %24,6 iken bu yolu kullandığında ortaya çıkabilecek sorunlarda haklarının korunacağını düşünenlerin oranı ise %24,2'dir. Katılımcıların sadece %26'sı ticari uyuşmazlıklar için tahkim yolunu kullanmanın avantajlarının dezavantajlarından fazla olduğuna tamamen katılmaktadırlar. Ticari uyuşmazlıklar için tahkimi bir uyuşmazlık çözüm yolu olarak tercih edip etmeyecekleri sorulduğunda katılımcıların %24,1'i tamamen tercih edeceklerini belirtirken %25,9'u olumsuz düşüncelerini belirtmişlerdir.

Tahkimin devlet yargısına kıyasla tercih edilebilirliğinin ölçüldüğü sorularda olumlu cevap veren katılımcı sayıca üstün olsa da olumsuz yanıt veren katılımcı sayısının kayda değer şekilde fazla olduğu görülmektedir. İlgili bölümde verilen soruların ardından ticari uyuşmazlıklar için tahkimi bir uyuşmazlık çözüm yolu olarak tercih ederim önergesine yaklaşık yüzde 25 oranında olumsuz, yaklaşık yüzde 20 oranında kararsız oy verilmiştir. Buradan da tahkimin olumlu yönlerini bilmeyen veya tecrübe etmeyen katılımcıların tahkimi uyuşmazlık çözüm yolu olarak tercih etmeme eğilimi gösterdikleri çıkarılabilir.

4.2.4 Tahkimin Geleceği (The Future of Arbitration)

Bu bölümde tahkimin ülkemizdeki geleceğinin tespiti amacıyla katılımcılara; "Ticari uyuşmazlıklarda tahkim yolunun kullanımının yaygınlaşması Türkiye'nin uluslararası arenada tahkim dostu bir ülke olarak tanınmasını sağlayacaktır.", "Türkiye'nin tahkim dostu bir ülke olması ülkenin itibarını arttıracaktır.","Türkiye'nin tahkim dostu bir ülke olması uluslararası ticari yatırımları teşvik edecektir.","Pandemi süresince tahkim yargılamasının aksamaması

uyuşmazlıkların çözümünü ve ticari hayatın devamlılığını olumlu yönde etkilemiştir.", "Tahkim yargılamalarının çevrimiçi olarak yürütülebilmesi uyuşmazlıkların çözümünü olumlu yönde etkilemektedir.", "Tahkim yargılamalarının çevrimiçi olarak yürütülebilmesi ticari hayatın devamlılığını olumlu yönde etkilemektedir.", "Tahkim ile birlikte başka alternatif uyuşmazlık çözüm yönteminin karma şekilde uygulanması usulüne olumlu bakıyorum.", "Tahkim yargılamalarında yapay zekâ teknolojisi kullanılması fikrine olumlu bakıyorum.", "Tahkim yargılamalarında blok zincir ve kripto para teknolojisi kullanılması fikrine olumlu bakıyorum." önermelerini "1"ila "5" arasındaki sayılarla puanlamaları istenilmiştir.

Elde edilen veriler ışığında tahkimin geleceğine ilişkin yapılan çalışmada; ticari uyuşmazlıklarda tahkim yolunun kullanımının yaygınlaşmasının Türkiye'nin uluslararası arenada tahkim dostu bir ülke olarak tanınmasını sağlayacağı düşüncesine tamamen katılanların oranı %28,9'dur. Türkiye'nin tahkim dostu bir ülke olmasının ülkenin itibarını arttıracağı düşüncesine tamamen katılanların oranı %27,2 olup Türkiye'nin tahkim dostu bir ülke olmasının uluslararası ticari yatırımları teşvik edeceği düşüncesine tamamen katılanların oranı ise %27,1'dir. Katılımcıların %28,7'si Covid-19 salgını süresince tahkim yargılamasının aksamamasının uyuşmazlıkların çözümünü ve ticari hayatın devamlılığını olumlu yönde etkilediğine tamamen katılmaktadırlar. Tahkim yargılamalarının çevrimiçi olarak yürütülebilmesinin uyuşmazlıkların çözümünü olumlu yönde etkileyeceği düşüncesine tamamen katılanların oranı %30.8 olup, bu durumun ticari hayatın devamlılığına olumlu yönde katkı sağlayacağına tamamen katılanların oranı ise %29.8'dir. Tahkim ile birlikte başka alternatif uyuşmazlık çözüm yönteminin karma şekilde uygulanması usulüne tamamen olumlu bakanların oranı %27.4 iken tahkim yargılamalarında yapay zekâ teknolojisi kullanılması fikrine tamamen olumlu bakanların oranı %26,8'dir. Katılımcılara tahkim yargılamalarında blok zincir ve kripto para teknolojisi kullanılması fikri de sorulmuştur. Bu soruya katılımcıların %28,1'i tamamen olumlu baktıklarını belirtmişlerdir.

Tahkimin geleceğine dair anket sorularına verilen cevaplar genel anlamda anket sorularına verilen cevaplar ile paralellik göstermektedir. Tahkime dair olumlu görüşlere sahip olan katılımcıların Türkiye'nin tahkim dostu ülke statüsü, tahkimin gelişimi ve geleceği ile ilgili sorulara da olumlu yanıt verdiği söylenebilir. Ancak kararsız ve olumsuz oy kullanan katılımcılar bu bölümde de aynı tutumu devam ettirmiştir. Özellikle tahkim yargılamalarının çevrimiçi olarak yürütülebilmesi ve tahkimde yapay zekâ teknolojisi ile ilgili önermeler katılımcıların yüzde 50'sinden fazlası için olumlu karşılık görmüştür. Bu durum her ne kadar tahkimin geleceği açısından umut vaat etse de anket genelinde yaptığımız çıkarımlarda tahkim yargılamalarının gerçek anlamda bilinip benimsenmediği bir toplumda inovatif gelişmelerin de anlaşılıp benimsenmesinin zor olduğunu ve hatta bunun tahkimin esas amacından ayrılacak anlayışlara ve uygulamalara yol açabileceğini söyleyebiliriz.

4.3 Üçüncü Bölüm: Katılımcılara İlişkin İstatistiksel Bilgiler (Chapter Three: Statistical Information on Participants)

Çalışma konumuzla ilgili yapılan anket araştırması sonucunda TÜİK'in belirlediği 12 bölgedeki nüfus yoğunluğuna göre ve iş yoğunluğuna göre iller seçilerek o illerden datalar toplanmıştır. Buna göre;

Katılımcıların 475'i kadınlardan (%49) oluşurken 499'u (%51) erkeklerden oluşmaktadır. Anket

katılımcılarının %51'ini lisans mezunları oluştururken %49'unu ise lisansüstü mezunları oluşturmaktadır. Katılımcıların sadece %12'sini 55 yaş ve üzeri katılımcılar oluştururken, %37'sini 46- 54 yaş grubu oluşturmaktadır. Hukuk asistanları anket katılımcılarının sadece %5'ini oluştururken, Hukuk Uzmanları katılımcıların %30'unu oluşturmaktadır. En çok katılımcının yer aldığı şehir %34 ile İstanbul olurken onu %10 ile Ankara, %9 ile İzmir ve %8 ile Bursa takip etmiştir. Şirket türüne göre baktığımızda ise katılımcıların %52'sini KOBİ çalışanları oluştururken, %48'ini büyük ölçekli şirket çalışanları oluşturmaktadır. Son olarak katılımcıların çalıştıkları sektörlere göre bir sıralama yaparsak
%29 ile sanayi sektörü ilk sırada yer alırken onu %27 ile hizmet sektörü, %26 ile inşaat sektörü ve %18 ile tarım sektörü takip etmektedir.

5 Sonuç ve Gelecekteki Çalışmalar (Conclusions and Future Work)

Mahkeme yargısına nazaran hızlı ve avantajlı olan tahkim yargılamasının Türkiye'deki genel durumuna baktığımızda uygulayıcıların tahkime olumlu bir bakış sergilediği ancak bu bakış açısının devlet yargısı ya da diğer alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına nazaran alışkanlık haline gelmediği dolayısıyla yeterli düzeyde bilincin olmadığı görülmektedir. Bu bilincin oluşmamasının nedeninin ise çalışma verilerinden yola çıkılarak, tahkim ve tahkime ilişkin usulün bilinmemesi olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmada şirketlerin devlet yargısına nazaran alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına daha olumlu yaklaştığı, tahkim konusunda yeterli bilgi ve deneyimin olmaması nedeniyle tahkim yoluna çekimser kalındığı görülmektedir. Ayrıca tahkim yolunun mahkemelere oranla daha az tercih edilir olmasında en fazla etkili olan faktörün "maliyet" olduğu tespit edilmiştir.

Tahkime başvuru özendirilmek isteniyorsa, bu topraklarda yer alan barışçıl ve uzlaşmaya dayalı ruhun motivasyonuyla Türkiye'de alternatif uyuşmazlık çözümüne ve tahkime dair sağlıklı adımlar atılmalıdır. İlk etapta alternatif uyuşmazlık çözüm yollarının işlevsellik kazanması için tek başına yasal düzenlemeler yeterli olmayıp; halkın neden alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına başvurmalıyım sorusuna tatmin edici cevaplar bulabileceği, toplumun her kesiminden insanın bilgilendirildiği ve anlaşılır bilgiye erişiminin kolaylaştırıldığı, zorunlu uygulanmalardan çok rasyonel tasarılarla düşünsel, bireysel ve kurumsal engellerin önünün açıldığı, toplumda devlet yargısının verdiği hukuki güvenin alternatif uyuşmazlık çözüm yollarında sağlanmasına yönelik çalışmaların ve örneklerin ortaya koyulduğu, alternatif uyuşmazlık çözüm yollarına başvurmaya dair çekincelerin giderildiği ve bu yollara başvurulmasının davalaşmaya kıyasla mevcut avantajları hakkında toplumda olumlu bir kanı oluşturup bunun yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu süreçte direnç, önyargı ve kaygıların aşılmasının temini için, sürecin işleyişine katkı sağlayacak tüm kurum, kuruluşlar ve kamuoyu bilgilendirilmeli, üniversiteler, meslek kuruluşları ve yargı erkinin süjelerinin sürece aktif biçimde katılımlarının gerçekleştirilmesinin ve destek vermelerinin yolları araştırılmalıdır.

Toplumda günümüzdeki arabuluculuk uygulamalarının yasal düzenlemelerle, eğitimlerle daha görünür hale gelmesi gibi tahkim ile ilgili de tahkimin ruhuyla örtüşecek atılımlar yapılması tahkimin hem uygulayıcılar hem de toplum açısından daha benimsenen bir çözüm yolu olmasını sağlayacaktır. Tahkim yargılamasının işleyişi dışında tahkimin çekince sayılabilecek unsurları daha net açıklanmalıdır. Örneğin; özellikle katılımcıların tahkimin maliyeti konusunda çekinceleri olup bu hususun özellikle büyük dava değerine sahip uyuşmazlıklar için tam tersi bir avantaj olduğunun bilinir hale getirilmesi gerekmektedir. Diğer yandan tahkim yargılamaları sonunda

verilecek kararın niteliği, hukuk uygulayıcıları tarafından bilinmekteyse de ticari toplumda devlet yargısında verilen mahkeme kararlarının daha kuvvetli olduğu düşünülmektedir. Bu hususta tahkim usulünün gizlilik unsuruna riayet edilerek gerekirse somut verilerle açıklamalar yapılması bu hususta da netlik sağlayabilecektir.

Çalışmada büyük ölçekli ticari şirketlerin tahkime daha sıcak baktığı görülmektedir. Gerçekten de tahkimin esnek, taraf iradelerine bağlı, hızlı bir yol olması bu şirketlerce tercih edilirliğini artırtırmıştır. Diğer yandan orta ve küçük ölçekli şirketlerin çekimser olsa da tahkimi kabul etmeye ve öğrenmeye istekli olduğu sonucuna varılabilir. Tahkimde toplumun bilgisinin ve deneyiminin arttırılması ticari hayatta da şirketlerin hukuk uygulayıcıları tarafından tahkimi daha tercih edilir bir yol olması konusunda ikna edecektir.

Açıklanan hususlar yasal düzenlemeler, bakanlık ve üniversite destekli eğitimler, tanıtımlar vb. araçlarla yapılabilir. Tüm bunlarla beraber Türkiye'deki kurumsal tahkim merkezleri halka daha yakın temas kurmak adına özellikle ticari hayatta çalışanlara gerekli eğitimleri sağlayabilir. Toplumda bilincin ve deneyimin artmasıyla Türkiye'nin, tahkim alanında uluslararası düzeyde de tanınan bir merkez haline gelebileceğine inanıyoruz.

Kaynaklar

1. Akıncı Z.(2016), Milletlerarası Tahkim, İstanbul: Vedat Kitapçılık, İstanbul, s. 29. Akıncı Z.(2020), Milletlerarası Tahkim, 5. Baskı, İstanbul: Vedat Kitapçılık, s 7.
2. Alangoya Y, Yıldırım K, Yıldırım N.D.(2006), Hukuk Muhakemeleri Kanunu Tasarısı Değerlendirme ve Öneriler, İstanbul: İstanbul Barosu Yayınları, s. 215
3. Collier J. And Lowe V., (2000) The Settlement of Disputes in International Law, Oxford: Oxford University Press, s. 45-185.
4. Göksu M. (2019)., Alternatif Uyuşmazlık Çözüm Yolları ve Tahkim-Arabuluculuk-Uzlaştırma, 1. Basım, İstanbul: Seçkin,.s.16
5. Ildır, G., (2003). Alternatif Uyuşmazlık Çözümü, İstanbul: Seçkin Yayınları.s.21
6. Koral R.(1947), "İç Hukukumuzda Tahkim", İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası, Cilt 13, Sayı 3, ss. 2–4.
7. Kuru B. (2001), Hukuk Muhakemeleri Usulü,1. Bası, Ankara: Demir Yayıncılık, 2001, s. 5876. Nomer E., Ekşi N., Gelgel G.Ö.(2016), Milletlerarası Tahkim Hukuku, İstanbul: Beta Yayıncılık.
8. Özbek M.(2005), "İdari Uyuşmazlıkların Çözümünde Yargılama Dışı Usuller (I), Birinci Bölüm Türk Hukukunda ve Mukayeseli Hukukta İdari Uyuşmazlıkların Çözümünde Yargılama Dışı Usuller", TBB Dergisi, S. 56, s. 91.
9. Özbek M. S.(2016), Alternatif Uyuşmazlık Çözümü, 4.Bası, Ankara: Seçkin Yayıncılık, s.83.
10. Tanrıver S.(2006), "Hukuk Uyuşmazlıkları Bağlamında Alternatif Uyuşmazlık Çözüm Yolları ve Özellikle Arabuluculuk", TBB Dergisi, S. 64, s. 152.
11. Rakamlarla istac https://istac.org.tr/wp-content/uploads/2018/05/rakamlarla_istac_tr.pdf
12. Rapor, https://www.wipo.int/export/sites/www/amc/en/docs/surveyresults.pdf (Erişim Tarihi: 25.12.2021).
13. Survey, Alternative Dispute Resolution Supplier Survey(2007). Department of Justice, Copyright State Government of Victoria, Melbourne.Mayıs 2007.
14. Uluslararası Tahkim Anketi (2018). International Arbitration Survey: The Evolution of

International Arbitration, https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/2018-international-arbitration-survey- evolution-international-arbitration-0 (Erişim tarihi: 20.09.2023)
15. UNCITRAL, UNCITRAL Arbitration Rule (as revised in 2010); United Nations Commission On International Trade Law, https://www.uncitral.org/pdf/english/texts/arbitration/NY-conv/New- York-Convention-E.pdf, 12.02.2021.

BAZEL III, Maliyyə İnklüzivliyi və İqisadi İnkişafa Gedən Yol

i.e.n., dos. Rəsulova Mətanət Rəsul qızı
Bakı Dövlət Universiteti, Maliyyə və menecment kafedrasının dosenti
matanatrasulova@bsu.edu.az
İİTKM, insan resursları üzrə menecer
matanat.rasulova@ereforms.gov.az

Museyibov Ayaz Rafikoğlu
UNEC doktorant, Adjunct lecturer at UNEC MBA
Business School Rafigoglu.ayaz@gmail.com

Xülasə

Bazel III standartları xüsusilə 2008-ci il maliyyə böhranından sonra bank sektorunun tənzimlənməsi, nəzarət və risklərin idarə edilməsi proseslərini gücləndirmək məqsədilə işlənib hazırlanmışdır. Bu məqalədə müəyyənləşdirilmiş Basel III standartları ilə maliyyə inklüzivliyinin təmin olunması və onun iqtisadi artıma birgə təsirləri ilə necə kəsişdiyi araşdırılır. Müvafiq ədəbiyyatların və siyasət sənədlərinin geniş təhlili vasitəsilə tədqiqatda yüksəlmiş tələblərin kapitala, leverec əmsallarına və likvidlik normalarına, bank sektorunun demoqrafik qruplara xidmət göstərmək qabiliyyətinə təsiri araşdırılır. Nəticələr göstərir ki, Bazel III bank sektorunun sabitliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırsa da, onun yüksək kapital tələbləri bəzi qrupların kreditə çıxışını məhdudlaşdıra bilər ki, bu da maliyyə inklüzivliyi üçün çox vacibdir. Digər tərəfdən, tədqiqatda riskə ehtiyatlı yanaşmanı qoruyaraq maliyyə xidmətlərinin genişləndirilməsinə istiqamətlənən Bazel III-ə reaksiya olaraq ortaya çıxan innovativ bank üsulları nəzərdən keçirilmişdir. Sənəddə belə qənaətə gəlinir ki, Bazel III maliyyə inklüzivliyinə müəyyən maneələr yaratsa da, o, həm də banklara sabitliyi saxlamaqla biznes strategiyalarını daha əhatəli hazırlamaq üçün tənzimləmə şansı verir. Bazel III standartlarının maliyyə inklüzivliyi strategiyaları ilə inteqrasiyası davamlı iqtisadi artımı təşviq etməkdə, xüsusilə əhalinin böyük bir hissəsinin hələ də maliyyə cəhətdən kənarda qaldığı inkişaf etməkdə olan iqtisadiyyatlarda əhəmiyyətlidir. Məqalədə maliyyə sabitliyi və inklüziv iqtisadi tərəqqi kimi iki məqsədi birləşdirən siyasətin həyata keçirilməsində balanslaşdırılmış yanaşmanı təklif edir.

Açar sözlər: maliyyə inklüzivliyi, Bazel III, maliyyə savadlılığı, monitorinq, Bank Nəzarəti üzrə Bazel Komitəsi

Abstract

The Basel III framework was developed to reinforce the banking sector's regulatory, supervisory, and risk management processes, especially following the financial crisis of 2008. This article delves into how the standards set by Basel III intersect with efforts towards financial inclusion and their combined effects on economic growth. Through an extensive review of literature and policy documents, the research investigates the impact of heightened capital requirements, leverage ratios, and liquidity norms on the banking sector's capacity to serve the unbanked and underbanked demographics. The results indicate that although Basel III has largely enhanced the stability of the banking sector, its rigorous capital requirements could unintentionally limit credit access to disadvantaged groups, which is crucial for financial inclusion. On the flip side, the study sheds light on innovative banking methods that have surfaced as a reaction to Basel III, focusing on extending financial services while maintaining a cautious approach to risk. The paper deduces that while Basel III presents certain obstacles to financial inclusion, it also provides a chance for banks to adjust their business strategies to be more inclusive, without sacrificing stability. Integrating Basel III guidelines with financial inclusion strategies is essential to promote sustainable economic growth, particularly in developing economies where a large segment of the population is still financially excluded. The article advocates for a balanced approach in policy implementation that marries the twin goals of financial stability and inclusive economic progress.

Key words: financial inclusion, Basel III, financial literacy, monitoring, Basel Committee on Banking Supervision

Giriş.

Makroiqtisadi sabitliyin və milli iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətinin qorunub saxlanılması ölkə iqtisadiyyatı üçün mövcud və potensial mənfi təsirlərin qarşısının alınması istiqamətində qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsini şərtləndirir. Müasir dövrdə maliyyə sabitliyinin təmin edilməsində maliyyə inkluzivliyi, istehlakçı hüquqlarının qorunması və maliyyə savadlılığı mühüm əhəmiyyət kəsb edən amillərdir. Təsadüfi deyildir ki, Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2022-ci il 22 iyul tarixli 3378 nömrəli Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş "Azərbaycan Respublikasının 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası"nda dayanıqlı artan rəqabətqabiliyyətli iqtisadiyyat üzrə strateji çərçivə müəyyənləşdirilmişdir. Bu strateji çərçivədə maliyyə sektorunun bütün seqmentlərinin iqtisadiyyatda rolunun artırılması, iqtisadiyyatın maliyyələşməsində bank sektorunun iştirakının yüksəldilməsi, maliyyə inklüzivliyinin genişləndirilməsi, maliyyə xidmətlərinin əlçatanlığı, əhali və biznes subyektlərinin maliyyə resurslarına çıxış imkanlarının artırılması nəzərdə tutlmuşdur.[Azərbaycan Respublikasının 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası, 2022]

Azərbaycan iqtisadiyyatı, ilk növbədə, hərəkətverici qüvvəsi olan neft-qaz sektoru sayəsində əhəmiyyətli artıma nail olmuşdur. Təkcə son 20 il ərzində Azərbaycanda ÜDM 4 dəfə artım nümayiş etdirmişdir.[Azərbaycan Respublikasının 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası, 2022]Bununla belə, davamlı iqtisadi inkişaf üçün maliyyə sektoru çox əhəmiyyətli rola malikdir. İqtisadi artımın təşviqində, investisiyaların cəlb edilməsində və resursların səmərəli bölüşdürülməsində maliyyə sektorunun rolu danılmazdır. Bununla belə, Azərbaycan neft sektorundan asılılıq, iqtisadiyyatın şaxələndirilməsinə ehtiyac və investisiya mühitinin yaxşılaşdırılması kimi problemlərlə üzləşir.

Azərbaycanın iqtisadi mənzərəsi ölkənin inkişaf edən maliyyə sektoruna əhəmiyyətli təsir göstərən transformativ dəyişikliklərə məruz qalır. Bu dəyişikliyin əsas aspektlərindən biri maliyyə sabitliyinin və inklüzivliyin gücləndirilməsinə mühüm təsiri olan Bazel III standartlarının qəbul edilməsidir. Bu məqalədə bu beynəlxalq bank qaydalarının Azərbaycanda iqtisadi artıma və maliyyə inklüzivliyinə mümkün təsirləri araşdırılır.

Bazel III standartlarının əhəmiyyəti

Möhkəm və sağlam ənənələrə əsaslanan bank sistemi dayanıqlı iqtisadi inkişaf üçün təməl rolunu oynayır. Bu gün bank sektorunu inkişaf etdirmək məqsədilə qlobal kapital və likvidlik qaydaları əhəmiyyətli dərəcədə təkmilləşdirilir. 1974-cü ildə İsveçrənin Bazel şəhərində Onluq Qrupu (G10) ölkələrinin mərkəzi banklarının prezidentləri tərəfindən yaradılmış Beynəlxalq Hesablaşmalar Bankı (BIS) - beynəlxalq maliyyə təşkilatıdır ki, fəaliyyətinə mərkəzi banklar arasında əməkdaşlığın təşviqi və beynəlxalq maliyyə hesablaşmalarının asanlaşdırılması funksiyaları daxildir, o, eyni zamanda, iqtisad və pul-kredit tədqiqatları mərkəzidir. G10 Onluq Qrupu 1962-ci ildə Borclar üzrə Paris Baş Sazişini imzalayan on dövlətdir. Beləliklə, Bank Nəzarəti üzrə Bazel Komitəsi tərəfindən hazırlanmış Bazel III bank sektorunun tənzimlənməsi, nəzarəti və risklərin idarə edilməsini gücləndirmək üçün nəzərdə tutulmuş hərtərəfli islahat tədbirlərini əks etdirir. Bu tədbirlər ilk növbədə bankların maliyyə və iqtisadi şokları udmaq qabiliyyətini artırmaq, risklərin idarə edilməsini və idarəetməni gücləndirmək, şəffaflığı artırmaq məqsədi daşıyır. [Bank for International Settlements, 2011]

Bank Nəzarəti üzrə Bazel Komitəsi BIS-in köməyi ilə fəaliyyət göstərən, müxtəlif ölkələrdə qəbul edilmiş bank fəaliyyətinin tənzimlənməsi üçün vahid standart və metodikalar işləyib hazırlayan təşkilatdır. Komitəyə ən böyük ölkələrin mərkəzi banklarının nümayəndələri daxildir. Beynəlxalq

maliyyə təşkilatlarının nümayəndələri komitədə müşahidəçi qismində çalışırlar. Beləliklə, Komitənin mərkəzi banklar, tənzimləyici qurumlar, beynəlxalq təşkilatlar və digər qurumlardan ibarət 9 müşahidəçi üzvü mövcuddur. [Bank for International Settlements, 2011]

Bazel III 2010-2011-ci illərdə bank sahəsində təsdiq edilmiş tənzimləmə qərarlarına dair metodiki tövsiyyələri özündə əks etdirən Bank Nəzarəti üzrə Bazel Komitəsinin sənədidir. Bazel III 2008-ci il maliyyə böhranından sonra Bank nəzarəti üzrə Bazel Komitəsi tərəfindən tərtib olunmuşdur. Bankların fəaliyyəti ilə bağlı bu yeni standartların əsas hədəfi böhran ərzində üzə çıxmış problemləri həll etmək idi. Basel III islahatlarının əsas məqsədi mənbəyindən asılı olmayaraq bank sektorunda maliyyə və iqtisadi gərginlikdən yaranan şokları udmaq qabiliyyətini artırmaq və beləliklə, maliyyə sektorundan real iqtisadiyyata sıçrama riskini azaltmaqdır. Komitənin hərtərəfli islahat paketi maliyyə böhranının nəticələrinə əsaslanaraq bank sistemində risklərin idarə edilməsini və idarəetmənin təkmilləşdirilməsini, habelə şəffaflığın gücləndirilməsini hədəfləyir. Bununla bərabər, islahat paketinə Komitənin sistem əhəmiyyətli transsərhəd bankların tənzimləməsini gücləndirmək səyləri daxildir.

Bankların fəaliyyətinin təhlilinin nəticələrinə görə promlemlərdən biri səhmdarların zəif məsuliyyət daşıması olmuşdur ki, bu da böhran dövründə durumun tənzimlənməsi üçün dövlətin müdaxiləsini zəruri etmişdir. Digər problem isə bankların likvidliyinin qiymətləndirilməsi və uzunmüddətli təmin edilməsinin çətinliyidir. Bu problemin həlli üçün Bazel komitəsi tərəfindən qısamüddətli likvidlik və xalis stabil ehtiyatların yaradılmasına dair iki yeni normativ hazırlanmışdır. Başqa bir problem kimi bankların mürəkkəb maliyyə alətləri ilə bağlı əməliyyatlara cəlb olunması qeyd olunurdu.

Bazel III-də qlobal sistem əhəmiyyətli banklar üzrə (G-SIBs) kapital və likvidlik tələbləri, bir qayda olaraq, ölkələrin milli qanunvericilik qaydalarına transfer edilir. 2018-ci ilin noyabr ayında Bank nəzarəti üzrə Bazel Komitəsi qlobal sistem əhəmiyyətli banklar üçün kapital və likvidlik üzrə Bazel standartlarının tətbiqinə dair 27 ölkə üçün hesabatları dərc edərək hələ də müasir standartların qəbul edilməsində həll olunmamış problemlərin mövcudluğunu qeyd etmişdir. [Шакер И. Е, 2019, 146]

Bazel Sazişinin üçüncü hissəsi 2000-ci illərin sonlarında maliyyə böhranı ilə bağlı maliyyə tənzimləməsindəki çatışmazlıqlara cavab olaraq hazırlanmışdır. Bazel III-ə keçid prosesinin 2013-cü ildə başlanması planlaşdırılmışdı. Nəzərdə tutulan adaptasiya dövrü 6 ildən çox olmayan müddəti əhatə edirdi. Başqa sözlə, 2019-cu ilin başlanğıcı yeni standartlara keçidin son tarixi kimi planlaşdırılmışdı.

Cədvəl 1. Əsas dəyişikliklər: Bazel III

Tənzimləmə elementləri	Təklif olunan dəyişikliklər
"I dərəcəli Kapital "- minimal miqdar	4% - dən 6% - ə qədər (01.01.2013 - dən 4,5%, 01.01.2014 -dən – 5,5 % , 01.01.2014 -dən – 6,5%) artırılır
Ehtiyat kapital buferi	Zəif iqtisadi konyunktura dövründə bankın dayanıqlı mövqeyini təmin etmək üçün istifadə olunur. Yalnız öz nizamnamə kapitalından formalaşmalıdır. Banklar kapital ehtiyat buferini 2,5% səviyyəsində saxlamalı olacaqlar, həmçinin nizamnamə kapitalına olan tələblər 7%-ə qədər - "I dərəcəli Kapital" - 4,5% + ehtiyat buferi - 2,5%. Ehtiyat təminatı yaratmayan banklar dividend ödənişləri, səhmlərin geri alınması və bonus ödənişləri ilə bağlı məhdudiyyətlərlə üzləşəcəklər.
Kontr-tsiklik kapital buferi	Nizamnamə kapitalının 0-2,5%-ni təşkil edəcək. Dəqiq miqdar investisiya tənzimləyicisinin konkret vəziyyətindən asılı olaraq müəyyənləşdirilir

"Səhmdar Kapitalı" - baza komponentləri	2 %-dən 4,5 % -ə qədər (01.01.2013-dən -3,5 %, 01.01.2014-dən – 4%, 01.01.2015-dən - 4,5%) artırılır
Likvidlik normativləri	01.01.2015 tarixindən Likvidliyin örtülmə əmsalının tətbiqi. Xalis sabit maliyyələşdirmə əmsalının tətbiqi. Likvidlik göstəricilərinin monitorinqi üçün əlavə tədbirlərin tətbiqi aşağıdakılara yönəldilmişdir: aktiv və passivlərin müddətli strukturunda uyğunsuzluqlar haqqında maliyyələşdirmənin konsentrasiyasına (təmərküzləşməsinə) dair; mövcud öhdəliksiz aktivlər üzrə
Minimum kapital tələbi	"Məcmu Kapital" üzrə tələb 8% səviyyəsində saxlanılır. Ehtiyat kapital buferi nəzərə alınmaqla kapitalın ümumi məbləği 10,5%-ə qədər artırılır.

Mənbə: Bazel Komitəsinin məlumatları əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir.
https://www.bis.org/bcbs/basel3.htm

Bank nəzarəti üzrə Bazel Komitəsi böhranla əlaqədar olaraq likvidlik riskinin monitrinq və qiymətləndirilmsi üçün beynəlxalq standartları işləyib hazırlamışdır. Komitə bu nəticəyə gəlmişdir ki, bank risklərinin idarə edilməsinə bank nəzarət sistemi zəifdir. Bu baxımdan zəruri addımlar elan edilmişdi:

- bank likvidliyi risklərinin idarə edilməsi səviyyəsinə görə effektiv bank nəzarət sisteminin yaradılması;

- böhran vəziyyətində risklərin idarə edilməsində reaksiyalar və cavab tədbirlərinin hazırlanması və çatışmazlıqların aradan qaldırılması.

Həmçinin, Bazel Komitəsi müxtəlif ölkələrdə likvidlik səviyyələrinin monitorinqinin aparılması təcrübəsini ümumiləşdirərək daha effektiv monitorinq alətlərini müəyyən etmişdir. Nəzarət orqanları minimal alətlər dəsti kimi bu alətlərdən istifadə etməlidir. Belə alətlərə kredit təşkilatında vəsaitlərin daxil olma və axın vaxtı arasındakı uyğunsuzluğun qiymətləndirilməsi daxildir. Bu müəyyən bir dövrdə likvid vəsaitlərin defisit və ya kəsirini xarakterizə edir. Ümumiyyətlə, qeyd edək ki, Bazel III- ün tətbiqi zamanı aşağıdakı əsas xüsusiyyətlərinə, həyata keçirilmə şərtlərinə diqqət yetirilməlidir:

- banklar üçün kapital tələblərinin artırılması;
- kapitaldan ayırmaların miqdarının artırılması;
- kapitalın artırılması məqsədləri üçün istifadə olunan icazə verilən alətlərin spektrinin daraldılması;
- risk əmsallarının artması;
- kapital və borc vəsaitləri əmsalının tətbiqi;
- kontrsiklik buferin tətbiqi;
- likvidlik standartlarına tələblərin artması;
- törəmə maliyyə alətləri üzrə mərkəzləşdirilmiş qarşılıqlı hesablaşmalar;
- sistem əhəmiyyətli və ya sistemi təşkil edən əhəmiyyətli maliyyə institutları ilə bağlı əlavə tədbirlər.

Bazel III standartlarının ən mühüm faydaları kimi isə, onların sektorun dayanıqlılığına olan töhfələri, şəffaflığı artırması, risk idarəetməsini təkmilləşdirməsi və yekun nəticədə investorların inamını artırmasını qeyd etmək olar.[Meilan Yan, Maximilian J.B. Hall, Paul Turner, 2012, 73-82], [Thi Ngoc Lan Le, Muhammad Ali Nasir, Toan Luu Duc Huynh, 2023, 146-157]

Qrafik 1. Bazel standartlarının gətirdiyi bəzi faydaları

Azərbaycanda Basel III standartlarına keçid prosesi

2019-cu ildə Azərbaycanın Maliyyə Bazarlarına Nəzarət Palatası (Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin 2016-cı il 3 yanvar tarixli 760 nömrəli Fərmanı əsasında yaradılmış və Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin 2019-cu il 28 noyabr tarixli 1616 nömrəli Sərəncamı ilə ləğv edilmiş, maliyyə bazarlarına nəzarət orqanının müəyyən edilmiş səlahiyyətləri Mərkəzi Banka verilmişdir) likvidlik riskinin idarə edilməsi üçün Likvidliyin örtülmə əmsalının (LCR) tətbiqinə diqqət yetirərək, Bazel III standartlarına keçid planlarını açıqlamışdır. Bu addım Basel III-ün bankların iqtisadi və maliyyə şoklarına qarşı dayanıqlığının artırılması, risklərin idarə edilməsi proseslərinin təkmilləşdirilməsi və bank sektorunda şəffaflığın artırılması məqsədlərinə uyğundur. Azərbaycanda Bazel III-ün tətbiqi ilə daha stabil bank sisteminin yaradılması, effektiv risklərin idarə edilməsi sistemlərinin inkişafı və ümumi maliyyə sisteminin sabitliyinin təmin edilməsi gözlənilir. Bu keçid Azərbaycanın bank sektorunun beynəlxalq standartlara uyğunlaşdırılması istiqamətində mühüm addımdır, ölkənin iqtisadi inkişafına və maliyyə inklüzivliyinə töhfə verir. [Azerbaijani banking sector preparing to switch to Basel III standards, 2019]

Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankının İdarə Heyətinin 2020-ci il 24 aprel tarixli 16/1-2 nömrəli Qərarı ilə "Bank kapitalının və onun adekvatlığının hesablanması Qaydaları" təsdiq edilmişdir. Bu Qaydalar Azərbaycan Respublikasında fəaliyyət göstərən banklar və xarici bankların yerli filialları üçün məcmu kapitalın strukturunu, komponentlərini, adekvatlıq və leverec əmsallarını, onların minimum miqdarını və hesablanması qaydalarını müəyyən edir. Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankının İdarə Heyətinin 2023-cü il 18 oktyabr 49/1 nömrəli Qərarı ilə təsdiq edilmiş "Banklarda likvidlik riskinin idarə edilməsi Qaydası"na müvafiq olaraq hesabatlar əsasında monitorinq və qiymətləndirmələr həyata keçirilir. Bu Qərar 2023-cü ilin 1 dekabr tarixindən qüvvəyə minmişdir və həmin tarixdən Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankının İdarə Heyətinin 2009-cu il 20 noyabr tarixli qərarı (33 nömrəli protokol) ilə təsdiq edilmiş və 2009-cu il 01 dekabr tarixli 3484 nömrəli şəhadətnamə verilməklə dövlət qeydiyyatına alınmış "Bankların likvidliyinin idarə olunması haqqında Qaydalar" ləğv edilmişdir. Bu yenilənmiş Qaydada əvvəlki tələblər daha da təkmilləşdirilərək Bazel Komitəsinin beynəlxalq standartlarının son tələbləri əhatə edilməklə bərabər, xarici nəzarət orqanlarının təcrübəsi, Beynəlxalq Valyuta Fondunun ekspertlərinin verdiyi tövsiyələr, eləcə də bank ictimaiyyətli ilə müzakirə zamanı mütərəqqi təkliflər nəzərə alınmışdır. Qaydada likvidlik riski iştahası, siyasəti, daxili qaydaları, likvidlik riskinin müəyyənləşdirilməsi, qiymətləndirilməsi, monitorinqi və hesabatlığına dair tələblər təkmilləşdirilmişdir.

Monitorinqin ikinci ən vacib obyekti, kontragentlər, alətlər və valyutalar kontekstində kredit

təşkilatlarının aktivlərinin böyük maliyyələşmə mənbələrinin olmasıdır. Maliyyələşmə mənbələrinin həddindən artıq konsentrasiyası onlardan birinin əlçatanlığının əhəmiyyətli dərəcədə azalması halında vəsaitlərin likvidlik defisitinin yaranması riskini ehtiva edir. Yeni təsdiq olunmuş Qaydada cəlb olunmuş vəsait mənbələrinin konsentrasiyasına dair yeni monitorinq aləti (Herfindal-Hirşman aləti) təqdim edilmiş, ani likvidlik əmsalı normativinin tərkibi təkmilləşdirilmişdir. Həmçinin, bankın normal və stress şəraitində ödəniş və hesablaşmalar üzrə yaranan öhdəlikləri vaxtında icra etmək üçün gündəlik likvidliyin idarə olunmasına dair prinsiplər və tələblər müəyyən olunmuşdur.

Kredit təşkilatlarının monitorinqinin üçüncü istiqaməti kimi mərkəzi banklar tərəfindən Bazel Komitəsi girov altında mərkəzi bankda və ya banklararası bazarda kifayət etməyən likvidliyin əldə edə biləcək öhdəliyi olmayan keyfiyyətli aktivlərin mövcudluğu və kafiliyinin qiymətləndirilməsini tövsiyə edir. Bankda likvidlik mövqeyi proqnozlaşdırılmasının təkmilləşdirilməsi çərçivəsində yenilənmiş Qaydada Bazel III standartlarında təqdim olunan bank müştərilərinin davranışı ilə əlaqədar tarixi məlumatlara əsaslanan məcmu və xarici valyutada ayrılıqda Likvidliyin örtülmə əmsalı (LCR) normativi gətirilmişdir. Əmsalın məqsədi bankın öz fəaliyyətini fasiləsiz davam etdirməsi, o cümlədən öhdəliklərini tam və vaxtında icra etməsi məqsədilə qısamüddətli dövrdə (30 gün) stress şəraitində likvidlik üzrə dayanıqlığın təmin edilməsidir.

Bazel III çərçivəsində kapital ehtiyatına daha yüksək tələblər bank sektorunun iqtisadi tənəzzüllərə qarşı dayanıqlılığını gücləndirir. Qaydalar banklarda daha möhkəm risklərin idarə edilməsi təcrübələrinin inkişafına təkan verə bilir. Bu baxımdan, beynəlxalq standartlara uyğunluq perspektivdə Azərbaycanın bank sektorunun nüfuzunu yüksəldəcək, daha çox xarici investisiya cəlb edilməsinə gətirib çıxaracaq.

Maliyyə sektorunun və inklüzivliyinin iqtisadi inkişafda rolu

Qeyd etdiyimiz kimi, maliyyə xidmətlərinə çıxış imkanlarının əlçatanlığı və bərabərliyi kimi müəyyən edilən maliyyə inklüzivliyi iqtisadi inkişafda mühüm rol oynayır. Azərbaycanda Bazel III-ün tətbiqi dolayısı ilə müxtəlif kanallar vasitəsilə maliyyə inklüzivliyinə təsir göstərəcəkdir. İlk öncə o qeyd olunmalıdır ki, bu standartlar çərçivəsində kapital tələblərinin sərtləşdirilməsi kiçik və orta sahibkarlığın (KOS) maliyyəyə çıxışı üçün müəyyən çətinliklər yarada bilər. Çünki daha sərt kapital tələbləri ilə üzləşən banklar kreditləşməyə daha az vəsait xərcləməyə başlayacaqlar ki, bu da kreditə ehtiyacı olan seqmentlər içərisində ən zəif göstəricilərə malik kiçik və orta sahibkarlığa birbaşa təsir edə bilər. Digər tərəfdən, Basel III çərçivəsində daha sabit bank sektoru KOS-ların böyüməsi üçün vacib olan kreditlərə çıxışı yaxşılaşdıra və nəticədə maliyyə inklüzivliyini artıra bilər.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2016-cı il 6 dekabr tarixli 1138 nömrəli Fərmanı ilə təsdiq edilmiş "Azərbaycan Respublikasında maliyyə xidmətlərinin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi"ndə qeyd edildiyi kimi, postneft iqtisadiyyatına keçid və qeyri-neft iqtisadiyyatının inkişaf etdirilməsi istiqamətində mühüm işlərdən biri effektiv maliyyə inklüzivliyi sisteminin formalaşdırılmasıdır. Ölkədə maliyyə inklüzivliyinin artımına nail olunması iqtisadi fəaliyyətin dəstəklənməsinə, sahibkarlığın inkişafına, məşğulluğun yaxşılaşdırılmasına, ev təsərrüfatlarının istehlak imkanlarının artırılmasına və gəlir bərabərsizliyinin aradan qaldırılmasına əlavə dəstək verə bilər. Bundan əlavə, mikro, kiçik və orta sahibkarlığın (MKOS) maliyyə xidmətlərinə çıxışının yaxşılaşması ayrı-ayrı şirkətlərdə və bütövlükdə ölkədə məhsuldarlığın artmasına, məşğulluq imkanlarının genişlənməsinə və resursların daha məhsuldar bölgüsünə kömək edə bilər.[Azərbaycan Respublikasında maliyyə xidmətlərinin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi, 2016]

Azərbaycanda maliyyə inklüzivliyi

Faydalı və əlçatan maliyyə məhsulları və xidmətlərinə çıxışın təmin edilməsi prosesi olan maliyyə inklüzivliyi iqtisadi inkişaf üçün bir tramplindir. Azərbaycanda maliyyə inklüzivliyinin səviyyəsi yaxşılaşsa da çağırışlar hələ də qalmaqdadır. Əsas maneələr arasında kənd yerlərində bank xidmətlərinə əlçatanlığın məhdud olması, maliyyə savadsızlığı və bəzən məhdudlaşdırıcı təsir bağışlayan tənzimləyici hüquqi-normativ mühiti qeyd etmək olar. Müxtəlif tənzimləyici orqanlarla yanaşı, beynəlxalq qurumlarla birgə əməkdaşlıq vasitəsilə maliyyə inklüzivliyini artırmaq istiqamətində aktiv fəaliyyətlər göstərilir.

Maliyyə inklüzivliyinin gücləndirilməsi məqsədilə Maliyyə Xidmətləri üzrə Strateji yol xəritəsində nəzərdə tutulmuş islahat tədbirləri çərçivəsində ipoteka və kredit zəmanət fondu, ölkənin ilk özəl kredit bürosu və daşınar əmlakın yüklülüyü üzrə dövlət reyestri yaradılmışdır [Azərbaycan Respublikasında maliyyə xidmətlərinin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi, 2016]. Kiçik və orta sahibkarlıq subyektlərinin maliyyə resurslarına çıxış imkanlarını genişləndirmək və onlara institusional dəstək mexanizmlərini təkmilləşdirmək, dövlət və özəl qurumlarının bu sahədə fəaliyyətini əlaqələndirmək, regionlarda sahibkarlığın inkişafına əlverişli şərait yaradılması, bu sahəyə yerli və xarici investisiyaların cəlb edilməsi məqsədilə Azərbaycan Respublikasının Kiçik və Orta Biznesin İnkişafı Agentliyi (KOBİA) yaradılmışdır [Kiçik və orta sahibkarlıq sahəsində idarəetmənin daha da təkmilləşdirilməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı, 2017]. Lakin qeyd olunan istiqamətdə arzuolunan nəticələrə nail olunması məqsədilə tədbirlərin sürətləndirilməsi və kiçik və orta sahibkarlığın fəaliyyətində KOBİA-nın rolunun artırılması faydalı olardı. Belə ki, Beynəlxalq Valyuta Fondunun 2019-cu ilin fevral ayı üzrə hesabatına əsasən kiçik və orta sahibkarlıq subyektlərinin kreditə çıxış prosesində qarşılaşdığı ən böyük çağırışlardan biri təminat və girov məbləğlərinin az olması ilə bağlıdır. Dövlət Statistika Komitəsinin rəsmi statistikalarının təhlili də ötən müddət ərzində görülmüş tədbirlərə baxmayaraq, kiçik və orta sahibkarlığın iqtisadiyyatda rolunun o qədər də artmadığını göstərir.

Qrafik 2. Kiçik və orta biznes subyektlərinin kreditə çıxışı, 2022.

Mənbə: Dünya Bankı, https://www.enterprisesurveys.org/en/data/exploretopics/finance

O da qeyd olunmalıdır ki, xaricdən investisiya cəlb olunmasının nisbətən asanlığı, milli-mənəvi dəyərlərdə möhkəm ortaq əsasların olması, ölkənin bank sektorunda bu sahədə məlumatlılıq səviyyəsinin yüksək olmasını, mahiyyəti etibarilə real sektorun maliyyələşdirilməsində yüksək imkanlara malik olmasını nəzərə alaraq, kiçik və orta sahibkarlığın maliyyə resursları ilə təminatında islam bankçılığının imkanlarından istifadə olunması və normativ-hüquqi baza formalaşdırmaqla ölkədə fəaliyyəti üçün şərait yaradılması nəzərdən keçirilə bilər. Azərbaycan müvafiq imkanlardan həm bir sıra inkişaf etmiş Avropa banklarında olduğu kimi yerli, korporativ bankların timsalında tətbiqini təmin etməklə (bankların daxilində ayrıca struktur bölmələrin yaradılması yolu ilə), həmçinin də, bu sahədə ixtisaslaşmış Körfəz ölkələrinin investorlarını, bank şəbəkələrini cəlb etmək yolu ilə yararlana bilər.

Ötən illər ərzində görülmüş işlər nəticəsində texnoloji imkanların genişlənməsi maliyyə institutlarının müştərilərlə münasibətlərini yeni keyfiyyət müstəvisinə yüksəltmiş, internet və mobil rabitədən istifadənin ötən illərə nisbətən genişlənməsi ənənəvi maliyyə xidmətlərinin alternativ kanallarla və yeni bazar iştirakçıları (finteklər) tərəfindən daha aşağı xərc və yüksək sürətlə təklif edilməsi imkanlarını artırmışdır. Lakin qlobal miqyasda da ötən illər ərzində maliyyə sektoru texnologiyaların tətbiqi ilə özünün ənənəvi funksiyalarından tamamilə uzaqlaşmışdır və görülmüş tədbirlərə baxmayaraq, ölkənin bank sistemində informasiya texnologiyalarının tətbiqi dairəsi hələki potensialdan zəifdir.[2018–2020-ci illərdə Azərbaycan Respublikasında rəqəmsal ödənişlərin genişləndirilməsi üzrə Dövlət Proqram, 2018] Bu istiqamətdə ölkə banklarının innovativ həllərdən və yeni texnologiyalardan, yeni əməliyyat sistemlərindən istifadəyə dair maraqlarının stimullaşdırılması ilə bağlı tənzimləyici tədbirlər müəyyənləşdirilə bilər ki, bu da yeniliklərin maliyyə sektorunda tətbiqi və müsbət nəticələrin əldə edilməsinə əlavə imkanlar yaratmış olar. Bu baxımdan, “2018–2020-ci illərdə Azərbaycan Respublikasında rəqəmsal ödənişlərin genişləndirilməsi üzrə Dövlət Proqramı” çərçivəsində “Azərbaycan Respublikasının Milli Ödəniş Sistemi infrastrukturunda ISO20022 beynəlxalq standartlarının tətbiqi istiqamətində icra edilən tədbirlər, Açıq Bankçılığın inkişafı, informasiya təhlükəsizliyi üzrə strategiya, Rəqəmsal ödəniş strategiyasının icrası xüsusi əhəmiyyətə malikdir.[Azərbaycan Respublikasının Milli Ödəniş Sistemi infrastrukturunda ISO20022 beynəlxalq standartının tətbiq edilməsi üzrə Tədbirlər Planı, 2021],[Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankının 2021-2023-cü illər üçün Rəqəmsal Ödəniş Strategiyası, 2021]

“Maliyyə xidmətlərinin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsində kredit məlumatlarının mübadiləsi infrastrukturun təkmilləşdirilməsi və maliyyə institutlarının kredit məlumatları sisteminə daha sıx inteqrasiyasını təmin etmək məqsədilə informasiya texnologiyaları sahəsində yeniliklərdən istifadə edilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Bu da kredit təşkilatlarının sorğularının daha çevik və az xərclə cavablandırılmasına imkan yaradılması məqsədi daşıyır. Azərbaycan kredit məlumatlarının dərinliyi indeksi üzrə “Doing Business 2019” hesabatında 8 mümkün baldan maksimal nəticə göstərmişdir. MDB ölkələri arasında bu göstərici Gürcüstandan sonra ikinci nəticədir. "Azərbaycan Respublikasının 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası”da da qeyd olunmuşdur ki, qarşıdakı illərdə ölkədə bank sektorunun iqtisadiyyatın maliyyələşməsində iştirakı yüksəldiləcək, maliyyə inklüzivliyi genişləndiriləcək, maliyyə xidmətlərinin əlçatanlığı, əhali və biznes subyektlərinin maliyyə resurslarına çıxış imkanları artırılacaqdır. İnklüzivliyin təminatı baxımından regionlarda kreditə və maliyyə resurslarına çıxışın artırılması faydalı olardı. Belə ki, əmanət və kredit portfellərinin regionlar üzrə statistikası göstərir ki, burada ciddi regional fərqlər mövcuddur və əmanətlərin 88,3, kreditlərin 76,1 faizi məhz paytaxt Bakının payına düşür [Mərkəzi Bankın statistik məlumarları, 2023].

Cədvəl. Əmanət və kredit portfellərinin regional bölgüsü, 2023 (9 ay)

Regionların adı	Kredit portfelində payı	Kreditlərin orta % dərəcəsi	Əmanət portfelində payı	Əmanətlərin orta % dərəcəsi
Bakı iqtisadi rayonu	76.1%	11.02%	88.3%	3.49%
Naxçıvan iqtisadi rayonu	1.7%	13.49%	0.5%	2.35%
Abşeron-Xızı iqtisadi rayonu	3.8%	15.87%	3.3%	5.52%
Dağlıq Şirvan iqtisadi rayonu	0.7%	19.62%	0.3%	3.76%
Gəncə-Daşkəsən iqtisadi rayonu	3.1%	16.76%	1.6%	5.08%
Qarabağ iqtisadi rayonu	1.8%	19.33%	0.7%	3.40%
Qazax-Tovuz iqtisadi rayonu	1.9%	18.27%	0.8%	4.78%
Quba-Xaçmaz iqtisadi rayonu	1.8%	16.88%	1.0%	4.62%
Lənkəran-Astara iqtisadi rayonu	2.4%	18.97%	0.9%	4.69%
Mərkəzi Aran iqtisadi rayonu	2.1%	18.56%	0.8%	4.23%
Mil-Muğan iqtisadi rayonu	1.1%	19.23%	0.3%	2.60%
Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonu	2.0%	16.24%	0.9%	3.53%
Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonu	-	-	-	-
Şirvan-Salyan iqtisadi rayonu	1.7%	18.74%	0.5%	3.30%

Mənbə: Mərkəzi Bankın statistik məlumatları əsasında müəlliflər tərəfindən tərtib edilmişdir. https://www.cbar.az/page-42/monetary-indicators

Beləliklə, ölkədə maliyyə inklüzivliyinin artırılması istiqamətində atılan addımlar müəyyən nəticələr versə də, ölkə regionları arasında bank xidmətləri üzrə fərqlər qalmaqdadır. Beynəlxalq Valyuta Fondunun və Mərkəzi Bankın rəsmi statistikalarının təhlilləri isə hər yüz min nəfərə düşən bank filialı (6,5) və 1000 kv. km əraziyə düşən (6,1) bank filialı sayı göstəricisinə görə Azərbaycanın bir sıra region ölkələri ilə müqayisədə geri qaldığını göstərir.

Cədvəl 2. Bank xidmətlərinə çıxış üzrə regional göstəricilər, 2022.

Tarix (2022)/Meyar/Ölkə adı	1000 kv. km əraziyə düşən kommersiya bankı filialları	hər 100 min nəfər yetkin əhaliyə çatan bank filialları
Azərbaycan	6.1	6.5
Gürcüstan	13.1	31.3
Qırğızıstan	1.7	7.6
Monqolustan	0.9	60.6
Tacikistna	1.6	3.4
Türkiyə	12.4	14.5
Ukrayna	0.2	0.39
Özbəkistan	29.3	52.0

Mənbə: Beynəlxalq Valyuta Fondunun statistik məlumatları əsasında müəlliflər tərəfindən tərtib edilmişdir. https://data.imf.org/?sk=e5dcab7e-a5ca-4892-a6ea-598b5463a34c&sid=1460043522778

Maliyyə inklüzivliyinin gücləndirilməsi məqsədilə Strateji yol xəritələrində nəzərdə tutulmuş islahat tədbirləri çərçivəsində ipoteka və kredit zəmanət fondu, ölkənin ilk özəl kredit bürosu və daşınar əmlakın yüklülüyü üzrə dövlət reyestri yaradılmışdır.[Maliyyə

institutları ilə real sektor arasında etimad mühiti, 2018]

Müasir dövrdə qabaqcıl beynəlxalq təcrübədə maliyyə inklüzivliyinin inkişaf etdirilməsi və maliyyə xidmətlərinin daha əlçatan olması üçün baza bank hesabının açılması, bank olmayan ödəniş xidməti təchizatçıları tərəfindən müvafiq ödəniş xidmətlərinin göstərilməsi, ödəniş agenti şəbəkəsinin formalaşdırılması, poçt rabitəsi milli operatoru tərəfindən maliyyə xidmətlərinin göstərilməsi, agent bankçılıq və digər bu kimi vasitələrdən geniş istifadə olunur.

Maliyyə inklüzivliyinin genişləndirilməsi istiqamətində xüsusi dövlət proqramının hazırlanıb həyata keçirilməsi də nəzərdə tutulmuşdur. Müvafiq Strategiya çərçivəsində mikro, kiçik və orta biznes subyektlərinə verilmiş kreditlərin həcminin hər il 15 faiz yüksəlməsi və özəl sektorun maliyyəyə əlçatanlığının genişlənməsi gözlənilir. [*Azərbaycan Respublikasının 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası, 2022*]

Bazel III və inklüzivliyin qarşılıqlı təsirləri

Kapital məhdudiyyətləri şəraitində, xüsusilə də kənd yerlərində banklar bank xidmətlərinə əlçatanlığı genişləndirmək məqsədilə rəqəmsal texnologiyalara investisiya qoymalıdırlar. Bazel III çərçivəsində şəffaflıq və müştəri hüquqlarının vurğulanması ölkədə maliyyə savadlılığının və məlumatlılığının yüksəldilməsi üçün vacibdir. Bazel III-ün Azərbaycanda tətbiqinin maliyyə inklüzivliyinə müxtəlif təsirləri ola bilər. Bir tərəfdən, daha sərt kapital və likvidlik tələbləri bankları kreditləşməni azaltmağa, xüsusən də maliyyə inklüzivliyi və iqtisadi inkişaf üçün vacib olan KOS-lar kimi daha riskli seqmentlərə yönəldə bilər. Digər tərəfdən, gücləndirilmiş sabitlik və risklərin idarə edilməsi davamlı iqtisadi artımı dolayı yolla dəstəkləyərək daha dayanıqlı bank sektorunu inkişaf etdirə bilər. Digər ölkələrin təcrübəsi göstərir ki, Bazel III-ün diqqətlə tətbiqi və uyğunlaşdırılması sabitliyi artımla balanslaşdıra bilər. Bazel III standartlarının maliyyə inklüzivliyi və iqtisadi inkişafa təsirləri və neqativ təsirlərə qarşı atılması zəruri olan addımları aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar.

Cədvəl 2. Bazel III standartlarının maliyyə inklüzivliyinə potensial təsir kanalları

Aspektlər	**Basel III təsir nöqtələri**
Maliyyə inklüzivliyinə və iqtisadi inkişafa mənfi təsirlər	• Daha yüksək kapital və likvidlik tələbləri, xüsusən də KOS və fiziki şəxslərə verilən kreditlərin azalmasına gətirib çıxara bilər ki, bu da maliyyə inklüzivliyinə mane olur. • Daha sərt tənzimləmə tədbirləri bank xidmətlərinin qiymətini artıra bilər ki, bu da onların daha az gəlirli şəxslər üçün əlçatanlığını azalda bilər. • Maliyyə sabitliyinə fokuslanmaq mikromaliyyə kimi inkişaf yönümlü bank xidmətlərindən diqqəti yayındıra bilər. • Bankların risk iştahasının potensial azalması iqtisadi artıma təsir edən innovativ, lakin daha riskli layihələrin maliyyələşdirilməsini məhdudlaşdıra bilər.
Maliyyə inklüzivliyinə müsbət təsirlər	• Bank sektorunda sabitliyin gücləndirilməsi daha çox əhalinin etibarına və beləliklə, maliyyə xidmətlərindən daha çox istifadəsinə səbəb ola bilər. • Risklərin idarə edilməsinin təkmilləşdirilməsi daha dayanıqlı kreditləşmə təcrübələrinə gətirib çıxara bilər ki, bu da uzunmüddətli iqtisadi sabitliyə fayda verə bilər. • Bank qaydalarının beynəlxalq standartlaşdırılması maliyyə inklüzivliyini artırmaqla xarici investorları ölkəyə cəlb edə bilər.

Cavab tədbirləri	• KOB və həssas qruplara xüsusi diqqət yetirərək Bazel III-ə əlavə olaraq individual maliyyə inklüzivliyi strategiyalarının hazırlanması və həyata keçirilməsi; • Bank xidmətlərini dərk etmək və onlardan səmərəli istifadə etmək məqsədilə fiziki şəxslər üçün maliyyə savadlılığı proqramlarını təşviq etmək; • Bank xidmətlərinin əlverişliliyini təmin etmək üçün bank xərclərinin monitorinqi və tənzimlənməsi; • Ənənəvi bankçılığın buraxdığı boşluqları doldurmaq üçün mikromaliyyə və fintek həlləri kimi alternativ maliyyələşdirmə modellərini təşviq etmək.

Mənbə: Müəlliflər tərəfindən tərtib edilmişdir.

Nəticə

Azərbaycan üçün Basel III standartlarının qəbul edilməsini qlobal maliyyə təcrübələrinə uyğunlaşma, xarici investisiyaları cəlb etmə və qlobal iqtisadiyyata daha mükəmməl inteqrasiya olunma istiqamətində atılmış mühüm addım hesab etmək olar. Bazel III standartlarının Azərbaycanın bank sektoruna inteqrasiyası ölkənin iqtisadi artımının əsasını təşkil edən sabit, inklüziv maliyyə sisteminin qurulmasına töhfə verə bilər. Bu maliyyə sabitliyi, maliyyə inklüzivliyi və iqtisadi inkişaf arasında möhkəm qarşılıqlı əlaqənin olmasını göstərir. Bazel III standartlarının Azərbaycanda tətbiqi həm çətinliklərə, həm də imkanlara səbəb ola bilər. Basel III bank sektorunun dayanıqlığını artırsa da, xüsusilə KOS-lar və aşağı gəlirli qruplar üçün maliyyə inklüzivliyi baxımından çətinliklər yarada bilər. Azərbaycan üçün əsas önəm kəsb edən məsələlərdən biri Bazel III-ün vəd etdiyi sabitliyi zəruri inklüziv maliyyə artımı ilə balanslaşdırmaqdır. Aparılan maliyyə siyasəti yalnız maliyyə tənzimləmələrinin beynəlxalq normalara uyğunlaşmasına deyil, həm də maliyyə xidmətlərinin cəmiyyətin bütün təbəqələri üçün əlçatan və faydalı olduğu bir mühiti təmin etməyə xidmət etməlidir. Bu balans yanaşması Azərbaycanın davamlı iqtisadi inkişafı üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu, başlanğıc mərhələdə kreditləşməni məhdudlaşdıra bilsə də, uzunmüddətli dövrdə davamlı iqtisadi inkişafı təmin edən daha sabit və etibarlı bank sektoruna gətirib çıxara bilər. Azərbaycan üçün əsas məsələ bu standartların adaptasiyası və eyni zamanda, maliyyə inklüzivliyini gücləndirmək və bununla yanaşı, özünəməxsus iqtisadi landşaftı dəstəkləmək olacaq. Maliyyə siyasəti elə aparılmalıdır ki, hüquqi-normativ mühit artıma, sabitliyə və əhali üçün maliyyə sisteminin daha inklüziv olmasına şərait yaradılmasını təmin etsin. Qeyd olunanları nəzərə alaraq, tədqiqat işinin nəticələrini aşağıdakı təkliflərlə ümumiləşdirmək olar:

- Bazel III üzrə mərhələli və ölkəyə uyğun keçid proseslərinin təşviqi,
- Maliyyəyə çıxış üzrə islahatların davam etdirilməsi,
- Maliyyə savadlığının davamlı artırılması,
- Bazel III standartlarına keçid zamanı kiçik və orta biznes subyektlərinin, alternativ maliyyə xidməti kanalları, islam bankçılığı və innovativ maliyyə texnologiyalarının inkişafının diqqətdə saxlanılması.

İstifadə olunan ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası, (2022), https://e-qanun.az/framework/50013
2. Azərbaycan Respublikasında maliyyə xidmətlərinin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi, (2016); Bank for International Settlements, 2011, https://www.bis.org/publ/bcbs189.htm
3. Azərbaycan Respublikasının Milli Ödəniş Sistemi infrastrukturunda ISO20022 beynəlxalq standartının tətbiq edilməsi üzrə Tədbirlər Planı, (2021), https://www.cbar.az/page-617/iso20022
4. Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankının 2021-2023-cü illər üçün Rəqəmsal Ödəniş Strategiyası, (2021), https://www.cbar.az/page-680/digital-payment-strategy
5. Шакер И. Е. (2019) Роль стандартизированного подхода к измерению кредитного риска контрагента (Базель III) в целях создания условий для экономического роста России. «Экономика. Налоги. Право», № 3, стр. 144-153;
6. Azerbaijani banking sector preparing to switch to Basel III standards, (2019), https://en.trend.az/business/finance/3142803.html
8. https://www.cbar.az/page-42/monetary-indicators
9. N.Kazımlı. (2018), Maliyyə institutları ilə real sektor arasında etimad mühiti, http://economics.com.az/index.php/kitabxana/bizim-s-rl-r/meqaleler/item/1399-maliyyae-institutlar- ilae-real-sektor-aras-nda-etimad-muhiti.html
10. Meilan Yan, Maximilian J.B. Hall, Paul Turner.(2012), A cost–benefit analysis of Basel III: Some evidence from the UK, International Review of Financial Analysis, Volume 25, Pages 73-82, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1057521912000622
11. Thi Ngoc Lan Le, Muhammad Ali Nasir, Toan Luu Duc Huynh, (2023), Capital requirements and banks performance under Basel-III: A comparative analysis of Australian and British banks, , The Quarterly Review of Economics and Finance,Volume 87, Pages 146-157, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1062976920300740
12. https://tax2win.in/tax-glossary/basel-iii
13. https://www.theglobaltreasurer.com/2015/04/13/benefits-of-basel-iii-regulation-shown-by-recent-adoption-rates/
14. https://www.enterprisesurveys.org/en/data/exploretopics/finance
15. https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/media/Annual-Reports/English/DB2019-report_web-version.pdf

On the Development of Innovative Scientific and Technical Creativity in Azerbaijan

F. G. Gabibov,
International Academy of Science H&E, Azerbaijan sector, Baku, Azerbaijan,
e-mail: farchad@yandex.ru
L. F. Habibova
HALLIBURTON Company, Houston, USA,
e-mail: leyli17@yahoo.com

Abstract.

Industrial stage of development in Azerbaijan began to develop earlier than the neighboring regions due to the intensification of oil production. Innovations in oil drilling, production and refining existed at the end of the 19th century began to flock to Baku and the Absheron Peninsula. Since the 70s of the 19th century, the famous engineer and scientist V.G.Shukhov created his innovative inventions. V.G.Shukhov's inventions in the form of oil pipelines, tanks, tankers and nozzles for spraying fuel oil turned into innovations in a short period of time. Numerous technical schools, institutes and scientific and technical institutions appeared in Azerbaijan during the formation of the USSR. Famous professors were invited to train local engineering personnel. It should be especially mentioned the famous scientist in the philosophy of technology P.K. Engelmeyer, who gave lectures on the history and philosophy of technology for the first time in Baku at the Polytechnic Institute. A course of lectures on the philosophy of technology was published in Baku for the first time in the world. During the Second World War, Academician Y.H. Mammadaliyev invented the most economical method for producing high-octane gasoline, which significantly increased the efficiency of military aviation. In the second half of the 20th century, intensive development was observed in Azerbaijan in the fields of oil, chemical, engineering, transport and construction industries. For the first time in the world, an overpass city in the sea "Neft Dashlary" ("Oil Rocks") was built and in 1954 a large earthen dam of Mingachevir hydroelectric complex was built in Azerbaijan using the hydromechanization method. In 1971, for the first time in the world, on the initiative of G.S. Altshuller, the Institute of Inventive Creativity was created in Baku, where young engineers and technicians were trained in advanced methods of inventive creativity. At the same institute, the ARIZ and TRIZ methods were developed, which later became popular in many countries around the world.

Key words: innovation, inventive creativity, technology, engineer, philosophy, institute, TRIZ

Introduction

Everyone creates, improves, and modernizes something in his daily life using his abilities and relying on the acquired knowledge and skills of life experience. Some talented people in their actions rise to a higher level of intellectual activity - they create and invent.

A very interesting definition of creativity was given by P. Hill - the famous specialist in theory and design methods: "Creativity can be defined as a successful flight of thought beyond the boundaries of the known. It complements knowledge, contributing to the creation of things that were not previously known" [1].

The history of human development, according to the focus of the economy on the production of basic types of products and, accordingly, according to the number of working-age population employed in this area, is usually divided into the following stages: primitive, agricultural, industrial and informational.

In the first and second stages (until approximately the 18th century), humanity was primarily occupied with the creation of food products and related crafts. The main source of wealth of the state in that period was fertile lands, natural resources (mainly those that were on the surface of the earth) and the number of working-age population.

But man as a biological species is not only a "gatherer", but also descends from primate predators. Because of it, civil strife and war have accompanied it from the very beginning of the mankind development, and in this sphere of human activity is associated with the intensification of the

development of technical systems. From the military sphere, many innovations were transferred to the civilian sphere of activity.

In the 18th and 19th centuries, the rapid growth of industry concentrated the bulk of the working population in the production of machines and mechanisms. It was a need for a large number of specialized professionals who can skillfully service new technologies, create high-quality products and ensure high labor productivity as the main source of profit. The source of the state's wealth at the industrial stage is determined not only by the availability of natural resources and the working population, but also by innovative technologies and equipment with qualified engineers and technicians trained in these innovations.

As is evident from the analysis of changes in economic priorities, as society develops, the requirements for productive forces change. Accordingly, it causes a change in the main function of the equipment system and content of all its elements.

On the territory of Azerbaijan, the economy with its technical potential developed almost according to the above stages, and the industrial stage began to develop a little earlier than the adjacent territories due to the rapid development of oil production and oil refining industries.

1. Development of inventive and innovative activities in Azerbaijan until the mid-20th century

From the very beginning of the developing oil production and oil refining industries, innovations in drilling, production and oil refining existed in the Russian Empire and technically developed countries of Western Europe began to flock to Baku and the Absheron Peninsula at the end of the 19th century. Oil was refined to produce kerosene and fuel oil used as fuel at the initial stage. But the advent of internal combustion engines provided the use of gasoline and diesel fuel as fuel, and this led to the development of innovations in deep oil refining and its transportation. Simultaneously, the technology of deep well drilling and storage of oil and petroleum products began to develop rapidly. It isn't surprising that these processes contributed to the development of oil engineering, chemical technologies for oil refining and other related industries.

Fig.1. Outstanding engineer and inventor V.G. Shukhov

Well-known engineering and technical personnel and entrepreneurs have flocked to Baku, contributing to the rapid transition of developed innovations and inventions to the innovation stage. At the end of the 70s of the 19th century, a young engineer V.G. Shukhov arrived in Baku (Fig. 1). As a graduate of the Imperial Technical School, he had a high mathematical background and spoke several European languages. V.G. Shukhov had detailed information about modern engineering achievements, since he was sent to the USA with the famous Russian professors to study the Philadelphia Exhibition

and familiarize himself with famous plants, factories and artificial structures [2].

The famous entrepreneur and engineer V.V. Bari invited V.G. Shukhov to head the Baku branch of construction office. He noticed the talents of the young engineer in America and decided to take a reasonable risk. V.G. Shukhov's inventions in the field of pipeline transport of oil, tankers and nozzles for spraying fuel oil turned into innovations in a short period of time. Moreover, all stages of the transition of inventions into innovations were carried out by V.G. Shukhov.

At the beginning of the 20th century, engineering institutes and technical schools began to be formed in Azerbaijan and famous Russian professors were invited to work. The formation of the USSR provided intensification of this process, local engineering schools appeared in oil production, its transportation and processing, petroleum engineering and chemical methods of oil refining to obtain high-quality petroleum products.

Mass education of the local population began by the initial development of the USSR. Universities, institutes, technical schools and research centers were created and developed. During this period, for the first time in the world, railway electrification was introduced in Azerbaijan (Baku) and an effective technology was created for washing saline lands (Jafarkhan village).

In the early 20s of the 20th century, P.K. Engelmeyer was invited to Baku to give lectures on the history and philosophy of technology. His popular brochure "Electrification of the RSFSR" is published at the Central Bureau of Industrial Propaganda under the Azerbaijan Council of Production Forces [3]. In 1921-1924, P.K. Engelmeyer (Fig. 2) read a whole range of disciplines at the Baku Polytechnic Institute at the Faculty of Economics: philosophy of technology, mechanical engineering, commodity science, history and encyclopedia of technology.

Fig.2. Outstanding scientist, historian and philosopher of technology P.K.Engelmeyer

The fruit of this teaching activity was the book "Lecture notes on the philosophy of technology. Part 1. History of technology" [4]. In 1925, P.K. Engelmeyer wrote in the journal "Engineering Work: "the youngest Polytechnic Institute in Baku introduced a course in the history of technology in 1922, and an encyclopedia of technology in Baku Workers' Faculty. An example worthy of widespread imitation" [5]. He also notes in "Lectures on the Philosophy of Technology": "our Baku Polytechnic Institute will forever have the merit that it boldly embarked on an open struggle with routine and directly called the course "Philosophy of Technology", introducing it to the youngest economics department. However, there is no doubt that the inclusion of such a course in all other faculties of polytechnics, as well as universities, is only a matter of time."

As V.G. Gorokhov notes [6], the main positive feature of P.K. Engelmeyer's lectures on the

history of technology is the combination of historical-cultural and historical-technological analysis. It's especially evident, that P.K. Engelmeyer moves on to the modern (at that time) period of technology development, where many interesting and very illustrative examples and observations are given from the history of technology. It's especially important that the author was personally acquainted with many inventions, inventors and events, since the modern history of technology unfolded literally before his eyes and took a very direct part in it, as, for example, in the case of automotive engineering and electrical engineering. It must be kept in mind that these are lectures and not systematic scientific research. This fact determines all the advantages and disadvantages of the manner of presentation chosen by P.K. Engelmeyer: for example, insufficient documentation of individual statements, inevitable and even necessary semantic repetitions in the lecture, but fascinatingness, smoothness of presentation and ease of perception, even wit.

P.K. Engelmeyer proposed to look at the invention being created as a developing organism having the stages of development. He calls these stages collectively the three act. Every invention originates in the human soul. The birth of a plan is a matter of psychology. But it's only the first act of invention, an act in which the main actor is intuitive thinking in connection with a known desire, stimulus (expression of will). The second act of invention is the entry into the eurylogical process of discursive thinking, logic, reasoning and experimental research.

So, as a result of the first act, a plan is obtained, that is, a hypothetical idea for a future invention. The second is the act of knowledge and reasoning. The second act means to develop the invention as a logical representation, identifying all its new features and individual features. The third act is an act of skill. Structural implementation of invention. Here the struggle with matter begins, and the entire success of the business depends on skill, dexterity and craft routine. It's necessary to take into account and fulfill all those small conditions, provide for all the requirements that its application in practice will impose on the finished invention. Only after the completion of the third act it may be spoken on an actual accomplishment of the invention [7].

During the Second World War, it was necessary to develop highly economical oil refining technologies to produce high-octane gasoline for aviation and other fuels and lubricants for the needs of the army. Academician Y.H. Mammadaliyev showed himself brilliantly as a scientist and innovator (Fig. 3). During the same period, defense industry enterprises, as well as enterprises for processing agricultural products, were created in Baku and other cities of Azerbaijan.

Fig.3. Outstanding chemist academician Y.H. Mammadaliyev

a. Development of inventive and innovative activities in Azerbaijan in the second half of the 20th century

In the second half of the 20th century, oil production, oil transportation and oil refining technology, oil and chemical engineering, oil and gas chemical processing technologies were intensively developed in Azerbaijan, enterprises were created and developed in the production of industrial and household electrical and radio equipment. Light industry, industrial and civil, transport, hydraulic engineering and land reclamation construction were developing intensively. Azerbaijani engineers developed thousands of inventions, some of which become innovations and massively introduced on the territory of the USSR. Some innovation licenses were sold to various countries around the world.

An overpass city in the sea "Neft Dashlary" ("Oil Rocks") was built during this period, for the first time in the world (Fig. 4). Numerous inventions of Azerbaijani engineers and technicians were introduced here. Also, for the first time in the world, it was in Azerbaijan in 1954 that the earth dam of the Mingachevir hydroelectric complex was built using hydromechanization (Fig. 5).

Fig. 4. Neft Dashlary

Fig.5. Dam of Mingachevir hydroelectric complex

In 1956, inventors G.S. Altshuller and R.B. Shapiro published an article “On the psychology of inventive creativity,” which laid the foundation for a new method for solving inventive problems [8]. The article described the basic concepts of the algorithm for solving inventive problems (ARIZ), stated the existence of objective dialectical patterns of technology development. Subsequently, G.S. Altshuller improved ARIZ for about 40 years. He published books in thousands of copies, which made ARIZ the property of a large army of engineers, technicians and students.

In 1970, G.S. Altshuller created a school for young inventors in Baku, in 1971 it was transformed into the Azerbaijan Public Institute of Inventive Creativity under the Azerbaijan branch of the All-Union Society of Inventors and Innovators. It should be noted that students at this institute, studied other well-known methods of inventive creativity in addition to ARIZ. Based on the development of ARIZ, the theory of inventive problem solving (TRIZ) was created [9]. In the method proposed by G.S. Altshuller, imagination helps to free oneself from the inertia of thinking, develops horizons of vision, and strengthens the intellect. A person's creative capabilities are multiplied if he has learned to use his imagination.

G.S. Altshuller, under his literary pseudonym “G. Altov”, in the period 1974-1980, ran the column “Invent? It's so difficult! It is so simple!" in the newspaper of Soviet scouts (pioneers), printed in a million copies. Based on these publications, the book “And Suddenly the Inventor Appeared” was published in three editions with a total circulation of 600 thousand copies for school students [10]. There are three main characters in this book - ARIZ, TRIZ and educational tasks, which are in a certain relationship with each other. G.S. Altshuller managed to fulfill P.K. Engelmeyer’s dream of mass training of engineering and technical personnel and youth in advanced methods of inventive creativity.

References

1. Hill P. (1973), Science and art of design. M.: MIR, 263 p.
2. Arnautov L.I., Karpov Y.K. (1981), The story of a great engineer. M.: Moskovskiy rabochiy, 304 p.
3. Engelmeyer P.K. (1921), Electrification of the RSFSR. Baku: 2nd Soviet State Printing House, 31 p.
4. Engelmeyer P.K. (1922), Lecture notes on the philosophy of technology. Part 1, History of technology. Baku: Baku Polytechnic Institute.
5. Engelmeyer P.K. (1925), Modern problems of engineering. The journal of "Engineering Work", No. 7, pp. 6-10.
6. Gorokhov V.G. (1997),Petr Klementievich Engelmeyer. Mechanical engineer and philosopher of technology. 1855-1941. M.: Nauka, , 223 p.
7. Engelmeyer P.K. (2009), Theory of creativity. M.: TERRA – Book Club, St. Petersburg, 256 p.
8. Altshuller G.S., Shapiro R.B. (1956), On the psychology of inventive creativity. "Questions of Psychology", No. 6, pp. 37-49.
9. Altshuller G.S. (1991), Find an idea. Novosibirsk: Nauka. Siberian branch. 225p.
10. Altov G.S. (1989), And suddenly the inventor appeared. M.: Detskaya literatura. 142 p.

Application of the TRIZ Principle in the Education System

S.T. Ahmadova K.A. Asgarov

National Aviation Academy

saidaahmadovabaku@gmail.com

Azerbaijan, Baku

DOI: 10.13140/RG.2.2.34267.54564

Abstract

A rapidly changing and developing world requires a flexible education system that is able to train young people (students) who can react quickly and positively to changes. Various projects in the field of natural and technical sciences tend to be integrated into classrooms more flexibly. Decision-making, digital skills and the TRIZ project are successfully applied in international universities. The inclusion of these digital and technical innovations in the education program of each country is a process that requires time, effort, money and analysis. That is, changing the education programs in many countries according to the rapidly updated requirements of the time is a long process. A wide range of practical steps are being taken in this area.

Keywords: innovation, inventiveness problems, engineer, technology, TRIZ, technical contradictions

Introduction

TRIZ, in Russian, comes from the initials of the words "Теория решения изновитательских задач" - which means "Theory of solving invention problems". The author of the methodology is Henry S. Altshuller. This theory, which is very popular in the world today, was first created in the middle of the last century in Baku and today it is applied with great success in the industry of the developed countries of the world. The history of TRIZ, created in the depths of technological science, begins from the moment when its author G.S. Altshuller formulated the main postulate: Technical systems develop according to objective existing dialectical laws. These laws can be used for the development of technical systems and the solution of inventive problems in a conscious – even invisible enumeration of options.

This integration is determined by the general direction of the laws: TRIZ defines the law development of technical systems, while pedagogy and pedagogical anthropology look for the laws of personality development. G.V. Terekhova notes that integration was historically defined by the concept of "TRIZ education" in the mid-1990s. In the 20th century, while implementing the educational concepts proposed by G.S. Altshuller, it was during this period that the elements of the theory of solving inventive problems began to be actively included in the educational system.

Main directions of integration:

– development of programs for the development of TRIZ as a new educational content as close as possible to the basics of TRIZ for different educational levels;

- the use of open problems (open or hidden contradictions), non-algorithmic methods (methods of activation of thinking) that do not require adaptation of TRIZ elements for different age groups in subject teaching areas;

Development of methods and technologies for teaching students to solve problems or develop creative potential based on TRIZ.

The presented publication is a continuation of the author's work on the implementation of the idea of forming a culture of creative thinking among students in the field of engineering as a conscious,

purposeful, controlled process. The formation of thinking culture in the training process will occur when there are real problems in the teaching material and their solution methods.

Japan's Engineering Universities are known as the "cradle of engineers." It undertakes an honorable mission to prepare engineers. Cultivating the innovative spirit and ability of engineering students is important for an engineering university. Although technological innovation should be based on the enterprise as the main body, it is convenient to quickly meet the demand for technological innovation in the company's engineering experience, and college students equipped with innovation ability will inevitably be the impetus for enterprise technology innovation. It is useful for students to improve their innovation ability to master innovation methodologies, although it is difficult to plan innovation, it is also possible to teach it (February reports,2022).

A variety of popular innovation methodologies are used, including creative techniques such as Brainstorming, Six-Thinking Theory, Mind Mapping, Benchmarking, and TRIZ. These can provide a dialectical way of thinking and can be useful for developing thinking, finding shortcuts, and determining how to solve inventive problems. Currently, TRIZ is considered a theory of solving inventive problems in innovation methodologies (Altshuller,1956).

This article will simply introduce TRIZ theory and then point out the necessity of using TRIZ theory teaching in colleges and universities.

The theory of inventive problem solving, or TRIZ, is a system of methods for solving technical problems and improving technical systems. The idea of TRIZ is to solve different technical problems with the same methods. TRIZ is based on 40 general-purpose inventive techniques, 76 standard solution templates, and several other ideas and concepts. To solve any problem, TRIZ users put the problem into a generalized format, solve it using appropriate methods, then return to the original problem and apply the solution found there.

TRIZ specializes in innovative design theory, built a series of general tools, models and countermeasures to solve the problem of exploration direction. TRIZ theory, the proposed methodology, patent analysis used to solve the invention problem, has given fruitful results in the field of engineering technology. It is to guide the solution of people's creative problems and provide the scientific method and order. The main idea of TRIZ theory is mainly manifested in three aspects: whether it is a simple product or a complex technical system, the development of its basic technology is to follow the objective law of evolution, that is, it has objective laws of evolution and mode; solving all kinds of technical problems, conflicts and contradictions is the strength of the 2013 International Conference on Advances in Social Sciences, Humanities and Management.

Figure 1. TRIZ approach to problem solving

There are generally two types of problems that people have to deal with, with known or unknown solutions. Issues with known solutions can usually be resolved with information found in books, technical journals, or subject matter experts. Altshuller believes that an acceptable theory of invention should be sufficiently familiar to inventors to follow a general approach to solving a given problem. TRIZ improves a kind of creativity, leads people to innovative theory.

In fact, there have always been innovations in human history, and the development of humanity has been possible thanks to innovations. In the last 20 years, there has been more talk about innovation. This is related to the rapid development of Information Communication Technologies and the creation of numerous new innovations due to its applications in various fields, the increase in their access to the global market, the effectiveness of their applications, the increase in competitiveness and economic efficiency. The concepts of "innovation" and "newness" are synonyms, in many cases they are used in the same sense. Innovation (innovation) is the process of creating and applying something new, that is, it is a complex intellectual process that combines science, technology, economics and management. In a broad sense, innovation means the profitable use of innovations (new technology, product, service, production, finance, commerce) in the form of administrative, organizational-technical and socio- economic decisions. For this reason, both the terms "innovation" and "newness" are used in the same sense. People who create and apply innovation are called innovators. Innovation and innovative development are impossible without innovators. An innovator must have creative, non-standard thinking, high erudition and knowledge, entrepreneurial ability. These characteristics can be created due to quality education. Therefore, the role of education in the creation of innovators, and therefore in innovative development, is important. Summarizing the above, the main tasks of the TRIZ theory can be grouped as follows in order to achieve the set goal:

- The main goals and principles of TRIZ, what problems TRIZ solves in production and the main functions;

-Preparation of scientific methodologies and methods of forecasting and creation of innovation;

- Application of various innovations to the purpose, content, methods and forms of education;

- Studying the TRIZ theory, its elements, theoretical and practical bases and teaching professional skills to students;

- Learning algorithms for solving inventive problems.

The main goal of the TRIZ method is to achieve solutions to real-life problems by forming and developing "21st century skills" in students.

To adapt to the demands of the digital age of which we are a part:

• Specialists who have developed 21st century skills are needed;

• Any country attaches importance to the development of 21st century skills of its citizens in order to develop and be a leader in its region.

In order to improve TRIZ creative learning ability, it is necessary to take into account the design of the learning environment, teaching theories and methods, and the development of information

technologies into training theories and methods.

Figure 2. Work schedule of creative teaching

Therefore, in order to develop the TRIZ creative learning platform, it is necessary to improve the goal of system development, system design, system mechanism, to encourage students to learn, and to increase their creative learning effectiveness strategies.

Figure 3. Content of the Blended TRIZ Creative Learning Framework

In this regard, developed countries use TRIZ, programming and robotics, etc. in their educational systems. they prefer innovative directions such as The TRIZ methodology aims to convey knowledge to students not theoretically, but precisely by discovering the features of application. At this time, students develop their creativity, team work skills, logical thinking, and problem solving skills by applying the various information they have mastered in mathematics and natural sciences to various problems they encounter in their daily lives, in various projects. At the same time, because they apply what they have learned, they absorb the information they have learned better, and it remains in their memory for a longer time. Particular attention is paid to the fact that the selected problems and implemented projects are related to real life and at the same time student-oriented.

Close targets of the TRIZ method

• Development of systematic and alternative thinking skills in students;
• To ensure that learners understand the relationship between events and processes;
• To develop the ability of students to detect problems in time and determine their causes by being sensitive to the events happening around them;
• To develop problem-solving skills of students;
• To develop planning, design, projecting, presentation, business and entrepreneurship abilities of students by thinking creatively;
• To create interest in maker activities among students;
• Create a learning environment for project-based learning;
• Creating opportunities for students to develop their self-confidence, presenting and making suggestions by conducting research as a team and independently;
• To form the 21st century skills in the students as a result;
• Career planning and orientation of the students for the future.

TRIZ improves a kind of creativity, leads people to innovative theory, so TRIZ teaching for non-computer majors does not have the necessary knowledge of the traditional teaching method, the main focus during selection should be on developing innovative thinking and innovative abilities. The form of teaching organization, teaching content and curriculum evaluation should have innovations on the way (W.Chen,2003). TRIZ course suitable educational organization form is small, it can give students more opportunities to participate in the learning process, help teachers understand students' opinions in time, and strengthen the interaction between teachers and students. The group can also study the layout of the classroom, the upper and lower limits of the platform as a unit, form a lively classroom atmosphere through the cooperation and division and discussion of the general group students, the mutual promotion of students and the analysis of competition between the team, imparting knowledge and improving the students' communication ability and team cooperation. it is possible to achieve the development of the soul. In TRIZ courses, the teacher wants to clarify the main line of teaching, the curriculum, teaching design, teaching and discussion method, competition method, practical teaching methods such as combination teaching methods, and guide the student to practice. Problem-based inquiry learning, discussion-based learning, and project-based participatory learning only allow the student to become the hero of the classroom, and students need to be encouraged to understand the true meaning of creative thinking and thinking (Абрамов 2016).

What should an active and creative teacher know and understand in order to develop and develop himself as a TRIZ teacher:

- He should know the philosophy and importance of TRIZ education.
- What are the near and distant goals and objectives of TRIZ education for society, country and the world
- Must have rich integrative knowledge in the direction of natural and technical subjects
- Self-education, research, research, testing, communication and collaboration are absolutely essential in order to provide quality TRIZ education.
- Identifying the abilities of students and directing them in the right direction
- To use ICT tools correctly and create own resources in the direction of informatization of educational systems
- Importance of project planning, execution, new product development, presentation, database formation and reporting skills
- He should mentor his students by being a personal example with his dedicated, responsible, modern thinking and active example.

The formation of an active and creative teacher as a TRIZ teacher is a process that requires continuous self-education and development. If a TRIZ teacher knows the skills and results that his students will gain at the end of the school year, at the end of primary, general secondary and full secondary education levels, it becomes easier for him to draw up his own annual action plan and annual perspective planning.

The main points that TRIZ teachers should keep under control in their classes during the academic year:

- Organizing various activities, assigning tasks, dividing work for the formation of learning skills, digital skills and life skills in students
- Forming groups that can effectively communicate and cooperate in the classroom
- The responsibility of "own work" - to achieve the project idea aimed at solving a certain problem by the student group;
- Accurate investigation of the problem expected to be solved in the projects and what are its causes. Choosing the right ways and methods for the effective results of the project.
- Control of the full implementation of the project implementation plan by stages
- Monitoring the collection and discussion of information, reports according to the stages of the project implementation plan
- Controlling that the final result of the project is a product in various forms, the preparation of a prototype or model of a modern-scientific technical product
- Overseeing the testing of the products obtained from the projects
- Overseeing the negotiation of product opportunities from projects
- To lead the presentation and display of all project products in the form of an event, exhibition or festival at the end of the academic year
- Try to involve the management board of the higher education institution, TRIZ teachers, representatives of higher schools, local executive bodies, representatives of certain production or innovation enterprises of the region to the presentation and demonstration in the form of this event, exhibition or festival.
- Investigate the possibility of offering the product obtained from the projects to Start-up competitions.

For the development of creative skills, TRIZ-pedagogues have accumulated a fund of educational inventive and research tasks in such areas as: physics, biology, ecology, art, technology and business. A special place is occupied by the course of development of creative imagination, intended for overcoming stereotypes of the solver, developing the ability to work with non-trivial ideas.

Henrikh Saulovich Altshuler, the founder of the TRIZ theory, wrote: "The role and importance of the RTV course in teaching technical creativity can be explained by a simple analogy: the RTV course is like gymnastics for an athlete. For any sports specialization, gymnastics is absolutely necessary for all athletes. In the same way, the solution of any creative tasks - scientific, technical, artistic, organizational - largely depends on the ability to "work with imagination".

During the years of existence of TRIZ-pedagogy, not only the fund of tasks was accumulated, but also methods and methods of their solutions, methods of development of creative imagination, recommendations for conducting classes. Such well-known methods as brainstorming, mental maps, looking from the side, and situational tasks are also methods for solving inventive tasks. Therefore, TRIZ is actually closer than it seems.

As for creativity itself, first of all it is necessary to understand that it is an ability. And any ability can be developed. Creativity is the ability to accept and create fundamentally new ideas that deviate from traditional or accepted patterns of thinking. It is based on imagination, which is a special form of psyche, inherent only to humans. Imagination performs a number of important functions for humans:

- to represent reality in images and have the opportunity to use them, solving tasks. This function of imagination is connected with thinking and organically included in it;

- regulation of emotional states. This vitally important function is especially emphasized and developed in psychoanalysis;

-participation in arbitrary regulation of cognitive processes and human states, in particular perception, attention, memory, speech, emotions. By means of images, the person gets the opportunity to control perception, memories, statements;

- formation of an internal action plan;

-planning and programming of activities, drafting of such programs, evaluation of their correctness, implementation of the process.

Thus, imagination is not just an addition to our thinking, the development of which is necessary only for creative people. Imagination and creativity occupy a rather important place in the cognitive process, they help to master the skills of planning and solving problems. And this is important not only in the educational process, but also in any professional activity.

However, some criteria are necessary to evaluate these positive results, which can be measured or evaluated for their development. 4 main characteristics are highlighted for creativity:

- Productivity. The ability of a person to perform a certain amount of actions for a specific period of time.

- Flexibility. The ability to find new solutions and the ability to effectively use the available source material, as well as quickly change your thinking depending on the situation. It helps to specifically see the situation and predict its outcome.

- Originality. Ability to promote new, unusual ideas.
- The ability to solve complex tasks. Analyzing problems, searching for solutions and practical solutions.

And we see again that creativity affects not only the creative activity, but in general it is a powerful tool for working with information and a tool that allows you to search and make decisions. At the same time, productivity in this case can be measured as a certain volume of actions for a specific period of time, and other characteristics can also be developed by means of TRIZ.

Artistic imagination and creativity are a necessary component for the initial stages of design. It is expedient to study the theoretical foundations and the necessity of these abilities for a professional in an active form, master them in practice to consolidate the necessary effect and obtain reflection.

The use of TRIZ technology in pedagogical practice allows you to solve problems of activation of educational activity, develops thinking and cognitive activity, increases interest and develops imagination and creativity, the need for development of which has already been described.

The teacher's task in this case, taking into account the age and individual characteristics of the students, their interests and needs, is to create such a working atmosphere that would stimulate their intellectual, communicative and creative activities. At the same time, the TRIZ technology can be used as a means of achieving the necessary goals in any occupation, as well as as a visual demonstration of the method for increasing one's own creativity and ability to solve tasks (Kaplan, 2016).

As a means of increasing all the characteristics of creativity, students are consistently offered tasks of different complexity and orientation for the activation and development of thinking and imagination. creative abilities, especially in the context of mastering a discipline with an artistic orientation and other disciplines directly related to it.

In addition to the need to offer different groups of tasks, which reduces the monotony of the lesson and increases the intensity of the cognitive process, the tasks within the TRIZ technology can be performed both individually and in groups. This gives students the opportunity to develop communication skills, participate in the competitive system, conduct reflection, learn to analyze and compare the information received (Erfinderisches,2016).

In TRIZ classes, students get acquainted with real social, economic and environmental problems. Sometimes unexpected ideas for solutions to problems come from students. In order to direct the attention of your students, it is possible to familiarize them with real problems in the world in advance through online sites and YouTube videos.

In this process, students determine the parts of the mockup, prototype, model, device they will make, conduct research, have many ideas for new solutions, repeatedly test, evaluate and redevelop. This may sound a little corny, but really, during the build-up, groups of students test their research- based ideas, take different approaches, make mistakes, correct their mistakes, and try again. What is important for them at that moment are the solutions to the problem they propose.

There are no restrictions on learning, research and research methods in TRIZ classes. Students do all the work together, sharing responsibilities and thinking of ways to solve problems. They communicate to share ideas and redesign the product as needed. They freely express their opinions and formulate their own research. That is, the TRIZ teacher does not present material, he is always a guide.

The result

TRIZ subject is taught in many leading technological universities of the world. With the help of TRIZ, we can find non-standard solutions to standard problems in the operation of civil aviation. In fact, every person implements the techniques and principles of TRIZ on a daily basis, but does not know it. It is important for future engineers to learn the TRIZ theory in order to become a professional specialist at a high level. Aviation engineers of the future can acquire the ability to quickly solve problems in a production environment with the help of the TRIZ method. We suggest that TRIZ theory be formulated as a subject and included in the curriculum. Through the study and application of TRIZ theory, students' innovative ability can be improved, logical thinking can be strengthened, and the classroom efficiency of the campus service level can also be improved. Through the combination of technological innovation process and curriculum reform, it will significantly increase the efficiency of school innovation, highlighting the practical value of TRIZ.

References

1. Ahmadova S.T. (2022). "February reports-creative potential of young people in solving aerospace issues" Application of the TRIZ method in the field of aviation security p.219-221. Baku

2. Altshuller G. S., Shapiro R. B. (1956). Psychology of inventive creativity. – Вопросы психологии, p. 37-49.

3. W.Chen. (2003). The 6th Asian Design International Conference, A framework for the development of online design learning environment p 67-68

4. Абрамов О.Ю. (2016). ТРИЗ в развитии. Сборник научно-исследовательских трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. Выпуск 8. Санкт-Петербург, Россия, , p. 232-240

5. Kaplan L. (2016, July). TRIZ in Copycatting Culture. Proceedings of the 12th MATRIZ TRIZ fest 2016 International Conference, Beijing, People’s Republic of China.p.356-368.

6. Verein Deutscher Ingenieure.(2016). Erfinderisches Problemlösen mit TRIZ - Grundlagen und Begriffe. p89-90

TRIZ Standards Adaptation for Business Systems Solution

Vladimir Petrov,

Israel,

vladpetr@013net.

Olga Eckardt,

Switzerland,

olga@eckardt.dev

Abstract

Innovation tools that can be successfully used in business and management innovation are one of the challenges. This makes it necessary to try to reuse some of the innovation tools and methods that are classically used in technical areas in business applications. One such possibility is the use of TRIZ. There have been enough attempts in the last decades to take one or the other tool from the TRIZ toolbox and adapt it to this application. Some of them are good, and others are not convincing.

This publication aims to show the application of TRIZ standards to business applications and give examples of their use. The authors discuss the need and the approach for this kind of adaptation. The adopted part of the standards is presented in the article as a result, as well as its use. On the other hand, their system of standards does not claim to be complete as the 1st version of Standards for Business. This is an area for further development, as well as a detailed definition of the application of each standard and extended scenario. This part of the work will be a separate chapter of the book.

Besides the new proposed system of TRIZ Business Standards, a critical result to be mentioned is an adaptation approach, which includes an essential part of adapting the language and definition to the application area. This work allows a clear understanding and a more straightforward perception of the methodology by business people.

Keywords: TRIZ Standards, Business-systems, TRIZ Adaptations, TRIZ Business Standards examples

JEL Codes: O31, O39

Introduction

Innovation requirements are increasingly shifting the focus from pure technical innovation, i.e., the search for new hardware, software, or other tangible solutions, to business innovation and other intangible solutions (Monnier, B. 2004, Mejía Duque, J. G. 2021). This flow of innovation into intangible areas is not new, but it has become more and more actual in the last decades. On the

other hand, TRIZ, an innovative method that has worked brilliantly in many tangible areas, has also started to focus on new areas. You can find quite a number of publications where TRIZ is applied to business, social, communication, and similar fields. In the last 5 years, Google has indexed more than 8500 publications with the keywords Business TRIZ. This shows how in demand and actively discussed this topic is.

Many of these adaptations try to bring TRIZ for the technical system directly as a 1:1 transition to non- technical areas and have a considerable problem with acceptance (Feniser, C. et, 2017). It is very important to consider that for business TRIZ, for example, not only the tools have to be revised, but also the language, definitions, and other elements should be adjusted and adapted to the area of application. This could be one of the critical points for the acceptance of TRIZ as a valuable tool in engineering and business or social system innovation. Having ambitions to use TRIZ in a variety of applications, including more demanding topics like sustainability (Sizikov, V., 2023) or COVID-19 structural changes (Anuar, A. et, 2023) raising the pressure to develop practical applications in non- technical areas.

Methodology

Starting from the idea that we want to use TRIZ as a valuable tool in the business environment (Hsiao, Y. C. 2005, Elyoussoufi, S., et 2023), we have to choose from a variety of TRIZ tools to focus on adapting for the current review. The oldest and best-known tools, such as the 40 innovation principles or the primary use of contradictions, have already been discussed in several publications and have less priority to be brought into these areas. Many other tools have not yet been adopted and, therefore, have more potential. One example is the book by Y.T. San (2014), which discusses functional analysis, root cause analysis, ideality, S-cure analysis, and a few others but does not touch on standards. D. Mann's publication (2001) touches on several fundamental points in TRIZ, such as Contradiction and 40 Principles. The contradiction Matrix was highlighted in another recent publication by Rajić, D. (2020) and Dave H (2017).

The aim of the current publication is to show the historical development, the process of adaptation, and examples of the use of TRIZ standards for inventive problem-solving. Like most TRIZ tools, this tool was originally developed for engineering solutions and has not been transferred too much to other application areas. The tool adaptation is approached in several steps:

1. Review the existing tool and keep only relevant to the new application area and current level of development points.
2. Review and readjust the name to get a higher level of affinity to the chosen area – business applications. This point is responsible for translating not only language but also meaning inside. Used terminology needs to come to the standard terminology of the business area to be clearly understood and bring clarity to the invention process.
3. Testing every single point on the business cases with a feedback loop is the last logical step in the adaptation process.
4. This process is iterative and has several cycles.

For obvious reasons, the authors will not show every iteration but will only present the outcome of this adaptation with the main comments – what was changed and how as well as some test cases

that represent its usage in existing cases.

Historical background

Standards for inventive problem-solving were developed by G. Altshuller in 1975. In their development, they passed through several stages. First, individual standards appeared. Then, the number of standards increased, and bringing them into a unified system became necessary. The system of standards was further improved. In the last modification developed by G. Altshuller (76 standards), the structure of the standards system was changed.

In the first work on standards, G. Altshuller gives the following definition of a standard: "A standard for solving inventive problems is a rule (or a set of rules) that allows to solve a sufficiently wide class of inventive problems unambiguously at a high level.

Thus, a standard must satisfy three conditions:

1) it must relate to a broad class of problems;
2) these problems must be solved in exactly the same way and
3) the solutions must necessarily be of a high level."

Practically every standard is a specialized tool for solving a particular class of high-level inventive problems. It is a unique complex of several techniques (simple or paired), effects (physical, chemical, biological, or mathematical), and specific schemes (which Altshuller called a Su-Field) (Petrov, 2019). For each class of problems there is a standard - it is a specific set of individual tools. The whole system of standards is designed to solve a relatively broad class of inventive problems.

In March 1979, G. S. Altshuller developed the first system of 28 standards. It was a qualitative leap in the development of standards. Later it was published in the book "Wings for Icarus". The system consisted of three classes (at that time, they were not yet called classes).

1. Standards for systems change.
2. Standards for detection and measurement.
3. Standards for the application of standards.

Each of the classes included subclasses and the standards themselves.

In 1981, the system of 50 standards appeared, and in 1982 - the system of 54 standards. It was officially published in the same year, and in 1984 G. Altshuller developed a system of 69 standards. Altshuller developed a system of 69 standards. This is the next major step in the development of the system of standards. The system became more logical and finalized.

In 1985 G. Altshuller developed a system of 76 standards. The system of standards consists of 5 classes:

1. Constructing and destroying weaponized systems.
2. Development of Su-Field systems.
3. Transition to the supersystem and to the micro level.

4. Standards for detection and measurement.
5. Standards on the application of

standards. Common shortcomings of

standards systems

1. A standard structure consisting of 5 grades makes it more difficult to use and less logical. A system consisting of 3 classes is more logical and easier to use.
2. The system of standards is not a consequence of all known laws and patterns of technological development.
3. The structure of the class of standards for measurement and detection is not identical to the structure of the class of standards for change.

Later V. Petrov developed a system of standards that takes into account all these shortcomings. The first such system was provided in 1999, then in 2003, in 2004 and in 2005. This system was further improved in 2008.

In this paper, the authors have adapted the system of standards for business systems proposed earlier by Petrov.

The are the following changes applicable as adaptation:

1. From the system of standards proposed by Altshuller and later enhanced Petrov there were standards that could be used only for technical systems and would be not applicable to business systems.
2. Namely: In Altshuller's system, these are standard 2.2.3. Transition to capillary porous matter, the whole group 2.4. FerSu-Field (use of magnetic field and ferromagnetic particles). Similar standards were removed from the Petrov standards for technical systems and additionally: the use of effects; operations with thin, brittle, and easily deformable objects (in particular, the use of thin shells and thin films); monoliths in solid and flexible. states; paste-like substances, gels, colloidal solutions; liquids; gases; aerosols; fields; use of capillary porous materials (CPMs); technical extension "moving to more controllable fields", including chemical and biological fields; moving to hyper-fields; technical extension "eliminating harmful coupling by the introduction of additional elements."
3. Renamed substances as elements and fields as actions, and accordingly to this Su-Field to El- Action
4. The laws of technical systems development used in Petrov's system of standards for technical systems were replaced by laws and regularities of business systems development.
5. In addition to the system of standards for technical systems, the authors introduced the systems of changing needs and functions. In general, it can be described as follows:

Standards for business systems

Group I.

1. Standards for systems change

1.1 Changing needs
1.1.1 Satisfying needs by using functions
1.1.2 Idealization of Needs
1.1.3 Dynamization/stabilization of needs
1.1.4 Alignment and/or misalignment of needs can take place:
- Combining needs
- Specialization of needs
- Development of new needs
1.2 Changing of functions
1.2.1 Idealization of functions
1.2.2 Dynamization/stabilization of functions
1.2.3 Alignment and misalignment of functions
1.2.4 Collapsing and Expand Functions
1.3 Systems synthesis
1.3.1 System construction
1.3.2 System modification
1.3.3 Optimal mode
1.3.4 System Dynamization
1.3.5 Alignment/misalignment of parts of the system
1.3.6 Transition of the system to the micro-level
1.3.7 Transition of the system to the macro level
1.3.8 Transition of the system to the supersystem
1.4 Eliminate harmful connection
1.4.1 Utilize harmful connections or harmful factors to produce a positive effect
1.4.2 Reinforce the harmful factor to the extent that it is no longer harmful
1.4.3 Eliminate the harmful connection by introducing additional elements
1.4.4 Eliminate harmful connections by dynamizing the

system Group II.

2. Standards for detection, measurement, and control of systems
2.1 Workarounds
2.1.1 Instead of detection and measurement - change systems
2.1.2 Usage of models (copies)
2.1.3 Measurement as two consecutive detections
2.2 Synthesis of measurement systems
2.2.1 "Measuring" system
2.2.2 "Measuring" system with an additional complementary part
2.2.3 "Measuring" dynamic system
2.2.4 Alignment of elements, actions, and structure of the system during measurement
2.3 Directions of the development of measuring systems
2.3.1 Transition to bi- and poly-systems
2.3.2 Transition from analog to digital measurement
2.3.3 The transition from direct measurement to indirect measurement (model-based measurement), from the measurement of a single parameter to the complex measurement of a set of interrelated parameters

2.3.4 The transition from the measurement of a quantity to the measurement of its derivatives, integrals, and their total values
2.4 Directions for the development of management systems
2.4.1 A general tendency to increase the degree of manageability
2.4.2 Decreases the degree of human participation in system operation
2.4.3 Tendency to move from unmanageable to manageable

systems Group III.

3. Standards for the application of standards
3.1 Introduction of elements
3.1.1 Workarounds
3.1.2. "Bifurcation" of an element
3.1.3. Self-elimination of obsolete elements
3.1.4 Introducing large quantities of elements
3.1.4. Obtaining particles
3.2. Introducing actions
3.2.2. Use of combined actions
3.2.3. Introducing actions from the environment
3.2.4. Using elements that can be a source of fields
3.3. Application of resources
3.3.1 The resource system includes:
- Resource structure (system level) where resources come from
- Type of resources
- Quantity of resources
- Readiness of resources
- Value of resources

3.3.2 Rules for resource transformation (resource management):
3.3.3 Methods of resource management

3.4. Specific application of effects
3.4.1. Self-managed transitions
3.4.2. Reinforcement of action on outputs

Example: Banking Organization (examples for the standards)

1.1. Changing Needs
1.1.1. Meeting Needs Using Functions
- Developing an innovative customer identification system using biometric data to enhance security and convenience in interactions.

1.1.2. Idealization of Needs
- Providing customers with a mobile application that allows real-time transactions using biometric authentication.

1.1.3. Dynamic/Stabilizing Needs
- Dynamization: Introducing new categories of financial products, such as cryptocurrencies, in response to changing market demands.

1.1.4. Coordination and/or Discoordination of Needs

- Coordinating customers' needs for mortgage loans with the bank's goals and capabilities. Choosing between credit products with different rates and terms.

1.2. Changing Functions

- Previously, the bank provided only basic banking services, such as account opening and lending. Now, as a result of changing functions, the bank also offers investment products, insurance, and financial management consultations.

1.2.1. Idealization of Functions

- An ideal function for the customer is the ability to make instant money transfers using a mobile application anytime, anywhere, provided there is an internet connection.

1.2.2. Dynamic/Stabilizing Functions

- Introducing regular reviews and updates to internet banking software to provide customers with the most up-to-date and modern functionality.

1.2.3. Coordination and Discoordination of Functions

- Periodically changing the organizational structure of the bank to optimize operations and improve customer service.

1.2.4. Folding and Unfolding of Functions

- Abandoning obsolete banking products that do not meet the needs of customers.

1.3. Synthesis of Field Systems

1.3.1. Building Field Systems

- When developing a new financial product that requires additional functions, a banking organization may introduce new elements into the system to meet these needs.

1.3.2. System Modification

- The bank decides to improve the process of issuing and processing mortgage loans.

1.3.3. Optimal Mode

- The bank faces limited access to customer financial data, hindering informed decision-making in lending. The bank's management decides to implement a new data analytics system developed by an external company. Currently, the bank operates in a restricted mode, limiting data analysis capabilities. With the implementation of an efficient analytics system, the decision-making process in lending is expected to be optimized. Thus, the limited access mode to customer data is eliminated by introducing the maximum field – a data analytics system that provides full access to the necessary information for decision-making.

1.3.4. Dynamization of the System

- Introducing a micropayment system into the banking application. Instead of large sums, users can make numerous small transactions, increasing the granularity of operations.
- Splitting the database into separate parts with the ability to add new tables and fields to store additional information in the future.
- The bank implements a cybersecurity monitoring system capable of analyzing new threats and developing corresponding protection methods without human intervention.
- The bank transitions to a distributed branch management system, where each branch has a certain degree of autonomy and can make decisions independently based on the current situation.

1.3.6. Coordination/Discoordination of Systems

- The bank underwent a restructuring of its departmental structure to optimize workflow.
- The banking system has introduced new software that allows more efficient management of customer data.
- The bank optimized the credit application coordination process, and now decisions are made by a team of experts.

Example: Consumer goods sales

1.1 Changing needs

1.1.1 Satisfying needs by using functions

- Working with a shopping list – you can add items in any moment and have the ready list for shop and delivery.

1.1.2 Idealization of Needs

- The standard shopping list position can be marked with regularity.
- Choose the recipe and get automatically all the ingredients in the shopping list.

1.1.3 Dynamization/stabilization of needs

- Seasonal offers and discounts.
- Additional offset – fuel, babysitting, and others to do it together with shopping.
- Other consumer food in grocery stores.

1.1.4. Alignment and/or misalignment of needs can take place:

- Combining needs
- Specialization of needs
- Development of new needs
- Alignment of the shopping list with a special diet or food specialties – lactase-free or others.

1.2 Changing of functions

- A retail company implements a new feature in its business system, allowing customers to create personalized wish lists, changing the way they interact with customers and improving their experience.

1.2.1 Idealization of functions

- Shopping list automatically delivered – all that is in the current shopping list delivered in a specific time frame, money transactions as well automated – **PICNIC** business model.
- On-time delivery of flowers or gift sets for Wedding anniversaries and other celebrations.
- An online store uses analytics and artificial intelligence to idealize search functions, providing customers with more accurate and relevant results based on their preferences.

1.2.2 Dynamization/stabilization of functions

- Delivery of sets for cooking several dishes with recipes and hints – **HalloFresh** business model
- Pickup service based on your shopping list.
- A retail chain implements an inventory management system that dynamically adjusts inventory levels in real-time according to seasonal fluctuations in demand, ensuring stable product availability.

1.2.3 Alignment and misalignment of functions

- Local food promotion, bio food promotion, shorter time from farm to table. Besides of global products in the supermarket chain, there are particular regional parts, different in every location.
- A sales and marketing process management system can coordinate functions between sales and marketing departments to improve campaign efficiency and increase conversion, with discoordination potentially arising from miscommunication between departments.

1.2.4. Collapsing and Expand Functions

- Automatic cash desk as the central part, and payment with modern contactless transactions.
- An online electronics platform may fold functions of less popular product categories and unfold efforts in promoting and developing more in-demand categories.

1.3. El-Action Systems synthesis

1.3.1 System construction

- Companies who want to have delivery but do not want to have their own service have 2 ways – add their products to some bigger that have delivery and even locate to stores – for example, Amazon as a training platform.
- A company creates an inventory management business system, combining data on incoming and outgoing product shipments for more efficient inventory control.

1.3.2 System modification

- Self-service milk automat on the farm, or self-service to cut flowers on the field, or pick berries on the farm.
- A retail store implements an electronic receipt system, changing the way purchases are recorded and simplifying customer interaction processes.

1.3.3. Optimal mode

- GivAwayFood – get cheap or free food, which in another case will be thrown away (the rest that was not sold), and shops that sell expired food.
- A manufacturer optimizes business processes using a production management system, achieving an optimal production mode and reducing costs.

1.3.4 System Dynamization

- Get cash from your bank card at the cash desk in the grocery store.
- Subscription delivery – allows to fix price, and plan demand.
- A retailer introduces an order management system that dynamically responds to changes in demand, ensuring faster order processing.

1.3.5. Alignment/misalignment of parts of the system

- When the delivery of all ingredients to the home together with recipes is not enough, we can add to this online cooking.
- Based on the order history system, generate suggestions for the next order.
- Integrating the sales accounting system with the warehouse management system can coordinate processes, improving efficiency, while discoordination may arise from errors in data transfer between these systems.

1.3.6. Transition of the system to the micro-level

- Loyalty programs with microtransactions to achieve more significant benefits.

1.3.7. Transition of the system to the macro level

- Byers Club, which has benefits belonging to this. Originally coming from co-purchasing, in the cases when you cannot get a single piece but you want to have one, and in cooperation with other persons, you can achieve a minimum amount or save on delivery costs.

1.4.1 Utilize harmful connections or harmful factors to produce a positive effect

- Reuse the rest of the food to compost or animal feed. Other recycling as well as consuming products give a lot of perspectives.

1.4.3 Eliminate the harmful connection by introducing additional elements

- Promotion of seasonal goods levering its overproduction. Can be enchanted by public food services, which cook only from seasonal products.

1.4.4 Eliminate harmful connections by dynamizing the system

2.1 Workarounds

2.1.1 Instead of detection and measurement - change systems

- Status changes in loyalty programs

2.1.2 Usage of models (copies)

- Understanding customer behavior based on clicks at the website or video from the shop.

Findings

There was presented 1st try to adopt TRIZ Standards for Technical System to a totally new and completely different area of application – TRIZ Standards for Business system. As it is the first approach, authors are not pretending to completeness of the standards and their approbation. This work needs to be continued based on the current outcome and extended with the complete subset of standard adaptation and examples. The most detailed structure of it, as well as the entire logic of adaptation and applications of test examples, will be for any journal article and will require separate publication.

As was shown in the Business TRIZ Standards proposal, it needs to adapt to the application area. Several definitions via transformation to the business language required adjusted explanation or redefinition in the terms of the subject field. This process is iterative and includes rethinking, redefining, and approbation phases to achieve a level of usability. Examples are expected to highlight the direction of the usage of particular standards in business applications, and, in this article, replace the full description of new definitions and theoretical principals' adaptation of it in the business area. This way was chosen by the authors to achieve a more practical representation of this work. The example varicosity should give the audience a straightforward, plausible reading, focusing more on the practical usage of the new tool.

References

1. Anuar, A., Sadek, D. M., Kheng, L. K., Ghazali, M. F., Hasan, M. Z., & Habidin, N. F. (2023). Issues Faced by Micro Businesses during COVID-19: The Integration of Lean Practices and TRIZ. Information Management and Business Review, 15(4 (SI) I), 122-130.
2. Dave, H. P. (2017, April). TRIZ: 40 principles and their ranking by contradiction matrix. In 2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT) (pp. 1258-1261). IEEE
3. Feniser, C., Burz, G., Mocan, M., Ivascu, L., Gherhes, V., & Otel, C. C. (2017). The evaluation and application of the TRIZ method for increasing eco-innovative levels in SMEs. Sustainability, 9(7), 1125.
4. Hsiao, Y. C. (2005). Creative Solutions from TRIZ for the Business Contradiction in Red Ocean Strategy. The TRIZ Journal.
5. Mann, D., & Domb, E. (2001). Using TRIZ to overcome business contradictions: Profitable e-commerce. TRIZ Journal.
6. Monnier, B. (2004). Application of the TRIZ method to business management activities. TRIZ Future.
7. Mejía Duque, J. G. (2021). Establishing the Fundamentals of the TRIZ application to the development or improvement of SMEs Business Models.
8. Petrov V. (2003) New system of standard solution of inventive problems. ETRIA World Conference - TRIZ Future 2003. November 12-14,
9. Petrov, V. (2019) Structural System Analysis. Su-Field Analysis. TRIZ. Paperback. Independently published. 357 p. ISBN-10: 1692987011, ISBN-13: 978-1692987015
10. Rajić, D. (2020). Verification of the LT-contradiction matrix using the TRIZ standards. MEFkon 2020 INNOVATION AS AN INITIATOR OF THE DEVELOPMENT “INNOVATIONS

IN THE FUNCTION OF DEVELOPMENT", 198.
11. San, Y. T. (2014). TRIZ-Systematic innovation in business & management. First Fruits Sdn. Bhd.
12. Sizikov, V. (2023, August). Problem Modelling for Sustainability in the Business Environment by Linking TRIZ and Systems Engineering. In International TRIZ Future Conference (pp. 247- 255).
13. Elyoussoufi, S., Mazouzi, M., Maamar, M. I., & Sahiri, N. (2023, August). Assessing Business Excellence Approaches from the Perspective of Directors: Exploring the Role of TRIZ. In International TRIZ Future Conference (pp. 465-477). Cham: Springer Nature Switzerland.
14. Альтшуллер Г. (1975) Стандарты на решение изобретательских задач. Стандарты 1-5. – Баку
15. Альтшуллер Г. (1979) Система стандартов на решение изобретательских задач. – Баку
16. Альтшуллер Г. (1981) Система стандартов. 50 стандартов по решению изобретательских задач. – Баку
17. Альтшуллер Г. (1982). Система стандартов. 54 стандарта по решению изобретательских задач. – Баку
18. Альтшуллер Г. (1984) Стандартные решения изобретательских задач. 69 стандартов. – Баку

TRIZ Yöntemi ile İnventer Kaynak Makinesinin Teknolojik Seviyesinin Artırılması ve Satışlara Etkisinin İncelenmesi

Mehmet Rıza Adalı, Sakarya Üniversitesi,
mradali@sakarya.edu.tr
Elif Dülger, Sakarya Üniversitesi,
ekahraman@sakarya.edu.tr
Halil Ulutaş, Sakarya Üniversitesi,
halil.ulutas@sakarya.edu.tr
DOI: 10.13140/RG.2.2.33698.61127

Özet

Mühendislik faaliyetleri gerçekleştirilirken parametreler birbirleri üzerinde kısıt oluşturabilmekte, bu problemin çözümü noktasında ise TRIZ metodolojisinin ortaya koyduğu prensipler yeni bakış açıları sunmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin ilk yerli inverter sinerjik gazaltı kaynak makinesini üreten işletmesinde, daha kullanışlı ve yüksek performanslı makineler elde edilerek, ürünün ulusal ve uluslararası pazarda tercih edilebilirliğini arttırmak hedeflenmiştir. İnverter kaynak makinelerinin satışlarının düşmesindeki temel neden incelendiğinde ise, kaynak ustalarının makinelerdeki panelleri karmaşık bulunduğu, kullanırken zorlandığı tespit edilmiştir. Bu sebeple geliştirilecek yeni ürünün daha az karmaşık, kullanımı kolay, daha ergonomik ve daha hızlı olması istenmektedir. Dolayısıyla çalışmada, çelişkiler tanımlanırken inventer makinelerin otomasyon düzeyi ile karmaşıklık, kullanım kolaylığı ile bilgi kaybı, şekil ile güvenirlik parametreleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Seçilen mühendislik parametreleri arasındaki çelişkilerin çözümünde önerilen yenilikçi prensiplerden önce sekiz uygulanmış, geri bildirimler esas alınarak hız ile bilgi kaybı parametreleri arasındaki çelişki çözümlemesinde iki prensip daha hayata geçirilmiştir. TRIZ yenilikçi prensipleri doğrultusunda, makinenin teknolojik seviyesi artırılarak panellerin kullanım kolaylığı sağlanmış, hem kaynak ustalarının performansını otomatik olarak izlenebilirliğini sağlayan hem de kaynak kalitesi üst düzeyde ve kullanımı kolay ürün ortaya konulmuştur. Yeni ürünün satışları incelendiğinde tercih edilebilirliğin arttığı görülmüş, hedeflendiği gibi inverter makinelerinin satış rakamları dört katına ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: TRIZ, İnverter Kaynak Makineleri, Ürün Tasarımı, Ürün Geliştirme Süreci

Summary

While performing engineering activities, parameters can create constraints on each other, and the principles put forward by the TRIZ methodology offer new perspectives at the solution of this problem. In this study, it is aimed to increase the preferability of the product in the national and international markets by obtaining more useful and high-performance machines in the enterprise that produces Turkey's first domestic inverter MIG/MAG welding machine. When the main reason for the decrease in sales of inverter welding machines is examined, it has been determined that welders find the panels on the machines complicated and have difficulty using them. For this reason, the new product to be developed is desired to be less complex, easier to use, more ergonomic and faster. Therefore, in the study, while defining the contradictions, the relationship between the automation level and complexity of inverter machines, ease of use and information loss, shape and reliability parameters were examined. Eight of the proposed innovative principles were first implemented in resolving the contradictions between the selected engineering parameters, and two more principles were implemented in resolving the contradiction between the speed and information loss parameters based on the feedback. In accordance with TRIZ's innovative principles, the technological level of the machine has been increased, the ease of use of the panels has been ensured, and a product that is easy to use and provides automatic monitoring of the performance of welders, as well as having a high level of welding quality, has been introduced. As a result of this study, it was seen that the preferability increased, and as expected, the sales figures of inverter machines quadrupled.

Key words: TRIZ, Inverter Welding Machine, Product Design, Product Development

Giriş

Makineleri biçimsel modellerken matematiksel tekniklerden, çizim araçlarından faydalanılsa da mevcut problemleri ortadan kaldırmak için yeni düşüncelere ihtiyaç duyulduğunda çoğunlukla deneyimlerden yola çıkılmaktadır. Rekabetin hızının giderek arttığı günümüzde inovatif fikirlere olan ihtiyaç öne çıkmakta bu noktada da sistematik bir yaklaşım sunan TRIZ metodolojisi bu ihtiyacı karşılamaktadır. Ürün geliştirme süreçleri zor ve zahmetlidir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte sanayide üretimin dayandığı teknoloji tabanı, dolayısıyla da ürün segmentasyonu da bu değişimden etkilenmektedir. Bu gelişmeler neticesinde trafolu kaynak makineleri yerini inverter kaynak makinelerine bırakmıştır. Ulaşım, inşaat, gemi inşası gibi birçok farklı sektörde yoğun olarak kullanılan kaynak teknolojileri, Türkiye'nin sanayileşmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Türküye' de hızla büyüyen otomotiv, yan sanayii, ulaşım sektörlerinde devletin de teşviği ile yenilenebilir enerji kullanımı, rüzgar enerji santralleri için çelik tüketimine olan talebi artırmış, kaynak sektörü öne çıkmıştır. Yine otomotiv alanında kullanılan otomasyon düzeyinin artması ile kaynak sektöründe Örtülü Elektrod Arc MMA (Metal Manual Arc) dan ziyade MIG/MAG (Gazaltı) kaynağı talep edilmektedir. Trafolu kaynak makineleri çapaklı kaynak işleminde kullanırken ve amper ve voltaj değerleri ayarlanarak işlem gerçekleştirilir. Ancak parametre değerleri girilirken sadece 5 ve katları girildiği için inverter kaynaktaki gibi hassas ayar yapılamaz. Ele alınan inverter kaynaklarında ise milimetre bazında ayar yapılabilir ki bu da hatasız kaynak yapmayı mümkün kılar. Ancak deneyimler göstermiştir ki kaynak ustaları parametre ayarı yaparken ve makineyi kullanırken zorlanmaktadır.

Çalışmada kaynak kalitesinde düşüş olmadan kaynak ustalarının kullanabileceği makine tasarımı problemi ele alınmış, çelişkilerin giderilmesinde yenilikçi prensipler dikkate alınarak iki aşamalı bir çözüm elde edilmiştir. Uygulama sonucunda hedeflendiği gibi, hedef kitlenin beklentilerine uygun bir tasarım gerçekleştirilmiş ve satış rakamları dört katına ulaşmıştır (Ulutaş, 2022, 42-50).

TRIZ metodolojisi

TRIZ, "sistemleri" yenilikçi şekilde geliştirmeye yardımcı olabilecek bir dizi sistematik düşünce aracıdır. TRIZ düşüncesi, problem içerisindeki çelişkilerin, yenilikçi çözümler üretilerek metodolojik olarak çözümlenebilirliği düşüncesine dayanır. TRIZ yönteminin geliştiricisi Rus bilim insanı Genrich Altshuller, inovasyonun, teknolojik bir sistemde temel bir değişikliği gerektirmesi bakış açısıyla tüm dünyada 200.000'den fazla patenti incelemiş ve göre küçük bir oranda olan "Özgün-Yaratıcı" nitelikte olan 40.000 patentin titiz bir analiz etmiştir. Çalışmalarının sonuçları, TRIZ'in kuramsal temelini ve daha sonra geliştirilecek yenilikçi problem çözme araçlarının temelini oluşturmuştur.

TRIZ yöntemi karar verme problemine yol gösterici bir araçtır, spesifik probleme ayrıntılı teknik çözüm üretmez. Geçmiş deneyimlerinden yola çıkarak çözüm kombinasyonları sunar (Zurnalı, 2019, 32). TRIZ metodolojisi aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Şekil 1. Genel TRIZ metodolojisi (Hirst, 2007)

TRIZ uygulayıcılarının öncelikle kendi problemlerini standart bir TRIZ problemine dönüştürmeleri gerekir ki bu da 39 mühendislik parametresinden probleme ilişkin seçilmiş ikili parametre çifti yardımıyla mümkündür. Parametre seçimi yapıldıktan sonra spesifik problem, TRIZ problemine dönüştürülmüş olur. Problem çözmek adına iyileştirilecek olan parametre bir diğeri üzerinde olumsuz etki yaratabilir. Bu çelişkinin giderilmesinde Çelişkiler Matrisi kullanılarak kesişen hücredeki yenilikçi prensipler aracılığı ile standart TRIZ çözümü elde edilmiş olur.

	Kötüleşen Özellik / Geliştirilen Özellik	Hareketli nesnenin ağırlığı	Sabit nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin uzunluğu	Sabit nesnenin uzunluğu	Hareketli nesnenin alanı
		1	2	3	4	5
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	+		15,8,29,34		29,17,38,34
2	Sabit nesnenin ağırlığı		+		10,1,29,35	
3	Hareketli nesnenin uzunluğu	8,15,29,34		+		15,17,4
4	Sabit nesnenin uzunluğu		35,28,40,29		+	
5	Hareketli nesnenin alanı	2,17,29,4		14,15,18,4		+
6	Sabit nesnenin alanı		30,2,14,18		26,7,9,39	
7	Hareketli nesnenin hacmi	2,26,29, 40		1,7,4,35		1,7,4,1
8	Sabit nesneni hacmi		35,10,19,14	19,14	35,8,2,14	

Şekil 2. Çelişkiler matrisinden bir kesit (Kaya, 2016)

Bu prensiplerden uygun olanların problem adapte edilmesiyle spesifik çözüme ulaşılır.

TRIZ yönteminin, imalat sektöründe özellikle de mühendisliğin bir çok alanında kullanılabildiği gibi son zamanlarda sağlık, finans vb. gibi hizmet sektöründe de kullanıldığı görülmektedir. Yapılan literatür taramaları bu yöntemin yeni ürün tasarımlarında, makinelerin montaj ünitelerinin optimizasyonlarında vb. kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmesine katkı sunduğunu ortaya koymuştur (Demirtaş, 2020, 4).

Fiorineschi vd (2018), çalışmaların TRIZ'in Fonksiyonel Ayrıştırmanın (FDM) yenilikçi çözümlere ulaşma yeteneğini artırabileceğini ortaya koyduğunu, TRIZ araçlarının sistematik bir yaklaşımla benimsenmesinin, tasarlanan çözümlerin kalitesini artırdığını ifade etmiştir (Fiorineschi, 2018, 259-261).

Chen vd (2021) ürün inovasyonunda İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (HCI) konusunu incelemiş,

çalışmalarda çok modlu etkileşim için tasarım yöntemlerinde eksiklik olduğunu dile getirmiştir. Çalışmalarında HCI ve TRIZ'in sinerjisinden yararlanarak çok modlu bir etkileşim tasarımı yöntemi sunmuşlardır. HCI ve TRIZ alanlarındaki olası sinerji araçlarını araştırmak için dahil etme ve hariç tutma kriterleri kullanlmış ve dahil edilme kriterleri şu şekilde düzenlenmiştir: Bağımsız ve eksiksiz araçlar, aktif bir rol ve net hedefler, genel araçlar. Önerdikleri yöntem kullanıcı ihtiyaçlarının analizinden tasarım çözümlerinin oluşturulmasına kadarki tüm tasarım süreçlerinde geçerli, aktif ve esnek araçlar içermektedir (Chen vd, 2021, 3-8).

Şen ve Baykal (2019) çalışmalarında TRIZ metodunu, işlevini ve gücünü korurken ağırlığı azaltmak için fiber polimer kompozitler kullanan yeni bir otomobil park freni kolu geliştirmek için kullanmışlardır. Müşteriler tarafından talep edilen sac malzemenin kalitesini değiştirmeden ve orijinal geometriyi değiştirmeden, yırtılma kusurları olmayan şekillendirilebilir bir araba salıncak kemiği numunesinin elde edildiğini göstermişlerdir (Şen vd, 2019, 2-5).

Wang vd (2016) araştırmalarında TRIZ'in ürün geliştirme süreçlerine başarıyla dahil edildiğini ifade etmiş, çalışmalarında çok yüksek bit hızlı dijital abone hattı 2 adı verilen, çoklu konut birimleri içeren yeni bir ürünün geliştirilmesi için TRIZ yöntemiyle DFSS'ye (Design for Six Sigma) dayalı bir örnek sunmuşlardır. Elde ettikleri sonuçlar, TRIZ yöntemiyle DFSS'nin yeni ürün geliştirmede etkin bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir (Wang vd., 2016, 524-527).

Öne çıkan çalışmalar incelendiğinde ürün geliştirme süreçlerinde TRIZ yönteminin başarılı sonuçlar verdiği görülmüş, kaynak makinesi geliştirme sürecinde yöntemin uygulanmasına karar verilmiştir.

Trafolu ve inverter kaynak makineleri

Kaynak makineleri akım şiddeti gibi değerlerin ayarları yapılırken gereken işlemlere göre trafolu ve inverter kaynak makineleri olmak üzere iki başlıkta toplanabilir. Trafolu kaynak makinelerinde akım şiddeti ve gerilim değerleri manuel olarak ve sadece 5 ve katları şeklinde girilir dolayısıyla hassas ayar yapılamamaktadır. İnverter kaynak makinelerinde ise akım şiddeti, malzeme kalınlığı gibi veriler girildiğinde yüksek hassasiyette, hatasız kaynak yapılabilir. Dezavantajı ise bu değerlerin girilmesi, ayarlarının yapılması esnasında ürün karmaşıklığı sebebiyle kaynak ustalarının hata yapmasıdır. Kaynak işlemine geçmeden ustanın kaynak yapacağı malzemeyi doğru seçmesi, bu seçime uygun olarak kullanılması gereken gazı bilmesi ve doğru seçmesi, son olarak da kullanacağı telin çapını seçerken dikkat etmesi gerekir.

Uygulama

Mevcut durum analizi

İşletme, inverter kaynak makinelerinin satış rakamları incelendiğinde son yıllarda %45 düşüş olduğu görülmüş bu çalışma ile düşüşün kapsamlı bir araştırması yapılmıştır. Makineleri kullanan kaynak ustalarından alınan geri bildirimler, kaynak ustalarının bu işleme dair yetkinliğinin olmadığını göstermiştir. Ülkemizde kaynak ustalarının eğitim düzeyleri düşük olduğu için trafolu kaynak makinelerine göre daha yüksek performanslı inverter kaynak makinelerinin kullanımında sorun yaşanmakta, bu durum da ciddi malzeme, işgücü ve zaman kayıplarına neden olmaktadır.

	Standart		Tel Çapı(mm)			
		Tel	0.8	1.0	1.2	1.6
	Malzeme	Gaz	Jop	Jop	Jop	Jop
	SG2/3 SG3/4 Si1	Ar-82/CO_2 -18	8	10	12	16
		Ar-90/CO_2 -10	18	20	22	26
		CO_2 100	28	30	32	36
CrNi	318 Si	Ar-97,5/CO_2-2,5	38	40	42	46
	307 Si		48	50	52	56
	308 Si		58	60	62	66
	316L		68	70	72	76
	Duplex		78	80	82	86
	2269	Ar-He-CO_2	88	90	92	96
NiCr		Ar-70/He-30		100	102	
	625	Ar-He-CO_2/Ar-He-H2-CO_2		110	112	
	AlMg	Ar-100	118	120	122	126
		Ar-70/He-30	128	130	132	136
	AlSi	Ar-100	138	140	142	146
		Ar-70/He-30	148	150	152	156
	Al99	Ar-100	158	160	162	166
		Ar-70/He-30	168	170	172	176
	CuSi	Ar-100	178	180	182	186
	CuAl	Ar-100	188	190	192	196
	CuSi /	Ar-100	198	200	202	206
	Brazing	Ar-97,5/CO_2-2,5	208	210	212	216
	CuAl / Brazing	Ar-100	208	220	222	226
		Ar-97,5/CO_2-2,5	208	230	232	236

Şekil 3. Pulse panel ve program tablosundan bir kesit

Makine kullanım prosedürü olarak öncelikle kaynak yapılacak olan malzemenin seçilmesi gerekmektedir. Örneğin paslanmaz kaynak yapılmak isteniyorsa tel karşımı 306, 316 gibi Türkiye standartlarında kullanılan tellerden uygun kod girilmelidir. Sonrasında hangi gazın kullanılacağına karar verilmelidir. Sözü edilen kaynak için Ar-97,5/CO_2-2,5 seçilmeli son adımda da tel çağı seçilmelidir. Şekildeki Pulse Panel üzerindeki program butonu olan 10 numaralı P butonuna belli bir süre basılı tutularak job değeri girilir. Panel kullanımı uygulamalı olarak gösterilse de zor gelmekte, tercih edilmemektedir. Uygulamada kullanım zorluğu probleminin çözümü ve yeni ürün geliştirme sürecinde yenilikçi problem çözme metodolojisinden faydalanılmasına karar verilmiştir.

TRIZ yöntemi ile çözüm

İnverter kaynak makinesinin kullanımını daha kolay hale getiren, diğer yandan da kaynak performansı yüksek inovatif yeni bir makine tasarımı noktasında TRIZ yöntemi ile iki aşamalı bir çözüm ortaya konulmuştur. Çözümde aşağıda gösterilen akıştan faydalanılmıştır.

Şekil 4. TRIZ yöntemi akış şeması (Han, 2019, 312-313)

Geliştirilecek yeni ürünün (Pulse Rapid Panel) daha az karmaşık, kullanımı kolay, daha ergonomik ve

daha hızlı olması istenmektedir. Spesifik problem standart TRIZ problemine şu şekilde dönüştürülmüştür. Problemin mühendislik parameterleri olarak; otomasyon düzeyi ile karmaşıklık, kullanım kolaylığı ile bilgi kaybı, şekil ile güvenirlik seçilmiştir.

- Otomasyon Düzeyi (38.Parametre) ile Cihaz Karmaşıklığı (36.Parametre) Çelişkisi ve Çözümü

  İyileştirilmesi gereken parametre cihazın karmaşıklığıdır. Cihazı basitleştirmek ise otomasyon düzeyini düşürecektir. Bu çelişkiyi çözmek için matris çözümü olarak 15. Dinamik Hale Getir, 24. Aracı kullan, 1. Böl prensipleri karşımıza çıkmıştır şu şekilde uygulanmıştır: 15. Dinamik Hale Getir; Bir nesnenin, dış çevrenin ya da sürecin en uygun çalışma koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanması olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzden cihaz tasarımında değişikliğe gidilerek kullanıcıların koşullarına uygun olacak şekilde yeniden tasarlama gündeme gelmiştir. 24. Aracı kullan; Nesne ya da sürecin kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Yeni tasarımda kaynak yapma süreci değiştirilerek buton işlevleri güncellenmiştir. Böylece ustalar yapmak istedikleri kaynak metoduna kolaylıkla geçiş yapabileceklerdir. 1. Böl; parça veya bölüm sayısının arttırılması olarak tanımlanmaktadır. İstenilen kaynak performansına ulaşmak için işlem adımlara bölünerek uygulanmıştır. İlk panelde bir işlemi gerçekleştirirken ihtiyaç duyulan program için bir tuşa basarken, yeni tasarımda ilk adım olarak malzeme cinsini daha sonra tel çapını seçmek gerekmektedir. Ardından dijital göstergeye program değeri otomatik olarak gelmektedir.

- Kullanım Kolaylığı (33.parametre) ile Bilgi Kaybı (24.parametre) Çelişkisi ve Çözümü
  Daha kolay kullanımı olan bir paneli daha az nitelikli operatörler de kullanabilir. Bu durum zamanla insan kaynağının bilgi düzeylerinin düşmesi ile sonuçlanabileceğinden ilişkili parametre olarak 24.parametre Bilgi Kaybı seçilmiştir. Bu çelişkiyi çözmek için matris çözümü olarak 4. Asimetri, 10. Öncü Eylem, 27. Ucuz ve kısa ömürlü cisimler kullanma, 22. Zararı Faydaya Çevirme prensipleri karşımıza çıkmıştır şu şekilde uygulanmıştır: 4. Asimetri; nesnenin tasarım şekli değişikliği olarak tanımlanmaktadır. Asimetri prensibi için simetrik 18 ve 16 butonunda değiştirilerek sadece 16 butonu bırakıldı.

Şekil 5. Simetrik haldeki 16-18 numaralı butonların asimetrik hale getirilmesi

Böylece örneğin Nikel kaynağı M1, Aliminyum kaynağı M2 gibi en çok yapılan kaynak tipinin hafızaya kaydedilmesi kolaylaştırıldı, aşağı ve yukarı kayma işlemine gerek kalmadı. 27. Ucuz ve kısa ömürlü cisimler kullanma; belirli özelliklerini kapsayan birkaç ucuz kopyası ile değiştirmek olarak tanımlanmaktadır. Bu prensibe uygun olarak kullanılan transistor güçleri düşürülüp maliyet

azaltılmıştır. Pulse panelde 200 amperlik IGBT (Insulated-Gate Bipolar Transistor) kullanılırken Pulse Rapid panelde 150 amperlik 47 IGBT kullanılıyor. 150 amperlik IGBT hem daha ucuz hem de kısa ömürlüdür. 22. Zararı Faydaya Çevirme prensibine uygun olarak, yanlış program seçip yapılan kaynak sırasında makinenin zorlanması ya da kaynak yaparken makinenin şase yapması hatası ortadan kalkarak arızalar arası süre azaldı. Böylece zarar faydaya çevrilmiş oldu.

- Şekil (12.parametre) ile Güvenilirlik (27.parametre) Çelişkisi ve Çözümü

Yeni tasarım pulse panelde tüm fonksiyonlar kaynak ustasının kolay erişebileceği yerde iken hata yapma olasılığı artacak panelin istenilen fonksiyonu yerine getirmeme riskini doğurabilir. Bu çelişkiyi çözmek için matris çözümü olarak 10. Öncü Eylem ve 16. Kısmi Fazlalık prensiplerinden faydalanılmıştır. 10. Öncü eylem olarak; müşterilere gönderilen demo makinesi hakkında olumsuz geri dönüşler alındıktan sonra 22. Kısmi Fazlalık olarak sektör bazlı müşteri talepleri incelenerek, az tercih edildiğinden yola çıkılarak 1.6mm telinin kaldırılmasına karar verildi.

Şekil 6. Tel çapı seçim butonu

Yukarıda açıklanan üç çelişki durumunu çözmek için sekiz yenilikçi prensip uygulaması sonucunda geliştirilen Pulse Rapid Panelde kaynak performansı düşmeden kaynak ustalarının kullanımı kolaylaştırılmıştır. Ancak makinelerin makine programlarında veri kayıpları meydana gelmiştir. Bu noktada Şekil 3'de yer verilen akış gereği yeni ürün özelinde yeniden çelişki tanımlaması yapılmış iki yenilikçi prensip daha şu şekilde hayata geçirilmiştir.

- Hız (19.parametre) ile Bilgi Kaybı (24.parametre) Çelişkisi ve Çözümü

Rapid Pulse Panelde hızının iyileştirilmesi için gereken düzenleme makine programlarında veri kayıplarına neden olmaktadır. Bu çelişkiyi çözmek için matris çözümü olarak 26. Kopyalama ve 13.Diğer Yol prensiplerinden faydalanılmıştır. Diğer yol (13) Bir sorunu veya problemi çözmek için kullanılan yöntemin tersine işletilmesi olarak tanımlanmaktadır bunun için ürün üzerinde tersine mühendislik çalışması yapılarak tasarımda ergonomiklik sağlanmaya çalışılmıştır. İçerik olarak ise 26. Kopyalama prensibi gereği ürün özelliklerinin çoğu aynen aktarılmış, wifi ve bluetooth ile bağlantı özelliği gibi ilave bir takım özellikler eklenmiştir. ArcProMax Panel adı verilen ürün aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Şekil 7. ArcProMax panel

ArcProMax Panel ile kaynak yapma işlemi otomatik hale getirildi. Bunun için kaynak şartnamesi, wps değerleri, kaynak parametreleri master karta önceden girildi. Böylece ustanın kaynak yapmadan önce parametre seçmesine, gerekli butonlarda ayarlama yapmasına gerek kalmadan istediği özelliklerde kaynak yapması mümkün oldu. Ayrıca panele eklenen wifi ve bluetooth ile bağlantı özelliği ile işletme sahibi ya da kaynak ustasından sorumlu kişilerin kaynak yapılan alana gelmeden, bulundukları yerden kaynağın wps değerlerini kontrol etme imkanı sağlanmış oldu. Bir diğer özellik ise makinelerin bakım onarım planlamasına ilişkindir. Bakım zamanı yaklaşan makinelerin sinyal vermesi yoluyla uzun vadede kullanım performansları artacaktır. Diğer yandan da çalışan performanslarının objektif değerlendirilmesi için altyapı sağlanmıştır. ArcProMax Panel kayıtları ile ustanın kullandığı gaz ve tel miktarının izlenmesi yoluyla verimi hesaplanabilmektedir. Aşağıdaki bu takip için geliştirilen izleme ara yüzü resmedilmiştir.

Şekil 8. Kaynak performansı izleme ara yüzü

Sonuçlar

Teknolojinin hızla gelişmesi her sektörde iş yapma biçimini derinden etkilediği gibi imalat sektörünün de her aşamasını doğrudan etkilemiştir. Türkiye imalat sektöründe önemli bir yer tutan kaynak teknolojilerinin verimli kullanılması sanayinin gelişmesi için çok önemlidir. Bu çalışmada yeni ürün geliştirme sürecinde yenilikçi problem çözme yöntemi başarıyla uygulanmış, geliştirilen ürünün satış

rakamları incelendiğinde anlamlı bir fark görülmüştür. Trafolu kaynak makineleri kullanımı görece daha kolay olmakla birlikte hem hassas ayar yapılamaması hem de arıza meydana geldiğinde kolay müdahele edilememesi, tüm makinenin değiştirilmesi gibi gerekçeler kaynak kalitesinin daha yüksek olduğu inverter kaynak makinelerine odaklanılmasında önemli sebeplerdendir.

Ele alınan problem kaynak ustalarınınn eğitim düzeyinin düşük olması sebebiyle kullanım zorluğu çekmeleri temelindedir. Eğitim düzeyinin artması kısa vadede mümkün olamayabileceğinden panel işlevlerinin daha kolay bir şekilde yerine getirilmesi odaklı yeni bir panel tasarımı gündeme gelmiştir. Bu doğrultuda probleme ilişkin mühendislik parametreleri seçilerek çelişkiler ikili çiftler halinde tanımlanmıştır. TRIZ yöntemi ile iki aşamadan oluşan bir ürün geliştirme süreci açıklanmıştır. İlk aşamada Pulse Panel problemlerine 40 yenilikçi prensipten 8 tanesi uyarlanarak daha kullanışlı ve yüksek performanslı kaynak makineleri üretilmiştir. Yeni tasarım makineler müşterilere gönderilmiş yapılan değişikler sonucunda geri bildirimler dikkate alınarak 2 yenilikçi prensip daha uyarlanarak ürün yeniden tasarımlanmış, söz konusu makinelerin teknolojik seviyesi artırılarak panellerin kullanım kolaylığı sağlanmıştır.

Sonuçta hem kaynak ustalarının performansını otomatik olarak izlenebilirliğini sağlayan hem de kaynak kalitesi üst düzeyde ve kullanımı kolay ürün ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile, hem ürün kalitesi hem de kullanım kolaylığına ilişkin çelişkilerin giderildiği TRIZ yönteminin yeni ürün geliştirme süreçlerine başarıyla adapte edildiği gösterilmiştir. Uygulama sonucunda hedeflendiği gibi, inverter makinelerinin satış rakamları dört katına ulaşmıştır.

Kaynaklar

1. Ulutaş, H. (2022), TRIZ metodu ile kaynak makinası kullanım kolaylığı, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
2. Zurnalı, Ö. (2019), Otobüs Kapak Üretim Prosesinin Robotik Otomasyonla Optimizasyonu ve Triz Metodolojisine Uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye
3. Hirst E., (2007), Introduction to TRIZ - Theory of Inventive Problem Solving IBM Global Business Services, 05.08.2023 tarihinde https://studylib.net/doc/13322922/introduction-to-triz---theory-of-inventive-problem-solvin... adresinden alındı.
4. Kaya M.O (2016), TRIZ-Teknik Çelişki, 10.10.2023 tarihinde https://medium.com/@metinokaya/triz-teknik-%C3%A7eli%C5%9Fki-e5195d94a9ff, adresinden alındı.
5. Demirtaş B. (2020), Yenilikçi Problem Çözme Tekniği Triz Kullanılarak Makine Tasarımı / Geliştirme Ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye
6. Fiorineschi L., Frillici F.S., Rotini F., Tomassini M. (2018), Exploiting TRIZ Tools for enhancing systematic conceptual design activities, Journal of Engineering Design, 29:6, 259-290, DOI: 10.1080/09544828.2018.1473558
7. Chen S., Kamarudin K.M., Yan S. (2021), Product Innovation: A Multimodal Interaction Design Method based on HCI and TRIZ, 6th International Conference on Design Engineering and Science, Journal of Physics: Conference Series 1875 012012, doi:10.1088/1742-6596/1875/1/012012
8. Şen N., Baykal Y. (2019), Development of car wishbone using sheet metal tearing process via the theory of inventive problem-solving (TRIZ) method, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering 41:390, https://doi.org/10.1007/s40430-019-1884-7
9. Wang F., Yeh C., Chu T. (2016), Using the design for Six Sigma approach with TRIZ for new product development, Computers & Industrial Engineering Volume 98, August 2016, Pages 522-530, http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.06.014
10. X. Han and L. Su (2019), TRIZ-Based Design and Simulation of High Speed End Sealing Device of Packaging Machine, 2nd World Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM), Shanghai, China, 2019, pp. 312-315, doi: 10.1109/WCMEIM48965.2019.00068.

Avionika Sistemləri Üçün İnteqrasiya Olunmuş Bort Şəbəkələrinin Analizi

Aftandil Məmmədov
National Aviation Academy
aftandilmammadov@naa.edu.az
Şıxverdiyev Orxan
National Aviation Academy
orxan050223@gmail.com
Azerbaijan, Baku

http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13505.74083

Xülasə

Son illərdə uçuş aparatlarının qabarit ölçülərinin və çəkisinin azaldılması prioritet məsələlərdən biridir. Müasir uçuş aparatlarının demək olar ki, tamamilə elektriklə idarə olunması buna bariz bir misaldır. Avionika sistemləri üçün inteqrasiya olunmuş bort şəbəkələri qeyd edilən əsas məsələlərin həll olunmasını daha əlverişli edir. Yeni nəsil avionika sistemlərində quraşdırılmış bort şəbəkələrin inteqrasiyası təhlükəsizlik, səmərəlilik və icra səviyyəsinə nail olmaqda mühüm rol oynayır. Təhlükəsizlik tələblərinə cavab verən, səmərəlilik və sürətli icra təmin edən inteqrasiya edilmiş bort şəbəkələr yeni nəsil avionika sistemləri üçün olduqca vacibdir. Bort şəbəkələri təyyarəyə inteqrasiya olunmuş və müxtəlif komponentlər arasında məlumat, audio və video siqnalları ötürmək üçün istifadə olunan rabitə sistemləridir. Bu şəbəkələrin avionika sistemlərinə inteqrasiyası zaman keçdikcə daha da artmış və müasir təyyarə sistemləri üçün vacib bir hala gəlmişdir. Tətbiq edilən şəbəkələrin istifadəsi real vaxt rejimində məlumatın mövcudluğunun və təyyarədə müxtəlif sistemlər arasında məlumat mübadiləsinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olur.

Təqdim olunan məqalədə texniki tapşırığa uyğun olaraq müasir uçuş aparatlarında tətbiq edilən məlumat ötürmə şəbəkələri araşdırılmış, ethernet və onun bortda istifadəsinə baxılmış, inteqrasiya olunmuş modul avionika sistemi analiz edilmiş və innovativ xüsusiyyətləri müəyyənləşdirilmişdir. Bundan başqa təqdim edilmiş işdə gələcək nəsil avionika sistemləri üçün inteqrasiya olunmuş daxili şəbəkələrin üstünlükləri və mövcud olan problemləri araşdırılmış, habelə bu sahədə tendensiyalar və gələcək inkişaf imkanları müəyyənləşdirilmişdir.

Açar sözlər: Uçuş aparatı, Naviqasiya sistemləri, İnteqrasiya olunmuş modul avionika (İMA), Paylanmış İnteqrasiya olunmuş Modul Avionika (PİMA), Avionika Tam Dupleks Keçidli Ethernet (ATDE).

Summary

In recent years, the reduction of overall size and weight of aircraft is one of the priority issues. A clear example of this is the fact that modern aircraft are almost completely electrically operated. Integrated on-board networks for avionics systems make it more convenient to solve the main issues mentioned. The integration of on-board networks embedded in next-generation avionics systems plays an important role in achieving safety, efficiency and performance. Integrated on-board networks that meet safety requirements, provide efficiency and fast execution are extremely important for new generation avionics systems. On-board networks are communication systems integrated into the aircraft and used to transmit data, audio and video signals between various components. The integration of these networks into avionics systems has increased over time and has become essential for modern aircraft systems. The use of applied networks leads to a significant increase in the availability of real-time information and the exchange of information between different systems in the aircraft.

In the presented article, in accordance with the technical task, data transmission networks applied in modern aircraft are investigated, ethernet and its use on board are considered, integrated modular avionics system is analyzed and innovative features are defined. In addition, the advantages and existing problems of integrated internal networks for next-generation avionics systems were investigated in the presented work, as well as trends and opportunities for future development in this field were determined.

Key words: Aircraft, Navigation systems, Integrated Modular Avionics (IMA), Distributed Integrated Modul Avionics (DIMA), Avionics Full Duplex Ethernet (AFDX).

Bort şəbəkələri təyyarəyə inteqrasiya olunmuş və müxtəlif komponentlər arasında məlumat, audio və video siqnalları ötürmək üçün istifadə olunan rabitə sistemləridir. Bu şəbəkələrin avionikaya inteqrasiyası illər keçdikcə artır və müasir təyyarə sistemləri üçün vacib hala gəlir. Quraşdırılmış şəbəkələrin istifadəsi real vaxt rejimində məlumatın mövcudluğunun və təyyarədə müxtəlif sistemlər arasında məlumat mübadiləsinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb oldu. UA-nın müxtəlif nöqtələrindən alınan fiziki kəmiyyətlər (temperatur, təzyiq, mövqe məlumatları və s.) və elektromaqnit dalğalarla daşınan məlumatlar elektrik siqnallarına çevrildikdən sonra, müvafiq sxemlərdə emal olunur və sonda lazımi sistemlərə (indikatorlara) ötürülür. Bu vəziyyət sistemlər arasında çox böyük naqil ehtiyacı yaradır. Bundan əlavə, hər bir sistemi təşkil edən elektron sxemlər xüsusi olaraq bu sistem üçün nəzərdə tutulmuşdur. Əsas faktorlar sistemlər arasında məlumatların ötürülməsi sürətinin yüksək olması və sistemin etibarlı olmasıdır. Avionika sistemlərinin sayı və mürəkkəbliyi artdıqca məlumatların ötürülmə mürəkkəbliyi də artır. Rəqəmsal texnologiyaların inkişafı daha etibarlı ötürmə sistemlərinin inkişafına gətirib çıxardı. Ənənəvi təyyarə idarəetmə sistemlərində bir qayda olaraq, mexaniki və hidromexaniki sistemlərdən istifadə olunurdu. Lakin artıq çəki, texniki xidmətin çətinliyi, pilotun verdiyi səhv qərarların qəza vəziyyətinə gətirə bilməsi ehtimalı və s. kimi etibarlılığı azaldan faktorlar aparıcı aviaşirkətləri son illər istehsal etdikləri təyyarələrdə uçuşun elektron idarə edilməsi sistemlərinin istifadəsinə üstünlük verməyə vadar etmişdir (David Kern,2021). Uçuşların müntəzəmliyinə və təhlükəsizliyinə qoyulan tələblərin artması, idarəetmə obyektlərinin özlərinin mürəkkəbləşməsi HG-nin rəqəmsal idarə olunmasına əsaslanan yeni bort informasiya-idarəetmə və bort avtomatik idarəetmə sistemlərinin meydana gəlməsi ilə nəticələndi. Rəqəmsal idarəetmənin pilotaj-naviqasiya kompleksləri uçuşun bütün mərhələlərində avtomatlaşdırmanın yüksək səviyyəsini təmin edir. Aşağıdakı faktorlar rəqəmsal pilotaj-naviqasiya avadanlığına keçidə səbəb olmuşdur:

• Rəqəmsal element bazasının yüksək texnologiyası, kiçik ölçüləri, kütləsi və dəyəri;

• Çoxsaylı məntiqi məsələlərin həlli imkanı və kompleksin praktiki olaraq bütün avadanlığı əhatə etməyə imkan verən daha sadə, etibarlı və ətraflı nəzarətin təşkili;

• Strukur və informasiya izafiliyi metodlarından istifadə hesabına yüksək etibarlılığın alınması və avadanlığın standartlaşdırılmasının və unifikasiyasının geniş imkanları;

• Rəngli displeylərdə informasiyanın elektron əks etdirilməsinin rəqəmsal sistemlərin tətbiqi hesabına ekipaja düşən işçi yükünün azaldılması.

Hesablama texnikasının aparat və proqram vasitələrinin işlənməsi sahəsindəki böyük müvəffəqiyyətlər rəqəmsal bort sistemlərinin sonrakı inkişafını müəyyənləşdirmişdir. Onlardan istifadə təhlükəsizliyin səviyyəsinə təsir göstərən arzuolunmaz insan faktorunun azalmasına və bort avadanlığının intellektuallaşdırılmasına imkan verir (Dominique Brière, Christian Favre, Pascal Traverse, chapter 12, 2001).

Müasir dövrdə avionika sistemlərinin arxitekturasını layihələndirən zaman, kritik vəziyyətlərdə təyyarə sistemlərinin təhlükəsizlik analizləri, avionika sistemlərinin bir-biri ilə əlaqələndirilməsi və ən əsası real vaxt məhdudiyyətləri başlıca şərt kimi götürülür. Buna görə də istehsalatda beynəlxalq qaydalara riayət edilməli, təhlükəsizlik tələblərinin yerinə yetirilməli, hər bir sistemin icrasını düzgün qiymətləndirilməli və Beynəlxalq Aviasiya Tənzimləyici Orqanlarının təlimatlarına uyğun olaraq proqram və avadanlıqların işlənib hazırlanması təmin edilməlidir. Bütün avionika arxitekturalarında adətən istifadə edilən ənənəvi tək funksiya "bir kompüter" modelidir. Bunun səbəbi, 90-cı illərin əvvəllərində sistem təchizatçılarının avionikanın həcmini, çəkisini, enerji sərfiyyatını və maya daxilində saxlamaq üçün müxtəlif kritiklik səviyyələrində olan çoxsaylı proqram funksiyalarının vahid avionika hesablama cihazına birləşdirildiyi konsepsiyaların hazırlanmasıdır.

Bunları nəzərə alan Honeywell bort funksiyaları üçün hazırladığı "İnteqrasiya edilmiş Modul Avionika (IMA)" kimi təsnif edilən yeni bir konsepsiya həllini təqdim etmişdir (Bieber P., Boniol F.,

Boyer M., Noulard E., Pagetti C. 2014).

IMA modeli avionika sistemləri üçün etibarlılıq və icra tələblərinə cavab vermək üçün yaradılmışdır. Məqalədə IMA arxitekturasının nəzəri konsepsiyaları ətraflı şəkildə müzakirə olunacaq.

Yeni nəsil avionika sistemləri inteqrasiya edilmiş daxili şəbəkələr əsasında inkişaf etməkdədir. Bu inteqrasiya edilmiş şəbəkələr müxtəlif təyyarə sistemləri arasında əlaqə və məlumat mübadiləsinə imkan verməklə yanaşı təyyarənin daha effektiv və etibarlı fəaliyyətini, daha yaxşı təhlükəsizlik xüsusiyyətlərini və ümumi xarakteristikasını artırmağa imkan yaradır (Fleming C., Leveson N. Vol. 11, No. 6, 15 pp).

IMA-nın əsas aspektlərindən biri standartlaşdırılmış kommunikasiya protokollarının, məsələn, "ARINC 664" eləcə də "Ethernet"in istifadəsidir. Bu protokollar müxtəlif sistemlərin bir-biri ilə zaman itkisi tələb etmədən sxematik şəkildə kommunikasiya etməsinə imkan yaradır. İnteqrasiya edilmiş şəbəkələrin digər vacib bir xüsusiyyəti də eyni anda müxtəlif növlərdə məlumatların ötürülməsinə imkan verən məlumat avadanlıqlarının istifadəsidir (Driscoll K. 2007). Bu, sistemlər arasında daha effektiv məlumat transferinə və UA-da tələb olunan naqil miqdarının azaldılmasına imkan verir ki, bu da çəkinin, mürəkkəbliyin və texniki xidmətin azaldılmasına imkan yaradır.

Şəkil 1. Uçuş aparatlarında ənənəvi arxitekturanın istifadəsi

Şəkil 1-də ənənəvi arxitekturanın uçuş aparatlarında tətbiqi göstərilmişdir (https://www.researchgate.net/publication/220833356). İlk baxışdan, heç bir problem nəzərə çarpmır. Lakin buna baxmayaraq, bu tətbiqin effektli olduğu anlamına gəlmir. Çünki, hər hissə üçün ayrılıqda quraşdırılan bloklar, prosessorlar çəkini artırmaqla yanaşı, texniki xidmətdə də çətinliklər yaradır. Bu çətinlikləri aradan qaldırmaq üçün uçuş aparatları üçün məhz IMA texnologiyası işlənib hazırlanması daha məqsədə uyğundur.

Şəkil 2. Uçuş aparatlarında IMA arxitekturasının tətbiqi.

Şəkil 2-yə IMA arxitekturasında ənənəvi şəbəkələrlə müqayisədə, blokların hər hissə üçün ayrı-ayrı deyil, ümumi quraşdırılması görünür. Buda öz növbəsində uçuş aparatlarının çəkisinin azalmasına, texniki xidmət işlərinin və maliyyə xərclərinin azalmasına öz töhvəsini verir. Şəkil 3-də hər iki arxitekturanın müqayisəli təhlili göstərilmişdir

Şəkil 3. Uçuş aparatların ənənəvi və İMA arxitekturasının strukturu

Müasir avionika sisteminin tələbləri böyük diapazon genişliyi, yüksək sürət və aşağı qiymətdir. Bunlara cavab verən şəbəkə kimi AFDX şəbəkəsini misal göstərmək olar. AFDX şəbəkəsi Ethernet standartına əsaslanır (Alena R., Ossenfort J., Laws K. 19 pp. 2006.).

IMA modulunun əsasını təşkil edən AFDX (Avionik Tam Dupleks Keçidli Ethernet) Ethernet standartına əsaslanır. Bəhs olunan şəbəkə növü köhnə standartlarla müqayisədə (məsələn: ARINC 429, ARINC 629) önəmli üstünlüklər təklif edir. ARINC 429 və ARINC 629 mürəkkəb, eləcə də bahalı olduğu halda AFDX ucuz və sadədir. Maksimum ötürmə sürəti 100 Mbps çata bilər. Hazırda adı çəkilən şəbəkə ən son Airbus modeli olan A380-ə tətbiq edilən şəbəkədir (Fuchs C. 2012). AFDX, aviasiya sənayesi tələblərinə uyğun şəkildə modifikasiya edilmişdir. Bu protokolun əsas üstünlüklərindən biri, yüksək diapazon genişliyi ilə birlikdə məlumatların etibarlı bir şəkildə ötürülməsini təmin etməsidir. Bu sistem uçuş aparatlarının təhlükəsizliyini artırmaq üçün əhəmiyyətli rola malikdir. Şəbəkənin tətbiqi, uçuş zamanı avionika sistemləri arasında mövcud olan uyğunsuzluqların minimumlaşdırılmasına kömək edir (Christopher B. Watkins, Randy Walter. IEEE/AIAA 26th. 2007). Cədvəl 1-də IMA arxitekturasının ənənəvi arxitekturadan fərqli xüsusiyyətləri göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Arxitekturaların xüsusiyyətləri

Ənənəvi şəbəkələr	**IMA arxitekturası**
Ayrı-ayrı, dəyişdirilə bilən bloklar və prosessorlar	Split proqram təminatı ilə paylaşılan emal modulları (ARINC 653 (avionika proqram standart proqram interfeysi)
Hər bir avionika sistemi üçün ayrıca infrastruktur	Ümumi infrastruktur
ARINC 429/629 və MIL-STD 1553B kimi şinlərin istifadəsi	AFDX standartından istifadə

Gpründüyü kimi AFDX şəbəkəsinin ənənəvi şəbəkələrdən bir çox fərqli xüsusiyyətlərə malikdir. Cədvələ nəzər salsaq, IMA arxitekturasının digər şəbəkələrlə müqayisədə önəmli üstünlük təklif etdiyini bir daha görə bilərik.

Nəticə olaraq onu qeyd edə bilərik ki, yeni nəsil avionika sistemlərində quraşdırılmış şəbəkələrin inteqrasiyası təhlükəsizlik və səmərəliliyə nail olmaqda mühüm əhəmiyyət kəsb edir. İnteqrasiya olunmuş şəbəkələr uçuş aparatının sistemləri və müxtəlif komponentləri arasında məlumat, audio və video siqnalları daha təhlükəsiz ötürməyə imkan yaradır. Bu bort şəbəkələrin avionika sistemlərinə tətbiqi illər keçdikcə artır və müasir təyyarə sistemləri üçün əvəzolunmaz bir hala gəlmişdir. Quraşdırılmış şəbəkələrin istifadəsi real vaxt rejimində məlumatın mövcudluğunun və təyyarədə müxtəlif sistemlər arasında məlumat mübadiləsinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olur.

References

1. **Alena R., Ossenfort J., Laws K and others**. (2006). Communications for Integrated Modular Avionics, IEEEAC, 19 pp.
2. **Aircraft Data Network.** (2009). Part 7: Avionics Full Duplex Switched Ethernet (AFDX) Network.
3. **Airbus France.** (2003). AFDX End System Detailed Functional Specification, 2003.
4. **Ahmed Murad, Mirza Masroor**. (2019). "Data bus and interface with avionics.
5. **Bartley G., Lingberg B.** (2008). Certification Concerns of Integrated Modular Avionics (IMA) Systems, 27th Digital Avionics Systems Conference, IEEE, Piscataway, NJ, pp. 1.E.1-1–1. E.1-12.
6. **Bieber P., Boniol F., Boyer M., Noulard E., Pagetti C.** (2014). New Challenges for Future Avionics Architectures.
7. **Christopher B. Watkins, Randy Walter**. (2007). Transitioning from federated avionics architectures to integrated modular avionics. DASC'07. IEEE/AIAA 26th.
8. **Driscoll K.** (2007). Integrated Modular Avionics (IMA) Requirements and Development, Proceedings of ARTIST2 Workshop on Integrated Modular Avionics, Rome.
9. **Dominique Brière, Christian Favre, Pascal Traverse.** (2001). Electrical Flight Controls, From Airbus A320/330/340 to Future Military Transport Aircraft: A Family of Fault-Tolerant Systems, chapter 12 Avionics Handbook, Cary Spitzer ed., CRC Press.
10. **Fuchs C.** (2012). The Evolution of Avionics Networks from ARINC 429 to AFDX, Proc. Seminar Aerospace Networks SS2012, Munich.
11. **Fleming C., Leveson N.** (2014). Improving Hazard Analysis and Certification of Integrated Modular Avionics. Journal of aerospace information systems. Vol. 11, No. 6, 15 pp.
12. **Miguel A. Sánchez-Puebla, Jesús Carretero**. (2003). A new approach for distributed computing in avionics systems. https://www.researchgate.net/publication/220833356

The Relationshıp Among Workplace Violence and Job Stress, Quality of Work Life, Task Performance and Turnover Intention of Healthcare Employees

Laura AGOLLİ[1]

Ankara Hacı Bayram Veli University Faculty of Economics and Administrative Sciences/Health Management,

ORCID: 0000-0002-7429-9610,

agolli.laura@hbv.edu.tr

Elif ÖZYURT[2]

Türkiye Health Services Quality and Accreditation Institute,

ORCID: 0000-0001-5151-3752,

elifdoruk85@hotmail.com

Sercan ÖZKAN[3]

Gendarmerie General Command,

ORCID: 0009-0007-9023-9494,

sercan94@gmail.com

Prof. Derya SİVUK[4]

Ankara Hacı Bayram Veli University Faculty of Economics and Administrative Sciences/Health Management,
ORCID:0000-0002-6041-8551,
derya.sivuk@hbv.edu.tr

Abstract

This study investigates the views on job stress, its quality of work life, job performance, and the intention to leave the job according to the presence of violence in the workplace. The research was conducted based on a sample of 318 people, who were working in public hospitals in Ankara. The study states that workplace violence has a negative effect on work stress, task performance, and the quality of work life. At the same time, after the observations, it can be stated that there is a positive relationship between exposure to workplace violence and the seven sub-dimensions of the scale: health and safety needs, economic and family needs, social needs, and realization needs. To continue that, it has been observed that there is no significant relationship between the quality of work life and information needs or aesthetic needs. Furthermore, it can be stated that these findings were also consistent with the results obtained with Spearman's rho Correlation Test and the Pearson Correlation Test. In these tests, the independent variables can be classified as workplace violence and job stress, while the task performance, the intention to leave, the quality of work life, and QWL are classified as the dependent variables.

Key words: Health services, workplace violence, job stress, quality of work life, task performance, turnover.

1. Introduction

Workplace violence was defined by the World Health Organization (WHO) as “Incidents where staff is abused, deriving, e.g., nobility related to their work, including commuting to and from work, involving an explicit or implicit challenge to their safety, well-being, or health (International Labor Organization, 2002).

Violence in the workplace is an important health and safety problem, and health workers are especially at risk of being exposed to violence in the workplace (Lanctôt and Guay, 2014; Duan et al., 2019). Studies (Ayrancı, 2005; Magnavita & Heponiemi, 2012; Khoshknab et al., 2015; Sun et al., 2017; Lafta & Falah, 2019) supported the idea that participants were subjected to psychological and/or non-physical violence in the workplace. Globally, 63% of healthcare workers report experiencing some form of workplace violence (WHO, 2022). Babiarczyk et al. (2020) found that most participants had been exposed to non-physical violence and physical violent acts in five European countries, including Turkey. This creates a concern for health professionals (Mento et al., 2020).

Violence can come from different sources in healthcare organizations. Studies (Ayrancı, 2005; Gates, Ross, & McQueen, 2006; Ozcan & Bilgin, 2011; Kowalenko et al., 2013; Albashtawy, 2013; Khoshknab et al., 2015; Bawakid et al., 2017; Cheung & Yip, 2017; Lafta & Falah, 2019; Havaei, MacPhee, & Ma, 2020; Babiarczyk et al., 2020) showed that the most common perpetrator patients and/or patients’ relatives. Mento et al. (2020) found that negative factors such as lack of information, insufficient personnel and equipment, and communication breakdowns increase the risk of violent behavior in healthcare services (Mitchell, 2008).

Episodes of workplace violence have a wide-ranging impact. Workplace violence might lead to various negative impacts on employees’ psychological and physical health, including high levels of working stress, lower levels of work satisfaction, well-being, and performance (Magnavita & Heponiemi, 2012; Lafta & Falah, 2019; Mento et al., 2020; El Hneiti et al., 2020; Havaei & MacPhee, 2020). Kowalenko et al. (2013) found that acute stress has negative consequences on workers' ability to perform their duties. The interest, productivity, and confidence of health workers exposed to violence decrease. It can also be seen in higher levels of stress and psychological disorders. In addition to these, violence can result in high rates of medical errors by healthcare professionals and worsening patient treatment results (Behdin Nowrouzi, 2017). The negative effect of these incidents is not just limited to doctors' physical and psychological well-being but translates to other issues such as reduced task performance, increased burnout, and turnover intention, which may ultimately affect the quality of patient care.

There is an increasing interest in studies investigating the effects of workplace violence on the quality of work life, especially for health professionals, nurses, doctors, and other health personnel around the world. Nonetheless, there has been a lack of extensive investigation into how workplace violence links to job stress, work life quality, task efficiency, and the intention to leave one's job among healthcare staff. Therefore, the primary aims of this research were to investigate: (a) the correlation between workplace violence and job stress; (b) the association between workplace violence and work life quality; (c) the connection between workplace violence and task effectiveness; and (d) the link between workplace violence and intentions to leave employment. This study makes it possible to suggest specific ways of insidiousness to improve the performance of health workers and reduce their

intention to leave. Descriptive statistical methods (frequency, percentage, mean, standard deviation, min-max) were used while evaluating the study data. Moreover, Spearman's rho Correlation Test and the Pearson Correlation Test were used to find the difference in cases where there was a difference in multiple comparisons.

2. Literature review

2.1. Workplace violence and work stress

Health professionals exposed to violence in the workplace both increase their work stress and negatively affect their professional competencies (Yao et al., 2021). Stress was defined as the physical and emotional response that occurs when the requirements of the Work do not match the capabilities, resources, or needs of the employee' (Di Martino, 2003). Stress is an essential construct for healthcare employees. Itzhaki et al. (2018) found that although most mental health nurses are exposed to physical and verbal violence, their professional quality of life is more related to job stress than to workplace violence.

Work-related stress is people's reaction when they have to face certain demands or special tasks that are beyond their abilities or knowledge (Mirela & Adriana, 2011). Potential stressors were determined by researchers as long and tiring work hours (Kushwaha, 2014); emotional exhaustion (Stordeur, D'hoore & Vandenberghe, 2001); pay-income (Mosadeghrad, Ferlie & Rosenberg, 2011; Choy & Wong, 2017). Gates, Gillespie & Succop (2011) found that workplace violence is a significant problem for nurses and has a direct relationship to experiences of negative stress. Another study done by Yao et al. (2014) found that both experiencing and witnessing workplace violence were significantly positively correlated with the level of occupational stress. Rasool et al., (2020) analyzed the relationships between workplace violence and occupational stress in Pakistan. Found that occupational stress is considered a stigma for employees who are facing stress at the workplace. To evaluate the combined associations of work stress, psychological work demands, and social approbation with workplace violence and their respective processes among healthcare professionals, Sun et al. (2021) investigated the prevalence of workplace violence against healthcare workers. Based on their research, they concluded that promoting measures to lower work stress and psychological work demands by enhancing social acceptance is necessary to prevent workplace violence against healthcare employees**.** In light of their research, Mento et al. (2020) conclude that workplace violence may have a variety of detrimental effects on the psychological and physical health of healthcare workers, including an increase in stress and anxiety levels, as well as feelings of resentment, guilt, insecurity, and exhaustion. Afshari Saleh et al. (2020) stated that improving workplace conditions and reducing Work stress will reduce workplace violence. Thus, we propose to test the following hypothesis:

H1: Workplace violence has a negative influence on hospital employees' job stress (see the relationship in Figure 1)

2.2. Workplace Violence and Quality of Work-life

Workplace violence toward healthcare employees is one of the issues that has become important recently. The typology of violence can be physical, sexual, psychological, or involve deprivation or neglect (WHO, 2002). Gorenak & Popovic (2014) found that workplace violence affects the work-life balance of employees. The *spillover approach* to the quality of work life posits that satisfaction in one

area of life may influence satisfaction in another (Sirgy et al., 2001). Importantly, it implies that the work-life satisfaction and the life-work satisfaction causal sequences cannot occur concurrently (Iverson & Maguire, 2000). Almalki (2012) discovered that the surveyed individuals expressed dissatisfaction with their work lives due to various influential factors. These factors encompassed inappropriate working hours, inadequate nurse facilities, the struggle to balance work with family demands, insufficient vacation time for both nurses and their families, insufficient staffing, ineffective management and supervision practices, limited opportunities for professional growth, and an unsuitable working environment concerning security levels, patient care resources and equipment, and recreational amenities (break areas). Additionally, crucial factors included the community's perception of nursing and an inadequate salary.

In a study by Eslamian, Akbarpoor, and Hoseini (2015) focusing on the quality of work life among nurses in emergency departments, it was identified that there existed an inverse relationship between work quality and the frequency of exposure to workplace violence. Sun et al. (2017), in their research, asserted that workplace violence has an adverse impact on the quality of work life. Based on this assessment, the following hypothesis will be tested:

H2: Workplace violence has a negative influence on hospital employees' quality of work life (see relationship in Figure 1)

2.3. Workplace violence and task performance

According to an International Labor Organization report (1998), violence occurs in the workplace around the world. It is one of the most complex and dangerous occupational hazards for healthcare employees (McPhaul & Lipscomb, 2004; Lanctôt & Guay, 2014; Li et al, 2019). In the study conducted by Abo-Ali et al. (2020), it was found that 56.4% of the participants stated that they were exposed to violence at the workplace, 79.4% felt insecure at the workplace, and the majority (85.8%) stated that adequate measures were not taken to protect them while working. Alsharari (2022) found that the most prevalent reasons for workplace violence included increased workload, insufficient staffing, a visitor policy that wasn't properly enforced, missed expectations, and unclear reporting.

Healthcare employees consider violence to hurt their physical and mental health and limit their ability to perform their jobs effectively and with satisfaction. Over time, this has an impact on the effectiveness and operation of the overall healthcare system.

In the literature, studies (Lin et al., 2015; Rasool, 2020) investigated the relationship between workplace violence and task performance. Lin et al. (2015) investigated the effect of workplace violence on the work performance of health workers using 1404 participants. In light of the research, it was found that task performance had a negative correlation with workplace violence. Another study conducted by Rasool et al. (2020) emphasized that workplace violence negatively affects sustainable work performance in both direct and indirect relationships. The study done by Mento et al. (2020) concluded that workplace violence may have a variety of detrimental effects on the psychological and physical health of healthcare workers, including an increase in stress and anxiety levels, as well as feelings of resentment, guilt, insecurity, and exhaustion. Sun et al. (2021) concluded that promoting measures to lower job stress and psychological work demands by enhancing social acceptance is

necessary to prevent workplace violence among healthcare employees. From these evaluations, it can be concluded that:

H1: Workplace violence has a significant negative influence on healthcare employees' task performance (see the relationship in Figure 1)

2.4. Workplace violence and turnover intentions

Turnover was defined by Abassi et al. (2000) as the movement of workers within the labor market, between organizations, positions, and professions, as well as between employment and unemployment. It may lead to decreased productivity, decreased quality of care, and an increased need to recruit and train new employees. This is costly and may affect health outcomes (Heponiemi et al., 2014). According to Pinar ve Ucmak (2011), the majority of nurses (83.5%) believed that, as part of their in-service education, they should receive training that will help them prevent and manage violence. Bordignon & Monteiro (2019) claimed that a violence-free Work atmosphere can hinder employees' intentions to leave their position or industry.

The relationship between workplace violence and healthcare employees' turnover intentions has been studied by a considerable number of researchers. Researchers (Choi and Lee, 2017; Zhao et al., 2018; Liu, 2018; Duan et al., 2019) found that workplace violence had a positive impact on nurses' turnover intentions. Aytac, Dursun & Akalp (2016) found that health workers who had experienced workplace violence had a much higher intention to leave their jobs than those who had not. Heponiemi et al. (2014) found that physical violence increased physician turnover intentions. Boafo, Hancock & Gringart (2016) revealed a statistically significant association between verbal abuse and the intention to quit the nursing profession. Boafo & Hancock (2017) found significant relationships between the intention to quit the nursing profession and workplace physical violence. Moreover, in the study conducted by Laeeque et al. (2017), as a result of analyzing the data collected from 216 nurses working in four public hospitals in Central Pakistan to examine the effect of patient-induced workplace violence on nurses' intention to leave, it was concluded that patient induced violence was associated with intention to leave, firstly through occupational stress and then through burnout.

To continue, Chang et al. (2018) investigated how work frustration and a climate that discourages violence affect the relationship between nurses' intentions to quit their jobs and workplace violence. When nurses saw violence against others, it significantly moderated their work irritation and intention to quit. Li et al. (2019) studied workplace violence, work satisfaction, and turnover intention among nurses working in the emergency department in Beijing. Their findings showed that emergency nurses in China are at great risk of workplace violence, turnover intention is high, and workplace violence has a significant direct effect on turnover intention. The study done by Kim et al. (2019) revealed that workplace bullying has a significant relationship with compassion fatigue and the intention to leave, which are components of work-life quality. In their work, Yeh et al. (2020) investigated the effect of workplace violence on nurse turnover using 198 volunteer participants from nurses working in 2 regional hospitals in Taiwan. According to the results of the study, it was stated that workplace violence affects leaving work. In another study, Chang et al. (2019) found that even when nurses have a high level of willingness and effort, they experience stronger turnover intentions when they witness violence from others in the workplace. Choi and Lee (2017) concluded that the role of leadership is important in creating a positive working environment and that to reduce and prevent violence in the

workplace, it is necessary to focus on groups at risk and to regularly record workplace violence. It is also important to investigate post-violence management to prevent secondary trauma in nurses who have been exposed to violence. Perceived organizational support greatly impacted turnover intention and acted as a mediator between workplace violence, job satisfaction, burnout, and turnover intention. To reduce the likelihood of turnover, nursing management should recognize the value of support and set up a fair reward structure (Liu et al., 2018). As a result, it can be stated that:

H4: Workplace violence has a significant negative influence on hospital employees' turnover intentions (see the relationship in Figure 1)

Figure 1: The relationship between workplace violence and work stress, quality of working life, task performance, and turnover intention.

Methodology

Data Collection Tools

The working room consists of healthcare employees working in the central public, university, and private hospitals of Ankara (N=39534: obtained from the data published by the Turkish Statistical Institute in 2021). The sample size is estimated at 1045 with an alpha value of 0.03, using the table of standard deviation. All of the doctors and nurses included in the study work in public hospitals. The purpose of the study was explained to the participants, and great care was taken to ensure that they participated in the study voluntarily and willingly. 318 health professionals participated in the study. The data were collected through Google's survey tool between November 2, 2023, and December 2, 2023.

Socio-demographic information and workplace violence questions, as well as a scale on job stress, quality of work life, task performance, and turnover intentions, were used to collect data. The first part, socio-demographic information, includes questions including information about the participants (gender, age, marital status, education, length of time in this hospital, and length of time in the healthcare sector). The second part includes scales of the study;

Job stress was measured using a 13-item measure adopted by Parker & DeCotiis (1983). All items were measured on 5-point Likert scales anchored by, strongly disagree (1) and strongly agree (5). (Cronbach's alpha: 0,929). One composite value was used for the statistical analysis, reflecting the construct's formative nature.

The quality of Work life was measured using 16 items adapted from Sirgy et al. (2001). All items were measured by 5-point Likert scales anchored by, I do not agree at all (1) and I agree (5). The Cronbach's Alpha for the complete measure was 0,896, which is deemed acceptable.

Task performance was measured using a 6-item measure developed by Pradhan & Jena (2017). 5-point Likert scales were used varying from "I do not agree at all" (1) to "I agree" (5). The Cronbach's Alpha for the complete measure was 0,748, which is deemed acceptable.

The turnover intention was measured using a 6-item measure developed by Gert Roodt. 5-point Likert scales were used, varying from "Never" (1) to "Always" (5). The Cronbach's Alpha for the complete measure was 0,465, which is deemed acceptable.

Results

Socio-demographic characteristics of the participants and general findings of the study

Proportional and numerical distributions of participants' gender, age, education, duties in the institution, working time in the institution, and rate of prevention of exposure to violence are given (Table.1).

Tablo 1: Findings Regarding the Socio-Demographic Characteristics of the Participants (n=318)

		Ort. ± SS	**Medyan (Min - Max)**
1. Gender	Woman	249	%78,3
	Man	69	%21,7
2. Age	*20-30 Years*	*116*	36,5
	31-40 Years	*81*	25,5
	41-50 Years	*110*	34,6
	≥51 Years	*11*	3,5
3. Marital status	Married	194	61,0
	Single	124	39,0
4. Job	Doctor	39	%12,3
	Nurse	279	%87,7
5. Do you think the salary you get is the reward for your Work?	Yes	18	5,7
	No	300	94,3
6. Your Education Status	High school	2	0,6
	Associate Degree	20	6,3
	Graduated from a university	226	71,1

	Post Graduate	70	22,0
7. Have you been exposed to violence at Work?	No	121	38,1
	Yes	197	61,9
8. If your answer is “Yes”, by whom or by whom did you experience violence?	Patient	23	11,7
	Relatives of the patient	68	34,5
	Both of them	106	53,8
9. If your answer is “Yes”, what type of violence do you experience?	Physical	10	5,1
	Physical, Emotional, Verbal	20	10,2
	Physical, Emotional, Verbal, Sexual	3	1,5
	Physical, Verbal	19	9,6
	Emotional	7	3,6
	Emotional, Verbal	35	17,8
	Verbal	103	52,3
10. How many times have you been exposed to violence?	1	19	9,6
	2-4	85	43,1
	5-10	42	21,3
	10 or more	51	25,9
11. The gender of the perpetrator	Woman	11	5,6
	Man	38	19,3
	Both of them	148	75,1
12. Have you filed a complaint after experiencing violence?	No, I Have Not Complained	96	34,7
	I gave White Code.	42	15,2
	I Called Security	77	27,8
	I reported to the Administration	43	15,5
	I made a complaint to the police station.	19	6,9
13. If you have not filed a complaint, what is the reason?	I did not want to deal with legal processes	52	%34,2
	I was afraid that the other party would hurt me	17	%11,2
	I didn't believe I could get results	97	%63,8
	I thought it was part of my profession.	19	%12,5
	Other	27	%17,8

Of the 318 participants, 78.3% were women, 36.5% were 20-30 years old, 61% were married, 87.7% were nurses, 71.1% had a bachelor's degree, 94.3% thinks that the salary he receives is not valuable for the job. 61.9% of the participants were not exposed to workplace violence, 34.5% of the rest were exposed to violence by the relatives of the patients, 52.3% were exposed to verbal violence, 43.1% were exposed to violence 2-4 times, 19.3%, 6% of them stated that they were exposed to violence by a man, 34% of the participants did not complain and 34.2% of them did not want to deal with legal authorities.

The duration of working in the hospital where they were exposed to violence (mean 6.78 years) was statistically significantly longer than those who did not experience violence (mean 5.03 years) (p=0.004). There was no statistically significant difference between the groups who were exposed to violence and those who did not in terms of working time in the health sector (p=0.153).

Table 2: Scores of job stress, task performance, turnover ınvention, quality Work life, and the sub-dimensions of the QWL

	Avg. ± SD	**Median (Min-Max)**
Job Stress	3,7 ± 0,8	3,8 (1,1 – 5,0)
Task Performance	3,7 ± 0,6	3,7 (1,5 – 5,0)

Turnover Invention	3,0 ± 0,6	3,0 (1,5 – 4,8)
QWL	3,0 ± 0,6	3,1 (1,1 – 4,6)
QWL Health and safety needs	3,0 ± 0,8	3,0 (1,0 – 5,0)
QWL Economic and family needs	2,3 ± 0,8	2,3 (1,0 – 5,0)
QWL Social needs	3,2 ± 0,8	3,0 (1,0 – 5,0)
QWL Esteem needs	3,0 ± 1,0	3,0 (1,0 – 5,0)
QWL Actualization needs	3,1 ± 1,0	3,0 (1,0 – 5,0)
QWL Knowledge needs	3,6 ± 0,8	4,0 (1,0 – 5,0)
QWL Aesthetics needs	3,5 ± 0,9	3,5 (1,0 – 5,0)

Table 3. Mean, standard deviation, and correlations among constructs (n=318)

		Workplace Violence*	Job Stress**	Task Performance**	Turnover Invention **	QWL **	QWL Health and Safety Needs **	QWL Economic and Family Needs**	QWL Social Needs**	QWL Esteem Needs**	QWL Actualization Needs**	QWL Knowledge Needs**	QWL Aesthetics Needs**
Workplace Violence	r	1,000											
	P	.											
Job Stress	r	-0,223	1,000										
	P	0,000	.										
Task Performance	r	0,010	0,071	1,000									
	P	0,860	0,207	.									
Turnover Intention	r	-0,156	0,468	-0,082	1,000								
	P	0,005	0,000	0,143	.								
QWL	r	0,218	-0,533	0,343	-0,497	1,000							
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	.							
QWL Health and Safety Needs	r	0,176	-0,524	0,286	-0,354	0,778	1,000						
	P	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	.						
QWL Economic and Family Needs	r	0,257	-0,463	0,172	-0,442	0,730	0,579	1,000					
	P	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	.					
QWL Social Needs	r	0,120	-0,462	0,155	-0,390	0,701	0,520	0,456	1,000				
	P	0,033	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	.				
QWL Esteem Needs	r	0,171	-0,483	0,253	-0,461	0,833	0,606	0,573	0,565	1,000			
	P	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	.			
QWL Actualization Needs	r	0,201	-0,383	0,310	-0,424	0,819	0,549	0,492	0,471	0,660	1,000		
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	.		
QWL Knowledge Needs	r	-0,009	-0,211	0,333	-0,275	0,714	0,369	0,314	0,406	0,527	0,611	1,000	
	P	0,873	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	.	
QWL Aesthetics Needs	r	0,051	-0,179	0,281	-0,200	0,602	0,284	0,179	0,329	0,374	0,477	0,631	1,000
	P	0,368	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	.

*: Spearman's rho Correlation Test, **: Pearson Correlation Test,

The correlations, means, and standard deviations of the study constructs are shown in Table 3. As shown, the correlations between constructs provide support for the four hypotheses: workplace violence and job stress (r: -0. 223, p: 0.001), workplace violence and quality of Work life (r: 0.218, p: 0.001), Workplace violence and task performance (r: 0.010, p: 0.860), workplace violence and turnover (r: -0.156, p: 0.005).

Hypothesis 1 states that workplace violence has a negative impact on hospital workers' job stress. This hypothesis (H1) was supported. There is a negative relationship between those exposed to workplace violence and job stress (r: - 0.223, p:0.001).

Hypothesis 2 states that workplace violence has a negative effect on the quality of work life of hospital employees. This hypothesis (H2) was supported. The results of the study showed that there is a positive relationship between workplace violence and quality of Work life (r: 0218, p: 0.001). At the same time, it was observed that there is a positive relationship between exposure to violence at Work and QWL Health and safety needs, QWL Economic and family needs, QWL Social needs, QWL and QWL Actualization needs among the seven sub-dimensions of the quality of work life, and there is no significant relationship between QWL Knowledge needs and QWL Aesthetics needs. The working life quality of the victims of violence is statistically significantly lower.

Hypothesis 3 states that workplace violence has a significant negative impact on the Work performance of health workers. It was found that there was no statistically significant effect between exposure to violence and task performance (r: 0.010, p: 0.860).

Hypothesis 4 states that workplace violence has a significant negative effect on hospital employees' intention to leave. This hypothesis (H4) was supported. As a result, it is seen that there is a negative effect between exposure to violence and intention to quit (r: -0.156, p: 0.005).

Conclusion

Workplace violence represents a significant global public health concern, notably impacting the physical and mental well-being of healthcare workers. This issue detrimentally affects their work stress, work quality, and behavior (Duan et al., 2019). Given its significance, this study aimed to explore the correlation between workplace violence and job stress, work quality, task performance, and turnover intention among healthcare staff.

The work environment holds a crucial role in people's lives, profoundly influencing both their physical health and psychological welfare, particularly for healthcare workers (Behdin Nowrouzi, 2017). Incidents of violence in workplaces reduce motivation, heighten stress levels, and negatively impact the quality of work life for healthcare professionals (Rasool et al., 2020). A high quality of work life among healthcare providers results in safer and more effective service delivery, while also decreasing attrition and absenteeism while enhancing job satisfaction (Gurudatt & Gazal, 2015).

To improve work life quality and curb workplace violence, standardized protocols and institutional measures are necessary, guiding employees in preventing violent acts (Fabri et al., 2022). Eslamian, Akbarpoor, and Hoseini (2015) highlighted the importance of addressing workplace violence's impact on nurses' work lives, recommending managerial initiatives to mitigate violence and enhance work life quality.

The rising incidence of violence contributes to healthcare workers' fear, impacting turnover intentions. Governments are urged to formulate policies ensuring safety in healthcare delivery, deterrence against violence, and imposing penalties on aggressors, alongside providing legal and psychological support for affected healthcare workers.

This study adds to existing literature, advocating for innovative solutions to address escalating workplace violence issues faced by health workers. Regulatory efforts should focus on predicting factors influencing health workers' quality of life and methods to prevent workplace violence. Reducing workplace violence can positively affect employee interactions, clinical practices, health service delivery, and work-life quality. Further research on violence against healthcare workers will aid in developing new policies, procedures, and strategies to combat violence while enhancing work quality and reducing work stress.

The study has both theoretical and practical implications. It surveyed healthcare professionals in Ankara's public, university, and private hospitals, with a sample size of 318 individuals collected through Google's survey tool between 02.11.2023 and 02.12.2023.

References

1. Abassi, M., & Hollman, N. (2000). Factors related to employee turnover. Kuala Lumpur, Malaysia: Hamming Books. Abo, EB (2012). Modeling commitment and performance: Consequent outcome measures of organizational climate four frame leadership styles and job satisfaction. Southeast Asian Interdisciplinary Research Journal, 1, 19-44.

2. Abo-Ali, E.A., Zayed, H.A., Atlam, S.A. (2020). Workplace Violence: Effects on Job Performance and Coping Strategies among Physicians. *Journal of High Institute of Public Health.* 50(3), 126-131.

3. Afshari Saleh, L., Niroumand, S., Dehghani, Z., Afshari Saleh, T., Mousavi, S. M., & Zakeri, H. (2020). Relationship between workplace violence and work stress in the emergency department. *Journal of Injury and Violence Research*, *12*(2), 183–190. https://doi.org/10.5249/jivr.vo112i2.1526

4. Albashtawy, M. (2013). Workplace violence against nurses in emergency departments in Jordan. *International Nursing Review*, *60*(4), 550-555.

5. Almalki, M. J., FitzGerald, G., & Clark, M. (2012). The relationship between quality of work life and turnover intention of primary health care nurses in Saudi Arabia. BMC health services research, 12(1), 1-11.

6. Alsharari, A. F., Abu-Snieneh, H. M., Abuadas, F. H., Elsabagh, N. E., Althobaity, A., Alshammari, F. F., ... & Alatawi, S. S. (2022). Workplace violence towards emergency nurses: a cross-sectional multicenter study. Australasian emergency care, 25(1), 48-54.

7. Ayrancı, U. (2005). Violence toward health care workers in emergency departments in West Turkey. *The Journal of Emergency Medicine*, *28*(3), 361-365.

8. Aytac, S., Dursun, S., & Akalp, G. (2016). Workplace violence and effects on turnover intention and job commitment: a pilot study among healthcare workers in Turkey. *European scientific journal*, *12*(10), 458-465.

9. Babiarczyk, B., Turbiarz, A., Tomagová, M., Zeleníková, R., Önler, E. & Sancho Cantus, D. (2020). Reporting of workplace violence towards nurses in 5 European countries-a cross-sectional study. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, *33*(3), 325–338.

10. Bawakid, K., Abdulrashid, O., Mandoura, N., Usman, H.B., Ibrahim, A., Akkad, N.M. & Muftiet, F. (2017). Burnout of physicians working in primary health care centers under the ministry of health Jeddah Saudi Arabia, *Cureus*, *9*(11), e1877.

11. Behdin Nowrouzi-Kia, B. (2017). "The impact of workplace violence on health care workers' quality of life", Developmental Medicine & Child Neurology 59(7). DOI:10.1111/dmcn.13466

12. Boafo, I. M., & Hancock, P. (2017). Workplace violence against nurses: a cross-sectional descriptive study of Ghanaian nurses. *Sage open*, *7*(1), 2158244017701187.

13. Boafo, I. M., Hancock, P., & Gringart, E. (2016). Sources, incidence, and effects of non-physical workplace violence against nurses in Ghana. *Nursing Open*, *3*(2), 99-109.

14. Bordignon, M., & Monteiro, M. I. (2019). Predictors of nursing workers' intention to leave the work unit, health institution, and profession. Revista latino-americana de enfermagem, 27.

15. Chang Y-P, Lee D-C, Chang S-C, Lee Y-H, Wang H-H. (2019). Influence of work excitement and workplace violence on professional commitment and turnover intention among hospital nurses. *Journal of Clinical Nursing, 28:*2171–2180. https://doi.org/10.1111/jocn.14808

16. Chang, Y. P., Lee, D. C., & Wang, H. H. (2018). The violence-prevention climate in the turnover intention of nurses experiencing workplace violence and work frustration. J*ournal of Nursing Management*, 26(8), 961-971.

17. Cheung, T. & Yip, P. S. (2017). Workplace violence towards nurses in Hong Kong: Prevalence and correlates. *BMC Public Health*, *17*(1), 196.

18. Choy, HB., Wong, M.CM. (2017). Occupational stress and burnout among Hong Kong dentists, *Hong Kong Med Journal*, *23*(5),480-88.

19. Choi SH, Lee H.(2017). Workplace violence against nurses in Korea and its impact on professional quality of life and turnover intention. *Journal of Nursing Management*, 25(7):508-518. doi: 10.1111/jonm.12488

20. Di Martino, V. (2003). *Relationship between work stress and workplace violence in the health sector* (p. 33). Geneva: ILO.

21. Duan, X., Ni, X., Shi, L., Zhang, L., Ye, Y., Mu, H. & Wang, Y. (2019). The impact of workplace violence on job satisfaction, job burnout, and turnover intention: The mediating role of social support. *Health and Quality of Life Outcomes*, *17*(1), 93.

22. Duan, X., Ni, X., Shi, L., Zhang, L., Ye, Y., Mu, H., ... & Wang, Y. (2019). The impact of workplace violence on job satisfaction, job burnout, and turnover intention: the mediating role of social support. *Health and quality of life outcomes*, *17*(1), 1-10.

23. El-Hneiti, M., Shaheen, A. M., Bani Salameh, A., Al-Dweeri, R. M., Al-Hussami, M., Alfaouri, F. T., & Ahmad, M. (2020). An explorative study of workplace violence against nurses who care for older people. Nursing Open, 7(1), 285-293.

24. Eslamian, J., Akbarpoor, A. A., & Hoseini, S. A. (2015). Quality of work life and its association with workplace violence of the nurses in emergency departments. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, *20*(1), 56.

25. Fabri, N. V., Martins, J. T., Galdino, M. J. Q., Ribeiro, R. P., & Moreira, A. A. O. (2022). Workplace violence and professional quality of life among primary care nurses. *Acta Paulista de Enfermagem*, *35*.

26. Gates, D. M., Ross, C. S. & McQueen, L. (2006). Violence against emergency department workers. *The Journal of Emergency Medicine*, *31*(3), 331-337.

27. Gates, D. M., Gillespie, G. L. & Succop, P. (2011). Violence against nurses and its impact on stress and productivity. *Nurs Econ*, *29*(2), 59-66.

28. Gillespie, G.L., Gates, D.M., Miller, M., Kunz Howard, P. (2010). Workplace Violence in Healthcare Settings: Risk Factors and Protective Strategies. *Rehabilitation Nursing,* 35(5), 177-184.

29. Gorenak, M. & Popovic, A. (2014). *Quality of work-life balance and workplace violence in human capital without border. Knowledge and Learning for Quality of Life; Proceedings of the Management, Knowledge and Learning International Conference, 635-64.*

30. Gurudatt, K., & Gazal, Y. (2015). Role of (QWL) quality of work life on employee retention in private sector companies. International Journal of Engineering and Management Science, 6(1), 11-15.

31. Havaei, F., MacPhee, M. & Ma, A. (2020, June). Workplace violence among British Columbia nurses across different roles and contexts. *In Healthcare*, *8*(2), 98-111.

32. Heponiemi, T., Kouvonen, A., Virtanen, M., Vänskä, J., & Elovainio, M. (2014). The prospective effects of workplace violence on physicians' job satisfaction and turnover intentions: the buffering effect of job control. *BMC health services research*, *14*(1), 1-8.

33. International Labor Organization report(1998). International Labour Law,

34. International Labour Organisation. Sectoral Activities Programme. (2002). The Evolution of Employment, Working Time and Training in the Mining Industry: Report for Discussion at the Tripartite Meeting on the Evolution of Employment, Working Time and Training in the Mining Industry, Geneva 2002. International Labour Organization.

35. Itzhaki, M., Bluvstein, I., Peles Bortz, A., Kostistky, H., Bar Noy, D., Filshtinsky, V., & Theilla, M. (2018). Mental health nurses' exposure to workplace violence leads to job stress, which leads to reduced professional quality of life. Frontiers in psychiatry, 9, 59.

36. Iverson, R. D. & Maguire, C. (2000). The relationship between job and life satisfaction: Evidence from a remote mining community. *Human Relations*, *53*(6), 807-839.

37. Kamchuchat, C., Chongsuvivatwong, V., Oncheunjit, S., Yip, T. W., & Sangthong, R. (2008). Workplace violence directed at nursing staff at a general hospital in southern Thailand. Journal of occupational health, 50(2), 201-207.

38. Khoshknab, M. F., Oskouie, F., Najafi, F., Ghazanfari, N., Tamizi, Z. & Ahmadvand, H. (2015). Psychological violence in the health care settings in Iran: A cross-sectional study. *Nursing and Midwifery Studies*, *4*(1),e24320.

39. Kim Y, Lee E, Lee H.(2019). Association between workplace bullying and burnout, professional quality of life and turnover intention among clinical nurses. *PLoS One*, 14(12) doi: 10.1371/journal.pone.0226506.

40. Kowalenko, T., Gates, D., Gillespie, G. L., Succop, P. & Mentzel, T. K. (2013). Prospective study of violence against ED workers. *The American Journal of Emergency Medicine*, *31*(1), 197-205.

41. Kushwaha, S. (2014). Stress management at the workplace. *Global Journal of Finance and Management*, *6*(5), 469-472.

42. Laeeque, S.H., Bilal, A., Babar, S., Khan, Z., Rahman, S.U. (2017). How Patient-Perpetrated Workplace Violence Leads to Turnover Intention Among Nurses: The Mediating Mechanism of Occupational Stress and Burnout. *Journal Of Aggressıon, Maltreatment & Trauma.* 27(1), 96-118.

43. Lafta, R. K. & Falah, N. (2019). Violence against healthcare workers in a conflict-affected city. *Medicine, Conflict and Survival*, *35*(1), 65-79.

44. Lanctôt, N., & Guay, S. (2014). The aftermath of workplace violence among healthcare workers: A systematic literature review of the consequences. Aggression and violent behavior, 19(5), 492-501.

45. Li N, Zhang L, Xiao G, Chen J, Lu Q.(2019). The relationship between workplace violence, job satisfaction and turnover intention in emergency nurses.

46. Lin, W. Q., Wu, J., Yuan, L. X., Zhang, S. C., Jing, M. J., Zhang, H. S., ... & Wang, P. X. (2015). Workplace violence and job performance among community healthcare workers in China: The mediator role of quality of life. International journal of environmental research and public health, 12(11), 14872-14886.

47. Liu, W., Zhao, S., Shi, L., Zhang, Z., Liu, X., Li, L. I., ... & Ni, X. (2018). Workplace violence, job satisfaction, burnout, perceived organizational support and their effects on turnover intention among Chinese nurses in tertiary hospitals: a cross-sectional study. BMJ open, 8(6), e019525.

48. Magnavita, N. & Heponiemi, T. (2012). Violence towards health care workers in a Public Health Care Facility in Italy: A repeated cross-sectional study. *BMC Health Services Research*, *12*(1), 108.

49. McPhaul, K. M., & Lipscomb, J. A. (2004). Workplace violence in health care: recognized but not regulated. Online Journal of Issues in Nursing, 9(3), 7.

50. Mento, C., Silvestri, M. C., Bruno, A., Muscatello, M. R. A., Cedro, C., Pandolfo, G. & Zoccali, R. A. (2020). Workplace violence against healthcare professionals: A systematic review. *Aggression and Violent Behavior*, *51*, 101381.

51. Mirela, B. & Adriana, C.M. (2011). Organizational stress and its impact on work performance. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, *1*, 333-337.

52. Mitchell, C. (2008). Getting the picture and changing the picture: Visual methodologies and educational research in South Africa. South African journal of education, 28(3), 365-383.

53. Mosadeghrad, A. M., Ferlie, E., & Rosenberg, D. (2011). A study of the relationship between job stress, quality of working life, and turnover intention among hospital employees. *Health Services Management Research*, 24(4), 170-181.

54. Ozcan, N. & Bilgin, H. (2011). Violence towards healthcare workers in Turkey: A systematic review. *Journal of Medical Sciences*, 31(6), 1442-56.

55. Parker, D. F., & DeCotiis, T. A. (1983). Organizational determinants of job stress. *Organizational Behavior and Human Performance*, 32, 160-177.

56. Pinar, R., & Ucmak, F. (2011). Verbal and physical violence in emergency departments: a survey of nurses in Istanbul, Turkey. Journal of clinical nursing, 20(3-4), 510-517.

57. Rasool, S. F., Wang, M., Zhang, Y., & Samma, M. (2020). Sustainable work performance: the roles of workplace violence and occupational stress. International Journal of environmental research and public health, 17(3), 912

58. Sun, X., Qiao, M., Deng, J., Zhang, J., Pan, J., Zhang, X., & Liu, D. (2021). The mediating effect of work stress on the associations between psychological job demands, social approval, and workplace violence among health care workers in Sichuan province of China. Frontiers in public health, 1588.LAURA

59. Sirgy, M., Efraty, D., Siegel, P. & Lee, D. (2001). A new measure of the quality of work life (QWL) based on need satisfaction and spillover theories. *Social Indicators Research, 55*, 241-302.

60. Srivastava, S., & Kanpur, R. (2014). A study on quality of work life: key elements&It's Implications. *IOSR Journal of Business and Management*, *16*(3), 54-59.

61. Stordeur, S., D'hoore, W., & Vandenberghe, C. (2001). Leadership, organizational stress, and emotional exhaustion among hospital nursing staff. *Journal of Advanced Nursing*, *35*(4), 533-542.

62. Sun, P., Zhang, X., Sun, Y., Ma, H., Jiao, M, Xing, K., Kang, Z., Ning, N., Fu, Y., Wu, Q., Yin, M. (2017). Workplace Violence against Health Care Workers in North Chinese Hospitals: A Cross-Sectional Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(1), 96.*

63. Sun, P., Zhang, X., Sun, Y., Ma, H., Jiao, M., Xing, K. & Yin, M. (2017). Workplace violence against health care workers in North Chinese hospitals: A cross-sectional survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(1), 96-106.

64. Sun T, Gao L, Li F, et al. Workplace violence, psychological stress, sleep quality and subjective health in Chinese doctors: a large cross-sectional study. BMJ Open 2017;**7**:e017182. doi:10.1136/ bmjopen-2017-017182

65. Sun, X., Qiao, M., Deng, J., Zhang, J., Pan, J., Zhang, X., & Liu, D. (2021). The mediating effect of work stress on the associations between psychological job demands, social approval, and workplace violence among health care workers in Sichuan province of China. *Frontiers in public health*, 1588.

66. WHO Occupational Health: Health Workers. (2022). Erişim address: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/occupational-health--health-workers.

67. World Health Organization (2002). *World report on violence and health*, Geneva, Available from: https://www.who.int/violence_injury_prevention/violence/world_report/en/summary_en.pdf, accessed 7 April 2020.

68. Yao, Y., Wang, W., Wang, F. & Yao, W. (2014). General self-efficacy and the effect of hospital workplace violence on doctors' stress and job satisfaction in China. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, *27*(3), 389-399.

69. Yao, X., Shao, J., Wang, L., Zhang, J., Zhang, C., & Lin, Y. (2021). Do workplace violence, empathy, and communication influence occupational stress among mental health nurses? *International journal of mental health nursing*, *30*(1), 177-188.

70. Yeh, T. F., Chang, Y. C., Feng, W. H., sclerosis, M., & Yang, C. C. (2020). Effect of workplace violence on turnover intention: The mediating roles of job control, psychological demands, and social support. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, *57*, 0046958020969313.

Azərbaycanda Karbon, Metal və Digər Nanomaterialların Sintezi Texnoloqiyalarının Yaradılması

[1]V.M.Əhmədov, [2]N.F.Cavadov

AMEA,MAA

V.M. Əhmədov – Kimya elmləri doktoru, professor, AMEA kataliz və qeyri-üzvi kimya inistitunun şöbə müdiri

N.F.Cavadov – Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, kimya və materialşünaslıq kafedrasının baş müəllimi

DOI: 10.13140/RG.2.2.15004.46727

Xülasə.

Məlumdur ki, karbon planetimizdə həyatın əsasını təşkil edir. Bioloji növlərin müxtəlifliyi xeyli dərəcədə karbon atomlarının ətraf mühit şəraitində fəaliyyət göstərməyə uyğunlaşmış yeni struktur vəziyyət formalarını yaratmaq imkanı ilə şərtlənir. Xarici şəraitə yüksək uyğunlaşma qabiliyyəti onunla izah olunur ki, karbon atomları üzvi və qeyri-üzvi təbiətin inanılmaz tələbatlarını ödəyə bilən müxtəlif allotropik formalar yaratmaq kimi təbii qabiliyyətə malikdirlər. XX əsrin son illərində fullerenlər, karbon nanoborucuqlar və nanoliflər kimi yeni allotropik karbon birləşmələri sintez edilmişdir. Sonuncular nanotexnologiyada inqilabi dəyişikliklər etməyə qadir olan strukturlar kimi xüsusilə diqqəti çəkir. Nanomaterialların alınması və istifadəsi ilə bağlı olan texnologiyaların inkişafı insan fəaliyyətinin bir çox istiqamətlərində-elektronikada, informatikada, materialşünaslıqda, energetikada, kosmik texnologiyalarda, maşınqayırmada, tribotexnikada, biologiyada, təbabətdə, kənd təsərrüfatı və ekologiyada əsaslı dəyişikliklərə səbəb olub. Ötən əsrin ortalarından Azərbaycan və Rusiyanın bir sıra elmi-tədqiqat mərkəzlərində bu ölkələrin aparıcı alimləri həm birgə, həm də ayrı-ayrılıqda nanomaterialların sintezi üzərində çalışmışlar. Geniş nəzəri və eksperimental işlərin aparılması nəticəsində bir sıra karbon nanomaterial nümunələri alınmışdır. Lakin o dövrdə nanomateriallar, onlarla əlaqəli cihazlar, həmçinin uyğun terminlər olmadığından sintezləşdirilmiş nanostrukturların adını və tətbiq istiqamətini müəyyənləşdirmək mümkün olmamışdır. XXI-ci əsrin ilk illərindən başlayaraq Azərbaycanın aparıcı elm və təhsil mərkəzlərində yüksək texnologiyaların yaradılması,onların əsasında müxtəlif əsaslı nanomaterialların alınması və onların sənayedə,elm-texnikanın müxtəlif sahələrində tətbiq edilməsi üzrə işlər başlanılmışdır. Qeyd olunmuş işlər bu gün də uğurla davam edir.

Təqdim olunan məqalə keçən əsrin 70-80-cı illərində,həm də son 20 ildə Azərbaycanın elm - təhsil müəssisələrində yaradılmış nanotexnoloqiyaların, sintez edilmiş karbon, mineral, metallik və digər nanomaterialların hərtərəfli tədqiqinin və tətbiqinin bəzi aspektlərinə həsr edilmişdir.

Açar sözlər: nanomateriallar, polikristal, fulleren, katalizator, nanoməhsul, koks, ipəbənzər karbon, nanoborucuqlar, qrafitləşdirilmiş məhsul.

Abstract.

It is well known that carbon is the basis of life on our planet. The diversity of biological species is largely due to the ability of carbon atoms to create new forms of structural state, adapted to the functioning in the environment. The high degree of adaptability to external conditions is explained by the fact that carbon atoms have a natural ability to form various allotropic forms that can satisfy the incredible demands of organic and inorganic nature. In the last years of the 20th century, new allotropic carbon compounds were synthesized: fullerenes, carbon nanotubes, and nanofibers. The latter especially attract attention as structures capable of producing revolutionary transformations in nanotechnology. The development of technologies associated with the production and use of nanomaterials leads to fundamental changes in many areas of human activity - electronics, computer science, materials science, energy, space technologies, mechanical engineering, tribotechnics, biology, medicine, agriculture and ecology. Since the middle of the last century, some research institutions in Azerbaijan and Russia have also dealt with the production of carbon nanomaterials. As a result of extensive theoretical and experimental work, a number of samples of carbon nanomaterials have been obtained. However, due to there were no terms for nanomaterials and related devices, it was not possible to determine the name of the synthesized nanostructures. This article is devoted to the study of some structures of carbon materials synthesized at that time.

Key words: nanomaterials, polycrystal, fullerene, catalyst, nanoproduct, coke, filamentary carbon, nanotubes, graphitized product.

Qaynar karbon plazmasından poliedrik karbon klasterlərin- fullerenlərin ayrılması kimya, fizika, biologiya və digər fundamental təbiət elmlərində yeni perspektivli elmi istiqamətlərin yaranmasına və intensiv inkişafına təkan verdi.

İlk dəfə olaraq 60 karbon atomundan ibarət olan fullerenin molekulyar quruluşu barədə ötən əsrin 70-ci illərinin əvvəllərində yapon alimi Eyji Osava və rus alimləri D.Boçvar və Y.Qalpern məlumat vermişdir (1973). Tədqiqatlar sırf nəzəri idi və molekulyar karbon klasterlərinin kvant kimyəvi hesablamalarına aid idi. Lakin bu əsərlər maraqlı bir hipotez səviyyəsində qalaraq adekvat eksperimental təsdiqini tapmadı.

80-ci illərin əvvəllərində karbon nanomateriallarının tarixində yeni bir səhifə açıldı. Ekson Tədqiqat Laboratoriyasından Endryu Kaldorun başçılıq etdiyi bir qrup alim katalitik aktiv materiallar axtarışları zamanı 1984-cü ildə müəyyən etmişdir ki, lazer şüalanması zamanı qrafitin buxarlanmasından sonra yaranan karbon qazlarının tutulması nəticəsində geniş spektrli müxtəlif karbon klasterləri əmələ gəlir (1984). Spektrlər termodinamik cəhətdən stabil olan C_{60}-C_{70} fullerenlərinin olduğunu göstərdi. Lakin Kaldorun qrupu bu kəşfi qeydə almayıb diqqəti C_{25}-ə qədər olan fulleren klasterlərinin şüalanması üzərində cəmləşdirdi.!

Məlum olduğu kimi, molekulyar kristallara molekullardan əmələ gələn kristallar aiddir. Molekullar bir-biri ilə zəif van der Vaals qüvvələri ilə bağlıdır, lakin molekulların daxillndə atomlar arasında daha güclü kovalent əlaqə qüvvədədir. Molekulyar kristallarda kimyəvi xassələrin daşıyıcısı molekuldur, bərk faza isə maddənin kimyəvi təşkilinin ali səviyyəsi olduğu üçün belə kristallar aşağı ərimə temperaturları, böyük istilik genişlənmə əmsalları, yüksək sıxılma qabiliyyəti və aşağı bərklik ilə xarakterizə olunur.

Ötən əsrin 70-ci illərində birbaşa distilə edilmiş benzin fraksiyasının(fr.85-180) seolit tərkibli Ni-Al-Si katalizatorlarında hidrokrekinq prosesi zamanı reaksiya mühitində emaldan sonra katalizatorlarda Ni^{2+} ionlarının vəziyyətinin öyrənilməsi böyük maraq doğururdu. Belə ki,hidrokrekinq prosesinin selektivliyini artırmaq üçün alyumoslikat katalizatorlarının üzərinə nikel ionlarının çökdürülməsi həyata keçirilirdi.Bu zaman rentgen difraktometr üsulundan istifadə olunub.Bu tədqiqatlara görə Ni-in ölçüsü təqribən 5-15 nm səviyyəsində olub.

O zaman Azərbaycan kimyaçıları məqsədyönlü şəkildə müxtəlif kimya müəssisələrində elmi-tədqiqat və elmi- təcrübi işlərini müxtəlif kimya müəssisələrində,o cümlədən Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda və keçmiş SSRİ Elmlər Akademiyasının Çernoqolovka bölməsində aparırdılar. Bu alimlərin sırasında k.e.n. A.A.Məcidov (hazırda k.e.d., akademik), k.e.n. V.M.Əhmədov (hazırda k.e.d., professor) və k.e.n. X.İ.Abad-zadə (hazırda k.e.d., professor) də olmuşlar.

Reaksiya mühitində emal "təzə" katalizatorun spektrində mövcud olan və katalizatorun alüminosilikat hissəsində stabilləşən Ni^{2+} ionlarına aid edilən 400, 650 və 750 nm zolaqların yox olmasına və 550 nm-də zəif zolağın yaranmasına gətirib çıxarır ki, bunu da tetraedral koordinasiyada Ni^{2+} ionlarına aid etmək olar. Beləliklə, emal Ni^{2+} ionlarının koordinasiya vəziyyətinin dəyişməsinə və ola bilsin ki, Ni^{2+}-nın bir hissəsinin Ni°-yə qədər bərpa olunmasına gətirib çıxarır. Katalizatorda Ni°-nin olması alınmış nəticələr ilə sübut edilir; UB-də ППЗ? sahələri 260 nm zamanı 285 nm-ə qədər yerini dəyişir. Bu yerdəyişmə Ni^{2+} ionlarının ligand mühitinin dəyişməsinin nəticəsi ola bilər ki, bu da keçid enerjisinin azalmasına səbəb olur.

Cədvəl № 1. Benzin fraksiyasının hidrokrekinq reaksiyasında 85-180 °C (t = 380 °C, P = 6 Ma, V = 1 ч$^{-1}$) çəkilmiş Ni-katalizatorlarında Ni-nin dispersliyi, koks əmələ gəlmənin miqdarı və formaları

№	Katalizatorun tərkibi	Ni-in miqdarı, %	Ni-in yeridilməsi üsulu	Ni hissəciklərinin ölçüsü,A	Koksun miqdarı, %	Koksun forması

1	NiCaHY	10	$Ni(NO_2)_2$ ilə ion mübadiləsi	160-700 orta 270	13,0	(a), (в)
2	NiAC	11	$Ni(NO_2)_2$ ilə birgə çökmə + ion mübadiləsi və $(NH_4)_2CO3$-nin çöküntüsü	30-140 orta 50	2,0	(a)
3	5% NiCaHY + 95% NiAC	10	"-"	65-140 AC-yə görə,240-a qədər St-yə görə	2,0	(a)
4	10% NiCaHY + 90% NiAC	10	"-"	45-130 AS-yə görə,350-yə qədər St-görə	2,2	Əsasən (б), (a)
5	20% NiCaHY + 80% NiAC	10	"-"	25-300 orta 40	1,5	(б), (a)
6	60% NiCaHY + 40% NiAC	10	"-"	50-100 AC-yə görə, 140-450 Sт-yə görə	4,5	(б), (a)
7	80% NiCaHY + 20% NiAC	10	"-"	70-120 AC-yə görə, 150-500 Sт-yə görə	5,5	(б), (a)
8	Nüm.5, bərpa 600°C-də aparıldı	10	"-"	40-300, orta 210	5,0	Əsasən (б), (a)
9	Nüm.3, közərtmə 800°C-də aparıldı	10	"-"	140-300, orta 200	5,5	Əsasən (б), (a)
10	Nüm.5 + 600 saat iş	10	"-"	60-100 AC-yə görə, 140-300 Sт-yə görə	5,7	(a), (б)

Bir qayda olaraq, təcrübədən əvvəl katalizatorlar 550 ° C-də 3 saat quru hava axınında közərdildi və nikel oksidini metal nikel halına gətirmək üçün 480 ° C, P = 2.0 МПа-da hidrogenlə bərpa edildi [2,3]. Son iki üsul katalizatorun, koksun ayrı-ayrı komponentlərinin qarşılıqlı yerləşməsini, lokallaşmasını birinci metodun gətirdiyi adi təhriflər olmadan öyrənməyə imkan verdi [2,6]. Çəkilən Ni-Ts-AS Kt-da koksun miqdarı və yanma dinamikası platin tigelərdən və α-Al_2O_3 α-Al2O3 эталонdan istifadə etməklə "MOM" OD-102 derivatoqrafında DTA metodu ilə müəyyən edilmişdir. Nümunələr hava mühitində 10°C/dəq sürətlə 20-1000°C aralığında qızdırıldı. Qalvanometrlərinin həssaslığı DTA-1/10, DTT-1/10. Katalizatorun miqdarı 100 mq, tərəzinin həssaslığı hər 100 bölgüdə 100 mq təşkil edir [1.6].

Koks çöküntülərini etibarlı şəkildə identifikasiya etmək üçün katalizatorun alüminosilikat (AS) hissəsinin morfologiyası ətraflı tədqiq edilmişdir. Onun əsas elementləri məsaməli olmayan, üstünlük təşkil edən diametri 30-40 Å olan kifayət qədər yekcins ölçüləri olan yuvarlaq formalı ilkin hissəciklər – qlobullardır Belə qlobulların bitişməsi məsamə ölçüləri 25-35 Å olan ikinci dərəcəli struktura gətirib çıxarır. AC hissəciklərinin və SWт kristallitlərinin təması məsamə ölçüləri 1000 A-a qədər olan üçüncü dərəcəli strukturun makroməsamələrinin əmələ gəlməsinə səbəb olur, koks çöküntüləri əsasən burada əmələ gəlir.

Katalizatorda koks çöküntüləri amorf məhsullardan tutumuş əhəmiyyətli dərəcədə qrafitləşdirilmiş məhsullara qədər mürəkkəb məhsulların qarışığıdır. Tədqiqat aşağıdakı koks növlərinin müəyyən edilməsinə gətirib çıxardı:

a) yuvarlaq və qeyri-düzgün formalı, ölçüləri 50 Å-dən çox olan lövhəciklər tipli yarımşəffaf hissəciklər,- polikristal qrafit. Bu cür koks morfologiyasına görə laylaşma kimi Sт və AC daşıyıcısında əmələ gəlir və demək olar ki, bütün nümunələrdə qeydə alınır (DTA-ya üzrə ekzoeffekt 500°C

temperaturda). Koksun ümumi kütləsində onun payı üstünlük təşkil edir. Lakin onun çökməsi qeyri-bərabərdir; hətta katalizator qranullarının bir qatının hüdudlarında belə (0,2-0,3 mm qalınlığında qaşıntılar tədqiq edilmişdir) ayrı-ayrı katalizator makrohissəciklərinin əyriliyi çox fərqli ola bilir. (a) tipli daşıyıcıda koks çöküntülərinin miqdarı katalizatorun bütün iş boyunca artır və ~ 600 saat işlədikdən sonra güclü şəkildə tormozlayır;

b) nikellə əlaqəli ipəbənzər formalı koks. Onun iki morfoloji növü var - boruşəkilli iplər və bəzən budaqlanan dendritlər tipli bütöv kanalsız iplər. Ipəbənzər koks yalnız nikelin müəyyən üsulla çəkilməsi zamanı və sonuncunun müəyyən ölçüsündə əmələ gəlir və bəzi hallarda kəmiyyət baxımından əhəmiyyətli olur. Ipəbənzər karbonun əmələ gəlməsi metal nikelin daşıyıcıdan çıxarılması ilə müşayiət olunur (ipəbənzər karbon səthi məhv edərək - "lalələrin uçuşu" - metalı daşıyıcının üzərinə qaldırır) və müəyyən şəkildə katalizatorun aktivliyinə təsir göstərməlidir, lövhəcik formalı koks çöküntülərinin əmələ gəlməsi kimi.

Bu işdə müəyyən edilmişdir ki, iplə bağlı olan nikelin hissəciklərinin orta ölçüsü nikelin katalizatorun təkibindəki hissəciklərinin orta ölçüsünü əhəmiyyətli dərəcədə üstələyir. İplər qeyri-mütənasib olaraq çox vaxt yığışmalar əmələ gətirir ki, bu da onların aqreqasiya edilmiş nikel hissəcikləri üzərində böyüməsindən xəbər verir.

Koksun ipəbənzər, xüsusən də boruşəkilli formasının əmələ gəlməsi hidrokrekinq şəraitində Ni-Sт-AC Кт -də koks əmələ gəlməsinin karbid tsikli mexanizminin mümkünlüyündən xəbər verir. İçi boş ipin bir ucunda bir qayda olaraq çox vaxt damla formalı olan, lakin bəzən dəqiq müəyyən edilmiş şaxələri olan v bir metal karbid başlığı (Ni_3C) var. Bir çox hallarda kanal bu və ya digər dərəcədə karbonla bitişir, ip əsasən qrafitləşir. İpin diametri nikel hissəciyinin - ipin başlığının ölçüsünə yaxındır [2.6]

Buna görə də iplərin diametrinin ölçüləri nikelin katalizatorun tərkibindəki ölçülərinin hüdudlarında dəyişir.

c) zəncir və şəbəkə tipli strukturlar əmələ gətirən, habelə nizamsız yığışmalar formasında 20-100 Å ölçüdə amorf koks qlobulları.

Forma (c) yalnız kokslanmış Ni-Tт Кт qranullarının səthə yaxın təbəqələrində aşkar edilmişdir.

Hazırlanma metodikası, katalizatorun tərkibi, emal şəraiti və nikelin dispersliyi ilə əlaqədar olaraq katalizatorun tərkibində nikel, daşıyıcı və koksun qarşılıqlı paylanmasını nəzərdən keçirək. Eksperimental nəticələr Cədvəl №1-də təqdim edilmişdir.

Metal üzvi birləşmələrdən nanokatalizatorların alınması, həmçinin müxtəlif karbon, mineral və digər nanoklasterlərin alınması istiqamətində işlər bu gün də davam etdirilir.

Son zamanlar böyük texnoloji uğurlara imza atmış inkişaf etmiş ölkələrin iqtisadi inkişafının səbəblərini araşdırarkən müəyyən olunmuşdur ki, bu inkişafın səbəbləri içərisində insan intellektinin məhsulu olan elmi innovasiyaların tətbiqi ön sırada dayanır.Yüksək texnologiyaların inkişafı və onların geniş sənaye

tətbiqinin gətirdiyi gəlirləri təbiətin bəxş etdiyi yeraltı və yerüstü sərvətlərin gətirdiyi gəlirlərlə müqayisə etdikdə elmi innovasiyaların tətbiqindən gələn gəlirlərdən qat-qat çox olduğunun şahidi oluruq.

Hal hazırda dünyanın inkişaf etmiş ölkələrinin geniş imkanlara malik olmasını elmi innovasiyaların elm tutumlu sənayeyə tətbiqi ilə əlaqələndirirlər. Aparıcı ölkələrin əsas gəlirlərinin əsasını yüksək texnologiyaların sənayeyə və kənd təsərrüfatına sürətli tətbiqi təşkil etdiyi aşkar olmuşdur. Əgər elmi innovasiyaların tətbiqindən gələn gəlir üçüncü dünya ölkələri üçün 0-2 faiz təşkil edirsə, inkişaf etməkdə olan ölkələrdə bu rəqəm 10-15 faiz, inkişaf etmiş ölkələrdə isə qat-qat daha çoxdur. Düşünməyə əsas verən bu rəqəmlərin elmi innovasiyaların tətbiqi hesabına formalaşdığını nəzərə alsaq bu məsələnin nə qədər aktual olduğunu görmüş olarıq!

Qeyd etmək lazımdır ki, ölkəmizdə elm və təhsil sahələrində görülən işlər əsəsən Azərbaycanın dünya elm - təhsil məkanınına inteqrasiyasına xidmət edir və bu sahədə bir sıra diqqətə layiq nəticələr alınmışdır.

Azəbaycanda nanotexnologiyalar sahəsində daha fəal işləyən və bir sıra maraqlı nəticələr alan Bakı Dövlət Universitetidir.(BDU)

BDU-da "Nanomaterialların kimyəvi fizikası" kafedrası və Nano araşadırmalar mərkəzinin yaradılması, fizika, kimya, biologiya fakültələrində bu elmin əsaslarının tələbələrə tədris edilməyə başlanılması, yeni tədris proqramlarının, dərsliklərin və dərs vəsaitlərinin hazırlanması Nanotexnologiya elminin bu təhsil ocağında yüksək sürətlə inkişafına təkan vermişdir. BDU-da Nanotexnologiya sahəsində aparılan tətqiqad işləri artıq dünyanın ən öncül universitetlərinin apardığı işlərə yaxındır. BDU-nun Nanomaterialların kimyəvi fizikası kafedrasında 3-5 nanometr ölçüsündə dəmir oksidi nanohissəciklərinin sintez edilməsi, nanohissəciklərin səthinə şiş hüceyrələriin inkişafına təsir edən dərman maddələrinin yerləşdirilməsi və onların in-vtiro tədqiqi həyata keçirilmişdir. Bu mühüm tədqiqatlar Almaniya və İran alimləri ilə birgə aparılmışdır.

Alimlər tərəfindən həmçinin geniş spektral-həssaslıq xassələrinə malik müxtəlif fotolüminessent nanohissəciklərin polimer matrisada alınması texnologiyası işlənilmiş və göstərilmişdir ki, yarımkeçirici nanohissəciklərin sintezi zamanı ölçüləri homogen olan polimer nanokompozit strukturlar və onların əsasında müxtəlif təyinatlı sensorlar almaq olar. Son zamanlar aparılan yüksək texnoloji tədqiqatlardan biri də Yaponiyanın Kumamoto universiteti ilə birgə yerinə yetirilən metal oksid nanohissəciklərinin səthi müəyyən texnoloji əməliyyatlar vasitəsilə karbonlaşdırılır və səthi karbonla örtülmüş aktiv xassələrə malik nanohissəciklər sintez olunur.

BDU ilə yanaşı AMEA, MAA, ADNSU, ATU və digər texniki təyinatlı universtitetlərdə müxtəlif əsaslı nanomaterialların sintezi,tədqiqi və tətbiqi sahəsində bir sıra diqqətəlayiq işlər görülmüş, nanomaterialların alınması üzrə laboratoriyalar yaradılmış,tətbiq istiqamətləri seçilmiş və bu cür işlər hal hazırda dageniş şəkildə aparılmaqdadır. Nanomateriallar və nanotexnoloqiyalar sahəsində MAA-da görülən elmi-tədqiqat və elmi-təcrübə işlərinin istiqamətinə və çox şaxəli olmasına görə böyük maraq doğura biləcəyini nəzərə alaraq bu işlər barədə bir qədər geniş məlumat vermək istərdik. İlk olaraq "Nano – kompozit materiallar," "Kimya və yanacaq sürtkü materialları," "Materialşünaslıq" və "Triboloji ölçmə"laboratoriyalarının yaradılmasını qeyd etmək lazımdır. Bundan başqa Atom güc mikroskopunun və əsasən nano örtüklərin sintezini nəzərdə tutan Vakkum çiləyici qurğunun alınması, qurşdırılması və işə salınması nano sferada aparılan işlərə təkan vermişdir.Tərkibində dəmirli birləşmələr olan yerli xammal- sideritdən 20kq ferromaqnit ovuntunun alınması,onun bir hissəsinin nanodispers səviyəyə çatdırılması(Egey universteti,Türkiyə) ölkəmizdə ilk dəfə olaraq ferromaqnit nanohissəciklərin alınması üzrə sahənin yaradılmasına səbəb olmuşdur. Tərtib olunmuş proqramların

icrası aşağı molekullu karbohidrogenlərin (metan,etan,etilen,propan və tullantı qaz qarışıqlar) katalitik piroliz prosesində bitmiş xlorlaşdırılması və nəticədə qiymətli xammal olan xlormetanların və aralıq məhsul kimi aşağı maya dəyərli karbon nanosrukturların eyni zamanda sintez olunmasını sübut etməyə imkan vermişdir. Qaynar lay reaktorunda aşağı molekullu karbohidrogenləri bitmiş xlorlaşdırılması, piroliz prosesinin yeni yüksək selektiv katalizatorların hesbına təkmilləşdirilməsi və reaktorun konstruksiysının dəyişdirilməsi nəticəsində fullerenlərin (C60-C70) çıxımının -20-24%-ə çatdırılması mövcud anoloji nanotexnoloqiyalar üzrə ən yüksək göstəricidir. MAA-nın alim və mütəxəssisləri AkademikA.M.Paşayevin rəhbərliyi ilə müxtəlif əsaslı nanosrukturların elm,texnika və sənayenin müxtəlif sahələrində geniş tətbiqini təşkil etmək məqsədi ilə ilk dəfə olaraq çoxfunkiyalı, poliefiruretan əsaslı forpolimer örtüyün sintezi üzrə texnoloqiya yaratmışlar.

Azərbaycan Respublikasında nanotexnologiya sahəsində yerinə yetiriləcək işlərin təhlili yaxın gələcəkdə perspektivi olan aşağıdakı istiqamətlərin mümkünlüyü haqqında fikir söyləməyə imkan verir:

– sensorlar texnikası üçün yeni nanoquruluşların alınması;

– antimikrob, antiseptik nanostrukturların alınması və onların tibbdə tətbiqi imkanlarının araşdırılması;

– dərman maddələrinin şiş hüceyrələrinə məqsədyönlü şəkildə daşınması üçün maqnit nanohissəciklərin alınması və tədqiqi;

–nanotexnologiyanın neftçıxarma sistemlərinə tətbiqi;

– suyun tərkibindəki nitratların təmizlənməsi üçün katalitik bimetallik və trimetallik nanohissəciklərin alınması və tətbiqi;

– bioloji sistemlərlə nanohissəciklərin qarşılıqlı təsirinin tədqiqi və nanohissəciklərin onların həyat fəaliyyətlərində rolunun müəyyənləşdirilməsi – nanotoksikologiya;

– şoran torpaqlarda bitkilərin inkişafına təsir edən nanohissəciklərin sintezi, onların bioloji və fizioloji effektlərinin tədqiqi, bitkilərdə duzadavamlılığının artırılmasının öyrənilməsi;

– yüksək tezlikli elektromaqnit dalğalarını və radiasiya şüalarını udan polimer nanokompozit strukturların alınması və tədqiqi;

– Yüksək çıxımlı, təmiz və keyfiyyətli, nanomaterialların təbii qaz və digər aşağı molekullu karbohidrogenlərdən bitmiş xlorlaşdırma və piroliz proseslərində alınması üçün təcrübə qurğuları yaradılmışdır. İlk dəfə C_{60}-C_{70} fullerenlərin çıxımı 20-24 %, təmizliyi 98,99 %-ə çatdırılmış, nanoborular qüsursuz quruluşla alınmışdır.

-Fullerenlərin və nanoboruların bitmiş xlorlaşdırma və piroliz üsulları ilə alınma texnologiyası sadələşdirilmiş və fasiləsiz alınması metodu işlənilmişdir.

-İlk dəfə olaraq yeni nəsil uretan sinfinə aid olan Poliefiruretan forpolimer lakından və fulleren C_{60}-dan ibarət olan polimer nanokompozisiya sintez olounmuş və fullerenin forpolimer lakın makromolekuluna yerləşdirilməsi Atom güc mikroskopu vasitəsi ilə təsdiq olunmuşdur.

-Alınmış forpolimer nanokompozisiyanın neftçıxarmada korroziyaya, eroziyaya və parafinçökməyə qarşı tətbiqini genişləndirmək,

-Buzlaşmaya, ildırımvurmaya və çirklənməyə qarşı forpolimer nanokompozisiyanın aviasiyada və sənayenin digər sahələrində geniş tətbiqi.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Р.Б.Ахвердиев, Х.И.Абад-заде, М.И.Рустамов и др (1985). Кинетика и катализ, , т. 26, №2, С.381-385.
2. М.И.Рустамов, Х.М.Миначев, Х.И.Абад-заде и др. (1981) XII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Рефер. докл. и сообщ. М., Наука, №3, С. 76-78.

3. С.Ю.Загинайченко, З.А.Матысина, Д.В.Щур, Н.Ф.Джавадов, М.Т.Габдуллин. (2016) Статистика теория фуллеритов и особенности их практического использования. Киев: издательство КИМ. С. 1-479.
4. Book of abstracts – 8th Biennial International Workshop Fullerenes and Atomic Clusters. (July 2-6, 2007), St.Petersburg, Russia. Pages 1-34

Campaign and Loyalty Management in B2B Field With Deep Learning Methods

Osman ÇAYLI[1] and Emre KARADAĞ[2]
VBT Software Research and Development
VBT Software
İstanbul, Türkiye
Osman.Cayli@vbt.com.tr, Emre.Karadag@vbt.com.tr

Atınç YILMAZ[3]
Faculty of Engineering and Architecture,
Computer Engineering Department,
İstanbul Beykent University
İstanbul, Türkiye
atincyilmaz@beykent.edu.tr

Abstract

In the study, a deep learning model is presented in order to increase the success of customer loyalty management in the business to business (B2B) field. In sectors where technology is constantly developing and competition is intense, it is of great importance to ensure customer loyalty and increase customer satisfaction. In order to create a competitive opportunity, the study is aimed to develop an deep learning-supported model to achieve these goals. The research is covered methodologies involving artificial intelligence algorithms such as deep learning to analyze customer behavior and preferences. Customer data was obtained from ERP systems. Afterwards, deep learning models CNN, RNN and LSTM architectures were applied for modelling. The developed B2B-DL model has achieved high success in predicting customer behavior and offering customized offers. Improvements in customer loyalty management will bring great benefits to companies by causing customer satisfaction rates to increase significantly and customer loss to be reduced. Therefore, the study is showed that the use of deep learning methods in the B2B industry can play an important role in customer loyalty management. In the study, LSTM architecure was achieved the best performance with the accurate valuse as %86.

Key words: Artificial intelligence, Deep Learning, B2B, Customer Loyalty, LSTM, RNN, CNN, ERP.

Introduction

Electronic commerce (E-Commerce) is a business model in which the selling and/or buying of products and services is accomplished over the internet or other electronic communication environments. It can be thought of as an online form of traditional commerce. E-Commerce offers consumers and businesses the opportunity to buy and sell products through online platforms. Online stores, product variety, payment options, easy comparison, globality, personalization, stock management are key features for e-commerce. Today, E-Commerce has experienced great growth and has significantly affected consumer shopping habits. Online shopping has benefited consumers by offering more options and convenience, while also providing businesses with access to a wide customer base. Business-to-Business (B2B) refers to business-to-business commerce. B2B is the process of one business selling or buying products or services to another business. In B2B business, buyers and sellers are often large-scale businesses, institutions, wholesalers or manufacturers. Business-to-consumer e-commerce (B2C) is a model where businesses offer and sell products or services directly to the end consumer. In B2B business, businesses often offer products or services to address the needs of other businesses.

Artificial intelligence and deep learning are approaches used to help systems realize human-like rational behavior or solve complex problems. Rational behavior in computer systems can be applied in many topics such as language processing, image recognition, voice recognition, prediction, planning and foresight by using artificial intelligence methods. Artificial intelligence is included sub-branches such as, machine learning and deep learning. Deep learning is one of the artificial intelligence methods. Deep

learning is used to solve complex problems using the multi-layered artificial neural networks architecture in its layers. One of the important features of this method is its ability to learn complex patterns from large dataset. Deep learning has been successfully applied in areas such as image and sound recognition and natural language processing, especially in problems with unstructured data.

The usage of artificial intelligence and deep learning methods in B2B can play an important role in various aspects of business-to-business commerce. In artificial intelligence-supported B2B software, personalized product recommendations can be offered by analyzing customers' past shopping history and preferences. In addition, in supply chain management, artificial intelligence and deep learning methods can also be used in areas such as stock management, demand forecasting and supplier relations. With the use of the methods, inventory costs can be reduced by improving demand forecasts. Artificial intelligence can also be used to develop dynamic pricing strategies. Automatic adjustment of prices by taking into account competitive analysis, demand forecasting and market conditions is possible with the usage of artificial intelligence and deep learning methods.

These examples are the first that come to mind for the use of artificial intelligence and deep learning in the B2B field. The use of artificial intelligence methods such as deep learning can help businesses increase efficiency, reduce costs, increase customer satisfaction and gain a competitive advantage.

In this study, it is aimed to increase customer loyalty and create personal campaigns in the B2B field by using deep learning methods. Dealer sales systems provide services by receiving data from a source such as ERP. Unlike traditional systems, the proposed new system, which will be integrated with deep learning methods, will not only recommend products that will increase customers' purchasing demands, but also create personalized campaigns that will increase customers' loyalty to institutions. Campaign definitions will be made by customer behavior and previous purchases. By using the gamification strategy, the customer's desire to purchase the product will be triggered with the thought of achieving the goal. In this way, it is aimed to increase the profitability of the company. Firstly, similar studies will be summarized through literature research. Afterwards, the customer loyalty model and the findings obtained for the model will be presented.

Related Works

In the literature, studies on customer loyalty have been examined. Studies show that deep learning and machine learning algorithms are generally used to predict customer movements and trends. In addition, while some of the studies focus on the loyalty of existing customers. The other part is targeted for new customer acquisition.

Haseli et al. used the convolutional neural networks method in their studies and presented a model called HECON to evaluate the fidelity criteria of the halo effect (Hazeli et al., 2023). The HECON method, used to obtain the weight of loyalty criteria and determine the criteria that lead to loyalty, collects feedback from a large number of individuals based on the net promoter score scale. They state in their studies that, unlike other studies in the literature, companies that use the HECON model together with the deep CNN model to evaluate criteria by understanding behaviors can determine the behavior of individuals and develop their products exactly in line with the wishes of individuals. Yoon et al. investigated the feasibility of a particular product by determining the impact of each customer asset element on customer loyalty in a Korean retail store (Yoon et al., 2016). As a result of the research, the effects on customer loyalty were evaluated with parameters such as repeat visits and recommendations. He suggests appointing an expert to be responsible for finding some rules and relationships between parameters such as cost, quality and variety for input samples. Treiblmaier et al. has explored how blockchain-based loyalty programs transform B2C relationships through innovative customer services that bear important characteristics of the sharing economy (Horst et al., 2023). As a result of the

modeling, five potential advantages of blockchain-based programs over traditional loyalty programs were identified as usage, accrual, relevance, expiration and transferability. Based on data from a three-stage survey of 332 employees, Cheng et al. examined the impact of organizational AI adoption on employee promotion, loyalty, and job skill development (Cheng et al., 2023). Findings showed that with corporate use of AI, the effects depend on employees' locus of control. With the adoption of the structure, it causes difficulty evaluations for employees, which in turn leads to promotion-oriented job crafting behaviors along with loyalty. Ramachandran et al. highlighted the impact of using artificial intelligence and machine learning to improve employee behavior and business results (Margaris et al., 2022). The research is revealed that companies will perform better if artificial intelligence and machine learning algorithms can effectively benefit from large volumes of big data. In this way, it was stated in the study that staff retention will be ensured and it will help gain new customers. Jain et al. have put forth that with the use of artificial intelligence and machine learning technologies, employees can focus on higher value tasks (Jain et al, 2017). The study recommended providing artificial intelligence support to obtain new insights, make reliable decisions and improve business results. Jain et al. have shown in his studies that artificial intelligence can help the performance of company employees. The artificial intelligence model evaluated employees' individual performance, career path, loyalty and certain skills through sentiment analysis (Jain et al., 2020). In addition, the findings of the study indicate that the use of sentiment analysis techniques, biometrics and other new technologies, as well as AI-supported tools, help companies accurately evaluate employee engagement and loyalty. In their study, Agrawal et al. used biometrics, text analysis and natural language processing methods to evaluate employee experience, unlike traditional methods, and conducted sentiment analysis to gain insight into employee motivations and actions (Agrawal et al., 2019). By analyzing data such as email contact data and biometric data, the proposed artificial intelligence model is predicted certain behaviors to improve employees' sense of belonging or connection to activities. Davenport et al. suggested artificial intelligence model to help HR managers analyze the learning techniques that company employees would prefer (Davenport et al., 2018). HR managers can be able to implement the application by collecting data for training based on preferences, career goals, personality traits and employment history from internal and external sources. Delecraz et al. aimed to comprehensively use artificial intelligence techniques in human resources management (Delecraz et al., 2022). The purpose of modeling is to make the best match in a fair manner when recruiting or assigning employees. With the proposed model, tasks such as recruitment in human resources management are automated, ensuring that processes are faster, more fair, unbiased and focused on the best match. Prentice et al. have proposed AI-powered tools and applications to examine how AI performance can impact employee engagement, service and business performance (Prentice et al., 2023). Data were collected from employees working in service firms based in Australia. The results show that AI performance has a significant impact on employee service performance, which is significantly related to job engagement and job performance evaluation. In their work, Sun et al. focused on customer value measurement and customer segmentation based on customer lifecycle value theory (Sun et al., 2023). In modeling, feature engineering such as data selection, data pre-processing, data transformation and knowledge discovery was first carried out. In the study, customer classification according to the RFM model, machine learning-based response rate analysis and calculation of customer lifetime values were applied. For these applications, K-nearest neighbor, logistic regression, support vector machine, decision tree, random forest, AdaBoost, gradient boosting decision tree, naive bayes, multilayer artificial neural networks have been used. Çaylı et al. have predicted customer loyalty management using machine learning algorithms (Çaylı et al., 2023). Decision tree, random forest, naive Bayes and logistic regression methods were used in the study. The highest accuracy rate was achieved with the random forest method with a value of 0.78. Acı et al. made a demand forecast for products in a certain category, taking into

account the two-year e-commerce data of a local supermarket and the factors affecting product sales (Acı et al., 2022). For this case, aDeep Learning, Artificial Neural Networks, Gaussian Process Regression, Regression Tree, Support Vector Regression and Community Learning methods were applied in the study. Twenty-four different methods were used. Peköz et al., a third-party logistics company, aimed to accurately predict the demand during the COVID-19 pandemic period (Peköz et al., 2023). Within the scope of the study, a hybrid CNN-LSTM based deep learning model to predict demand was proposed. The forecasting performance of hybrid deep learning model was commented by comparing it with machine learning and deep learning approaches as well as classical prediction approaches.

Deep Learning

Deep learning is a method of artificial intelligence. It is an approach designed to solve complex problems by using architecturally multilayered artificial neural network structures. Deep learning has the ability to learn using large amounts of data (Satyanarayana et al., 2022). It achieves great success in areas such as visual recognition, natural language processing, speech recognition and game strategies for unstructured data.

In the study, Convolutional Neural Networks (CNN), Recurrent Neural Networks (RNN), Long Short-Term Memory Networks (LSTM) deep learning methods were applied for modeling.

A. Convolutional Neural Networks (CNN)

CNN is a deep learning algorithm used for data processing on unstructured data such as images and video (Satyanarayana et al., 2022). CNN is performed effectively, especially for extracting patterns from complex and large-sized dataset.

CNN is used convolution to process data. Features are extracted through the convolution process. To achieve this, shifting is done on the data using a filter or kernel. In this way, patterns can be detected. In addition, CNNs have a multi-layer structure with different functions in each layer. These layers are defined as convolution layers, pooling layers and fully connected layers. Convolution layers extract features of the image or data. In pooling layers, features are summarized by reducing the size. In fully connected layers, classification or prediction is made to get results.

CNN develops the ability to learn using large dataset. This helps the network learn complex patterns and features on the data. CNN does not need attribute declaration. Method automatically is extracted features from the data. Method automatically extracts features from the data. CNN is automatically adjusted the weights during learning with its data adaptability.

B. Recurrent Neural Networks (RNN)

Recurrent Neural Network (RNN) is a deep learning algorithm that provides effective results in solving time-dependent problems such as time series (Dong et al., 2022). RNN has the ability to store and use information from past steps.

RNN network has input layer, hidden layer, output layer and loop components. The input layer is the unit where data is entered into the model. The main operations occur in the hidden layers of the RNN. Thanks to circular connections, it can store information from past steps. In addition, new information is calculated based on existing inputs. The layer that produces the result of the RNN is the output layer.

RNN networks have a suitable architecture to model time-dependent relationships. It is frequently applied in problems such as natural language processing, time series solutions, language translation, and prediction predictions. However, RNNs may fail to properly preserve information, especially from the

very past. Different RNN architecuture alternatives have been developed to solve this situation.

C. Long Short-Term Memory Networks (LSTM)

LSTM is a deep learning model developed to better analyze longer past dependencies (Satyanarayana et al., 2023). The model has a more complex structure than the RNN architecture. Thanks to its complex structure, it can preserve past information more effectively.

LSTM has main features such as memory cells, input gate, output gate, forget gate and memory update. Memory cells provide one of the most important features of the LSTM architecture. The purpose of memory cells is to store information from previous processing steps. Additionally, this information can be accessed from memory cells when necessary. There are input gate, output gate and forget gate units to control the memory cell. The input gate is responsible for adding new information to the memory cell, and the output gate is responsible for the information leaving the cell. Forget gate regulates the elimination of unnecessary information. Memory cells are updated at each processing step. Thanks to these gates, existing past information can be preserved while new information is added to the cells. Additionally, unnecessary information are deleted.

LSTM model gives successful results time series problems like RNN. LSTM method's superiority over the RNN method is that it has longer-term memory. In this way, it can better resolve onger past dependencies.

Experimental studies

A. Dataset

In the study, 60 samples taken from the ERP software of dealership and service providers were used as the dataset. There are 11 input parameters in the dataset, such as dealer name, product name, place where the product is stored, basket-related condition, gift coupon status, previously used gift coupon, number of participating campaigns (Table I). The target parameter is the column that provides information about whether there is a campaign right or not. The dataset used is divided into training and testing sets to be used in deep learning algorithms. It was tested by separating the training and test sets at different rates. Best performance, 65% of the data as training set; 25% was obtained when separated as a test set.

B. Campaign loyalty modeling with deep learning algorithms

In the study, deep learning modeling was performed for dealer loyalty management. CNN, RNN and LSTM

architectures were applied in the study to select the most appropriate deep learning architecture for the problem. The parameters chosen in the architecture affect the performance of the model. For this reason, parameter selection was tried with different values to obtain optimum results. CNN, RNN and LSTM methods were trained with the training set. Then, optimal parameter values were found with the data in the test set. It was developed with the Python programming language on the Jupyter Notebook platform, which is frequently preferred and has powerful features in modeling, artificial intelligence and data science. TensorFlow, Keras and scikit-learn libraries were used during modeling. The open source Knime platform was also used in the study to support optimization of the model. Error metrics such as Root mean squared error (RMSE), Mean absolute error (MAE) and Mean absolute percentage error (MAPE) were used in the study to evaluate the performance of the models. The steps of the study are shown as a diagram in Figure I.

TABLO I. PARAMETERS OF DATASET

Parametre No	Parametre Adı
1	Dealer
2	Company
3	Gift coupon
4	Cart Condition Status
5	Dealer
6	Product
7	Warehouse of the Product
8	Number of Products Received
9	Total Price in Cart
10	Gift coupon
11	Number of Benefits from the Campaign
12	Campaign Right Yes/No

Figure I. Campaign Loyalty Management Block Diagram

The B2B campaign and loyalty system, which uses deep learning algorithms, consists of 4 parts.

1. Descriptions, form title and images that the user should see.
2. Date range for which the campaign will be valid, warehouse selection, company selection, gift coupon definition, number of campaign benefits, one-time campaign selection and dealer filter.
3. Selection of products and conditions for which the campaign is valid for the user basket.
4. Defining the discount or gift that will be given to the user if the first 3 items are valid.

Numerical Results and Discussion

In the study, CNN, RNN and LSTM architectures were applied to the campaign and loyality management in B2B field. CNN is an architecture that is used especially in problems related to image processing and provides successful results. CNN architecture can detect and classify by extracting features of different importance. In addition, CNN architecture contains a large number of parameters in the applied models. For this reason, the training and memory costs in the study were much higher than the models with RNN and LSTM architectures. The RNN method is an architecture designed to process sequential data and sequential input-outputs by using the memory it has. LSTM, the last

architecture applied in the study, is an improved version of RNN. It has longer-term memory to solve the disadvantages present in RNN. For this reason, it is much more successful in such problems than RNN.

In the system presented in the study, the campaign structure was created with the strategy pattern. It is aimed to obtain better results in terms of performance as well as user-friendly use by designing the interface for each campaign condition, . In addition, it has been observed that the database cost has increased due to the formation of a complex database structure due to the merger of product and dealer groups. Due to overload and cost problems, the system was redesigned with the predicate model. With the predicate model, campaigns are pulled from the database in parts when the user comes to the cart area. After the systemic preferences were determined, deep learning algorithms were applied. The algorithm that produces the best results for the problem was integrated into the system. After the system was integrated with deep learning, it was tested with 60 users and 50 campaign records. It has been observed that the average time for a campaign to be calculated and reflected to the user for a product is between 10-20 seconds. The parameters and architectural structure of the deep learning architectures applied for the problem are shown in Table 1.

TABLO I. PARAMETERS OF THE APPLIED METHODS

	Methods		
Parameter	***CNN***	***RNN***	***LSTM***
Stack Size	1-2	1-5	1-5
Learning Rate	0.001-0.1	0.001-0.1	0.001-0.1
Dilution	0.1-0.5	0.1-0.5	0.1-0.5
Number of Cycles	5-100	5-50	5-50
Architecture	2 convolution layers, 1 sparsity layer, 1 pooling layer, 1 flattening layer, 1 full connection layer	1 input layer, 2 hidden layers, 1 full link layer	1 input layer, 2 hidden layers, 1 full link layer

In the study, 60 samples obtained from the software behavior of dealership and service companies were used as a dataset. There are 11 input parameters in the dataset, such as dealer name, product name, place where the product is stored, condition of the basket, gift coupon status, previously used gift coupon, number of participating campaigns. The target parameter is the field that provides information about whether there is a campaign right or not.

In the study, the performances of deep learning architectures applied for customer loyalty and campaign management were compared. Five replicates were conducted with each prediction method, and the best accuracy and error metrics are shown in Table II.

TABLO II. PERFORMANCE TABLE OF APPLIED METHODS

	Best Performance Metrics		
Method	***Accurate (%)***	***MSE***	***RMSE***
CNN	0,78 (47/60)	18,25	4.27
RNN	0,83 (50/60)	12,66	3.55
LSTM	0,86 (52/60)	10,07	3.17

When deep learning methods were applied to the customer loyalty and campaign management problem, CNN architecture was reached 78%, RNN architecture 83% and LSTM architecture 86% accuracy rates (Table II). When the results were examined, it was seen that the LSTM architecture achieved the highest performance values in terms of both accuracy rates and MSE and RMSE values. It has been observed that LSTM and RNN architectures achieve the best results, especially since they are memory-based architectures. In the study, LSTM was more successful than RNN due to its ability to operate with longer memory. In addition, when time process performances were examined, the CNN method produced the fastest results.

Result And Discussion

Dealer sales systems are traditionally designed to provide service by receiving data from the admin panel or by integrating with an ERP system used [13]. The aim of the study is to recommend products to customers and create personalized campaigns that will increase customers' purchasing demands by using deep learning architecture. For this purpose, a product that the customer has not purchased before is dynamically positioned in the aisles by recommending it to the relevant customer because similar customers have purchased it. In addition, personalized campaign definitions were made based on the campaigns and purchases customers had previously used. It is thought that the created system will increase the company's profitability by reinforcing customers' desire to achieve the goal through the use of deep learning algorithms and gamification logic.

Various studies have been conducted in the literature on customer loyalty and campaign proposals. It has been observed that data mining, machine learning and artificial intelligence methods are generally applied in recommendation systems. In this study, customer behavior data was obtained from the ERP system and CNN, RNN and LSTM architectures, which are frequently used deep learning methods, were applied to campaign proposal and customer loyalty management. When accuracy rates were examined as error metrics, the success rates were LSTM, RNN and CNN, respectively. LSTM and RNN are

achieved the best results because they have memory-based architectures. In addition, due to its longer-term memory-based operation, the most effective performance in the study was obtained with the LSTM architecture with an accuracy rate of 86%, 10.07 MSE and 3.17 RMSE values.

References

1. Acı, M., abd Doğansoy, G.A. (2022). Demand forecasting for e-retail sector using machine learning and deep learning methods. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 37(3), 1325-1339.
2. Agrawal, A., Gans, J., and Goldfarb, A. (2019). Artificial intelligence: the ambiguous labor market impact of automating prediction market impact of automating prediction. Journal of Economic Perspetives, 33(2), 31-50.
3. Cheng, B., Lin, H., amd Kong, Y. (2023). Challenge or hindrance? How and when organizational artificial intelligence adoption influences employee job crafting. Journal of Business Research, 164.
4. Çaylı, O., Karadağ, E., and Yılmaz, A. (2023). B2B Campaign And Loyalty Management With Artificial Intelligence. International Conferance on Science, Engineering Management and Information Technology - Semit 2023, September 14-15, Ankara, Türkiye.
5. Davenport, T.H., and Ronanki. R. (2018). Artificial intelligence for the real world. IT Management.

6. Delecraz, S., Eltarr, L., Becuwe, M., Bouxin, H., Boutin, N., and Oullier, O. (2022). Responsible Artificial Intelligence in Human Resources Technology: An innovative inclusive and fair by design matching algorithm for job recruitment purposes. Journal of Responsible Technology, 11.
7. Dong, X., and Qian, L. (2022). Semi-supervised bidirectional RNN for misinformation detection. Machine Learning with Applications, 10.
8. Hazeli.G., Ranjbarzadeh, R., Keshteli, M.H., Ghoushchi S.J., Hasani, A., Deveci, M., and Ding, W. (2023). HECON: Weight assessment of the product loyalty criteria considering the customer decision's halo effect using the convolutional neural networks. Information Sciences, 623.
9. Horst, T., and Petrozhitskaya, E. (2023). Is it time for marketing to reappraise B2C relationship management? The emergence of a new loyalty paradigm through blockchain technology. Journal of Business Research, 159.
10. Jain, A., and Pandey, A.K. (2017). Multiple Quality Optimizations in Electrical Discharge Drilling of Mild Steel Sheet. Materialstoday: Proceedings, 4(8), 7252-7261.
11. Jain, A., Yadav, A.K., and Shrivastava, Y. (2020). Modelling and optimization of different quality characteristics in electric discharge drilling of titanium alloy sheet. Materialstoday: Proceedings, 21(3), 1680-1684.
12. Margaris, D., Vassilakis, C., and Georgiadis, P. (2022). Machine learning and role of artificial intelligence in optimizing work performance and employee behavior. Materialstoday: Proceedings, 51(8), 2327-2331.
13. Peköz, A.Z., and İnkaya, T. (2023). Demand forecasting with deep learning: Case study in a third-party logistics company for the COVID-19 period. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 29(4), 331-339.
14. Prenctice, C., Wong, I.A., and Lin, Z. (2023). Artificial intelligence as a boundary-crossing object for employee engagement and performance. Journal of Retailing and Consumer Services, 73.
15. Satyanarayana, G.S.R., Deshmukh, P., and Das S.K. (2023). Predicting the performance of green stormwater infrastructure using multivariate long short-term memory (LSTM) neural network", Journal of Hydrology, Vol. 625(A), 130076.
16. Satyanarayana, G.S.R., Deshmukh, P., and Das S.K. (2022). Vehicle detection and classification with spatio-temporal information obtained from CNN. Displays, 75.
17. Sun, Y., Liu, H., and Gao, Y. (2023). Research on customer lifetime value based on machine learning algorithms and customer relationship management analysis model. Heliyon, 9(2).
18. Yoon, S., and Oh, J.C. (2016). A cross-national validation of a new retail customer equity model. International Journal of Consumer Studies, 46(3), 652-664.

NOTES