

**ELM VƏ TƏHSİLİN ƏSASLARI  
XXI BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS  
ELMİ TƏDQIQAT**

*Beynəlxalq Onlayn Elmi Jurnalının*

*XÜSUSİ BURAXILIŞI*

---

**FUNDAMENTALS OF SCIENCE AND EDUCATION  
XXI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**

*SPECIAL ISSUE OF THE  
SCIENTIFIC RESEARCH*

*International Online Scientific Journal*

**Bakı, Azərbaycan  
05 avqust 2026**

**ELM VƏ TƏHSİLİN ƏSASLARI**  
**XXI BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS**  
**ELMİ TƏDQİQAT**  
*Beynəlxalq Onlayn Elmi Jurnalının*  
*XÜSUSİ BURAXILIŞI*

---

**FUNDAMENTALS OF SCIENCE AND EDUCATION**  
**XXI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**  
*SPECIAL ISSUE OF THE*  
**SCIENTIFIC RESEARCH**  
*International Online Scientific Journal*

**05 avqust 2026**

## International Indexing



© Jumalda çap olunan materiallardan istifadə edərkən istinad mütləqdir.

© It is necessary to use reference while using the journal materials.

© bek.tedqiqat@aem.az

© info@aem.az

## **TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ**

### **Sədr**

**Prof. Dr. Məhərrəm MƏMMƏDLİ**, Bakı Dövlət Universiteti / Azərbaycan

### **Sədr müavinləri**

**Prof. Dr. Dünya BABANLI**, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye  
Universiteti / Azərbaycan

**Prof. Dr. Turhan ÇETİN**, Qazi Universiteti / Türkiyə

### **Məsul katib**

**Assoc. Prof. Dr. Sevinc RUİNTƏN**, Bakı Dövlət Universiteti / Azərbaycan

## **ÜZVLƏR**

**Prof. Dr. Vaqif ABBASOV**, ARETN Akademik Y.H.Məmmədəliyev adına  
Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu / Azərbaycan

**Prof. Dr. Əziz SANCAR**, Çapel-Hill Şimali Karolina Universiteti / ABŞ

**Prof. Dr. Eldar VƏLİYEV**, Milli Texniki Universitet / Ukrayna

**Prof. Dr. Səyyarə İBADULLAYEVA**, ARETN Botanika İnstitutu /  
Azərbaycan

**Prof. Dr. Nikolay BRİKO**, İ.M.Seçenov adına Birinci Moskva Dövlət Tibb  
Universiteti / Rusiya

**Prof. Dr. Arzu SƏRDARLI**, Kanada Birinci Millətlər Universiteti / Kanada

**Prof. Dr. Tarana HACIYEVA**, Bakı Mühəndislik Universiteti /  
Azərbaycan

**Prof. Dr. Leyla İMAMƏLİYEVA**, Bakı Slavyan Universiteti / Azərbaycan

**Prof. Dr. Coanna MARSALEK-KAVA**, Nikolay Kopernik Universiteti /  
Polşa

**Prof. Dr. Təyyar CAVADOV**, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti /  
Azərbaycan

**Prof. Dr. Anar KAZIMOV**, Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti /  
Azərbaycan

**Prof. Dr. Səadət MUXAMEDOVA**, Daşkənd Dövlət Özbək dili və  
Ədəbiyyatı Universiteti / Özbəkistan

**Prof. Dr. Juliboy ELTAZAROV**, “İpək Yolu” Beynəlxalq Turizm və Mədəni İrs Universiteti / Özbəkistan

**Prof. Dr. Yelena ŞİŞKİNA**, Həştərxan Dövlət Memarlıq-İnşaat Mühəndisliyi Universiteti / Rusiya

**Prof. Dr. Fəxrəddin YUSUBOV**, Azərbaycan Texniki Universiteti / Azərbaycan

**Prof. Dr. Cihan ÖZDEMİR**, Biləcik Şeyx Ədəbalı Universiteti / Türkiyə

**Prof. Dr. Rajeş KUMAR**, Mərkəzi İpək İdarəsi, Tekstil Nazirliyi / Hindistan

**Prof. Dr. Andrei VOLODIN**, Regina Universiteti / Kanada

**Prof. Dr. Cəlaləddin MƏMMƏDOV**, Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti / Azərbaycan

**Prof. Dr. Valeriy LİSENKO**, Ümumrusiya Meteorologiya Xidməti Elmi-Tədqiqat İnstitutu / Rusiya

**Prof. Dr. Yaqut HACIYEVA**, Azərbaycan Tibb Universiteti / Azərbaycan

**Prof. Dr. İntiqam CƏBRAYİLOV**, Azərbaycan Respublikası Təhsil İnstitutu / Azərbaycan

**Prof. Ali AZQANI**, Tayler Texas Universiteti / ABŞ

**Assoc. Prof. Dr. İosefina BLAZSANİ-BATTO**, Rumin Dili və Mədəniyyəti Mərkəzi / Rumıniya

**Assoc. Prof. Dr. Əliş AĞAMİRZƏYEV**, Bakı Dövlət Universiteti / Azərbaycan

**Assoc. Prof. Dr. Kulaş MAMİROVA**, Qazaxıstan Milli Qadın Pedaqoji Universiteti / Qazaxıstan

**Assoc. Prof. Dr. Sadiq QARAYEV**, ETN, Botanika İnstitutu / Azərbaycan

**Assoc. Prof. Dr. Taleh CƏFƏROV**, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti / Azərbaycan

**Assoc. Prof. Dr. Elov BOTİR**, Ə.Nəvai adına Daşkənd Dövlət Özbək Dili və Ədəbiyyatı Universiteti / Özbəkistan

## **ORGANIZING COMMITTEE**

### **Chair**

**Prof. Dr. Maharram MAMMADLI**, Baku State University / Azerbaijan

### **Vice Chairs**

**Prof. Dr. Dunya BABANLI**, Azerbaijan State Oil and Industry University  
/ Azerbaijan

**Prof. Dr. Turhan CHETIN**, Gazi University / Türkiye

### **Executive Secretary**

**Assoc. Prof. Dr. Sevinj RUINTAN**, Baku State University / Azerbaijan

## **MEMBERS**

**Prof. Dr. Vagif ABBASOV**, Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, Azerbaijan National Academy of Sciences (ARETN) / Azerbaijan

**Prof. Dr. Aziz SANJAR**, University of North Carolina at Chapel Hill / USA

**Prof. Dr. Eldar VALIYEV**, National Technical University of Ukraine / Ukraine

**Prof. Dr. Sayyara IBADULLAYEVA**, Institute of Botany, Azerbaijan National Academy of Sciences (ARETN) / Azerbaijan

**Prof. Dr. Nikolay BRIKO**, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University / Russia

**Prof. Dr. Arzu SARDARLI**, First Nations University of Canada / Canada

**Prof. Dr. Tarana HAJIYEVA**, Baku Engineering University / Azerbaijan

**Prof. Dr. Leyla IMAMALIYEVA**, Baku Slavic University / Azerbaijan

**Prof. Dr. Joanna MARSZALEK-KAWA**, Nicolaus Copernicus University / Poland

**Prof. Dr. Tayyar JAVADOV**, Azerbaijan State Pedagogical University / Azerbaijan

**Prof. Dr. Anar KAZIMOV**, Azerbaijan State University of Economics / Azerbaijan

**Prof. Dr. Saadat MUKHAMEDOVA**, Tashkent State University of Uzbek Language and Literature / Uzbekistan

**Prof. Dr. Juliboy ELTAZAROV**, "Silk Road" International University of Tourism and Cultural Heritage / Uzbekistan

**Prof. Dr. Yelena SHISHKINA**, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering / Russia

**Prof. Dr. Fakhraddin YUSUBOV**, Azerbaijan Technical University / Azerbaijan

**Prof. Dr. Jihan OZDEMIR**, Bilecik Sheikh Edebali University / Türkiye

**Prof. Dr. Rajesh KUMAR**, Central Silk Board, Ministry of Textiles / India

**Prof. Dr. Andrei VOLODIN**, University of Regina / Canada

**Prof. Dr. Jalaladdin MAMMADOV**, Azerbaijan State Agricultural University / Azerbaijan

**Prof. Dr. Valeriy LISENKO**, All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Centre / Russia

**Prof. Dr. Yagut HAJIYEVA**, Azerbaijan Medical University / Azerbaijan

**Prof. Dr. Intigam JABRAYILOV**, Institute of Education of the Republic of Azerbaijan / Azerbaijan

**Prof. Ali AZGHANI**, The University of Texas at Tyler / USA

**Assoc. Prof. Dr. Iosefina BLAZSANI-BATTO**, Romanian Language and Culture Center / Romania

**Assoc. Prof. Dr. Alish AGHAMIRZAYEV**, Baku State University / Azerbaijan

**Assoc. Prof. Dr. Kulash MAMIROVA**, Kazakh National Women's Teacher Training University / Kazakhstan\

**Assoc. Prof. Dr. Sadiq GARAYEV**, Institute of Botany, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan / Azerbaijan

**Assoc. Prof. Dr. Taleh JAFAROV**, Azerbaijan State Pedagogical University / Azerbaijan

**Assoc. Prof. Dr. Elov BOTIR**, Alisher Navoi Tashkent State University of Uzbek Language and Literature / Uzbekistan

## HUMANİTAR VƏ İCTİMAİ ELMLƏR HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

### Financial Barriers to Quality Improvement and Innovation in Azerbaijani SMEs

Jafar Mukhtarzade 

**Keywords:** *financial barriers, SMEs, quality improvement, innovation, access to finance, Azerbaijan*

**Açar sözlər:** *maliyyə maneələri, KOB-lar, keyfiyyətin yaxşılaşdırılması, innovasiya, maliyyəyə çıxış, Azərbaycan*

Small and medium-sized enterprises are important for employment, competition and economic diversification in Azerbaijan. Their development, however, depends on more than the number of registered businesses. Sustainable growth requires firms to improve product quality, strengthen internal processes and introduce new products, services and methods. These activities need finance before their economic return becomes visible. A firm must pay for equipment, software, employee training, certification, testing and market research while continuing to cover wages, rent and supplier obligations. Financial barriers therefore influence both the capacity to improve quality and the willingness to undertake innovation. SMEs face a structural disadvantage in financial markets.

Banks and investors usually have less information about small firms, particularly when financial records are incomplete or business decisions remain highly informal (Sulistianingsih & Santi, 2023). Younger enterprises may have limited credit histories and insufficient assets for collateral.

These conditions increase perceived lending risk and raise the difference between the cost of internal and external finance. Research shows that access to finance is a stronger growth constraint for SMEs than for large firms because smaller enterprises have fewer opportunities to reallocate capital internally (Bakhtiari et al., 2020). Financial constraints can consequently delay investment even when a proposed quality or innovation project has economic value.

The Azerbaijani context reflects this general problem. The OECD reported that 58 percent of SMEs covered by an earlier enterprise survey considered insufficient access to finance their main barrier to growth (OECD, 2022, p. 48). The same report explains that intangible digital projects are especially difficult to finance because they provide limited physical collateral and their expected returns are uncertain (OECD, 2022). More recent policy assessment indicates progress in Azerbaijan's access to finance framework, but the country's innovation policy score for SMEs remains below the regional average. This difference suggests that greater availability of financial products does not automatically produce stronger innovation outcomes. The design, targeting and practical accessibility of finance are as important as its nominal existence.

Within this context, artificial intelligence-based financial tools may help Azerbaijani SMEs manage some of the barriers affecting access to finance, quality improvement, and innovation

(Ispas et al., 2025). AI-supported credit assessment can analyse transaction records, payment behaviour, sales patterns, and cash-flow information when conventional financial statements or sufficient collateral are unavailable.

Such analysis may reduce information asymmetry between financial institutions and SMEs and support a broader assessment of creditworthiness. AI-based forecasting tools can also help enterprises estimate future liquidity needs and plan expenditure on technology, employee training, quality certification, and product development.

Quality improvement has both immediate costs and longer-term financial benefits. Process documentation, staff training, supplier controls, and customer complaint systems require managerial time and sometimes external consultancy. Certification may create additional audit and compliance expenses. Small firms with limited cash flow may treat these activities as optional, particularly when daily operating costs are urgent. This decision can create a costly cycle. Weak process control increases defects, rework, delivery delays, and customer complaints, which reduce liquidity and leave even less money for improvement. Evidence on effective total quality management shows that quality programmes can strengthen operating income and that smaller firms may obtain substantial benefits when implementation is mature and suited to their characteristics (Toke & Kalpande, 2020). The financial problem is therefore not that quality lacks economic value. The main difficulty is financing the period between implementation costs and measurable returns.

Innovation creates a similar but more uncertain financing gap. A quality initiative can often be connected to visible indicators

such as defect rates or delivery time. Innovation projects involve technical and market uncertainty, and many ideas do not produce commercial returns. Lenders may hesitate to finance projects based on knowledge, new processes, or digital capability because these assets are difficult to recover if the project fails. Direct empirical research has found that financial constraints significantly reduce the likelihood of firms engaging in innovative activity (Chundakkadan & Sasidharan, 2020). For Azerbaijani SMEs, this may encourage a preference for short-term survival expenditure over investments whose benefits appear after a longer period.

**Table 1**  
*Main financial barriers and practical responses*

| Financial barrier                | Effect on SMEs                             | Possible response                                       |
|----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Limited collateral               | Credit rejection or higher borrowing cost  | Credit guarantees and cash-flow-based assessment        |
| Weak financial records           | Greater information asymmetry              | Accounting support and digital record keeping           |
| Uncertain innovation returns     | Delayed or cancelled projects              | Matching grants and staged financing                    |
| High quality implementation cost | Postponed training and process improvement | Vouchers, advisory support, and gradual quality systems |

*Source.* Compiled by the author based on the reviewed literature.

The relationship between finance and management capability requires a critical interpretation. Lack of finance can restrict

innovation, but financial pressure may sometimes encourage low-cost management innovation. Evidence from European SMEs shows that financially constrained firms can adopt cost-saving organizational practices that improve efficiency and support revenue growth (De Blick et al., 2024). This does not mean that financial constraints are beneficial. Severe constraints still reduce investment and growth. It means that effective policy should not assume that every improvement requires expensive technology. Simple dashboards, complaint records, supplier checks, and short pilot projects can create measurable gains with modest financial resources.

Public support can reduce risk, yet poorly designed assistance may create dependency or finance weak projects. General subsidies may reward firms that would have invested without support, while highly complex application procedures can exclude the smallest enterprises. A more balanced approach combines credit guarantees, concessional loans, matching grants, and advisory services. Matching requirements can ensure that firms share part of the risk and select projects more carefully. OECD policy recommendations similarly support risk-sharing elements in grants and soft loans for innovation. Osuji et al. (2023) state that financial institutions could assess cash-flow quality, digital transaction records, and project milestones alongside traditional collateral.

Firm-level action remains necessary. Better accounting records and clearer separation between personal and business finance can reduce information asymmetry. Quality indicators can provide lenders with evidence of lower operational risk, stable customer relations, and stronger repayment capacity. Firms should connect each funding request to a defined business problem, expected cost, implementation period, and measurable

outcome. An inventory system, for example, should be justified through expected reductions in stock losses. Employee training should be connected to fewer errors or shorter delivery time. This approach makes external finance more credible and improves internal investment decisions.

Financial barriers limit quality improvement and innovation in Azerbaijani SMEs through restricted credit, expensive external finance, weak collateral, and uncertainty about returns. Their effect is strongest when financial limitations interact with informal management and inadequate records. Access to funding is therefore necessary but insufficient. Sustainable improvement requires finance to be combined with managerial discipline, practical advisory support, and measurable implementation plans. A policy framework based on risk sharing and gradual capability development can help SMEs convert limited financial resources into stronger quality, innovation, and economic performance.

## References

- Bakhtiari, S., Breunig, R., Magnani, L., & Zhang, J. (2020). Financial constraints and small and medium enterprises: A review. *Economic Record*, 96(315), 506–523. <https://doi.org/10.1111/1475-4932.12560>
- Chundakkadan, R., & Sasidharan, S. (2020). Financial constraints, government support, and firm innovation: Empirical evidence from developing economies. *Innovation and Development*, 10(3), 279–301. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2019.1594680>
- De Blick, T., Paeleman, I., & Laveren, E. (2024). Financing constraints and SME growth: The suppression effect of cost-

- saving management innovations. *Small Business Economics*, 62, 961–986. <https://doi.org/10.1007/s11187-023-00797-9>
- Ispas, L., Mironeasa, C., Severin, T. L., Cerlincă, D. A., & Mironeasa, S. (2025). Artificial intelligence applications in risk management within integrated management systems: A review. *Systems*, 13(11), Article 967. <https://doi.org/10.3390/systems13110967>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Promoting enterprise digitalisation in Azerbaijan*. <https://doi.org/10.1787/6a612a2a-en>
- Osuji, V. C., Dako, O. F., & Okafor, C. M. (2023). Seamless integration of digital supply-chain platforms with commercial banking to enhance working capital efficiency for SMEs. *Shodhshauryam: International Scientific Refereed Research Journal*, 6(3), 365–387. <https://shisrrj.com/paper/SHISRRJ236923.pdf>
- Sulistianingsih, H., & Santi, F. (2023). Does SME's financing decisions follow pecking order pattern? The role of financial literacy, risk preference, and home bias in SME financing decisions. *Cogent Business & Management*, 10(1), Article 2174477. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2174477>
- Toke, L. K., & Kalpande, S. D. (2020). Total quality management in small and medium enterprises: An overview in Indian context. *Quality Management Journal*, 27(3), 159–175. <https://doi.org/10.1080/10686967.2020.1767008>

## Can Artificial Intelligence Replace English Teachers? A Pedagogical Perspective

Zumrud Mahmudova 

**Keywords:** *generative artificial intelligence, teacher–AI collaboration, English language education, adaptive learning, digital pedagogy, learner autonomy*

**Açar sözlər:** *generativ süni intellekt, müəllim-AI əməkdaşlığı, ingilis dili təhsili, adaptiv təlim, rəqəmsal pedaqogika, şagird azadlığı*

Artificial intelligence has become one of the most transformative technologies in modern education. AI-powered applications such as ChatGPT, Grammarly, Duolingo Max, intelligent tutoring systems, and automated writing assistants are increasingly integrated into English language teaching (ELT). These tools can explain grammar, generate learning materials, assess written assignments, and provide instant feedback. As a result, educators and researchers are increasingly asking whether AI can eventually replace English teachers. This question is particularly important because language education extends far beyond grammar instruction and vocabulary acquisition. Effective English teaching also involves communication, motivation, emotional support, intercultural competence, and critical thinking. Therefore, the pedagogical value of teachers must be considered alongside technological innovation.

### **Artificial Intelligence in English Language Teaching**

Artificial intelligence offers several important advantages in English language education. AI systems can analyze students' learning progress, identify weaknesses, recommend individualized learning materials, and provide continuous practice opportunities. Unlike traditional classrooms, AI is available at any time, allowing students to learn at their own pace.

AI also supports language learning through adaptive exercises, pronunciation analysis, automated essay evaluation, and conversational practice. Students can receive immediate corrections and explanations without waiting for teacher feedback. Such technologies increase learner autonomy and improve access to educational resources.

Furthermore, AI reduces teachers' workload by assisting with lesson planning, quiz generation, grading objective assignments, and preparing teaching materials. This allows educators to devote more attention to interactive classroom activities and individual student support.

### **Why AI Cannot Replace English Teachers**

Despite these advantages, artificial intelligence cannot fully replace English teachers. Language learning is a social and human-centered process that requires empathy, emotional intelligence, cultural understanding, and effective interpersonal communication. AI can process information but cannot establish genuine human relationships with learners.

Teachers motivate students, recognize emotional difficulties, adapt classroom management strategies, and create meaningful communicative environments. They also encourage creativity,

collaboration, ethical decision-making, and critical thinking—skills that cannot be developed solely through automated technologies.

Another limitation concerns cultural and contextual understanding. AI-generated responses may occasionally contain inaccurate information, inappropriate examples, or cultural misunderstandings. Teachers evaluate educational content critically and ensure that learning activities correspond to students' linguistic, cultural, and developmental needs. Moreover, academic integrity has become an important challenge in AI-supported education. Excessive dependence on AI may reduce students' independent thinking and writing abilities. Teachers therefore play an essential role in promoting responsible and ethical use of artificial intelligence within educational settings.

### **Human–AI Collaboration: The Future of English Language Teaching**

Rather than replacing teachers, AI should function as a collaborative educational partner. Human–AI collaboration combines technological efficiency with human expertise. AI performs repetitive and data-driven tasks, while teachers focus on mentoring, communication, assessment, and student development.

This partnership enables more personalized learning experiences, increases classroom efficiency, and creates opportunities for innovative teaching practices. Successful implementation requires teachers to develop digital competencies and integrate AI tools responsibly into their instructional strategies.

Educational institutions should therefore prepare future teachers to work alongside artificial intelligence instead of viewing it as a competitor. Professional development programs, ethical guidelines, and digital literacy training will become increasingly important components of teacher education.

Artificial intelligence has transformed English language teaching by making learning more personalized, flexible, and accessible. Nevertheless, technology cannot replace the pedagogical expertise, emotional support, creativity, and professional judgment provided by teachers. The future of English language education lies not in replacing teachers with artificial intelligence but in establishing effective collaboration between human educators and intelligent technologies. Such a balanced approach can improve learning outcomes while preserving the human values that remain central to quality education.

## İngilis dili öyrənməsinin effektivliyinin artırılmasında oyunlaşdırmanın rolu

Mehriban Mehdiyeva 

**Açar sözlər:** *oyunlaşdırma, rəqəmsal pedaqogika, xarici dil təhsili, tələbə motivasiyası, interaktiv öyrənmə, kommunikativ bacarıqlar*

**Keywords:** *gamification, digital pedagogy, foreign language education, student motivation, interactive learning, communicative skills*

İngilis dili müasir dövrdə beynəlxalq ünsiyyət, elm, texnologiya və peşəkar inkişaf üçün əsas dillərdən biri hesab edilir. Buna görə də ingilis dilinin səmərəli tədrisi və öyrənilməsi təhsil sisteminin prioritet istiqamətlərindən biridir. Ənənəvi müəllimmərkəzli metodlar müəyyən nəticələr versə də, müasir öyrənənlərin maraq və ehtiyaclarına tam cavab verməyə bilər. Bu səbəbdən dərs prosesinə innovativ və interaktiv metodların inteqrasiyası aktuallaşmışdır. Son illərdə geniş tətbiq olunan oyunlaşdırma yanaşması öyrənmə prosesini daha cəlbedici və motivasiyaedici edir. Oyun elementlərinin tədrisə daxil edilməsi tələbələrin dərsə marağını artırmaqla yanaşı, onların öyrənmə prosesində daha fəal iştirak etməsinə şərait yaradır.

### **Oyunlaşdırmanın pedaqoji əhəmiyyəti**

Oyunlaşdırma dedikdə xal toplama, nişanlar əldə etmə, səviyyələr üzrə irəliləmə, missiyalar, çağırışlar və mükafatlandırma kimi oyun mexanizmlərinin tədris məqsədlərinə uyğun tətbiqi nəzərdə tutulur. Bu yanaşma öyrənənlərdə daxili motivasiyanı gücləndirir və onların təlim prosesində davamlı iştirakını təmin edir.

İngilis dili dərslərində oyunlaşdırma xüsusilə lüğət ehtiyatının zənginləşdirilməsi, qrammatik strukturların mənimsənilməsi, dinləyib-anlama və oxuyub-anlama bacarıqlarının inkişafı, eləcə də danışmaq fəaliyyətinin stimullaşdırılması baxımından effektiv nəticələr verir. İnteraktiv tapşırıqlar tələbələrin səhvlərdən qorxmadan öyrənməsinə, özünüqiymətləndirmə bacarıqlarının inkişafına və sağlam rəqabət mühitinin formalaşmasına kömək edir.

### **Rəqəmsal platformaların tətbiqi**

Rəqəmsal platformalar oyunlaşdırmanın praktik tətbiqini asanlaşdırır. Kahoot! biliklərin operativ yoxlanılmasına və sinifdaxili rəqabətin yaradılmasına imkan verir. Quizizz fərdi tempdə öyrənməni dəstəkləyir və nəticələrin avtomatik təhlilini təqdim edir. Quizlet söz ehtiyatının öyrənilməsi üçün yaddaşı gücləndirən müxtəlif məşqlər təklif edir. Wordwall isə müxtəlif interaktiv oyunların hazırlanmasına imkan yaradaraq dərslərin daha dinamik təşkilinə şərait yaradır. Bu platformalar müəllimlərə öyrənənlərin nailiyyətlərini izləməyə, onların inkişaf dinamikasını qiymətləndirməyə və fərdi ehtiyaclara uyğun tapşırıqlar hazırlamağa kömək edir. Nəticədə həm tədrisin keyfiyyəti yüksəlir, həm də öyrənənlərin dərslə marağı artır (Kapp, 2012; Hamari et al., 2014; Wang & Tahir, 2020; Zainuddin et al., 2020).

### **Oyunlaşdırmanın üstünlükləri və məhdudiyyətləri**

Oyunlaşdırmanın əsas üstünlükləri motivasiyanın yüksəlməsi, dərstdə fəallığın artması, əməkdaşlıq bacarıqlarının inkişafı və öyrənmə prosesinin daha maraqlı təşkil olunmasıdır. Bundan əlavə, davamlı geribildirim öyrənənlərin öz inkişafını izləməsinə imkan verir.

Bununla yanaşı, oyunlaşdırmanın səmərəli tətbiqi üçün müəllimin pedaqoji planlaşdırma bacarıqları və rəqəmsal savadlılığı mühüm əhəmiyyət daşıyır. Həddindən artıq rəqabət bəzi öyrənənlərdə stress yarada, texniki imkanların məhdudluğu isə rəqəmsal platformaların istifadəsini çətinləşdirə bilər. Buna görə oyun elementləri təlim məqsədlərinə uyğun və balanslı şəkildə tətbiq edilməlidir.

Oyunlaşdırma ingilis dili öyrənməsinin effektivliyini artıran müasir pedaqoji yanaşmalardan biridir. O, öyrənənlərin motivasiyasını yüksəldir, dərstdə fəal iştirakı təşviq edir və dil bacarıqlarının inkişafına müsbət təsir göstərir. Rəqəmsal platformaların imkanlarından məqsədyönlü istifadə müəllimlərə daha çevik və interaktiv təlim mühiti yaratmağa şərait yaradır. Bununla belə, oyunlaşdırmanın uğurlu tətbiqi müəllimin peşəkar yanaşması, düzgün metod seçimi və texnologiyanın pedaqoji məqsədlərə uyğun istifadəsi ilə sıx bağlıdır.

### **Ədəbiyyat**

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9–15.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on

- gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer.
- Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326.
- Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! for learning: A literature review. *Computers & Education*, 149, 103818.
- Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(9).

## Human–AI Collaboration in English Language Teaching: A New Educational Paradigm

Samirat Mammadova 

**Keywords:** *artificial intelligence, English language teaching, human–AI collaboration, educational technology, personalized learning, digital pedagogy*

**Açar sözlər:** *süni intellekt, ingilis dilinin tədrisi, insan-süni intellekt əməkdaşlığı, təhsil texnologiyası, fərdiləşdirilmiş təlim, rəqəmsal pedaqogika*

Artificial intelligence has become one of the most influential innovations in contemporary education. AI-powered applications such as ChatGPT, intelligent tutoring systems, automated assessment tools, and adaptive learning platforms have significantly changed the way English is taught and learned. These technologies enable learners to receive personalized instruction, instant feedback, and unlimited opportunities for language practice.

Despite these technological advances, effective English language teaching cannot rely solely on artificial intelligence. Language learning is not only the acquisition of vocabulary and grammar but also the development of communication, cultural awareness, creativity, and critical thinking. These dimensions require the guidance, empathy, and professional judgment of qualified teachers.

Therefore, the future of ELT should be based on collaboration rather than competition between humans and AI.

Human–AI collaboration combines the strengths of both partners. AI can analyze learners' performance, identify individual weaknesses, generate learning materials, and provide immediate corrective feedback. Teachers, on the other hand, interpret students' emotional needs, encourage motivation, facilitate classroom interaction, and develop higher-order thinking skills. This complementary relationship allows educators to spend less time on repetitive administrative tasks and more time on meaningful teaching and student support.

One of the greatest advantages of AI-supported language instruction is personalized learning. Students have different learning styles, proficiency levels, and educational needs. AI systems can automatically adapt learning materials according to individual progress, making instruction more efficient and accessible. Personalized learning increases student motivation and supports independent learning while enabling teachers to monitor learners' development more effectively.

AI also contributes to the improvement of speaking, writing, reading, and listening skills. Learners can practice conversations with AI chatbots, receive immediate corrections for grammatical errors, improve pronunciation through speech recognition technologies, and develop academic writing skills with intelligent feedback systems. Such opportunities extend language learning beyond the traditional classroom and promote continuous practice. However, the integration of AI into English language teaching also presents several challenges. Overdependence on AI may reduce learners' independent thinking and problem-solving abilities. Concerns regarding data

privacy, algorithmic bias, academic integrity, and unequal access to digital technologies remain significant issues. Furthermore, AI cannot fully understand learners' emotions, cultural backgrounds, or social interactions, all of which are essential components of effective language education.

For these reasons, teachers should not be viewed as competitors to AI but as professionals who guide its responsible use. Teachers play a crucial role in evaluating AI-generated content, selecting appropriate learning activities, encouraging ethical technology use, and ensuring that educational objectives remain learner-centered. AI should function as an educational assistant rather than an autonomous instructor. The emergence of human–AI collaboration represents a new educational paradigm in English language teaching. Instead of replacing traditional pedagogy, AI expands teachers' instructional possibilities and supports more innovative learning environments. Successful implementation requires digital literacy, continuous professional development, and institutional support for teachers. Educational systems should prepare future educators to work confidently alongside intelligent technologies while maintaining the human values that define quality education.

Human–AI collaboration has the potential to reshape English language teaching by combining technological innovation with pedagogical expertise. Artificial intelligence enhances personalization, efficiency, and accessibility, whereas teachers contribute creativity, ethical judgment, emotional intelligence, and meaningful communication. The future of English language education should therefore embrace collaborative intelligence, where humans and AI work together to create more engaging, inclusive, and effective learning experiences.

## Süni intellekt əsaslı fərdiləşdirilmiş Azərbaycan dili təlimi

Mirvari Qəhrəmanova 

**Açar sözlər:** *Azərbaycan dili təlimi, fərdiləşdirilmiş təhsil, adaptiv öyrənmə, rəqəmsal texnologiyalar, dil tədrisi*

**Keywords:** *Azerbaijani language training, personalized education, adaptive learning, digital technologies, language teaching*

Müasir dövrdə rəqəmsal texnologiyaların inkişafı təhsil sistemində yeni yanaşmaların meydana çıxmasına səbəb olmuşdur. Xüsusilə süni intellekt texnologiyaları tədris prosesinin daha çevik, interaktiv və fərdiləşdirilmiş şəkildə təşkilinə geniş imkanlar yaradır. Bu yeniliklər yalnız xarici dillərin deyil, həm də Azərbaycan dilinin tədrisində yeni metodoloji yanaşmaların tətbiqini aktuallaşdırır.

Fərdiləşdirilmiş təlim hər bir öyrənənin fərdi xüsusiyyətlərini nəzərə alan müasir təhsil modelidir. Süni intellekt sistemləri öyrənənin əvvəlki nəticələrini təhlil edərək onun zəif və güclü tərəflərini müəyyənləşdirir, uyğun tapşırıqlar təqdim edir və davamlı geribildirim verir. Belə yanaşma ənənəvi "hamı üçün eyni dərs" modelindən fərqli olaraq hər bir öyrənənin ehtiyaclarına uyğun inkişaf trayektoriyası formalaşdırır.

Azərbaycan dili təlimində bu yanaşma xüsusilə orfoqrafiya, durğu işarələri, qrammatika, leksika, mətnin quruluşu və yazılı nitqin inkişafı baxımından əhəmiyyətlidir. Süni intellekt əsaslı platformalar şagird və tələbələrin yazdıqları mətnləri avtomatik təhlil edə, qrammatik və üslubi səhvləri müəyyənləşdirə, düzəlişlər təklif edə və fərdi inkişaf istiqamətləri göstərə bilər. Bundan əlavə, adaptiv testlər vasitəsilə öyrənənin bilik səviyyəsi davamlı qiymətləndirilir və nəticələrə uyğun yeni tapşırıqlar hazırlanır.

Süni intellekt danışmaq və oxu bacarıqlarının inkişafında da mühüm rol oynaya bilər. Nitqin tanınması texnologiyaları vasitəsilə tələffüzün qiymətləndirilməsi, mətnlərin mürəkkəbliyi səviyyəsinə uyğun seçilməsi və oxuduğunu anlama bacarıqlarının fərdi şəkildə inkişaf etdirilməsi mümkündür. Bu isə öyrənənin motivasiyasını artırır və müstəqil öyrənmə bacarıqlarının formalaşmasına kömək edir.

Bununla belə, süni intellekt müəllimin rolunu əvəz etmir. Azərbaycan dilinin tədrisində müəllim dilin üslubi incəliklərini, milli-mədəni xüsusiyyətlərini, kommunikativ bacarıqları və tənqidi düşünmə vərdişlərini formalaşdıran əsas şəxs olaraq qalır. Süni intellekt müəllimin fəaliyyətini dəstəkləyən, dərslə hazırlıq prosesini asanlaşdıran və qiymətləndirməni daha səmərəli edən köməkçi vasitə kimi çıxış etməlidir.

Gələcəkdə Azərbaycan dili üzrə süni intellekt platformalarının hazırlanması, milli dil korpuslarının zənginləşdirilməsi və Azərbaycan dilinin xüsusiyyətlərinə uyğun adaptiv öyrənmə sistemlərinin yaradılması bu sahənin inkişafına mühüm töhfə verə bilər. Eyni zamanda, müəllimlərin rəqəmsal bacarıqlarının artırılması və süni intellektdən etik istifadə prinsiplərinin tədris prosesinə inteqrasiyası xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Süni intellekt əsaslı fərdiləşdirilmiş Azərbaycan dili təlimi müasir təhsil sisteminin perspektivli istiqamətlərindən biridir. Bu yanaşma öyrənənlərin fərdi ehtiyaclarını nəzərə alaraq təlimin keyfiyyətini yüksəldir, motivasiyanı artırır və öyrənmə prosesini daha səmərəli təşkil etməyə imkan verir. Bununla yanaşı, müəllimin peşəkar rəhbərliyi, etik prinsiplərin qorunması və milli dil xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması bu modelin uğurlu tətbiqi üçün əsas şərtlər hesab olunur. İnsan amili ilə süni intellekt texnologiyalarının vəhdəti Azərbaycan dili təliminin gələcək inkişafında yeni imkanlar yarada bilər.

## Artificial Intelligence as a Tool for Creating Authentic Texts in Foreign Language Teaching

Turan Karimbəyli 

**Keywords:** *artificial intelligence, authentic texts, foreign language teaching, text generation, natural language processing, learning materials, ChatGPT, Claude.ai, DeepAI*

**Açar sözlər:** *süni intellekt, autentik mətn, xarici dil tədrisi, mətn generasiyası, təbii dilin emalı, dil öyrənmə materialları, ChatGPT, Claude.ai, DeepAI*

The rapid development of artificial intelligence (AI) technologies over the past few years has significantly transformed the field of foreign language education. Large language models such as ChatGPT, DeepAI, Claude.ai, and QuillBot are now capable of producing coherent, context-appropriate texts within seconds, and this capability has opened a new avenue for language teachers who traditionally struggled to find or adapt sufficiently authentic materials for their classrooms (Kasneci et al., 2023). Authentic texts, that is, texts originally produced for real-life communicative purposes rather than for pedagogical drilling, have long been considered essential for developing learners' communicative competence (Nunan, 1999). However, teachers working with lower-resourced languages, specific age groups, or narrow thematic areas often face a shortage of texts that are simultaneously authentic, level-appropriate, and topically relevant.

This study examines the extent to which AI-based tools can help bridge this gap and outlines both the opportunities and the risks associated with using AI-generated texts as substitutes for, or supplements to, traditionally authentic materials.

The aim of this study is to analyze, on the basis of recent research literature and classroom observation, how generative AI tools can be used to create texts for foreign language instruction and to what degree such texts can be regarded as "authentic" within the pedagogical sense of the term. The study draws on a review of recent scholarly work on AI-generated content in language education (Alharbi, 2023; Lee et al., 2023) as well as the author's own practical experience of using AI tools to prepare reading materials for German-language learners.

### ***Opportunities of AI-Generated Texts***

First, AI tools allow teachers to generate texts tailored to a specific proficiency level, topic, and length within minutes, which is far more time-efficient than searching for or adapting existing authentic sources. Second, AI-generated texts can be customized to reflect learners' personal interests, which has been shown to increase motivation and reading enjoyment among young learners (Lee et al., 2023). Third, teachers can request multiple versions of the same content at different levels of difficulty, which supports differentiated instruction within mixed-ability classes. Fourth, AI tools can illustrate specific grammatical structures or vocabulary items in a natural communicative context, functioning as an on-demand materials generator rather than a static textbook resource. In the case of less commonly taught languages such as German in the Azerbaijani school context, these advantages are especially valuable, since commercially published authentic materials

adapted to local learners' interests and curricular requirements are often limited in number and variety.

### ***Challenges and Limitations***

Despite these advantages, several challenges must be acknowledged. AI-generated texts, however fluent, are not produced for genuine real-world communicative purposes; they simulate authenticity rather than possess it in the traditional sense, and this raises questions about whether they can fully replace texts written by native speakers for real audiences (Alharbi, 2023). Furthermore, large language models may occasionally produce factually inaccurate content, culturally inappropriate references, or stylistically unnatural phrasing, especially in languages other than English, which requires teachers to carefully review AI-generated output before using it in class. There is also a risk of overreliance: if teachers substitute all authentic materials with AI-generated ones, learners may be deprived of exposure to genuine sociocultural and linguistic variation found in real-world texts. Finally, questions of academic integrity and appropriate attribution arise when AI-generated texts are used in learner writing tasks, since the boundary between human and machine authorship becomes increasingly blurred (Kasneci et al., 2023).

### ***Practical Implications for the Classroom***

Based on the reviewed literature and classroom practice, a balanced approach is recommended: AI-generated texts should be used as a complement to, rather than a replacement for, authentic materials. Teachers can use AI tools to fill specific gaps, for example, by producing a short dialogue illustrating a particular grammatical structure or a reading passage on a topic of interest to a specific class, while continuing to expose learners to genuinely authentic sources such as news articles, literary

excerpts, and real-life correspondence. Teachers should also critically evaluate AI output for linguistic accuracy and cultural appropriateness before use and should be transparent with learners about the origin of AI-assisted materials.

Artificial intelligence offers foreign language teachers a powerful and time-efficient tool for generating texts adapted to learners' level, interests, and instructional goals. At the same time, AI-generated texts differ fundamentally from authentic texts produced for genuine communicative purposes, and their use requires careful pedagogical judgment. Further research is needed to determine the long-term impact of AI-generated materials on learners' language competence and their ability to engage with genuinely authentic discourse.

## References

- Alharbi, W. (2023). AI in the foreign language classroom: A pedagogical overview of automated writing assistance tools. *Education Research International*, 2023, Article 4253331. <https://doi.org/10.1155/2023/4253331>
- Kasneci, E. et al (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, Article 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Lee, J. H., Shin, D., & Noh, W. (2023). Artificial intelligence-based content generator technology for young English-as-a-foreign-language learners' reading enjoyment. *RELC Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/00336882231201809>
- Nunan, D. (1999). *Second language teaching and learning*. Heinle & Heinle.

## RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA ELMLƏRİ MATHEMATICS AND MECHANICS SCIENCES

### Loqarifmik funksiyalar: müasir elmdə rolu və praktik tətbiqləri

Pərvanə Mehtiyeva 

**Açar sözlər:** *loqarifm, loqarifmik funksiya, riyaziyyat, tətbiqi riyaziyyat, riyazi modelləşdirmə, informatika, ehtimal nəzəriyyəsi, elmi hesablamalar*

**Keywords:** *logarithm, logarithmic function, mathematics, applied mathematics, mathematical modeling, computer science, probability theory, scientific calculations*

Riyaziyyatda loqarifm qüvvətə yüksəltmə əməliyyatının tərsidir. Verilmiş müsbət  $x$  ədədinin  $b$  əsasına görə loqarifmi,  $x$  ədədini almaq üçün  $b$  əsasının yüksəldilməli olduğu qüvvət göstəricisidir. Başqa sözlə, əgər  $b^y = x$  olarsa, onda  $\log_b x = y$  bərabərliyi doğrudur. Sadə şəkildə ifadə etsək, loqarifm müəyyən ədədin alınması üçün əsasın neçə dəfə qüvvətə yüksəldilməli olduğunu göstərir. Ən sadə halda loqarifm eyni vuruğun təkrar vurulma sayını ifadə edir. Məsələn,  $1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$  olduğuna görə, 1000 ədədinin 10 əsaslı loqarifmi 3-ə bərabərdir:  $\log_{10} 1000 = \ln 1000 = 3$ .  $X$  ədədinin  $b$  əsası üzrə loqarifmi  $\log_b(x)$  şəklində işarə olunur.

Bəzi hallarda isə mötərizələrdən istifadə edilmədən  $\log_b x$  formasında yazılır. Əsası 10 olan loqarifm (yəni  $b=10$ ) onluq və ya dekadik loqarifm adlanır və elm, texnika, mühəndislik sahələrində geniş tətbiq olunur. Natural loqarifmin əsası isə  $e$  ədədidir ( $e \sim 2,718$ ). Törəmə və integral hesablamalarında daha sadə xassələrə malik olduğuna görə natural loqarifm riyaziyyat və fizika elmlərində geniş istifadə edilir. Əsası 2 olan loqarifm isə ikilik loqarifm adlanır ( $b=2$ ) və əsasən informatika, proqramlaşdırma və informasiya texnologiyaları sahələrində tətbiq olunur.

Loqarifmik funksiyalar müasir riyaziyyatın və tətbiqi elmlərin mühüm anlayışlarından biridir. Bu funksiyalar böyük və kiçik kəmiyyətlərin daha sadə formada təqdim edilməsinə imkan verdiyindən elm və texnikanın müxtəlif sahələrində geniş istifadə olunur. Tədqiqat zamanı elmi ədəbiyyatın təhlili, müqayisə və ümumiləşdirmə metodlarından istifadə edilmiş, loqarifmik funksiyaların nəzəri əsasları və praktik tətbiq sahələri araşdırılmışdır. Məlumatların emalı, alqoritmlərin mürəkkəbliyinin qiymətləndirilməsi, siqnalların təhlili və müxtəlif proseslərin modelləşdirilməsi zamanı loqarifmik yanaşmalardan geniş istifadə edilir. Bu xüsusiyyətlər loqarifmik funksiyaların müasir elmdə əhəmiyyətini daha da artırır.

Loqarifmik şkalalar çox böyük və ya çox kiçik qiymətlərin daha kompakt formada ifadə edilməsinə imkan verir. Məsələn, desibel güc və siqnal amplitudalarının nisbətini loqarifmik formada ifadə edən ölçü vahididir. Bunun ən geniş yayılmış nümunələrindən biri səs təzyiqinin ölçülməsidir. Kimyada pH göstəricisi sulu məhlulun turşuluq dərəcəsini xarakterizə edən loqarifmik ölçüdür.

Loqarifmlər elmi düsturlarda, alqoritmlərin mürəkkəbliyinin qiymətləndirilməsində və fraktallar adlanan həndəsi obyektlərin tədqiqində geniş tətbiq edilir. Onlar musiqi intervallarının tezlik nisbətlərinin izahında, sadə ədədlərin sayının hesablanması ilə bağlı düsturlarda və faktorialların yaxın qiymətləndirilməsi metodlarında mühüm rol oynayır. Bundan əlavə, loqarifmik funksiyalar psixofizikanın bəzi modellərində istifadə olunur və kriminalistika sahəsində statistik uçot və məlumatların təhlili proseslərində də tətbiq edilir.

Loqarifm anlayışı qüvvətə yüksəltmə əməliyyatının tərs funksiyası kimi yalnız real ədədlər çoxluğu ilə məhdudlaşmır, həmçinin digər riyazi strukturlara da şamil olunur. Lakin daha ümumi hallarda loqarifm çoxqiymətli funksiya xarakteri daşıyır. Məsələn, kompleks loqarifm kompleks eksponensial funksiyanın çoxqiymətli tərs funksiyası hesab edilir. Eyni zamanda, diskret loqarifm sonlu qruplarda eksponensial funksiyanın çoxqiymətli tərsidir və açıq açarlı kriptografiya sistemlərində geniş tətbiq olunur. Toplama, vurma və qüvvətə yüksəltmə arifmetikanın ən fundamental əməliyyatları hesab edilir. Toplama əməliyyatının tərsi çıxma, vurma əməliyyatının tərsi bölmə olduğu kimi, loqarifm də qüvvətə yüksəltmə əməliyyatının tərsidir. Loqarifmlər arasında qarşılıqlı əlaqələri ifadə edən bir sıra mühüm düsturlar mövcuddur ki, bunlar loqarifmik eyniliklər və ya loqarifm qanunları adlanır. Kalkulyator və kompüterlərin meydana çıxmasından əvvəl mürəkkəb hesablamaların sadələşdirilməsində loqarifmlər mühüm rol oynamış və elmin, xüsusilə astronomiyanın inkişafına əhəmiyyətli töhfə vermişdir. Geodeziya, astronomik naviqasiya və digər tətbiqi sahələrdə əldə olunan nailiyyətlərin əsas riyazi vasitələrindən biri məhz loqarifmlər olmuşdur.

Loqarifmlərin həm riyaziyyat daxilində, həm də müxtəlif elm sahələrində çoxsaylı tətbiqləri mövcuddur. Bu tətbiqlərin bir qismi miqyas invariantlığı anlayışı ilə əlaqədardır. Məsələn, nautilus molyuskasının qabığındakı hər bir kamera əvvəlkinin sabit əmsalla böyüdülmüş təxmini surətidir. Bu xüsusiyyət loqarifmik spiralın yaranmasına səbəb olur. Aparıcı rəqəmlərin paylanması izah edən Benford qanunu da miqyas invariantlığı prinsipi ilə əlaqələndirilir. Loqarifmlər özünəbənzərlik (self-similarity) anlayışı ilə də sıx bağlıdır. Məsələn, mürəkkəb məsələnin daha kiçik, lakin oxşar alt məsələlərə bölünərək həll edildiyi alqoritmlərin təhlilində loqarifmik funksiyalar mühüm rol oynayır. Bundan əlavə, hissələri bütöv quruluşu xatırladan özünəbənzər həndəsi fiqurların ölçülərinin hesablanması da loqarifmlərə əsaslanır.

Loqarifmik şkalalar qiymətin mütləq fərqi deyil, nisbi dəyişməsini qiymətləndirmək baxımından xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Həmçinin,  $\log(x)$  funksiyası böyük  $x$  qiymətlərində çox yavaş artdığından, iri həcmli elmi məlumatların sıxlaşdırılması və daha əlverişli formada təqdim edilməsi üçün loqarifmik miqyaslardan geniş istifadə olunur. Loqarifmlər bir çox elmi düsturlarda da mühüm yer tutur. Bunlara Tsiolkovski raket tənliyi, Fenske tənliyi və Nernst tənliyi kimi müxtəlif elm və mühəndislik sahələrində tətbiq olunan fundamental riyazi modellər daxildir. Elmi və texniki sahələrdə bir çox kəmiyyətlər loqarifmik şkala vasitəsilə digər kəmiyyətlərin loqarifmləri şəklində ifadə olunur. Məsələn, desibel loqarifmik miqyasla əlaqəli ölçü vahididir. O, güc nisbətinin onqat onluq loqarifminə və ya gərginlik nisbətinin iyirmi qat onluq loqarifminə əsaslanır. Desibel elektrik siqnallarının ötürülməsi zamanı gərginlik səviyyələrinin itkilərinin qiymətləndirilməsində, akustikada səs gücü səviyyələrinin xarakterizə edilməsində, həmçinin spektrometriya və optika sahələrində işığın udulmasının

ölçülməsində geniş istifadə olunur. Sinyalın faydalı hissəsinin arzuolunmaz səs-küyə nisbətini ifadə edən signal-səs-küy nisbəti (Signal-to-Noise Ratio, SNR) də desibellərlə ölçülür. Eyni zamanda, pik signal-səs-küy nisbəti (Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR) səs yazılarının, rəqəmsal təsvirlərin və müxtəlif sıxlaşdırma alqoritmlərinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində geniş tətbiq edilir.

Loqarifmlər ehtimal nəzəriyyəsində də mühüm yer tutur. Böyük ədədlər qanununa əsasən, təsadüfi Bernulli sınaqlarının sayı artdıqca hadisənin müşahidə olunan nisbi tezliyi onun nəzəri ehtimalına yaxınlaşır. Bu yaxınlaşma prosesində yaranan tərəddüdlərin xarakteristikası iterasiya olunmuş loqarifm qanunu (Law of the Iterated Logarithm) vasitəsilə təsvir edilir. Loqarifmlər həmçinin loqarifmik-normal paylanmaların nəzəri əsasını təşkil edir. Əgər təsadüfi dəyişənin loqarifmi normal paylanmaya malikdirsə, həmin dəyişən loqarifmik-normal paylanmış dəyişən adlanır. Loqarifmik-normal paylanmalar çoxsaylı müstəqil müsbət təsadüfi dəyişənlərin hasilindən yaranan proseslərin modelləşdirilməsində geniş istifadə olunur. Bu tip paylanmalar iqtisadiyyat, biologiya, maliyyə, mühəndislik və fizika sahələrində müşahidə edilir. Xüsusilə turbulentlik hadisələrinin öyrənilməsində loqarifmik-normal modellər mühüm nəzəri və praktik əhəmiyyətə malikdir.

Aparılmış təhlil göstərir ki, loqarifmik funksiyalar yalnız nəzəri riyaziyyatın əsas anlayışlarından biri deyil, həm də müasir elm və texnikada geniş tətbiq olunan mühüm riyazi vasitədir. Loqarifmik miqyaslar böyük diapazonda dəyişən kəmiyyətlərin daha yığcam və anlaşıqlı formada təqdim edilməsinə imkan verir. Desibel, pH, signal-səs-küy nisbəti, alqoritmlərin mürəkkəbliyi, ehtimal paylanmaları və müxtəlif fiziki proseslərin modelləşdirilməsi loqarifmik funksiyaların praktik

əhəmiyyətini göstərir. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, loqarifmik funksiyalar məlumatların təhlili, müqayisəsi və modelləşdirilməsi proseslərini sadələşdirir, elm və mühəndislik sahələrində mürəkkəb kəmiyyətlər arasındakı əlaqələrin aşkar edilməsinə şərait yaradır. Beləliklə, loqarifmik funksiyaların öyrənilməsi həm riyazi nəzəriyyənin inkişafı, həm də müasir elmi və texnoloji problemlərin həlli baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır.

### Ədəbiyyat

- Abelson, I. B. (2005). *Rozhdenie logarifmov*. Gosizdat.
- Bremiker, K. (2010). *Logarifmo-trigonometricheskie tablitsy*. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury izdatelstva "Nauka".
- Bremiker, K. (2014). *Tablitsy logarifmov chisel i trigonometricheskikh funktsiy s shestyü desyaticnymi znakami*. Vysshaya shkola.
- Jesse, R. (2012). *Logarifm*. VSD.
- Vestfal, I. G. (1984). *Tablitsy logarifmov Vestfalya*. Kniga po Trebovaniyu.

## TƏBİƏT ELMLƏİ NATURAL SCIENCES

### Çay bitkisi altında podzollu-sarı torpaqların aqrofiziki göstəricilərinin qiymətləndirilməsi

Xalıqverdi Babayev<sup>1\*</sup> , Həsən Vəlizadə<sup>2</sup> 

**Açar sözlər:** *iqlim, çay bitkisi, podzollu-sarı torpaqlar, aqrofiziki göstəricilər, eroziya prosesi, həcm çəkisi, ümumi məsaməlilik*

**Keywords:** *climate, tea plant, podzolic-yellow soils, agrophysical parameters, erosive processes, volumetric weight, general porosity*

Kənd təsərrüfatının əsas istehsal vasitəsi olan torpaq və onun münbitlik potensialından səmərəli istifadə olunması müasir aqrar elmin qarşısında duran əsas məqsədlərdən biri hesab olunur. Son illərdə dövlət tərəfindən çayçılığı daha da inkişaf etdirmək və çay plantasiyalarının sahəsini genişləndirmək kimi tədbirlər qarşıya qoyulmuşdur. Azərbaycanın rütubətli subtropik zonası olan Lənkəran-Astara bölgəsinin torpaq-iqlim şəraiti çay bitkisinin inkişafı üçün böyük aqroekoloji potensiala malikdir. Burada çay kolundan daha yüksək və keyfiyyətli yaşıl yarpaq məhsulu əldə etmək üçün əlverişli, yararlı torpaqların aqrofiziki xüsusiyyətlərinin elmi əsaslarla öyrənilməsi mühüm nəzəri və praktik tədbirlərin istehsalata tətbiqinə imkan verə bilər.

<sup>1</sup>Lənkəran Dövlət Universiteti, aqrar elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, Lənkəran, Azərbaycan

<sup>2</sup>Lənkəran Dövlət Universiteti, magistrant, Lənkəran, Azərbaycan

\*Məsul müəllif. E-poçt: [babayev.xaliqverdi58@mail.ru](mailto:babayev.xaliqverdi58@mail.ru)

Tədqiqat aparılan ərazi intensiv istifadə olunduğu üçün və insanın təsərrüfat fəaliyyəti səbəbindən müxtəlif dərəcədə degradasiyaya uğramışdır. Bu baxımdan çay bitkisi altında olan podzollu-sarı torpağın potensial və effektiv münbitliyinin aqrofiziki xüsusiyyətlərinin müqayisəli öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Torpaqların eroziyadan mühafizəsini təmin etmək və çay bitkisinin məhsuldarlığını yüksəltməyə nail olmaq üçün əkin sahələrinin eroziyaya qarşı düzgün təşkili əsas məsələdir. Torpaqda münbitliyin yaradılması və onun nizamlanması yüksək aqrotexniki tədbirlər kompleksi ilə xarakterizə olunur. Göstərilən məsələləri həll etmək üçün tədqiqat işləri 2024–2026-cı illər ərzində Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Lənkəran Elmi-Təcrübə Bazasında və «Yaşıl çay» fermer təsərrüfatında yerinə yetirilmişdir. 2026-cı ildə qış və yaz fəsillərində çöl tədqiqat işləri seçilmiş stasionar təcrübə sahələrində davam etdirilir.

Təcrübədə çay bitkisinin Çin növünün (*Thea sinensis* L.) “Azərbaycan-2” sortundan istifadə edilmişdir. Tədqiqat işinin obyektini kimi eroziyaya uğramamış və orta dərəcədə eroziyaya uğramış çay bitkisi altında olan podzollu-sarı torpaqlar seçilmişdir. Mexaniki tərkibi ağır gillicəli və gilli torpaqlardır. Təcrübə və tədqiqatlar üç mərhələdə: kameral-hazırlıq, çöl və laboratoriya üsullarından istifadə edilməklə yerinə yetirilmişdir.

Tədqiqatın metodikasında akad. Q. Ş. Məmmədov (1992), Ç.G.Güləliyev (2006), S. Z. Məmmədova (2005) və başqa tədqiqatçıların metodiki işlərinə istinad edilmişdir. Həmçinin, apardığımız tədqiqat zamanı torpağın əsas aqrofiziki göstəricilərinin keçmiş və müasir vəziyyətini öyrənməkdən ötrü A. P. Gərayzadə, Ç. G. Güləliyev (2006), S. Z. Məmmədova (2005) tərəfindən aparılmış tədqiqat məlumatları toplanmış və müasir vəziyyəti (2024–2026-cı illərin məlumatları) həmin

yanaşma ilə müqayisəli təhlil olunmuşdur. Tədqiqatın məqsədi Lənkəran-Astara bölgəsinin dağ maili yamaclarında çay plantasiyalarının podzollu-sarı torpaqlarında degradasiya prosesinin torpağın aqrofiziki xüsusiyyətlərinə təsirini tədqiq etmək və münbitlik amillərinin artırılması üçün tədbirlər sistemini işləyib hazırlamaqdan ibarətdir.

Tədqiqat aparılan maili dağətəyi yamaclarda degradasiyanın ən mühüm növü olan eroziya prosesi nəticəsində əkinaltı qatların kipləşməsi artaraq torpaqların struktur aqreqatları və ümumi məsaməliliyi azalmış və nəticədə aqrofiziki xassələrinin pisləşməsinə səbəb olmuşdur. Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş eroziyaya uğramamış podzollu-sarı torpaqlar aqrofiziki xüsusiyyətlərinə görə orta dərəcədə eroziyaya uğramış torpaqlardan kəskin fərqlənilirlər. Torpaqlarda əhəmiyyətli aqrofiziki göstəricilərdən biri də suvadavamlı 0,25 mm-dən böyük aqreqatların miqdarıdır. Son illərdə aqrotekniki tədbirlərin pozulması, suvarma və gübrələmənin düzgün aparılmaması nəticəsində torpaqların aqrofiziki xassələrinin miqdarının azalmasına səbəb olmuşdur. Suvadavamlı aqreqatların miqdarı eroziyaya uğramamış torpaqlarda 65,20 % olduğu halda, orta dərəcədə yuyulmuş növlərdə 6,30 % azalaraq 58,90 % təşkil edir.

Tədqiqat dövrünün müxtəlif fəsillərində su, hava və istilik rejimlərinin dəyişməsi müəyyən edilmişdir. Eroziyaya uğramamış torpaqlarda 20–40 sm dərinlikdə sıxlıq il ərzində 1,23–1,28 q/sm<sup>3</sup>, orta dərəcədə eroziyaya uğramış torpaqlarda isə 1,38–1,45 q/sm<sup>3</sup> təşkil edir.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, degradasiyaya uğramamış torpaqlarda çay bitkisinin inkişafı üçün torpağın aqrofiziki xassələri qənaətbəxşdir. Torpaq suyu yaxşı sızdırmaq

qabiliyyətinə malikdir (saatda 100 mm) və yüksək məsaməliliyi ilə (50–55 %) fərqlənir. Orta dərəcədə eroziyaya uğramış çay bitkisi altı torpaqlarda məsaməlilik 5,10 %, ümumi su tutumu 3,90 %, su keçirmə qabiliyyəti isə 0,8 mm/dəq azalmışdır.

2024–2026-cı illərin tədqiqat dövrü ərzində alınmış rəqəmlərdən görünür ki, podzollu-sarı, orta dərəcədə eroziyaya uğramış torpaqların aqrofiziki xassələrinin dəyişməsinə aqrotexniki və meliorativ tədbirlərin düzgün müəyyən edilməməsi ilə izah etmək olar.

- Lənkəran rayonu ərazisində podzollu-sarı torpaqlar üçün zəif turş və turş torpaq reaksiyası müəyyən edilmişdir və bu, çay bitkisinin inkişafı üçün əlverişli hesab edilir.
- Çayayararlı ehtiyat torpaqların seçilməsində və torpaqların keyfiyyətcə qiymətləndirilməsində aqrofiziki xassələrinin öyrənilməsinin böyük əhəmiyyəti vardır. Belə halda hansı torpağın digərindən nə dərəcədə münbit və ya çay kolunun tələbinə daha əlverişli olması müəyyənəldirilir. Bunu torpaq-bonitet işlərinin nəticələri də təsdiq edir.
- Deqradasiyaya uğramamış və orta dərəcədə deqradasiyaya uğramış növlərdə torpağın aqrofiziki göstəricilərinin illər üzrə dəyişməsi və qida maddələrinin dinamikası ilk dəfə kompleks şəkildə öyrənilmişdir.
- Torpaqların münbitliyinin aqrofiziki göstəricilərinin kompleks aqrotexniki qaydalara əsasən artırılması yolları göstərilmiş və səmərəli istifadə səviyyəsi ekoloji-iqtisadi cəhətdən qiymətləndirilmişdir.

Alınmış səmərəli nəticələr Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunun çayçılıq fermer təsərrüfatlarında torpağın aqrofiziki göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün digər kompleks aqrotexniki tədbirlərlə birlikdə tətbiq olunduqda mühüm rol oynaya bilər.

## Ədəbiyyat

- Gərayzadə, A. P., & Gülləliyev, Ç. G. (2006). *Torpaqların aqrofiziki xüsusiyyətlərinin tədqiqi metodları*.
- Gülləliyev, Ç. G. (2006). *Torpaq eroziyası və onun qiymətləndirilməsi metodları*.
- Məmmədov, Q. Ş. (1992). *Azərbaycanın torpaq ehtiyatları və onların səmərəli istifadəsi*.
- Məmmədova, S. Z. (2005). *Torpaqların aqrofiziki və aqrokimyəvi xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi metodikası*.
- Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu. (2026). *Lənkəran Elmi-Təcrübə Bazasında 2024–2026-cı illər üzrə çay plantasiyalarında aparılmış tədqiqat materialları*.

## Coğrafi tədqiqatlarda Coğrafi İnformasiya Sistemlərinin (GIS) metodikası

Bikə Fərmanzadə<sup>1\*</sup> , Gülər Yaqubova<sup>1</sup> ,  
Ofelya Babayeva<sup>1</sup> 

**Açar sözlər:** *Coğrafi İnformasiya Sistemləri, GIS metodikası, məkan təhlili, vektor məlumat modeli, rastr məlumat modeli, məkan interpolasiyası*

**Keywords:** *Geographic Information Systems, GIS methodology, spatial analysis, vector data model, raster data model, spatial interpolation*

Son onilliklərdə coğrafiya elmində baş verən ən mühüm dəyişikliklərdən biri məkan məlumatlarının rəqəmsal formada toplanması və təhlili imkanlarının genişlənməsidir. Coğrafi İnformasiya Sistemləri (GIS) bu prosesdə mərkəzi rol oynayır, çünki o, coğrafi obyektlər haqqında məlumatları həm məkan, həm də atribut baxımından birləşdirməyə imkan verir. GIS yalnız xəritələşdirmə vasitəsi deyil, həm də mürəkkəb məkan proseslərinin modelləşdirilməsi, proqnozlaşdırılması və qərarların qəbulu üçün analitik alətdir.

Coğrafi tədqiqatlarda GIS-in tətbiqi metodikası aydın struktura malik olmalıdır: məlumatların toplanması, onların uyğun formata gətirilməsi, təhlil metodlarının seçilməsi və nəticələrin interpretasiyası.

---

<sup>1</sup> Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Quba filialı, Quba, Azərbaycan

\*Məsul müəllif. E-poçt: [Bikefermanzade@gmail.com](mailto:Bikefermanzade@gmail.com)

Bu məqalənin məqsədi həmin mərhələləri ardıcıl şəkildə izah etmək və GIS əsaslı tədqiqatların keyfiyyətinə təsir edən metodoloji amilləri müəyyənləşdirməkdir.

### ***Məlumatların toplanması və mənbələri***

GIS əsaslı tədqiqatın ilk mərhələsi məkan məlumatlarının toplanmasıdır. Məlumat mənbələri adətən üç qrupa bölünür: peyk görüntüləri və uzaqdan zondlama məlumatları, sahə tədqiqatları zamanı toplanan GPS ölçmələri və statistik-inzibati məlumat bazaları (əhali siyahıyaalınması, torpaq kadastrı və s.). Hər bir mənbənin dəqiqliyi, məkan ayırdetmə qabiliyyəti və zamansal aktuallığı təhlilin nəticələrinə birbaşa təsir edir. Ona görə də mənbə seçimi tədqiqatın ilkin mərhələsində diqqətlə əsaslandırılmalıdır.

### ***Məlumat modelləri: vektor və rastr***

GIS-də coğrafi obyektlər iki əsas model vasitəsilə təmsil olunur. Vektor modeli obyektləri nöqtə, xətt və poliqon formasında, dəqiq koordinatlarla təsvir edir və inzibati sərhədlər, yol şəbəkələri, hidroloji obyektlər kimi diskret elementlər üçün əlverişlidir. Rastr modeli isə məkanı bərabər ölçülü hüceyrələr (piksəllər) şəbəkəsi kimi təqdim edir və relyef, temperatur, bitki örtüyü sıxlığı kimi davamlı dəyişən hadisələrin təhlili üçün daha uyğundur. Metodik baxımdan tədqiqatçı hansı modeldən istifadə edəcəyini tədqiq olunan hadisənin təbiətinə görə seçməlidir; bəzi hallarda hər iki modelin integrasiyası (məsələn, vektor sərhədlər daxilində rastr təhlili) daha dəqiq nəticələr verir.

### ***Koordinat sistemləri və proyeksiya seçimi***

Fərqli mənbələrdən toplanan məlumatlar çox vaxt müxtəlif koordinat sistemlərində olur. Buna görə də təhlilə başlamazdan əvvəl bütün qatların vahid koordinat sisteminə gətirilməsi zəruridir. Proyeksiyanın seçimi tədqiqatın miqyasından və

coğrafi ərazidən asılıdır: kiçik miqyaslı (qlobal) tədqiqatlarda təhrifi minimuma endirən proyeksiyalar, iri miqyaslı yerli tədqiqatlarda isə məsafə və sahə ölçmələrinin dəqiqliyini təmin edən yerli proyeksiya sistemləri üstünlük təşkil edir. Bu mərhələnin səhv aparılması sonrakı bütün məsafə, sahə və istiqamət hesablamalarında sisteməlik xətalara səbəb ola bilər.

### ***Məkan təhlili metodları***

Məkan təhlili GIS metodikasının nüvəsini təşkil edir. Ən çox istifadə olunan metodlara aşağıdakılar daxildir:

- Üst-üstə qoyma (overlay) təhlili — müxtəlif tematik qatların birləşdirilməsi yolu ilə yeni məkan münasibətlərinin aşkarlanması;
- Yaxınlıq və bufer təhlili — obyektlərdən müəyyən məsafədəki zonaların müəyyənləşdirilməsi;
- Şəbəkə təhlili — nəqliyyat və ya çay şəbəkələri üzərində optimal marşrutların hesablanması;
- Məkan interpolyasiyası — məhdud sayda ölçmə nöqtəsindən istifadə edərək davamlı səth yaratmaq (məsələn, yağıntı və ya temperatur xəritələri üçün);
- Rəqəmsal relyef modeli (DEM) təhlili — meyllik, ekspozisiya və hidroloji axın istiqamətinin hesablanması.
- Bu metodların seçimi tədqiqat sualının xarakterindən asılıdır və çox vaxt bir neçə metodun ardıcıl tətbiqini tələb edir.

### ***Məlumatın keyfiyyətinə nəzarət***

GIS metodikasının etibarlı olması üçün məlumatın keyfiyyətinə nəzarət zəruri mərhələdir. Bura mövqe dəqiqliyinin (*positional accuracy*) yoxlanılması, atribut məlumatlarının tamlığının təmin edilməsi və topooloji xətlərin (məsələn, üst-üstə düşən poliqonlar və ya açıq xətlər) aşkarlanıb düzəldilməsi daxildir. Keyfiyyətə nəzarət addımı diqqətdən kənarda qalarsa, sonrakı

təhlil nəticələri — hətta düzgün metod seçilsə belə — yanlış ola bilər.

Yuxarıda təsvir olunan metodik mərhələlərin ardıcıl tətbiqi göstərir ki, GIS əsaslı coğrafi tədqiqatların keyfiyyəti üç əsas amildən asılıdır: məlumat mənbəyinin uyğunluğundan, seçilmiş təhlil metodunun tədqiqat sualına adekvatlığından və məlumatın keyfiyyətinə nəzarətin ardıcılığından. Praktikada tədqiqatçılar tez-tez miqyas uyğunsuzluğu problemi ilə üzləşirlər — müxtəlif dəqiqlikdə toplanmış qatların birləşdirilməsi nəticələrin etibarlılığını azalda bilər. Bu səbəbdən metodika seçərkən yalnız analitik imkanlar deyil, həm də mövcud məlumatların real keyfiyyəti nəzərə alınmalıdır.

Digər mühüm aspekt GIS-in digər metodlarla — statistik təhlil, uzaqdan zondlama və sahə müşahidələri ilə — inteqrasiyasıdır. Belə kompleks yanaşma məkan hadisələrinin daha dərin izahını təmin edir və yalnız GIS-in özündən istifadə etməklə əldə edilə bilməyən nəticələr verir.

Coğrafi tədqiqatlarda GIS metodikasının düzgün tətbiqi tədqiqatın elmi keyfiyyətini müəyyən edən başlıca amillərdən biridir. Məlumat modelinin seçimindən tutmuş koordinat sisteminin uyğunlaşdırılmasına, təhlil metodunun seçilməsindən keyfiyyətə nəzarətə qədər hər bir mərhələ metodoloji ardıcılıq tələb edir. Gələcək tədqiqatlarda süni intellekt əsaslı təhlil alqoritmlərinin GIS ilə inteqrasiyası məkan tədqiqatlarının dəqiqliyini və proqnozlaşdırma imkanlarını daha da artırma bilər.

## TEXNİKA ELMLƏRİ TECHNICAL SCIENCES

### **Blockchain-Enabled Federated Learning: A Systematic Survey of Architectures, Challenges, and Applications**

**Turan Jafar-zada** 

**Keywords:** *federated learning, blockchain, decentralized AI, distributed machine learning, privacy-preserving, trust management, smart contracts, consensus mechanisms, model aggregation, edge computing*

**Açar sözlər:** *federativ öyrənmə, blokçeyn, mərkəzləşdirilməmiş süni intellekt, paylanmış maşın öyrənməsi, məxfiliyin qorunması, etibarın idarə olunması, ağıllı müqavilələr, konsensus mexanizmləri, model aqreqasiyası, kənar hesablama (edge computing)*

Federated learning (FL) redefines how machine learning models are trained across distributed data sources: rather than centralizing raw data, it keeps data local and shares only model updates. This design provides a natural degree of privacy protection.

However, a closer examination reveals that classical FL architectures carry structural weaknesses — centralized aggregation servers create single points of failure and trust, while the absence of verifiable audit trails leaves systems exposed to Byzantine attacks and coordinated data poisoning campaigns. Blockchain addresses precisely these gaps. Its tamper-resistant ledger, peer-to-peer consensus, and programmable smart contracts offer a foundation for transparent, accountable model aggregation without reintroducing central authority. Rather than treating blockchain as a simple add-on, researchers have begun designing FL systems where the two technologies are architecturally intertwined. This paper surveys that body of work.

Our analysis covers dominant architectural patterns, the trade-offs imposed by different consensus protocols in FL-specific deployment contexts, practical constraints that currently limit real-world adoption, and the application domains where blockchain-enabled FL has gained the most traction. The review is structured to serve both researchers entering the field and engineers evaluating deployment options.

### ***Foundational Architecture of Blockchain-Enabled FL***

Combining blockchain with FL produces a three-tier system. The bottom tier comprises the participating nodes — IoT sensors, smartphones, or edge servers — each of which trains a local model on its own data. The middle tier is the blockchain itself: a distributed ledger that records model updates, node credentials, and aggregation events as immutable transactions. The top tier handles the distribution of the resulting global model and the enforcement of incentive mechanisms.

Within this general structure, two distinct architectural philosophies have taken shape:

*(a) Chain-Based FL Architecture*

Here, blockchain is not merely an observer but the aggregation mechanism itself. Each training round produces a batch of model updates; these are committed to the chain as transactions, and the global model is updated only after validators reach consensus on their validity. FLChain (Qu et al., 2021) and BlockFL (Kim et al., 2020) exemplify this approach, eliminating the central aggregation server entirely and distributing its role across the consensus layer.

*(b) Hybrid Federated-Blockchain Architecture*

This design retains a lightweight coordinator — typically an edge server or a designated consortium node — for computational efficiency, while delegating auditability and access control to the blockchain. The BC-TAFL framework follows this pattern. It accepts a degree of coordination overhead in exchange for lower on-chain transaction volume, making it better suited to bandwidth-constrained environments. The core insight is that full decentralization and practical deployability are not always simultaneously achievable; hybrid designs occupy a deliberate middle ground.

***Consensus Mechanisms in Federated Contexts***

Consensus protocol selection is one of the most consequential design decisions in blockchain-enabled FL, because the protocol's computational and latency profile directly affects training throughput. Proof of Work (PoW), the protocol underlying early public blockchains, is poorly matched to FL deployments: its computational demands are disproportionate relative to the energy budgets of typical FL participants such as

mobile devices or edge nodes. This incompatibility has directed attention toward lighter alternatives. Proof of Stake (PoS) and Delegated PoS substantially reduce computational cost, though they introduce the risk that stake concentration leads to de facto centralization — a concern that undermines one of blockchain's core promises.

Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) and related protocols offer low latency and deterministic finality, making them the preferred choice for permissioned blockchain FL systems; the practical ceiling of roughly 100 participating nodes limits their applicability to smaller, well-defined federations. For large-scale IoT scenarios, Directed Acyclic Graph (DAG) consensus architectures — such as those explored in IOTA-integrated FL frameworks — provide asynchronous finality that scales more gracefully. A more targeted line of research ties consensus directly to FL-specific quality signals. Rather than measuring stake in currency terms, these proposals weight a node's consensus influence by the measured quality of its gradient contributions, coupling validation with incentive alignment (Awan et al., 2019; Pokhrel & Choi, 2020). This direction is promising but requires robust gradient quality metrics that are themselves resistant to manipulation.

### ***Comparative Summary of Representative Systems***

Key differentiators include the type of blockchain (public, consortium, or private), the consensus mechanism, the aggregation strategy, and the primary application focus. Systems such as BlockFL (Kim et al., 2020) and BAFL (Awan et al., 2019) operate on public chains with PoW/PoS variants, whereas enterprise-oriented systems like FedChain (Passerat-Palmbach et al., 2020) leverage permissioned Hyperledger Fabric with PBFT consensus for higher throughput. Our own proposed BC-

TAFL framework (Jafar-zada, 2025) extends this landscape by introducing trust-aware aggregation weighting over a consortium chain optimized for IoT edge environments.

### ***Open Research Directions***

Several research gaps remain underexplored in blockchain-enabled FL:

(i) **Dynamic Trust Modeling:** Static reputation mechanisms are insufficient for adversarial environments; adaptive trust scoring informed by gradient quality metrics and historical participation warrants further investigation.

(ii) **Quantum-Resistant Cryptography:** As quantum computing advances, current blockchain cryptographic primitives (ECDSA, SHA-256) underpinning FL node authentication face long-term vulnerability. Post-quantum alternatives (e.g., lattice-based signatures) must be integrated into FL-blockchain protocols.

(iii) **Cross-Chain FL Interoperability:** Federated participants operating on heterogeneous blockchain networks require cross-chain communication standards, an area nascent in current literature.

(iv) **Formal Verification of Smart Contracts:** Aggregation and incentive contracts must be formally verified to prevent exploitable logic errors that could compromise model integrity.

This survey has systematically examined the architectural landscape of blockchain-enabled federated learning, identifying key design paradigms, consensus adaptations, and deployment challenges. Blockchain integration addresses core FL

vulnerabilities—particularly centralized aggregation trust and audit transparency—while introducing new constraints around scalability and smart contract design. Future work should prioritize adaptive trust mechanisms, post-quantum security, and cross-chain interoperability to further consolidate blockchain-enabled FL as a robust foundation for decentralized AI.

## References

- Awan, S., Li, F., Luo, B., & Liu, M. (2019). Poster: A reliable and accountable privacy-preserving federated learning framework using the blockchain. *Proceedings of the 2019 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (CCS)*.
- Chen, Y., Qin, X., Wang, J., Yu, C., & Gao, W. (2020). FedHealth: A federated transfer learning framework for wearable healthcare. *IEEE Intelligent Systems*, 35(4), 83–93. <https://doi.org/10.1109/MIS.2020.2988604>
- Kim, H., Park, J., Bennis, M., & Kim, S. L. (2020). Blockchain on-device federated learning. *IEEE Communications Letters*, 24(6), 1279–1283. <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2019.2921755>
- Mugunthan, V., Peraire-Bueno, A., & Kagal, L. (2019). DP-FL: Differentially private federated learning on heterogeneous data. *Proceedings of the NeurIPS Workshop on Federated Learning for Data Privacy and Confidentiality*.
- Nguyen, D. C., Ding, M., Pathirana, P. N., & Seneviratne, A. (2021). Blockchain and AI-based solutions to combat coronavirus (COVID-19)-like epidemics: A survey. *IEEE Access*, 9, 95730–95753. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3096133>
- Passerat-Palmbach, J., Farnan, T., Tassot, C., & Laporterie-Djang, F. (2020). *A blockchain-orchestrated federated*

*learning architecture for healthcare consortia*  
(arXiv:1910.12603). arXiv.

<https://arxiv.org/abs/1910.12603>

Pokhrel, S. R., & Choi, J. (2020). Federated learning with blockchain for autonomous vehicles. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 69(6), 6080–6090.  
<https://doi.org/10.1109/TVT.2020.2979613>

Qu, Y., Pokhrel, S. R., Garg, S., Gao, L., & Xiang, Y. (2021). A blockchained federated learning framework for cognitive computing in Industry 4.0 networks. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(4), 2964–2973.  
<https://doi.org/10.1109/TII.2020.3007817>

## Magistral qaz kəmərləri və kompressor stansiyalarında enerji səmərəliliyinin optimallaşdırılması metodlarının işlənməsi

Ağa Rəsulzadə 

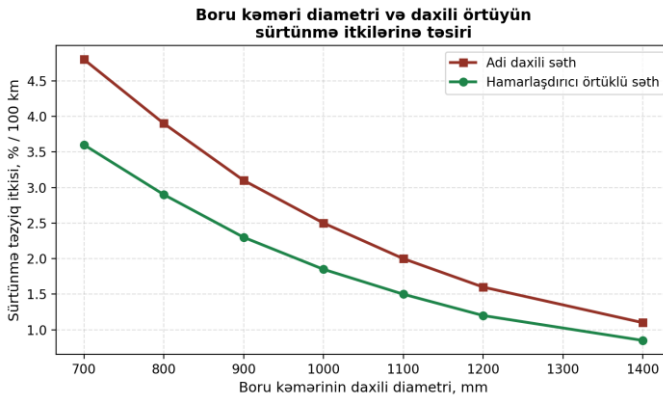
**Açar sözlər:** *magistral qaz kəməri, kompressor stansiyası, enerji səmərəliliyi, hidravlik itkilər, SCADA sistemi, VFD, qaz nəqliyyatı, texniki optimallaşdırma*

**Keywords:** *gas transmission pipeline, compressor station, energy efficiency, hydraulic resistance, SCADA-based monitoring, variable frequency drive (VFD), natural gas transmission, operational optimization, predictive maintenance, waste heat recovery*

Magistral qaz kəmərləri və onların tərkib hissəsi olan kompressor stansiyaları təbii qazın hasilat yataqlarından istehlakçılara qədər nəql edilməsini təmin edən mürəkkəb mühəndislik sistemləridir. Qaz nəqliyyatı prosesi əhəmiyyəti dərəcədə enerji tutumlu olduğundan, sistemin ümumi səmərəliliyi həm istismar xərclərinə, həm də ətraf mühitə atılan tullantı qazların həcminə birbaşa təsir göstərir. Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, kompressor stansiyalarında istehlak olunan enerjinin orta hesabla 10–25%-i texnoloji proseslərin qeyri-optimal idarə edilməsi, köhnəlmiş avadanlıq və hidravlik itkilər səbəbindən səmərəsiz istifadə olunur.

Bu səbəbdən magistral qaz kəmərlərində və kompressor stansiyalarında səmərəliliyin artırılması müasir qaz nəqliyyatı sənayesinin ən aktual problemlərindən biridir. Qazın boru kəməri boyunca hərəkəti zamanı yaranan sürtünmə müqaviməti təzyiqin tədricən azalmasına səbəb olur. Bu itkilərin həcmi borunun daxili diametrindən, daxili səthin kələ-kötürlüyündən (relyefindən), qazın sıxlığından və axın sürətindən asılıdır.

Qrafikdən göründüyü kimi, daxili diametrin artırılması itkiləri azaltsa da, bu, yalnız layihələndirmə mərhələsində mümkündür. İstismarda olan kəmərlər üçün daha real həll daxili səthin hamarlaşdırıcı (epoksid əsaslı) örtüklərlə işlənməsidir – bu, sürtünmə əmsalını 15–25% azaltmağa imkan verir. Kompresorun adiabatik səmərəliliyi sıxılma nisbətindən ( $P_2/P_1$ ) asılı olaraq dəyişir. Yüksək sıxılma nisbətlərində səmərəlilik nəzərə çarpacaq dərəcədə aşağı düşür, bu da əlavə enerji sərfiyyatına səbəb olur.



**Şəkil 1**

*Boru kəməri diametri və daxili örtüyün sürtünmə itkilərinə təsiri*

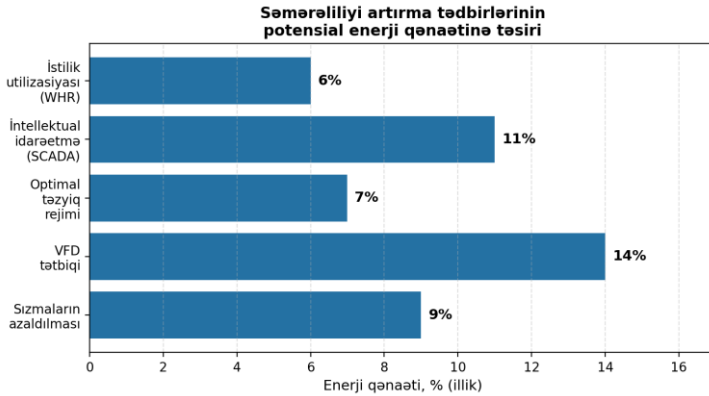
Kompressorun məhsuldarlığının tələbata uyğunlaşdırılması üçün ənənəvi olaraq boğma (drossel) tənzimləmədən istifadə olunur, lakin bu üsul böyük enerji itkiləri ilə müşayiət olunur. Müasir həllər arasında dəyişən dövrlər sayı ilə idarəetmə (VFD – Variable Frequency Drive) və intellektual idarəetmə sistemləri xüsusilə səmərəlidir. Drossel tənzimləmə ilə müqayisədə VFD tətbiqi enerji itkilərini 3 dəfədən çox azaltmağa imkan verir.

Yuxarıda göstərilən üsullardan əlavə, aşağıdakı tədbirlər də magistral qaz kəmərlərinin və kompressor stansiyalarının ümumi səmərəliliyinin artırılmasına xidmət edir:

- Boru kəmərlərində və qovşaqlarda qaz sızmalarının vaxtında aşkar edilməsi və aradan qaldırılması;
- Tullantı istiliyinin utilizasiyası (Waste Heat Recovery) – qaz turbininin egzoz istiliyindən əlavə enerji istehsalı və ya texnoloji ehtiyaclar üçün istifadə;
- SCADA əsaslı intellektual idarəetmə sistemlərinin tətbiqi və real vaxt rejimində monitoring;
- Proqnozlaşdırıcı texniki xidmət (predictive maintenance) – avadanlığın vəziyyətinin sensorlar vasitəsilə izlənməsi və planlaşdırılmış dayanmaların minimuma endirilməsi.

Aparılmış təhlilin nəticələrinə əsasən, müxtəlif texniki-təşkilati tədbirlərin tətbiqi nəticəsində əldə edilə bilən illik enerji qənaəti aşağıdakı diaqramda ümumiləşdirilmişdir:

Diaqramdan göründüyü kimi, ən böyük tək tədbir kimi VFD tətbiqi (~14%) və intellektual idarəetmə sistemləri (~11%) seçilir, lakin bu tədbirlərin kompleks tətbiqi nəticəsində ümumi qənaət effekti sinergetik şəkildə artır və 30%-ə qədər çatı bilər.

**Şəkil 5**

*Səmərəliliyi artırma tədbirlərinin potensial enerji qənaətinə təsiri*

Magistral qaz kəmərlərində və kompressor stansiyalarında səmərəliliyin artırılması kompleks yanaşma tələb edən vəzifədir. Aparılmış təhlil göstərir ki:

- Sıxılma rejiminin optimal seçimi kompressorun adiabatik səmərəliliyinə birbaşa təsir edir;
- Ənənəvi boğma tənzimləmədən müasir tezlik tənzimləyicilərinə (VFD) keçid enerji itkilərini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır;
- Boru kəmərinin daxili səthinin hamarlaşdırılması hidravlik itkiləri azaldaraq nəqliyət xərclərini düşürür;
- SCADA və proqnozlaşdırıcı texniki xidmət sistemlərinin integrasiyası əməliyyat səmərəliliyini sistemli şəkildə yüksəldir.

Bu tədbirlərin bir-biri ilə əlaqəli şəkildə, mərhələli investisiya planı əsasında tətbiqi magistral qaz nəqliyyatı sistemlərinin həm enerji, həm də iqtisadi səmərəliliyini davamlı olaraq yüksəltməyə imkan verəcəkdir.

## Ədəbiyyat

- Menon, E. S. (2015). *Gas pipeline hydraulics*. CRC Press.
- Mokhatab, S., Poe, W. A., & Mak, J. Y. (2019). *Handbook of natural gas transmission and processing* (4th ed.). Gulf Professional Publishing.
- Boyce, M. P. (2021). *Gas turbine engineering handbook* (5th ed.). Elsevier.
- Ganeshan, V. (2020). *Internal combustion engines* (5th ed.). McGraw Hill Education.
- Kurz, R., & Brun, K. (2018). *Compression machinery for oil and gas*. Turbomachinery Laboratories, Texas A&M University.

## Təlim texnologiyalarının inkişaf tarixi və süni intellekt mərhələsi

Nargilə Əzizova 

**Açar sözlər:** *təlim texnologiyaları, ali təhsil, süni intellekt, rəqəmsal transformasiya, adaptiv öyrənmə, təhsil analitikası, e-learning, innovativ təhsil, fərdiləşdirilmiş təlim, virtual reallıq*

**Keywords:** *instructional technologies, higher education, artificial intelligence, digital transformation, adaptive learning, learning analytics, e-learning, innovative education, personalized learning, virtual reality*

Ali təhsil müəssisələrində təlim texnologiyalarının inkişafı tarixi baxımdan mərhələli xarakter daşıyır və bu proses ənənəvi yanaşmalardan başlayaraq müasir rəqəmsal və süni intellekt əsaslı modellərə qədər uzanan kompleks təkamül yolu keçmişdir. İlk mərhələdə təlim prosesi əsasən müəllim mərkəzli model üzərində qurulmuş, biliklərin ötürülməsi müəllimin əsas funksiyası kimi qəbul edilmişdir. Bu dövrdə tələbələr daha çox passiv iştirakçı rolunda çıxış edir, onların müstəqil öyrənmə və aktiv iştirak imkanları məhdud qalırdı. İstifadə olunan təlim vasitələri isə əsasən lövhə, çap materialları, cədvəllər və digər vizual elementlərlə məhdudlaşdırdı.

XX əsrin ilk yarısında radio və kino kimi texnoloji vasitələrin təhsilə tətbiqi informasiya təqdimatını müəyyən qədər zənginləşdirsə də, bu yanaşma interaktivlik baxımından kifayət qədər inkişaf etməmiş və əsasən biristiqamətli kommunikasiya üzərində qurulmuşdur. XX əsrin ortalarından etibarən təlim texnologiyalarına münasibətdə keyfiyyətə yeni yanaşma formalaşmağa başlamışdır. Bu dövrdə tədris prosesi daha sistemli, planlı və ölçülə bilən fəaliyyət kimi dərk edilmiş, davranışçı pedaqoji nəzəriyyələr əsasında proqramlaşdırılmış təlim modeli geniş yayılmışdır. Təlim materialının mərhələli şəkildə təqdim olunması, dərhal geribildirim mexanizmlərinin tətbiqi və nəticələrin obyektiv qiymətləndirilməsi bu mərhələnin əsas xüsusiyyətlərini təşkil etmişdir. Təlim məşinlərinin və ilkin kompüter texnologiyalarının tətbiqi öyrənmənin müəyyən dərəcədə fərdiləşdirilməsinə imkan yaratmışdır. Lakin bu yanaşma əsasən reproduktiv öyrənməni stimullaşdırdığı üçün tələbələrin yaradıcı və tənqidi düşünmə bacarıqlarının inkişafı baxımından məhdudiyyətlərə malik olmuşdur.

1970–1990-cı illərdə kompüter texnologiyalarının inkişafı və multimedia vasitələrinin tədrisə inteqrasiyası təlim prosesində mühüm dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Bu dövrdə kompüter əsaslı təlim proqramları və elektron resurslar öyrənmə mühitini daha çevik və interaktiv hala gətirmişdir. Mətn, qrafika, audio və video materialların inteqrasiyası öyrənməni daha anlaşılan və cəlbedici etmiş, eyni zamanda müxtəlif öyrənmə üslublarına uyğunlaşma imkanları yaratmışdır. Bu mərhələdə konstruktivist yanaşmaların yayılması ilə tələbələrin fəal iştirakına əsaslanan təlim modelləri geniş tətbiq olunmağa başlamışdır. Beləliklə, təlim prosesi tədrisən müəllim mərkəzli modeldən tələbəyönümlü modelə doğru transformasiya olunmuşdur.

1990–2010-cu illər internet texnologiyalarının inkişafı ilə bağlı olaraq elektron təhsil mühitinin formalaşması ilə xarakterizə olunur. Bu dövrdə e-learning platformalarının və öyrənmə idarəetmə sistemlərinin tətbiqi tədris prosesinin təşkili və idarə olunmasını daha sistemli və avtomatlaşdırılmış hala gətirmişdir. Virtual siniflər və distant təhsil modelləri ali təhsilin əlçatanlığını artırmış, tələbələrə məkan və zaman məhdudiyyətlərindən asılı olmayaraq təhsil alma imkanı yaratmışdır. Müəllimlərin rolu da dəyişərək bilik ötürücüsündən fasilitator və istiqamətləndirici funksiyaya keçmişdir. Bununla yanaşı, texnoloji infrastrukturun qeyri-bərabər inkişafı və rəqəmsal savadlılıq səviyyəsinin fərqliliyi kimi problemlər bu mərhələnin əsas çətinlikləri kimi ortaya çıxmışdır (Abbasov, 2018; Quliyev, 2021).

2010-cu illərdən etibarən təlim texnologiyalarının inkişafı rəqəmsal transformasiya mərhələsinə daxil olmuşdur. Bu dövrdə mobil öyrənmə, qarışıq təlim modelləri və açıq onlayn kurslar geniş yayılmış, təhsil mühiti daha çevik və əlçatan hala gəlmişdir. Xüsusilə süni intellekt texnologiyalarının təhsilə inteqrasiyası təlim prosesində keyfiyyətə yeni mərhələnin başlanğıcını qoymuşdur. Süni intellekt əsaslı sistemlər tələbələrin öyrənmə fəaliyyətini təhlil edərək fərdiləşdirilmiş təlim trayektoriyaları formalaşdırır və öyrənmə prosesini daha adaptiv edir. Eyni zamanda, təhsil analitikası vasitəsilə böyük həcmli məlumatların emalı mümkün olur və bu da təlim strategiyalarının daha əsaslandırılmış şəkildə qurulmasına imkan verir. Virtual və artırılmış reallıq texnologiyalarının tətbiqi isə öyrənməni daha praktik və təcrübəyə əsaslanan müstəviyə keçirir (Anderson, 2016; Bates, 2019).

Bu xüsusiyyətlər ali təhsil mühitində təlim prosesinin daha çevik, adaptiv və tələbəyönümlü şəkildə təşkilinə imkan yaradır.

Ali təhsil müəssisələrində süni intellektin tətbiqi ilk növbədə öyrənmənin fərdiləşdirilməsi ilə xarakterizə olunur. Müasir intellektual sistemlər tələbələrin fəaliyyət göstəricilərini, öyrənmə sürətini və mövzu üzrə mənimsəmə səviyyəsini davamlı şəkildə izləyərək fərdi təlim trayektoriyaları formalaşdırır. Bu yanaşma vahid standart proqram modelindən fərqli olaraq, hər bir tələbənin potensialına uyğun inkişaf imkanları yaradır və öyrənmənin effektivliyini artırır.

Süni intellekt texnologiyalarının digər mühüm istiqaməti təhsil analitikası ilə bağlıdır. Tədris prosesində yaranan böyük həcmli məlumatların emalı müəllimlərə və təhsil menecerlərinə daha əsaslandırılmış qərarlar qəbul etməyə imkan verir. Bu kontekstdə tələbələrin akademik irəliləyişinin proqnozlaşdırılması, risk qruplarının müəyyənəşdirilməsi və təlim strategiyalarının optimallaşdırılması mümkün olur. Beləliklə, təhsil sistemi daha çox data əsaslı idarəetmə modelinə yaxınlaşır.

Eyni zamanda, süni intellekt əsaslı virtual assistentlər və interaktiv sistemlər təhsil prosesində fasiləsiz dəstək mexanizmi yaradır. Bu alətlər tələbələrin suallarına operativ cavab verməklə yanaşı, onların müstəqil öyrənmə bacarıqlarını da inkişaf etdirir. Digər tərəfdən, virtual və artırılmış realıq texnologiyaları ilə integrasiya olunmuş süni intellekt sistemləri öyrənməni daha praktik və təcrübəyə əsaslanan müstəviyə keçirir ki, bu da xüsusilə tətbiqi sahələr üçün əhəmiyyətlidir.

Bununla belə, süni intellekt texnologiyalarının təhsildə geniş tətbiqi bir sıra problemləri də gündəmə gətirir. Məlumatların məxfiliyi və təhlükəsizliyi, etik normaların qorunması, eləcə də akademik dürüstlük məsələləri bu sahədə diqqət tələb edən əsas məqamlardandır. Bundan əlavə, texnologiyadan həddindən artıq

asılılıq riski də nəzərə alınmalı və pedaqoji məqsədlər prioritet olaraq saxlanılmalıdır (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2021).

Nəticə etibarilə, süni intellekt texnologiyaları ali təhsildə yalnız texnoloji yenilik deyil, eyni zamanda təlimin məzmununu və təşkilini dəyişən strateji amil kimi çıxış edir. Onların məqsədyönlü və balanslı tətbiqi təhsil prosesinin keyfiyyətinin yüksəldilməsinə, fərdiləşdirilmiş öyrənmə mühitlərinin formalaşmasına və müasir əmək bazarının tələblərinə cavab verən kompetensiyaların inkişafına mühüm töhfə verir.

## Ədəbiyyat

- Abbasov, A. N. (2018). *Təhsildə müasir informasiya texnologiyaları*. Elm və Təhsil.
- Anderson, T. (2016). *The theory and practice of online learning* (2nd ed.). Athabasca University Press.
- Bates, T. (2019). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning* (2nd ed.). BCcampus. <https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev2/>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Quliyev, T. H. (2021). Ali təhsildə elektron təlim sistemlərinin tətbiqi problemləri. *Azərbaycan məktəbi*, 3(692), 45–52.
- UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000037670>

# İÇİNDƏKİLƏR

## CONTENTS

### HUMANİTAR VƏ İCTİMAİ ELMLƏR

#### HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

**Jafar Mukhtarzade**

Financial Barriers to Quality Improvement and Innovation  
in Azerbaijani SMEs ..... 7

**Zumrud Mahmudova**

Can Artificial Intelligence Replace English Teachers?  
A Pedagogical Perspective ..... 14

**Mehriban Mehdiyeva**

İngilis dili öyrənməsinin effektivliyinin artırılmasında  
oyunlaşdırmanın rolu18

**Samirat Mammadova**

Human–AI Collaboration in English Language Teaching:  
A New Educational Paradigm ..... 22

**Mirvari Qəhrəmanova**

Süni intellekt əsaslı fərdiləşdirilmiş Azərbaycan dili təlimi.... 25

**Turan Karimbəyli**

Artificial Intelligence as a Tool for Creating Authentic  
Texts in Foreign Language Teaching ..... 28

### RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA ELMLƏRİ

#### MATHEMATICS AND MECHANICS SCIENCES

**Pərvanə Mehtiyeva**

Loqarifmik funksiyalar: müasir elmdə  
rolu və praktik tətbiqləri ..... 32

## **TƏBİƏT ELMLƏİ**

### **NATURAL SCIENCES**

**Xalıqverdi Babayev, Həsən Vəlizadə**

Çay bitkisi altında podzollu-sarı torpaqların aqrofiziki  
göstəricilərinin qiymətləndirilməsi ..... 38

**Bikə Fərmanzadə, Gülər Yaqubova,  
Ofelya Babayeva**

Coğrafi tədqiqatlarda Coğrafi İnformasiya  
Sistemlərinin (GIS) metodikası ..... 43

## **TEXNİKA ELMLƏRİ**

### **TECHNICAL SCIENCES**

**Turan Jafar-zada**

Blockchain-Enabled Federated Learning: A Systematic  
Survey of Architectures, Challenges, and Applications ..... 47

**Ağa Rəsulzadə**

Magistral qaz kəmərləri və kompressor stansiyalarında  
enerji səmərəliliyinin optimallaşdırılması  
metodlarının işlənməsi ..... 54

**Nargilə Əzizova**

Təlim texnologiyalarının inkişaf tarixi və süni intellekt  
mərhləsi ..... 59

**Redaksiyanın ünvanı**

AZ1073,  
A.M.Şərifzadə 19, Yasamal  
r-nu, Bakı, Azərbaycan  
Tel.: +994 99 807 67 68  
+994 99 808 67 68  
e-mail: [bek.tedqiqat@aem.az](mailto:bek.tedqiqat@aem.az)

**Editorial address**

AZ1073,  
19 A.M.Sherifzade St., Yasamal  
Dist., Baku, Azerbaijan  
Phone: +994 99 807 67 68  
+994 99 808 67 68  
e-mail: [bek.tedqiqat@aem.az](mailto:bek.tedqiqat@aem.az)

İmzalandı: 28.07.2026  
Onlayn çap: 05.08.2026  
Kağız formatı: 60x84, 1/16  
H/n həcmi: 4, 25 ç.v.  
Sifariş: 201

---

aem.az saytında çap edilmişdir.  
Ünvan: A.M.Şərifzadə 19,  
Yasamal r-nu, Bakı, Azərbaycan  
Tel.: +994 50 209 59 68  
e-mail: [zengezurdal868@mail.ru](mailto:zengezurdal868@mail.ru)

Signed: 28.07.2026  
Online publication: 05.08.2026  
Format: 60/84, 1/16  
Stock issuance: 4, 25 p.s.  
Order: 201

---

It has been published on aem.az  
Address: 19 A.M.Sherifzade St.,  
Yasamal Dist., Baku, Azerbaijan  
Phone: +994 50 209 59 68  
e-mail: [zengezurdal868@mail.ru](mailto:zengezurdal868@mail.ru)

