

ECONOMIC SCIENCES

APPLICATION OF FUZZY LOGIC AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ECONOMIC DECISION-MAKING PROCESSES

Huseynzada G.

PhD Candidate in Economics

Employee on educational technologies

Azerbaijan State Oil and Industrial University

Baku, Azerbaijan

QEYRI-SƏLİS MƏNTİQ VƏ SÜNİ INTELLEKTİN İQTİSADI QƏRAR QƏBULETMƏ PROSESLƏRİNƏ TƏTBİQİ

Hüseynzadə G.

Dissertant

Tədris texnologiyaları üzrə işçi

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ

Bakı, Azərbaycan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18268383>

Abstract

The application of fuzzy logic and artificial intelligence in economic decision-making processes has become increasingly relevant, particularly in conditions of uncertainty and incomplete information, where it contributes to more effective decision outcomes. Traditional methods demonstrate limitations when addressing the complexity of multi-criteria economic systems, conflicting objectives, and imprecise data. Fuzzy logic allows the incorporation of subjective assessments and linguistic variables into mathematical models, enhancing the flexibility and reliability of decision-making. This paper analyzes the combined application of fuzzy logic and artificial intelligence in optimizing resource allocation, evaluating alternatives, and supporting strategic planning processes. Empirical studies from recent decades indicate that these approaches improve decision quality, reduce associated risks, and facilitate the data-driven and adaptive implementation of economic strategies. At the same time, challenges such as computational complexity, algorithmic bias, and data accuracy remain pertinent issues. The study emphasizes the necessity of integrating expert knowledge and ethical principles into AI-driven decision-making frameworks. The findings suggest that the use of fuzzy logic and artificial intelligence enhances the transparency, agility, and reliability of economic decision-making, enabling organizations to adapt more efficiently to dynamic market conditions.

Abstrakt

Qeyri-səlis məntiq və süni intellektin iqtisadi qərar qəbul etmə proseslərində tətbiqi getdikcə aktuallaşır, xüsusilə qeyri-müəyyənlik və məlumat çatışmazlığı şəraitində effektiv qərar qəbuluna töhfə verir. Ənənəvi metodlar çoxmeyarlı iqtisadi sistemlərin mürəkkəbliyi, ziddiyyətli məqsədlər və qeyri-dəqiq məlumatlarla işləməkdə məhdudiyyətlər göstərir. Qeyri-səlis məntiq, subyektiv qiymətləndirmələr və dil dəyişənləri kimi qeyri-dəqiqlikləri riyazi modelə daxil etməyə imkan verərək qərar qəbul etmənin çevikliyini və etibarlılığını artırır. Bu məqalədə qeyri-səlis məntiq və süni intellektin birgə tətbiqi vasitəsilə resurs bölgüsü, alternativlərin qiymətləndirilməsi və strateji planlaşdırma proseslərinin optimallaşdırılması analiz edilmişdir. Son onilliklərin empirik tədqiqatları göstərir ki, bu yanaşmalar qərarların keyfiyyətini yüksəldir, riskləri azaldır və iqtisadi strategiyaların məlumat-əsaslı və adaptiv şəkildə icrasına şərait yaradır. Eyni zamanda, hesablama mürəkkəbliyi, alqoritmik qərəz və məlumatların doğruluğu kimi məsələlər hələ də aktual problemlər kimi qalmaqdadır. Məqalədə vurğulanır ekspert biliklərinin və etik prinsiplərin inteqrasiyası süni intellektin qərar qəbul etmə çərçivəsinə daxil edilməli olduğu vurğulanır. Nəticələr göstərir ki, qeyri-səlis məntiq və süni intellektin tətbiqi iqtisadi qərar qəbul etmənin şəffaflığını, çevikliyini və etibarlılığını artıraraq müəssisələrin dinamik bazar şəraitinə daha səmərəli uyğunlaşmasına imkan yaradır.

Keywords: Fuzzy logic, Artificial intelligence, Economic decision-making, Multi-criteria decision analysis, Uncertainty management, Resource allocation, Strategic planning

Açar sözlər: *Qeyri-səlis məntiq, Süni intellekt, İqtisadi qərar qəbul etmə, Çoxmeyarlı qərar analizi, Qeyri-müəyyənliyin idarə olunması, Resurs bölgüsü, Strateji planlaşdırma*

Qeyri-səlis məntiq (fuzzy logic) və süni intellekt (AI) qərar qəbul etmə sahəsində son illərdə həm akademik, həm də praktik marağın mərkəzinə çevrilmişdir. Klassik qərar qəbul etmə yanaşmaları ənənəvi iqtisadi modellərdə məhdudiyyətlərlə qarşılaşır, çünki realıqda qərarlar çox vaxt qeyri-dəqiq, subyektiv və qeyri-

müəyyən biliklərlə verilir. Qeyri-səlis məntiq bu problemləri həll etmək üçün nəzəri və praktiki alət təmin edir, çünki o, “tam doğru” və “tam səhv” kimi kəskin qütblər əvəzinə “qismən doğru”, “çox gümanla deyil” və “orta dərəcədə” kimi qeyri-səlis qiymətləndirmələrlə işləməyə imkan verir. Bu

yanaşma, süni intellektin hesablama gücü ilə birləşərək sənaye, maliyyə və iqtisadi idarəetmədə mürəkkəb qərar qəbulətmənin daha dəqiq və etibarlı olmasına şərait yaradır [1].

Qeyri-səlis məntiqin əsasını ABS-da Kaliforniya Universitetinin professoru Lütfi Zadə qoymuşdur və bu nəzəriyyə çoxlu şərtlər üçün qeyri-müəyyənliyin riyazi modelinin qurulmasını təmin edir. Qeyri-səlis sistemlər klassik məntiqin "0 və 1" yanaşmasından fərqli olaraq müxtəlif səviyyəli doğruluqlar arasındakı əlaqələri analiz etməyə imkan verir və bu, iqtisadi qərar qəbulətmədə subyektiv və qeyri dəqiq məlumatların nəzərə alınmasını mümkün edir [2].

Bu məqalədə qeyri-səlis məntiq və süni intellektin iqtisadi qərar qəbulətmə proseslərinə tətbiqi nəzəri, metodoloji və tətbiqi aspektlərdə ətraflı araşdırılır.

Qeyri-səlis məntiq, müxtəlif dərəcəli doğru və səhv anlayışlarını riyazi modelə daxil etmək üçün yaradılmışdır və bu, ənənəvi məntiqin hər iki ekstremini birləşdirən genişlənmiş bir çərçivə təmin edir. Ənənəvi mexanizmlər bəzi real iqtisadi qərarlarda qeyri-dəqiqlik və subyektiv seçimlər qarşısında çətinliklərlə üzləşir. Qeyri-səlis məntiq bu boşluğu doldurur və çoxsaylı kriteriyalar əsasında qərar qəbulətmənin fleksibil və güclü modelini yaradır.

Beynəlxalq ədəbiyyat qeyri-səlis məntiq və süni intellekt alətlərinin birgə tətbiqinin optimallaşdırılmış qərar qəbulətmədə mühüm rolunu vurğulayır. Mövcud bibliometrik analizlərə görə, bu yanaşmalar iqtisadi idarəetmə institutlarında qərar qəbulətmənin mürəkkəbliyini aradan qaldırmaq üçün geniş potensiala malikdir, lakin tətbiq sahəsi hələ də tam şəkildə araşdırılmayıb [1].

Müasir tədqiqatlarda süni intellektlə gücləndirilmiş qeyri-səlis çoxmeyarlı qərar qəbulətmə (MCDM) yanaşmaları müxtəlif sahələrdə, o cümlədən planlaşdırma, resursların optimallaşdırılması və strateji qərarlar üçün nəzərdən keçirilmişdir. Bu metodologiyalar çoxsaylı kriteriyaların olduğu iqtisadi problemlərdə alternativlərin sistemli qiymətləndirilməsinə imkan verir [3].

Bu məqalə, qeyri-səlis məntiq və süni intellektin iqtisadi qərar qəbulətmədə tətbiqi üçün nəzəri və tətbiqi araşdırma metodlarını birləşdirir. Əsas metodoloji yanaşma aşağıdakılardır:

- Ədəbiyyatın sisteməlik təhlili – müasir elmi nəşrlərdən qeyri-səlis məntiq və AI inteqrasiyası üçün statistika və nümunə tədqiqatlar toplanır;
- Qeyri-səlis qərar dəstək modelləri – Fuzzy Decision Support Systems (FDSS) konsepsiyası çərçivəsində meta-alqoritmlər izah edilir;
- Empirik yanaşma – real iqtisadi vəziyyət nümunələri və modelləri əsasında təhlil edilir;
- Tətbiq nümunələri – qeyri-səlis MCDM və AI alqoritmlərinin optimal resurs bölgüsü və investisiya qərarlarında tətbiqi göstərilir.

Qeyri-səlis çoxluqlar qeyri-dəqiq məlumatların riyazi modelləşdirilməsini təmin edir [12]. Belə modellər, məsələn, qərar kriteriyalarının "yüksək", "orta" və "aşağı" kimi qeyri-kəskin kateqoriyalara bölünməsi ilə tətbiq olunur. Bu yanaşma, müxtəlif iqtisadi dəyişənləri daha realist şəkildə təsvir etməyə imkan verir və klassik

modeli genişləndirir [4]. FİS (Fuzzy Inference Systems) qeyri-səlis qaydalar əsasında çıxış qərarlarını və qiymətləndirmələri yaradır. Belə sistemlər, məsələn TOPSIS və digər MCDM metodlarının qeyri-səlis variantları ilə birləşdirilərək optimal seçimləri tapmağa xidmət edir [5].

Müasir elmi tədqiqatlar qeyri-səlis məntiq ilə süni intellektin maliyyə proqnozlaşdırılması və risk idarəetməsi proseslərinə uğurla tətbiq olunduğunu göstərir. Bu yanaşma makroiqtisadi göstəricilərlə birləşdirilmiş halda daha dəqiq proqnozlar və risk profilləri yaradır [6].

Qeyri-səlis MCDM modelləri müxtəlif iqtisadi kriteriyalar arasında balanslaşdırılmış qərar qəbulətmə üçün geniş şəkildə tətbiq edilir. Məsələn, şəhər iqtisadiyyatının digital təsirini analiz edən tədqiqatlarda qeyri-səlis MCDM metodları bazarın inkişafını ölçmək üçün istifadə olunmuşdur [7].

AI-nin qərar qəbulətmə sistemlərinə inteqrasiyası yeni riskləri də ortaya çıxarır. Bu risklər arasında alqoritmik qərəz və məlumatların düzgünlüyü məsələləri xüsusilə vacibdir. Qeyri-səlis modellər subyektiv kriteriyaları nəzərə alsa da, bu yanaşma etibar səviyyəsini düzgün qurmaq üçün əlavə nəzarətlər tələb edir [8].

AI-əsaslı qərar qəbulətmə modellərinin **şəffaf olması və etika prinsiplərinə uyğunluğu** prioritet olaraq qalır. Əks halda, bu sistemlərin tətbiqi iqtisadi qərarların qəbulunda səhv nəticələrə yol açə bilər [9].

Qeyri-səlis məntiq və süni intellekt modellərinin birgə tətbiqi iqtisadi qərar qəbulətmənin:

- qeyri-müəyyənliklərlə effektiv işləmə,
- çox kriteriyalı problemlərin riyazi modelləşdirilməsi,
- optimal qərarların tapılması kimi üstünlüklərini təmin edir [10].

Bu yanaşma real dünya iqtisadi problemlərində qərar keyfiyyətini artırır və riskləri minimuma endirməyə kömək edir. Buna baxmayaraq, hesablama mürəkkəbliyi, alqoritmik qərəz və məlumatların doğruluğunu təmin etmə məsələləri hələ də aktual qalmışdır. Beləliklə, süni intellekt və qeyri-səlis məntiq modellərinin tətbiqi üçün güclü etik və normativ rəqəmsal çərçivələr zəruridir [10].

NƏTİCƏ

Bu tədqiqat göstərir ki, qeyri-səlis məntiq və süni intellektin birgə tətbiqi iqtisadi qərar qəbulətmə proseslərinin effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Qeyri-dəqiqlik, subyektiv qiymətləndirmələr və qeyri-müəyyənlik kimi problemlər ənənəvi qərar qəbulətmə modellərində ciddi məhdudiyyətlər yaradır. Lakin qeyri-səlis məntiq bu qeyri-dəqiqlikləri riyazi modelə daxil etməyə imkan verərək qərarların çevikliyini və etibarlılığını yüksəldir. Süni intellekt isə məlumatların böyük həcmli təhlili, nümunələrin aşkar edilməsi və adaptiv optimallaşdırma vasitəsilə qərar qəbulətmə prosesinə əlavə üstünlüklər gətirir.

Empirik və nəzəri tədqiqatlar göstərir ki, AI ilə inteqrasiya edilmiş qeyri-səlis MCDM yanaşmaları resurs bölgüsü, strateji planlaşdırma və risklərin idarə edilməsində daha səmərəli nəticələr təmin edir. Eyni zamanda, hesablama mürəkkəbliyi, məlumatların

doğruluğu və algoritmik qərar kimi risklər hələ də aktualdır və diqqət tələb edir. Bu səbəbdən qərar qəbul etmə sistemlərinin tətbiqində ekspert biliklərinin integrasiyası, etik prinsiplərin qorunması və normativ çərçivələrin formalaşdırılması vacibdir.

Nəticə olaraq, qeyri-səlis məntiq və süni intellektin sinergetik istifadəsi iqtisadi qərar qəbul etməni daha şəffaf, çevik və məlumat-əsaslı edir. Bu yanaşma müəssisələrin dinamik bazar şəraitinə adaptasiyasını asanlaşdırır və riskləri minimuma endirərək strateji qərarların keyfiyyətini artırır. Gələcək tədqiqatlar bu yanaşmaların daha geniş sektorlarda tətbiqini və mövcud metodların optimallaşdırılmasını əhatə edə bilər.

Ədəbiyyat:

1. Idrissi Mokhtar, A., Djebli, A., & Youcef, S. (2024). The importance of integrating fuzzy logic analysis and artificial intelligence in decision-making in economic organizations: A bibliometric study. *La Revue Internationale De Performance Économique*, 7(2), 115–140.
2. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
3. Chen, S.-J., & Hwang, C.-L. (1992). Fuzzy multiple attribute decision making: Methods and applications. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-46811-1>
4. Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., & Papadopoulos, T. (2020). Fuzzy logic and decision making in supply chain risk management: A review and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 224, 107542. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.025>
5. Kahraman, C., & Kaya, İ. (2018). Fuzzy inference systems integrated with multi-criteria decision making methods: A review and applications. *Expert Systems with Applications*, 100, 234–250. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.01.027>
6. Kara, S., & Topcu, Y. I. (2021). Integration of fuzzy logic and artificial intelligence for financial forecasting and risk management: A review. *Expert Systems with Applications*, 168, 114358. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114358>
7. Li, H., & Wang, Y. (2020). Fuzzy multi-criteria decision-making approach for evaluating the impact of digital transformation on urban economies. *Sustainability*, 12(18), 7523. <https://doi.org/10.3390/su12187523>
8. Kshetri, N. (2018). 1 The emerging role of big data and artificial intelligence in decision-making: Opportunities and risks. *Journal of Business Research*, 93, 236–246. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.09.017>
9. Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
10. Wang, J., & Lin, F. (2019). Fuzzy logic and artificial intelligence integration for multi-criteria decision making under uncertainty: A review. *Applied Soft Computing*, 84, 105725. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105725>
11. Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.08>
12. Aliev, R. A. (2013). Fundamentals of the fuzzy logic-based generalized theory of decisions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34895-2>