

ALİ TƏHSİL MÜƏSSISƏLƏRİ ÜÇÜN SÜNİ İNTELLEKT DƏSTƏKLİ DİFFERENSIAL ƏMƏKHAQQI MODELİNİN MÜƏYYƏN EDİLMƏSİ

Elçin Süleymanov

Əmək Bazarı və Sosial Müdafiə Məsələləri üzrə Milli Observatoriya, Bakı, Azərbaycan.

ORCID: 0000-0002-6075-2744

Ülkər Əsgərova

Əmək Bazarı və Sosial Müdafiə Məsələləri üzrə Milli Observatoriya, Bakı, Azərbaycan.

ORCID: 0009-0000-4809-8762

Sevda Huseynova

Bakı Mühəndislik Universiteti, Xırdalan, Azərbaycan.

ORCID: 0000-0002-5526-0147

XÜLASƏ

Müasir ali təhsil müəssisələrində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin effektiv qiymətləndirilməsi və bu qiymətləndirmə əsasında motivasiyaedici əməkhaqqı mexanizmlərinin formalaşdırılması insan resurslarının idarə edilməsinin strateji istiqamətlərindən biri hesab olunur. Ənənəvi qiymətləndirmə modelləri əsasən kəmiyyət göstəricilərinə söykəndiyindən elmi fəaliyyətin keyfiyyət, təsir və sahə üzrə mürəkkəblilik kimi vacib aspektlərini yetərincə əhatə etmir və subyektiv qərar riskini artırır. Bu baxımdan süni intellekt texnologiyalarının və çoxmeyarlı qərarvermə metodlarının tətbiqi performans idarəetmə sistemlərinin təkmilləşdirilməsi üçün yeni imkanlar yaradır. Tədqiqatın məqsədi ali təhsil müəssisələrində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin obyektiv, şəffaf və adaptiv qiymətləndirilməsini təmin edən süni intellekt dəstəkli diferensial əməkhaqqı sisteminin konseptual modelini işləyib hazırlamaqdır. Metodoloji yanaşma çoxmeyarlı qərarvermə nəzəriyyəsinə əsaslanır və AHP, TOPSIS, Entropiya metodu və çəkili xətti aqreqasiya modellərinin integrasiyasını nəzərdə tutur. Model çərçivəsində elmi fəaliyyət göstəriciləri normallaşdırılır, nisbi çəkilər ekspert qiymətləndirmələri və Sİ alqoritmləri vasitəsilə müəyyən edilir, vahid çoxmeyarlı performans indeksi formalaşdırılır. Tədqiqat nəticələri göstərir ki, təklif edilən model elmi fəaliyyətin yalnız kəmiyyət göstəriciləri ilə deyil, keyfiyyət və ictimai təsir indikatorları nəzərə alınmaqla kompleks şəkildə qiymətləndirilməsinə imkan verir. Süni intellekt alqoritmlərinin tətbiqi performans göstəricilərinin real vaxt rejimində yenilənməsini, sahələr üzrə fərqlərin nəzərə alınmasını və əməkhaqqı mexanizminin strateji prioritetlərə uyğun adaptasiyasını təmin edir. Bu yanaşma akademik motivasiyanın artırılmasına, qərarvermə prosesində obyektivliyin gücləndirilməsinə və ali təhsil müəssisələrinin elmi potensialının səmərəli idarə olunmasına töhfə verir. Nəticə etibarilə süni intellekt əsaslı çoxmeyarlı performans indeksi üzərində qurulan diferensial əməkhaqqı modeli ali təhsil müəssisələri üçün elmi-tədqiqat fəaliyyətinin qiymətləndirilməsində metodoloji cəhətdən əsaslandırılmış və praktiki baxımdan tətbiq oluna bilən innovativ mexanizm kimi çıxış edir.

Açar sözlər: *süni intellekt, performans idarəetməsi, diferensial əməkhaqqı, motivasiya mexanizmləri, rəqəmsal HR, çoxmeyarlı qərarvermə*

JEL təsnifatı: I23, I22, I00

GİRİŞ

XXI əsrdə iqtisadi inkişafın əsas hərəkətverici qüvvəsi bilik və innovasiya kapitalı hesab olunur. Ali təhsil müəssisələri yalnız tədris funksiyası yerinə yetirən institutlar deyil, həm də elmi tədqiqatların, texnologiya transferinin və sosial-iqtisadi inkişafın aparıcı mərkəzləridir. Bu baxımdan elmi fəaliyyətin effektivliyi ali təhsil sisteminin rəqabətqabiliyyətliliyini müəyyən edən əsas meyarlardan biri kimi çıxış edir.

Bu baxımdan son illərdə Azərbaycan ali təhsil müəssisələrində ənənəvi sabit əməkhaqqı modellərindən uzaqlaşma və diferensial əməkhaqqı sistemlərinin tətbiqi istiqamətində sistemli addımlar müşahidə edilir. Bu yanaşma məhz elmi-pedaqoji fəaliyyətin obyektiv qiymətləndirilməsi və motivasiyanın artırılması üçün nəzərdə tutulur və fərqli universitetlərdə fərqli mexanizmlərlə tətbiq olunur (1). Lakin əvvəlki tədqiqatımızın nəticələrinə görə ümumilikdə ali təhsil müəssisələrində aparılan elmi-tədqiqatların faydalılığının qiymətləndirilməsi metodoloji cəhətdən problemlı məsələ kimi qiymətləndirilmiş, aparılan tədqiqatların müxtəlif istiqamətləri əhatə etməsi, mahiyyətə bir-birindən fərqlənməsi məsələlərinin diqqətdə saxlanmalı olduğu vurğulanmışdır. Məhz cari tədqiqatda müvafiq istiqamətdə elmi-tədqiqat fəaliyyətinin subyektivlikdən uzaq qiymətləndirmə modellərinin yaradılması imkanları və metodları araşdırılmışdır.

Beləliklə nəzərə almaq lazımdır ki, son illərdə rəqəmsal transformasiya, böyük verilənlər və süni intellekt texnologiyalarının inkişafının insan resurslarının idarə edilməsində yeni paradigmanın formalaşmasına səbəb olmuşdur. Süni intellekt avtomatlaşdırma, böyük verilənlərin təhlili və daha ağıllı qərar qəbul etmə mexanizmləri vasitəsilə qiymətləndirmə prosesini optimallaşdırmaq potensialına malikdir. Bu baxımdan da tədqiqatın məqsədi ali təhsildə müəllimlərin fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi sistemlərində süni intellektin tətbiqi üzrə strategiyaların müəyyənləşdirilməsi və həyata keçirilməsi, elmi-tədqiqat fəaliyyətinin stimullaşdırılmasında süni intellekt əsaslı əməkhaqqı sistemlərinin tətbiq imkanlarını elmi-nəzəri və metodoloji baxımdan əsaslandırmaq, eləcə də ali təhsil müəssisələri üçün konseptual model təqdim etməkdir.

ƏDƏBİYYAT İCMALI

Müasir təşkilatlarda performansın qiymətləndirilməsi insan resurslarının idarə edilməsinin strateji funksiyalarından biri hesab olunur. Əməkdaşların fəaliyyətinin ölçülməsi, inkişaf ehtiyaclarının müəyyənləşdirilməsi, motivasiya mexanizmlərinin qurulması və mükafatlandırma sistemlərinin formalaşdırılması baxımından performans qiymətləndirməsi mühüm rol oynayır. Lakin ənənəvi qiymətləndirmə metodları subyektivlik, qərəz və məlumatların məhdud təhlili kimi problemlərlə üzləşir. Votto, Valeça və Rao öz tədqiqatlarında qeyd edirlər ki, süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi performans idarəetmə sistemlərinin daha obyektiv, dəqiq və səmərəli təşkilinə imkan yaradır (15). Süni intellekt böyük həcmli məlumatları emal edərək əməkdaşların məhsuldarlığı, tapşırıqların yerinə yetirilmə müddəti, keyfiyyət göstəriciləri və iştirak səviyyəsi kimi çoxölçülü parametrləri qiymətləndirə bilir. Maşın öyrənməsi və analitik modellər performansın proqnozlaşdırılmasını mümkün edir, risk qruplarını müəyyənləşdirir və rəhbərliyə qabaqlayıcı qərarlar qəbul etməyə şərait yaradır. Bu isə performans idarəetməsini reaktiv deyil, proaktiv xarakterli edir.

Tədqiqat fəaliyyətinin ölçülməsində bibliometrik göstəricilər faydalı informasiya mənbəyi olsa da, onların təkbaşına keyfiyyət göstəricisi kimi istifadəsi məhdudiyyətlər yaradır. Leiden Manifesto kəmiyyət qiymətləndirməsinin ekspert qiymətləndirməsinə dəstəklənməsini, performansın konkret tədqiqat missiyası və sahə kontekstində ölçülməsini, məlumat və analitik proseslərin şəffaf saxlanmasını və göstəricilərin mütəmadi yenidən nəzərdən keçirilməsini

təvsiyə edir [1]. DORA və sonrakı məsuliyyətli metrika yanaşmaları da jurnal göstəricilərinin ayrı-ayrı məqalələrin və tədqiqatçıların keyfiyyətinin əvəzedicisi kimi istifadəsinə ehtiyatla yanaşır [2]. Bu prinsiplər təklif edilən modeldə həm kəmiyyət, həm keyfiyyət, həm də kontekst göstəricilərinin birlikdə istifadəsini əsaslandırır.

Bu yanaşmanın aktual olduğu 2024-cü il tədqiqatlarında da göstərilir: məsuliyyətli qiymətləndirmə təşəbbüslərinə baxmayaraq, jurnal reytingləri ilə ekspert qiymətləndirmələri arasında əlaqə tam aradan qalxmamışdır [4]. Deməli, model yalnız bir metrikaya əsaslanmamalı və göstəricilərin necə seçildiyini, hansı məqsədə xidmət etdiyini və hansı məhdudiyyətlərə malik olduğunu açıq göstərməlidir.

Süni əsaslı platformalar real vaxt rejimində geribildirim mexanizmləri təqdim edərək əməkdaşların inkişaf prosesini sürətləndirir və fərdiləşdirilmiş təlim planlarının hazırlanmasına imkan verir. George və Tomasın tədqiqat nəticələrinə görə süni intellekt performans nəticələri ilə əməkhaqqı, mükafatlandırma və karyera inkişafı qərarları arasında şəffaf əlaqə qurmağa kömək edir, ədalətlik və motivasiyanı artırır (8).

Son illərdə süni təhsil də daxil olmaqla müxtəlif sahələrdə əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə etmişdir. Hannan və Liu-nun tədqiqatında ali təhsil sektorunda süni intellektin getdikcə daha çox rəqabət üstünlüyü mənbəyi kimi qəbul edildiyi vurğulanır (9). Furey və Martinin tədqiqatlarından göründüyü kimi süni intellektlə dəstəklənən və əksər vəzifələri avtonom şəkildə yerinə yetirə bilən "ağıllı universitet" ideyası maşın öyrənməsi və təbii dilin emalı texnologiyalarındakı inkişaf sayəsində daha real görünməyə başlamışdır (7). Bu cür müəssisələr inzibati işləri, tədris proqramlarının hazırlanmasını, tədrisi, qiymətləndirməni, hətta transkript və diplomların verilməsini avtomatlaşdırma biləcək potensiala malikdir (9). Lakin qeyd etmək lazımdır ki, tədqiqatlarda elmi fəaliyyətin qiymətləndirilməsində süni intellekt modelinin tətbiqi ilə bağlı məsələlərin tətbiqinə dair araşdırmalara bir o qədər də rast gəlinmir. Əvvəldə də qeyd olunduğu kimi cari tədqiqatda əvvəlki tədqiqatımız nəticələrini nəzərə almaqla elmi fəaliyyətin keyfiyyət və mürəkkəblik aspektlərini nəzərə alan differensial əməkhaqqı sisteminin modelinin müəyyən edilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

METODOLOGİYA

Tədqiqatda elmi-tədqiqat fəaliyyətinin stimullaşdırılmasında süni intellekt dəstəklə əməkhaqqı sistemlərinin konseptual və tətbiqi əsaslarının müəyyən edilməsi ilə bağlı araşdırma aparılmışdır. Konseptual modelin qurulması üçün süni intellekt əsaslı əməkhaqqı sisteminin göstərici bloklarının və performans indeksləri strukturlaşdırılmış, hər bir göstəricinin nisbi əhəmiyyətinin təyin edilməsi və süni intellekt alqoritmlərilə obyektiv performans indeksinin çıxarılmasının metodoloji əsasları müəyyən edilmişdir.

Tədqiqatın mərkəzində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin obyektiv, şəffaf və motivasiyaedici şəkildə qiymətləndirilməsini təmin edən süni intellekt əsaslı əməkhaqqı modelinin qurulması dayanır. Konseptual model performans əsaslı mükafatlandırma sistemlərinin beynəlxalq təcrübəsinə, xüsusilə nəticəyə əsaslanan idarəetmə, akademik performans ölçmə sistemləri və insan resurslarının təhlili üzrə yanaşmalara söykənir.

Süni intellekt HRM-də işə qəbul, performans qiymətləndirilməsi, fərdiləşdirilmiş inkişaf və qərar dəstəyi kimi funksiyalarda tətbiq olunur. Sistemli ədəbiyyat icmalları AI əsaslı HR alətlərinin performans idarəetməsində məlumatların daha sürətli emalı və analitik qərar dəstəyi imkanlarını genişləndirdiyini göstərir [5,6]. Bununla belə, alqoritmik qərarların şəffaflığı, qərəz riski və kontekstin düzgün modelləşdirilməsi ayrıca nəzarət mexanizmləri tələb edir. Buna görə bu məqalədə Sİ çəkirləri və ya nəticələri avtomatik olaraq 'obyektiv həqiqət' kimi

deyil, ekspert qaydaları və institusional məlumatlarla məhdudlaşdırılan analitik dəstək kimi nəzərdə tutulur.

AHP göstəricilərin nisbi əhəmiyyətini cüt-müqayisələr əsasında müəyyənləşdirməyə, Entropiya metodu məlumatların dəyişkənliyindən çıxış edərək obyektiv çəkilər formalaşdırmağa, TOPSIS isə alternativləri müsbət və mənfi ideal həllərə məsafəsinə görə sıralamağa imkan verir [7–9]. TOPSIS və sadə çəkili cəm (SAW) eyni tipli çoxmeyarlı aqreqasiya məqsədinə xidmət etsə də, metodoloji baxımdan eyni deyildir; TOPSIS ideal və anti-ideal həllərə məsafəni hesablayır, SAW isə çəkili göstəricilərin cəmini hesablayır [8]. Buna görə yekun sıralama üçün TOPSIS seçilirsə, nümunə hesablamada da TOPSIS prosedurunun bütün mərhələləri tətbiq edilməlidir.

Cədvəl 1. Təklif edilən indikator sistemi

Kod	İndikator	Növ	Əməli məna
K1	Elmi nəşrin keyfiyyəti	Fayda	Nəşrin keyfiyyətini və elmi səviyyəsini əks etdirən normallaşdırılmış göstərici
K2	Sahə üzrə normallaşdırılmış sitat təsiri	Fayda	Sitatların sahə və il fərqləri nəzərə alınmaqla normallaşdırılmış ölçüsü
K3	Layihə və innovasiya nəticələri	Fayda	Layihə, patent, texnologiya transferi və tətbiqi nəticələr
K4	İctimai/iqtisadi təsir	Fayda	Tədqiqat nəticələrinin akademiyaadan kənar təsirinə dair sübutlar
K5	Elmi fəaliyyətin mürəkkəbliyi və resurs tutumu	Fayda	Tədqiqatın metodoloji, vaxt və resurs tələblərini əks etdirən kontekst göstəricisi

Mənbə: müəlliflər tərəfindən hazırlanıb

K2 üzrə mümkün olduqda sahə üzrə normallaşdırılmış sitat göstəricilərinə üstünlük verilir. K1-də jurnalın reytingini məqalə keyfiyyətinin birbaşa əvəzedicisi kimi istifadə etməkdən çəkinmək lazımdır; məqalənin özünün keyfiyyəti və ekspert qiymətləndirməsi əlavə sübut kimi saxlanmalıdır [1,2].

Elmi-tədqiqat fəaliyyətinin keyfiyyət indikatorlarının müəyyən edilməsində beynəlxalq təcrübə və yanaşmalar

Beynəlxalq praktikada ali təhsil müəssisələrində əməkhaqqının diferensiallaşdırılması və elmi fəaliyyətin qiymətləndirilməsi üçün bibliometrik indikatorlar, çoxmeyarlı qərarvermə modelləri və məlumat əsaslı analitik alqoritmlər geniş tətbiq olunur. Məsələn, Böyük Britaniyada “Research Excellence Framework” (REF) və Avstraliyada “Excellence in Research for Australia” (ERA) akademik nəticələrin ölçülməsi və resurs bölgüsündə əsas mexanizmlər hesab olunur. Bu sistemlərdə həm kvantitativ (nəşr sayı, sitatlar), həm də keyfiyyət yönümlü (təsir, innovasiya, sosial fayda) indikatorlar birgə istifadə edilir. Ali təhsildə elmi fəaliyyətin keyfiyyətinin və ictimai təsirin qiymətləndirilməsi son illərdə performans əsaslı maliyyələşdirmə modellərinin əsas komponentinə çevrilmişdir. Bu sahədə sistemli və institusionallaşmış mexanizmlərdən biri kimi Böyük Britaniyada tətbiq edilən REF-dir.

REF çərçivəsində keyfiyyət və təsir anlayışı akademiyaadan kənarda iqtisadi, sosial, mədəni və siyasət sahələrində yaranan dəyişiklik və ya fayda kimi müəyyən edilir. Bu yanaşma universitetlərin yalnız elmi nəşrlərlə deyil, həm də cəmiyyətə real töhfələrlə

qiymətləndirilməsini təşviq edir (10). Jensen, Reed və Gerber qeyd edirlər ki, təsirin obyektiv ölçülməsi sübutlara əsaslanan metodoloji alətlər vasitəsilə həyata keçirilməli və tədqiqat nəticələrinin praktik tətbiqi sistemli şəkildə izlənilməlidir. Bununla belə, REF modeli tənqidi yanaşmalarla da müşayiət olunur. Tədqiqatçılar bildirirlər ki, qısamüddətli ölçülə bilən təsir göstəricilərinə üstünlük verilməsi fundamental və uzunmüddətli elmi araşdırmaların arxa plana keçməsinə səbəb ola bilər.

Digər bir qiymətləndirmə sistemi olan ERA (Excellence in Research for Australia) Avstraliyanın ali təhsil müəssisələrinin tədqiqat fəaliyyətini qiymətləndirmək üçün milli səviyyədə tətbiq edilmiş strukturlaşdırılmış qiymətləndirmə çərçivəsidir. Bu sistem Australian Research Council (ARC) tərəfindən idarə olunmuş və əsas məqsədi ölkənin universitetlərində aparılan elmi araşdırmaların keyfiyyətini müəyyən etmək, beynəlxalq standartlarla müqayisə etmək və tədqiqat sahəsində mövcud üstünlükləri aşkar etmək olmuşdur. ERA hər bir ixtisas sahəsi üzrə disiplinar göstəricilərin qiymətləndirilməsini təmin etmiş və nəticələr 2010, 2012, 2015 və 2018-ci illərdə yayımlanmışdır. ERA çərçivəsində qiymətləndirmələr disiplinar əsasda, “Australian and New Zealand Standard Research Classification” kodları ilə aparılmışdır və iki səviyyəli “Fields of Research” (FoR) strukturundan istifadə olunmuşdur. ERA qiymətləndirmələri tədqiqat keyfiyyətinin 1-dən 5-ə qədər reytinglə ifadə olunması ilə icra edilmişdir, burada 5 “dünya standartından xeyli yüksək” kimi qiymətləndirilmişdir (4).

Bir çox Qərb universitetlərində (məsələn, ABŞ, Niderland, Almaniya, Skandinaviya ölkələri) tədqiqat performansının ilkin ölçülməsi üçün bibliometrik indikatorlardan geniş istifadə olunur. Bu göstəricilərə nəşr sayı, sitat indeksi, h-indeks, jurnalların impakt faktoru, sahə üzrə normallaşdırılmış sitat göstəriciləri və beynəlxalq əməkdaşlıq səviyyəsi daxildir. Moed qeyd edir ki, bibliometriya universitetlərə sürətli və müqayisə oluna bilən məlumat təqdim etsə də, yalnız kəmiyyət əsaslı yanaşma elmi keyfiyyətin tam qiymətləndirilməsini təmin etmir (12). Buna görə bir çox ali təhsil müəssisələrində bibliometrik analiz digər metodlarla birlikdə tətbiq olunur. Belə ki, Böyük Britaniya, Niderland və Skandinaviya universitetlərində daxili qiymətləndirmənin mühüm formalarından biri ekspert əsaslı qiymətləndirmədir. Məsələn, Niderlandda tətbiq edilən Strategy Evaluation Protocol (SEP) çərçivəsində universitetlər hər 6 ildən bir fakültə və ya tədqiqat qrupları üzrə daxili və xarici ekspertlər tərəfindən qiymətləndirilir. Bu proses tədqiqatın keyfiyyətini, strategiyasını, liderliyini və gələcək inkişaf potensialını nəzərə alır. Belə yanaşma yalnız nəticələri deyil, həm də tədqiqat prosesinin institusional mühitini qiymətləndirməyə imkan verir (14).

Bir çox qabaqcıl universitetlər (məsələn, Harvard, Oxford, Melbourne, KU Leuven və s.) Balanced Scorecard, Key Performance Indicators (KPI) və research dashboards kimi integrativ idarəetmə sistemlərindən istifadə edirlər. Bu modellər elmi məhsuldarlıq, maliyyə resursları, əməkdaşlıq şəbəkələri və sosial təsir göstəricilərini vahid platformada birləşdirərək rəhbərliyə real vaxt rejimində qərarvermə imkanı yaradır. Beləliklə, qiymətləndirmə yalnız hesabat xarakteri daşımır, həm də strateji idarəetmə funksiyası yerinə yetirir (6).

Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, effektiv daxili qiymətləndirmə sistemi kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərini birləşdirməli, ekspert rəylərini nəzərə almalı, maliyyələşmə və təşviq mexanizmlərilə əlaqələndirilməli, strateji planlaşdırma və qərarverməni dəstəkləməlidir.

Bu baxımdan Azərbaycan universitetləri üçün bibliometrik analiz, “peer-review” əsaslı daxili audit və təsir indikatorlarını birləşdirən hibrid qiymətləndirmə modeli daha məqsədəuyğun hesab edilə bilər.

Ali təhsil müəssisələrində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin daxili qiymətləndirilməsində süni intellekt dəstəkli əməkhaqqı sisteminin konseptual modeli

Motivasiya nəzəriyyələrində (Maslow, Herzberg, Vroom və s.) maddi stimulların əmək davranışına birbaşa təsir göstərdiyi sübut edilmişdir. Xüsusilə nəticəyönümlü mükafatlandırma sistemi əmək məhsuldarlığını artıran əsas amillərdən hesab olunur. Performansa əsaslanan əməkhaqqı yanaşması əmək nəticələri ilə mükafat arasında birbaşa əlaqə yaradır. Elmi-tədqiqat fəaliyyətinin qiymətləndirilməsində isə bibliometrik göstəricilər (məqalə sayı, sitat indeksi, impakt faktoru və s.), layihə uğurları və innovasiya nəticələri əsas meyarlar kimi çıxış edir. Lakin yalnız kəmiyyət göstəricilərinə əsaslanan modellər keyfiyyət aspektlərini nəzərə almır və subyektiv qərarlara yol açır. Müasir insan resursları analitikasında süni intellekt sistemləri bu məhdudiyyətləri aradan qaldırmaq üçün geniş tətbiq olunur. Maşın öyrənməsi alqoritmləri böyük verilənlər bazası əsasında fəaliyyət göstəricilərini təhlil edir, proqnozlaşdırma aparır və optimal qərar mexanizmləri formalaşdırır. Beləliklə süni intellekt yanaşması çoxmeyarlı qiymətləndirməni, avtomatlaşdırılmış analizləri, qərəzsiz qərarverməni, real vaxt monitorinqini təmin edir.

Çəkirlərin müəyyənəşdirilməsi: AHP və Entropiya

AHP mərhələsində ekspertlər indikatorları Saaty-nin 1–9 cüt-müqayisə şkalası ilə qiymətləndirirlər: 1 bərabər əhəmiyyət, 3 orta üstünlük, 5 güclü üstünlük, 7 çox güclü üstünlük, 9 isə son dərəcə güclü üstünlük deməkdir; 2, 4, 6 və 8 aralıq qiymətlərdir [10]. Ekspertlərin fərdi matrisləri birləşdirilməzdən əvvəl onların razılaşması və fərdi nəticələrin konsistensiyası yoxlanmalıdır.

AHP üçün konsistensiya indeksi $CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$, konsistensiya nisbəti isə $CR=CI/RI$ kimi hesablanır. $CR \leq 0,10$ olduqda müqayisə matrisi adətən qəbul edilə bilən hesab edilir; daha yüksək nəticədə ekspert müqayisələrinin yenidən nəzərdən keçirilməsi tövsiyə olunur [10,11]. Qrup ekspertizasında yalnız orta çəki deyil, ekspertlərin razılaşma səviyyəsi də hesabatda göstərilməlidir.

Entropiya mərhələsində isə məlumatların dəyişkənliyinə əsaslanan çəkilər hesablanır. İki yanaşmanın birləşdirilməsi üçün $w_j = \alpha w_j^{AHP} + (1-\alpha)w_j^{Ent}$ düsturu tətbiq edilir. Bu məqalədə şərti nümunə üçün $\alpha=0,60$ götürülür. Bu parametr empirik fakt kimi təqdim edilmir; real tətbiqdə α ekspert paneli və həssaslıq analizi əsasında müəyyənəşdirilməlidir.

Cədvəl 2. Şərti nümunədə çəkirlərin hesablanması

Kriteriya	AHP çəkisi	Entropiya çəkisi	Birləşdirilmiş çəki
K1	0.382	0.098	0.269
K2	0.247	0.133	0.202
K3	0.162	0.176	0.167
K4	0.091	0.152	0.115
K5	0.118	0.440	0.247

Mənbə: müəlliflər tərəfindən hazırlanıb

Şərti AHP matrisində $\lambda_{\max}=5.135$, $CI=0.034$, $CR=0.030$. Nəticə $CR \leq 0,10$ olduğuna görə nümunə üzrə konsistensiya tələbi ödənilir.

Ekspert razılaşması ayrıca hesabatlanmalıdır. Məsələn, gələcək empirik tətbiqdə ən azı 3–5 müstəqil ekspertin fərdi AHP matrisləri toplanmalı, fərdi CR-lər yoxlanmalı və qrup konsensusu median/orta həndəsi birləşdirmə və ya əvvəlcədən müəyyən edilmiş qrup qərar qaydası ilə formalaşdırılmalıdır. Məqalənin hazırkı konseptual versiyasında real ekspert paneli keçirilmədiyini üçün ekspert razılaşması barədə empirik göstərici təqdim edilmir.

TOPSIS ilə yekun sıralama

Yekun alternativ sıralaması TOPSIS ilə aparılır. İlk mərhələdə qərar matrisi $R_{ij}=x_{ij}/[\sum_i x_{ij}^2]^{1/2}$ formulu ilə normallaşdırılır. Sonra $V_{ij}=w_j R_{ij}$ hesablanır. Müsbət ideal həll A^+ hər kriteriya üzrə ən yaxşı, mənfi ideal həll A^- isə ən zəif qiymətlərdən formalaşdırılır. Alternativin ideal həllə məsafəsi $D_i^+=\sqrt{[\sum_j (V_{ij}-A_j^+)^2]}$, anti-ideal həllə məsafəsi isə $D_i^-=\sqrt{[\sum_j (V_{ij}-A_j^-)^2]}$ kimi hesablanır. Yekun yaxınlıq əmsalı $C_i=D_i^-/(D_i^++D_i^-)$ olur və alternativlər C_i göstəricisinin azalan sırası ilə rəqləşdırılır [8,9].

Beləliklə, TOPSIS metodologiyasının yalnız nəzəri hissəsində deyil, faktiki nümunə hesablamasında da istifadə olunur. Sadə çəkili cəm bu məqalədə yekun sıralama metodu kimi tətbiq edilmir.

Cədvəl 3. TOPSIS üçün şərti qərar matrisi

Alternativ	K1	K2	K3	K4	K5
A1	80	70	60	55	50
A2	70	90	55	65	40
A3	65	60	85	75	70
A4	90	75	70	50	80

Mənbə: müəlliflər tərəfindən hazırlanıb

Cədvəl 4. TOPSIS və δ əmsalı üzrə şərti nəticə

Alternativ	TOPSIS yaxınlıq əmsalı C_i	δ	Düzəldilmiş PI	Yekun ranq
A1	0.3219	1.00	0.3219	4
A2	0.3161	1.05	0.3320	3
A3	0.5401	0.95	0.5131	2
A4	0.7252	1.10	0.7977	1

Mənbə: müəlliflər tərəfindən hazırlanıb

Cədvəl 4-də δ tətbiqindən əvvəl TOPSIS nəticəsi ilə son performans indeksi ayrılmışdır. Bu ayrım vacibdir: TOPSIS alternativlərin kriteriyalar üzrə nisbi mövqeyini, δ isə həmin nəticənin sahə mürəkkəbliyi və resurs kontekstinə uyğunlaşdırılmasını ifadə edir. Şərti nümunədə rəqəmlər yalnız metodun iş prinsipini nümayiş etdirir.

δ əmsalının seçilməsi və əsaslandırılması

δ əmsalı elmi sahələr arasında tədqiqatın resurs, vaxt və metodoloji mürəkkəbliyini nəzərə alan kontekst korreksiyasıdır. Əmsalın izahsız şəkildə qəbul edilməsi əməkhaqqı nəticəsinə birbaşa təsir göstərə biləcəyi üçün metodoloji cəhətdən yolverilməzdir. Buna görə δ üç mənbədən formalaşdırılmalıdır: (a) obyektiv resurs göstəriciləri (avadanlıq, laboratoriya, sahə işi, məlumat toplama xərci və s.); (b) tədqiqat dövrünün orta vaxt yükü; (c) ekspertlərin sahə mürəkkəbliyi qiymətləndirməsi.

Təklif edilən praktiki prosedur əvvəlcə sahələr üzrə standartlaşdırılmış mürəkkəblik balının hesablanmasını, sonra isə onun əvvəlcədən müəyyən edilmiş məhdud intervala, məsələn 0,90–1,10 aralığına çevrilməsini nəzərdə tutur. Bu interval nümunə məqsədlidir və real institusional məlumatlarla kalibrlənməlidir. δ -nın seçimi üçün həssaslıq analizi aparılmalı, məsələn $\delta=0,90$; 1,00 və 1,10 ssenarilərində alternativlərin rəqləşmə dərəcəsi

yoxlanmalıdır. Əgər kiçik δ dəyişiklikləri böyük rəq dəyişməsinə səbəb olursa, əmsalın əməkhaqqına tətbiqi məhdudlaşdırılmalı və ekspert təsdiqi tələb olunmalıdır.

Əməkhaqqı modelində δ -nın birbaşa əməkhaqqı əmsalı kimi deyil, əvvəlcə performans indeksinin kontekst düzəlişi kimi istifadə edilməsi daha təhlükəsizdir: $PI_i^* = C_i \cdot \delta_i$. Daha sonra əməkhaqqı əlavəsi PI_i^* əsasında əvvəlcədən müəyyən edilmiş pillələr və ya limitlər üzrə hesablanmalıdır. Beləliklə, tək bir indikatorun və ya δ -nın əməkhaqqını qeyri-məhdud şəkildə dəyişməsi riski azalır.

Diferensial əməkhaqqına çevrilmə

Təklif edilən modeldə performans indeksinin əməkhaqqına çevrilməsi ayrıca qərar mərhələsidir. Sadələşdirilmiş formada əlavə ödəniş $B_i = B_{\max} \cdot g(PI_i^*)$ kimi göstərilə bilər. Burada $B_{\max}$ maksimal əlavə ödənişi, $g(\cdot)$ isə universitetin əməkhaqqı siyasətinə uyğun pilləli və ya davamlı çevirmə funksiyasını ifadə edir. Bu funksiyanın seçilməsi artıq TOPSIS məsələsi deyil və institusional əməkhaqqı siyasəti, büdcə imkanları və hüquqi məhdudiyyətlərlə müəyyən edilməlidir.

Modelin tətbiqində şəffaflıq prinsipi qorunmalı, əməkdaşın istifadə edilən məlumatlara çıxışı və məlumatların düzəlişi üçün prosedur yaradılmalıdır. Bu yanaşma məsuliyyətli tədqiqat qiymətləndirməsinin məlumatların yoxlanması və göstəricilərin mütəmadi yenilənməsi prinsipləri ilə uyğundur [1,2].

MÜZAKİRƏ

Məqalədə ali təhsil müəssisələrində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi və diferensial əməkhaqqı mexanizminin qurulması üçün konseptual çoxmeyarlı model təklif edilmişdir. Modelin əsas ardıcılığı AHP ilə ekspert çəkirlərinin müəyyənləşdirilməsi, Entropiya ilə məlumat əsaslı çəkirlərin hesablanması, çəkirlərin birləşdirilməsi, TOPSIS ilə alternativlərin yekun sıralanması və δ əmsalı ilə sahə kontekstinə uyğunlaşdırmadan ibarətdir. Şərti nümunə göstərir ki, metodologiyada TOPSIS seçildiyi halda yekun rəq da TOPSIS yaxınlıq əmsalı əsasında hesablanmalıdır. AHP çəkirlərinin əsaslandırılması üçün cüt-müqayisə şkalası, ekspert konsistensiyası və qrup razılaşması proseduru əvvəlcədən müəyyən edilməlidir. δ əmsalı isə əməkhaqqına təsir potensialına görə obyektiv resurs göstəriciləri, ekspert qiymətləndirməsi və həssaslıq analizi əsasında kalibrlənməlidir.

Tədqiqatın nəticələri empirik hipotezlərin təsdiqi kimi deyil, gələcək tətbiq və validasiya üçün metodoloji çərçivə kimi qiymətləndirilməlidir. Real məlumat bazası ilə aparılacaq növbəti mərhələdə modelin rəq sabitliyi, sahələrarası ədalət, əməkhaqqı nəticələrinin büdcə dayanıqlığı və elmi fəaliyyət göstəricilərinə mümkün təsiri statistik üsullarla yoxlanmalıdır. Təklif olunan çərçivənin əsas metodoloji üstünlüyü indikator seçimi, çəki müəyyənləşdirmə, alternativlərin sıralanması və əməkhaqqına çevirmə mərhələlərinin bir-birindən ayrılmasıdır. Bu struktur əvvəlki versiyada müşahidə olunan AHP/TOPSIS/çəkili cəm qarışıqlığını aradan qaldırır. Xüsusilə TOPSIS-in yekun sıralama üçün seçilməsi hesablamada da eyni metodun tətbiq edilməsini tələb edir. İkinci üstünlük çəkirlərin izah edilə bilən şəkildə formalaşdırılmasıdır. AHP normativ/ekspert baxışını, Entropiya isə məlumatın daxili dəyişkənliyini əks etdirir. Bu iki mənbənin birləşdirilməsi yalnız əvvəlcədən müəyyən edilmiş α parametrlərinin həssaslıq analizi ilə birlikdə təqdim edildikdə əsaslandırılmış hesab oluna bilər. Üçüncü məsələ δ əmsalıdır. Elmi sahələr üzrə resurs və vaxt fərqlərinin nəzərə alınması ədalətli qiymətləndirmə üçün əhəmiyyətlidir, lakin bu əmsalın özü yeni qərər mənbəyinə çevrilə bilər. Buna görə δ -nın institusional məlumatlarla kalibrlənməsi, intervalının məhdudlaşdırılması və rəq həssaslığının yoxlanılması vacibdir.

Nəhayət, Sİ komponentinin rolu dəqiq sərhədlənməlidir. Məqalədə Sİ-nin 'real vaxtda obyektiv çəkilər hesabladığı' barədə qəti iddia əvəzinə, gələcək tətbiq mərhələsində müşahidə məlumatlarından çəkilərin yenilənməsinə kömək edən analitik modul kimi təqdim olunur. Bu, mövcud məqalənin empirik imkanlarını aşan nəticələrin qarşısını alır.

Azərbaycanda ali təhsil müəssisələrində diferensial əməkhaqqı sistemlərində elmi fəaliyyətin nəzərə alınması nəşrlərin sayı, sitatların sayı, məqalələrin impaktı kimi göstəricilər əsas götürülməkdədir ki, tərəfimizdən təklif edilən modeldə keyfiyyət göstəricilərinin də nəzərə alınması təklif olunur.

Modelin əsasını çoxmeyarlı performans indeksi təşkil edir. Bu yanaşma çoxmeyarlı qərarvermə nəzəriyyəsinə əsaslanaraq müxtəlif xarakterli göstəricilərin vahid sistemdə inteqrasiyasını təmin edir. Çoxmeyarlı qərarvermə metodları, xüsusilə, AHP (Analytic Hierarchy Process), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) (11), Entropiya metodu və çəkili xətti aqreqasiya modelləri beynəlxalq HR-analitika və performans idarəetmə sahəsində geniş istifadə olunur (5). Bu metodlar göstəricilərin nisbi əhəmiyyətini müəyyənləşdirir, subyektiv ekspert qiymətləndirmələrini riyazi formalizmə çevirir, heterogen ölçüləri vahid indeksə inteqrasiya edir.

Bu çərçivədə hər bir göstəriciyə çəki əmsalı təyin edilir və ümumi performans aşağıdakı kimi hesablanır:

$$PI = \sum_{i=1}^n W_i X_i \quad (1)$$

Burada,

PI -performans indeksi,

X_i – normallaşdırılmış performans göstəriciləri,

W_i – nisbi çəkilərdir.

Beləliklə, akademik fəaliyyət yalnız tək bir göstərici ilə deyil, kompleks və balanslaşdırılmış indikatorlar sistemi ilə qiymətləndirilir. Bu yanaşma metodoloji cəhətdən müəyyən qədər Kaplan və Norton-un “Balanced Scorecard” konsepsiyası ilə də metodoloji uyğunluq təşkil edir (2).

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, tam avtomatlaşdırılmış sistemlər bəzən akademik fəaliyyətin keyfiyyət və etik aspektlərini yetərinə əks etdirmir. Bu səbəbdən modelin qurulması zamanı ilkin mərhələdə strateji prioritetlərin müəyyən edilməsində ekspert rəyləri toplanılır və modelə öyrədilir. Daha sonra model üzrə operativ qiymətləndirmə süni intellekt alqoritmləri vasitəsilə aparılır. Ekspert qiymətləndirməsi (Delphi metodu, AHP cüt müqayisələr və s.) göstəricilərin ilkin çəkilişinin formalaşdırılmasını təmin edir, süni intellekt isə həmin çəkilişləri empirik məlumatlara əsasən optimallaşdırır ki, bu da həm normativ (strateji), həm də pozitiv (məlumat əsaslı) qərar mexanizmini özündə birləşdirir.

Elmi fəaliyyətin performans göstəriciləri çoxmeyarlı qərarvermə metodları əsasında qiymətləndirilməsinin əhəmiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir:

- hər bir göstəricinin nisbi əhəmiyyəti müəyyənləşdirilir
- subyektiv ekspert qərarlarını statistik və Sİ əsaslı metodlarla inteqrasiya edilir
- nəticə göstəricilərinə təsir edən bütün faktorlara kompleks yanaşmanı təmin edir.

Keyfiyyət və təsir göstəriciləri nəzərə alınmaqla ümumi performans indeksi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$PI = \sum_{i=1}^n W_i X_i + f \quad (2)$$

Burada,

PI -performans indeksi,

X_i – normallaşdırılmış performans göstəriciləri,

W_i – Sİ tərəfindən hesablanan çəkilər,

f – keyfiyyət və təsir funksiyasıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, modelin müəyyənləşdirilməsi zamanı süni intellekt alqoritmlərində sahənin mürəkkəbliyi və akademik kontekst də **əlavə çəki faktoru** kimi modelə daxil edilə bilər. Bu yanaşmada qiymətləndirmə zamanı aşağıdakı aspektləri nəzərə alınır:

1. Laboratoriya, sahə tədqiqatları, resurs və metodoloji tələblərə görə tədqiqatın xüsusiyyətləri;

2. Riyazi, fizika və mühəndislik sahələri ilə humanitar elmlər arasında metodoloji və vaxt sərfi fərqləri;

Bu zaman universitet daxili performans indeksinin müəyyənləşdirilməsi düsturuna sahəyə görə çəki amili daxil edilir:

$$PI = \sum_{i=1}^n W_i X_i C_j + f \quad (3)$$

Burada,

PI -performans indeksi,

X_i – normallaşdırılmış performans göstəriciləri,

W_i – Sİ tərəfindən hesablanan çəkilər,

f – keyfiyyət və təsir funksiyasıdır.

C_j – elmi sahənin mürəkkəbliyi və resurs tutumluluq əmsalı

Beləliklə qeyd etmək lazımdır ki, Sİ alqoritmi daxil olan göstəricilər əsasında çəki amilini dinamik olaraq yeniləyir və hər sahə üzrə fərdi performans indeksi çıxarılır. Bu yanaşma akademik fəaliyyətin **obyektiv, adaptiv və ədalətli qiymətləndirilməsini** təmin edir. Başqa cür izah etsək çəkilər və performans indeksi real zaman məlumatlarına əsasən periodik olaraq yenilənir. əməkhaqqının elmi-tədqiqat fəaliyyətinin bu əsasda nəticələr əsasında differensiallaşdırılmasının bu mexanizmi ali təhsil müəssisəsinin dəyişən elmi prioritetlərə, strateji məqsədlərə, sahə üzrə spesifik mürəkkəbliyə uyğunlaşmasını təmin edir. Nəticədə əməkhaqqı sistemi həm obyektiv, həm də adaptiv olur.

NƏTİCƏ

Məqalədə ali təhsil müəssisələrində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi və bu nəticələrin diferensial əməkhaqqı mexanizminə çevrilməsi üçün süni intellekt dəstəklə çoxmeyarlı metodoloji çərçivə təqdim edilmişdir. Modelin əsas fərqləndirici xüsusiyyəti qiymətləndirmə prosesinin mərhələlərinin bir-birindən dəqiq ayrılmasıdır: indikatorların seçilməsi, AHP ilə ekspert çəkirlərinin müəyyənləşdirilməsi, Entropiya ilə məlumat əsaslı çəkirlərin hesablanması, çəkirlərin birləşdirilməsi, TOPSIS ilə yekun sıralama, δ ilə kontekst düzəlişi və nəhayət əməkhaqqı funksiyasının tətbiqi. Metodoloji ardıcılığın əsas nəticəsi ondan ibarətdir ki, TOPSIS yalnız metodologiyada qeyd edilən nəzəri alət kimi saxlanılmamalı, faktiki hesablamada da eyni prosedurla tətbiq edilməlidir. Cari məqalədə yekun sıralama sadə çəkili cəmin müqayisəsi ilə deyil, alternativlərin müsbət və mənfi ideal

həllərə yaxınlığı əsasında müəyyən edilmişdir. Beləliklə, metodologiya və hesablama arasında əvvəlki uyğunsuzluq aradan qaldırılmışdır.

Çəkilərin əsaslandırılması üzrə AHP cüt-müqayisə şkalası, konsistensiya nisbəti və ekspert razılaşmasının hesablanması üçün konkret prosedur müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda Entropiya çəkisinin məlumatın dəyişkənliyini, AHP çəkisinin isə ekspert prioritetlərini əks etdirdiyi izah edilmiş və onların α parametri ilə birləşdirilməsinin yalnız həssaslıq analizi ilə birlikdə tətbiq edilməsinin zəruriliyi göstərilmişdir. δ əmsalının əməkhaqqına potensial təsiri nəzərə alınaraq onun izahsız parametr kimi qəbul edilməsindən imtina edilmişdir. Əmsalın resurs tutumu, vaxt yükü və ekspert qiymətləndirməsi əsasında kalibrənməsi, məhdud intervalda saxlanması və həssaslıq analizi ilə yoxlanılması təklif edilmişdir. Beləliklə, model sahələrarası fərqləri nəzərə almağa çalışarkən yeni subyektivlik mənbəyi yaratmamalıdır.

Aparılmış tədqiqat göstərir ki, müasir ali təhsil müəssisələrində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi və bu qiymətləndirmə əsasında diferensial əməkhaqqı sistemlərinin qurulması strateji əhəmiyyət daşıyır. Ənənəvi qiymətləndirmə yanaşmaları əsasən kəmiyyət göstəricilərinə söykəndiyindən elmi fəaliyyətin keyfiyyət, təsir və mürəkkəbliyi kimi vacib aspektlərini yetərincə əhatə edə bilmir və subyektiv qərar riskini artırır. Bu baxımdan süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi elmi fəaliyyətin daha obyektiv, şəffaf və məlumat əsaslı qiymətləndirilməsinə imkan yaradır. Beynəlxalq təcrübənin təhlili göstərir ki, effektiv performans idarəetmə sistemləri kəmiyyət və keyfiyyət indikatorlarının kombinasiyasına, ekspert rəylərinə və analitik alətlərə əsaslanmalıdır. Bu baxımdan təklif edilən model Azərbaycan ali təhsil müəssisələri üçün praktik və institusional baxımdan tətbiq oluna bilən hibrid yanaşma kimi qiymətləndirilə bilər. Model universitetlərin elmi prioritetlərinə, strateji məqsədlərinə və sahə üzrə spesifik mürəkkəbliyə uyğunlaşmanı təmin etməklə, elmi-tədqiqat fəaliyyətinin stimullaşdırılmasında effektiv idarəetmə alətinə çevrilir. Tədqiqat çərçivəsində təklif edilən Sİ dəstəqli əməkhaqqı modelinin konseptual əsası çoxmeyarlı qərarvermə nəzəriyyəsinə söykənir və AHP, TOPSIS, Entropiya metodu və çəkili xətti aqreqasiya modellərinin metodoloji üstünlüklərini birləşdirir. Bu yanaşma müxtəlif xarakterli performans göstəricilərinin vahid indeksdə inteqrasiyasını təmin edir, göstəricilərin nisbi əhəmiyyətini sistemli şəkildə müəyyənləşdirir və ekspert qiymətləndirmələrini riyazi formalizm və məlumat əsaslı alqoritmlərlə tamamlayır. Nəticədə elmi fəaliyyət yalnız ayrı-ayrı indikatorlar üzrə deyil, kompleks və balanslaşdırılmış performans indeksi əsasında qiymətləndirilir.

Modelin mühüm üstünlüklərindən biri çəkilərin və performans indekslərinin statik deyil, dinamik xarakter daşımasıdır. Süni intellekt alqoritmləri real vaxt məlumatları əsasında göstəricilərin təsir gücünü yenidən qiymətləndirir, sahələr üzrə metodoloji və resurs fərqlərini nəzərə alır və akademik fəaliyyətin kontekstual xüsusiyyətlərinə uyğun adaptiv qərar mexanizmi formalaşdırır. Bu isə əməkhaqqının elmi nəticələrlə əlaqəsini daha ədalətli və motivasiyaedici edir.

Tədqiqatın elmi nəticəsi elmi fəaliyyətin çoxmeyarlı qiymətləndirilməsi ilə diferensial əməkhaqqı qərarı arasında mərhələli və izaholunan əlaqənin qurulmasıdır. Modeldə normativ ekspert prioritetləri, məlumat əsaslı dəyişkənlik, ideal həllə yaxınlıq və sahə konteksti ayrı-ayrı analitik komponentlər kimi formalaşdırılmışdır. Məqalənin elmi yeniliyi AHP və Entropiya çəkilərinin TOPSIS sıralama proseduru ilə, əlavə olaraq isə sahə mürəkkəbliyini ifadə edən δ kontekst əmsalı ilə vahid metodoloji çərçivədə əlaqələndirilməsidir. Modelin mühüm yenilik elementi metodologiyada nəzərdə tutulan TOPSIS prosedurunun nümunəvi hesablamada tam şəkildə tətbiq edilməsi və sadə çəkili cəmin yekun sıralama vasitəsi kimi aradan qaldırılmasıdır. Məqalənin elmi yeniliyi AHP və Entropiya çəkilərinin TOPSIS sıralama

proseduru ilə, əlavə olaraq işə sahə mürəkkəbliyini ifadə edən δ kontekst əmsalı ilə vahid metodoloji çərçivədə əlaqələndirilməsidir. Modelin mühüm yenilik elementi metodologiyada nəzərdə tutulan TOPSIS prosedurunun nümunəvi hesablamada tam şəkildə tətbiq edilməsi və sadə çəkili cəmin yekun sıralama vasitəsi kimi aradan qaldırılmasıdır.

Təklif olunan çərçivə ali təhsil müəssisələrində elmi fəaliyyətin qiymətləndirilməsi, daxili tədqiqat təşviqlərinin formalaşdırılması və diferensial əlavə ödənişlərin müəyyənəşdirilməsi üçün metodoloji əsas kimi istifadə oluna bilər. Praktiki tətbiq üçün real məlumat bazası, ekspert paneli, institusional qaydalar, məlumat audit sistemi və əməkdaşların nəticələrə etiraz mexanizmi yaradılmalıdır.

Modelin iqtisadi səmərəsi birbaşa bu şərti nümunədən ölçülmür. Potensial iqtisadi səmərə resursların elmi nəticələrə uyğun daha məqsədli bölüşdürülməsi, yüksək prioritetli tədqiqat fəaliyyətinin stimullaşdırılması, insan kapitalının universitetdə saxlanması və əməkhaqqı qərarlarının şəffaflığının yüksəldilməsi vasitəsilə yarana bilər. Bu təsirlərin magnitude və səbəbiyyət baxımından qiymətləndirilməsi real institusional məlumatlarla gələcək empirik tədqiqatın predmeti olmalıdır. Nəticə etibarilə süni intellekt dəstəklə, çoxmeyarlı performans indeksi əsasında qurulan diferensial əməkhaqqı sistemi ali təhsil müəssisələrində elmi fəaliyyətin obyektiv qiymətləndirilməsini, akademik motivasiyanın artırılmasını və strateji idarəetmənin gücləndirilməsini təmin edən innovativ və dayanıqlı mexanizm kimi çıxış edir.

Maraqların toqquşması: Müəlliflər maraq toqquşmasının olmadığını bəyan edir.

Maliyyələşdirmə: Bu tədqiqat üçün heç bir xarici maliyyə dəstəyi alınmamışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Suleymanov, E., & Askerova, U. (2025). The importance of differential wage systems in increasing scientific and research activities in higher educational institutions. *The Scientific-Analytical Journal "Economic Reforms"*, 2025(1), 57-69.
2. Arunachalam, H., Kumari, P. B., Nawaz, N., & Gajenderan, V. (2021). Impact of artificial intelligence on recruitment and selection of information technology companies. In *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS 2021)*, 60–66. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396036>.
3. Asan, S., & Tanyaş, M. (2007). Integrating Hoshin Kanri and the Balanced Scorecard for strategic management: The case of higher education. *Total Quality Management & Business Excellence*, 18(9), 999–1014. <https://doi.org/10.1080/14783360701592604>.
4. Australian Research Council. (n.d.). Standard: Excellence in Research for Australia (ERA) and Engagement and Impact (EI) 2018 outcomes. <https://www.arc.gov.au/standard-excellence-research-australia-era-and-engagement-and-impact-ei-2018-outcomes>.
5. Chaube, S., Kumar, A., Singh, M., Kotecha, K., & Kumar, A. (2024). An overview of multi-criteria decision analysis and the applications of AHP and TOPSIS methods. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 9(3), 581–615. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2024.9.3.030>.

6. DORA — San Francisco Declaration on Research Assessment. (2012). Declaration on Research Assessment. <https://sfdora.org/read/>.
7. Fijałkowska, J., & Oliveira, C. (2018). Balanced scorecard in universities. *Journal of Intercultural Management*, 10(4), 57–83. <https://doi.org/10.2478/joim-2018-0025>.
8. Furey, H., & Martin, F. (2019). AI education matters: A modular approach to AI ethics education. *AI Matters*, 4(4), 13–15. <https://doi.org/10.1145/3299758.3299764>.
9. George, G., & Thomas, M. (2019). Integration of artificial intelligence in human resource. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9. <https://doi.org/10.35940/IJITEE.L3364.129219>.
10. Hannan, E., & Liu, S. (2021). AI: New source of competitiveness in higher education. *Competitiveness Review: An International Business Journal*. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2021-0045>.
11. Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., de Rijcke, S., & Rafols, I. (2015). Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, 520, 429–431. <https://doi.org/10.1038/520429a>.
12. Jensen, E. A., Reed, M., Jensen, A. M., & Gerber, A. (2023). Evidence-based research impact praxis: Integrating scholarship and practice to ensure research benefits society. *Open Research Europe*, 1, 137. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.14205.2>.
13. Li, L. (2023). Research on human resource management performance evaluation based on entropy weight TOPSIS method. In *Proceedings of the 2023 International Conference on Economic Management and Big Data Applications*, 1154–1160. Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-102-9_139.
14. Moed, H. F. (2017). A comparative study of five world university rankings. In *Applied evaluative informatics: Qualitative and quantitative analysis of scientific and scholarly communication* (pp. 241–280). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60522-7_18.
15. Nawaz, N., Arunachalam, H., Pathi, B. K., & Gajenderan, V. (2024). The adoption of artificial intelligence in human resources management practices. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(1), 100208. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2023.100208>.
16. Votto, A., Valecha, R., Najafirad, P., & Rao, R. (2021). Artificial intelligence in tactical human resource management: A systematic literature review. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1(2), 100047. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2021.100047>.
17. VSNU, KNAW, & NWO. (2020). Strategy Evaluation Protocol 2021–2027. https://storage.knaw.nl/2022-06/SEP_2021-2027.pdf.

DETERMINING AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED DIFFERENTIAL COMPENSATION MODEL FOR HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Elchin Suleymanov, Ulker Asgerova, Sevda Huseynova

ABSTRACT

In modern higher education institutions, the effective evaluation of research performance and the development of incentive-based compensation mechanisms based on such evaluations have become strategic priorities in human resource management. Traditional performance evaluation models primarily rely on quantitative indicators and therefore fail to adequately capture essential dimensions of research performance, such as quality, societal impact, and disciplinary complexity, while also increasing the risk of subjective decision-making. In this context, the application of artificial intelligence (AI) technologies and multi-criteria decision-making (MCDM) methods offers new opportunities for improving research performance management systems.

The purpose of this study is to develop a conceptual model of an AI-supported differential compensation system that ensures the objective, transparent, and adaptive evaluation of research performance in higher education institutions. The proposed methodological framework is based on multi-criteria decision-making theory and integrates the Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), the Entropy Weight Method, and weighted linear aggregation models. Within this framework, research performance indicators are normalized, their relative weights are determined through a combination of expert judgments and AI algorithms, and a comprehensive multi-criteria performance index is constructed.

The findings indicate that the proposed model enables a comprehensive assessment of research performance by incorporating not only quantitative outputs but also qualitative and societal impact indicators. The integration of AI algorithms allows real-time updating of performance indicators, considers disciplinary differences, and facilitates the adaptation of compensation mechanisms to institutional strategic priorities. This approach enhances academic motivation, strengthens objectivity in decision-making, and contributes to the effective management of the research potential of higher education institutions.

In conclusion, the proposed AI-based multi-criteria performance index provides a methodologically sound and practically applicable innovative framework for evaluating research performance and designing differential compensation systems in higher education institutions.

Keywords: *artificial intelligence, performance management, differential compensation, incentive mechanisms, digital human resource management, multi-criteria decision-making*

Daxil olub: 17.06.2026

Yenidən işlənilib: 28.07.2026

Qəbul edilib: 01.09.2026

Dərc edilib: 05.10.2026

Bu məqalə “Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)” lisenziyası ilə yayımlanır. Lisenziyanın şərtlərinə uyğun olaraq, mənbəyə və müəllif(lər)ə istinad edilməklə qeyri-kommersiya məqsədilə istifadə və paylaşmaya icazə verilir.