ELMİ TƏDQİQAT Oktyabr 2026, Cild: 6, Sayı: 10, s. 68–76
SCIENTIFIC RESEARCH October 2026, Volume: 6, Issue: 10, pp. 68–76
DOI: https://doi.org/10.36719/2789-6919/64/68-76

İnsan və süni intellekt əməkdaşlığı şəraitində riyazi təfəkkürün inkişaf etdirilməsi

Lalə Qocayeva

Xülasə. *Süni intellekt (Sİ) əsaslı generativ dil modellərinin riyaziyyat təhsilinə sürətlə daxil olması riyazi təfəkkürün — anlayışların mənimsənilməsi, məsələ həlli strategiyaları, məntiqi əsaslandırma və nəticənin yoxlanılması bacarıqlarının — necə formalaşacağı ilə bağlı yeni suallar yaradır. Bu məqalədə insan və süni intellekt əməkdaşlığı şəraitində riyazi təfəkkürün inkişaf etdirilməsinin praktik imkanları və riskləri 2021–2026-cı illər ərzində nəşr olunmuş elmi mənbələrin sistemli təhlili əsasında araşdırılır. Nəticələr göstərir ki, Sİ alətləri (ChatGPT-4, Gemini, Copilot və s.) alqoritmik və prosedur xarakterli riyazi tapşırıqlarda nisbətən yüksək dəqiqlik nümayiş etdirsə də, vizual məlumatların şərhi, mürəkkəb məntiqi əsaslandırma və mütənasib düşüncə tələb edən məsələlərdə mütəmadi səhvlərə yol verir. Bu səhvlər — natamam məlumat qiymətləndirilməsi, yanlış və ya natamam əsaslandırma, hesablama xətaları — bilavasitə şagird və tələbələrin özlərinin etdiyi tipik səhvlərlə üst-üstə düşür, bu da Sİ-nin "hazır cavab mənbəyi" kimi deyil, tənqidi təhlil obyekti kimi istifadəsinin pedaqoji əhəmiyyətini artırır. Digər tərəfdən, düzgün strukturlaşdırılmış Sİ-dəstəkli fərdiləşdirilmiş təlim mühitləri diaqnostik əks-əlaqə, addım-addım izahat və uyğunlaşdırılmış çətinlik səviyyəsi vasitəsilə riyazi məsələ həlli bacarıqlarının inkişafına müsbət təsir göstərir. Məqalədə əsas nəticə kimi göstərilir ki, riyazi təfəkkürün həqiqi inkişafı Sİ-nin istifadə tezliyindən deyil, onun "yoxlama" (verifikasiya) mədəniyyətinə inteqrasiya olunmasından asılıdır: təhsil prosesində Sİ-nin çıxardığı nəticələr deyil, onun əsaslandırma gedişi tənqidi təhlilin predmetinə çevrilməlidir. Məqalə riyaziyyat müəllimləri və tədris proqramlarının işlənib hazırlanması üçün praktik prinsiplər təklif edir.*

Açar sözlər: *süni intellekt, riyazi təfəkkür, insan-Sİ əməkdaşlığı, məsələ həlli, verifikasiya bacarığı*

Dövlət Universiteti, riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru. Gəncə, Azərbaycan
E-poçt: lalaqocayeva1@gmail.com
Daxil oldu: 6 May 2026; Qəbul edildi: 14 Avqust 2026; Onlayn dərc edildi: 30 Oktyabr 2026
© Müəllif(lər) 2026. Bu açıq girişli məqalə Creative Commons Attribution–NonCommercial 4.0 Beynəlxalq Lisenziyasının (CC BY-NC 4.0) şərtlərinə uyğun olaraq yayımlanmışdır.

Developing Mathematical Thinking in the Context of Humans and Artificial Intelligence

Lala Gojayeva

Abstract. *The rapid adoption of generative artificial intelligence (AI) in mathematics education raises new questions about how mathematical thinking — conceptual understanding, problem-solving strategies, logical reasoning, and solution verification — develops under conditions of human–AI collaboration. This article examines the practical opportunities and risks of developing mathematical thinking through human–AI collaboration, based on a systematic review of sources published between 2021 and 2026. The findings show that AI tools (ChatGPT-4, Gemini, Copilot, and others) achieve relatively high accuracy on algorithmic and procedural mathematical tasks, yet make recurring errors on tasks requiring the interpretation of visual data, complex logical reasoning, and proportional thinking. These errors — incomplete evaluation of data, incorrect or incomplete reasoning, and arithmetic mistakes — closely mirror the typical errors students themselves make, which strengthens the pedagogical value of using AI output as an object of critical analysis rather than as a ready-made source of answers. At the same time, well-structured AI-supported personalized learning environments positively affect the development of mathematical problem-solving skills through diagnostic feedback, step-by-step explanation, and adaptive difficulty. The article's central finding is that genuine development of mathematical thinking depends not on how often AI is used, but on whether its use is embedded in a culture of verification: in educational practice, it is the AI's reasoning process, not merely its output, that must become the object of critical scrutiny. The article proposes practical principles for mathematics teachers and curriculum design.*

Keywords: *artificial intelligence, mathematical thinking, human–AI collaboration, problem solving, verification skill*

Ganja State University, PhD in Mathematics. Ganja, Azerbaijan
E-mail: lalaqocayeva1@gmail.com
Received: 6 May 2026; Accepted: 14 August 2026; Published online: 30 October 2026
© The Author(s) 2026. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

1. Giriş

Riyazi təfəkkür — anlayışların mücərrədləşdirilməsi, məsələnin strukturunun tanınması, uyğun strategiyanın seçilməsi, məntiqi ardıcıllıqla əsaslandırma və əldə olunan nəticənin yoxlanılması bacarığı — riyaziyyat təhsilinin əsas məqsədlərindən biridir və sadəcə düzgün cavab əldə etməklə eyniləşdirilə bilməz. Son illər generativ süni intellekt (Sİ) alətlərinin — ChatGPT, Gemini, Copilot və digərlərinin — riyazi məsələlərin həllində geniş istifadəsi bu bacarığın necə formalaşacağı ilə bağlı yeni pedaqoji sual yaradır: Sİ ilə əməkdaşlıq şagird və tələbələrdə riyazi təfəkkürü gücləndirirmi, yoxsa əksinə, onların müstəqil əsaslandırma və yoxlama vərdişlərini zəiflədərək "hazır nəticədən" asılılıq formalaşdırırmı?

Mövzunun aktuallığı bir neçə amillə əlaqədardır. Birincisi, Sİ alətləri artıq riyazi məsələlərin həllində geniş yayılmış vasitəyə çevrilmiş, lakin onların dəqiqliyi sahədən-sahəyə əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir: bəzi araşdırmalar göstərir ki, bu alətlər cəbr və prosedur tapşırıqlarında yüksək uğur nümayiş etdirdiyi halda, mütənasib düşüncə, həndəsə və vizual məlumatın şərhini tələb edən məsələlərdə tez-tez səhvə yol verir (Memiş, 2025; Wei, 2024). İkincisi, bu səhvlərin xarakteri təsadüfi deyil — tədqiqatlar göstərir ki, Sİ alətləri şagirdlərin özlərinin etdiyi tipik konseptual səhvləri təkrarlayır, bu da onların pedaqoji istifadəsinə fərqli — tənqidi təhlil əsaslı — yanaşma tələb edir (Memiş, 2025). Üçüncüsü, düzgün dizayn edilmiş Sİ-dəstəkli fərdiləşdirilmiş təlim mühitlərinin riyazi məsələ həlli bacarıqlarına müsbət təsiri barədə artan sayda empirik sübut toplanmışdır (Eti et al., 2026).

Bu məqalənin məqsədi insan və süni intellekt əməkdaşlığı şəraitində riyazi təfəkkürün inkişaf etdirilməsinin praktik imkanlarını və məhdudiyyətlərini sistemli şəkildə təhlil etməkdir. Tədqiqatın əsas sualları aşağıdakılardır: (1) Sİ alətləri riyazi məsələ həllinin hansı komponentlərində (prosedur, konseptual, vizual-məkani, məntiqi əsaslandırma) daha etibarlı, hansılarında isə daha az etibarlıdır? (2) Sİ-nin buraxdığı səhvlərin xarakteri riyazi təfəkkürün inkişafı üçün hansı pedaqoji imkanlar yaradır? (3) Riyazi təfəkkürün həqiqi inkişafını təmin edən insan-Sİ əməkdaşlığı hansı prinsiplərə əsaslanmalıdır?

Məqalənin elmi yeniliyi ondan ibarətdir ki, Sİ alətlərinin riyazi dəqiqliyi barədə empirik məlumatlar (səhv növləri, sahələr üzrə performans fərqləri) riyazi təfəkkürün pedaqoji nəzəriyyəsi ilə birləşdirilərək, Sİ-nin "səhvlərinin" özünün tədris resursuna çevrilə biləcəyi konseptual çərçivə təklif olunur. Bu yanaşma Sİ-ni sadəcə həll vasitəsi kimi deyil, tələbənin öz riyazi mühakiməsini sınaqdan keçirdiyi "partnyor-obyekt" kimi nəzərdən keçirməyə imkan verir.

2. Metodlar

Tədqiqat metodologiyası sistemli ədəbiyyat icmalı formatında qurulmuşdur. Mənbələrin toplanması Frontiers in Education, Frontiers in Psychology, Frontiers in Computer Science, Journal of Pedagogical Research, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, Nature Human Behaviour kimi resenziyalı elmi jurnallarda, habelə arXiv ilkin nəşr platformasında dərc olunmuş mənbələr üzərində aparılmışdır.

Mənbələrin seçim meyarları aşağıdakılardır: (a) 2021–2026-cı illər arasında nəşr olunmuş olması, (b) süni intellekt alətlərinin riyazi məsələ həllində dəqiqliyini, riyaziyyat təhsilində istifadəsini və ya riyazi idraki proseslərə təsirini empirik və ya nəzəri şəkildə araşdırması, (c) resenziyalı jurnalda, yaxud elmi

ilkin nəşr (preprint) platformasında (arXiv) nəşr olunmuş, yüksək sitatlanma göstəricisinə malik tanınmış tədqiqat olması.

Seçilmiş mənbələr üç tematik istiqamət üzrə qruplaşdırılmışdır: (1) Sİ alətlərinin riyazi məsələ həllində dəqiqliyini və səhv tiplərini araşdıran empirik qiymətləndirmə tədqiqatları; (2) Sİ-dəstəkli fərdiləşdirilmiş təlimin riyazi problem həlli bacarıqlarına təsirini araşdıran pedaqoji tədqiqatlar; (3) insan-Sİ əməkdaşlığında etimad, nəzarət və koqnitiv tənbəllik mexanizmlərini araşdıran ümumi idraki-psixoloji çərçivələr. Tədqiqat ikinci dərəcəli mənbələrin konseptual sintezinə əsaslandığından, orijinal empirik ölçmə aparılmamışdır.

Axtarış zamanı istifadə edilən açar söz və ifadələr aşağıdakılardır: “artificial intelligence in mathematics education”, “AI and mathematical thinking”, “human–AI collaboration”, “ChatGPT mathematical problem solving”, “generative AI mathematics accuracy”. Axtarış 2026-cı ilin sentyabr ayında aparılmış, seçim meyarlarına uyğun gələn ədəbiyyat müəyyən edilərək təhlilə cəmi 12 mənbə daxil edilmişdir.

3. Nəticələr

3.1. Sİ alətlərinin riyazi məsələ həllində dəqiqliyi: sahələr üzrə fərqlər

Memişin (2025) 14 mütənasib düşüncə məsələsi üzərində apardığı müqayisəli qiymətləndirmə göstərmişdir ki, ChatGPT-4, Gemini və Copilot alətləri arasında dəqiqlik göstəriciləri əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir: ChatGPT-4 məsələlərin 71%-ni, Gemini 57%-ni, Copilot isə cəmi 50%-ni düzgün həll edə bilmişdir. Daha vacibi, səhvlərin təhlili üç əsas kateqoriyanı üzə çıxarmışdır: məlumatların natamam qiymətləndirilməsi (əsasən vizual, qrafik və ya sxematik tapşırıqlarda, səhvlərin 52%-i), natamam və ya yanlış məntiqi əsaslandırma (41%) və hesablama xətaları (6%). Xüsusilə diqqətəlayiqdir ki, bu səhvlərin əksəriyyəti additiv və multiplikativ münasibətlərin qarışdırılması kimi riyaziyyat təhsili ədəbiyyatında şagirdlərin tipik səhvi kimi tanınan modeli təkrarlayır.

Bu tapıntı digər tədqiqatlarla da təsdiqlənir. Wei-nin (2024) Milli Təhsil Nailiyyətləri Qiymətləndirilməsi (NAEP) məsələləri üzərində apardığı təhlil göstərmişdir ki, ChatGPT-4 və ChatGPT-4o modelləri cəbr sahəsində yüksək nəticə göstərdiyi halda, həndəsə və ölçmə sahəsində, xüsusilə məkani təsəvvür tələb edən tapşırıqlarda, əhəmiyyətli dərəcədə zəif performans nümayiş etdirir. Frieder və həmmüəlliflərin (2023) ChatGPT-nin universitet səviyyəli riyaziyyatdakı imkanlarını araşdıran tədqiqatı da bənzər nəticəyə gəlmişdir: modelin performansı orta tələbədən aşağı ola bilər, xüsusilə sübut qurma (proof generation) və yüksək keyfiyyətli hesablama nəticələrinin təqdim edilməsində.

Plevris və həmmüəlliflərin (2023) ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 və Google Bard-ı riyazi və məntiqi məsələlər üzərində sınaqdan keçirən müqayisəli tədqiqatı da modellər arasında əhəmiyyətli performans fərqlərini təsdiqləmişdir. Bundan əlavə, Schorcht və həmmüəlliflərinin (2024) tədqiqatı göstərir ki, Sİ-dəstəkli məsələ həllinin pedaqoji keyfiyyəti istifadə olunan sorğulaşdırma (prompt) texnikasından da əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır — yəni Sİ-nin dəqiqliyi təkcə modelin özündən deyil, istifadəçinin sualı necə formalaşdırmasından da çox asılıdır.

Bu nəticələr vahid bir qanunauyğunluğu göstərir: Sİ alətləri alqoritmik, prosedur xarakterli, aydın addımlarla həll oluna bilən tapşırıqlarda (məsələn, tənliklərin həlli, əməliyyatların yerinə yetirilməsi) nisbətən yüksək dəqiqlik nümayiş etdirir, halbuki konseptual anlama, çoxpilləli məntiqi əsaslandırma və vizual-məkani təsəvvür tələb edən tapşırıqlarda performans kəskin şəkildə aşağı düşür.

3.2. Sİ-nin səhvlərinin pedaqoji dəyəri: "hallüsinasiya" və inandırıcı yanlışlıq

Memişin (2025) tədqiqatında xüsusi vurğulanan məqamlardan biri Sİ modellərinin "hallüsinasiya effekti" adlanan fenomenidir — yəni yanlış məlumatın inandırıcı və ətraflı izahatla təqdim edilməsi. Bu, riyaziyyat təhsili üçün xüsusi risk yaradır, çünki ətraflı, addım-addım təqdim olunan səhv həll düzgün həlldən vizual olaraq az fərqlənə bilər və xüsusilə mövzunu yeni öyrənən şagirdlər tərəfindən tənqidsiz qəbul edilə bilər. Tədqiqatda qeyd olunur ki, Sİ alətləri nə qədər inkişaf edir və nəticədə istifadəçilərin onlara etimadı artırırsa, bu, tənqidsiz qəbul problemini daha da kəskinləşdirə bilər.

Bu müşahidə riyazi təfəkkürün əsas prinsiplərindən biri ilə birbaşa əlaqəlidir: riyaziyyatda nəticəyə çatmaq təkcə addım deyil, onun düzgünlüyünü "niyə doğrudur?" sualı ilə yoxlamaq (verifikasiya) bərabər əhəmiyyət daşıyır. Məhz bu səbəbdən Memiş (2025) qeyd edir ki, Sİ-nin çıxardığı nəticələrin yoxlanılması, alternativ üsullarla təsdiqlənməsi və yaradıcı şəkildə fərqli yanaşmaların sınanması riyazi təfəkkürün formalaşdırılmasında əvəzsiz addımlardır və bu addımlar Sİ tərəfindən əvəz oluna bilməz.

3.3. Sİ-dəstəkli fərdiləşdirilmiş təlimin müsbət təsiri

Yuxarıda göstərilən risklərə baxmayaraq, elmi ədəbiyyatda Sİ-dəstəkli fərdiləşdirilmiş təlimin riyazi problem həlli bacarıqlarına müsbət təsirini nümayiş etdirən tutarlı sübutlar da mövcuddur. Eti və həmmüəlliflərinin (2026) 20 tədqiqatı əhatə edən sistemli icmalı göstərir ki, Sİ əsaslı fərdiləşdirilmiş təlim ümumilikdə şagirdlərin konseptual anlamasını dərinləşdirir, tənqidi düşüncəsini gücləndirir və riyazi tapşırıqların həllində dəqiqlik və davamlılığı artırır — bu təsir xüsusilə adaptiv əks-əlaqə, fərdiləşdirilmiş tapşırıq ardıcıllığı və interaktiv təlim mühitləri ilə dəstəkləndikdə müşahidə olunur. Eyni zamanda icmal xəbərdarlıq edir ki, bəzi hallarda şagirdlər Sİ-nin təqdim etdiyi ipuclarına və dil dəstəyinə həddindən artıq etibar edərək müstəqil əsaslandırma imkanlarını azaldır.

Wardat və həmmüəlliflərin (2023) tədqiqatı ChatGPT-nin riyaziyyat tədrisində "inqilabi vasitə" kimi potensialını təhlil edərək, onun fərdiləşdirilmiş təlimat, adaptiv qiymətləndirmə və real vaxt əks-əlaqəsi vasitəsilə tələbələrin fərdi ehtiyaclarına uyğunlaşdırılmış öyrənmə təcrübəsi təqdim edə biləcəyini göstərir. AlMuhaysh (2026) tərəfindən aparılan kiçik miqyaslı eksperimental tədqiqat isə Sİ əsaslı tədris proqramının universitet tələbələrində "produktiv təfəkkür" bacarıqlarını — orijinallıq, çeviklik, nəticə çıxarma və interpretasiya kimi komponentləri əhatə edən — inkişaf etdirdiyini göstərmişdir, baxmayaraq ki, kiçik seçmə həcmi (9 nəfər) nəticələrin ümumiləşdirilməsini məhdudlaşdırır.

3.4. Etimad, nəzarət və koqnitiv tənbəllik riski

İnsan-Sİ əməkdaşlığının riyazi təfəkkürə təsirini başa düşmək üçün ümumi idraki-psixoloji çərçivələr də əhəmiyyətlidir. Gerlichin (2025) 666 iştirakçı üzərində apardığı geniş miqyaslı tədqiqat Sİ alətlərindən tez-tez istifadə ilə tənqidi düşüncə bacarıqları arasında mənfi korrelyasiya aşkar etmiş və bu əlaqədə koqnitiv tənbəlliyin — fərdlərin dərin analitik prosesi Sİ-yə həvalə etməsinin — vasitəçi rol oynadığını göstərmişdir. Bu tapıntı riyazi kontekstə də aid edilə bilər: əgər şagird hər çətin addımda Sİ-dən hazır həll tələb edirsə, öz məntiqi əsaslandırma "əzələsini" inkişaf etdirmək imkanını itirir.

Buçinca və həmmüəlliflərinin (2021) təqdim etdiyi "koqnitiv məcburetmə funksiyaları" konsepsiyası bu risklə mübarizədə praktik həll təklif edir: istifadəçini Sİ-nin cavabını görməzdən əvvəl öz həllini formalaşdırmağa məcbur edən struktur elementləri (məsələn, əvvəlcə şəxsi cavabı yazmaq, sonra Sİ ilə müqayisə etmək) Sİ-yə həddindən artıq etibarı əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilir. Bu prinsip riyaziyyat dərslərində Sİ-nin tətbiqi metodikasına birbaşa tətbiq oluna bilər: şagirdlər məsələni əvvəlcə müstəqil həll etməli, yalnız bundan sonra Sİ-nin həllini müqayisə vasitəsi kimi istifadə etməlidirlər.

Opesemowo və Adewuyinin (2024) riyaziyyat təhsilində Sİ üzrə sistemli icmalı bu balansın zəruriliyini vurğulayır: Sİ-nin həddindən artıq istifadəsi tələbələrin problem həlli bacarıqlarının və yaradıcılığının azalmasına səbəb ola bilər, çünki onlar öz həll üsullarını inkişaf etdirmək əvəzinə avtomatlaşdırılmış nəticələrdən asılı vəziyyətə düşə bilərlər. Bununla belə, icmal həmçinin qeyd edir ki, Sİ düzgün istifadə edildikdə təhsil bərabərsizliyinin azaldılmasında və 4-cü Sənaye İnqilabının tələblərinə uyğun bacarıqların formalaşdırılmasında mühüm rol oynaya bilər.

3.5. Vaccaro və həmmüəlliflərinin (2024) sistemli baxışı: sinerji şərtləri

Nature Human Behaviour jurnalında dərc olunmuş geniş miqyaslı meta-analiz (Vaccaro et al., 2024) insan-Sİ əməkdaşlığının nə zaman müsbət sinerji effekti verdiyini araşdırmışdır. Nəticələr göstərir ki, müsbət effekt avtomatik deyil — o, insanın kontekstual mühakiməsi ilə Sİ-nin hesablama gücünün düzgün bölüşdürüldüyü, aydın rol fərqləndirilməsinin olduğu hallarda baş verir. Bu prinsip riyazi təfəkkürün inkişafına birbaşa tətbiq oluna bilər: Sİ təkrarlanan hesablamaları, alternativ üsulların yoxlanılmasını və nümunələrin generasiyasını öz üzərinə götürdükdə, insan isə anlayışların mənasını, məsələnin strukturunu və nəticənin əsaslılığını qiymətləndirdikdə, əməkdaşlıq riyazi idrakı gücləndirici formaya çevrilir.

4. Müzakirə

Aparılan təhlil göstərir ki, insan və süni intellekt əməkdaşlığı şəraitində riyazi təfəkkürün inkişafı iki əks tendensiyanın gərginliyi üzərində baş verir. Bir tərəfdən, Sİ alətlərinin riyazi dəqiqliyi sahədən-sahəyə kəskin fərqlənir — prosedur tapşırıqlarda nisbətən etibarlı, konseptual, vizual və çoxpilləli məntiqi əsaslandırma tələb edən tapşırıqlarda isə etibarsızdır (Frieder et al., 2023; Memiş, 2025; Wei, 2024). Digər tərəfdən, Sİ-nin nəzarətsiz istifadəsi koqnitiv tənbəlliyə və müstəqil əsaslandırma bacarıqlarının zəifləməsinə səbəb ola bilər (Gerlich, 2025; Opesemowo & Adewuyi, 2024).

Bu gərginliyi həll edən əsas amil — məqalənin mərkəzi tezisi kimi — Sİ-nin nəticəsinin deyil, onun əsaslandırma prosesinin tənqidi təhlilinin təhsil praktikasına inteqrasiya edilməsidir. Memişin (2025) aşkar etdiyi səhv növləri (natamam vizual şərh, yanlış əsaslandırma, hesablama xətaları) sadəcə çatışmazlıq deyil, əvəzsiz pedaqoji material kimi istifadə oluna bilər: şagirdlərdən Sİ-nin həllini tənqidi təhlil etmək, səhvi tapmaq və izah etmək tələb olunduqda, bu proses onların öz riyazi mühakiməsini fəallaşdırır və metakoqnitiv nəzarət bacarıqlarını gücləndirir.

Bu nəticələr əsasında praktikada riyazi təfəkkürün inkişafını dəstəkləyən insan-Sİ əməkdaşlığı üçün aşağıdakı prinsiplər təklif oluna bilər.

Birincisi, "əvvəlcə özün, sonra müqayisə et" prinsipi tətbiq edilməlidir — şagird məsələni Sİ-yə müraciət etməzdən əvvəl müstəqil həll etməli, yalnız bundan sonra öz həllini Sİ-nin təklifi ilə müqayisə etməlidir (Buçinca et al., 2021 əsasında).

İkincisi, dərs prosesinə Sİ-nin həllərinin tənqidi təhlili — səhvin tapılması, mənbəyinin izah edilməsi və düzəldilməsi — üzrə xüsusi tapşırıqlar daxil edilməlidir; bu, verifikasiya mədəniyyətini gücləndirir (Memiş, 2025).

Üçüncüsü, Sİ-nin üstün olduğu sahələr (təkrarlanan hesablamalar, alternativ üsulların generasiyası, addım-addım izahat) ilə insanın üstün olduğu sahələr (konseptual anlama, məsələnin strukturunun tanınması, nəticənin əsaslılığının qiymətləndirilməsi) arasında aydın tapşırıq bölgüsü aparılmalıdır (Vaccaro et al., 2024).

Dördüncüsü, xüsusilə həndəsə və vizual-məkani təsəvvür tələb edən mövzularda Sİ-nin nəticələrinə əlavə ehtiyatla yanaşılmalı və müəllim nəzarəti gücləndirilməlidir, çünki bu sahələr Sİ üçün ən yüksək səhv riski daşıyan zonalardır (Wei, 2024).

Tədqiqatın müəyyən məhdudiyyətləri qeyd olunmalıdır. Birincisi, təhlil ikinci dərəcəli mənbələrin sintezinə əsaslandığından, Azərbaycan təhsil sistemində riyazi təfəkkürün Sİ ilə əməkdaşlıq şəraitində necə formalaşdığını araşdıran orijinal empirik tədqiqatların aparılması zəruridir. İkincisi, nəzərdən keçirilən tədqiqatların əksəriyyəti konkret Sİ modellərinin (ChatGPT-4, Gemini və s.) müəyyən versiyaları üzərində aparılmışdır; bu modellərin sürətli təkmilləşməsi səbəbindən dəqiqlik göstəriciləri tez dəyişə bilər və nəticələrin davamlı monitorinqi tələb olunur. Üçüncüsü, nəzərdən keçirilən empirik tədqiqatların bir hissəsi kiçik seçmə həcminə malikdir (məsələn, AlMuhaysh, 2026), bu da nəticələrin ümumiləşdirilməsini məhdudlaşdırır.

5. Nəticə

Yekun olaraq, tədqiqat göstərir ki, insan və süni intellekt əməkdaşlığı riyazi təfəkkürün inkişafına həm töhfə verə, həm də maneə ola bilər — nəticə birbaşa əməkdaşlığın pedaqoji cəhətdən necə strukturlaşdırıldığından asılıdır. Sİ-nin riyazi səhvləri zəiflik deyil, əksinə, şagird və tələbələrin öz tənqidi və verifikasiya bacarıqlarını inkişaf etdirməsi üçün resurs kimi nəzərdən keçirilməlidir. Bu baxımdan gələcək riyaziyyat təhsili strategiyaları Sİ-ni "cavab maşını" kimi deyil, düzgün pedaqoji çərçivədə istifadə edildikdə riyazi mühakimənin inkişafına xidmət edən "tənqidi təhlil partnyoru" kimi nəzərdən keçirməlidir.

Ədəbiyyat

AlMuhaysh, H. F. (2026). An exploratory pilot study of artificial intelligence-based instructional program for developing productive thinking skills among female King Faisal University students. *Frontiers in Psychology, 17*, Article 1812540. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1812540

Buçinca, Z., Malaya, M. B., & Gajos, K. Z. (2021). To trust or to think: Cognitive forcing functions can reduce overreliance on AI in AI-assisted decision-making. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 5*(CSCW1), Article 188. https://doi.org/10.1145/3449287

Eti, N., Mosia, M., & Egara, F. O. (2026). The role of AI-driven personalised learning in enhancing mathematics problem-solving skills: A systematic review. *Frontiers in Computer Science, 8*, Article 1813431. https://doi.org/10.3389/fcomp.2026.1813431

Frieder, S., Pinchetti, L., Chevalier, A., Griffiths, R.-R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P. C., & Berner, J. (2023). *Mathematical capabilities of ChatGPT (arXiv:2301.13867)*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13867

Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies, 15*(1), Article 6. https://doi.org/10.3390/soc15010006

Memiş, Y. (2025). Examining the potential and pitfalls of AI in problem solving. *Journal of Pedagogical Research, 9*(2), 177–190. https://doi.org/10.33902/JPR.202532099

Opesemowo, O. A. G., & Adewuyi, H. O. (2024). A systematic review of artificial intelligence in mathematics education: The emergence of 4IR. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(7), Article em2478. https://doi.org/10.29333/ejmste/14762

Plevris, V., Papazafeiropoulos, G., & Jiménez Rios, A. (2023). Chatbots put to the test in math and logic problems: A comparison and assessment of ChatGPT-3.5, ChatGPT-4, and Google Bard. *AI, 4*(4), 949–969. https://doi.org/10.3390/ai4040048

Schorcht, S., Buchholtz, N., & Baumanns, L. (2024). Prompt the problem – investigating the mathematics educational quality of AI-supported problem solving by comparing prompt techniques. *Frontiers in Education, 9*, Article 1386075. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1386075

Vaccaro, M., Almaatouq, A., & Malone, T. (2024). When combinations of humans and AI are useful: A systematic review and meta-analysis. *Nature Human Behaviour, 8*(12), 2293–2303. https://doi.org/10.1038/s41562-024-02024-1

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19*(7), Article em2286. https://doi.org/10.29333/ejmste/13272

Wei, X. (2024). Evaluating ChatGPT-4 and ChatGPT-4o: Performance insights from NAEP mathematics problem solving. *Frontiers in Education, 9*, Article 1452570. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1452570