

ӘОЖ 373.1

ҒТАМР 14.25.09

<https://doi.org/10.48371/PEDS.2026.80.1.041>

БАСТАУЫШ МЕКТЕПТЕГІ STEM ТЕХНОЛОГИЯСЫ: БИБЛИОМЕТРИЯЛЫҚ ШОЛУ (2004-2024 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫ)

*Ералиева А.Н.¹, Есназар А.Ж.²

*^{1,2}Ө. Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан

Аңдатпа. STEM технологиясы бастауыш мектеп оқушыларының креативті ойлауын, шығармашылық қабілетін және практикалық дағдыларын дамытуда маңызды рөл атқарады. Осыған байланысты, білім беру процесіне STEM технологиясын ерте жастан енгізу – болашақ ұрпақтың ғылым мен технологияға бейімділігін арттырудың тиімді құралы болып табылады.

Соңғы жылдары STEM технологиясына негізделген оқытуға ерекше көңіл бөлінуде. Осы зерттеуде бастауыш мектептегі STEM технологиясының ғылыми тұрғыдан дамуын көрсету мақсатында библиометриялық талдау жүргізілді. Зерттеу 2004-2024 жылдар аралығында Web of Science дерекқор базасында жарияланған «STEM in primary school» тақырыбындағы ғылыми еңбектерді қамтиды. Барлығы 4013 мақала зерттеліп, «STEM education», «STEM in primary school» және «STEM schools» кілт сөздері негізінде сұрыпталды. Библиометриялық талдау VOSviewer бағдарламасы арқылы жүзеге асырылып, келесі негізгі көрсеткіштер қарастырылды: жылдар бойынша жарияланымдардың динамикасы, елдер арасындағы ғылыми ынтымақтастық, авторлар мен ұйымдардың бірлескен еңбектері, авторлар арасындағы дәйексөз байланыстары және кілт сөздердің жиі кездесуі. VOSviewer көмегімен алынған мәліметтер ғылыми байланыстар мен серіктестік желілерін визуалды түрде көрсетуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері STEM технологиясы бойынша жарияланымдар санының, әсіресе 2020 жылдан бастап айтарлықтай артқанын көрсетті. АҚШ – жарияланым саны, дәйексөздер және белсенді авторлар бойынша көшбасшы ел ретінде танылды. Бұл зерттеу STEM технологиясы саласында болашақ зерттеулерге ғылыми бағыт береді. Атап айтқанда, пәнаралық ынтымақтастықты арттыру, мұғалімдердің осы саладағы кәсіби біліктілігін жетілдіру, халықаралық ғылыми байланыстарды нығайту және STEM технологиясының тиімділігін бағалауға арналған сенімді әдістемелік құралдарды әзірлеу – саланың өзекті басымдықтары ретінде көрсетіледі.

Тірек сөздер: STEM технологиясы, бастауыш мектеп, библиометриялық анализ, ғылыми ынтымақтастық, визуалды карта, VOSviewer, Web of Science, дерекқор

Кіріспе

Сонғы екі онжылдықта STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) технологиясы XXI ғасырда оқытудың инновациялық тәсілі ретінде кеңінен таралды. Бұл технологияның басты ерекшелігі – пәнаралық интеграция, ғылым, технология, инженерия, математиканы кіріктіре отырып оқыту. Пәндерді жеке-жеке емес, кіріктіріп оқыту білім алушыларға әртүрлі пәндер бойынша білімдерін нақты жағдайларда кездесетін шынайы мәселелерді шешу үшін байланыстыра қолдануға мүмкіндік береді [1,б.3-4]

STEM технологиясын бастауыш мектепке енгізу – білім алушылардың креативті ойлауын, шығармашылық қабілеттерін, мәселені шешу дағдыларын және топта жұмыс істей алу қабілетін қалыптастырудың стратегиялық қадамы. Ерте кезеңнен STEM ортасына ену тек пәндік білімді меңгеруге ғана емес, сонымен қатар тез өзгеретін технологиялық әлемге бейімделу үшін қажет пәнаралық құзыреттерді дамытуға ықпал етеді. Н.Schweingruber және т.б. авторлардың зерттеулері STEM технологиясының бастауыш мектеп білім алушылары арасында ғылым мен техникаға деген оң көзқарас қалыптастыруда тиімді екенін көрсетеді [2,б.1961].

Бастауыш мектеп жасы – білім алушының тұлғалық, когнитивтік және танымдық қабілеттері қарқынды дамиды кезең. Сондықтан, STEM технологиясы арқылы оқытуды ерте жастан енгізу болашақта ғылыми-техникалық әлеуеті жоғары ұрпақ қалыптастыруға және оқу әдеттерін жүйелі ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл білім алушылардың пәндер арасындағы байланысты көру, жүйелі ойлау және өзекті мәселелерді шеше білу дағдыларын жетілдіреді [3,б.361].

Дегенмен, дамушы елдерде STEM технологиясын бастауыш білім беру процесіне интеграциялау бірқатар қиындықтармен байланысты. Атап айтқанда, оқу-әдістемелік құралдардың жеткіліксіздігі мұғалімдердің қажетті дайындық деңгейінің төмендігі, дәстүрлі оқыту жүйесінен бас тартудың күрделілігі сияқты факторлар STEM технологиясын енгізу қарқынын бәсеңдетеді [4,б.313-314]. Сонымен қатар, әр елдің мәдени ерекшелігі, білім беру стратегиялары мен заңнамалық негіздері де бұл процеске тікелей әсер етеді.

STEM технологиясы негізінде оқыту әдістемелерін жетілдіру – зерттеушілер назарындағы өзекті бағыттарының бірі. Stohlmann және т.б. авторлардың еңбегінде IT, инжиниринг, технология және математика пәндерін интеграциялап оқытуда мұғалімнің кәсіби дайындығы мен қолдауының маңыздылығы атап өтілген [5,б.1]. Waddell екінші сынып білім алушыларында интеграцияланған STEM сабақтарының сыни ойлау қабілеттерін ықпалын зерттеген [6,б.11]. М.С. Дилдабаева және бірлескен авторлар өз еңбектерінде білім беру үрдісінде жаңа әрі жылдам өзгеріп жатқан технологияларды тиімді пайдалана алатын мұғалімдерді даярлаудың

қажеттілігін атап өткен [7,б.8]. Алайда қолда бар зерттеулердің көпшілігі әдістемелерді жекелеген пәндерге немесе шағын топтарға бейімдеумен шектелгендіктен, STEM интеграциясының толыққанды және кешенді үлгілері аз зерттелген. STEM технологиясы бойынша жарияланымдар саны айтарлықтай болғанымен, ғылыми әдебиеттерде бұл бағыттың бастауыш деңгейіндегі даму динамикасы толық сипатталмаған.

Осы олқылықты толтыру мақсатында бұл зерттеу Web of Science деректер базасы негізінде бастауыш мектептердегі STEM технологиясының даму динамикасын, негізгі бағыттарын және ықпалды зерттеулерін анықтауды көздейді. Атап айтқанда келесі зерттеу сұрақтары ұсынылды:

1. Бастауыш мектептегі STEM технологиясы бойынша ең көп үлес қосқан елдер, мекемелер және авторлар кімдер?
2. Бұл тақырып бойынша жыл сайынғы жарияланымдар мен дәйексөз келтіру желісі қандай?
3. STEM технологиясы бойынша ең көп мақала жариялаған дереккөздер қандай?
4. STEM технологиясындағы ғылыми трендтер мен кілт сөздердің қолданылуы?

STEM технологиясы бойынша зерттеулердің әдістемелік және мазмұндық эволюциясын талдауда библиометриялық тәсілдердің рөлі артып келеді. Бұл бағытта Emine Kahraman өз еңбегінде STEM технологиясы негізінде оқытудың заманауи үрдістерін жүйелі түрде бағалауға мүмкіндік береді [8,б.511]. Автор VOSviewer бағдарламасын пайдалана отырып, зерттеушілер арасындағы ғылыми ынтымақтастық, бірлескен дәйексөз келтіру және кілт сөздердің қатар кездесуі бойынша визуалдық карталар құрастырып, STEM саласындағы зерттеулердің құрылымдық ерекшеліктерін айқын көрсетеді. Сонымен қатар, ол STEM білім беру саласындағы мета-талдау, библиометриялық және мәтіндік талдау әдістері арқылы зерттеудің әдістемелік бағыттарын сипаттап, түрлі оқыту тәсілдерінің білім алушылар жетістіктеріне ықпалын көрсетеді.

Abdirahman Ibrahim Abdi және бірлескен авторлар 2013-2023 жылдар аралығында Scopus дерекқор базасында жарық көрген STEM білім беру саласына қатысты 1623 ғылыми мақаланы библиометриялық тәсілмен саралаған [9,б.3-4]. Зерттеу нәтижесінде жыл сайынғы жарияланым санындағы өсу үрдісін және халықаралық ынтымақтастықтың кеңеюі байқалды. Сонымен қатар авторлар STEM білім беруді одан әрі жетілдіру үшін цифрлық теңсіздікті азайту, бейформалды оқыту орталарын біріктіру, мұғалімдердің кәсіби дамуын қолдау және оқытудың тиімділігін бағалауға арналған сенімді бағалау жүйелерін әзірлеу қажеттігін атап өткен.

Tuyen Nguyen Thi Thanh және әріптестері Scopus мәліметтер қорында 2004-2024 жылдар аралығында жарияланған бастауыш мектептегі STEM

оқытуына қатысты 967 ғылыми мақаланы библиометриялық талдаудан өткізді [10,б.3]. Бұл зерттеу STEM технологиясының бастауыш білім беру жүйесіне ерте интеграциялаудың ғылыми құрылымын және динамикасын анықтауға бағытталған. Нәтижесінде, авторлар STEM тәсілдерін ерте кезеңнен енгізудің білім алушылардың ғылыми сауаттылығы мен шығармашылық қабілеттерін дамытудағы маңыздылығын негіздеді.

Thufail Mujaddid Al-Qouyim және бірлескен авторлар 2016-2025 жылдар аралығындағы бастауыш сыныптарда STEM технологиясы негізінде оқытуға арналған ғылыми жарияланымдарды талдап, библиометриялық шолу ұсынған [11,б.357-358]. Зерттеу нәтижесінде 2023 жылы STEM тақырыбындағы ең жоғары жарияланым өсімі тіркелгені анықталды. Бұл көрсеткіш STEM сауаттылығын дамыту бағдарламаларын жаңартудың өзектілігі мен 21-ғасырдағы педагогикалық инновациялардың басым бағытқа айналғанын айқындайды.

Putri Amelia Solihah және әріптестері жүргізген зерттеу STEM білім беру саласындағы соңғы жиырма жылдағы жарияланымдар ландшафтына шолу жасайды [12,б.132]. Авторлар 2002-2023 жылдар аралығындағы Scopus дерекқорынан алынған 25318 ғылыми еңбекті библиометриялық әдіспен саралап, зерттеудің тақырыптық бағыты, авторлар арасындағы ынтымақтастық және ең жиі кездесетін кілт сөздер бойынша талдау жүргізген. VOSviewer және RStudio құралдарының көмегімен визуализацияланған нәтижелер STEM саласындағы ғылыми белсенділіктің айтарлықтай артқанын, әсіресе оқу бағдарламаларын жетілдіру мен жаңартуға бағытталған мақалалардың үлесі жоғары екенін көрсеткен. Зерттеу нәтижелері негізінен ұлттық деңгейде шоғырланғанын, ал халықаралық ынтымақтастық шектеулі екенін айқындайды.

STEM технологияларының бастауыш білім беру жүйесіндегі қолданысына арналған тағы бір маңызды библиометриялық шолу Heliyon Q1 категориясына кіретін журналында жарияланады [13,б.2-3]. Бұл зерттеу 1986-2023 жылдар аралығында Scopus базасында жарық көрген 293 мақаланы талдайды. Авторлар бастауыш білім деңгейінде қолданылатын білім беру технологияларының эволюциясын, зерттеу трендтерін және жиі кездесетін тақырыптарды айқындайды. Атап айтқанда, мұғалімдердің кәсіби дамуы, ойын арқылы оқыту әдістері, бірлесе оқыту және цифрлық құралдарды пайдалану жетекші орында. Сонымен қатар, зерттеу Африка елдерінің бұл саладағы ғылыми белсенділігінің төмен екенін және гендерлік, әлеуметтік теңсіздік мәселелерінің жеткіліксіз зерттеліп жатқанын атап өткен. Бұл – жаһандық білім беру әдістерінің дамуына теңдік пен инклюзия аспектілерін тереңірек қарастыру қажеттігін көрсетеді.

STEM технологиясындағы жаһандық трендтер мен ғылыми ынтымақтастық құрылымын кең ауқымда талдаған тағы бір зерттеу – Zhan

және т.б. авторлармен жүргізілген библиометриялық шолу [14,б.174]. Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship журналында жарияланған бұл зерттеу 2004-2021 жылдар аралығындағы Web of Science дерекқорындағы 1718 мақаланы қамтиды. Авторлар ғылыми жарияланымдардың жыл сайынғы өсім қарқынын, географиялық таралуын, негізгі тақырыптарын және дәйексөздік «burst» құбылысын зерттеген. Бұл жұмыс STEM технологиясындағы ғылыми зерттеулердің АҚШ бастаған дамыған елдерде шоғырланғанын, ал дамушы елдерде практикалық-педагогикалық аспектілерге көбірек көңіл бөлетінін көрсетеді. Сонымен қатар, педагогикалық инновациялар, білім беру әдіснамасы, білім алушылардың мансаптық бағдарын дамыту және білім беру теңдігі зерттеулердің басты бағыттары ретінде айқындалады.

Alhussain Khalil және қосалқы авторлар өздерінің еңбектерінде 2004-2023 жылдар аралығындығы K-12 деңгейіндегі STEM білім беру бойынша ғылыми жарияланымдарға библиометриялық талдау жүргізген [15,б.80]. Мақалада бастауыш білім деңгейіндегі STEM зерттеулерінің әлі де жеткіліксіз екендігі атап өтіледі. Бұл болашақта бастауыш сынып білім алушыларына бағытталған STEM бағдарламаларын, педагогикалық әдістемелерді және білім беру технологияларын дамыту қажеттігін көрсетеді. Осы ретте, авторлар STEM білімін ерте жастан бастау білім алушылардың ғылыми сауаттылығы мен болашақта ғылым мен технология саласына деген қызығушылығын арттыруда маңызды рөл атқаратынын алға тартады.

Осы зерттеулердің нәтижесін біріктіре отырып, STEM технологиясының жаһандық ауқымда кеңінен зерттеліп жатқанын және библиометриялық тәсілдердің бұл саладағы ғылыми трендтерді, зерттеу олқылықтарын және әлеуетті бағыттарды анықтауға мүмкіндік беретінін көруге болады. Әсіресе, бастауыш білім деңгейінде STEM технологиясы интеграциясының тиімділігі, педагогтердің дайындық деңгейі және технологиялық құралдарды қолдану мәдениеті секілді аспектілер зерттеулердің фокусында тұр.

Материалдар мен әдістер

Бұл зерттеуде библиометриялық талдау тәсілі қолданылып, «STEM in primary schools» (STEM және бастауыш мектеп) тақырыбына арналған ғылыми жарияланымдардың 2004-2024 жылдар аралығындағы даму үрдістері жүйелі түрде сарапталды. Библиометриялық талдау ғылыми зерттеулердің көлемін, тақырыптық құрылымын, авторлар арасындағы ынтымақтастықты және пәндер арасындағы өзара байланысты кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл әдіс белгілі бір саладағы білім құрылымын анықтауға және ғылыми дамудың бағыт-бағдарын бағалауға тиімді.

Зерттеудің дереккөзі ретінде Web of Science (WoS) Core Collection пайдаланылды. Іздеу үрдісі «STEM education», «STEM in primary school» және «STEM schools» кілт сөздері арқылы жүзеге асырылды.

2025 жылдың мамыр айында деректер жүктеліп, барлығы 5899 жазба алынды. Алайда, тақырыптық сәйкестік пен библиометриялық талаптарға сай келмеген 1886 жарияланым сараптамадан тыс қалдырылып, қорытынды талдау үшін 4013 релевантты құжат іріктелді. Деректерді іріктеу барысында келесі критерийлер бойынша дерекқордан алынып тасталды: қайталанатын жазбалар (бір мақала бірнеше рет тіркелген), тақырыптық сәйкестік (зерттеу тақырыбына тікелей қатысы жоқ жазбалар), кілт сөздердің сәйкестігі (негізгі кілт сөздер зерттеу бағытына сәйкес келмеген), құжат түрі бойынша шектеу (тек ғылыми мақалалар мен шолулар). Іріктеу барысында барлық мақалаларға шолу жасалып, релеванттылығы тексерілді және сурет 1-де көрсетілді.



Сурет 1 - Релевантты мақалалар саны

Зерттеу барысында VOSviewer бағдарламалық құралы қолданылып, библиометриялық көрсеткіштерді талдау үшін келесі әдістер іске асырылды:

- кілт сөздердің қолданылуы бойынша талдау (keyword co-occurrence);
- уақыттық қабаттама визуализациясы (тақырыптардың эволюциясын көрсету);

- ғылыми ынтымақтастық желісін зерттеу (Co-authorship);
- қандай мақалалар көп дәйексөз алғанын анықтау (Citation);
- ұйымдардың белсенділігін анықтау (Organizations);
- зерттеу жұмыстары қай елдерде жүргізілгенін анықтау (Countries).

Талдау нәтижелері тақырыптық мазмұн мен құрылымды сипаттауға, сондай-ақ зерттеу ландшафтының ғылыми-тәжірибелік бағыттарын айқындауға мүмкіндік береді. Деректердің нақтылығы мен

интерпретацияның сенімділігін қамтамасыз ету үшін визуализация нәтижелері қолмен тексеріліп, бірнеше кезеңде валидация жүргізілді.

Осы зерттеудің нәтижелері STEM технологиясындағы бастауыш білімге бағытталған ғылыми зерттеулердің даму бағыты, мазмұндық фокусы мен динамикасы туралы маңызды мәліметтер беріп, болашақ зерттеулер мен білім саясатына үлес қосады деп күтілуде.

Нәтижелер және талқылау

Зерттеуге барлығы 4013 құжат (ғылыми мақалалар, кітап тараулары, конференциялар материалдары, ерте қолжетімді жарияланымдар және кітаптар) енгізілді. Құжаттардың басым бөлігі ағылшын тілінде жазылған (n = 3998), сондай-ақ орыс тіліндегі – 9 және түрік тіліндегі – 6 құжат қарастырылды. Тақырыптық бағыты бойынша білім беру және білім беру саласындағы зерттеулер 2761 құжат, білім беру саласындағы ғылыми пәндер 1659 құжат, инженерия (пәнаралық) 522 құжат, жасыл және тұрақты ғылыми-технологиялық зерттеулер 101 құжат, қоршаған орта ғылымдары 98 құжат, қоршаған ортаны зерттеу 89 құжат, пәнаралық ғылымдар 85 құжат, робототехника 70 құжат, математика 26, тіл және лингвистика 22 құжатты құрап, ондағы қайталанылған мақалалар қысқартылып төменде көрсетілді (кесте 1).

Кесте 1. Деректер жиынтығының сипаттамасы

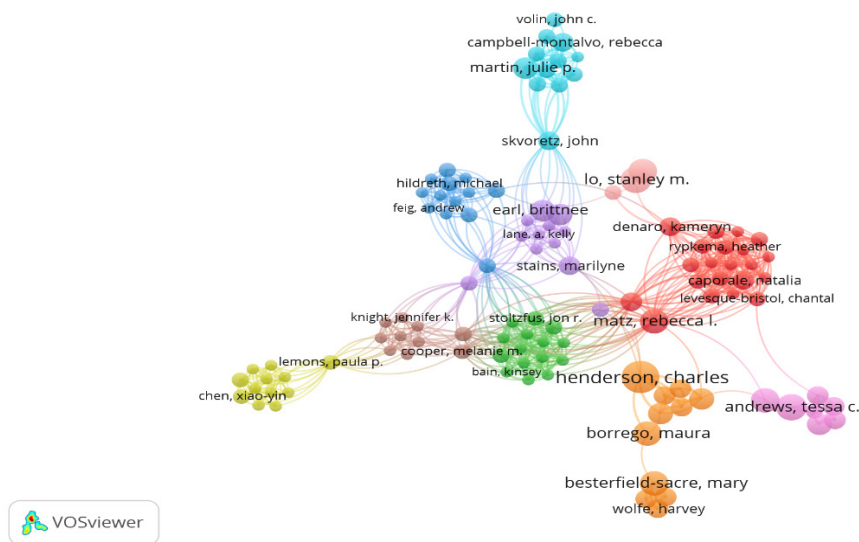
Деректер жиынтығының сипаттамасы		нәтижесі
Уақыт аралығы		2004-2024
Құжаттар түрі	Мақалалар	2560
	Конференция мақалалары	1413
	Кітап тараулары	195
	Ерте қолжетімді жарияланымдар	45
	Кітаптар	15
Тіл	Ағылшын тілінде	3998
	Орыс тілінде	9
	Түрік тілінде	6
Тақырыптық бағыттар	Білім беру және білім беру саласындағы зерттеулер	2761
	Білім беру саласындағы ғылыми пәндер	1659
	Инженерия (пәнаралық)	522
	Жасыл және тұрақты ғылыми- технологиялық зерттеулер	101
	Қоршаған орта ғылымдары	98
	Қоршаған ортаны зерттеу	89
	Пәнаралық ғылымдар	85
	Робототехника	70
	Математика	26
	Тіл және лингвистика	22
	<i>Жалпы құжаттар саны</i>	

1. Бастауыш мектептегі STEM технологиясы бойынша ең көп үлес қосқан елдер, мекемелер және авторлар кімдер?

Зерттеу нәтижелері бойынша бастауыш мектептегі STEM технологиясы саласында ең белсенді авторлары анықталды. Жалпы 201 зерттеушінің ішінен ең көп жарияланым саны бойынша Gabriel-Miro Muntean (17 жарияланым), Gillian Roehrig, Guadalupe Martinez Borreguero, Robert M. Capraro, Wing Mui Winnie So және Francisco Luis Naranjo Correa (16 жарияланым). Сонымен қатар, Mary Margaret Capraro (14 жарияланым) және Milagros Mateos Nunez (13 жарияланым) сынды зерттеушілер де маңызды үлес қосты. Бұл авторлардың ғылыми еңбектері бастауыш білім беру саласында STEM тақырыбының даму динамикасын, әдістемелік бағыттарын және практикалық қолданылуын жан-жақты зерттеуге мүмкіндік берді. Авторлардың көптігі мен олардың бірлескен жұмыстары саланың ғылыми зерттеу желісінің кең дамып жатқандығын көрсетеді.

Авторлар арасындағы ғылыми ынтымақтастық байланыстары VOSviewer бағдарламасының көмегімен талданды. Визуализацияда нәтижесінде авторлар кластерлік құрылым бойынша топтастырылып, олардың ко-авторлық желілері айқын көрсетілді. Әрбір түсті кластер белгілі бір ғылыми қауымдастықты немесе ынтымақтастық шеңберін білдіреді. Бұл тәсіл бірлескен ғылыми зерттеулердің құрылымын, жетекші авторларды және олардың арасындағы байланысты анықтауға мүмкіндік береді.

Визуализацияда бірқатар ірі және белсенді авторлар айқындалды және сурет 2-де көрсетілді.



Сурет 2 - Авторлардың ынтымақтастығы

Мысалы, R.M.Capraro, M.M.Capraro, C.R.Henderson, M.Borrego авторлары бір-бірімен тығыз ко-авторлық байланыс орнатқан және

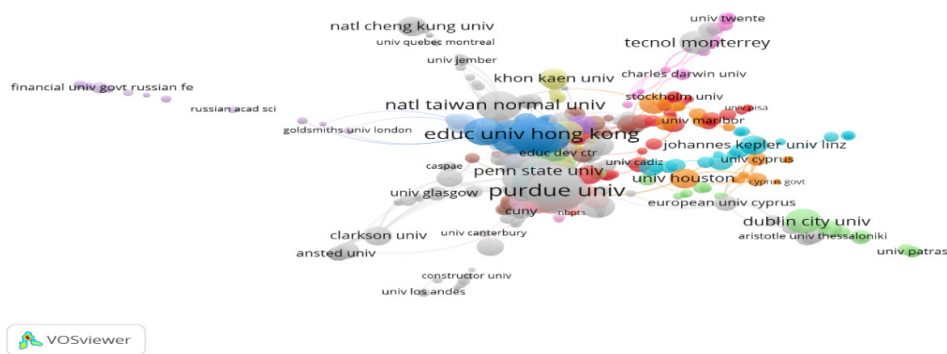
олар сарғылт түсті кластерде шоғырланған. Бұл топ өзара белсенді ынтымақтастықта болып, ықпалды ғылыми қауымдастықты қалыптастырғанын көрсетеді.

Сонымен қатар, көк түсті кластерде Hildreth, Michael және Feig, Andrew сияқты авторлар маңызды орын алады. Бұл класстар де айтарлықтай тығыз ко-авторлық желімін сипаттайды және біртұтас ғылыми бағыттағы ынтымақтастықты бейнелейді.

Жасыл, күлгін, қоңыр және басқа да түсті кластерлерде де белгілі бір ғылыми топтардың шекаралары көрініс табады. Мысалы, Lemons, P.Paula және Chen, Xiao-Yin сары кластерде, ал Martin, P.Julie және Campbell-Montalvo, Rebecca көгілдір кластерде топтасқан.

Бұл визуализация ғылымдағы ынтымақтастық құрылымын жүйелі түрде талдауға мүмкіндік беріп, ғылыми желілір мен көшбасшы зерттеушілерді анықтауға ықпал етеді.

Келесі визуализация мекемелер (университеттер) арасындағы ғылыми ынтымақтастық құрылымын көрсетеді (сурет 3).



Сурет 3 - Мекемелер ынтымақтастығы

Бұл кластерлік құрылымдар халықаралық ғылыми қауымдастықтағы әртүрлі ұйымдардың рөлін ғана емес, сонымен қатар географиялық, мәдени және тілдік факторлардың зерттеу серіктестігіне (ко-авторлық қатысу) қалай әсер ететінін де айқындайды.

Визуализацияда (сурет 3) Purdue University, Penn University, Education University of Hong Kong, және National Taiwan Normal University сияқты жетекші ұйымдар ко-авторлық желілердің орталық нүктесінде орналасқан. Бұл олардың халықаралық ғылыми ынтымақтастықта маңызды рөл атқаратынын көрсетеді. Аталған ұйымдар арасында өзара тығыз байланыстар орнаған, бұл зерттеулердің көпшілігінің бірлескен түрде жүзеге асырылғанын білдіреді.

Education University of Hong Kong (45 ко-авторлық қатысу) пен National Taiwan Normal University (35 қатысу) сынды ұйымдардың орталық рөл атқаруы, олар жүргізетін зерттеулердің сапасы мен ауқымын ғана емес, сондай-ақ аймақтық академиялық көсбасшылықты да білдіреді. Бұл ұйымдар көк түсті кластердің негізгі орталығында орналасып, Азия аймағындағы ғылыми байланыстардың белсенді ошағына айналған.

Сол сияқты Purdue University system (76) және Pennsylvania State University (28) сұр түсті кластердің негізгі хабтары ретінде АҚШ-тағы зерттеулер желілірін қамтиды. University of California System (83), Texas A&M University System (59) және University of Texas System (67) сияқты зерттеу алыптары да АҚШ-тағы ғылыми коллаборацияларының негізін құрайды.

Еуропалық ғылыми орталықтар қатарында Dublin City University (24), Johannes Kepler University Liz (15) және University of Cyprus (7) ерекше көзге түседі. Олар визуализацияда жасыл, көгілдір және қызғылт түсті кластерлерге таралып, Еуропа аймағындағы зерттеуші институттар арасындағы байланыстарды қалыптастыруда.

Бұдан бөлек, оң жақ бөлікте орналасқан Tecnologico de Monterrey of Twente (24) және University of Pisa (1) сияқты ұйымдар бір-бірімен және басқа еуропалық университеттермен тығыз байланыста болуы халықаралық ғылыми желінің көпқырлылығын көрсетеді.

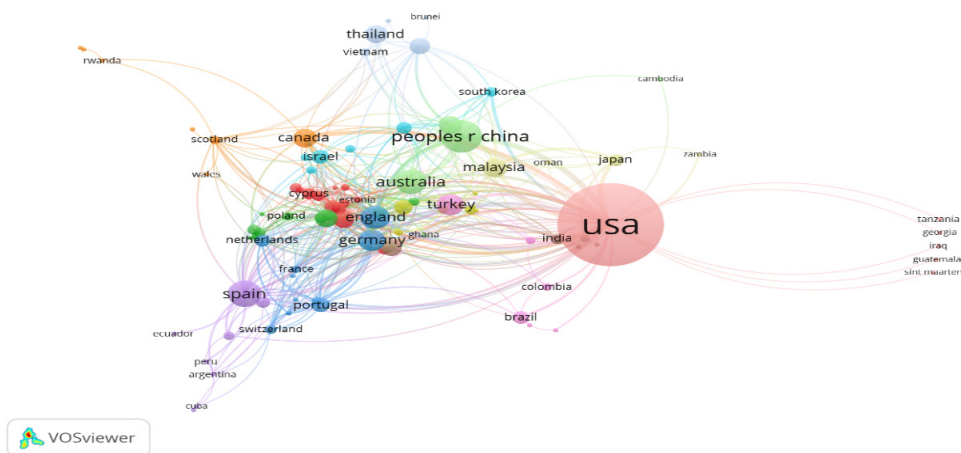
Сонымен қатар, Financial University under the Government of Russian Federation (5) және Russian Academy of Sciences (2) сияқты кейбір ұйымдар визуализацияда жеке кластерлер түрінде ерекшеленіп, аз байланысқан немесе оқшау орналасқан зерттеу желілірінің өкілдері болып табылады. Бұл жағдай кейбір ұйымдардың геосаяси, тілдік немесе инфрақұрылымдық кедергілерге байланысты халықаралық ынтымақтастықта шектеулі қатысатындығын көрсетеді.

Аталған талдау визуализацияны сандық деректермен нақтылауға мүмкіндік береді. Мәселен, State University of Florida – 120 қатысуымен тізімдегі ең белсенді ұйым болып отыр. Бұл жүйенің ішіндегі университеттер кең көлемде ко-авторлық қатысым жасап отырғанын білдіреді. Одан кейінгі орындарда University of California System (83), Purdue University System (76) және University System of Georgia (75) орналасқан. Бұл ұйымдардың орталықтарында орналасуы олардың халықаралық кооперациядағы жетекші рөлін дәлелдейді (сурет 4).



Сурет 4 - Ең белсенді мекемелер

Құрылымдық талдаудың келесі деңгейі елдер арасындағы сыбайластықты сипаттайды. VOSviewer құралымен жасалған ко-авторлық визуализация (сурет 5) ғылыми жарияланымдарға елдер деңгейінде қалыптасқан ынтымақтастық желісін көрсетеді.



Сурет 5 - Елдер арасындағы ынтымақтастық

Визуализацияда АҚШ (1763 құжат) анық орталық хаб ретінде көрінеді. Оның көлемі де, байланыс саны да басқа елдермен салыстырғанда айтарлықтай жоғары. Бұл елдің халықаралық ғылыми желілердегі көсбасшы рөлін растайды. АҚШ көптеген елдермен, әсіресе Қытай (People’s R China, 275), Англия (133), Канада (93), Германия (119), Австралия (164), Түркия (115) және Жапониямен (40) тығыз байланыс орнатқан.

Қытай (People’s R China, 275 құжат) визуализацияда екінші орталық рөлде тұр, әсіресе Азия мен Еуропа елдерімен, сонымен қатар АҚШ-пен

тығыз қарым-қатынаста. Бұл елдің ғылыми әлеуетінің өсуі мен жаһандық зерттеу аренасына ықпалы артқаны дәлелдейді.

Визуализацияда Еуропалық кластерлер (жасыл, көгілдір, күлгін) өте тығыз орналасқан және өзара жақсы байланысқан. Англия (133), Германия (119), Нидерланды (39), Испания (178), Португалия (56), Франция (16), Польша (19), Кипр (31) және Израиль (48) сияқты елдер тығыз ғылыми желілер құрған.

Латын Америка елдері – Бразилия (43), Колумбия (17), Аргентина (6), және Эквадор (5) сияқты елдер де өз класстерінде бірігіп, АҚШ пен Испания арқылы жаһандық желіге қосылған. Бұл елдердің желідегі орны салыстырмалы түрде шеткері болғанымен, олар маңызды көпір рөлін атқаратындығы айқын байқалады.

Кейбір елдер – Ресей (35), Оңтүстік-Шығыс Азия, Африка және Таяу Шығыс елдерінің кейбірі (мысалы, Brunei (1), Vietnam (18), Ghana (5), Zambia (2), Iraq (1), Tanzania (4) желіде жеке кластер немесе маргиналды позицияда орналасқан, бұл ғылыми байланыстардың шектеулі екенін көрсетеді.

Бұл визуализациялар елдер, мекемелер мен авторлар арасындағы ғылыми ынтымақтастықтың айқын теңсіздігін және бірнеше жетекші елдердің жаһандық зерттеу желісіндегі орталық рөлін нақты көрсетеді. Осы құрылым халықаралық ғылыми жүйеде хабтық (hub-based) модельдің қалыптасқанын және маргиналды елдердің белсенділігін арттыру қажеттігін айқындайды.

2. Бұл тақырып бойынша жыл сайынғы жарияланымдар мен дәйексөз келтіру желісі қандай?

Соңғы жиырма жыл ішінде зерттеліп отырған тақырып аясында жарияланымдар саны айтарлықтай өскен. Алғашқы кезде (2004-2010) ғылыми қызығушылық төмен болғанымен, кейінгі жылдары бұл сала біртіндеп дамып, 2019 жылдан бастап ерекше серпінмен өркендей бастағаны байқалады. Бұл динамика Web of Science деректер базасындағы жыл сайынғы жарияланым санының тұрақты өсуінен көрініс табады. Әсіресе соңғы бес жылда (2020-2024) жарияланым саны бұрын-соңды болмаған деңгейге жетіп, зерттеушілердің қызығушылығының артқанын көрсетеді.

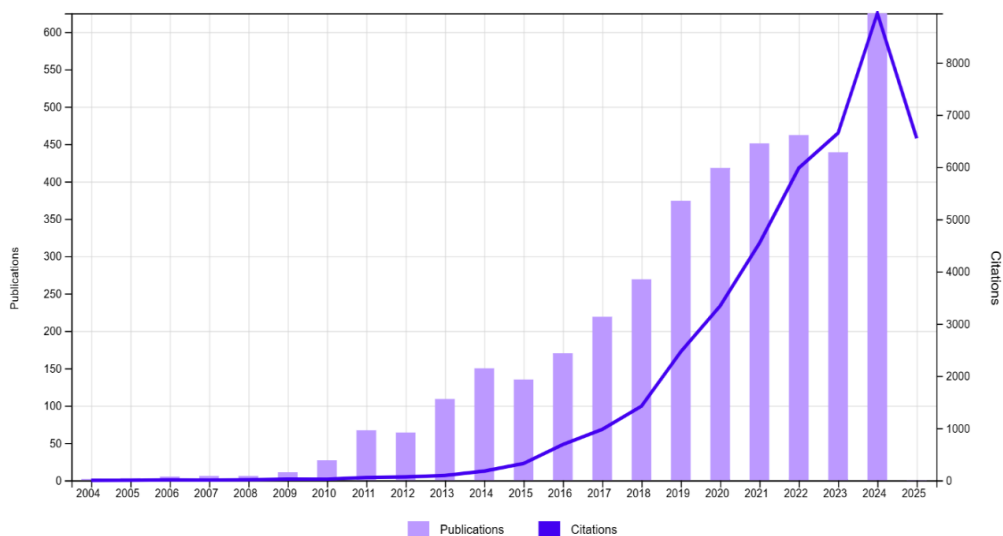
Төменгі кестеде 2004 жылдан 2024 жылға дейінгі аралықтағы жарияланым саны мен олардың жалпы үлесі пайызбен көрсетілген (кесте 2).

Кесте 2. 2004-2024 жылдар аралығындағы жарияланым динамикасы

Жарияланым жылдары	Жазба саны	4013 тен %
2024	625	15.578%
2023	439	10.942%
2022	462	11.515%

2021	451	11.241%
2020	418	10.419%
2019	374	9.322%
2018	269	6.705%
2017	219	5.459%
2016	170	4.237%
2015	135	3.365%
2014	150	3.739%
2013	109	2.717%
2012	64	1.595%
2011	67	1.670%
2010	27	0.673%
2009	11	0.274%
2008	6	0.150%
2007	6	0.150%
2006	5	0.125%
2005	3	0.075%
2004	2	0.050%

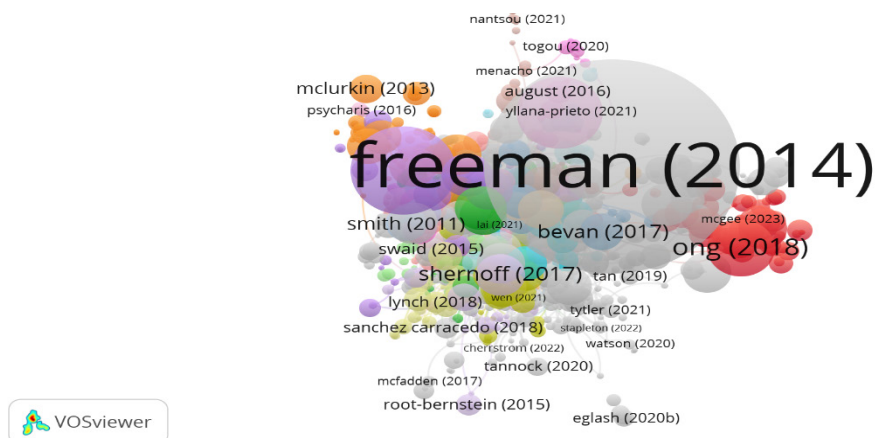
Бұл деректер саладағы зерттеулердің қарқынды дамып келе жатқанын және болашақта да өзектілігін жоғалтпайтынын көрсетеді. Осы орайда, дәйексөз келтірудің жиілігі мен жиі қолданылатын кілт сөздер талдауы да бұл үрдісті тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Төмендегі диаграмма соңғы 20 жылдағы жарияланымдар мен дәйексөздердің жылдық динамикасын сипаттайды. Бұл қос осьті диаграммада күлгін түсті бағандар жарияланым саны, ал көк сызық сол жылы жиналған жалпы дәйексөздер санын көрсетеді (сурет 6).



Сурет 6 - Жыл сайынғы жарияланымдар мен дәйексөз көрсеткіші

2004-2010 жылдары зерттеу саласының бастапқы кезеңі ретінде жарияланымдар мен дәйексөздер аз болды. 2011-2020 жылдар аралығындағы тұрақты өсім байқалып, 2020 жылы жарияланымдар саны 400-ден асты. 2021-2023 жылдары бұл сала қарқынды дамып, 2023 жылы дәйексөздер саны 8500-ден асып, ал 2024 жылы жарияланым саны рекордтық көрсеткішке жеткенімен, дәйексөздер сәл төмендеді.

Келесі визуализация дәйексөздердің қарқынын сипаттайды. Мұнда түйіндер – белгілі бір ғылыми жарияланымды, ал олардың арасындағы сызықтар – басқа авторлардың сол еңбектерге жасаған сілтемелерін білдіреді (сурет 7).



Сурет 7 – Авторлар және олардың еңбектеріне жасалған дәйексөздер жиілігі

Бұл картада Freeman (2014) ең ірі және орталық түйін ретінде көрінеді, бұл оның осы саладағы аса ықпалды әрі жиі дәйектелегін зерттеу екенін білдіреді. Оған жақын орналасқан Smith (2011), Shernoff (2017), Bevan (2017), Ong (2018) сынды авторлар да жиі дәйексөз алған жұмыстарға жатады. Бұл мақалалар көбіне білім беру технологиясы, оқытуды дараландыру және STEM бағытындағы инклюзивті педагогика мәселелеріне қатысты. Root-Bernstein (2015) визуализацияның астыңғы жағында орналасып, аз сілтеме жасалғандығын білдіреді. Автор ғылым мен өнерді сабақтастыру арқылы шығармашылықты дамыту жолдарын ұсынады. Tan (2019) визуализацияда орталық түйіндерден сәл шеткері орналасқанымен, өз салаларында мыңызды үлес қосқан. Автор оқытудың интердисциплинарлық әдістері, педагогикалық дизайн және цифрлық оқыту әдістемелерін дамытумен айналысқан.

Бұл дәйексөздік карта зерттеудің нақты бағыттары бойынша авторлар арасындағы ықпал желісін көрсетеді. Авторлардың еңбектері бастауыш мектептегі STEM технологиясындағы әртүрлі аспектілерді толықтырып,

зерттеулердің ауқымын кеңейтеді, жиі бір-бірін дәйектейді, бұл олардың еңбектерінің өзара байланысы мен ғылыми қауымдастықтағы ықпалын дәлелдейді.

Нәтижесінде соңғы 20 жылдағы ғылыми белсенділігі мен әсерін бағалау үшін жарияланымдар мен дәйексөздерге қатысты негізгі библиометриялық мәліметтер төменде (кесте 3) берілген.

Кесте 3. Ғылыми белсенділік көрсеткіші

<i>Көрсеткіш атауы</i>	<i>Мәні</i>	<i>Түсіндірме</i>
Жарияланым саны	4,013	Барлығы жарияланған ғылыми мақала саны
Дәйексөз саны (барлығы)	42,354	Барлық жарияланымдарға жасалған дәйексөздер саны
Дәйексөз саны (өзін-өзісіз)	37,133	Басқа зерттеушілер жасаған дәйексөздер
Дәйексөз келтірген мақалалар саны	28,224	Осы зерттеу саласын дәйексөз келтірген басқа ғылыми мақалалар саны
Өзін-өзі дәйексөзсіз мақалалар саны	26,411	Тек басқа авторлар тараптарынан дәйексөзделген мақалалар
Орташа дәйексөз (бір мақалаға)	10,56	Бір мақалаға орта есеппен келген дәйексөз саны
Хирш индексі (H-index)	73	73 мақала кемінде 73 рет дәйексөзделген – зерттеу бағытының ғылыми ықпалдығы жоғарылығын көрсетеді

Кестеде ұсынылған мәліметтер зерттеу бағытының соңғы екі онжылдықтағы қарқынды дамуын және ғылыми ортадағы маңыздылығын айқандайды. Әсіресе жоғары H-индекс, маңындағы дәйексөздер және 4000-нан астам жарияланым бұл саланың тұрақты түрде зерттеліп келе жатқанын және халықаралық деңгейде ғылыми ықпалға ие екенін айғақтайды.

3. STEM технологиясы бойынша ең көп мақала жариялаған дереккөздер қандай?

STEM технологиясы бойынша жүргізілген ғылыми зерттеулер мен мақалалардың қай дереккөздерде көп жарияланғанын анықтау білім саласындағы трендтер мен басым бағыттарды түсінуге мүмкіндік береді. Бұл зерттеу STEM технологиясындағы жетекші ғылыми журналдар мен конференцияларды анықтап, олардың зерттеушілер мен педагогтер үшін қаншалықты маңызды екенін көрсетеді (сурет 8).



Сурет 8 - Ең белсенді дереккөздер

Бұл суреттегі мәліметтерді талдай отырып, бірнеше маңызды қорытынды жасауға болады. Барлығы 201 басылым атауы келтірілген. Жарияланым саны бойынша ең көп көрсеткішке Frontiers in Education conference ие – 178 жарияланым. Одан кейінгі орында Education Sciences (152), ASEE annual conference exposition (128) және Frontiers in Education (98) орналасқан. Бұл басылымдар білім беру мен STEM саласында ең белсенді ғылыми орта болып табылады. Жарияланым саны 50-ден асатын 17-ге жуық басылым бар, бұл аталған бағыттағы ғылыми зерттеулердің жоғары белсенділігін көрсетеді.

Көптеген журналдар мен конференциялар STEM саласын біліммен байланыстыра зерттейді. Мысалы, International journal of stem education (96), Integrated stem education conference (72) сияқты басылымдар осы бағытта жетекші орын алады.

IEEE және ASEE сияқты ұйымдардың ұйымдастырған конференциялары кеңінен таралған. Бұл басылымдарда инженерлік білім беру, оқыту әдістемелері және технологиялық қолдану мәселелері қарастырылады. Мысалы, IEEE global engineering education conference (80), ASEE annual conference (128).

Education and information technologies (46), Computers education (15), edulearn proceedings (87) сияқты басылымдарда технологияны білім беру үрдісіне пайдалану жолдары қарастырылған.

Бұл дереккөздер бастауыш сыныптағы STEM технологиясы саласындағы зерттеулердің таралуына және дамуына айтарлықтай үлес қосып келеді.

4. *STEM технологиясындағы ғылыми трендтер мен кілт сөздердің қолданылуы?*

4. Мамандық таңдау мен академиялық жетістіктер бағыты бойынша «career choice», «academic achievement», «interest» сияқты кілт сөздер зерттелуде. Бұл бағыт жастардың STEM саласын таңдауына әсер ететін факторларды саралайды.

5. Танымдық және психологиялық аспектілер аясында «cognitive load», «creativity», «memory», «self-regulation», «situational interest», «working memory» сынды ұғымдар жиі кездеседі. Бұл зерттеулер білім алушылардың оқу үрдісіндегі когнитивтік процестері мен мотивация деңгейін түсіндіруге бағытталған.

Жалпы алғанда, STEM технологияларына қатысты ғылыми әдебиеттерде қолданылатын кілт сөздер арқылы кең ауқымды әрі пәнаралық сипатын байқауға болады.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері STEM технологиясы саласындағы ғылыми белсенділіктің соңғы жиырма жылда айтарлықтай артып, бұл бағыттың халықаралық ғылыми қауымдастықтар арасында өзектілігін көрсетіп отыр. Барлығы 4013 ғылыми құжатты қамтыған талдау STEM технологиясының білім беру, инженерия, қоршаған орта ғылымдары және пәнаралық зерттеулермен тығыз байланыста дамып жатқанын көрсетеді.

Бастауыш мектептегі STEM технологиясы бойынша ең белсенді авторлар қатарында Gabriel-Miro Muntean, Gillian Roehrig, Robert M. Caparo, Wing Mui Winnie So және тағы басқа зерттеушілер ерекшеленеді. Бұл авторлар бірлескен ғылыми ынтымақтастық арқылы салада ықпалды ғылыми желі қалыптастырып, оның мазмұндық және әдістемелік дамуына елеулі үлес қосқан.

STEM технологиялары білім беру саласының дамып келе жатқан, пәнаралық мазмұнға ие, халықаралық ынтымақтастыққа негізделген бағыттарының бірі ретінде танылып отыр. Бұл саладағы ғылыми жарияланымдардың қарқынды өсуі мен жоғары дәйексөз көрсеткіштері оның болашақта да маңызды ғылыми бағыттардың бірі болып қала беретінін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТ

[1] Yesnazar A. et al. Methodological system for the formation of meta-subject skills of primary school students in the context of STEM education // *Frontiers in Education*. – Frontiers Media SA, 2024. – Vol. 9. – Article. 1340361.

[2] Schweingruber H., Pearson G., Honey M. (ed.). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. – National Academies Press, 2014. DOI: 10.17226/18612

[3] Hebebcı M. T., Usta E. The effects of integrated STEM education practices on problem solving skills, scientific creativity, and critical thinking

dispositions //Participatory Educational Research. – 2022. – Vol. 9. – No. 6. – pp. 358-379

[4] Kartini C. D., Chastanti I., Harahap D. A. An analysis on obstacles to the science education process //Jurnal Penelitian Pendidikan IPA. – 2022. – Vol. 8. – No. 1. – pp. 309-315.

[5] Stohlmann M., Moore T. J., Roehrig G. H. Considerations for teaching integrated STEM education //Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER). – 2012. – Vol. 2. – No. 1. – P. 4.

[6] Waddell B. Influence of STEM lessons on critical thinking. – 2019. URL.: <https://digitalcommons.unl.edu/teachlearnstudent>

[7] Дилдабаева М. С., Жайдакбаева Л. К. Внедрение технологий stem в учебные заведения путем визуализации и моделирования математики // Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана, серия «Педагогические науки». – 2024. – Т. 74. – №. 3.

[8] Kahraman E. Bibliometric and Content Analysis of Meta-Analysis Studies in STEM Education //International Journal of Modern Education Studies. – 2023. – Vol. 7. – No. 2. – pp. 511-544. DOI: 10.51383/ijonmes.2023.337

[9] Abdi A. I. et al. Tracing the evolution of STEM education: a bibliometric analysis //Frontiers in Education. – Frontiers Media SA, 2024. – Vol. 9. – Article. 1457938.

[10] Thanh T. N. T. et al. Science mapping research of STEM in primary schools: A bibliometric analysis from Scopus database (2004-2024) //Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2025. – Vol. 21. – No. 6. – Article. em2650.

[11] Al-Qooyim T. M., Nabila S. M. Trends in STEM Learning Research in Primary Schools: A Bibliometric Analysis from 2016 to 2025 //DAARUS TSAQOFAH Jurnal Pendidikan Pascasarjana Universitas Qomaruddin. – 2025. – Vol. 2. – No. 2. – pp. 356-370.

[12] Solihah P. A. et al. Fruitful Examination of STEM Education Over Two Decades: Bibliometric Analysis //Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika. – Vol. 12. – No. 1. – pp. 130-140.

[13] Boateng S. L. et al. Educational technologies and elementary level education—A bibliometric review of scopus indexed journal articles //Heliyon. – 2024. – Vol. 10. – No. 7.

[14] Zhan Z. et al. A bibliometric analysis of the global landscape on STEM education (2004-2021): towards global distribution, subject integration, and research trends //Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship. – 2022. – Vol. 16. – No. 2. – pp. 171-203.

[15] Khalil I. A. et al. Mapping the future of innovation: A bibliometric analysis of STEM education trends in K-12 //International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. – 2024. – Vol. 23. – No. 8. – pp. 76-97. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.8.5>

REFERENCES

- [1] Yesnazar A. et al. Methodological system for the formation of meta-subject skills of primary school students in the context of STEM education // *Frontiers in Education*. – Frontiers Media SA, 2024. – Vol. 9. – Article. 1340361.
- [2] Schweingruber H., Pearson G., Honey M. (ed.). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. – National Academies Press, 2014. DOI: 10.17226/18612
- [3] Hebebcı M. T., Usta E. The effects of integrated STEM education practices on problem solving skills, scientific creativity, and critical thinking dispositions // *Participatory Educational Research*. – 2022. – Vol. 9. – No. 6. – pp. 358-379.
- [4] Kartini C. D., Chastanti I., Harahap D. A. An analysis on obstacles to the science education process // *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. – 2022. – Vol. 8. – No. 1. – pp. 309-315. DOI: 10.29303/jppipa.v8i1.1282
- [5] Stohlmann M., Moore T. J., Roehrig G. H. Considerations for teaching integrated STEM education // *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. – 2012. – Vol. 2. – No. 1. – P. 4
- [6] Waddell B. Influence of STEM lessons on critical thinking. – 2019. URL.: <https://digitalcommons.unl.edu/teachlearnstudent>
- [7] Dildabaeva M. S., Zhaidakbaeva L. K. Vnedrenie tekhnologii stem v uchebnye zavedeniya putem vizualizatsii i modelirovaniya matematiki (Bringing Stem technologies into educational institutions through visualization and modeling of mathematics) // *Izvestiya KazUMOiMYa imeni Abylai khana, seriya «Pedagogicheskie nauki»*. – 2024. – T. 74. – №. 3. [in Rus.].
- [8] Kahraman E. Bibliometric and Content Analysis of Meta-Analysis Studies in STEM Education // *International Journal of Modern Education Studies*. – 2023. – Vol. 7. – No. 2. – pp. 511-544. DOI: 10.51383/ijonmes.2023.337
- [9] Abdi A. I. et al. Tracing the evolution of STEM education: a bibliometric analysis // *Frontiers in Education*. – Frontiers Media SA, 2024. – Vol. 9. – Article. 1457938.
- [10] Thanh T. N. T. et al. Science mapping research of STEM in primary schools: A bibliometric analysis from Scopus database (2004-2024) // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2025. – Vol. 21. – No. 6. – Article. em2650.
- [11] Al-Qooyim T. M., Nabila S. M. Trends in STEM Learning Research in Primary Schools: A Bibliometric Analysis from 2016 to 2025 // *DAARUS TSAQOFAN Jurnal Pendidikan Pascasarjana Universitas Qomaruddin*. – 2025. – Vol. 2. – No. 2. – pp. 356-370.
- [12] Solihah P. A. et al. Fruitful Examination of STEM Education Over Two Decades: Bibliometric Analysis // *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*. – Vol. 12. – No. 1. – pp. 130-140.

[13] Boateng S. L. et al. Educational technologies and elementary level education—A bibliometric review of scopus indexed journal articles //Heliyon. – 2024. – Vol. 10. – No. 7.

[14] Zhan Z. et al. A bibliometric analysis of the global landscape on STEM education (2004-2021): towards global distribution, subject integration, and research trends //Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship. – 2022. – Vol. 16. – No. 2. – pp. 171-203.

[15] Khalil I. A. et al. Mapping the future of innovation: A bibliometric analysis of STEM education trends in K-12 //International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. – 2024. – Vol. 23. – No. 8. – pp. 76-97

STEM-ТЕХНОЛОГИИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ: БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ ОБЗОР (ЗА ПЕРИОД 2004–2024 ГГ.)

*Ералиева А.Н.¹, Есназар А.Ж.²

*^{1,2}Южно Қазақстанский педагогический университет имени
Өзбекәлі Жәнібекова, Шымкент, Қазақстан

Аннотация. STEM-технология играет важную роль в развитии креативного мышления, творческих способностей и практических навыков учащихся начальных классов. В связи с этим ранняя интеграция STEM-технологий в образовательный процесс является эффективным инструментом повышения интереса подрастающего поколения к науке и технологиям.

В последние годы обучению на основе STEM-технологий уделяется особое внимание. В данном исследовании была проведена библиометрическая аналитика с целью выявления научного прогресса STEM-технологий в начальной школе. Исследование охватывает научные публикации по теме «STEM in primary school», опубликованные в базе данных Web of Science в период с 2004 по 2024 годы. В анализ было включено 4013 статей, отобранных, по ключевым словам, «STEM education», «STEM in primary school» и «STEM schools».

Библиометрический анализ был проведён с помощью программы VOSviewer, при этом рассматривались следующие основные показатели: динамика публикаций по годам, международное научное сотрудничество, соавторство между авторами и учреждениями, цитирование между авторами, а также частотность появления ключевых слов. Полученные с помощью VOSviewer данные позволили визуализировать научные связи и сеть партнёрства.

Результаты исследования показали, что количество публикаций по STEM-технологиям значительно возросло, особенно начиная с 2020 года. США признаны лидирующей страной по количеству публикаций, числу

цитирований и активности авторов. Проведённый анализ задаёт научное направление для будущих исследований в области STEM. В частности, выделяются такие приоритетные задачи, как развитие междисциплинарного сотрудничества, повышение профессиональной квалификации учителей, укрепление международных научных связей, а также разработка надёжных методических инструментов для оценки эффективности STEM-образования.

Ключевые слова: STEM-технология, начальная школа, библиометрический анализ, научное сотрудничество, визуальная карта, VOSviewer, Web of Science, база данных

STEM TECHNOLOGY IN PRIMARY SCHOOL: A BIBLIOMETRIC REVIEW (2004–2024)

*Yeraliyeva A.N.¹, Yesnazar A.ZH.²

*^{1,2}South Kazakhstan pedagogical university named after Ozbekali Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan

Abstract. STEM technology plays a vital role in developing creative thinking, inventive abilities, and practical skills in primary school students. Therefore, the early integration of STEM into the educational process is an effective tool for raising the younger generation’s interest in science and technology.

In recent years, STEM-based education has received particular attention. This study conducted a bibliometric analysis to identify scientific progress in STEM technology in primary schools. The study covers scientific publications on the topic of “STEM in primary school” published in the Web of Science database between 2004 and 2024. The analysis included 4,013 articles, selected using the keywords “STEM education,” “STEM in primary school,” and “STEM schools.”

The bibliometric analysis was conducted using VOSviewer software, examining the following key indicators: publication dynamics by year, international scientific collaborations, co-authorship between authors and institutions, citations between authors, and keyword frequency. The data obtained using VOSviewer allowed us to visualize scientific connections and partnership networks.

The study results showed that the number of publications on STEM technologies has increased significantly, especially since 2020. The United States is recognized as the leading country in terms of publication volume, citation count, and author activity. The analysis provides a direction for future research in STEM. Specifically, priority areas include developing interdisciplinary collaboration, enhancing teacher professional development, strengthening international scientific ties, and developing reliable methodological tools for assessing the effectiveness of STEM education.

Keywords: STEM technology, primary school, bibliometric analysis, scientific collaboration, visual map, VOSviewer, Web of Science, database

Мақала түсті / Статья поступила / Received: 21.09.2025.

Жариялауға қабылданды / Принята к публикации / Accepted: 26.03.2026.

Авторлар туралы мәлімет:

Ералиева А.Н. – «Бастауышта оқыту педагогикасы мен әдістемесі педагогін даярлау» білім беру бағдарламасының 2 курс докторанты, Ө.Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: aidana.yerali@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4489-2163>

Есназар А.Ж. – PhD, «Бастауышта оқыту әдістемесі» кафедрасы, Ө.Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: asel.esnazar@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8658-0135>

Информация об авторах:

Ералиева А.Н. – докторант 2 курса по образовательной программе «Подготовка учителей педагогики и методики начального образования», Южно-Казakhstanский педагогический университет имени Ө. Жәнібеков, Шымкент, Казахстан, e-mail: aidana.yerali@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4489-2163>

Есназар А.Ж. – PhD, кафедра «Методика начального образования», Южно-Казakhstanский педагогический университет имени Ө. Жәнібеков, г. Шымкент, Казахстан, e-mail: asel.esnazar@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8658-0135>

Information about authors:

Yeraliyeva A.N. – 2nd year doctoral student in the educational program “Preparation of teachers of pedagogy and methodology of primary education”, South Kazakhstan Pedagogical University named after O. Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: aidana.yerali@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4489-2163>

Yesnazar A.Zh. – PhD, Department of “Methodology of primary Education”, South Kazakhstan Pedagogical University named after O. Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: asel.esnazar@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8658-0135>