

МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ
METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

FTAXP 14.25.09

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2026.94.2.008>

А.С. Ахметова^{1*}, С.Т. Мынбаева¹ 

¹Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

*e-mail: serikbaevna_004@mail.ru

ГЕОМЕТРИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА STEM ТӘСІЛДЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Соңғы жылдары геометрия пәнін оқытуда STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) тәсілдерін қолдануға арналған зерттеулер саны артып келеді. Дегенмен олардың нәтижелері әртүрлі ғылыми еңбектерде қарастырылып, геометрияны оқытудағы тиімділігі мен қолданылу бағыттары жеткілікті деңгейде жүйеленбеген. Осыған байланысты зерттеудің мақсаты – геометрия пәнін оқытуда STEM тәсілдерін қолданудың тиімділігін ғылыми зерттеулер негізінде талдау. Зерттеу барысында салыстырмалы әдебиеттік талдау әдісі қолданылды. Талдауға геометрияны оқытуда STEM тәсілдерін қолдану, кеңістіктік ойлауды дамыту, GeoGebra, 3D-визуализация, кеңейтілген шындық (XR) технологиялары және жобалық оқыту мәселелеріне арналған заманауи ғылыми зерттеулер енгізілді. Зерттеу нәтижелері STEM тәсілдерінің геометриялық ұғымдарды терең меңгеруге, кеңістіктік ойлау мен логикалық талдау қабілеттерін дамытуға, оқу мотивациясын арттыруға және пәндік білімдерді практикалық жағдаяттарда қолдануға оң әсер ететінін көрсетті. Сонымен қатар модельдеу, GeoGebra, 3D-визуализация және XR технологияларын қолдану геометрияны оқытудың тиімділігін арттыратыны анықталды. Жүргізілген талдау геометрияны оқытуда қолданылатын STEM тәсілдерінің негізгі бағыттарын жүйелеуге және олардың педагогикалық тиімділігін ғылыми зерттеулер негізінде негіздеуге мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: геометрия, STEM тәсілдері, STEM білім беру, кеңістіктік ойлау, GeoGebra, 3D-визуализация, цифрлық технологиялар, оқу мотивациясы.

А.С. Ахметова¹, С.Т. Мынбаева¹

¹Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актобе, Казахстан

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ STEM-ПОДХОДОВ В ПРЕПОДАВАНИИ
ПРЕДМЕТА ГЕОМЕТРИИ**

Аннотация

В последние годы количество исследований, посвящённых применению STEM-подходов (Science, Technology, Engineering, Mathematics) в обучении геометрии, значительно возросло. Однако результаты этих исследований представлены в различных научных работах и недостаточно систематизированы с точки зрения эффективности и направлений их применения при обучении геометрии. В связи с этим целью исследования является анализ эффективности применения STEM-подходов в обучении геометрии на основе современных научных исследований. В исследовании использован метод сравнительного анализа научной литературы. В анализ были включены современные исследования, посвящённые применению STEM-подходов в обучении геометрии, развитию пространственного мышления, использованию программы GeoGebra, трёхмерной визуализации, технологий расширенной реальности (XR) и проектного обучения. Результаты исследования показали, что STEM-подходы способствуют более глубокому усвоению геометрических

понятий, развитию пространственного мышления, логического анализа, повышению учебной мотивации и формированию у обучающихся навыков применения предметных знаний в практических ситуациях. Кроме того, установлено, что использование моделирования, программы GeoGebra, трёхмерной визуализации и технологий XR повышает эффективность обучения геометрии. Проведённый анализ позволил систематизировать основные направления применения STEM-подходов в обучении геометрии и научно обосновать их педагогическую эффективность.

Ключевые слова: геометрия, STEM-подходы, STEM-образование, пространственное мышление, GeoGebra, трёхмерная визуализация, цифровые технологии, учебная мотивация.

A.S. Akhmetova, S.T. Mynbayeva

Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan

THE EFFECTIVENESS OF USING STEM APPROACHES IN TEACHING GEOMETRY

Abstract

In recent years, the number of studies on the application of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approaches in geometry education has increased significantly. However, the findings of these studies remain scattered across different scientific publications and have not been sufficiently systematized regarding their effectiveness and implementation in geometry teaching. Therefore, the purpose of this study is to analyze the effectiveness of STEM approaches in geometry education based on contemporary scientific research. A comparative literature analysis was employed in this study. The analysis included recent studies on the application of STEM approaches in geometry education, the development of spatial reasoning, the use of GeoGebra, three-dimensional visualization, extended reality (XR) technologies, and project-based learning. The findings indicate that STEM approaches contribute to a deeper understanding of geometric concepts, enhance spatial reasoning and logical thinking, increase students' learning motivation, and promote the application of mathematical knowledge in practical contexts. In addition, the use of modeling, GeoGebra, three-dimensional visualization, and XR technologies was found to improve the effectiveness of geometry instruction. The analysis made it possible to systematize the main directions of applying STEM approaches in geometry education and to provide a scientific basis for their pedagogical effectiveness.

Keywords: geometry, STEM approaches, STEM education, spatial reasoning, GeoGebra, three-dimensional visualization, digital technologies, learning motivation.

Кіріспе

Негізгі ережелер. STEM тәсілдері геометрияны оқыту барысында оқушылардың кеңістіктік ойлауын және логикалық талдау қабілетін дамытуға мүмкіндік береді. Модельдеу, 3D-визуализация, GeoGebra және цифрлық технологияларды пайдалану геометриялық ұғымдарды терең меңгеруге ықпал етеді. STEM негізіндегі жобалық және практикалық жұмыстар оқушылардың зерттеушілік белсенділігі мен оқу мотивациясын арттырады. STEM тәсілдерін тиімді жүзеге асыру мұғалімнің кәсіби дайындығына және білім беру ұйымының материалдық-техникалық қамтамасыз етілуіне байланысты.

Қазіргі білім беру жүйесінде оқушылардың пәндік білімді меңгеруімен қатар, оны нақты өмірлік жағдаяттарда қолдана алуы, шығармашылық және зерттеушілік тұрғыдан ойлай білуі маңызды талаптардың біріне айналды. Бұл талаптар білім беру мазмұнын жаңартуды ғана емес, оқытудың жаңа педагогикалық тәсілдерін енгізуді де қажет етеді. Соңғы жылдары әлемдік білім беру кеңістігінде кеңінен таралып келе жатқан STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) білім беру осы талаптарды жүзеге асырудың тиімді бағыттарының бірі ретінде қарастырылады. STEM тәсілі ғылым, технология, инженерия және математиканы өзара кіріктіре отырып, білім алушылардың теориялық білімдерін практикалық міндеттерді шешуде қолдануына, зерттеушілік дағдыларын дамытуға және XXI ғасыр құзыреттіліктерін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Геометрия пәні STEM білім берудің негізгі құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Себебі геометриялық білімдер инженерлік жобалауда, сәулет өнерінде, компьютерлік графикада, робототехникада және өндірістік технологияларда кеңінен қолданылады. Сонымен қатар геометрия кеңістіктік ойлауды, логикалық талдау қабілетін және модельдеу дағдыларын

қалыптастыруда ерекше орын алады. Дегенмен мектеп тәжірибесінде геометрияны оқыту көбіне дайын теоремалар мен формулаларды меңгертуге бағыттталып, оқушылардың алған білімдерін нақты өмірлік жағдаяттарда қолдануына жеткілікті мүмкіндік берілмейді. Соның салдарынан оқушылардың пәнге деген қызығушылығы төмендеп, геометриялық ұғымдарды кеңістікте елестету және практикалық есептерді шешу барысында қиындықтар туындайды.

Осыған байланысты геометрияны оқытудың тиімді жолдарын іздестіру өзекті мәселелердің біріне айналып отыр. Соңғы жылдары геометрия пәнін оқытуда STEM тәсілдерін қолдануға арналған ғылыми зерттеулердің саны едәуір артты. Бұл зерттеулерде жобалық оқыту, проблемалық оқыту, GeoGebra бағдарламасын пайдалану, үшөлшемді модельдеу, кеңейтілген шындық (XR) технологиялары және цифрлық білім беру ресурстарының геометриялық ұғымдарды меңгеруге ықпалы қарастырылған. Алайда аталған зерттеулердің нәтижелері әртүрлі ғылыми еңбектерде беріліп, олардың қолданылу бағыттары мен педагогикалық тиімділігі жүйелі түрде жинақталмаған. Сондықтан геометрияны оқытуда STEM тәсілдерін қолданудың тиімділігін кешенді талдау және олардың негізгі бағыттарын жүйелеу қажеттілігі туындайды. Осы мәселе зерттеудің өзектілігін айқындайды және геометрия пәнін оқытуда STEM тәсілдерінің қандай бағыттары тиімді және олардың оқыту нәтижесіне ықпалы қандай деген зерттеу сұрағын қалыптастырады. Осыған байланысты зерттеудің мақсаты – геометрия пәнін оқытуда STEM тәсілдерін қолданудың тиімділігін ғылыми зерттеулер негізінде талдау және олардың негізгі бағыттарын жүйелеу.

Зерттеу гипотезасы ретінде STEM тәсілдерін геометрия пәнін оқытуда жүйелі қолдану оқушылардың кеңістіктік ойлауын, логикалық талдау қабілетін, оқу мотивациясын және геометриялық білімдерін практикалық жағдаяттарда қолдану мүмкіндігін арттыруға ықпал етеді деген тұжырым ұсынылды.

Зерттеу барысында геометрияны оқытуда STEM тәсілдерін қолдануға арналған отандық және шетелдік ғылыми еңбектерге салыстырмалы әдебиеттік талдау жүргізілді. Ғылыми зерттеулерді жүйелеу нәтижесінде геометрияны оқытуда қолданылатын STEM тәсілдерінің негізгі бағыттары анықталып, олардың педагогикалық тиімділігі бағаланды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы геометрия пәнін оқытуда қолданылатын STEM тәсілдерінің негізгі бағыттарын салыстырмалы талдау негізінде жүйелеуінде және олардың кеңістіктік ойлауға, оқу мотивациясына, зерттеушілік дағдыларға және геометриялық ұғымдарды меңгеруге ықпалын кешенді бағалауында көрінеді. Сонымен қатар геометрияны оқытуда модельдеу, GeoGebra, 3D-визуализация және XR технологияларын қолданудың педагогикалық мүмкіндіктері біртұтас STEM тұжырымдамасы аясында қарастырылды.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеу геометрия пәнін оқытуда STEM тәсілдерін қолданудың тиімділігін ғылыми тұрғыдан талдауға бағытталды. Зерттеу барысында салыстырмалы әдебиеттік талдау әдісі қолданылып, геометрияны оқытуда STEM тәсілдерін пайдалануға арналған отандық және шетелдік ғылыми еңбектер қарастырылды.

Зерттеу материалы ретінде 2020–2025 жылдар аралығында жарияланған ғылыми мақалалар іріктеліп алынды. Әдебиеттерді таңдау барысында олардың зерттеу тақырыбына сәйкестігі, ғылыми жаңалығы, жарияланған дереккөздерінің сенімділігі және зерттеу нәтижелерінің дәлелділігі негізгі критерийлер ретінде ескерілді. Талдауға STEM-педагогика, кеңістіктік ойлау, GeoGebra бағдарламасын пайдалану, 3D-визуализация, кеңейтілген шындық (XR) технологиялары, жобалық оқыту және геометрияны оқыту әдістемесіне арналған зерттеулер енгізілді. Зерттеу әдістері ретінде ғылыми әдебиеттерді талдау, салыстыру, жүйелеу және нәтижелерді интерпретациялау тәсілдері қолданылды. Сонымен қатар STEM технологияларын геометрия сабақтарында қолдануға арналған эксперименттік зерттеулердің нәтижелері салыстырылып, олардың оқушылардың кеңістіктік ойлауына, оқу мотивациясына және геометриялық білімдерді меңгеруіне ықпалы бағаланды.

Әдебиеттерге шолу

Геометрияны STEM тәсілдері арқылы оқыту оқушылардың кеңістіктік ойлауын дамытуда және теориялық білімді өмірлік жағдайлармен байланыстыруда тиімді педагогикалық құрал болып есептеледі, өйткені геометриялық ұғымдар өз табиғатында нақты кеңістіктік құрылымдарды сипаттауға бағытталған. Дәстүрлі оқыту тәсілінде оқушылар көбінесе формулалар мен ережелерді жаттауға бейімделіп, олардың мағыналық негізін ашуға жеткілікті мүмкіндік ала бермейді. Ал STEM тәсілінде геометрия есептері заттық әрекетке, модельдеу мен тәжірибелік зерттеуге сүйенеді, нәтижесінде оқушы фигуралар арасындағы байланыстарды көруге, өлшемдік тәуелділіктерді салыстыруға және кеңістіктік қатынастарды түсіндіруге дағдыланады. Орта буын оқушыларына арналған зерттеулердің ішінде С. Мор, К. Родригес-Монрой және М. Мадариага жүргізген «Геометрияны STEM және геймификация тәсілдерімен оқыту» атты еңбектің нәтижелері ерекше назар аударады, өйткені бұл зерттеу сабақ барысында ойын механикасын, проблемалық жағдаяттарды шешуді және модельдеуді біріктірудің нақты ықпалын көрсетеді. Зерттеу барысында оқушыларға абстрактылы фигураларды тек қағазда салу емес, үш өлшемді объект ретінде қарастыру ұсынылған, ал есептер қарапайым амалдарды қайталауға емес, объектілердің пішіні мен кеңістікте орналасуын талдауға негізделген. Нәтижесінде оқушылардың тапсырмаларды орындау белсенділігі айтарлықтай артқан, сабаққа қатысу деңгейі тұрақталған және есеп шығару кезінде қателер саны азайғаны анықталған [1]. Ең маңыздысы – оқушыларда геометрияны «қалай қолдануға болады?» деген сұраққа жауап табуға деген нақты қызығушылық қалыптасқан. Яғни білім сыртқы талап ретінде емес, ойлау және ізденіс процесі ретінде қабылдана бастаған. Бұл STEM тәсілінің басты тиімділігі: ол оқушыны бақылаушыдан әрекет етушіге, дайын формуланы қолданушыдан кеңістіктік қатынастарды түсіндірушіге айналдырады.

Геометрияны меңгеруде негізгі қиындықтардың бірі – фигураларды ойша елестету, оларды кеңістікте бұру, салыстыру және олардың қасиеттерін абстрактылы түрде талдау қабілетінің жеткіліксіз дамуы. Көп жағдайда оқушылар геометриялық тапсырмаларды орындағанда фигураның тек сыртқы бейнесіне сүйеніп, оның ішкі құрылымдық қатынастарын көре алмайды, бұл есепті шешудің логикалық тізбегін құруға кедергі келтіреді. Сондықтан кеңістіктік ойлауды дамытуға бағытталған әдістемелер геометрияны оқытуда маңызды орын алады. Осы бағытта T. Lowrie, D. Harris, T. Logan, M. Hegarty жүргізген «Кеңістіктік ойлауды дамытуға бағытталған STEM-интервенциялар» («Supporting Spatial Reasoning through STEM Interventions») атты зерттеу ерекше маңызға ие, себебі ол кеңістіктік елестету дағдысын сабақтың негізгі құрамдас элементіне айналдырудың тиімділігін дәлелдейді. Зерттеуде оқушыларға фигураларды тек қағазда қарастыру емес, оларды елестету, ойша бұру, бірнеше ракурстан көру, бөліктерге жіктеу, қайта біріктіру сияқты әрекеттер жүйелі түрде ұсынылған. Сонымен қатар, оқу үдерісінде модельдеу, 3D манипуляциялар, динамикалық геометриялық орта және визуализация құралдары қолданылған. Нәтижесінде оқушылар фигураларды салыстыруда, олардың қасиеттерін анықтауда және кеңістіктегі өзара байланыстарды түсіндіруде едәуір жоғары нәтижелер көрсетті, ал есеп шешу кезінде логикалық қателер саны азайды [2]. Бұл зерттеу геометриядағы негізгі қиындықтардың көпшілігі математикалық формулаларды білмеуде емес, кеңістіктік көру дағдысының жеткілікті деңгейде дамымауында екенін дәлелдейді. STEM тәсілінің артықшылығы да осында: ол оқушының ойлауын «көзбен көру → ойша айналдыру → мағынаны түсіну → шешімге келу» тізбегі арқылы дамытады. Яғни геометриялық білім жатталған ақпарат емес, кеңістікті саналы түрде қабылдау мен түсіндіру қабілетіне айналады. Осылайша, кеңістіктік ойлауды дамытуға бағытталған STEM-интервенциялар геометрияны терең және мағыналық деңгейде меңгерудің негізін қалайды.

Геометрияны оқытуда көлемдік денелердің қасиеттерін түсіндіру, олардың беттері мен қималарын салыстыру, өлшемдік арақатынастарды анықтау көбінесе қиындық тудырады, себебі оқушы бұл денелерді ойша кеңістікте құрастыра алмайды немесе олардың пішінін түрлі ракурстан елестете алмайды. Осындай жағдайларда үш өлшемді модельдеу құралдары мен

динамикалық геометриялық бағдарламалар оқытудың тиімді тетігіне айналады. Бұл бағытта О.-Л. Ng, L. Shi, F. Ting жүргізген зерттеу ерекше назар аударады, себебі онда геометриялық денелерді тек сызба күйінде емес, басып шығаруға, айналдыруға, бөлшектеуге және қайта құрастыруға мүмкіндік беретін 3D-принтинг пен динамикалық модельдеу бағдарламалары қолданылған [3]. Бұл технология құралдарының түсінуді тек теориялық деңгейде емес, визуалды-тәжірибелік деңгейде күшейтетіні дәлелденді. Ең маңыздысы — оқушылар абстрактылы геометриялық денелерді өмірге жақын нақты объектілер ретінде қабылдай бастаған. Мұндай қабылдау «көремін → ұстаймын → түсінемін → есептеймін» деген танымдық тізбекті қалыптастырады. Яғни геометриядағы ұғымдар оқушы үшін тірі, қозғалыстағы, өзгеретін модельдерге айналады. Осылайша, 3D-принтинг және динамикалық геометриялық орта геометрияны оқытуда кеңістіктік ойлауды дамытатын, түсінуді тереңдететін және есепті саналы орындауға жетелейтін пәрменді әдіс ретінде танылады.

Геометрияны оқытуда оқушының теориялық материалды тек формулалар мен анықтамалар жиынтығы ретінде емес, кеңістіктік құрылымдардың мәнін ашатын тұтас жүйе ретінде түсінуі өте маңызды, себебі геометрияның табиғаты – кеңістікті модельдеу, нысандар арасындағы қатынастарды көру және оларды мағыналық тұрғыда талдау. Дегенмен дәстүрлі оқыту жүйесінде оқушы көбіне дайын ережені қабылдап, оны қолдану үлгісін қайталайды, ал бұл түсінудің механикалық деңгейінде қалып қоюына әкеледі. Осы мәселеге назар аударған S.F. Kong, M.E.E. Mohd Matore STEM тәсілдерінің мәнін білімді мағыналық-концептуалдық деңгейде қалыптастырумен байланыстырады. Зерттеуде үшөлшемді геометриялық фигураларды оқыту барысында STEM негізіндегі практикалық тапсырмалар қолданылып, оқушылар геометриялық объектілердің математикалық қасиеттерін практикалық әрекет арқылы меңгерген. Зерттеу нәтижелері STEM тәсілін қолдану оқушылардың математикалық оқу нәтижелерін жақсартуға ықпал ететінін көрсеткен [4]. Мұның нәтижесінде оқушы фигураларды жалпылама белгі жүйесі ретінде емес, олардың ішінде жасырылған қатынастарды, пропорцияларды, симметрияларды, өлшемдік тәуелділіктерді көре алатын деңгейге көтеріледі. Осылайша STEM тәсілі геометрияны тек есеп шығару пәні емес, кеңістікті түсіну және оның заңдылықтарын мағыналық тұрғыда тану пәніне айналдырады.

Геометрияны түсіндіруде визуализация мен модельдеу шешуші рөл атқарады, себебі оқушы геометриялық фигураларды тек жазықтықтағы сызба ретінде емес, кеңістікте өзара байланысқан құрылымдар жүйесі ретінде қабылдауы тиіс. Механикалық жаттау бұл түсінуді қамтамасыз етпейді, ал модельдеу арқылы объектіні құрастыру, өзгерту, айналдыру және оның қасиеттерін талдау оқушының ойлауын белсенді әрекетке көшіреді. Осыған байланысты R. Ziatdinov, J.R. Valles ұсынған «GeoGebra ортасында модельдеу, визуализация және бағдарламалауды біріктіру» («Synthesis of Modeling, Visualization and Programming in GeoGebra») еңбегі геометрияны STEM тәсілімен оқытуда маңызды әдістемелік негіз ұсынады. Ғалымдар GeoGebra бағдарламасының артықшылығы тек дайын фигураларды салу мүмкіндігінде емес, фигураны математикалық объект ретінде «жасап көру», оның параметрлерін өзгертіп бақылау, тәуелді және тәуелсіз шамалардың байланысын нақты көре білу қабілетін қалыптастыруында екенін атап өтеді [5]. Зерттеуде оқушылар фигураларды динамикалық түрде түрлендіре отырып, симметрия, пропорция, бұрыштық тәуелділік, аудан мен көлем арақатынастары сияқты ұғымдарды өздігінен ашуға мүмкіндік алған. Бұл тәсілде оқушы теореманы жаттап алмайды, ол оны тәжірибелік әрекет барысында «туындатады». Сонымен қатар, бағдарламалау элементтерін енгізу геометрияны абстрактылы емес, құрылымдық және логикалық жүйе ретінде қарастыруға жағдай жасайды: оқушы фигураның әрбір нүктесі мен сызығының математикалық негізін түсінеді, яғни геометрияны сыртқы форма ретінде емес, ішкі байланыстар жүйесі ретінде қабылдай бастайды. Мұндай тәсіл кеңістіктік елестету қабілетін күшейтіп қана қоймай, оқушыны логикалық дәлелдеу мәдениетіне үйретеді, өйткені ол кез келген қорытындыны визуалды және математикалық аргументация арқылы дәлелдеуге дағдыланады. Осылайша, GeoGebra негізінде модельдеу мен

визуализацияны STEM тұғырында біріктіру геометриялық объектілерді терең және мағыналық деңгейде түсінуге мүмкіндік береді.

Геометрияны оқытуда оқушының кеңістікті көзбен емес, санамен «көру» қабілеті негізгі орын алады, себебі геометриялық объектілердің мәні олардың сыртқы кескінінде емес, ішкі байланыстарында, пропорцияларында және кеңістіктік қатынастарында жатыр. Бірақ дәстүрлі сабақтарда бұл қабілетті дамыту қиынға соғады, өйткені оқушы тек жазықтықтағы сызбамен шектеліп, объектіні нақты кеңістікте елестете алмайды. Осы мәселені шешудің маңызды бағыттарының бірі – кеңейтілген шындық технологияларын (XR) оқу процесіне енгізу.

C.R. Cunha, A. Moreira, S. Coelho, V. Mendonça, J.P. Gomes кеңейтілген шындықтың оқушыны виртуалды кеңістікте геометриялық объектілермен тікелей «әрекеттестіруге» мүмкіндік беретінін дәлелдейді [6]. Зерттеуде оқушылар фигураларды телефон немесе арнайы XR-құрылғы арқылы әр жақтан көре алған, оларды жақындатып, алыстатып, айналдырып, бөліктерге бөлу және қайта құрастыру әрекеттерін іске асырған. Мұндай тәжірибе фигура мен кеңістік арасындағы қатынасты терең сезінуге мүмкіндік беріп, геометриядағы абстракция деңгейін төмендеткен. Ең маңыздысы – XR оқушыны геометриялық форманы көрумен қатар, оны «кеңістікте сезінуге» үйретеді, яғни көзбен бақылау мен ойша модельдеудің табиғи байланысын қалыптастырады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, кеңейтілген шындықпен жұмыс жасаған сыныптарда оқушылардың кеңістіктік визуализация дағдылары, симметрия мен пропорцияны тану қабілеті және фигураларды салыстыру дәлдігі артқан. Бұл тәсіл «геометриялық көру» деп аталатын танымдық сапаны дамытады, яғни оқушы затты сыртқы пішіні арқылы емес, оның математикалық құрылымы арқылы түсіне бастайды. Осылайша, XR технологияларын қолдану геометрияны тек ережелер жүйесі емес, кеңістікті түсіну мәдениеті ретінде қабылдауға жағдай жасайды, ал оқу үдерісі көрнекі, әсерлі және саналы сипатқа ие болады.

Геометрияны оқытуда барлық оқушылардың бірдей деңгейде оқу әрекетіне қатыспайтыны байқалады: бір бөлігі пәнге қызығушылық танытып, белсенді жұмыс істесе, екінші бөлігі формулаларды жаттаумен шектеліп, материалды үстірт қабылдайды, ал үшінші топ есеп шығарудан қашқақтай бастайды. Мұндай айырмашылық білімдегі теңсіздіктің қалыптасуына әкеледі, әсіресе мотивациясы төмен немесе өз-өзіне сенімсіз оқушыларда бұл құбылыс айқынырақ көрінеді. Осындай жағдайда STEM тәсілі тек зияткерлік дамуға емес, оқушының ішкі уәжі мен оқу ынтасына да ықпал ететін трансформациялық құрал ретінде қарастырылады. Бұл тұрғыда V. Stieha, B. Earl, H. Hagens, M. Haynes, A. Ulappa, L. Bond, J.T. Oxford зерттеу маңызды, себебі ол STEM-процестердің оқушылардың оқу мотивациясына, сенім деңгейіне және пәнмен эмоционалдық байланысына әсерін жүйелі түрде талдайды. Зерттеу барысында мотивациясы төмен оқушыларға жобалау, тәжірибе жасау және зерттеу форматында орындауға мүмкіндік берілген, яғни олар дайын алгоритмді қайталамаған, керісінше, өз шешімін құруға тырысқан. Мұндай әрекет оқушыны нәтижеге емес, үдеріске бағыттайды: «есепті дұрыс шешу» емес, «қалай шешуге болады?» деген ойлаудың басымдығы күшейеді. Нәтижесінде оқушыларда пәнге қатысты жағымды эмоционалдық фон қалыптасқан, олар өздерінің есеп шығара алатынына сенім білдіре бастаған, ал сабаққа қатысу белсенділігі мен тұрақтылығы артқан. STEM тәсілінің мотивацияны күшейту себебін оқушының білім алудағы субъектілік рөлін арттырумен байланыстырады: ол енді бақылаушы емес, шешім қабылдаушы, құрастырушы, модель жасаушы [7]. Яғни оқушы білімге «сырттан» емес, «ішінен» енеді. Осылайша STEM тәсілі білімдегі теңсіздікті азайтып, барлық оқушыға, әсіресе мотивациясы төмендерге, геометрияны өз мүмкіндігімен меңгеруге мүмкіндік береді және пәнді өмірге жақын, мәнді, қызықты үдеріске айналдырады.

Геометрия тек математикалық абстракциялар жүйесі ғана емес, адамзаттың табиғатты тану тәжірибесінен туған кеңістіктік ойлау мәдениетінің көрінісі болып табылады, сондықтан оны оқытуда мәдени-тарихи мазмұнды ескеру оқушының дүниетанымдық қабылдауын кеңейтеді. Мектеп тәжірибесінде көптеген оқушылар геометрияны «өмірден бөлек» пән

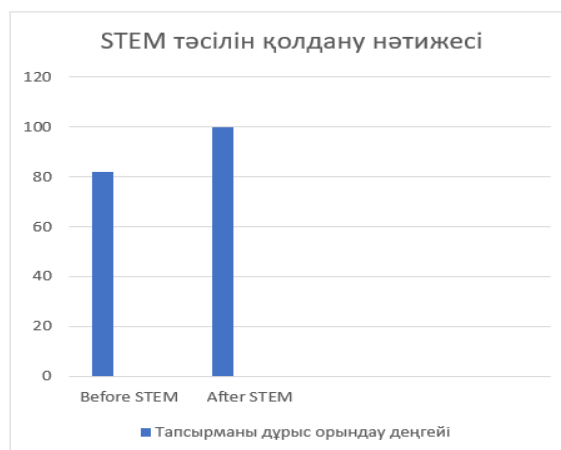
ретінде қабылдайды, себебі оларға фигуралар мен теоремалар дайын формада ұсынылады, ал олардың қайдан шыққаны, шынайы қолданысы және мәдени мәні ашылмай қалады. Осы мәселені шешудің бір тиімді бағыты – этноматематика элементтерін STEM-педагогикамен ұштастыру. Этноматематика элементтерін STEM білім берумен кіріктіру геометрияны оқытудың тиімді бағыттарының бірі ретінде қарастырылады. Kyeremeh, Awuah және Dorwu жүргізген «Integration of Ethnomathematics in Teaching Geometry: A Systematic Review and Bibliometric Report» атты зерттеуде этноматематиканы геометрияны оқытуда қолданудың заманауи бағыттары жүйелі түрде талданған [8]. Авторлар ұлттық мәдениет элементтерін геометриялық ұғымдарды оқытумен байланыстыру оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырып қана қоймай, олардың кеңістіктік ойлауын, математикалық түсініктерді саналы меңгеруін және мәдени құндылықтарды тануын дамытуға ықпал ететінін атап көрсетеді. Мұндай тәсілде геометрия оқушы үшін тек есеп пен формула емес, оның дүниені түсіну тәсіліне айналады. Сонымен қатар этноматематика оқушының мәдени сәйкестігін нығайтып, пәнге деген ішкі уәжі мен эмоционалдық қызығушылығын арттырады, себебі ол өзін осы білімнің сыртқы тұтынушысы емес, оның иесі ретінде сезіне бастайды. STEM-педагогикамен үйлескен этноматематика геометрияны өмірмен, тарихпен, өнермен, ұлттық тәжірибемен байланыстырып, пәннің мағыналық және рухани кеңістігін кеңейтеді. Осылайша этноматематикаға негізделген STEM-оқыту геометрияны мәдениетпен біртұтас, мәнді, сезілетін және түсінілетін білім жүйесіне айналдырады.

Соңғы жылдары жүргізілген зерттеулер STEM тәсілдерін геометрияны оқытуда цифрлық технологиялармен кіріктіре қолданудың тиімділігін де көрсетеді. Y. Li, K. Wang, Y. Xiao, J.E. Froyd STEM негізіндегі шығармашылық және пәнаралық білімді қолдану дағдыларын дамытуға ықпал ететінін анықтаған [9]. E. İbili, M. Çat, D. Resnyansky, S. Şahi, M. Billinghamurst үшөлшемді модельдеуді қолдану көлемдік денелерді меңгеруді жеңілдететінін көрсеткен [10]. C. Attard, N. Berger, E. Mackenzie STEM тәсілдерімен кіріктіру оқушылардың оқу белсенділігін арттыратынын атап өтсе [11], W.-Y.Hwang, L.Zhao, R. Shadiev, L.-K. Lin, T.K. Shih, H.-R. Chen кеңістіктік ойлауды дамытуға бағытталған геометриялық тапсырмаларының білімді терең меңгеруге мүмкіндік беретінін дәлелдеген [12].

Зерттеу нәтижелері

Зерттеу материалдарын талдау STEM тәсілдерінің геометрияны оқытуда оқушының танымдық белсенділігіне, кеңістіктік ойлауына және пәнді қабылдауына айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Біріншіден, STEM тәсілдері кеңістіктік ойлау мен елестету дағдыларын дамытады. T. Lowrie, D. Harris, T. Logan, M. Hegarty кеңістіктік интервенциялар жүргізген зерттеуде оқушылардың фигураларды ойша айналдыру және салыстыру қабілеті артқаны анықталған, ал жазбаша бақылау жұмысындағы қателіктер саны азайған. Яғни визуалды-кеңістіктік әрекет ойлауды вербалды және формулалық деңгейге қарағанда табиғи жолмен қалыптастырады геометриялық ұғымдар заттық әрекет, модельдеу және тәжірибе арқылы меңгерілген жағдайда түсіну тереңдігі артатыны анықталды [2].

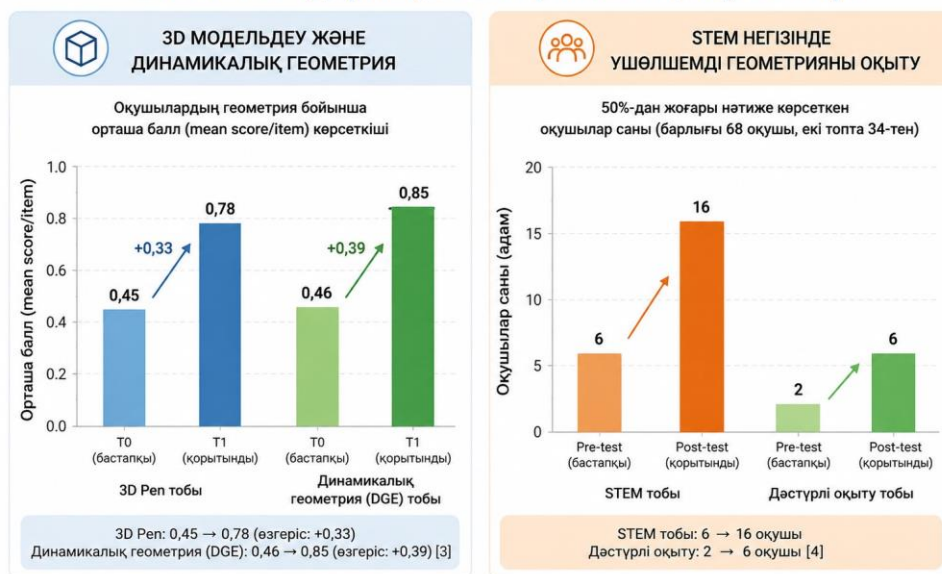
Екіншіден, Moral-Sánchez, Sánchez-Compañá және Romero жүргізген экспериментте геометрияны STEM және геймификация әдістерімен меңгерген сыныпта тапсырмаларды дұрыс орындау көрсеткіші 50%-ға жоғарылағаны (50%-дан 100%-ға дейінгі өсім салыстырмалы көрсеткіште тіркелген) анықталды [1]. Бұл оқушылардың теорияны дайын түрде қабылдаудан емес, кеңістіктік қатынастарды тәжірибелік деңгейде талдаудан үйренгенін көрсетеді (сурет 1).



Сурет 1. Тапсырмаларды дұрыс орындау көрсеткіші

Үшіншіден, қарастырылған зерттеулер технологиялық құралдарды қолданудың геометрияны оқытудағы тиімділігін көрсетті. 3D модельдеу, зерттеушілік оқыту және STEM жобалары оқушылардың оқу нәтижелеріне әртүрлі бағытта оң әсер етеді. Қарастырылған зерттеулердің негізгі нәтижелері сурет 2-де жинақталып көрсетілген.

STEM тәсілдерінің геометрияны оқытуға әсері



Сурет 2. STEM тәсілдерінің геометрияны оқытуға әсері

Сурет 2-де көрсетілгендей, геометрияны технологиялық ортада оқыту барысында 3D Pen тобындағы орташа көрсеткіш 0,45-тен 0,78-ге, ал динамикалық геометрия (DGE) тобында 0,46-дан 0,85-ке дейін жоғарылаған [3]. Сонымен қатар үшөлшемді геометриялық фигураларды STEM тәсілі арқылы оқыту нәтижесінде 50%-дан жоғары балл алған оқушылар саны бастапқы тесттегі 6 оқушыдан қорытынды тестте 16 оқушыға дейін артқан [4]. Бұл нәтижелер цифрлық технологиялар мен STEM тәсілдерін геометрияны оқытуда қолданудың оқу нәтижелерін жақсартуға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Дискуссия

Алынған нәтижелер STEM тәсілдерінің геометрияны тек формальды есептер жүйесі ретінде емес, қоршаған ортаның кеңістік құрылымын тану тілі ретінде оқытуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Геометрияны оқушы көбіне «формулаларды жаттайтын пән» деп қабылдайды, ал

STEM тәсілі бұл түсінікті түбегейлі өзгертеді: геометриялық ұғымдар заттық модельдеу, 3D визуализация, кеңістіктік елестету, практикалық әрекет және зертханалық жобалар арқылы ашылады. Яғни, оқушы дайын формуланы қолданушыдан проблеманы зерттеуші тұлғаға айналады. Зерттеу материалдарын салыстырмалы талдау нәтижесінде STEM-педагогикадағы басты назар–оқушының білімді дайын күйінде қабылдауы емес, мәселенің шешімін өзі іздестіруі, гипотеза құруы, модель жасап тексеруі, қателесіп, қайта түзетуі, дәлелдеуі екені анықталды. Бұл оқу процесін «нәтижеден» «процеске» бұрады, ал бұл өз кезегінде оқушының ойлау құрылымын өзгертеді: ол ақпаратты емес, байланыстарды көруге, фигураларды емес, олардың кеңістіктік қатынастарын түсінуге бағытталды. Кеңістіктік ойлау–геометрияны меңгерудің өзегі. STEM осы дағдыны ойын элементтері, кеңейтілген шындық (XR), динамикалық геометриялық бағдарламалар, 3D-принтинг және GeoGebra секілді цифрлық құралдар арқылы дамытады. Тәжірибелер көрсеткендей, геометриялық денелерді қолмен жасау, оларды экранда бұру, көлемін салыстыру, қималарын өзгерту сияқты әрекеттер оқушының түсінуін вербалды немесе формулалық түсіндіруден әлдеқайда тиімді қалыптастырады. Сонымен қатар STEM тәсілі оқушының пәнге мотивациясын күшейтеді: ол енді теорияны «өмірде қажет болмайтын» абстракция емес, күнделікті айналадағы кеңістікті танудың құралы ретінде қабылдайды. Дегенмен, STEM енгізуде бірнеше шектеу байқалды: ең алдымен–мұғалімнің әдістемелік дайындығы. Егер педагог тек теория жеткізуші ролінде қалса, STEM формалды сипатта болып, оның мазмұндық әлеуеті ашылмайды. Екіншіден–материалдық база. 3D-принтер, интерактивті панель, AR қолданбалар, көрнекілік құралдар жеткіліксіз болса, STEM толық жүзеге аспайды. Сондықтан STEM-оқытуды тиімді енгізу үшін мектептерде әдістемелік орталықтар, тәжірибе алмасу қауымдастықтары, ашық сабақтар мен зерттеу шеберханалары ұйымдастырылуы қажет. Демек, STEM тәсілдері геометрияны түсіндіруді ғана емес, оны жасау, зерттеу және өмірмен байланыстыра қолдану тәжірибесіне айналдырады; алайда бұл нәтижеге жету үшін мұғалім мен ортаға жүйелі қолдау керек.

Қорытынды

Жүргізілген салыстырмалы әдебиеттік талдау геометрия пәнін оқытуда STEM тәсілдерін қолданудың педагогикалық тұрғыдан тиімді екенін көрсетті. Зерттеу нәтижелері STEM негізіндегі оқытудың оқушылардың кеңістіктік ойлауын, логикалық талдау қабілетін, зерттеушілік белсенділігін және оқу мотивациясын дамытуға ықпал ететінін дәлелдеді. Сонымен қатар модельдеу, GeoGebra бағдарламасы, 3D-визуализация, кеңейтілген шындық (XR) технологиялары және жобалық оқыту геометриялық ұғымдарды терең меңгеруге мүмкіндік беретін тиімді құралдар ретінде айқындалды. Ғылыми еңбектерді жүйелеу нәтижесінде STEM тәсілдерін қолданудың негізгі бағыттары анықталып, олардың геометрияны оқытудағы педагогикалық мүмкіндіктері бағаланды. Бұл зерттеу STEM тәсілдерінің теориялық негіздерін жинақтап қана қоймай, оларды мектеп тәжірибесінде қолданудың маңызын негіздеуге мүмкіндік берді. Болашақ зерттеулерде геометрия курсының нақты тақырыптарына бейімделген STEM тапсырмалар жүйесін әзірлеу, оны оқу үдерісіне енгізу және оның оқушылардың оқу жетістігіне, кеңістіктік ойлауына, зерттеушілік дағдыларына және оқу мотивациясына әсерін эксперименттік жолмен бағалау маңызды болып табылады. Мұндай зерттеулер STEM тәсілдерін қазақстандық мектептердің оқу тәжірибесіне енгізудің ғылыми-әдістемелік негіздерін жетілдіруге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

[1] Moral-Sánchez S.N., Sánchez-Compañía M.T., Romero I. *Geometry with a STEM and Gamification Approach: A Didactic Experience in Secondary Education // Mathematics*. – 2022. – Vol. 10, No. 18. – Article 3252. – <https://doi.org/10.3390/math10183252>

- [2] Lowrie T., Harris D., Logan T., Hegarty M. *The Impact of a Spatial Intervention Program on Students' Spatial Reasoning and Mathematics Performance* // *Journal of Experimental Education*. – 2021. – Vol. 89, No. 2. – P. 259–277. – <https://doi.org/10.1080/00220973.2019.1684869>.
- [3] Ng O.-L., Shi L., Ting F. *Exploring Differences in Primary Students' Geometry Learning Outcomes in Two Technology-Enhanced Environments: Dynamic Geometry and 3D Printing* // *International Journal of STEM Education*. – 2020. – Vol. 7. – Article 50. – <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00244-1>
- [4] Kong S.F., Mohd Matore M.E.E. *Can a Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach Enhance Students' Mathematics Performance?* // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14, No. 1. – Article 379. – <https://doi.org/10.3390/su14010379>
- [5] Ziatdinov R., Valles J.R. Jr. *Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics* // *Mathematics*. – 2022. – Vol. 10, No. 3. – Article 398. – <https://doi.org/10.3390/math10030398>
- [6] Cunha C.R., Moreira A., Coelho S., Mendonça V., Gomes J.P. *Empowering the Teaching and Learning of Geometry in Basic Education by Combining Extended Reality and Machine Learning* // *Extended Reality*. – 2024. – P. 98–109. – https://doi.org/10.1007/978-3-031-60224-5_11
- [7] Stieha V., Earl B., Hagens H., Haynes M., Ulappa A., Bond L., Oxford J.T. *An Exploration of the Relationship Between Active Learning and Student Motivation in STEM: A Mixed Methods Study* // *Advances in Physiology Education*. – 2024. – Vol. 48, No. 3. – P. 621–638. – <https://doi.org/10.1152/advan.00247.2022>
- [8] Kyeremeh P., Awuah F.K., Dorwu E. *Integration of Ethnomathematics in Teaching Geometry: A Systematic Review and Bibliometric Report* // *Journal of Urban Mathematics Education*. – 2023. – Vol. 16, No. 2. – P. 68–89. – <https://doi.org/10.21423/jume-v16i2a519>
- [9] Li Y., Wang K., Xiao Y., Froyd J.E. *Research and Trends in STEM Education: A Systematic Review of Journal Publications* // *International Journal of STEM Education*. – 2020. – Vol. 7. – Article 11. – <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- [10] İbili E., Çat M., Resnyansky D., Şahin S., Billingham M. *An Assessment of Geometry Teaching Supported with Augmented Reality Teaching Materials to Enhance Students' 3D Geometry Thinking Skills* // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. – 2020. – Vol. 51, No. 2. – P. 224–246. – <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1583382>
- [11] Attard C., Berger N., Mackenzie E. *The Positive Influence of Inquiry-Based Learning Teacher Professional Learning and Industry Partnerships on Student Engagement With STEM* // *Frontiers in Education*. – 2021. – Vol. 6. – Article 693221. – <https://doi.org/10.3389/educ.2021.693221>
- [12] Hwang W.-Y., Zhao L., Shadiev R., Lin L.-K., Shih T.K., Chen H.-R. *Exploring the Effects of Ubiquitous Geometry Learning in Real Situations* // *Educational Technology Research and Development*. – 2020. – Vol. 68, No. 3. – P. 1121–1147. – <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09730-y>