ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ӘОЖ 373.5:53:342.813

Қолжазба құқығында

БАҚЫТҚАЗЫ ТАННУР

Физика пәнін оқытуда STEM білім беру бойынша мектеп мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру

8D01501 – Физика
Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Отандық ғылыми кеңесші:
ф.-м.ғ.к., ассистент-профессор
Нұрғалиева Құралай Еркенқызы

Шетелдік ғылыми кеңесшілер:
PhD, профессор Eduarda Pinto Ferreira
PhD, Susana Nicola

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2026

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР 3
АНЫҚТАМАЛАР 4
БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР 5
КІРІСПЕ 6
1 ҚАЗАҚСТАНДА МЕКТЕПТЕ ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА STEM БІЛІМ БЕРУДІ КІРІКТІРУ 13
1.1 STEM білім беру тұжырымдамасының мәні, даму тарихы және бағыттары 13
1.2 STEM-ді физика пәніне кіріктірудің ғылыми-теориялық негіздері. Шетел тәжірибесін салыстырмалы талдау: АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстан 26
1.3 Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі ұғымы және оның құрылымы (STEM контексінде) 46
1.4 Бірінші бөлім бойынша қорытынды 62
2 МҰҒАЛІМ БІЛІКТІЛІГІН АРТТЫРУҒА БАҒЫТТАЛҒАН STEM БАҒЫТТАҒЫ ОҚЫТУ БАҒДАРЛАМАСЫН ӘЗІРЛЕУ 65
2.1 Физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеруге кәсіби қажеттіліктерін анықтау 65
2.2 Мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға бағытталған біліктілік арттыру курсының құрылымы мен мазмұны 93
2.3 «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» курсының мақсаты, міндеттері және модульдік мазмұны 104
2.4 Екінші бөлім бойынша қорытынды 114
3 БІЛІКТІЛІК АРТТЫРУ КУРСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ МҰҒАЛІМДЕРДІҢ STEM БІЛІМ БЕРУ БОЙЫНША КӘСІБИ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ 117
3.1 Курсты жүзеге асыру әдістемесі және оқу материалдарын әзірлеу стратегиясы. Педагогикалық талаптарға сәйкестендіру және сараптамалық бағалау 117
3.2 Біліктілік арттыру курсының педагогтер мен білім алушыларға әсерін талдау және тиімділігін бағалау 123
3.3 Үшінші бөлім бойынша қорытынды 134
ҚОРЫТЫНДЫ 137
ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ 139
ҚОСЫМША А 139

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы диссертациялық жұмыста философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін келесі нормативті құжаттарға сілтемелер қолданылған.

Қазақстан Республикасының Заңы «Білім туралы»: 2007 жылғы 27 шілде, № 319-III (2023 жылғы 27 наурыздағы өзгерістер мен толықтырулармен). – https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z1100000487

«Қазақстан Республикасындағы бастауыш, негізгі орта, жалпы орта білім берудің үлгілік оқу жоспарларын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Білім және ғылым мини- стрінің 2012 жылғы 8 қарашадағы № 500 бұйрығына өзгерістер енгізу туралы Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрінің м.а. 2024 жылғы 27 маусымдағы № 161 бұйрығы. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1200008170

Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы «Білім беруді дамытудың 2020–2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы»: 2019 жылғы 27 желтоқсан, № 988. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900000988

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің бұйрығы «Педагог мамандықтары бойынша біліктілікті арттыру бағдарламаларының үлгілік оқу жоспарларын бекіту туралы»: 2016 жылғы 28 қаңтар, № 92. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1600013420

«Қазақстан Республикасында мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамытудың 2023-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы № 249 қаулысы. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000249#z14

Қазақстан Республикасы Білім министрінің бұйрығы «Педагог кәсіби стандартын бекіту туралы»: 2022 жылғы 15 желтоқсан, № 500. – Режим доступа: www.adilet.zan.kz

UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. – Paris: UNESCO, 2017. – 62 p. – URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444

OECD. PISA 2022 Results. – Paris: OECD Publishing, 2023. – Vol. I–III. – URL: https://www.oecd.org/pisa/

Қазақстан Республикасының білім сапасын бағалау ұлттық орталығы. PISA-2022 халықаралық зерттеуінің нәтижелері: Қазақстан Республикасының ұлттық есебі. – Астана: ҰБСБО, 2023. – 156 б

АНЫҚТАМАЛАР

Диссертациялық жұмыста төмендегідей анықтамаларға сәйкес терминдер қолданылды:

STEM білім беру – ғылым, технология, инженерия және математика салаларын кіріктіретін оқыту тәсілі.

Кәсіби құзыреттілік – педагогтың кәсіби қызметін тиімді жүзеге асыруына қажетті білім, білік, дағды және тұлғалық қасиеттер жиынтығы.

Жобалық оқыту (PBL) – білім алушылардың нақты мәселені шешу немесе өнім жасауға бағытталған жобалық жұмысқа негізделген оқыту әдісі.

Интеграцияланған оқыту – бірнеше пән мен білім саласын бір тақырып аясында біріктіретін оқыту тәсілі.

Андрагогика – ересектерді оқыту теориясы мен практикасы.

Модульдік оқыту – оқу мазмұнын логикалық аяқталған модульдерге бөлуге негізделген оқыту жүйесі.

Құзыреттілік – тұлғаның белгілі бір қызмет саласында табысты әрекет етуін қамтамасыз ететін білім, дағды және тәжірибе кешені.

Рефлексия – өз іс-әрекетін талдау және бағалау үдерісі.

Критериалды бағалау – алдын ала белгіленген критерийлерге негізделген бағалау жүйесі.

Педагогикалық эксперимент – жаңа әдістер мен технологиялардың тиімділігін тексеруге бағытталған ғылыми зерттеу әдісі.

Әдістеме – оқыту мақсаттарына жетуге арналған әдістер мен тәсілдер жүйесі.

Әдіс – педагогикалық мақсатқа жетудің нақты жолы.

Тәсіл – педагогикалық әрекетті ұйымдастырудың жалпы қағидалар жиынтығы.

TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) – пәндік, педагогикалық және технологиялық білімді кіріктіруге негізделген педагогтің кәсіби құзыреттілік моделі.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

АҚШ	Америка Құрама Штаттары
БАҚ	Біліктілікті арттыру курсы
ББҰ	Білім беру ұйымдары
БҒМ	Білім және ғылым министрлігі
ЖББҰ	Жалпы білім беретін білім беру ұйымдары
ЖОО	Жоғары оқу орны
ҚМЖ	Қысқа мерзімді жоспар
ҚР	Қазақстан Республикасы
ҚазҰУ	Қазақ Ұлттық университеті
МЖМБС	Мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты
NGSS	Next Generation Science Standards (Жаңа буын ғылыми стандарттары)
ОӘК	Оқу-әдістемелік кешен
PBL	Project-Based Learning (Жобалық оқыту)
PISA	Programme for International Student Assessment (Халықаралық оқушылардың білімін бағалау бағдарламасы)
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
TPACK	Technological Pedagogical Content Knowledge
PCK	Pedagogical Content Knowledge
ҰБДҚ	Біріккен Ұлттар Ұйымының Білім, ғылым және мәдениет жөніндегі ұйымы (UNESCO)
ЭЫДҰ	Экономикалық ынтымақтастық пен даму ұйымы
АКТ	Ақпараттық-коммуникациялық технология
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound
SAMR	Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition

КІРІСПЕ

Жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс физика пәнін оқытуда STEM білім беру тәсілін қолдану арқылы мектеп мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру мәселесіне арналған. Зерттеу қазіргі білім беру жүйесіндегі интеграцияланған оқыту талаптарын ескере отырып, физика мұғалімдерінің STEM білім беру саласындағы теориялық дайындығын және практикалық дағдыларын жетілдіру қажеттілігін негіздейді. Зерттеу барысында физика мұғалімдеріне арналған біліктілікті арттыру курсының STEM білім беруге деген көзқарасына, сондай-ақ олардың кәсіби құзыреттілігінің дамуына тигізетін ықпалы эксперимент арқылы анықталады. Сонымен қатар мұғалімдердің STEM бағытындағы педагогикалық, әдістемелік және зерттеушілік дағдыларын дамытуға бағытталған арнайы мазмұн мен оқыту формалары қарастырылады. Жұмыста ұсынылған ғылыми-әдістемелік тәсілдер мен тәжірибелік нәтижелер физика мұғалімдерінің кәсіби дамуын жетілдіруге, STEM білім беру элементтерін оқу процесіне тиімді енгізуге және білім сапасын арттыруға бағытталған.

Зерттеудің өзектілігі. Қазіргі таңда әлемдік еңбек нарығы цифрландыру, жасанды интеллект және технологиялық трансформация процестерінің ықпалымен түбегейлі өзгеруде. Жаңа мамандықтар мен дағдылардың пайда болуы білім беру жүйесінен тек пәндік білім беруді ғана емес, пәнаралық ойлау, зерттеу, инженерлік және шығармашылық қабілеттерді дамытуды талап етеді. Осы бағыттағы STEM білім беру тапсырмалары оқушылардың пәнаралық байланыстарды түсінуін тереңдетіп, нақты өмірлік міндеттерді шешуге арналған зерттеушілік және шығармашылық дағдыларын жетілдіреді, сондай-ақ олардың болашақ кәсіби бағдарын саналы түрде қалыптастыруға мүмкіндік береді. Мектептегі кәсіптік бағдар беру жүйесінің тиімділігі елдің экономикалық және инновациялық дамуының маңызды факторы болып табылады. 2025 жылғы тамыз айында өткен «Білім келешегі: адал азамат, кәсіби маман» атты республикалық ұстаздар конференциясында Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев мектептерде оқушыларды ерте кезеңнен кәсіби бағдарлаудың маңыздылығын атап өтті. Мемлекет басшысы техникалық және жұмысшы мамандықтарына қызығушылықты арттыру – елдің тұрақты экономикалық өсімінің негізгі алғышарты екенін айтты [1]. Осы өзгерістер білім беру мазмұнын жаңғыртып, ғылым, технология, инженерия және математика пәндерінің кіріктірілген мазмұнына негізделген STEM білім беру тұжырымдамасының маңызын арттыруда. STEM білім беру білім алушылардың зерттеушілік қабілеттерін дамытуға, практикалық мәселелерді шешуге және пәнаралық білімдерді біріктіре қолдануға мүмкіндік беретін тиімді педагогикалық тәсілдердің бірі болып табылады [2].

Физика пәні STEM білім берудің негізгі құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Физика табиғат құбылыстарының заңдылықтарын зерттейтін іргелі ғылым ретінде көптеген инженерлік және технологиялық үдерістердің ғылыми негізін құрайды [3]. Сондықтан физиканы оқыту барысында оқушылар тек теориялық білімді меңгеріп қана қоймай, оны тәжірибелік қызметте қолдануды,

ғылыми зерттеу жүргізуді және техникалық мәселелерді шешуді үйренеді. Сонымен қатар физика есептерін шығару оқушылардың логикалық және математикалық ойлау қабілеттерін дамытады, ал тәжірибелік жұмыстар олардың бақылау, өлшеу және деректерді талдау дағдыларын қалыптастырады. Осы тұрғыда мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін үздіксіз дамытып отыру керек. Қазіргі еңбек нарығында инженерлік және техникалық мамандықтарға сұраныстың артуы білім беру жүйесінде жаратылыстану-математикалық бағыттағы пәндердің маңызын күшейтеді. Мысалы, Қазақстан Республикасында 2025–2026 оқу жылына арналған мемлекеттік білім беру гранттарының бөліну құрылымында инженерлік, өңдеу және құрылыс салаларына, сондай-ақ жаратылыстану және математикалық бағыттарға басымдық берілген [4]. Бұл көрсеткіш техникалық мамандықтардың ел экономикасының дамуы үшін стратегиялық маңызға ие екенін және физика пәнін сапалы оқытудың өзектілігін айқындайды. Сонымен қатар халықаралық білім сапасын бағалау зерттеулерінің нәтижелері жаратылыстану бағытындағы білім сапасын арттыру қажеттігін көрсетеді. PISA халықаралық зерттеуінің нәтижелері бойынша, Қазақстан оқушыларының жаратылыстану сауаттылығы көрсеткіштері халықаралық орташа деңгейден төмен екендігі байқалады [5,6]. Бұл жағдай мектептерде жаратылыстану пәндерін оқытудың мазмұны мен әдістемесін жетілдіру қажеттігін көрсетеді.

Қазақстан Республикасында білім беру жүйесін жаңғырту және оның сапасын арттыру мемлекеттік саясаттың маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Бұл міндеттер Қазақстан Республикасының «Білім туралы» заңында [7], білім беруді дамытудың мемлекеттік бағдарламаларында және білім беру стандарттарында айқындалған. Сонымен қатар жоғары білім мен ғылымды дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасында білім беру жүйесінде инновациялық тәсілдерді енгізу және педагог кадрлардың кәсіби дамуын қамтамасыз ету мәселелері басым бағыттардың бірі ретінде қарастырылады [8]. Дегенмен мектептерде STEM білім беру элементтерін енгізу барысында бірқатар қиындықтар байқалады. Зерттеулер көрсеткендей, көптеген педагогтер дәстүрлі оқыту әдістеріне сүйенеді [9]. Ал мұғалімдердің STEM білім беру тәсілдерін қолдануға дайындық деңгейі жеткілікті емес [10]. Бұл жағдай мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін жаңа педагогикалық тәсілдер негізінде жетілдіру қажеттігін көрсетеді. Осыған байланысты физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін қолдану арқылы мектеп мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру мәселесін ғылыми тұрғыдан зерттеу ерекше маңызға ие [11]. STEM білім беру элементтерін қолдану негізгі анықтамалары мен қағидалары, сонымен қатар кейбір ерекшеліктері мен мүмкіндіктерін жетілдіру мәселелерімен айналысқан келесі отандық ғалымдардың бірқатар еңбектерін атап өтуге болады: Қазақстандық ғалымдар STEM білім беру мәселесі бойынша А. Әбілқасымова, Н. Жұмабай және т.б. еңбектерінде STEM мұғалімдердің пәнаралық интеграцияны жүзеге асыруға қажетті әдістемелік дағдылары толық қалыптаса бермейтінін анықтады. Білім беретін мұғалімдердің біліктілігін арттыру [12], Ж. Караев және т.б. STEM ұстанымы негізінде білім беру жүйесін дамыту [13], Ж. Мағжан және т. б. [14], оқытудағы қолданбалы

бағдарлылықты STEM негізінде тиімді іске асырудың қажеттілігі туралы зерттеулер жүргізген.

Ы.Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы STEM тәсілін орта білім беру мазмұнына енгізу туралы [15] және STEM - білім беру тұжырымдамасын [16], ал Л.Қ. Жайдақбаева, Г.Ш. Омашева зерттеулерінде білім беру орындарында математиканы визуализациялау және модельдеу арқылы STEM технологияларын енгізу мәселелерін талқылаған [17]. Дегенмен, бұл талдаулар физика мұғалімдерін STEM білім беруді іске асыруға даярлаудың әдістемесі бойынша диссертациялық зерттеулердің жоқтығын көрсетеді. Олардың еңбектерінде білім беруде STEM білім беру элементтерін қолданудың артықшылықтары, сонымен қатар осы технологияны оқу үрдісінде қолдануға байланысты оқу тапсырмаларын ұсыну сипатталады. Бұл бағыттағы зерттеулер мұғалімдердің кәсіби деңгейін арттыруға, оқушылардың жаратылыстану-ғылыми сауаттылығын дамытуға және олардың зерттеушілік, шығармашылық қабілеттерін қалыптастыруға ықпал етеді. Сонымен қатар STEM білім беру тәсілдерін тиімді енгізу білім беру сапасын арттыруға және еліміздің ғылыми-техникалық әлеуетін дамытуға мүмкіндік береді.

Физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін енгізу арқылы мектеп мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру қазіргі білім беру жүйесінің маңызды әрі өзекті ғылыми-педагогикалық міндеттерінің бірі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты. Физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін тиімді қолдану үшін мектеп мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастырудың ғылми әдістемесін негіздеу

Зерттеудің міндеттері. Зерттеу мақсатына жету үшін мынадай міндеттер қойылды:

1. Мұғалім құзыреттілігін қалыптастыруға байланысты ғылыми әдебиеттер мен эмпирикалық зерттеулерді саралау
2. Мұғалімдердің STEM білім беруді физика пәнін оқытуда кәсіби қажеттілігін сауалнама және интервью арқылы анықтап, кәсіби құзыреттілік моделін құрастыру
3. «Физиканы оқытуға STEM білім беру элементтерін интеграциялау» атты біліктілік арттыру курсының мазмұнын, құрылымын және оқу-әдістемелік кешенін құру
4. Ұсынылған әдістеменің тиімділігін эксперимент жүзінде тексеру және оқу үдерісіне ендіру.

Зерттеу жұмысының әдіс-тәсілдері: теориялық (ғылыми әдебиеттерді талдау, жүйелеу, салыстыру), эмпирикалық (сауалнама, интервью, бақылау, педагогикалық эксперимент), статистикалық өңдеу және педагогикалық интерпретациялау.

Зерттеу нысаны: Қазақстан Республикасындағы жалпы орта білім беру мектептерінде физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктіруде кәсіби құзыреттілігі.

Зерттеу пәні: Физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктіру бойынша мектеп мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін

қалыптастырудың теориялық негіздері, әдістемесі және педагогикалық шарттары.

Ғылыми жаңалығы мен ерекшелігі. Алғаш рет:

1. STEM білім беру аясында мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруға арналған, жеті циклдік компоненттен тұратын авторлық модель өзінің циклдік-сатылық құрылымы арқылы мұғалімдің кәсіби құзыреттілігінің жеткіліксіз компоненттерін анықтауға негіз болады.

2. Қазақстан білім беру жүйесінің ерекшеліктерін ескере отырып, физика мұғалімдерінің STEM бағыттағы кәсіби құзыреттілігін дамытуға арналған модульдік біліктілік арттыру курсының мазмұны мен құрылымы ғылыми негізделді және әзірленді.

3. Әзірленген курстың мұғалімдердің білім беру практикасында STEM білім беру бойынша кәсіби құзыреттілігінің қалыптасуы және оқушылардың оқу нәтижелеріне әсері эксперименттік жолмен дәлелденді.

Қорғауға ұсынылған ғылыми тұжырымдар:

1. STEM білім беру аясында мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруға арналған, жеті циклдік компоненттен тұратын авторлық модель өзінің циклдік-сатылық құрылымы арқылы мұғалімдің кәсіби құзыреттілігінің жеткіліксіз компоненттерін анықтауға негіз болады.

2. «Физиканы оқытуда STEM элементтерін интеграциялау» бағдарламасының артықшылығы 3 айлық қашықтан менторлық қолдау мен STEM box әзірлеу әдістемесін қамтуында және бұл бағдарлама халықаралық стандарттарға сәйкес 4,64/5,00 нәтижесін көрсетті.

3. «Физиканы оқытуда STEM элементтерін интеграциялау» біліктілікті арттыру курсынан өткен мұғалімдерде кәсіби құзыреттіліктің барлық компоненттері бойынша оң динамика байқалды: пәндік-ғылыми құзыреттілік 2,32-ден 4,28-ге дейін, әдістемелік – 2,12-ден 4,16-ға дейін, технологиялық – 1,96-дан 4,08-ге дейін, инженерлік – 1,88-ден 4,00-ге дейін, пәнаралық – 2,24-тен 4,20-ға дейін, зерттеушілік – 2,28-ден 4,24-ке дейін және рефлексивтік – 2,44-тен 4,36-ға дейін артты. STEM саласындағы жалпы кәсіби құзыреттілік деңгейі 2,18-ден 4,22-ге дейін өсті ($p < 0,001$), орташа өсім +2,04 балды құрады.

Зерттеудің теориялық маңыздылығы

Зерттеудің теориялық маңыздылығы STEM білім беру жағдайында физика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастырудың ғылыми-әдістемелік негіздерін айқындаумен сипатталады. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері осы бағыттағы педагогикалық теорияларды толықтырып, STEM тәсілін физиканы оқыту үдерісіне енгізудің мазмұндық және әдістемелік аспектілерін нақтылауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы

Зерттеудің практикалық маңыздылығы әзірленген «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілікті арттыру курсының білім беру жүйесінде қолданылуымен анықталады. Аталған курс физика мұғалімдерінің біліктілігін арттыру бағдарламаларына енгізіліп, тәжірибеде қолданыс тапты.

Курс аясында дайындалған оқу материалдары, әдістемелік нұсқаулар, практикалық тапсырмалар мен бағалау құралдары мұғалімдердің кәсіби дамуына арналған тиімді және қолжетімді ресурстар болып табылады.

Зерттеу нәтижелерін педагогикалық жоғары оқу орындарының білім беру бағдарламаларында, біліктілікті арттыру орталықтарында және мектепішілік әдістемелік жұмыстарда қолдануға болады. Сонымен қатар, әзірленген STEM бағытындағы сабақ жоспарлары, тәжірибелік жұмыстар мен жобалық тапсырмалар мұғалімдердің күнделікті педагогикалық практикасына енгізуге бейімделген.

Зерттеу барысында анықталған мұғалімдердің кәсіби қажеттіліктері мен кездесетін қиындықтары білім беру саясатын жетілдіруге және мұғалімдерді қолдауға бағытталған бағдарламаларды әзірлеуге негіз болады.

Ғылыми нәтиже алудағы автордың жеке қосқан үлесі: зерттеудің барлық кезеңдері – теориялық тұжырымдамадан бастап практикалық іске асыру мен ғылыми нәтижелерді өңдеуге дейін – ізденушінің тікелей қатысуымен орындалды.

Жұмыстың апробациясы. Scopus және Web of Science халықаралық ғылыми деректер базасына кіретін басылымдарда жарияланған мақалалар:

1. **Bakytkazy T.**, Balta N., Tzafilkou K., Zhumabay N., Nurgaliyeva K., & Nadelson L. S. (2025). Unveiling the landscape of STEM education research in teaching: Teachers' perceptions and practices. European Journal of STEM Education. – 2025. – Т. 9. – № 1. Scopus (Q1). SJR: 0.557, H-Index: 9. ISSN: 2468-4368. Publisher: Lectito (Netherlands). Open Access. процентиль 76%. https://doi.org/10.20897/ejsteme/17355

2. Yelemessova Z., Balta N.; Abylkassymova A., Richelle M.; Zhumabay N., **Bakytkazy T**. Designing effective STEM courses: a mixed-methods study of the impact of a STEM education course on teachers' self-efficacy and course experiences Frontiers in Education. – Frontiers Media SA. – 2024. – Т. 9. – С. 1276828. DOI: https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1276828. Scopus, процентиль 71%.

3. **Bakytkazy T.**, Nurgaliyeva K., Japashov N., Zhumabay N. Examining the Pedagogical Abilities and Needs of Kazak Physics Teachers to Implement STEM Education// Part of the book series: Lecture Notes in Networks and Systems ((LNNS,volume 1261)). ICL2024 – 27th International Conference on Interactive Collaborative Learning, 24–27 September 2024, TalTech, Tallinn, Estonia, p. 1033-1044, Scopus (Q4), SiteScore-0,9; SJR-0.171, процентиль -22%, indexed by WoS https://doi.org/10.1007/978-3-031-85649-5_25

4. **Bakytkazy T.**, Nurgaliyeva K., Japashov N., Zhumabay N. Purpose And Characteristics Of STEM Education In Both The United States And Kazakhstan// Part of the book series: Lecture Notes in Networks and Systems ((LNNS,volume 1261)). ICL2024 – 27th International Conference on Interactive Collaborative Learning, 24–27 September 2024, TalTech, Tallinn, Estonia, p. 1539-1546, p. 1033-1044, Scopus (Q4), SiteScore-0,9; SJR-0.171, процентиль -22%, indexed by WoS. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85649-5_26

Халқаралық ғылыми конференцияларда жасалған баяндамалар:

1. Nurgaliyeva K., **Bakytkazy T**., Ferreira E., Nicola S. Approaches to course development for teaching physics via STEM education in schools. 54th IGIP International Conference on Interactive Collaborative Learning, – 01-03 October 2025, – Budapest, Hungary.

2. **Бақытқазы Т**., Алишева А.Н. Орта мектепте бастауыш сыныптары үшін жаратылыстану сабағындағы физика түсініктерінің негізін түсіндіру әдістемесі мәселелері //«Фараби әлемі» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. Алматы, Қазақстан , 6-7 апреля 2023, 342- Бет

3. **Бақытқазы Т**, Нұрғалиева Қ.Е. Америка құрама штаттардағы STEM білім беру мақсаты мен сипаттамасы. Ә43 Физикадағы заманауи тенденциялар: ғылым мен білім интеграциясы: Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары (2024 жылдың 23 ақпаны, Астана, Қазақстан). – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ баспасы, 2024. – 529 б.

4. **Бақытқазы Т**, Нұрғалиева Қ.Е. Америка құрама штаттарындағы және қазақстандағы stem білім берудің мақсаты мен сипаттамасы ISBN 978-601-08-3960-1 Қазақстан республикасында жаратылыс-ғылыми білім беруді дамыту: мәселелері мен болашағы: Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Алматы: «Центр Оперативной Полиграфии» баспаханасы, 2024. – 424 б.

Авторлық куәлік:

– **Бақытқазы Т**, Нұрғалиева Қ.Е. “Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау” курс бағдарламасы. Авторлық құқық куәлігі № 65266. «11» желтоқсан 2025 жыл. Әдеби туынды. Объектіні жасаған күні: 10.12.2025.

Бақытқазы Т “Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту” 10-сынып оқушыларына арналған элективкурс. Авторлық құқық куәлігі № 1 хаттама «04» ақпан 2025 жыл.

Диссертация тақырыбының ғылыми жұмыс жоспарларымен байланысы

Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғарғы білім министрлігі Ғылым комитетінің «Ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру» іргелі ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес «AP26101969 Жаһандану, цифрландыру және инклюзивті білім беру жағдайында инновациялық-белсенді оқытушыны даярлаудың және оның кәсіби дамуының синергетикалық моделін әзірлеу және енгізу» тақырыбы бойынша жүргізілді.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы және көлемі.

Диссертация кіріспеден, 3 негізгі бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 30 кесте, 7 формула, 26 сурет және 178 дереккөзді қамтыған 164 беттен тұрады.

Бірінші бөлімде «Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM білім беруді кіріктірудің ғылыми-теориялық негіздері» атты тарауда STEM білім беру тұжырымдамасының мәні, даму тарихы және бағыттары қарастырылады, STEM-ді физика пәніне кіріктірудің ғылыми-теориялық негіздері талданады, физиканы STEM білім беру бойынша оқытудың шетел тәжірибесі (АҚШ, Түркия, Португалия, Қазақстан) салыстырмалы талданады, сонымен қатар STEM

контексінде мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі ұғымы және оның құрылымы теориялық тұрғыдан негізделеді.

Екінші бөлімде «Мұғалім біліктілігін арттыруға бағытталған STEM бағыттағы оқыту бағдарламасын әзірлеу» атты тарауда физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеруге кәсіби қажеттіліктерін анықтау нәтижелері ұсынылады, мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға бағытталған біліктілік арттыру курсының құрылымы мен мазмұны әзірленеді, «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» курсының мақсаты, міндеттері және модульдік мазмұны егжей-тегжейлі сипатталады.

Үшінші бөлімде «STEM бағыттағы біліктілік арттыру курсының тиімділігін бағалау және зерттеу нәтижелері» атты тарауда курсты жүзеге асыру әдістемесі және оқу материалдарын әзірлеу стратегиясы қарастырылады, курс мазмұнын педагогикалық талаптарға сәйкестендіру және сараптамалық бағалау нәтижелері ұсынылады, біліктілік арттыру курсының педагогтер мен білім алушыларға әсері талданады және оның тиімділігі PLS-SEM әдісі арқылы бағаланады.

Қорытындыда зерттеудің негізгі нәтижелері қорытындыланады, ғылыми тұжырымдар тұжырымдалады және практикалық ұсынымдар беріледі.

Қосымшалар бөлімінде Мұғалімдердің STEM білім беру бойынша педагогикалық тәжірибесінің қажеттілігін зерттеу және курсқа дейінгі, курстан кейінгі сауалнамалар. Физика пәнін STEM білім беру бойынша оқытуға негізделіп әзірленген біліктілік арттыру курсының және элективті курс бағдарламасының куәлігі, сондай-ақ зерттеу нәтижелерін мектеп практикасына енгізуді растайтын актілер ұсынылған.

1 ҚАЗАҚСТАНДА МЕКТЕПТЕ ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА STEM БІЛІМ БЕРУДІ КІРІКТІРУ

1.1 STEM білім беру тұжырымдамасының мәні, даму тарихы және бағыттары

STEM білім берудің пайда болуы және дамуының әлемдік контексі. XXI ғасырдың басында әлемдік білім беру жүйесі түбегейлі өзгерістерге ұшырап, жаңа экономикалық және әлеуметтік талаптарға жауап беру қажеттілігіне тап болды. Жаһандық бәсекеге қабілеттілікті қамтамасыз ету, инновациялық экономиканы дамыту және технологиялық прогресті жеделдету мақсатында дамыған елдер білім беру парадигмасын қайта қарауға мәжбүр болды [18]. Осы тұрғыдан алғанда, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) білім беру – ғылым, технология, инженерия және математика пәндерін интеграциялау арқылы оқушылардың кешенді құзыреттіліктерін қалыптастыруға бағытталған білім берудің инновациялық тәсілі ретінде қалыптасты.

«*STEM білім беру*» термині педагогика ғылымында салыстырмалы түрде жуық арада АҚШ-та пайда болды, ал "STEM" аббревиатурасын алғаш рет американдық бактериолог Р. Колвелл (R. Colwell) [19] 1990 жылдары XX ғасырда ұсынды және АҚШ-тың Ұлттық Ғылым қоры (National Science Foundation, NSF) жаратылыстану ғылымдарын, техниканы, инженерияны және математиканы біріктіретін конгломераттық термин ретінде белсенді түрде қолдана бастады.

Бастапқыда STEM аббревиатурасы интегративті сипатта болмады және негізінен әріптер мынандай ретпен орналастырылды: SMET, METS. Бұдан аббревиатураның басқа нұсқалары болды деп болжауға болады. Алайда, 2001 жылы сол кезде NSF Білім және адами ресурстар жөніндегі директордың көмекшісі, американдық биолог Д. Даниал (D. Danial) [20], STEM аббревиатурасын қалыптастыру үшін элементтерді қайта құрды. Содан бері STEM біліміне бағытталған оқу бағдарламасы АҚШ-тан тыс көптеген елдерде де кең тарала бастады. STEM білім беру шеңберінде STEM+ жалпы белгісін алған бірқатар бағыттар және басым қызмет түрлерін көрсететін жеке атаулар пайда болды [21]. Оның ішінде, ең көп тарағандары STEAM (жаратылыстану, технология, инженерия, өнер және математика) және STREM (ғылым, технология, робототехника, инженерия және математика) болды. Бұл STEM+ тәсілдерінің білім алушыларға бірнеше бағыттарға, соның ішінде шығармашылыққа жүгіну арқылы оқуда жоғары нәтижелерге қол жеткізуге көбірек мүмкіндіктер беретіндігімен байланысты болды. STEAM-білім аббревиатурасын қолдану оңтайлы болып табылады, өйткені өнер (STEAM, мұндағы A – art) заманауи мамандарды даярлаудың ажырамас бөлігі болып табылады.

STEAM-білім аббревиатурасы алғаш рет Род-Айленд дизайн мектебінде дизайн мен жаратылыстану ғылымдарындағы өнердің негізгі рөлін көрсету үшін қолданылды. "EducationCloset.com" [22] білім беру порталының негізін қалаушы және бас директоры С.Райлидің (S. Riley) жұмысы STEAM векторында мұғалімдердің кәсіби дайындығына арналған, сонымен қатар білім берудегі

STEM және STEAM тәсілдерінің салыстырмалы сипаттамасын жасауға мүмкіндік берді (1-кесте).

Кесте 1 – Білім берудегі STEM және STEAM тәсілдерінің салыстырмалы сипаттамасы

Салыстырылатын белгілер	STEM	STEAM
Мақсат	Жаратылыстану, технология, инженерия және математиканы меңгеру басымдығы	Жаратылыстану ғылымдарын өнермен байланыстыра игеру
Мәні	Жаратылыстану ғылымдарын, математиканы, инженерияны және технологияны кіріктіру (ықпалдастыру)	Жаратылыстану ғылымдарын, математиканы, инженерияны технологияны және өнерді кіріктіру (ықпалдастыру)
Білім беру қызметінің бағыты	Проблемалық оқыту процесінде сыни ойлау дағдыларын дамыту	Тәжірибеге бағытталған оқыту процесінде шығармашылық ойлауды дамыту

STEAM моделі. Өнерді қосу арқылы STEM-ді STEAM- ге жаңартқан негізгі инноватор - 2006 жылы STEAM білім беру жүйесінің негізін қалаушы зерттеуші болған инженерия және технология мұғалімі Джорджетте Якман (Georgette Yakman). Дж. Якман [23] жасаған пирамида моделі білім беру теорияларының әртүрлі салаларының тарихи тәжірибелеріне шолуларға негізделген STEAM ұлттық оқу бағдарламасын жүзеге асыруға арналған. STEAM-ді «инженерлік және математика тіліне негізделген өнер арқылы жүзеге асырылатын ғылыми-техникалық білім» деп анықтауға болады [23, б. 8]. Бұл модельді ұсынудың себебі білім беру жүйесінің құрылымдық кемшіліктерін жою болды. Кейбір пәндер басқалардан жоғары деп саналды, ал басқалары назардан тыс қалды, Пирамида төрт деңгей бойынша топтастырылды (мазмұннан пәнге, пәнаралық және жоғарғы деңгейдегі интегративті тәсілге). Дж. Якман пәндер арасындағы өзара әрекеттесуді маңызды деп сипаттады, өйткені барлық салалар маңызды болып саналады. Ғылыми, технологиялық, инженерлік және көркем-математикалық білім беру арасында өзара тәуелділіктің белгілі бір деңгейі бар [23, б.17]. Якманның зерттеу нәтижелері функционалдық сауаттылық туралы айтатын STEAM шеңберін әзірлеуге әкелді, онда оқушылар білімді бір пәннен екінші пәнге түсініп, тасымалдай алатындай етіп оқытылады [24]. STEAM оқыту жеке көзқарастар мен философияны жақсырақ түсінуге көмектеседі, сондықтан оқушылар қай жерде болса да пәнді оқуда бірдей тәжірибесі жоқ адамдармен сөйлесе алады, сонымен қатар "мұғалімдерге пәндік саланы егжей-тегжейлі

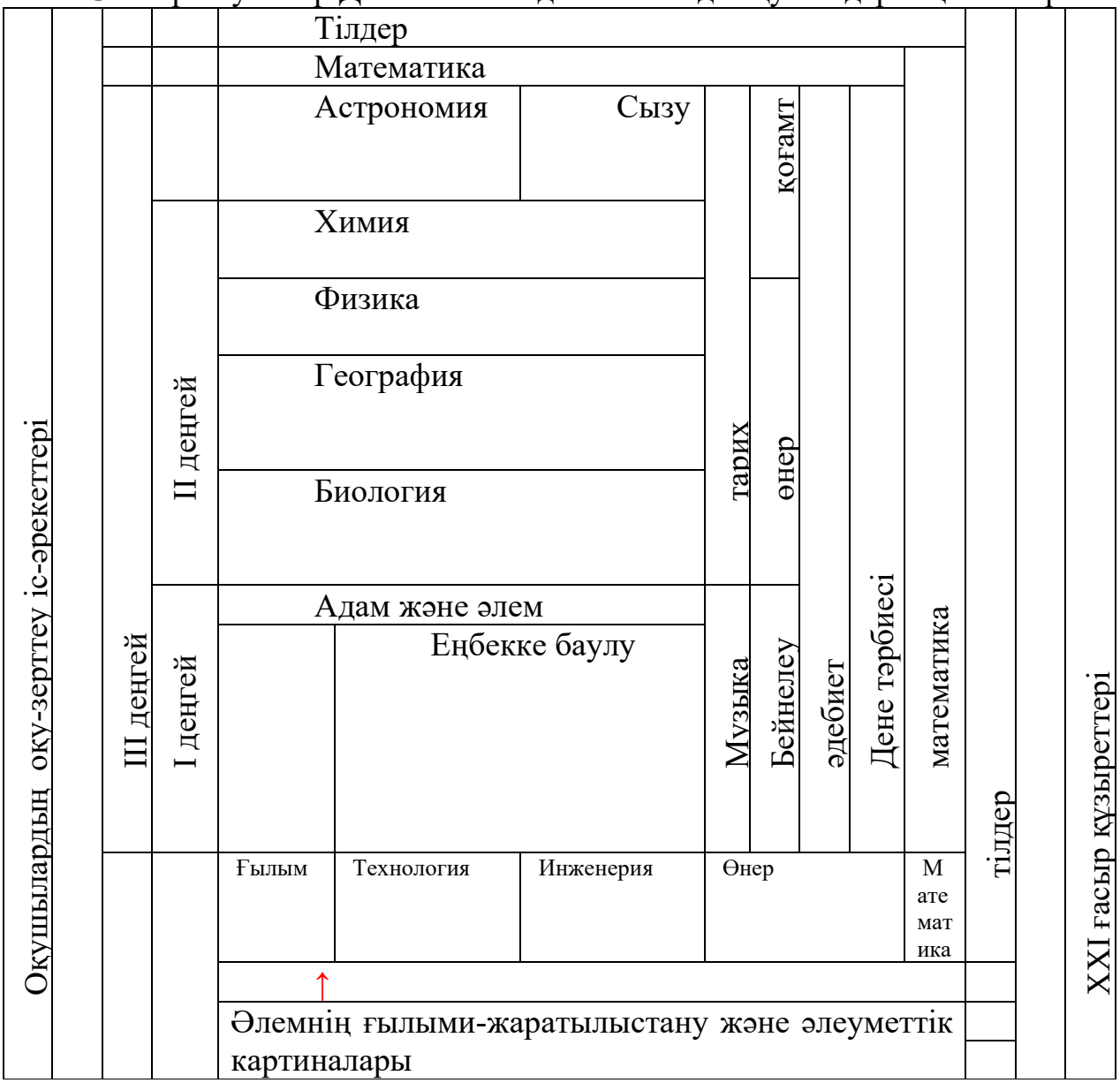
түсіндіруге және қамтуға мүмкіндік беру үшін олар оқушылардың материалды игеруін күшейту үшін әртүрлі пәндер бойынша басқа оқытушылармен жұмыс істей алады". Якманның тұжырымдары Блум таксономиясы, конструктивизм идеясы, жақын даму теориясы, көп интеллект теориясы және т.б. сияқты психолог-педагог теориялары мен STEAM білімі арасында айтарлықтай байланыс орнатты (Дж.Якман, 2012)[24, б.21-26]. 2-кестеде STEAM шеңбері егжей-тегжейлі көрсетілген.

Кесте 2 – Дж. Якман: STEAM-білім беру моделі құрылымдық факторлары

	Өмір бойы біртұтастық				
интеграция	ST∑@M				
Пәнаралық байланыс	STEM				
Пәндер	Жаратылыстану ғылымдары	Технология	Инженерия	Математика	өнер
Мазмұн	Үдерістер Биология Биохимия Химия Ғарыш және геоғылым Физика Зерттеулер Жаратылыстану негіздер	Технология және қоғам Табиғат және технология Дизайн Виртуалды өмір: ауылшаруашылық дақылы (агрокультура) биотехнология биомедицина АКТ, өндіріс Құрылыс транспорт	Аэроғарыштық технологиялар Архитектура Компьютерлер Акустика Экология Электроника Химиялық заттар Материалдар Өнеркәсіп Мұхит Механика Теңіз экожүйесі	Таңбалар мен операциялар Геометрия Алгебра Теориялар Өлшемдер Деректер талдауы Ықтималдық Шешімдер Есептеулер Себептер мен дәлелдеулер	Театр Музыка Саясат Философия Экономика Білім беру Антропология Визуалдау Халықаралық қатынастар Гуманитарлық ғылымдар

Зерттеушілер Дж. Якман моделі негізінде оқу пәндерінің мынандай кластерін ұсынды. (3-кесте).

Кесте 3 – Зерттеушілер Дж. Якман моделі негізінде оқу пәндерінің кластері



STEAM ұғымы STEM-нің кеңейтілген нұсқасы ретінде қалыптасты және оның негізгі айырмашылығы – ғылым (Science), технология (Technology), инженерия (Engineering) және математика (Mathematics) салаларына өнерді (Arts) кіріктіруінде. STEM моделі көбіне техникалық білім мен логикалық-аналитикалық ойлауды дамытуға бағытталса, STEAM тәсілі шығармашылық, креативті ойлау, дизайндық пайым және мәдени-көркем контексі ескеруді алдыңғы қатарға қояды. «Arts» компонентінің қосылуы білім алушылардың мәселелерді тек техникалық тұрғыда емес, сонымен қатар эстетикалық, әлеуметтік және инновациялық қырынан шешу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл пәнаралық байланыстарды күшейтіп, білім алушылардың идеяларды визуализациялау және шығармашылық тұрғыда ұсыну дағдыларын дамытады. Осыған қарамастан, STEM моделі іргелі ғылыми-техникалық

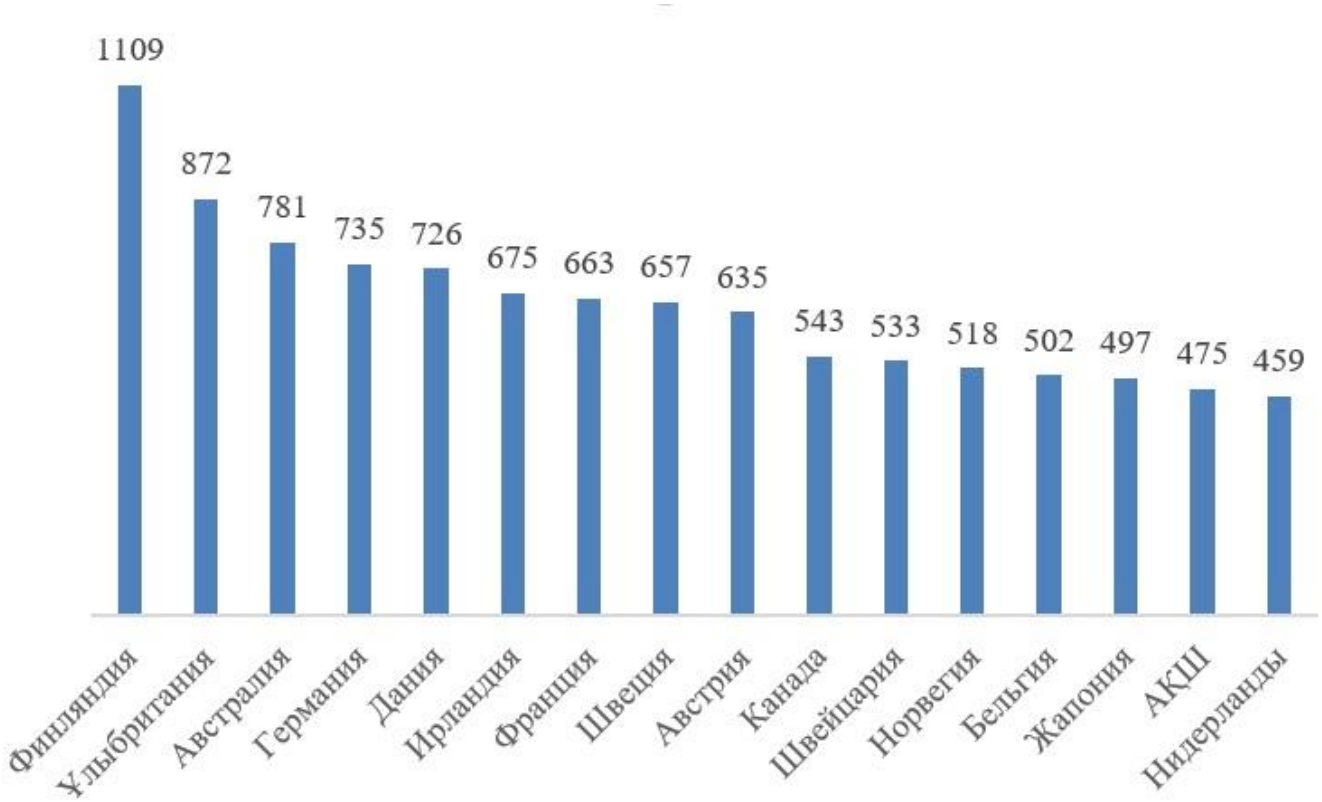
дайындықты қамтамасыз ететін негізгі білім беру бағыты ретінде өз маңызын сақтап отыр.

STEM терминінің пайда болуы 1990-жылдардың басына тұспа келеді, ол кезде АҚШ-тың Ұлттық ғылым қоры (National Science Foundation, NSF) SMET (Science, Mathematics, Engineering, Technology) қысқартуын қолданды. 2001 жылы NSF-тің ғылыми көмекшісі Рита Коллвелл (Rita Colwell) [19, б. 14] бұл қысқартуды STEM деп өзгертуді ұсынды, себебі SMET сөзі ағылшын тілінде “smut” (лас, кір) сөзіне ұқсас естіледі [25]. Осыдан бастап STEM термині ресми түрде қолданыла бастады және тез арада әлемдік білім беру қоғамдастығында танымал болды. «STEM» аббревиатурасын американдық бактериолог Р.Колвэлл (R. Colwell) 1990 жылдары алғаш рет ұсынды [19, б.15], бірақ ол тек 2000 жылдарда ғана белсенді қолданыла бастады. STEM негізінде бұл түсініктің жаңа нұсқалары пайда болды, солардың ішінде анағұрлым кең таралғаны STEAM (ғылым, технологиялар, инженерия, өнер және математика) және STREM (ғылым, технологиялар, робототехника, инженерия және математика) болды. Қазіргі уақытта STEM әлемдік білім берудің басты трендтерінің бірі болып табылады. Технологиялардың қарқынды дамуының арқасында жаңа мамандықтар пайда болып жатыр, STEM мамандарына сұраныс жаппай өсуде. Мысалы, Европалық одаққа мүше елдерде бұл сала бойынша жұмысқа орналасқан мамандардың үлесі 2000 жылдан 2013 жылға дейін 12%-ға артқан. Еуропа мемлекеттерінде STEM саласының мамандарына сұраныс 2025 жылға қарай 8%-ға, ал басқа мамандықтарға тек 3%-ға ғана артады деген болжам жасалған еді. 2011 жылы ЭЫДҰ-ның (Экономикалық ынтымақтастық пен даму ұйымы) қарастырылған 16 мемлекеттің ішінде Финляндияда STEM мамандықтар түлектерінің анағұрлым көп саны байқалды: 20-39 жастағы халықтың 100 мың адамына шаққанда 109. Бұл көрсеткіш Канада мен Швейцария көрсеткіштерінен екі есе артық (1-сурет) [26].

Финляндияда STEM дамуының институциональдық жиектемесі 13 жыл бұрын құрылған болатын. LUMA Ұлттық ғылыми білім беру орталығы мектептердің, университеттердің, өнеркәсіптің және бизнестің өзара іс-әрекетін үйлестіреді. Бұл орталық оқушыларға арналған іс-шараларды, мысалы, ғылыми-техникалық лагерьлерді әзірлейді, мұғалімдерге арналған біліктілікті арттыру курстарын және семинарларды жұмысынан қол үзбей ұйымдастырады. LUMA STEM саласында әртүрлі оқу-әдістемелік материалдарды ұсынатын ресурстық орталықтың қызметін атқарады.

АҚШ-та 20-39 жастағы халықтың 100 мың адамына STEM мамандықтың тек 475 түлегі ғана шақ келеді. Таланттар пулының шектеулілігі, 2012-2013жж. жай-күйі бойынша, бұл мемлекетте STEM саласында жоғары және/немесе жоғары оқу орнынан кейінгі білімі бар түлектердің тек 23,9%-ы ғана есептелуімен дәлелденеді. Дегенмен, АҚШ-та STEM білім берудің беделінің маңызы артып жатыр. Атап айтсақ, STEM қызметкерлерінің орташа табысы сағатына шамамен $34,44 құрайды, бұл басқа салалармен салыстырғанда екі есе артық (сағатына шамамен $18,68). STEM мамандықтардың жұмыссыздық деңгейі 3,1% құрайды, бұл басқа мамандықтармен салыстырғанда 4,3%-ға төмен. 2014-2024 жж. бұл саладағы қызметкерлердің үлесі 16%-ға (19% - компьютерлік

ғылымдар, 12% – инженерия, 16% – жаңа өндірістік технологиялар), ал басқа салаларда тек 11%-ға артады деген болжам бар. Мамандардың пікірінше, 2020 жылға қарай STEM кәсіпқойларына сұраныс АҚШ-та 1 млн.-нан астам жаңа жұмыс орындарын қосады [6, б.1-14].



Сурет 1 – Әлем елдеріндегі STEM мамандықтардың түлектері, 2011ж. (20-39 жастағы халықтың 100 мың адамына шаққандағы саны)

STEM білім берудің АҚШ-тағы өзектілігін 2013 жылы қабылданған STEM білім беруді дамыту жөніндегі Стратегиялық жоспар да дәлелдейді. Жоспар аясында 2020 жылға қарай 100000 жаңа тиімді STEM мұғалімдерді даярлау және мұғалімдердің қазіргі контингентіне қолдау көрсету жоспарланды. Басқа мақсат: орта мектепте әр оқу жылы STEM-ге тартылған білім алушылардың үлесін 50%-ға дейін арттыру. Колледждер мен ЖОО-ның STEM мамандықтары бойынша түлектер санын 1 миллион адамға дейін арттыру да жоспарланды.

Әлемнің басқа мемлекеттерінде математикалық және ғылыми-техникалық білім беруді дамыту жөнінде мемлекеттік бағдарламалар да қабылданды. Мысалы, Малайзияның 2013-2025 жылдарға арналған білімді дамыту жоспары аясында STEM білім беру реформасы қарастырылды. Бұл реформаның *1-кезеңі* (2013-2015жж.) – куррикулумды жетілдіру, мұғалімдерді даярлау, оқытудың кешенді әдістерін пайдалану арқылы STEM білім берудің сапасын арттыру; *2-кезең* (2016-2020жж.) – қоғамның STEM-дегі хабардарлығын және мүдделілігін БАҚ кампаниялар және серіктестік байланыстар арқылы жоғарылату; *3-кезең* (2021-2025жж.) – алғашқы екі кезең бастамаларының сәттілігін бағалау және жаңа бастамалары мен бағдарламалары бар жаңа жол картасын әзірлеу.

Австралияда 2015 жылы STEM білім беруді мектептерде дамытудың 2016-2026 жылдарға арналған Ұлттық стратегиясы қабылданды (National STEM School Education Strategy). Стратегияда бес басты міндет анықталды:

1) оқушыларды STEM-ге тарту және қызықтыру, қабілетін арттыру;

2) мұғалімдердің әлеуетін және STEM пәндерге оқыту сапасын арттыру;

3) мектептерде STEM білімін алу мүмкіндіктерін қолдау;

4) ЖОО-мен, бизнеспен және өнеркәсіппен тиімді серіктестік қарым-қатынастарға жәрдемдесу;

5) мықты деректер қорын құру.

Еуропаның 10 астам мемлекетінде осыған ұқсас ұлттық стратегиялар мен бастамалар бар (Австрия, Германия, Франция, Италия, Нидерланды, Норвегия, Ұлыбритания, Италия, Ирландия, Испания және т.б.). STEM білім беруді дамыту саласындағы халықаралық ынтымақтастыққа келетін болсақ, «In Genious» ең ірі халықаралық жобалардың бірі болып табылады, ол 2011 жылдан 2014 жылға дейін жалғасты. Оған Австрия, Бельгия, Чехия, Дания, Эстония, Финляндия, Германия және т.б. қатысты. Бұл жоба индустриалдық білім беру саласында инновациялық тәжірибелердің репозиторийін құруға, озық және жаңашыл тәжірибелерді таратуға және ынталандыруға бағытталды. Оған 1500 астам мұғалім қатысты, 158 мектеп пен өнеркәсіп өкілдерінің арасында ынтымақтастық орнатылды, әртүрлі семинарлар, жазғы мектептер, онлайн-конференциялар және т.б. ұйымдастырылды. 2013 жылы «MASCIL» үшжылдық жобасы іске қосылды, оған 11 мемлекет: Австрия, Болгария, Кипр, Чехия, Греция, Литва, Нидерланды, Норвегия, Испания, Турция және Ұлыбритания қатысты. Жоба өнеркәсіп саласының қолдауымен мұғалімдерге арналғанн оқу курстарын әзірлеу және ұйымдастыруды қарастырады. Курстардың мазмұны мұғалімдердің қызметіне және кәсіби дамуына арналған әртүрлі оқу материалдарды және ресурстарды қамтиды. «INSTEM» жобасы (2012-2015жж.) инновациялық әдістерді жинау және білім алушылардың ғылымға деген қызығушылықтарын жоғарылату, сонымен қатар STEM саласындағы мансап туралы көлемді ақпаратты ұсыну мақсатымен зерттеу оқытуға бағытталды. INSTEM-ге Австрия, Германия, Греция, Ирландия, Италия, Норвегия, Румыния, Түркия және Ұлыбритания қатысты. Жоба оқу материалдарының және STEM пәндеріне оқыту әдістерінің кешенді қайнар көзі ретінде жасалды. «Mind the Gap!» – жаратылыстану-ғылыми білім беруде теория мен тәжірибенің арасындағы алшақтықты қысқарту арқылы Еуропаның орта мектептерінде ғылымға оқытуды жақсартуға бағытталған, зерттеулерге негізделген жоба. Жобаның қызметінің басты назары қыз балаларды STEM білім беруге тартуға аударылады. 2008 жылдан бері жүзеге асырылып жатқан бұл жоба Ұлыбритания, Испания және Нидерландының бес серіктестерінің консорциумы болып табылады.

STEM әлемдік жүйесінің жаңа тренді білім беру робототехникасы болды, ол бағдарламалау және құрастыру дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді, STEM төрт компонентінің интеграторы болып табылады. Мысалы, 2015 жылы «ER4STEM» үшжылдық жобасы іске қосылды (Австрия, Болгария, Греция, Мальта және Ұлыбритания), ол оқушылардың ғылыми-техникалық салаға деген

қызығушылықтарын қолдау үшін білім беру роботехникасын шығармашылық және сыни қолдануға бағытталды. «ER4STEM» мақсаты – балаларға білім беру робототехникасының әртүрлі бағыттарын және STEAM меңгеруге, сонымен қатар күрделі тәжірибелік тапсырмаларды шешуге мүмкіндік беретін ашық және тұжырымдамалық жиектемені әзірлеу. Жобаның шеңберінде білім беру робототехникасынан бес мемлекетте 4000 астам бала үшін семинарлды өткізу қарастырылған. Жылына бір рет Еуропалық білім беру роботехникасы жөнінде конференция өтеді. «ER4STEM» мұғалімдерге арналған ауқымды репозиторийді әзірлеу жобаның қорытындысы болады.

Қазақстанда STEM білім берудің дамуы 2016-2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламадан бастау алып, 2025 жылға дейінгі кезеңде жүйелі түрде әрі буындас түрде жалғасын тапты. Мектептегі білім мазмұнын жаңарту барысында STEM контексінде жаңа технологияларды, ғылыми инновацияларды және математикалық модельдеуді оқытуға басымдық берілді, бұл оқушылардың ғылыми-технологиялық сауаттылығын арттыруға бағытталды [27]. Аталған бастамалар кейінгі жылдары жаңартылған білім беру мазмұны және құзыреттілікке негізделген оқыту тәсілдері арқылы дамытылып, Қазақстандағы STEM білім беру халықаралық үрдістермен үйлесіп, білім сапасын көтеруге бағытталды [28].

2020-2025 жылдар аралығында STEM білім берудің мазмұны цифрландыру және технологиялық бағыттармен толықтырылды. Бірінші сыныптан бастап «Цифрлық сауаттылық» пәнінің енгізілуі, бағдарламалау негіздерін (Scratch, Python), 3D модельдеу мен инженерлік элементтерді оқыту оқушылардың алгоритмдік және сыни ойлауын дамытуға ықпал етті. Сонымен қатар бұл кезеңде мектептерді кеңжолақты интернетпен және STEM зертханалармен қамтамасыз ету жұмыстары қарқынды жалғасуда. 2023 жылдан бастап еліміздің 2039 мектебінде 3128 жаңа STEM және робототехника кабинеті жабдықталды [29]. Бұл үрдістер дамыған елдердегі STEM білім берудің негізгі басымдықтарымен, инфрақұрылым дамуы мен практикалық дағдыларды оқыту бағыттарымен сәйкес келеді. Қазақстанда STEM білім берудің маңызды бағыты ретінде робототехника мен инженерлік шығармашылық кеңінен дамуда: 2014 жылдан бастап өткізілетін робототехникадан республикалық олимпиадалар мен World Robot Olympiad халықаралық жарыстарына қатысу қазақстандық оқушылардың инженерлік дағдыларын халықаралық деңгейде көрсетуіне мүмкіндік берсе, 2024 жылы Астанада «Білімдегі инновациялар» халықаралық STEM олимпиадасы мен роботтар шайқасы өткізілді, оған ТМД мен Азия елдерінің 250-ден астам қатысушысы қатысты [30]. Сонымен қатар мектептерде өткізілген республикалық технологиялық фестивальдарға 1200-ден астам оқушы қатысып, бұл шаралар оқушылардың ғылыми-техникалық әлеуетін дамытуда маңызды алаңға айналды [31]. Қазақстандық командалар робототехника чемпионаттарында әлемдік деңгейде үздік нәтижелерге жетіп, 2022-2025 жылдар аралығында төрт рет әлем чемпионы атанды, бұл Ұлттық STEM жүйесінің табыстылығын көрсетеді. 2024-2025 жылдарға жоспарланған STEM бағдарламалар мен халықаралық ынтымақтастық жобалары да белсенді түрде жүзеге асырылуда. 2024 жылы Түркістанда UNICEF және білім саласындағы

серіктестердің қатысуымен STEAM бағдарламаларын енгізу және инновациялық білім беру стратегияларын талқылау жөніндегі республикалық конференция өткізілді, оның мақсаты қазіргі заманғы білім беру талаптарына сай шығармашылық және техникалық дағдыларды дамыту [32]. Сонымен қатар 2024 жылы Астанада әйелдерге арналған STEM көшбасшылық бағдарламасы ұйымдастырылып, гендерлік теңдік пен кәсіби дамуға қолдау көрсетілді [33]. Жалпы алғанда, Қазақстандағы STEM білім берудің 2024-2025 жылдарға дейінгі дамуы білім мен еңбек нарығы арасындағы байланысты нығайтып, болашақ мамандарды технологиялық тұрғыдан дамыған қоғам талаптарына сай даярлауға бағытталған кешенді стратегия ретінде қалыптасты.

Осылайша, еліміз дамыған елдермен бірдей бағытта ілгерілеп келеді. STEM білім беру оқуды және мансапты қосатын көпір болып табылады. Оның тұжырымдамасы балаларды технологиялық тұрғыдан дамыған әлемге дайындайды. Келешектің мамандарына жан-жақты дайындық пен жаратылыстану ғылымдары, инженерия, технологиялар мен математиканың әртүрлі білім беру салаларынан алынған білім керек.

STEM білім берудің қалыптасуына әсер еткен негізгі факторлар: Экономикалық факторлар. 1980-1990 жылдары АҚШ пен Батыс Еуропа елдері өздерінің технологиялық көшбасшылығын жоғалту қаупімен бетпе-бет келді. Азия елдерінің, әсіресе Жапония мен Оңтүстік Кореяның технологиялық саладағы жетістіктері дамыған елдерді алаңдатты [34]. 1983 жылы АҚШ-та жарияланған “Қауіп төніп тұрған ұлт” (A Nation at Risk) атты есеп білім беру жүйесінің дағдарысын жария етіп, реформалардың қажеттілігін көрсетті [35]. *Әлеуметтік-мәдени факторлар.* Жаһандану процестері, көші-қон ағындары және мультимәдени қоғамның қалыптасуы білім беруге жаңа талаптар қойды. Оқушылардың әртүрлі мәдени контексте жұмыс істей алу, ынтымақтастық пен коммуникация дағдыларын меңгеру қажеттілігі туындады [36]. *Технологиялық революция.* Ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың (АКТ) қарқынды дамуы, интернеттің кең таралуы және цифрлық технологиялардың өмірдің барлық саласына енуі білім беру мазмұны мен әдістемесін өзгертуді талап етті [37]. 2000 жылдардың басында Web 2.0 технологияларының пайда болуы, әлеуметтік желілердің дамуы және смартфондардың кең таралуы білім беру ландшафтын түбегейлі өзгертті [38].

Ғылыми-техникалық прогрестің жеделдеуі. XXI ғасырдың басындағы ғылыми жаңалықтар, геномика, нанотехнология, жасанды интеллект, жаңартылатын энергия көздері, мамандардың жаңа буынын даярлауды талап етті [39]. Бұл салаларда жұмыс істеу үшін пәнаралық білім мен кешенді дағдылар қажет болды.

STEM білім берудің теориялық негіздері. STEM білім берудің теориялық негіздері бірнеше педагогикалық және психологиялық теорияларға сүйенеді: Конструктивистік оқыту теориясы. Конструктивизм бойынша, білім – бұл оқушы белсенді түрде құрастыратын процесс, ол өзінің тәжірибесі мен алдыңғы білімі негізінде жаңа ақпаратты түсіндіреді [40]. STEM білім беруде конструктивистік тәсіл оқушыларға өздері зерттеулер жүргізуге, эксперименттер қоюға және нәтижелерді талдауға мүмкіндік береді. Выготскийдің жақын даму

аймағы (Zone of Proximal Development, ZPD) тұжырымдамасы STEM сабақтарында оқушылардың өз деңгейінен жоғары тапсырмаларды орындауына мүмкіндік беретін ұжымдық жұмыс пен менторлықтың маңыздылығын көрсетеді [41].

Жобалық оқыту (Project-Based Learning, PBL). Джон Дьюидің прагматикалық педагогикасынан бастау алатын жобалық оқыту STEM білім берудің негізгі әдістемелік тәсілі болып табылады [42]. PBL оқушыларға нақты өмірдегі проблемаларды шешуге, топпен жұмыс істеуге және өз білімдерін практикада қолдануға мүмкіндік береді. Зерттеулер көрсеткендей, жобалық оқыту оқушылардың мотивациясын арттырады, терең түсінікті қалыптастырады және ұзақ мерзімді білімді қамтамасыз етеді [43].

Проблемаға негізделген оқыту (Problem-Based Learning). Медициналық білім беруден бастау алған проблемаға негізделген оқыту STEM контексінде кеңінен қолданылады [44]. Бұл тәсіл оқушыларды күрделі, нақты проблемалармен бетпе-бет келтіріп, оларды шешу үшін қажетті білімді өздері іздеуге итермелейді. Проблемаға негізделген оқыту сыни ойлау, зерттеу дағдылары мен өзін-өзі басқару қабілеттерін дамытады [45].

Зерттеуге негізделген оқыту (Inquiry-Based Learning). Зерттеуге негізделген оқыту ғылыми әдістің негізіне сүйенеді: бақылау, сұрақ қою, гипотеза құру, эксперимент жүргізу, деректерді талдау және қорытынды жасау [46]. STEM білім беруде бұл тәсіл оқушыларды ғалымдар сияқты ойлауға үйретеді, олардың табиғи қызығушылығын дамытады және ғылыми сауаттылықты қалыптастырады [47].

Коннективизм теориясы. Цифрлық дәуірдің оқыту теориясы ретінде коннективизм білімнің желілік табиғатын, технологиялар арқылы байланыстардың маңыздылығын атап көрсетеді [48]. STEM білім беруде коннективизм онлайн ресурстарды пайдалануды, виртуалды ынтымақтастықты және цифрлық құралдар арқылы оқытуды негіздейді [49].

STEM білім берудің негізгі принциптері. STEM білім берудің тиімді болуы үшін бірнеше негізгі принциптерді сақтау қажет: *Интеграция принципі*. STEM білім берудің ең маңызды ерекшелігі төрт пәннің (ғылым, технология, инженерия, математика) интеграциясы [50]. Интеграция үш деңгейде жүзеге асырылуы мүмкін: 1. Мультидисциплинарлық деңгей: пәндер жеке оқытылады, бірақ ортақ тақырыптар бойынша үйлестіріледі; 2. Интердисциплинарлық деңгей: пәндер арасында байланыстар орнатылады, бірлескен жобалар жүзеге асырылады; 3. Трансдисциплинарлық деңгей: пәндік шекаралар толығымен жойылады, білім нақты проблемаларды шешу контексінде интеграцияланады. Зерттеулер көрсеткендей, неғұрлым жоғары деңгейдегі интеграция оқушылардың жүйелік ойлауын, кешенді проблемаларды шешу қабілетін және шығармашылық ойлауын жақсырақ дамытады [51].

Практикалық бағдарлану принципі. STEM білім беру теориялық білімді практикалық қолданумен тығыз байланыстыруды көздейді [16, б.1-11]. Оқушылар өздері құрылғылар жасайды, эксперименттер қояды, модельдер құрастырады және нақты өмірдегі проблемаларды шешеді. Бұл тәсіл “қолмен ойлау” және “ақылмен ойлау” принциптерін біріктіреді [52].

Контекстуалдық оқыту принципі. STEM білім беру білімді нақты өмірлік контексте ұсынуды қамтамасыз етеді [53]. Оқушылар неліктен белгілі бір тақырыпты үйренетінін, оны қайда қолдануға болатынын түсінуі керек. Контекстуалдық оқыту оқушылардың мотивациясын арттырады және білімнің мағынасын түсінуге көмектеседі [54].

Ынтымақтастық принципі. STEM жобалары көбінесе топтық жұмысты талап етеді, себебі күрделі проблемаларды шешу үшін әртүрлі дағдылар мен көзқарастар қажет [55]. Ынтымақтастық оқушыларға коммуникация дағдыларын, топта жұмыс істеу қабілетін, көшбасшылық пен жауапкершілікті дамытуға мүмкіндік береді [56].

Инновациялық ойлау принципі. STEM білім беру шығармашылық пен инновацияны ынталандыруы керек [57]. Оқушыларға стандартты емес шешімдер іздеуге, тәуекел етуге, қателерден үйренуге және жаңа идеяларды ұсынуға мүмкіндік беру қажет. Дизайн-ойлау тәсілі STEM білім беруде инновацияны дамытудың тиімді құралы болып табылады [58].

STEM білім берудің әлемдік тәжірибесі және дамуының негізгі кезеңдері. Бірінші кезең: Қалыптасу (1990-2000 жылдар). 1990 жылдары АҚШ-та STEM білім берудің негіздері қаланды. 1996 жылы Ұлттық ғылым стандарттары (National Science Education Standards) қабылданды, олар зерттеуге негізделген оқытуды басты назарда ұстады [59]. 1998 жылы Глен комиссиясының (Glenn Commission) “Біздің болашағымыз бәріне байланысты” (Before It’s Too Late) атты есебі математика және ғылым мұғалімдерінің сапасын арттыру қажеттілігін көрсетті [60]. *Екінші кезең*: Институционалдану (2000-2010 жылдар) 2000-жылдардың басында STEM білім беру федералды деңгейде қолдау тапты. 2007 жылы АҚШ Конгресі “Америка STEM білім беру мен бәсекеге қабілеттілікті күшейту туралы заң” (America COMPETES Act) қабылдады [61]. Бұл заң STEM білім беруге қаржыландыруды арттырды, мұғалімдерді даярлау бағдарламаларын қолдады және зерттеулерді ынталандырды. Осы кезеңде STEM мектептері мен бағдарламалары белсенді ашыла бастады. 2009 жылы Президент Барак Обама “Білім беруде инновациялар үшін” (Educate to Innovate) кампаниясын бастады, оның мақсаты – келесі 10 жылда STEM саласында 100,000 жаңа мұғалім даярлау [62]. *Үшінші кезең*: Кеңею және халықаралықтану (2010-2020 жылдар) 2010-жылдары STEM білім беру АҚШ шеңберінен шығып, әлемдік деңгейге көтерілді. Еуропа Одағы “Еуропа 2020” стратегиясында STEM білім беруді басым бағыт ретінде белгіледі [63]. Азия елдері – Сингапур, Оңтүстік Корея, Жапония – өздерінің STEM бағдарламаларын әзірледі [64]. ECD-ның PISA (Programme for International Student Assessment) зерттеулері STEM пәндері бойынша білім сапасын салыстыру үшін маңызды құрал болды [65]. 2015 жылғы PISA нәтижелері Сингапур, Жапония және Эстония сияқты елдердің STEM білім беруде жетекші орында екенін көрсетті. Осы кезеңде STEM-ден STEAM-ға (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) өту үрдісі байқалды. Өнерді қосу шығармашылықты, дизайн-ойлауды және гуманитарлық аспектілерді күшейтуге мүмкіндік берді [66]. *Төртінші кезең:* Цифрландыру және жасанды интеллект дәуірі (2020 – қазіргі кезең) 2020 жылдан бастап COVID-19 пандемиясы білім беруді цифрландыруды жеделдетті. STEM

білім беруде виртуалды зертханалар, онлайн симуляциялар, дистанциялық жобалар кеңінен қолданыла бастады [67]. Жасанды интеллект, машиналық оқыту және деректерді талдау STEM білім берудің жаңа бағыттары болып отыр [68].

Қазіргі кезеңде STEM білім беру тек мектептермен шектелмейді. Бейресми білім беру (робототехника клубтары, хакатондар, ғылыми лагерьлер), онлайн платформалар (Coursera, edX, Khan Academy) және корпоративтік бағдарламалар STEM білім берудің маңызды бөлігі болып отыр [69].

STEM білім берудің қазіргі бағыттары мен трендтері. Инклюзивті STEM білім беру. Әйелдер мен азшылық топтардың STEM салаларына қатысуын арттыру қазіргі заманғы STEM білім берудің басты міндеті [70]. Зерттеулер көрсеткендей, әйелдер STEM мамандықтарының тек 28%-ын құрайды, ал этникалық азшылықтар одан да аз үлес салмаққа ие [71]. Инклюзивті STEM білім беру гендерлік стереотиптарды жоюға, әртүрлі мәдени контексті ескеруге және барлық оқушыларға тең мүмкіндіктер беруге бағытталған [72]. *Тұрақты даму мақсаттары* (SDGs) және STEM. БҰҰ-ның Тұрақты даму мақсаттары (Sustainable Development Goals, SDGs) STEM білім беруге жаңа мағына берді [73]. Климат өзгерісі, таза су, жаңартылатын энергия, қала дамуы сияқты ғаламдық мәселелерді шешу үшін STEM құзыреттіліктері қажет. Қазіргі STEM бағдарламалары тұрақты даму тақырыптарын кеңінен қамтиды [74]. *Кәсіптік бағдар және болашақ мамандықтар*. STEM білім беру оқушыларды болашақ еңбек нарығына дайындауы керек [75]. Дүниежүзілік экономикалық форумның болжамы бойынша, 2025 жылға қарай жұмыс орындарының 50%-ы цифрлық дағдыларды талап етеді [76]. STEM білім беру кодтау, деректерді талдау, кибер қауіпсіздік, биотехнология сияқты болашақ мамандықтарға дайындықты қамтамасыз етеді [77]. *Жобалау және прототиптеу мәдениеті*. Maker Movement (Жасаушылар қозғалысы) STEM білім беруге айтарлықтай әсер етті [78]. 3D-принтерлер, лазерлік кескіштер, Arduino және Raspberry Pi сияқты құралдар оқушыларға өз идеяларын іске асыруға мүмкіндік береді. FabLab және MakerSpace кеңістіктері мектептер мен университеттерде кеңінен таралуда [79]. Деректерге негізделген шешімдер және есептеу ойлау. Есептеу ойлау XXI ғасырдың негізгі құзыреттілігі ретінде танылды [80]. Деректерді жинау, талдау, визуализациялау және модельдеу дағдылары барлық STEM пәндерінде маңызды. Python, MATLAB сияқты бағдарламалау тілдері мектеп оқу бағдарламаларына енгізілуде [81].

STEM білім берудің тиімділігі: зерттеулер мен дәлелдер. STEM білім берудің тиімділігі көптеген эмпирикалық зерттеулермен расталған: Академиялық жетістіктер. Мета-талдау нәтижелері бойынша, STEM бағдарламаларына қатысқан оқушылардың математика мен ғылым пәндері бойынша үлгерімі дәстүрлі оқытумен салыстырғанда 10-15% жоғары [82]. Зерттеулер сонымен қатар STEM білім беру оқушылардың терең түсінігін қалыптастыратынын, механикалық жаттаудан гөрі концептуалды білімді дамытатынын көрсетеді [83]. Мотивация және қызығушылық. STEM бағдарламалары оқушылардың ғылым мен математикаға деген қызығушылығын арттырады [84]. Лонгитюдтік зерттеулер STEM жобаларына қатысқан оқушылардың университетте STEM мамандықтарын таңдау ықтималдығының

екі есе жоғары екенін көрсетті [85]. XXI ғасыр дағдылары. STEM білім беру сыни ойлау, проблемаларды шешу, шығармашылық, ынтымақтастық сияқты дағдыларды тиімді дамытады [86]. Бұл дағдылар ЭЫДҰ-ның білім берудің 2030 шеңберінде (Education 2030 Framework) басты назарда [87]. Әлеуметтік әділеттілік. Сапалы STEM білім беру әлеуметтік-экономикалық жағдайы төмен отбасылардан шыққан оқушыларға жоғары білім алуға және жақсы жұмыс табуға мүмкіндік береді [88]. Бұл әлеуметтік мобильділікті арттырады және теңсіздікті азайтады.

STEM білім берудің қиындықтары мен сын-пікірлер. STEM білім берудің артықшылықтарына қарамастан, бірнеше маңызды қиындықтар бар: Анықтаманың белгісіздігі. STEM білім берудің бірыңғай анықтамасы жоқ, бұл түсінік әртүрлі контексте әртүрлі мағынада қолданылады [89]. Кейбір жағдайларда STEM тек пәндердің тізімі ретінде қабылданады, ал басқа жағдайларда – педагогикалық тәсіл немесе оқу бағдарламасы ретінде [90]. *Мұғалімдердің дайындығы*. STEM білім беруді сапалы жүзеге асыру үшін мұғалімдердің арнайы дайындығы қажет [91]. Көптеген мұғалімдер пәнаралық интеграцияны, жобалық оқытуды және заманауи технологияларды қолдануда қиындықтарға тап болады [92]. Мұғалімдердің кәсіби дамуына жеткіліксіз инвестиция STEM білім берудің кең таралуына кедергі келтіреді [93]. *Ресурстар мен инфрақұрылым*. STEM білім беру заманауи жабдықтарды, технологияларды және материалдарды талап етеді [94].

Көптеген мектептер, әсіресе ауылдық аймақтарда және дамушы елдерде, қажетті ресурстарға қолжетімділік мәселесіне тап болады [36, б.54] (*Бағалау мәселелері*. STEM құзыреттіліктерін бағалау күрделі міндет (National Research Council. (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. National Academies Press). Дәстүрлі тесттер жобалық жұмыс, ынтымақтастық, шығармашылық сияқты дағдыларды толық бағалай алмайды. Аутентикалық бағалау әдістерін әзірлеу және қолдану қосымша уақыт пен ресурстарды талап етеді [95].

Гуманитарлық пәндердің маргиналдануы. Яғни білім беру мен қоғамдағы рөлінің әлсіреуі, екінші қатарға ығыстырылуы. STEM білім беруге артық назар аудару гуманитарлық пәндердің (әдебиет, тарих, өнер) маңызын төмендетуі мүмкін деген алаңдаушылық бар [96].

STEM білім беру – XXI ғасырдың білім беру парадигмасының маңызды компоненті. Ол әлемдік экономикалық, әлеуметтік және технологиялық өзгерістерге жауап ретінде пайда болды және оқушыларды болашақ өмірге дайындаудың тиімді тәсілі ретінде танылды. STEM білім берудің теориялық негіздері қатты – конструктивизм, жобалық оқыту, проблемаға негізделген оқыту, зерттеуге негізделген оқыту және коннективизм теориялары оның педагогикалық базасын құрайды. STEM білім берудің негізгі принциптері-интеграция, практикалық бағдарлану, контекстуалдық оқыту, ынтымақтастық және инновациялық ойлау оның тиімділігін қамтамасыз етеді. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, STEM білім беру 1990 жылдардан бастап үздіксіз дамып, қазіргі кезде жаһандық деңгейде таралды. Инклюзивтілік, тұрақты даму, кәсіптік

бағдар, Жасау (maker) мәдениеті және есептеу ойлау - қазіргі STEM білім берудің басты бағыттары.

Эмпирикалық зерттеулер STEM білім берудің академиялық жетістіктерді арттыратынын, мотивацияны күшейтетінін, XXI ғасыр дағдыларын дамытатынын және әлеуметтік әділеттілікке ықпал ететінін растайды. Алайда, STEM білім беруді сәтті енгізу үшін мұғалімдерді даярлау, ресурстармен қамтамасыз ету, бағалау жүйелерін жетілдіру және гуманитарлық білім берумен теңгерімді сақтау қажет [97].

Қазақстан үшін STEM білім берудің әлемдік тәжірибесін зерделеу және өз ұлттық контексіне бейімдеу маңызды. Келесі бөлімдерде STEM-ді физика пәніне кіріктірудің ғылыми-теориялық негіздерін, Қазақстандағы STEM білім берудің дамуын және мұғалімдердің құзыреттіліктерін қарастырамыз.

1.2 STEM-ді физика пәніне кіріктірудің ғылыми-теориялық негіздері. Шетел тәжірибесін салыстырмалы талдау: АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстан

Физика пәнінің STEM білім беруде алатын орны. Физика – табиғат заңдарын зерттейтін іргелі ғылым ретінде STEM білім берудің орталық компоненті болып табылады [98]. Физика барлық STEM пәндерін байланыстыратын көпір рөлін атқарады: ол ғылыми білімнің негізін құрайды, технологиялық инновацияларды түсіндіреді, инженерлік шешімдердің теориялық базасын қамтамасыз етеді және математикалық модельдеудің қолданбалы аясын ұсынады [99].

Физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктірудің педагогикалық және дидактикалық ерекшеліктері. Іргелік теориялық база. Физика заңдары мен принциптері барлық табиғи процестерді түсіндіреді және технологиялық қолданбалардың негізін құрайды. Ньютон заңдары, термодинамика принциптері, электромагнетизм теориясы, кванттық механика – бұл білімдер инженерлік жобалау, технологиялық инновациялар және ғылыми зерттеулер үшін қажетті [100].

Эксперименттік әдіс. Физика эксперименттік ғылым ретінде зерттеуге негізделген оқытудың үлгісі болып табылады [101].

Физикалық эксперименттер оқушыларға ғылыми әдісті меңгеруге, гипотезаларды тексеруге, өлшеулер жүргізуге және деректерді талдауға мүмкіндік береді [102].

Математикалық модельдеу. Физика математика мен нақты әлем арасындағы байланысты көрсетеді [99, б.5]. Физикалық құбылыстарды математикалық теңдеулермен сипаттау, модельдер құру және есептік эксперименттер жүргізу оқушылардың математикалық білімін практикада қолдануға үйретеді [103].

Технологиялық қолданбалар. Физикалық принциптер барлық заманауи технологиялардың негізінде жатыр [104].

Смартфондардан бастап ғарыш кемелеріне дейін, жаңартылатын энергия көздерінен бастап медициналық аспаптарға дейін – барлық технологиялар физикалық заңдарға негізделген.

Физика пәнін оқытудағы дәстүрлі тәсілдердің шектеулері. Дәстүрлі физиканы оқытуда көбінесе бірнеше мәселе туындайды: *Теория мен практиканың ажырауы.* Дәстүрлі оқытуда физикалық теориялар көбінесе нақты өмірден ажыратылып оқытылады [105].

Оқушылар формулаларды жаттап, есептер шығарады, бірақ бұл білімді қайда қолдануға болатынын, олардың практикалық маңызын түсінбейді [106].

Пассивті оқыту. Дәстүрлі дәріс-семинар жүйесінде оқушылар пассивті тыңдаушылар болып қалады [2, б.8]. Бұл тәсіл терең түсінікті қалыптастырмайды және оқушылардың мотивациясын төмендетеді [107].

Пәнаралық байланыстардың болмауы. Физика көбінесе оқшауланған пән ретінде оқытылады, басқа STEM пәндерімен байланыссыз [37, б.21-22]. Бұл оқушылардың жүйелік ойлауын дамытуға және күрделі проблемаларды шешуге кедергі келтіреді [51, б.1-8]. *Механикалық есептеу дағдыларына баса назар аудару*. Дәстүрлі оқытуда негізгі назар формулаларды қолданып есептер шығаруға аударылады [98, б.994-1003]. Концептуалды түсінік, физикалық интуиция және шығармашылық ойлау екінші планға кетеді [99, б.212-224].

STEM кіріктірудің физика оқытудағы артықшылықтары. STEM физиканы оқытудың сапасын айтарлықтай жақсартады: *Контекстуалды және мағыналы оқыту*. STEM физикалық білімді нақты өмірлік контексте ұсынады [108].

Мысалы, энергия сақтау заңын зерттегенде оқушылар жаңартылатын энергия көздерін, электромобильдерді немесе тиімді ғимараттарды жобалай алады. Бұл білімнің практикалық маңызын түсінуге және мотивацияны арттыруға көмектеседі [109].

Белсенді және зерттеушілік оқыту. STEM тәсілінде оқушылар белсенді зерттеушілер болып табылады [102, б.1-48]. Олар өздері эксперименттер жобалайды, деректерді жинайды, гипотезаларды тексереді және қорытындылар жасайды. Бұл ғылыми ойлауды дамытады және терең түсінікті қалыптастырады [110].

Пәнаралық интеграция. STEM тәсілі физиканы технология, инженерия және математикамен тығыз байланыстырады [3, б.35-39] Мысалы, механика тақырыбын оқығанда оқушылар робот құрастыра алады (инженерия), оны бағдарламалай алады (технология) және қозғалысын математикалық модельдей алады (математика) [111].

Жобалық және проблемалық оқыту. STEM тәсілі физиканы жобалар мен нақты проблемалар арқылы оқытуды көздейді [112]. Оқушылар мұғалімнен дайын шешімдер алмайды, олар өздері проблеманы талдайды, шешім жолдарын іздейді, прототиптер құрастырады және тестілейді. Бұл шығармашылық ойлауды, сыни талдауды және проблемаларды шешу дағдыларын дамытады. *Цифрлық құралдар мен технологиялар*. STEM тәсілі заманауи цифрлық құралдарды кеңінен қолданады [113].

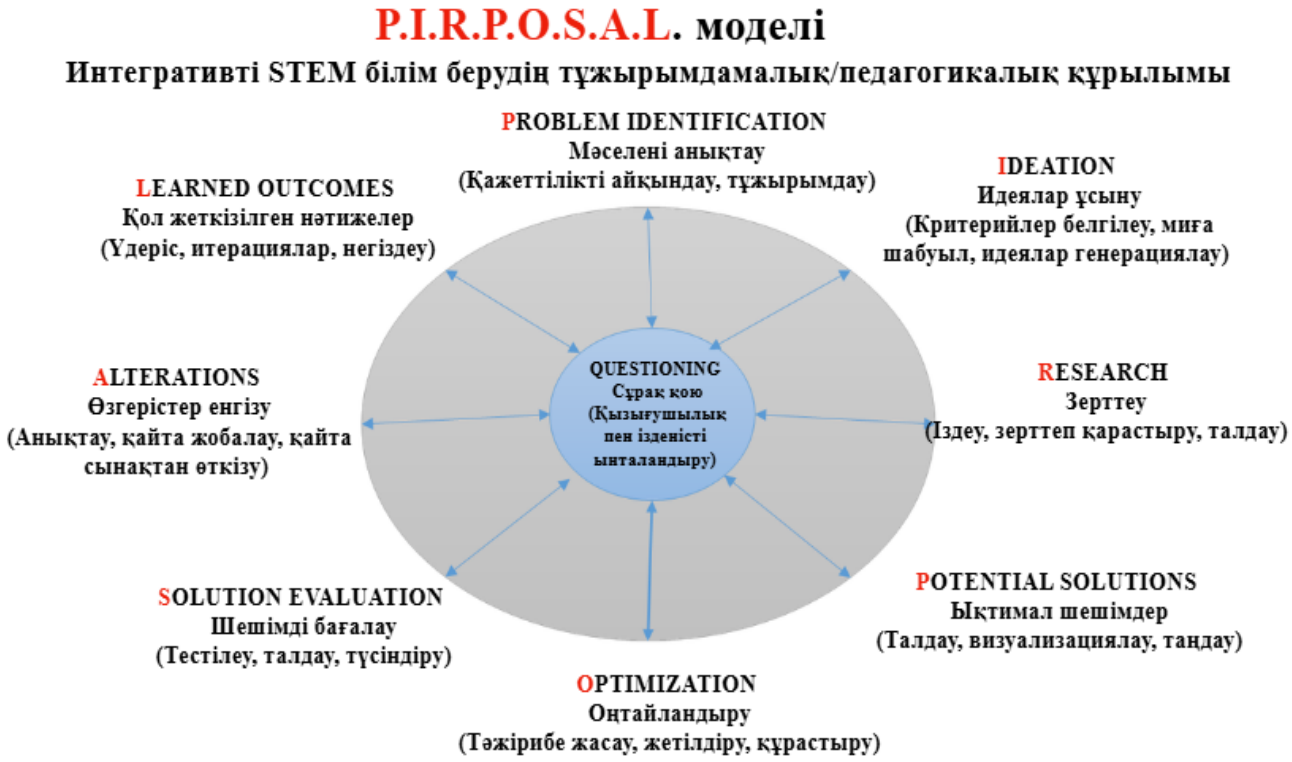
Виртуалды зертханалар, компьютерлік симуляциялар, деректерді визуализациялау құралдары, 3D-модельдеу бағдарламалары физикалық құбылыстарды зерттеуді жеңілдетеді және оқушылардың цифрлық құзыреттіліктерін дамытады.

Физика пәніне STEM кіріктірудің теориялық модельдері

Физика пәніне STEM-ді кіріктіру үшін бірнеше теориялық модельдер әзірленген. Олар: 1. *PIRPOSAL моделі*. 2. *5E моделі*. 3. *Fuzzy Delphi әдісіне негізделген моделі* 4. *Теориялық модельдеу тәсілі* .

1. *PIRPOSAL моделі* (Problem Identification, Research, Potential Solutions, Optimization, Solution Evaluation, Alterations, Learned Outcomes) (2-сурет). Бұл модель инженерлік дизайн процесіне негізделген және сегіз кезеңнен тұрады [114].

Проблеманы анықтау: Оқушылар нақты физикалық проблеманы анықтайды және оны түсінуге тырысады. Зерттеу: Проблемаға қатысты физикалық принциптерді, технологияларды және математикалық әдістерді зерттейді. Ықтимал шешімдер: Әртүрлі шешім нұсқаларын ұсынады және талдайды. Оңтайландыру: Ең жақсы шешімді таңдап, оны жетілдіреді. Шешімді бағалау: Прототипті тестілейді және нәтижелерді бағалайды. Өзгертулер: Қажет болса, дизайнды өзгертеді және қайта тестілейді. Үйренілген нәтижелер: Процесті рефлексиялайды және үйренген білімдерін қорытындылайды.



Сурет 2 – PIRPOSAL моделі: Физиканы STEM арқылы оқытудың 8 кезеңі

Модельдің сипаттамасы. PIRPOSAL моделі физика пәнін оқытуда STEM-ді кіріктірудің 8 кезеңді циклдік моделі болып табылады. Бұл модель Wells және оның әріптестері (2016) жасаған және физикалық білімді нақты өмірдегі проблемаларды шешуге қолдануға бағытталған [114, б.12-14].

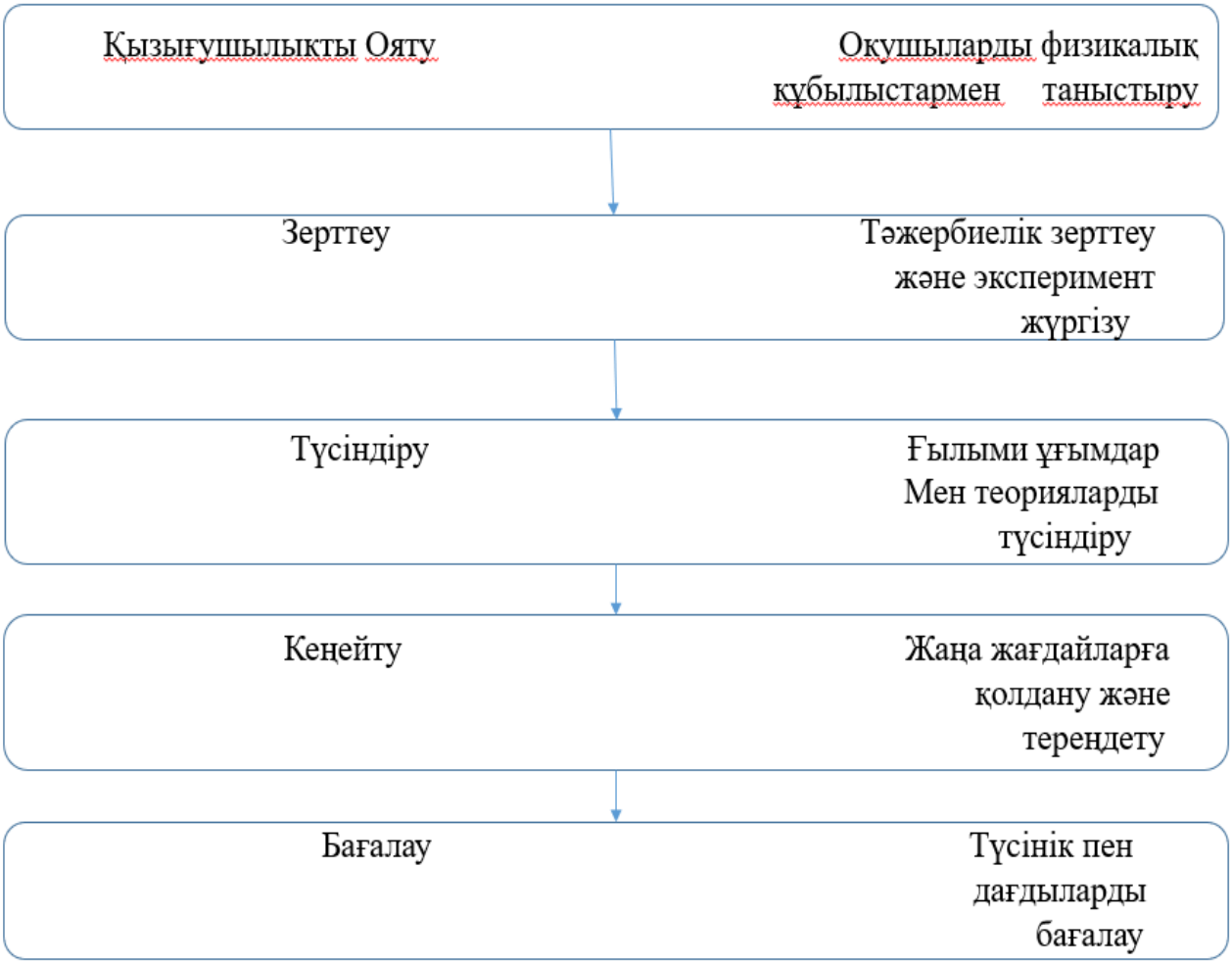
Модельдің 8 кезеңі мынандай: 1) Мәселе (Problem): нақты өмірдегі физикалық проблеманы анықтау. Оқушылар өздері үшін маңызды мәселені таңдайды. Мысалы, “Қалада көлік кептелісін қалай азайтуға болады?” 2) Ақпарат (Information): ғылыми деректер мен зерттеулерді жинау, физикалық заңдар мен

принциптерді зерттеу, әдебиеттерді талдау және ақпарат көздерін бағалау. 3) Зерттеу (Research): физикалық тәжірибелер жүргізу, деректерді жинау және өлшеулер жасау, гипотезаларды тексеру. 4) Жоспарлау (Plan): шешім стратегиясын жасау, қажетті ресурстарды анықтау, іске асыру кестесін құру. 5) Ұйымдастыру (Organize): топтық жұмысты құрылымдау, ресурстарды бөлу, рөлдер мен жауапкершіліктерді белгілеу. 6) Шешім (Solution): физика-инженерлік шешімді іске асыру, прототип немесе модель жасау, технологияларды қолдану. 7) Бағалау (Assessment): нәтижелер мен тиімділікті бағалау, шешімнің артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау, өзін-өзі және өзара бағалау. 8) Білім (Learning): рефлексия жасау, білімді басқа контекске трансферттеу, алған тәжірибені қорыту.

Модельдің артықшылықтары негізінен оның циклдік сипаттарымен айқындалады, олардың үйрену процесі үздіксіз, әрбір кезең келесі кезеңге дайындайды. Практикалық бағыттылыққа тоқталар болсақ, нақты өмірдегі проблемаларды шешуге фокусталады. Кешенділік жағында ғылым, технология, инженерия және математиканың интеграциясы. Оқушылар белсенді зерттеушілер ретінде әрекет етеді. Бұл модель физика сабақтарында күрделі жобаларды ұйымдастыруға мүмкіндік береді және оқушылардың жоғары деңгейлі ойлауын дамытады. 2. *5E моделі* (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate). BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) әзірлеген 5E моделі STEM контексінде физиканы оқытуда кеңінен қолданылады [115]. 3-суретте көрсетілгендей, Engage (Қызығушылықты ояту): Оқушылардың назарын физикалық құбылысқа аударады, қызығушылық оятады. Explore (Зерттеу) бөлімінде оқушылар эксперименттер жүргізеді, деректерді жинайды. Explain (Түсіндіру) бөлімінде физикалық принциптерді түсіндіреді, теориямен байланыстырады. Elaborate (Кеңейту) бөлімінде білімді жаңа жағдайларда қолданады, пәнаралық байланыстар орнатады. Evaluate (Бағалау) бөлімінде оқушылардың түсінігін бағалайды. Модельдің артықшылықтары ретінде конструктивистік негіз бола алады. Онда оқушылар өздері білім құрады. Тізбекті құрылымда әрбір кезең келесіге логикалық түрде өтеді. Зерттеуге негізделген бөлімінде оқушылар белсенді зерттеушілер. Кеңінен қолданылатын бөлімінде әлемдік тәжірибеде дәлелденген.

Модельдің сипаттамасы. 5E моделі – STEM физикасын оқытудың конструктивистік моделі, Роджер Байби (Roger Bybee) және Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) тобы әзірлеген. Модель бес тізбекті кезеңнен тұрады. Модельдің 5 кезеңі: *ҚЫЗЫҒУШЫЛЫҚТЫ ОЯТУ* (Engage). *Мақсаты*: Оқушылардың назарын аудару және бастапқы білімін белсендіру. *Әдістері*: Қызықты физикалық құбылыстарды демонстрациялау; проблемалық сұрақтар қою; бейне немесе анимация көрсету; нақты өмірден мысалдар келтіру. *Мысал*: “Неліктен мұз судың үстінде қалықтайды?” сұрағын қойып, мұздың судағы тәртібін көрсету. *ЗЕРТТЕУ* (Explore). *Мақсаты*: Оқушылардың өздері тәжірибе жасап, деректер жинауы. *Әдістері*: Зертханалық жұмыстар жүргізу; топтық тәжірибелер ұйымдастыру, өлшеулер жасау және деректер жинау; бақылаулар жүргізу. *Мысал*: Әртүрлі заттардың тығыздығын өлшеп, судағы тәртібін анықтау. *ТҮСІНДІРУ* (Explain). *Мақсаты*: Ғылыми ұғымдар мен теорияларды

түсіндіру. *Әдістері*: Физикалық заңдарды түсіндіру; математикалық формулаларды енгізу; ғылыми терминологияны қолдану; тәжірибе нәтижелерін теориямен байланыстыру. *Мысал*: Архимед заңын түсіндіру және тығыздық ұғымын қалыптастыру. *КЕҢЕЙТУ* (Elaborate). *Мақсаты*: Білімді жаңа жағдайларға қолдану және тереңдету. *Әдістері*: Күрделірек есептер шығару; STEM жобалар жасау; білімді басқа салаларға қолдану; шығармашылық тапсырмалар орындау. *Мысал*: Кеме жасау жобасы – тығыздық принципін қолданып, қалқып жүретін құрылым жасау. *БАҒАЛАУ (*Evaluate). *Мақсаты*: Түсінік пен дағдыларды бағалау. *Әдістері*: Формативті бағалау (процесс барысында); суммативті бағалау (қорытынды); өзін-өзі бағалау; өзара бағалау; жоба презентациясы. *Мысал*: Оқушылар өз жобаларын қорғап, басқа топтардың жұмыстарын бағалайды.



Сурет 3 – STEM физикасы үшін 5E оқыту моделі

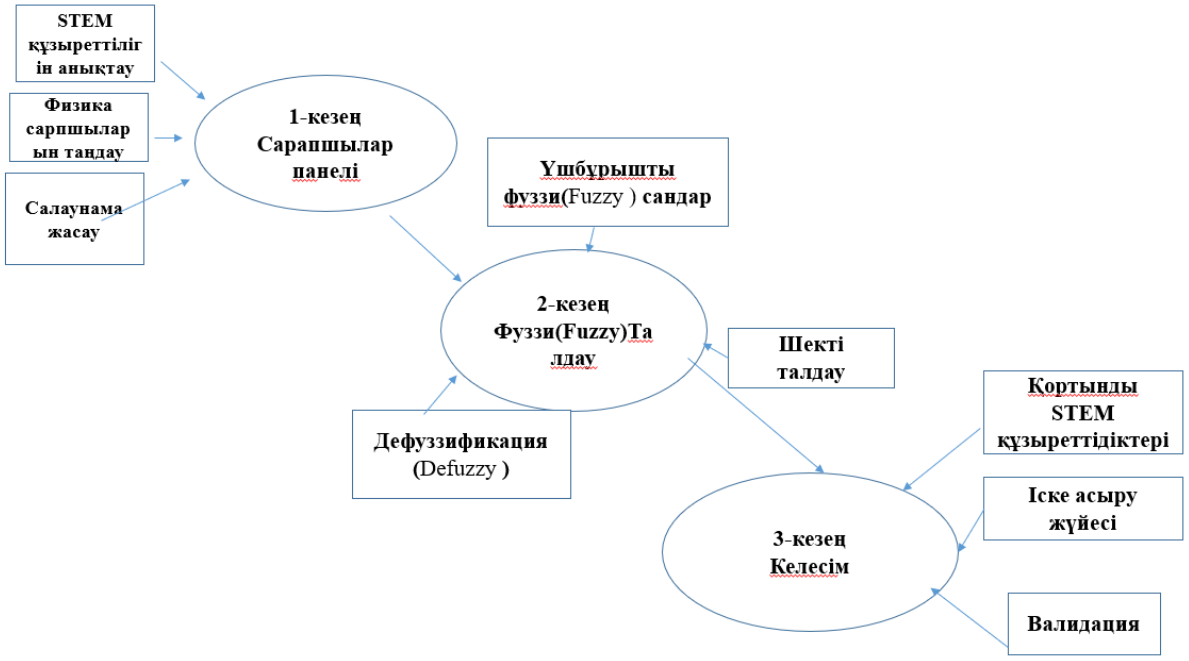
3. *Fuzzy Delphi әдісіне негізделген моделі*. Қытайлық зерттеушілер физика оқушы-мұғалімдеріне арналған STEM оқыту моделін әзірледі [116].

Бұл модель үш негізгі конструктдан тұрады: Оқушылардың құзыреттілігін дамыту: ынтымақтастық, проблемаларды шешу, шығармашылық, сыни ойлау. Оқыту стратегиялары: жобалық оқыту, зерттеуге негізделген оқыту, STEM

бағдарламалары, цифрлық оқыту. Күтілетін нәтижелер: STEM оқыту тәсілдерін меңгеру, әдістерді кеңейту, өзіне сенімділікті дамыту. (4-сурет).

Модельдің сипаттамасы: Fuzzy Delphi моделі – STEM құзыреттілігін анықтау және бағалауға арналған сарапшылық модель. Бұл модель Delphi әдісі мен Fuzzy логикасын біріктіреді және физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігін объективті бағалауға мүмкіндік береді. Модельдің 3 негізгі кезеңі бар. 1-кезең сарапшылар панелі. Оның міндеттері мыналар: 1) STEM құзыреттілігінің компоненттерін анықтау, 2) Физика саласының сарапшыларын таңдау, 3) Бағалау сауалнамасын жасау. Сарапшыларға қойылатын критерилер: 1) Физика мұғалімдері (10+ жыл тәжірибе), 2) STEM білім беру бойынша зерттеушілер, 3) Білім басқармасының мамандары, 4) Университет оқытушылары.

Мұғалімдердің модель аясында қалыптасатын STEM құзыреттілік компоненттері мыналар: 1. Пәндік білім (физика, математика); 2. Әдістемелік дағдылар (STEM әдістері); 3. Технологиялық құзыреттілік (цифрлық құралдар); 4. Зерттеушілік дағдылар; 5. Жобалық басқаруды ұйымдастыру; 6. Коммуникативтік дағдылар; 7. Рефлексия және өзін-өзі дамыту.



Сурет 4 – Fuzzy Delphi моделі - STEM құзыреттілігін бағалау

2-кезең fuzzy талдау. Әрбір құзыреттілікті үшбұрышты Fuzzy сандармен бағаланады олар минимум, орташа, максимум. Мысалы, “Физиканы білу” (0,7, 0,85, 0,95). Оны мына екі жолмен анықтаймыз 1) *Дефуззификация* ол Fuzzy сандарды нақты мәнге айналдыру формуласымен анықталады. Defuzzy = (min + 4×орташа + max) / 6. Мысал: (0,7 + 4×0,85 + 0,95) / 6 = 0,842 . 2) *Шекті талдау* – ол шекті мән (threshold) = 0,75 , егер Defuzzy ≥ 0,75 болса, құзыреттілік маңызды деп есептеледі , егер Defuzzy < 0,75 болса, құзыреттілік қайта қаралады.

3-кезең консенсус (келісім). 1) *Қорытынды STEM құзыреттіліктерін анықтау үшін* барлық сарапшылар келіскен құзыреттіліктер тізімі, әрбір құзыреттіліктің салмағы мен маңыздылығы, бағалау критерийлері мен индикаторлары керек. 2) *Іске асыру жүйесі* бөлімінде мұғалімдерді даярлау бағдарламасы, құзыреттілікті дамыту жоспары, мониторинг және бағалау әдістері керек. 3) *Валидация* бөліміне модельді пилоттық тестілеу, нәтижелерді статистикалық талдау, қажет болса түзетулер енгізу керек. Модельдің артықшылықтары объективтілік, сарапшылардың консенсусына негізделген. Икемділік, Fuzzy логика белгісіздікті ескереді. Ғылымилығы математикалық негізделген әдіс. Практикалық тұрғыда Нақты құзыреттіліктерді анықтайды.

4. *Теориялық модельдеу тәсілі* (Modeling Instruction). Дэвид Хестенс әзірлеген модельдеу тәсілі физиканы ғылыми модельдер құру процесі ретінде оқытады [117]. Бұл тәсіл STEM білім беруге өте сәйкес келеді, себебі: Физикалық модельдерді құру инженерлік дизайнмен ұқсас. Математикалық модельдеу және есептік эксперименттер технологиялармен байланысады. Модельдерді тексеру және жетілдіру зерттеу процесін көрсетеді. Физика пәнінде STEM-ді жүзеге асырудың әдістемелік тәсілдері. Жобалық оқыту физикада. Жобалық оқыту физика пәнінде STEM-ді жүзеге асырудың негізгі әдісі [118].

Физикалық жобалар келесі сипаттамаларға ие болуы керек. Нақты проблемаларды анқтауға бағытталған жоба нақты өмірдегі физикалық проблеманы шешуге бағытталған (мысалы, энергия үнемдеу, қауіпсіздікті арттыру, тиімділікті жақсарту). Пәнаралық интеграцияға жоба физикамен қатар технология, инженерия және математиканы қамтиды.Ұзақ мерзімділік жоба бірнеше апта немесе ай бойы жалғасады, оқушыларға терең зерттеуге мүмкіндік береді. Өнім ретінде жоба нәтижесінде нақты өнім жасалады (құрылғы, модель, презентация, есеп). Оқушылар жобаларын сыныптастарына, мұғалімдерге, ата-аналарға немесе кең аудиторияға таныстырады. Физикадағы жобалардың мысалдары: Күн панельдерін қолданып энергия жинау жүйесін жобалау; жел генераторын құрастыру және оның тиімділігін зерттеу; сейсмикалық белсенділікті мониторингтеу құрылғысын жасау; электромобиль прототипін құрастыру; оптикалық құрылғыларды (телескоп, микроскоп) жобалау.

Проблемаға негізделген оқыту. Проблемаға негізделген оқытуда физика сабағы проблеманы ұсынудан басталады [119]. Мұғалім нақты физикалық проблеманы немесе сценарийді ұсынады. Оқушылар топтарға бөлініп, проблеманы талдайды. Проблеманы шешу үшін қандай физикалық білім қажет екенін анықтайды. Өздері ақпарат іздейді, зерттеулер жүргізеді. Шешім нұсқаларын әзірлейді және негіздейді. Шешімдерін презентациялайды және қорғайды. Проблемалық сценарийлердің мысалдары, қаланың энергия тұтынуын 30%-ға қалай азайтуға болады? Жоғары ғимараттарды найзағайдан қалай қорғауға болады? Ғарыш кемесін Марсқа жіберу үшін қандай физикалық есептеулер қажет? Акустикалық жағынан тамаша концерт залын қалай жобалауға болады? Зерттеуге негізделген зертханалық жұмыстар. Дәстүрлі зертханалық жұмыстардан айырмашылығы, STEM тәсіліндегі зертханалық жұмыстар зерттеушілік сипатта болады [102, б. 54-98].

Ашық зерттеулер оқушыларға дайын нұсқаулар берілмейді, олар өздері эксперимент жобалайды. Гипотезаларды тексеру ол оқушылар өз гипотезаларын ұсынады және тексереді. Деректерді талдау ол Өлшеу деректерін жинайды, статистикалық талдау жүргізеді, графиктер құрастырады. Қателіктерді талдау: Өлшеу қателіктерін есептейді және талдайды. Ал қорытындылар ол эксперимент нәтижелерін теориямен салыстырады және қорытындылар жасайды. Цифрлық құралдар мен симуляциялар. Заманауи цифрлық технологиялар физиканы STEM контексінде оқытуды жеңілдетеді [120].

Компьютерлік симуляциялар (PhET, Algodoo, GeoGebra) физикалық құбылыстарды визуализациялауға, параметрлерді өзгертіп нәтижелерді бақылауға мүмкіндік береді. Деректерді жинау құралдары (Vernier, PASCO) ол сенсорлар мен интерфейстер арқылы нақты уақытта деректерді жинау және талдау. Видео талдау (Tracker, Logger Pro) ол қозғалысты видеодан талдау, траекторияларды зерттеу. 3D-модельдеу (Tinkercad, SketchUp) ол физикалық құрылғылар мен жүйелерді виртуалды түрде жобалау. Бағдарламалау (Python, Arduino, Scratch) ол физикалық процестерді модельдеу, автоматтандыру жүйелерін құру. Дизайн-ойлау тәсілі. Дизайн-ойлау физика пәнінде инновациялық шешімдер табуға көмектеседі [121]. Пайдаланушылардың қажеттіліктерін түсіну, проблеманы анықтау, физикалық проблеманы нақты тұжырымдау, идеялау, көптеген шешім нұсқаларын генерациялау, прототиптеу, тестілеу, прототиптерді тексеру және жетілдіру маңызды. Мысал: Оқушылар мектеп ғимаратының энергия тиімділігін арттыру үшін дизайн-ойлау процесін қолданады олар пайдаланушылармен (мұғалімдер, оқушылар, қызметкерлер) сұхбат алады, энергия шығынын өлшейді, шешім нұсқаларын ұсынады (жылу оқшаулау, күн панельдері, LED жарықтандыру), прототиптер жасайды және тестілейді. *Физика пәнінде STEM бағдарламаларының мазмұндық ерекшеліктері*. STEM тәсілін физика пәніне кіріктіру оқу бағдарламасының мазмұнын өзгертуді талап етеді, сондай-ақ, физикалық тақырыптарды технологиялық қолданбалармен байланыстыра отырып, әрбір физикалық тақырып заманауи технологиялармен байланыстырылуы керек (4-кесте) [122].

Кесте 4 – Технологиялық қолданбалар

Физика тақырыбы	Технологиялық қолданбалар
Механика	Робототехника, автомобиль қауіпсіздігі, ғарыш технологиялары
Термодинамика	Энергия үнемдеу, климат-бақылау жүйелері, жылу насостары
Электр және магнетизм	Электр желілері, электромобильдер, магниттік левитация
Оптика	Лазерлік технологиялар, оптикалық талшықтар, медициналық аспаптар
Кванттық физика	Кванттық компьютерлер, нанотехнология, жартылай өткізгіштер
Ядролық физика	Ядролық энергетика, медициналық диагностика, радиациялық қауіпсіздік

Инженерлік дизайн элементтерін енгізу. Физика сабақтарында оқушылар тек теорияны үйренбейді, сонымен қатар физикалық принциптерге негізделген құрылғылар мен жүйелер жобалайды [123].

Механикалық жүйелер: Көпірлер, лифтер, ұшу аппараттары. Электрлік схемалар құрастыру автоматтандыру жүйелері, қауіпсіздік жүйелері. Ал жылу жүйелері ол жылыту және салқындату жүйелері, термостаттар. Оптикалық жүйелері ол телескоптар, проекторлар, лазерлік құрылғылар. Математикалық модельдеу және есептік физика. STEM контексінде физика оқушыларға математикалық модельдеу дағдыларын үйретуі керек [124]. Аналитикалық модельдер физикалық процестерді теңдеулермен сипаттау. Сандық әдістер күрделі есептерді компьютерде шешу. Симуляциялар физикалық жүйелердің әрекетін модельдеу. Деректерді талдау статистикалық әдістерді қолдану, регрессиялық талдау.

Зерттеу дағдылары мен ғылыми әдіс. STEM бағдарламасында физика оқушыларға ғылыми зерттеу жүргізу дағдыларын үйретуі керек [125]. *Ғылыми сұрақтар қою*. Зерттеуге жарамды сұрақтар тұжырымдау. Эксперименттік дизайн: Айнымалыларды бақылау, өлшеу әдістерін таңдау. Деректерді жинау және өңдеу: Өлшеулер жүргізу, қателіктерді есептеу. *Физика пәнінде STEM-ді бағалау әдістері*. STEM тәсілінде дәстүрлі тесттерден гөрі аутентикалық бағалау әдістері қолданылады және жобаларды бағалау. Жобалық жұмыстарды бағалау үшін рубрикалар әзірленеді [119, б.1-32].

Физикалық тұжырымдаманы қалыптастыру кезінде, ең алдымен, физикалық принциптерді, механикалық дизайнды дұрыс қолдану жобалау процесінің сапасы мен шешімнің жаңалығын, математикалық модельдеудегі есептеулердің дұрыстығын және модельдердің сәйкестігін ескереді., прототиптің технологиялық орындаудағы қызметі және материалдарды дұрыс таңдау, Ынтымақтастық кезінде топта жұмыс істеу дағдылары, ал презентация кезінде жобаны ұсыну және сұрақтарға жауап беру қабілеті. Оқушылары сонымен қатар физика саласындағы жетістіктерін көрсететін портфолио жинайды, оған зертханалық жұмыстар туралы есептер, жобалардың сипаттамалары мен фотосуреттері, зерттеу нәтижелері, рефлексиялық жазбалар (мен не білдім, қандай қиындықтарға тап болдым) және өзін-өзі бағалау материалдары кіреді.. Өнімділікті бағалау процесінде оқушылар нақты тапсырмаларды орындайды және олардың процесі мен нәтижесін бағалайды, яғни эксперимент жүргізу арқылы табиғат құбылысын зерттейді, нақты физикалық есептерді шешу жолдарын табады, белгілі бір функцияны орындайтын құрылғыларды құрастырады, физикалық тақырыптар бойынша презентациялар жасайды және сұрақтарға жауап береді. Сараптамалық бағалау оқушыларға бір-бірінің жұмысын бағалау арқылы сыни тұрғыдан ойлауды дамытуға, физикалық түсінігін тереңдетуге, қарым-қатынас дағдыларын жетілдіруге және өзін-өзі көрсетуге үйретуге мүмкіндік береді. Қалыптастырушы бағалау оқу үдерісіне үздіксіз кері байланыс беру арқылы жүзеге асырылады [126], оған түсіну-тестілеу сұрақтары, қысқа тапсырмалар, әр сабақта тұжырымдамалық түсіну тестілері, өзін-өзі бағалау және табиғи идеяларды талқылауға және көрсетуге бағытталған топтық жұмыс кіреді.

Физика пәнінде STEM-ді жүзеге асырудағы қиындықтар және шешім жолдары. STEM-ді физикаға енгізудің бірқатар қиындықтары бар, олардың бірі-уақыттың жетіспеушілігі, Өйткені STEM жобалары көп уақытты қажет етеді және оқу бағдарламасы барған сайын бос емес. Бұл мәселені шешу үшін бір жоба аясында бірнеше тақырыпты біріктіру, кейбір дәстүрлі тақырыптарды қысқарту немесе жою, сыныптан тыс уақытты пайдалану, яғни үйірмелер мен Жобалық апталарды ұйымдастыру, сондай-ақ бірлескен пәнаралық жобаларды жүзеге асыру ұсынылады.физика мұғалімдерінің., математика және информатика.

Екінші мәселе-логистикалық базаның жоқтығы, Өйткені STEM жобалары арнайы жабдықты, материалдар мен технологияларды қажет етеді. Мұндай жағдайда қарапайым және қолжетімді материалдарды пайдалану, PhET, GeoGebra, Arduino IDE сияқты ашық бастапқы қолданбаларды пайдалану, виртуалды зертханаларды енгізу, сенсорлары мен қолданбалары бар студенттік смартфондарды пайдалану, мектеп, университет және кәсіпорындар арасында серіктестік орнату тиімді шешім болуы мүмкін.

Үшінші мәселе мұғалімдерді даярлаумен байланысты, өйткені көптеген физика мұғалімдері STEM тәсілімен жұмыс істеуге толық дайын емес. Осыған байланысты мұғалімдерге арналған оқу бағдарламаларын ұйымдастыру, онлайн курстар мен вебинарлар өткізу, мұғалімдер бірлестіктері мен желілерін дамыту, практикалық семинарлар мен шеберлік сыныптарын өткізу, тәжірибелі мұғалімдердің көмегі негізінде коучинг бағдарламаларын өткізу маңызды.жас мамандарға.

Төртінші мәселе оқу жоспарының қатаңдығына байланысты, өйткені стандартталған оқу жоспары STEM жобаларын жүзеге асыру үшін жеткілікті икемділікті қамтамасыз етпейді. Сондықтан бағалаудың нақты әдістерін енгізу, портфельді бағалауды қолдану, жобаны бағалаудың нақты критерийлерін әзірлеу, тиімділікті бағалауды жүзеге асыру, қалыптастырушы бағалауға назар аудару қажет. Физиканы STEM арқылы оқыту қазіргі заманғы білім берудің объективті қажеттілігі болып табылады, өйткені физика STEM білім берудің орталық құрамдас бөлігі ретінде БАРЛЫҚ STEM пәндерін байланыстыратын іргелі білім қорын қамтамасыз етеді. Теория мен практиканың бөлінуі, пассивті оқыту және пәнаралық байланыстардың болмауы сияқты дене тәрбиесінің дәстүрлі шектеулері STEM тәсілімен жеңілдетіледі. STEM контекстік және мазмұнды оқыту, белсенді және ізденімпаз оқыту, пәнаралық интеграция, жобалық және проблемалық оқыту, цифрлық құралдарды пайдалану сияқты көптеген артықшылықтарға ие. Сонымен қатар, Пирпозальды модель, 5е моделі, бұлыңғыр Delphi моделі және теориялық модельдеу тәсілі сияқты әртүрлі теориялық модельдер STEM-ді физикада тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Әдістемелік тұрғыдан алғанда, STEM-ді физикаға енгізудің негізгі әдістері жобалық оқыту, проблемалық оқыту, ғылыми-зерттеу зертханалық жұмыстары, цифрлық құралдар мен модельдеу, дизайнерлік ойлау болып табылады. Бағалау жүйесін де өзгерту қажет, сондықтан жобаны бағалау, портфельді бағалау, тиімділікті бағалау, өзара бағалау және қалыптастырушы бағалау дәстүрлі тестілерді толықтыруы немесе алмастыруы керек. Физика әдетте STEM енгізу уақытының жетіспеушілігі, логистикалық база, мұғалімдерді

даярлау, оқу жоспарының қатаңдығы және дәстүрлі бағалау жүйесі сияқты мәселелерге тап болғанымен, оларды шешудің нақты жолдары бар және халықаралық тәжірибе STEM сәтті жүзеге асырылуы мүмкін екенін дәлелдейді.физикада.Қазақстан үшін физика пәнінде STEM-ді кіріктіру білім сапасын арттырудың, оқушылардың STEM мамандықтарына қызығушылығын дамытудың және елдің инновациялық әлеуетін күшейтудің маңызды құралы болып табылады. Физиканы STEM білім беру бойынша оқытуда шетел тәжірибесін салыстырмалы талдау: АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстан. Қазіргі заманғы әртүрлі елдердің STEM білім беруді енгізу тәжірибесі олардың экономикалық даму деңгейіне, мәдени ерекшеліктеріне және білім беру саясатына байланысты өзіндік ерекшеліктерге ие. *Физика пәнінде STEM-ді жүзеге асырудың ұлттық және халықаралық тәжірибесіне талдау.* Зерттеу барысында физика мұғалімдерінің STEM білім беру элементтерін оқыту үдерісіне енгізудегі қиындықтарының ауқымы мен сипатын анықтау мақсатында салыстырмалы талдау әдісі қолданылды. Қазақстандық жағдайды тереңірек түсіну үшін STEM білім беру жүйесі әртүрлі даму деңгейінде қалыптасқан төрт елдің – АҚШ, Португалия, Түркия және Қазақстанның тәжірибелері салыстырылды.Негізгі тағылымдан өткен төрт елдің – АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстанның STEM білім беру жүйелерінің салыстырмалы SWOT талдауы төмендегі 5-кестеде көрсетілген.

АҚШ-тағы STEM білім беру жүйесінің сипаттамасы. АҚШ STEM білім берудің әлемдік көшбасшысы болып табылады және 30 жылдан астам уақыт бойы бұл саладағы жүйелі дамуды көрсетіп келеді. STEM білім беру жүйесінің қалыптасуы 1990-жылдардың басында басталды және қазіргі уақытта ол күрделі, көп деңгейлі және жан-жақты жүйе болып табылады [127]. *Институционалдық құрылым*. АҚШ-тағы STEM білім беру жүйесі бірнеше деңгейде ұйымдастырылған. Федералды деңгейде Ұлттық ғылым қоры (National Science Foundation, NSF) және Білім департаменті STEM бағдарламаларына қаржыландыруды қамтамасыз етеді. Федералды үкімет 2013 жылы Next Generation Science Standards (NGSS) стандарттарын енгізуді қолдады, бұл ғылым пәндерін оқытуда инженерлік практикаларды және пәнаралық байланыстарды күшейтті [128]. Штаттық және жергілікті деңгейде әрбір штат өзінің STEM стратегиясын әзірлейді, ал мектеп округтері нақты бағдарламаларды жүзеге асырады [90,13]. АҚШ-та үш негізгі түрдегі STEM мектептері жұмыс істейді: таңдамалы STEM мектептері (Thomas Jefferson High School for Science and Technology, Illinois Mathematics and Science Academy), инклюзивті STEM мектептері (High Tech High, Manor New Technology High School) және STEM бағытындағы кәсіптік-техникалық білім беру мектептері [129].

Қауымдастық колледждері STEM білім беруге қолжетімділікті кеңейтуде маңызды рөл атқарады [130].

Қаржыландыру. Федералды бюджеттен жыл сайын STEM білім беруге 3-4 миллиард доллар бөлінеді. Штаттық бюджеттерден қосымша қаржыландыру, жеке сектордан гранттар мен демеушілік STEM білім беруді нығайтады [131].

Кесте 5 – АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстандағы STEM білім беру жүйелерінің салыстырмалы SWOT талдау

Ел	Strengths (Күшті жақтары)	Weaknesses (Әлсіз жақтары)	Opportunities (Мүмкіндіктер)	Threats (Қауіптер)
АҚШ	STEM білім берудің ұзақ мерзімді тәжірибесі (1990-жылдардан). NGSS стандарттарының енгізілуі және ғылыми тәжірибелер мен инженерлік дизайнның интеграциясы [127;157]. STEM мектептері мен зерттеу орталықтарының кең желісі және университеттермен тығыз байланыс [128]. STEM жобалық оқыту әдістерінің кең қолданылуы [131].	Аймақтар арасында білім беру сапасының айырмашылығы. STEM пәндері мұғалімдерінің бір бөлігінің сертификатталмаған болуы [129]. Орталықсыздандырылған білім беру жүйесінде бағдарламалардың біркелкі еместігі.	Жасанды интеллект, робототехника және инженерлік технологиялардың дамуы. STEM workforce-ке жоғары сұраныс. Ғылыми-зерттеу және инновациялық жобаларды кеңейту мүмкіндігі [130].	Әлеуметтік теңсіздік салдарынан STEM білімге қолжетімділіктің әркелкілігі. STEM мұғалімдерінің тапшылығы. Ғаламдық ғылыми-технологиялық бәсекелестіктің күшеюі.
Түркия	Мемлекеттік деңгейде STEM білім беруді дамыту стратегияларының болуы (Education Vision 2023). Цифрлық білім беру инфрақұрылымы (EBA, TRT EBA). Кәсіптік-техникалық білім беру жүйесі мен өндіріс арасындағы байланыс [132;133].	PISA және TIMSS нәтижелерінің ЭЫДҰ орташа көрсеткіштерінен төмен болуы. Мұғалімдердің STEM әдістемесіне дайындық деңгейінің жеткіліксіздігі. Қала және ауыл мектептері арасындағы инфрақұрылымдық айырмашылықтар.	Еуропалық Одақ бағдарламаларына қатысу (Erasmus+, Horizon Europe). Өнеркәсіптік сектордың STEM кадрларына сұранысы. Технологиялық инфрақұрылымды одан әрі дамыту мүмкіндігі [133].	Экономикалық тұрақсыздық. Білім беру сапасының өңірлік теңсіздігі. STEM салаларындағы гендерлік теңсіздік.
Португалия	STEM білім беруді дамытуда Еуропалық Одақ бағдарламаларының қолдауы. Lab Móvel сияқты инновациялық жобалардың іске асырылуы. Практикалық және жобалық оқыту әдістерінің кең қолданылуы [134;135]. Университеттер мен ғылыми орталықтардың белсенді қатысуы.	Оқушылардың базалық математикалық және ғылыми дағдыларының жеткіліксіз деңгейі. STEM салаларында кадр тапшылығы. Цифрлық дағдылардың жеткіліксіздігі [134].	Еуропалық ғылыми-зерттеу бағдарламаларына қатысу мүмкіндігі. STEM мамандықтарына қызығушылықтың артуы. Білім беруді цифрландыру және инновациялық технологияларды енгізу [135;136].	Жастардың эмиграциясы. Экономикалық тәуелділік. STEM саласында еңбек нарығы мен білім беру арасындағы сәйкессіздік.
Қазақстан	STEM білім беруді дамытуға бағытталған мемлекеттік бағдарламалардың болуы. Робототехника және STEM зертханаларының дамуы. Назарбаев Зияткерлік мектептерінің тәжірибесі [146]. Оқушылардың STEM пәндеріне қызығушылығының жоғары болуы [138].	Мұғалімдердің STEM әдістемесіне дайындық деңгейінің жеткіліксіздігі. Инфрақұрылымның өңірлер бойынша теңсіздігі. Қаржыландырудың шектеулі болуы [137;140].	«Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы аясында білім беруді цифрландыру [152]. Халықаралық білім беру бағдарламаларымен ынтымақтастықты кеңейту. STEM мамандарына еңбек нарығында сұраныстың өсуі [153].	Гендерлік стереотиптер мен әйелдердің STEM мамандықтарына төмен қатысуы [143;144]. Қала мен ауыл мектептері арасындағы айырмашылық.

Оқу бағдарламасы. 2013 жылы енгізілген NGSS стандарттары STEM пәндері арасындағы байланыстарды нығайтуды талап етеді және инженерлік практикаларды ғылыми практикалармен қатар қарастырады “Engineering is Elementary”, “Project Lead The Way” және “TechBridge” сияқты бағдарламалар интеграцияланған STEM оқытудың жарқын мысалдары болып табылады [37, б.6]. Проблемаға негізделген оқыту (PBL) және инженерлік дизайн процесі STEM білім берудің негізгі әдістері болып табылады [132].

Мұғалімдерді даярлау.Орта мектеп ғылым және математика мұғалімдерінің 10-20%-ы өз пәндері бойынша сертификатталмаған. 2012 жылы бастауыш мектеп мұғалімдерінің тек 5%-ы ғылым немесе ғылым білім беру саласында дәрежеге ие болды Manor New Tech High School мұғалімдерге жыл сайын 150 сағат кәсіби даму бағдарламасын міндетті түрде талап етеді [129, б. 712-748].

Түркия Республикасындағы STEM білім беру жүйесінің сипаттамасы. Түркияда STEM білім беру 2010-жылдарда белсенді дамыды. 2018-2019 оқу жылында физика оқу бағдарламасын жаңарту басталды, STEM элементтері енгізілді. 2023 жылы “Education Vision 2023” стратегиялық құжаты қабылданды. 2024-2025 жылдары кәсіптік-техникалық білім беру саласында “Vocational and Technical Education Policy Document” қабылданды [133].

Институционалдық құрылым. Орталықтандырылған жүйе, Ұлттық білім министрлігі (Ministry of National Education, MoNE) бақылайды. Білім беру құрылымы: бастауыш білім (4 жыл), орта буын (4 жыл), орта мектеп (4 жыл). STEM бағдарламалар негізінен қалалық мектептерде, әсіресе кәсіптік-техникалық лицейлерде жүзеге асырылады. Жалпы білім беру жүйесінде 60,000-нан астам мемлекеттік мектеп бар [134].

Технологиялық инфрақұрылым. EBA (Educational Information Network) - ұлттық білім беру порталы, TRT EBA - білім беру телеарнасы, мектептерде компьютерлік зертханалар және кәсіптік-техникалық мектептерде арнайы STEM зертханалары бар. Қаржыландыру мемлекеттік бюджеттен және Еуропалық Одақтың бағдарламалары (Erasmus+, Horizon Europe) арқылы жүзеге асырылады. *Оқу бағдарламасы*. Жаңартылған физика бағдарламасы (2018-2019): 9-сынып - 6 бөлім, 10-сынып - 4 бөлім (STEM жобалық қызметтермен), 11-сынып - 2 бөлім, 12-сынып - 6 бөлім. STEM элементтері: жобалық оқыту (мәселені анықтау, шешімдерді ойластыру, прототиптеу, сынау), пәнаралық байланыс, практикалық эксперименттер, күнделікті өмірмен байланыс. Бағалау жүйесі икемді және әртүрлі әдістерді қолданады: когнитивті, аффективті және психомоторлық домендерді қамту. *Жеке сектор және халықаралық байланыстар*. “Industry 4.0” бастамасы шеңберінде кәсіптік-техникалық мектептер өнеркәсіп кәсіпорындарымен ынтымақтастық орнатады. İŞKUR (Еңбек агенттігі) бағдарламалары өндіріс секторы үшін еңбек күшін даярлайды. Түркия Erasmus+, Horizon Europe, Eurydice Network бағдарламаларына қатысады жәнеЭЫДҰ мүшесі ретінде PISA, TIMSS бағалауларына қатысады. *Нәтижелер мен мәселелер*. Жаңартылған оқу бағдарламалары, цифрлық платформалардың дамуы (EBA, TRT EBA), кәсіптік-техникалық білім беруді жаңғырту жетістіктері бар. Бірақ PISA және TIMSS бағалауларында Түркия ЭЫДҰ орташасынан төмен

нәтижелер көрсетеді, қала мен ауыл мектептері арасында айырмашылықтар бар, мұғалімдердің STEM әдістемесіне дайындығы жеткіліксіз және STEM салаларында әйелдердің төмен үлесі сақталып отыр.

Португалия Республикасындағы STEM білім беру жүйесінің сипаттамасы. Португалияда STEM білім беру 2015-2020 жылдары Еуропалық Одақ бағдарламалары шеңберінде дамыды. 2020-2025 жылдары Recovery and Resilience Plan (RRP) шеңберінде STEM білім беруге инвестициялар артты. 2023 жылы Lab Móvel (Мобильді зертхана) жобасы Lezíria do Tejo аймағында іске қосылды. 2024 жылы ModA [135].

Институционалдық құрылым және қамту. Орталықтандырылған жүйе, Білім және ғылым министрлігі басқарады. 2023 жылы жоғары оқу орындарында STEM мамандықтарына тіркелген оқушылар үлесі 28,9% құрады (ЕО орташасы 26,9%), бұл 2015 жылғы 30% және 2022 жылғы 29,2%-дан төмендеу. Инженерлік мамандықтар STEM оқушыларының 68%-ын құрайды (ЕО орташасы 54,6%). ЕО 2030 мақсаты бойынша STEM тіркелу 32%-ға жетуі керек [136].

Қаржыландыру. European Social Fund Plus (ESF+) Lezíría do Tejo аймағына €2.5 миллион бөлді (Lab Móvel жобасы). Foundation for Science and Technology (FCT) 2023 жылы ғылыми-зерттеу жобаларына €140 миллион бөлді: IC&DT жобаларына €120 миллион (480+ жоба, әрбір жобаға максимум €250,000), Exploratory жобаларына €20 миллион (400+ жоба, әрбір жобаға максимум €50,000). COMPETE 2030 бағдарламасы және аймақтық операциялық бағдарламалар (Солтүстік, Орталық, Лиссабон, Alentejo, Algarve) қосымша қаржыландыру береді.

Инфрақұрылым. Lab Móvel жобасы Lezíría do Tejo аймағының 10 муниципалитетінде жұмыс істейді және мектептерге STEM тәжірибелік сабақтарын жеткізеді. Құрал-жабдықтар: робототехника, дополненная реальность (адам денесін зерттеу үшін), ғылыми эксперименттер үшін жабдықтар, мини-аудитория (презентация дағдыларын дамыту үшін), жеке жұмыс орындары (ынтымақтастық үшін). RRP инвестициялары арқылы кәсіптік-техникалық білім беру орталықтарын жаңғырту жүргізілуде.

Мұғалімдерді даярлау және оқу бағдарламасы. Lab Móvel жобасы шеңберінде мұғалімдерге жаңа оқыту әдістерін дамытуға, сынып мәселелерін шешуге бағытталған тренингтер беріледі. Erasmus+ арқылы алмасу және оқыту жүргізіледі. Педагогика, технология және дизайн интеграциясына назар аударылады. Португалия ЕО білім беру стандарттарын ұстанады: тәжірибелік оқыту (hands-on learning), жобалық оқыту, пәнаралық байланыс, цифрлық технологиялар (AR, робототехника, бағдарламалау). ModA жаңа бағалау жүйесі базалық дағдыларды жақсартуға бағытталған. *Нәтижелер мен мәселелер*. STEM мамандықтарына тіркелу ЕО орташасынан жоғары (28,9% vs 26,9%), инженерлік мамандықтарға жоғары қызығушылық (68,5%), Lab Móvel сияқты инновациялық жобалар, мектептен ерте кетуді азайту жетістіктері бар. Бірақ базалық дағдылар төмен: PISA 2022 бойынша 15 жастағы оқушылардың шамамен 30%-ы математикадан төмен нәтижелер көрсетті, TIMSS бойынша Португалия ЕО қатысушы елдерінің арасында математика және ғылым бойынша соңғы орында. Инженерлік және ИКТ салаларында еңбек күшінің тапшылығы, STEM

салаларында әйелдердің төмен үлесі, ересектердің білім деңгейі ЕО орташасынан төмен және цифрлық дағдылардың жеткіліксіздігі мәселелері сақталып отыр [137].

Қазақстан Республикасындағы STEM білім беру жүйесінің сипаттамасы. Қазақстанда STEM білім берудің белсенді дамуы 2012-2016 жылдары басталды. Ұлыбританиямен серіктестік бағдарламалары 2014 жылдан бастап іске қосылды [138]. 2016-2017 оқу жылында «Робототехника» таңдамалы курсы 2,500 мектепте енгізілді. 1,100 мектепте робототехника зертханалары ашылды, 1,626 мектеп (23,1%) 32,000-нан астам оқушыға робототехника таңдамалы курстарын ұсынады [139]. 2016 жылдан бастап Республикалық робототехника олимпиадасы, «RoboLand» халықаралық робототехника фестивалі өткізіліп келеді, жеңімпаздар Дүниежүзілік робототехника олимпиадасына (WRO) қатысады [140] .

Институционалдық құрылым. 2021 жылғы 12 қазандағы №726 үкімет қаулысы және «Білімді ұлт» ұлттық жобасы бастауыш және орта мектептерді пән кабинеттерімен (физика, химия, биология) жабдықтау мақсаттарын белгіледі [141].

2022 жылы «Білім және ғылымды дамытудың мемлекеттік бағдарламасы» STEM пәндері арасындағы пәнаралық байланыстарды дамытуды бастады [142].

Қазақстанда бес түрлі мектеп жұмыс істейді: мемлекеттік мектептер, дарынды балаларға арналған арнайы мектептер, жеке мектептер, гимназиялар және Назарбаев Зияткерлік мектептері (НЗМ). Назарбаев Зияткерлік мектептері, Haileybury және Quantum School сияқты мектептер жаңартылған STEM мазмұны мен әдістемесін енгізудің алғашқы қабылдаушылары және орындары болып табылады. *Нәтижелер.* Барлық сауалнамаға қатысқан оқушылар жалпы STEM мамандықтарына оң қызығушылық танытты. Ауыл мектептеріндегі оқушылар қалалардағы жеке мектептердегі оқушыларға қарағанда STEM мамандықтарына көбірек қызығушылық танытты. Қазақстандағы қыздар PISA және TIMSS сияқты халықаралық бағалауларда математика және ғылым пәндері бойынша ұлдармен тең немесе одан да жақсы нәтиже көрсетеді [143].

Негізгі мәселелер. Мұғалімдердің дайындығындағы олқылықтар анықталды және интеграцияланған алдын ала және қызмет кезіндегі бағдарламалар талап етіледі. STEM мұғалімдерін даярлаушылардың гендерлік хабардарлығы туралы зерттеулер әйелдердің STEM мұғалімдерін даярлауға қатысуына әсер ететін кернеулерді анықтады [144].

Жоғары жалпы білім деңгейіне қарамастан, қазақстандық әйелдер жоғары білім деңгейінде STEM пәндеріне төмен тіркелу көрсеткіштерін көрсетеді. Жаратылыстану ғылымдарында әйелдер тек 31,6%, инженерлік, өндірістік және құрылыс пәндерінде әйелдер тек 31,88% құрайды. Қазақ отбасыларында еңбек бөлінісінің қатаң түрі жиі кездеседі – ерлер асыраушы, әйелдер күтушілер. STEM «еркектік мамандық» ретінде қарастырылады және қыздарға жарамсыз деп саналады. Солтүстік/Шығыс аймақтарда әйелдер үшін жұмыс мүмкіндіктері көп, Оңтүстік аймақтарда дәстүрлі мәдени нормалар қыздар үшін STEM-ге қарсы стереотиптерге әкеледі [145]. Салыстырмалы талдау 6-кестеде көрсетілген.

Салыстырмалы ұқсастықтар бойыгша талдау. Барлық төрт елде зерттеуге негізделген оқыту, проблемаға негізделген оқыту және тәжірибелік тәжірибелер STEM оқытудың орталық педагогикалық тәсілдері болып табылады. Мұғалімдерді дамыту барлық контексте STEM-ді табысты енгізу үшін маңызды деп танылады. Барлық елдер дәлелдерге қызығушылық танытады және PISA, TIMSS халықаралық бағалауларына қатысады. Пәнаралық интеграция барлық елдерде басым бағыт болып табылады. *Айырмашылықтар*: АҚШ-та орталықсыздандырылған, көп деңгейлі (федералды, штаттық, жергілікті) басқару жүйесі бар, ал Түркия, Португалия және Қазақстанда орталықтандырылған жүйе қолданылады. АҚШ 30+ жыл тәжірибемен жетілген жүйеге ие, ал басқа үш ел 10-15 жыл дамушы жүйелерді құруда. Қаржыландыру бойынша АҚШ миллиардтаған доллар, Португалия ЕО қаржыландыруы (миллиондаған еуро), ал Түркия мен Қазақстан шектеулі мемлекеттік бюджетпен жұмыс істейді. Қамту бойынша АҚШ пен Португалияда кең ауқымды, ал Түркия мен Қазақстанда негізінен қалаларда шектеулі қамту байқалады. Гендерлік назар бойынша Қазақстанның ерекшелігі «ағып кету құбыры» университет деңгейінде басталады (орта мектепте қыздар жақсы нәтиже, бірақ жоғары білімде төмен тіркелу), ал АҚШ, Түркия және Португалияда «ағып кету құбыры» орта мектеп деңгейінде басталады (академиялық жетістік олқылықтары). Халықаралық интеграция бойынша АҚШ әлемдік көшбасшы және экспорттаушы, Португалия ЕО мүшесі ретінде толық интеграцияланған, Түркия ЕО кандидаты ретінде ішінара интеграцияланған, ал Қазақстан импорттаушы және үйренуші ретінде позицияланған [146].

Қазақстандағы STEM білім берудің дамуы және нормативтік-құқықтық негіздері. Қазақстанда STEM білім беруге деген қызығушылық 2010-жылдардың басында пайда болды, бұл әлемдік трендтер мен елдің инновациялық дамуының қажеттіліктерімен байланысты болды. STEM білім берудің дамуын бірнеше кезеңге бөлуге болады: *Бірінші кезең*: Танысу және пилоттық жобалар (2010-2015). 2010-2012 жылдары Қазақстанда STEM білім беру туралы алғашқы ақпараттар пайда бола бастады. “Назарбаев Зияткерлік мектептері” (NIS) STEM тәсілін енгізудің алдыңғы қатарында болды [147]. 2013 жылы NIS мектептерінде STEM зертханалары ашылды, мұғалімдерге арналған тренингтер өткізілді.2014 жылы Білім және ғылым министрлігі STEM білім беруді дамытуға бағытталған алғашқы бағдарламаларды бастады. Астана қаласында STEM орталығы ашылды, ол мұғалімдерге әдістемелік қолдау көрсетті және оқушыларға арналған іс-шаралар өткізді. *Екінші кезең*: Институционалдану және кеңею (2015-2019). 2015 жылы “Қазақстан Республикасының білім берудің 2015-2020 жылдарға арналған даму тұжырымдамасы” қабылданды, онда STEM білім беруді дамыту маңызды бағыт ретінде белгіленді [148]. 2016 жылы Астана қаласында халықаралық STEM конференциясы өткізілді, онда отандық және шетелдік сарапшылар STEM білім берудің перспективаларын талқылады. Осы жылы бірнеше мектептерде STEM сыныптары ашылды. 2017-2018 жылдары STEM білім беру өңірлерге тарала бастады. Алматы, Шымкент, Ақтөбе, Қарағанды қалаларында STEM орталықтары ашылды. Мұғалімдерді қайта даярлау курстары кеңінен өткізілді.

2019 жылы “STEAM білім беруді дамыту жөніндегі 2019-2023 жылдарға арналған жол картасы” қабылданды [149].

Кесте 6 – АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстан STEM білім беру жүйелерін салыстыру

Критерий	АҚШ	Түркия	Португалия	Қазақстан
Тарих	30+ жыл (1990-жылдардан)	10-15 жыл (2010-жылдардан)	10-15 жыл (2015-жылдардан)	10-15 жыл (2012-жылдардан)
Қамту	Барлық 50 штатта	60,000+ мектеп	ЕО стандарттары	1,626 мектеп (23,1%)
Қаржыландыру	3-4 млрд долл/жыл	Мемлекеттік + ЕО	€142,5 млн (2023)	Шектеулі бюджет
Инфрақұрылым	Мыңдаған орталық	EBA, TRT EBA	Lab Móvel, FCT	1,100+зертхана, 20 НЗМ
Біліктілік арттыру жүйесі	Штаттарға байланысты әртүрлі, орташа 70-150 сағ/жыл. NSF Teacher Corps бағдарламалары	MoNE Ұлттық Білім Академиясы, үздіксіз БАЖ, STEM орталықтары, Erasmus+	ЕО стандарттары бойынша үздіксіз БАЖ, Lab Móvel тренингтері, университеттермен серіктестік	Қайта даярлау курстары, БАЖ жүйесі дамуда, НЗМ тәжірибесі
Бағдарлама	NGSS (2013), CCSS, PBL	Жаңартылған (2018-2019)	ЕО стандарттары, ModA	Жаңартылған (2016-жылдардан)
Жеке сектор	Үлкен инвестициялар	Industry 4.0, İŞKUR	ЕО серіктестігі	Шектеулі (жеке мектептер)
Халықаралық	Көшбасшы, NSF	Erasmus+, Horizon, ЭЫДҰ	ЕО мүшесі, ESF+, ЭЫДҰ	Ұлыбритания, WRO, PISA
Нәтижелер	PISA/TIMSS жоғары	PISA/TIMSS орташа төмен	TIMSS ЕО соңғы орын	PISA/TIMSS орташа
Университеттерде STEM мамандықтарына түсушілер пайызы	STEM жұмыс күші 24% (36,8 млн), жоғары деңгей	STEM түлектері 17% (OECD), АҚШ-пен тең деңгей	Инженерлік бағыт - 2-орын, ЕО деңгейінде (~26-28%)	624,5 мың оқушылар (2024-25), STEM үлесі нақты көрсетілмеген
STEM қолдану пайызы	78%	65%	42%	28%

Бұл құжат STEM-ден STEAM-ға (өнерді қосу) өтуді көздеді.*Үшінші кезең:* Жүйелендіру және сапаны арттыру (2020-қазіргі кезең). 2020 жылы COVID-19 пандемиясы білім беруді цифрландыруды жеделдетті, бұл STEM білім беруге жаңа мүмкіндіктер ашты. Виртуалды зертханалар, онлайн STEM курстары, дистанциялық жобалар кеңінен қолданыла бастады. 2021 жылы “Қазақстан Республикасының білім беруді дамытудың 2021-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы” қабылданды, онда STEM/STEAM білім беру басым бағыт ретінде белгіленді [150]. 2022-2023 жылдары STEM мектептері желісі кеңейтілді. 2023 жылдың соңына дейін Қазақстанда 50-ден астам STEM/STEAM

орталықтары жұмыс істеді. STEM білім берудің нормативтік-құқықтық негіздері. Қазақстанда STEM білім беруді реттейтін бірнеше маңызды құжаттар бар: Қазақстан Республикасының "Білім туралы" Заңы (2007, өзгерістермен) Заңның 8-бабында білім берудің мазмұнын жаңартудың қажеттілігі, оның ішінде инновациялық технологияларды енгізу көзделген [151].

"Қазақстан – 2050" Стратегиясы (2012). Президент Н.Ә. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауында білім берудің сапасын арттыру, ғылым мен технологияларды дамыту маңызды міндеттер ретінде белгіленді [152].

"Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасы (2017). Бұл бағдарлама білім беруді цифрландыруды, STEM пәндерін дамытуды, IT-мамандарды даярлауды көздейді [153].

Қазақстанда STEM білім берудің қазіргі жағдайы. Инфрақұрылым 50-ден астам STEM/STEAM орталықтары, жүздеген мектептерде STEM зертханалары. Мұғалімдерді даярлау: Жыл сайын мыңдаған мұғалімдер STEM бойынша тренингтерден өтеді. Оқу материалдары қазақ тілінде STEM бойынша оқулықтар, нұсқаулықтар, әдістемелік құралдар әзірленді. Халықаралық ынтымақтастық: Сингапур, Оңтүстік Корея, Финляндия сияқты елдермен серіктестік. Олимпиадалар және конкурстарға робототехника, жобалар, ғылыми зерттеулер бойынша республикалық іс-шаралар. Проблемалар теңсіздік ретінде қалалық және ауылдық мектептер арасында, өңірлер арасында айтарлықтай айырмашылықтар. Мұғалімдердің дайындығына көптеген мұғалімдер STEM тәсілін толық меңгермеген. Ресурстар: Заманауи жабдықтарға, материалдарға, бағдарламалық қамтамасыз етуге қолжетімділік шектеулі. Оқу бағдарламасының жүктемесі STEM жобаларына жеткілікті уақыт жоқ. Бағалауға STEM құзыреттіліктерін бағалаудың тиімді жүйесі жоқ. Мектеп, колледж, университет арасында STEM білім берудің үздіксіздігі қамтамасыз етілмеген [154].

Қазақстанда STEM білім берудің болашағы. Қысқа мерзімді перспективалар (2024-2026) STEM орталықтарының санын 150-ге жеткізу. Барлық мектептерде базалық STEM зертханаларын құру. Мұғалімдердің 50%-ын STEM бойынша даярлау. STEM пәндері бойынша цифрлық оқу ресурстарын әзірлеу. Ұлттық STEM олимпиадалар жүйесін құру. Орта мерзімді перспективалар (2027-2030): STEM мектептері желісін құру (әрбір облыста кемінде бір STEM мектебі). STEM педагогтарын даярлайтын арнайы бағдарламаларды университеттерде ашу. Мектеп, университет, өнеркәсіп үшбұрышын қалыптастыру. Халықаралық STEM стандарттарына сәйкес келу. STEM саласындағы гендерлік теңдікке қол жеткізу. Ұзақ мерзімді перспективалар (2031-2050) Қазақстанды аймақтық STEM білім беру хабына айналдыру. STEM саласында әлемдік деңгейдегі мамандар даярлау. Инновациялық экономиканы STEM білім берумен қамтамасыз ету. STEM білім берудің қазақстандық моделін әзірлеу және экспорттау.

Қазақстан жүйелік тәсілді АҚШ-тың тәжірибесінен қабылдауы керек: ұлттық стратегия, аймақтық бағдарламалар және мектептік жоспарлар біртұтас жүйеде жұмыс істеуі керек. АҚШ пен Португалияның тәжірибесі ұзақ мерзімді және тұрақты инвестициялардың маңыздылығын көрсетеді. Қазақстан да STEM

білім беруді стратегиялық басымдық ретінде қарап, тұрақты қаржыландыруды қамтамасыз етуі керек.

Мұғалімдерді даярлау бойынша АҚШ-та STEM мұғалімдерін даярлауға ерекше назар аударылады және ұзақ мерзімді, реттелген алдын ала және қызмет кезіндегі бағдарламаларға инвестициялар салынады [155].

Португалияда Lab Móvel жобасы мұғалімдерге тренингтер ұсынады. Қазақстанда педагогикалық университеттерде STEM мұғалімдерін даярлайтын арнайы бағдарламалар ашу, мұғалімдердің интеграцияланған STEM-ге деген сенімін арттыру қажет. Жеке секторды тарту бойынша АҚШ-та жеке сектор STEM білім беруге үлкен үлес қосады: корпорациялар бағдарламаларды қаржыландырады, тәлімгерлік бағдарламалар ұсынады және мектептермен серіктестік орнатады [156].

Түркияда Industry 4.0 бастамасы жүзеге асырылуда. Қазақстанда да кәсіпорындар мен корпорацияларды STEM білім беруге тартудың тетіктерін әзірлеу керек, салық жеңілдіктері, серіктестік бағдарламалар, интернатура мүмкіндіктері. Икемді оқу бағдарламасы бойынша АҚШ-та мұғалімдер мен мектептер оқу бағдарламасын икемді түрде қолданады және жергілікті контекске бейімдейді [51, б.3]. Қазақстанда да оқу бағдарламасына икемділік беру, мұғалімдердің автономиясын арттыру қажет. АҚШ-та STEM білім берудің тиімділігі ғылыми зерттеулермен расталады және саясат дәлелдерге негізделеді [39, б.9] Қазақстанда да STEM білім беру бойынша зерттеулер жүргізу, дәлелдерге негізделген саясат жүргізу керек. Инклюзивтілік бойынша АҚШ-та барлық оқушыларға, әсіресе әйелдер мен азшылықтарға STEM-ге қолжетімділікті қамтамасыз ету назарда [131, б.7]. Португалияда Lab Móvel жобасы барлық мектептерге қолжетімділікті арттырады. Қазақстанда да инклюзивті STEM білім беруді дамыту қажет, гендерлік стереотиптерді жою, ауыл мектептеріне қолдау көрсету, аз қамтылған топтарға бағытталған бағдарламалар әзірлеу. Қазақстанның ерекшелігі қыздардың орта мектеп деңгейінде STEM бойынша күшті нәтижелері, бірақ университетке кіруде күрт төмендеуі. Бұл кедергілер академиялық емес, тереңде мәдени және әлеуметтік екенін көрсетеді. Қазақстан үшін алға жол әлеуметтік-мәдени стереотиптерді жою кампаниялары, ата-аналарды STEM мамандықтарының болашағы туралы хабардар ету, әйел STEM мамандарын рөл үлгілері ретінде көрсету, университеттерде әйелдерге арналған қолдау бағдарламалары. Португалияда Lab Móvel (мобильді зертхана) аймақтық мектептерге қолжетімділікті арттырады. Қазақстанда да ауыл мектептері мен аз индустрияланған аймақтарға ерекше назар аудару қажет, мобильді зертханалар, қашықтықтан оқыту, мұғалімдерді ауылға тарту бағдарламалары. Түркия мен Португалияның Еуропалық Одақпен ынтымақтастығы STEM білім беруді дамытуда маңызды рөл атқарады. Қазақстан да халықаралық бағдарламаларға белсенді қатысуы және ЕО тәжірибесін бейімдеуі керек.

АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстанның STEM білім беру жүйелерін салыстырмалы талдау әр елдің өзіндік ерекшеліктері мен мәселелері бар екенін көрсетеді. АҚШ - әлемдік көшбасшы, 30+ жыл тәжірибе, миллиардтаған доллар қаржыландыру, бірақ мұғалімдердің 10-20%-ы сертификатталмаған және

аймақтық теңсіздік бар. Түркия 10-15 жыл дамуда, жаңартылған оқу бағдарламалары, EBA/TRT EBA цифрлық платформалары, ЕО бағдарламаларымен ынтымақтастық, бірақ PISA/TIMSS нәтижелері төмен және гендерлік теңсіздік сақталып отыр. Португалия - ЕО мүшесі, айтарлықтай қаржыландыру (€140+ млн), Lab Móvel сияқты инновациялық жобалар, STEM тіркелу ЕО орташасынан жоғары (2,9%), бірақ базалық дағдылар төмен және TIMSS бойынша ЕО-да соңғы орын. Қазақстан 10-15 жыл дамуда, 1,100+ робототехника зертханасы, қыздардың орта мектепте жақсы нәтижелері, STEM-ге оң қызығушылық, бірақ қаржыландыру шектеулі, университет деңгейінде гендерлік «ағып кету құбыры» (әйелдер 31,6-31,88%), әлеуметтік-мәдени кедергілер және аймақтық айырмашылықтар.

Қазақстан үшін ең маңызды табыс қыздардың орта мектеп деңгейінде STEM бойынша күшті нәтижелері, бірақ университетке кіруде күрт төмендеуі, кедергілер академиялық емес, тереңде мәдени және әлеуметтік екенін көрсетеді. Бұл батыс үлгілерімен ерекшеленеді, онда құбыр жетістік олқылықтары себебінен ертерек ағып кетеді. Қазақстан үшін алға жол тек АҚШ педагогикалық практикаларын импорттауды емес, сонымен қатар оларды нақты мәдени контекске мұқият бейімдеуді, қолданыстағы күшті жақтарын пайдалануды қамтиды, үкіметтің қолдауы, әйелдердің күшті академиялық нәтижелері және STEM мамандарына экономикалық сұраныстың өсуі [157].

Әдебиеттерге шолу нәтижелері АҚШ-та STEM білім берудің ұзақ мерзімді, жүйелі даму жолынан өткенін және мұғалімдерді даярлаудың UTeach, 100Kin10 сияқты ұлттық бағдарламалар арқылы жүзеге асырылатынын көрсетті [158].

Португалияда STEM оқыту еуропалық стандарттарға негізделіп, мобильді зертханалар мен практикалық жобалар арқылы іске асырылатыны анықталды, ал Түркияда FATİH жобасы аясында технологиялық инфрақұрылым дамытылғанымен, STEM элементтерін жүйелі қолдану әлі де қалыптасу кезеңінде екені байқалды [1, б.85-125]. Қазақстандық тәжірибені талдау нәтижелері STEM элементтерін физика сабақтарына енгізу көбіне жекелеген бастамалармен шектелетінін және мұғалімдердің басым бөлігінде педагогикалық, әдістемелік және технологиялық даярлықтың жеткіліксіз екенін көрсетті. Салыстырмалы талдау үшін STEM оқытуды жүйелі қолдану деңгейі, инженерлік дизайн циклін пайдалану және технологиялық құралдарды тиімді қолдану қабілеті негізгі критерийлер ретінде алынды. Алынған сандық деректер Қазақстанда STEM оқытуды жүйелі қолдану деңгейі АҚШ-пен салыстырғанда 2,78 есе, инженерлік дизайн циклін қолдану 3,78 есе, ал технологиялық құралдарды пайдалану 3,2 есе төмен екенін дәлелдеді. 164 физика мұғалімі арасында жүргізілген сауалнама нәтижелері мұғалімдердің 76%-ының STEM элементтерін оқытуда қиындықтарға тап болатынын және 91,4%-ының STEM құзыреттілігін арттыруға мұқтаж екенін көрсетті. Бұл қорытындылар қазақстандық физика мұғалімдерінің STEM білім беруді іске асырудағы педагогикалық қабілеттері мен нақты қажеттіліктерін айқындайтын халықаралық зерттеулермен де сәйкес келеді [154, б. 5]. Аталған салыстырмалы және эмпирикалық деректер физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігін қалыптастыруға бағытталған, педагогикалық, әдістемелік және технологиялық

компоненттерді қамтитын үш деңгейлі құрылымдық-мазмұндық модель әзірлеудің ғылыми және практикалық қажеттілігін негіздеді.

1.3 Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі ұғымы және оның құрылымы (STEM контексінде)

Қазіргі білім беру кеңістігінде мұғалімнің кәсіби қызметінің сапасы мен нәтижелілігі оның кәсіби құзыреттілік деңгейімен тығыз байланысты. Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі педагогикалық қызметті тиімді жүзеге асыру үшін қажетті білім, білік, дағды, қабілеттер, тұлғалық қасиеттер мен кәсіби құндылықтардың интеграцияланған жиынтығы ретінде қарастырылады . Бұл ұғым мұғалімнің тек пәндік білімін ғана емес, сол білімді нақты педагогикалық жағдаяттарда, өзгермелі білім беру жағдайында қолдана алу қабілетін де қамтиды.

Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігінің теориялық негіздері. Құзыреттілікке негізделген тәсіл XX ғасырдың 90-жылдарынан бастап Батыс Еуропа елдерінде білім беру нәтижелілігін арттыруға бағытталған теориялық-әдіснамалық негіз ретінде қалыптасты. Зерттеушілер құзыреттілікті білімнің, тәжірибенің және әрекетке дайындықтың бірлігі ретінде сипаттай отырып, оны тек ақпаратты меңгеру емес, оны практикалық және кәсіби міндеттерді шешуде пайдалана алу қабілеті деп анықтайды . Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі көп өлшемді білім базасы ретінде қарастырылады, ол мазмұндық білімді, педагогикалық білімді және контекстік/технологиялық өлшемдерді біріктіреді. Сонымен қатар ол тәжірибе және кәсіби оқыту арқылы дамитын динамикалық құрылым болып табылады. Мұғалімнің білімі бөлек дағдылар емес, сынып жағдайында шешім қабылдау мен іске асыруды қолдайтын өзара әрекеттесетін домендердің интеграцияланған, дамып келе жатқан жиынтығы ретінде қарастырылады [159].

Әсіресе, өзіндік рефлексия процесі мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін дамытудың маңызды механизмі болып табылады, өйткені ол өз тәжірибесін саналы түрде талдауға, қателерден сабақ алуға және педагогикалық әрекеттерін үнемі жетілдіруге мүмкіндік береді [160].

Рефлексиялық тәжірибе арқылы мұғалімдер өз әрекеттерінің нәтижелілігін бағалай алады, оқушылардың қажеттіліктеріне жауап беретін жаңа стратегияларды қалыптастырады және кәсіби өсу жолында өздігінен дамиды.

Осы тұрғыдан алғанда мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі кешенді, контекске тәуелді, динамикалық әрі бағаланатын жүйе болып табылады. Бұл жүйенің дамуы мұғалімнің ынтымақтастығы, саналы педагогикалық ойлауы және үздіксіз кәсіби дамуы арқылы жүзеге асырылады.

Шульманның педагогикалық мазмұндық білім (PCK) тұжырымдамасы. Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі көпқұрылымды сипатқа ие және өзара байланысты бірнеше компоненттерден тұрады. Оның негізін пәндік және әдістемелік құзыреттіліктер құрайды. Ли Шульман 1986 жылы ұсынған педагогикалық мазмұндық білім (Pedagogical Content Knowledge, PCK) тұжырымдамасы мұғалімнің ерекше білімін пән мазмұны мен педагогиканың қиылысында орналастырады [161].

PCK-нің негізгі идеясы мұғалімнің пән мазмұнын оқушылар үшін түсінікті етіп ұсына алу, оны түрлендіру, дәйектеу және оқушылардың алдыңғы түсініктері мен жиі кездесетін қате түсініктерін ескеру қабілетін сипаттайды [162]. Пәндік құзыреттілік мұғалімнің оқытатын пәнінің ғылыми мазмұнын, ұғымдық аппаратын, теориялық негіздерін, логикалық құрылымын және даму заңдылықтарын терең меңгеруін білдіреді. Шульманның тұжырымдамасына сәйкес, мұғалім пәнді білуімен қатар, сол пәндік білімді оқытуға бейімдеп, оқушылардың түсінуіне қолайлы формада ұсына алуы қажет. Физика пәні үшін бұл талап ерекше маңызды, себебі ол ғылыми модельдеу, эксперимент, математикалық аппарат және абстрактілі ойлау дағдыларына негізделеді. Қазіргі зерттеулер PCK-ді кейінгі модельдердің (мысалы, TPACK) негізі ретінде қарастырады және көптеген заманауи зерттеулер PCK-нің педагогикалық ойлаудағы басқа білім домендерімен қалай өзара әрекеттесетінін зерттейді [159, б. 101-111].

TPACK тұжырымдамасы: технологиялық педагогикалық мазмұндық білім. Әдістемелік құзыреттілік пәндік мазмұнды тиімді жеткізудің жолдары мен құралдарын меңгеруді қамтиды. Ол оқыту әдістерін таңдау, сабақтарды жоспарлау, оқу материалдарын іріктеу, бағалау мен кері байланысты ұйымдастыру, оқыту үдерісін жетілдіруді көздейді. Заманауи білім беру жағдайында әдістемелік құзыреттілік пәндік, педагогикалық және технологиялық білімдердің бірлігінде жүзеге асады. Мишра мен Келернің (Mishra & Koehler, 2006) ұсынған TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) тұжырымдамасы PCK-ні технологияны өзара әрекеттесетін домен ретінде нақты енгізу арқылы кеңейтеді. TPACK моделі жеті білім компонентін және олардың қиылыстарын көрсетеді, бұл оқытуда технологияны интеграциялауға бағыт береді. TPACK-тің негізгі компоненттері:Мазмұндық білім (Content Knowledge, CK) – пән бойынша терең білім. Педагогикалық білім (Pedagogical Knowledge, PK) – оқыту әдістері мен стратегиялары туралы білім. Технологиялық білім (Technological Knowledge, TK) – цифрлық құралдар мен технологиялар туралы білім. Педагогикалық мазмұндық білім (PCK) – CK және PK қиылысы. Технологиялық мазмұндық білім (TCK) – CK және TK қиылысы. Технологиялық педагогикалық білім (TPK) – PK және TK қиылысы. Технологиялық педагогикалық мазмұндық білім (TPACK) – үш доменнің интеграциясы. TPACK тұжырымдамасы технологияның мазмұндық ұсыныстар мен педагогикалық стратегияларды қалай өзгертетінін білуді талап ететінін дәлелдейді [159, б. 101-111]. Эмпирикалық құралдар TK, PK, CK және композиттік TPACK құрылымдарын бағалау үшін әзірленді және тексерілді TPACK моделі STEM контексіне бейімделді (мысалы, TP-STEM құрылымдары) және STEM пәндері бойынша кәсіби даму және біліктілікті арттыру бағдарламаларын жобалаудың негізі ретінде қолданылады [163].

Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігінің құрылымдық компоненттері.. Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі бірнеше өзара байланысты компоненттерден тұрады. Төменде осы компоненттердің сипаттамасы берілген:

Пәндік құзыреттілік (Subject Matter Competence). Пәндік құзыреттілік терең мазмұндық білімді және оқу бағдарламасының мазмұнын нақты

контекстермен байланыстыра алу қабілетін қамтиды. Зерттеулер пәндік білімнің (CK) интеграцияланған білімге және TPACK құрылымдарына маңызды әсер ететінін көрсетеді; үлкен іріктемелерде CK педагогикалық мазмұндық білімді (PCK) және технологиялық мазмұндық білімді (TCK) болжайды. Физика пәні үшін пәндік құзыреттілік механика, электр және магнетизм, оптика, термодинамика, кванттық физика және қазіргі заманғы физиканың негіздерін терең білуді, физикалық заңдылықтарды математикалық тілде сипаттай алуды және физикалық құбылыстарды нақты өмірмен байланыстыра алуды қамтиды.

Әдістемелік құзыреттілік (Methodological Competence). Әдістемелік құзыреттілік педагогикалық стратегияларды, сабақты жобалауды, бағалау сауаттылығын және зерттеуді жеңілдетуді қамтиды. Бұл компонент PK және PCK құрылымдарына негізделген және мазмұнды оқушылар үшін түрлендірудің орталық элементі болып табылады [162, б. 7-23]. STEM контексінде әдістемелік құзыреттілік зерттеуге негізделген оқытуды (inquiry-based learning), проблемаға негізделген оқытуды (problem-based learning), жобалық оқытуды (project-based learning) және инженерлік дизайн процесін ұйымдастыру дағдыларын қамтиды [164].

Психологиялық-педагогикалық құзыреттілік (Psychological-Pedagogical Competence). Кәсіби құзыреттіліктің келесі маңызды құрамдас бөлігі психологиялық-педагогикалық құзыреттілік болып табылады. Ол оқушылардың жас және жеке ерекшеліктерін, оқу мотивациясын, танымдық процестерін, сыныпты басқару тәсілдерін және инклюзивті білім беру қағидаларын меңгеруді қамтиды. Бұл компонент мұғалімге оқыту үдерісін оқушыға бағдарланған және қолайлы білім беру ортасында ұйымдастыруға мүмкіндік береді [92, б.2]. Психологиялық-педагогикалық құзыреттілік оқушылардың танымын, қате түсініктерін, мотивациясын және сынып менеджментін түсінуді қамтиды және PCK мен STEM мұғалімдерін даярлау әдебиеттерінде мұғалім білімінің өсуінің бір бөлігі ретінде баса көрсетіледі .

Коммуникативтік құзыреттілік (Communicative Competence). Сонымен қатар мұғалімнің коммуникативтік құзыреттілігі де кәсіби қызметтің табыстылығын арттырады, себебі ол оқушылармен, әріптестермен, ата-аналармен және білім беру ұйымының басқа субъектілерімен тиімді өзара әрекет орнатуды қамтамасыз етеді. Коммуникативтік құзыреттілік сынып дискурсы дағдыларын, кері байланысты, ынтымақтастықты жеңілдетуді және 21-ші ғасырдың коммуникация дағдыларын қалыптастыруды қамтиды. Бұл педагогикалық мақсаттармен (мысалы, 4C: сыни ойлау, шығармашылық, ынтымақтастық, коммуникация) байланысты және физика/болашақ мұғалімдерді зерттеулерде коммуникация мен ынтымақтастықты қарастыратын зерттеулерде құжатталған. *Ақпараттық-цифрлық құзыреттілік* (Digital Competence). Цифрландыру жағдайында мұғалімнің кәсіби құзыреттілігінің ажырамас бөлігі ақпараттық-цифрлық құзыреттілік болып табылады. Ол цифрлық білім беру ресурстарын, симуляциялар мен виртуалды зертханаларды, онлайн платформаларды педагогикалық мақсатқа сай қолдануды көздейді. Цифрлық құзыреттілік цифрлық құралдарды мақсатты түрде қолдануды, технологиямен жетілдірілген қызметті жобалауды және техно-педагогикалық

ойлауды қамтиды. Бұл TPACK құралдары мен домендік біліктілікті арттыру бағдарламалары арқылы өлшенеді және дамытылады; толықтырылған шындық (AR) және астрономия жобалары физика контексінде цифрлық құзыреттіліктің өсуін көрсетеді. Бұл компонент STEM білім беру элементтерін кіріктіру барысында ерекше мәнге ие, себебі STEM оқыту технологиялық және цифрлық ортада жүзеге асады.

STEM контексіндегі мұғалім құзыреттілігінің ерекшеліктері. STEM білім беру контексінде мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі пәнаралық және зерттеушілік сипат алады. STEM бағытындағы мұғалім ғылым, технология, инженерия және математиканың өзара байланысын түсініп, оқушыларды нақты өмірлік мәселелерді шешуге бағытталған жобалық және зерттеуге негізделген әрекетке тарта алуы тиіс.

STEM мұғалімдерінің құзыреттіліктері. *Интегративті STEM білімі*. STEM мұғалімдерін даярлау үшін құрылымдар пәндік білімді педагогикалық стратегиялармен және мақсатты технология қолданумен интеграциялауды баса көрсетеді (мысалы, TP-STEM бейімделулері және интеграцияланған мұғалімдерді даярлау модельдері) [164, б. 71-82]. Зерттеу және пәнаралықтық тиімді STEM оқыту зерттеу тапсырмаларын жобалау және қамтамасыз ету және пәнаралық байланыстарды оқушылар үшін айқын ету құзыреттіліктерін талап етеді [163, б.56-65]. *Инженерлік дизайн және жоба тәжірибелері* дизайнға негізделген, жобаға бағытталған оқытуды (PBL) жеңілдету құзыреттілігі кооперативтік мұғалімдерді даярлау модельдерінде және мұғалімдерді нақты, ұзақ мерзімді сынып тәжірибелеріне орналастыратын STEM біліктілікті арттыру бағдарламаларында көрсетілген [164, б.71-82].

Физикаға арналған нақты құзыреттіліктер модельдеу және эксперимент. Толықтырылған шындықты және цифрлық модельдеуді интеграциялайтын физика мұғалімдерінің біліктілігін арттыру бағдарламалары мұғалімдердің цифрлық және модельдеу құзыреттіліктерін эксперименттер мен модельге негізделген ойлауды қолдау үшін мақсат етеді. *Контекстуалданған цифрлық тәжірибе* цифрлық құралдарды оқушыға бағдарланған тапсырмаларға енгізетін астрономия және физика оқулықтары TPACK құралдарымен бағаланған физика оқушы-мұғалімдерінің цифрлық құзыреттілігінің өлшенетін өсуін тудырды. Бұл жағдайда инженерлік дизайн, есептік модельдеу, эксперимент жүргізу және топтық жұмыс дағдылары маңызды орын алады [119, б.275–297]. *Кәсіби рефлексия және үздіксіз кәсіби даму* мұғалімнің кәсіби құзыреттілігінің дамуы үздіксіз процесс болып табылады және кәсіби рефлексияны талап етеді. Мұғалімнің өсуін саналы, ынтымақтастық және рефлексивті тәжірибе ретінде қарау тұрақты құзыреттілікті дамытуды қолдау үшін ұсынылады [159, б. 101-111]. *Тиімді кәсіби даму бағдарламалары т*ехнологиямен жетілдірілген ынтымақтастықты біріктіреді. Нақты ресурстарды жобалау мүмкіндіктерін ұсынады. Педагогикалық мақсат пен бағалау туралы рефлексияны қамтиды. Ұзақ мерзімді, тәжірибеге негізделген оқытуды қамтамасыз етеді. TPACK негізіндегі біліктілікті арттыру бағдарламалары химия және басқа STEM пәндерінің мұғалімдерін дамытуды қолдайды, мазмұнды, педагогиканы және технологияны мұғалімдерді оқыту модульдерінде

теңестіреді. Қарқынды, интеграцияланған далалық тәжірибелер және мұғалімдерге STEM сабақтарын жобалауға, жүзеге асыруға және рефлексия жасауға мүмкіндік беретін семинарлар оқшауланған курстарға қарағанда интеграцияланған құзыреттіліктердің күшті сенімділігі мен қолданылуын тудырады [163, б.56-65].

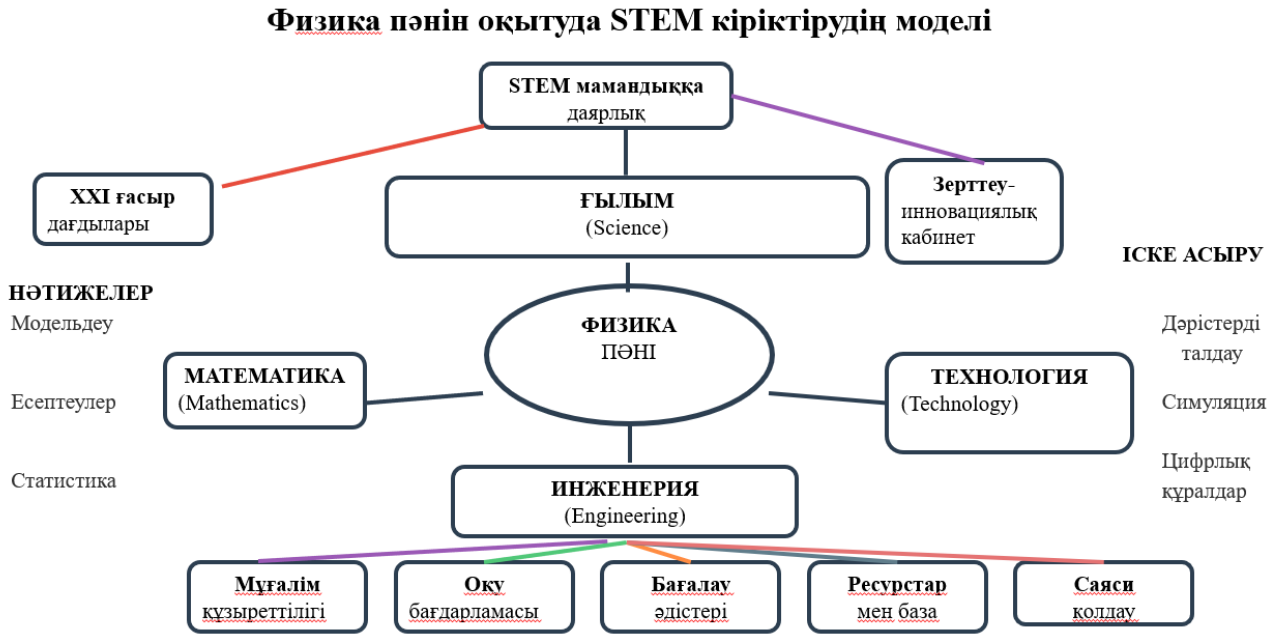
Физика пәнін STEM элементтерімен оқытудағы мұғалім құзыреттілігінің жүйесі. Осы тұрғыдан алғанда физика пәнін STEM білім беру элементтерімен кіріктіре оқыту жағдайында мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі көпдеңгейлі жүйе ретінде сипатталады. Бұл жүйенің орталық ядросын пәндік және әдістемелік құзыреттіліктер құрайды; оларды психологиялық-педагогикалық және коммуникативтік құзыреттіліктер толықтырады; ал ақпараттық-цифрлық және зерттеушілік құзыреттіліктер STEM ортасына бейімделуді қамтамасыз етеді. Барлық компоненттерді біріктіретін негіз әлеуметтік-тұлғалық құзыреттілік болып табылады, ол мұғалімнің кәсіби құндылықтарын, рефлексиясын және үздіксіз кәсіби дамуға дайындығын айқындайды. Бұл жүйелік тәсіл мұғалімдердің STEM білім беруді тиімді жүзеге асыру үшін қажетті барлық құзыреттіліктерді кешенді түрде дамытуға мүмкіндік береді. Жоғарыда талданған мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі жалпы педагогикалық қызметтің тиімділігін қамтамасыз ететін әмбебап негіз ретінде қарастырылады. Алайда STEM білім беру элементтерін физика пәнін оқытуда кіріктіру жағдайында кәсіби құзыреттіліктің жекелеген құрамдас бөліктері, әсіресе пәндік және әдістемелік құзыреттіліктер ерекше маңызға ие болады. Себебі физика пәні ғылыми-теориялық күрделілігімен, эксперименттік сипаты және пәнаралық байланыстарының кеңдігімен ерекшеленеді.

Осыған байланысты STEM контексінде физика мұғалімінің пәндік білімінің тереңдігі мен оны оқытудың заманауи әдістемесін меңгеруі мұғалімнің кәсіби құзыреттілігінің өзегін құрайды. Сондықтан келесі бөлімде физика мұғалімінің пәндік және әдістемелік құзыреттілігінің мазмұны STEM білім беру талаптары тұрғысынан нақтылай талданады (5-сурет). Ұсынылған схема бірнеше ерекшеліктерімен сипатталады. Ең алдымен, ол Қазақстанның жағдайына бейімделген, яғни отандық оқу бағдарламасымен үйлесімді және қазақстандық мектептердің мүмкіндіктерін ескереді, сондай-ақ қазақ және орыс тілдерінде оқытуды қолдайды. Сонымен қатар, схема кешенді тәсілге негізделген, өйткені ол оқытушының, оқушының және білім беру жүйесінің деңгейлерін біріктіре отырып, білім беру мазмұнын, әдіснамасын және бағалау жүйесін қамтиды. Практикалық бағыт нақты іске асыру жоспарының, ресурстар мен қолдау жүйесінің, мониторинг пен бағалау тетіктерінің болуымен ерекшеленеді. Сонымен қатар, схема икемділігімен де маңызды, өйткені оны әртүрлі мектептерде қолдануға болады, мұғалімдердің кәсіби деңгейіне бейімделеді және жергілікті жағдайларға сәйкес икемді түрде жүзеге асырылады.

Схеманы іске асыру төрт негізгі кезеңнен тұрады. Бірінші кезең-дайындық кезеңі, ол шамамен бір жылға созылады және мұғалімдерді даярлауды, оқу материалдарын әзірлеуді, ресурстарды жинақтауды, сондай-ақ пилоттық мектептерді таңдауды қамтиды. Екінші кезең-іске асыру кезеңі, ол 1-2 жыл ішінде жүзеге асырылады және таңдалған мектептерде модельді сынауға,

нәтижелерді бақылауға, туындаған қиындықтарды анықтауға және модельді жетілдіруге бағытталған. Үшінші кезең-кеңейту кезеңі, ол 2-3 жылға жоспарланған және басқа мектептерде тәжірибе таратуды, мұғалімдерді жаппай даярлауды, ресурстық базаны кеңейтуді және озық тәжірибелерді жинақтауды көздейді. Төртінші кезең-жүйелеу кезеңі, ол 3-5 жылдан бері жүзеге асырылып келеді және барлық мектептерде модельді енгізуді, ұлттық стандарттарға интеграциялауды, тұрақты қолдау жүйесін құруды және үздіксіз жетілдіру жұмыстарын қамтиды

Қазіргі білім беру кеңістігінде STEM білім беру тұжырымдамасы оқушылардың ғылыми дүниетанымын, технологиялық сауаттылығын және инженерлік ойлауын қалыптастырудың тиімді құралы ретінде танылып отыр. Қазақстан Республикасының білім беру жүйесінде де STEM элементтерін оқу үдерісіне кіріктіру білім мазмұнын жаңғыртудың, оқушылардың функционалдық сауаттылығын арттырудың және халықаралық бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етудің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Осы тұрғыда физика пәні STEM білім беруді жүзеге асыруда жетекші орын алады, себебі ол табиғи құбылыстарды түсіндірумен қатар, математикалық модельдеу, технологиялық қолдану және инженерлік жобалаумен тығыз байланысты. Осы зерттеу аясында әзірленген Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктірудің авторлық моделі еліміздің білім беру жүйесінің ерекшеліктерін, жаңартылған оқу бағдарламасының талаптарын және халықаралық тәжірибелерді ескере отырып жасалды.



Сурет 5 – Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM кіріктірудің сұлбасы

Сұлбаның негізгі мақсаты физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін жүйелі түрде кіріктіру арқылы мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамыту және оқушылардың XXI ғасыр дағдыларын қалыптастыру. *Әдіснамалық негіздері.* STEM білім беру модельдің әдіснамалық негізін жүйелілік, пәнаралық интеграция, құзыреттілікке бағдарланған оқыту, зерттеуге және тәжірибеге

негізделген білім беру қағидаттары құрайды. Бұл қағидаттар физиканы оқытуды тек теориялық білім берумен шектемей, оны нақты өмірлік жағдайларда қолдануға бағыттауды көздейді. Осыған байланысты модельде физика пәні STEM интеграциясының орталық компоненті ретінде қарастырылады. Құрылымдық компоненттері. Модельдің құрылымында физика пәні өзек ретінде алынып, STEM білім берудің төрт негізгі бағыты – ғылым, технология, инженерия және математика – өзара кіріктіріле жүзеге асырылады. *Ғылым бағыты* (Science): Физикалық құбылыстарды ғылыми әдіс негізінде зерттеуге, тәжірибе жүргізуге және қорытынды жасауға бағытталған. Бұл бағыт механика, электр және магнетизм, оптика, термодинамика бөлімдеріндегі зертханалық және демонстрациялық жұмыстар арқылы іске асырылады. Зерттеуге негізделген оқыту оқушылардың ғылыми әдісті қолдануына мүмкіндік береді: бақылау → гипотеза → тәжірибе → қорытынды [119, б.275–297]. *Технология бағыты* (Technology): Физиканы оқытуда цифрлық құралдарды, виртуалды зертханаларды және компьютерлік модельдеуді қолдануға негізделеді. Бұл оқушылардың цифрлық сауаттылығын арттыруға мүмкіндік береді. Виртуалды зертханалар (PhET симуляциялары), бейнені талдау (Tracker бағдарламасы), сенсорлар мен өлшеу құралдары, 3D модельдеу және принтинг қолданылады . *Инженерия бағыты* (Engineering): Физикалық заңдылықтарды практикалық тұрғыда қолдануға бағытталған жобалық және конструктивтік қызметті қамтиды. Дизайн ойлау процесі қолданылады: эмпатия → анықтау → идеялау → прототип → тестілеу. Физикадағы қолданысы: көпір жасау жобасы (механика), электр тізбегін жобалау (электр), жаңартылатын энергия құрылғылары (энергия), робототехника (күштер мен қозғалыс) [164, б.71-82]. *Математика бағыты* (Mathematics): Физикалық процестерді математикалық модельдеу, есептеу және графиктік талдау арқылы пәндік білімді жүйелеуге мүмкіндік береді. Физикадағы қолданысы: графиктер құру және талдау, дифференциалдық теңдеулер (механика), векторлық талдау (күштер), ықтималдық және статистика (кванттық физика).

STEM білім беру технологияларын интеграциялаудағы кедергілер: Технологияға шектеулі қолжетімділік маңызды кедергілердің бірі, әсіресе аз қамтылған мектептерде немесе аймақтарда технологияға қолжетімділіктің шектелуі. Ресурстарды біркелкі бөлу STEM білім беру технологиясын енгізуге кедергі келтіруі мүмкін. Мектептер барлық оқушылардың STEM құралдары мен ресурстарын пайдалану үшін тең мүмкіндіктерге ие болуын қамтамасыз ете отырып, технологияға тең қол жеткізуді қамтамасыз етуге басымдық беруі керек. Мұғалімдерді даярлау мен қолдаудың болмауы көптеген оқытушыларда STEM білім беру технологияларын оқыту тәжірибесіне тиімді біріктіру үшін қажетті дайындық пен қолдау болмауы мүмкін. Мұғалімдерді технологияны тиімді пайдалану үшін қажетті дағдылар мен біліммен қамтамасыз ету үшін кәсіби даму бағдарламаларын енгізу қажет. Үздіксіз қолдау мен тәлімгерлік мұғалімдерге интеграция процесінде кездесетін кез келген қиындықтарды жеңуге көмектеседі. Өзгерістерге төзімділік өзгерістерге қарсы тұру-білім беру мекемелеріне жаңа технологияларды енгізу кезінде кездесетін жалпы кедергі. Кейбір оқытушылар STEM білім беру технологиясын енгізуден тартынуы мүмкін, себебі белгісізден

қорқу немесе өз құзыреттілігінен қорқу. Өсуге ұмтылуды ынталандыру және технологияны біріктірудің артықшылықтарын дәлелдеу қарсылықты жеңілдетуге және инновация мәдениетін дамытуға көмектеседі. Инфрақұрылым және техникалық мәселелер инфрақұрылымның жеткіліксіздігі және интернетке сенімсіз қосылу немесе ескірген жабдық сияқты техникалық мәселелер STEM білім беру технологияларының интеграциясына кедергі келтіруі мүмкін. Мектептер сенімді инфрақұрылымға инвестиция салып, кез келген мәселені жедел шешу үшін техникалық қолдаудың қолжетімділігін қамтамасыз етуі керек. Технологиялық сарапшылармен ынтымақтастық және жоспарлау және енгізу кезеңдерінде ат бөлімдерін тарту бұл мәселелерді жеңілдетуге көмектеседі. Құны және тұрақтылығы STEM білім беру технологиясын сатып алуға және қолдауға байланысты шығындар, әсіресе бюджеті шектеулі мектептер үшін айтарлықтай кедергі болуы мүмкін. Жергілікті кәсіпкерлермен серіктестік табу, грантқа өтініш беру немесе ашық бастапқы баламаларды зерттеу қаржылық шектеулерді жеңілдетуге көмектеседі. Мектептер технологиялық ресурстарға тұрақты қолжетімділік пен техникалық қызмет көрсетуді қамтамасыз ету үшін ұзақ мерзімді тұрақты даму жоспарларын жасауы керек.

Кедергілерді жеңу стратегиялары STEM білім беру технологияларын тиімді біріктірудің бірнеше маңызды бағыттарын қамтиды. Ең алдымен, ынтымақтастық пен серіктестікті дамыту қажет, өйткені педагогтар, әкімшілер, ата-аналар және сала мамандары арасындағы өзара іс-қимыл STEM технологияларын енгізу үшін қолайлы орта құруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, технологиялық компаниялармен, университеттермен және қоғамдық ұйымдармен серіктестік ресурстарға, сараптамалық білімге және қаржыландыру мүмкіндіктеріне қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Екінші маңызды бағыт-жан-жақты кәсіби даму, өйткені мұғалімдерге арналған біліктілікті арттырудың кешенді және үздіксіз бағдарламалары технологиялық дағдыларды, педагогикалық стратегияларды және STEM технологияларын интеграциялаудың тиімді әдістерін игеруге ықпал етеді. Әріптестердің тәлімгерлігі мен коучингі мұғалімдердің STEM білім беру технологияларын қолданудағы беделі мен құзыреттілігін арттыруға көмектеседі. Үшінші стратегия STEM білім беру технологияларын біріктірудің маңыздылығы туралы хабардарлықты арттырумен байланысты, сондықтан сәттілік тарихын, зерттеу нәтижелерін тарату, семинарлар мен конференцияларды ұйымдастыру озық тәжірибелермен алмасуға және оқытушыларды технологияны өз тәжірибелерінде қолдануға ынталандыруға мүмкіндік береді. Төртінші бағыт икемділік пен бейімделуге негізделген, өйткені технология үнемі өзгеріп отырады, сондықтан мектептер жаңа құралдар мен платформаларды енгізуге, эксперименттерді қолдауға және оқушылардың пікірлеріне сәйкес оқыту тәсілдерін бейімдеуге ашық болуы керек. Бұл STEM білім беру технологияларының өзектілігі мен тиімділігін сақтауға мүмкіндік береді. Схеманы тиімді іске асыру іске асырудың бес арнайы ұйымдастырылған деңгейімен қамтамасыз етіледі.

Бірінші деңгей-бұл пәндік білімді (физика, математика), STEM әдістерін меңгеруге негізделген әдіснамалық дағдыларды, цифрлық құзыреттілікті және зерттеу дағдыларын қамтитын мұғалімнің құзыреттілігі.

Екінші деңгей - бұл STEM интеграцияланған оқу бағдарламасы, пәнаралық байланыстар, жобалық міндеттер және практикалық фокус қарастырылатын оқу бағдарламасы.

Үшінші деңгей-қалыптастырушы бағалауды, жобаларды бағалау айдарларын, өзін-өзі бағалауды және өзара бағалауды, сондай-ақ портфолионы бағалауды қамтитын бағалау әдістері.

Төртінші деңгей - бұл ресурстар мен материалдық база, яғни зертханалық жабдықтар, сандық құралдар, STEM орталықтары және онлайн ресурстар.

Бесінші деңгей-бұл Нормативтік-құқықтық базаны, қаржыландыруды, мұғалімдерді даярлау бағдарламаларын және ұлттық стратегияны қамтитын саяси қолдау. Бұл компоненттердің өзара байланысы STEM элементтерін физика пәніне біріктірудің тұрақтылығы мен тиімділігін қамтамасыз етеді. STEM білім беру элементтерін физиканы оқытуға интеграциялау бойынша мектеп мұғалімдерінің құзыреттілігін қалыптастырудағы халықаралық тәжірибе әлемдік деңгейде әртүрлі модельдер, шеңберлер және бағалау тәсілдері арқылы жүзеге асырылуда.

АҚШ тәжірибесі. АҚШ-та физика пәнінде STEM-ді жүзеге асырудың бірнеше үлгілері Modeling Instruction: Аризона штатында әзірленген, физиканы модельдер арқылы оқытады. SCALE-UP (Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies) солтүстік Каролина штатының университетінде қолданылады, белсенді оқытуға негізделген. Physics First 9-сыныптан бастап физиканы оқыту, биология мен химиядан бұрын. AP Physics университет деңгейіндегі физика курстары орта мектептерде жүзеге асырылады.

Сингапур тәжірибесі. Сингапурда физика STEM контексінде инновациялық тәсілдермен оқытылады. Барлық мектептерде заманауи физика зертханалары. Жобалық оқыту міндетті компонент. Университеттермен және кәсіпорындармен тығыз байланыс. Мұғалімдерге жоғары деңгейлі кәсіби даму қажеттілігі туындайды.

Финляндия тәжірибесі. Финляндияда физика пәні құбылыстарға негізделген оқыту (Phenomenon-Based Learning). Пәнаралық интеграция (физика, химия, биология, география бірге оқытылады). Оқушыларға жоғары автономия. Практикалық жұмыстарға баса назар аударылады.

Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM кіріктірудің авторлық моделі еліміздің білім беру жүйесінің ерекшеліктерін ескере отырып әзірленді. Модель мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға және оқушылардың XXI ғасыр дағдыларын қалыптастыруға бағытталған. Осыған байланысты АҚШ, Португалия, Түркия және Қазақстандағы STEM мұғалімдерінің құзыреттіліктерін дамыту тәжірибесі кластерлер бойынша салыстырмалы түрде талданып, 7-Кестеде ұсынылатын болады.

Кесте 7 – Физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктіру бойынша мектеп мұғалімдерінің құзыреттілігін қалыптастырудың халықаралық тәжірибесі: салыстырмалы талдау

Критерий	АҚШ	Португалия	Түркия	Қазақстан
1. Құрылымдық компоненттер	• Пәндік білім• Инженерлік дизайн• Технология интеграциясы• Көшбасшылық	• DigCompEdu негізінде цифрлық құзыреттілік• STEM пәндері бойынша саралау	• TP-STEM: TPSK, TPMK, TPEK• Интегративті STEM білімі• Өзін-өзі бағалау	• Білім беру көшбасшылығы• Инженерлік/жобалық дизайн• Көппәндік интеграция• Зерттеуге бағытталған оқыту
2. Фокус	Инженерлік дизайн + ғылыми зерттеу интеграциясы	Цифрлық интеграция, DigCompEdu негізінде	Технология-педагогика-пән біліктілігі (TP-STEM)	Практикалық бағдар: “Жаңа талап 2.0”, “Білім караваны”
3. Бағалау әдістері	Мұғалімдер сауалнамасы OLS регрессиясы Мансап траекториясын талдау	• 20,935 мұғалімнің сауалнамасы• Пәндер бойынша салыстыру	• TP-STEM құралы (17 тармақ)• Cronbach α=0.80-0.84• CFI=0.961	• Шағын іріктемелі сауалнамалар• Сапалық талдау• Стандартты көрсеткіштер ұсынысы
4. Тұжырымдамалық негіз	• STEMMaTe фреймворкі• NGSS стандарттары	• DigCompEdu бейімдеуі• Бірыңғай фреймворктің жоқтығы	• TP-STEM моделі• Теория-практика олқылығы	• STEM-LPP (6 стандартты көрсеткіш)• Әдістемелік нұсқаулықтар
5. Негізгі зерттеушілер	• Ames, Reeve, Stewardson• NGSS Lead States• Mishra, Koehler	• Suyatna et al.• TPACK халықаралық семинары	Thuy, Bien, Quy• Ecevit, Acar, Büyükşahin• Chan et al.• Yorulmaz, Okulu	Абдрахманова, Романқұлов Кудайбергенова• Yilmaz• Жұмабай Н.
6. Артықшылықтары	NGSS ұлттық стандарты STEMMaTe жүйелі дамыту Ірі ауқымды зерттеулер	20,935 мұғалім қамтылды DigCompEdu стандартына сәйкес Нысаналы даму бағдарламалары	Психометриялық валидация Сенімді өлшеу құралы Олқылықтарды анықтау	6 стандартты көрсеткіш Ұлттық бағдарламалар Әдістемелік материалдар
7. Жетіспеушіліктері	✗ Бірыңғай бағалау құралының жоқтығы✗ Штаттар бойынша вариация✗ Көп ресурс қажет	✗ Кешенді фреймворктің жоқтығы✗ Тек цифрлық құзыреттілікке фокус✗ Пәндер арасындағы айырмашылық	✗ Теория-практика олқылығы✗ Практикалық дайындықтың жеткіліксіздігі✗ Төмен дайындық деңгейі	✗ Шағын іріктемелер✗ Ұлттық валидацияның жоқтығы✗ Психометриялық құралдар жетіспейді

Салыстырмалы талдау нәтижелері АҚШ, Португалия және Түркия елдерінде STEM мұғалімдерінің құзыреттілігін бағалау мен дамытудың жүйелі, психометриялық тұрғыдан валидацияланған тәсілдері қалыптасқанын көрсетеді. Қазақстан үшін ірі ауқымды зерттеулер жүргізу, бірыңғай ұлттық фреймворк әзірлеу және халықаралық тәжірибені бейімдеу қажеттілігі анықталды. Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі заманауи білім беруде күрделі, көп өлшемді және динамикалық жүйе ретінде қарастырылады. Шульманның педагогикалық мазмұндық білім (PCK) тұжырымдамасы мен Мишра және Келернің технологиялық педагогикалық мазмұндық білім (TPACK) моделі мұғалім құзыреттілігінің теориялық негізін құрайды. STEM білім беру контексінде физика мұғалімінің кәсіби құзыреттілігі пәндік білімді, әдістемелік дағдыларды, психологиялық-педагогикалық түсінікті, коммуникативтік қабілеттерді және цифрлық құзыреттілікті біріктіреді. Бұл құзыреттіліктердің барлығы зерттеуге негізделген, пәнаралық және жобалық тәсілдер арқылы дамытылады.

Ұсынылып отырған модель физика пәнін оқытуда STEM тәсілін қолдану арқылы мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін жүйелі түрде дамытуға бағытталған кешенді педагогикалық құрылым болып табылады. Бұл модель Қазақстан Республикасының Үлгілік оқу бағдарламасына (ҮОБ) сәйкес жоспарланып, халықаралық деңгейде танылған үш ірі теориялық негізге сүйенеді: Fuzzy Delphi әдісіне [115, б.819-831], L. Дезимон (Desimone) циклдік моделіне (2009) және Дрейфус-Берлинер сатылық даму моделіне [165].

Модельдің жоғарғы деңгейінде “Физиканы STEM білім беру арқылы оқытуда мұғалімнің кәсібін құзыреттілігін қалыптастыру” деген стратегиялық мақсаты анық көрсетілген, ал бұл мақсатқа жету үшін шешім мен ұсыныс блоктары арқылы екі бағытты жүйелі іске асыру көзделген. Модельді енгізу нәтижесінде нәтижелердің үш негізгі деңгейіне қол жеткізіледі деп күтілуде. Біріншісі-сыни ойлау, шығармашылық, ынтымақтастық, коммуникация және цифрлық сауаттылықты қамтитын XXI ғасыр дағдыларын қалыптастыру. Екіншісі-STEM мамандықтарына дайындық, яғни физика-математикалық дайындық, инженерлік ойлауды, технологиялық дағдыларды және зерттеу құзыреттілігін дамыту. Үшіншісі-жаңа идеяларды қалыптастыруды, проблемаларды шығармашылық шешуді, кәсіпкерлік дағдыларды және өмір бойы оқуға дайындықты қамтитын инновациялық қабілетті қалыптастыру.

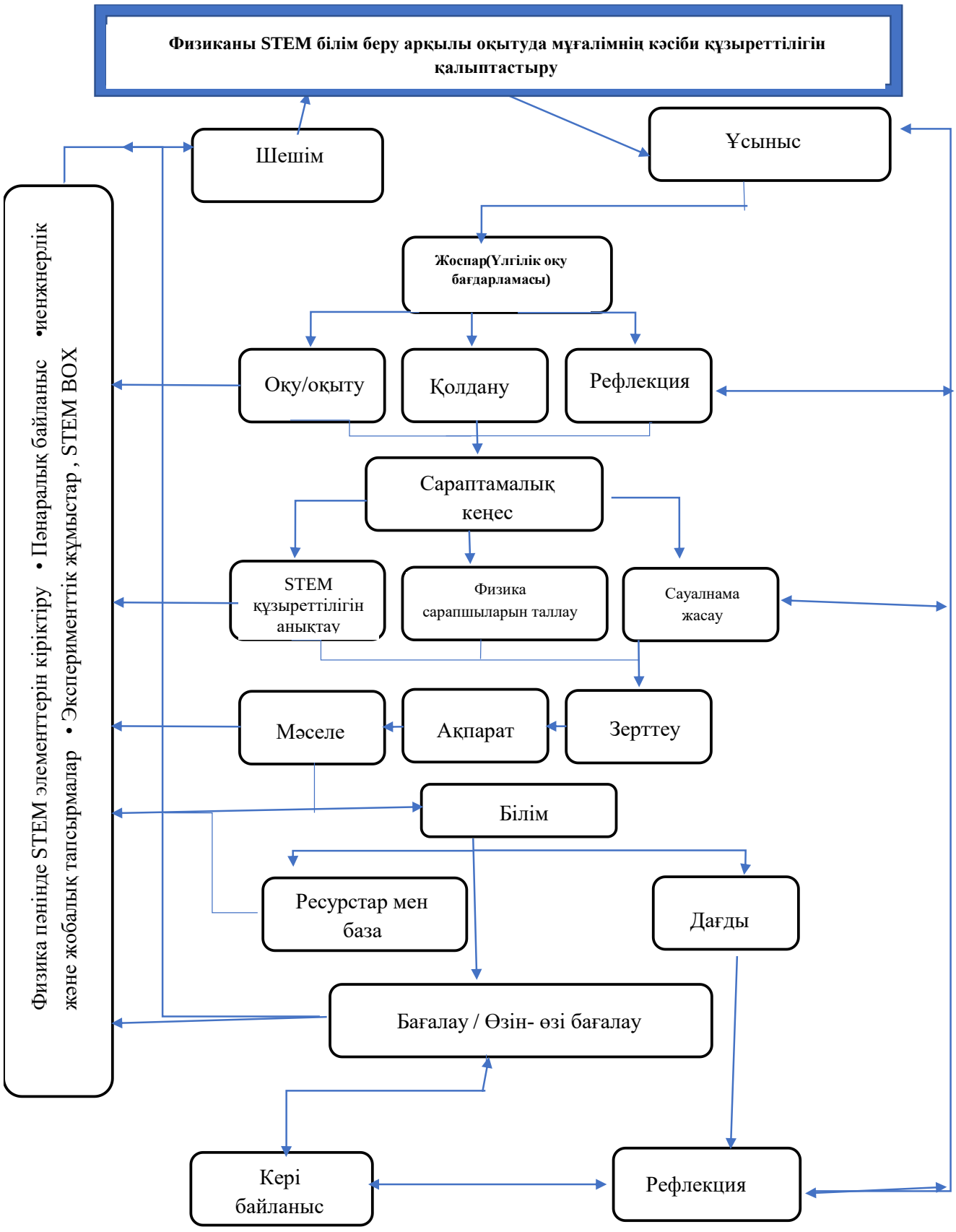
Модельдің негізгі ерекшелігі – оның циклдік-сатылық сипаты болып табылады, яғни мұғалімнің кәсіби дамуы бір реттік іс-шара ретінде емес, үздіксіз қайталанатын, әрбір циклда тереңдей түсетін процесс ретінде ұйымдастырылған. Бұл тәсіл Дезимон (Desimone) моделінің негізгі постулатымен толық үйлеседі, өйткені аталған модель педагогтің кәсіби дамуын жоспарлау, оқыту/оқу, қолдану және рефлексия кезеңдерінен тұратын тұрақты цикл ретінде қарастырады. Модельдің орталық бөлігінде осы төрт компонент нақты көрсетілген: “Жоспар”, “Оқу/оқыту”, “Қолдану” және “Рефлексия” блоктары бір-бірімен тығыз байланысты және кері байланыс арқылы үнемі жаңарып отырады.

Қазақстандық контекст тұрғысынан ұсынылған модель Қазақстан Республикасының үлгілік оқу бағдарламасына толық сәйкес келетіндей етіп жоспарланған. Үлгілік оқу жоспары функционалдық сауаттылықты дамытуды,

оқушылардың белсенді қызметін ұйымдастыруды, нақты өмірлік мәселелерді шешуге және пәнаралық байланыстарды нығайтуға бағдарлауды талап етеді. Ұсынылған модельдің барлық компоненттері осы талаптарды қамтиды, атап айтқанда, пәнаралық байланыс блогы пәндер арасындағы интеграцияны қамтамасыз етеді, инженерлік және жобалық тапсырмалар блогы нақты мәселелерді шешуге бағытталған, эксперименттік жұмыс блогы оқушылардың белсенді қызметін ұйымдастырады, ал бағалау және өзін-өзі бағалау блогы ықпал етеді функционалдық сауаттылықтың маңызды құрамдас бөлігі болып табылатын рефлексивті дағдыларды дамытуға.

Модель Қазақстан мектептерінің ерекшеліктерін де ескереді. STEM box компоненті STEM білімін шектеулі ресурстар жағдайында да енгізуге мүмкіндік береді, өйткені ол арнайы жабдықталған зертханалардың орнына мобильді, икемді және салыстырмалы түрде қолжетімді шешімдерді ұсынады. Сараптамалық кеңестің блогында Fuzzy Delphi әдісін қолдану қазақстандық контекст үшін неғұрлым қолайлы STEM-құзыреттердің компоненттерін анықтауға мүмкіндік береді, бұл модельдің жергілікті жағдайларға бейімделуін қамтамасыз етеді. Ұсынылған "STEM-білім беру арқылы физиканы оқытуда мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру моделі" үш негізгі халықаралық теориялық негізді, атап айтқанда Сюзанна М. Дельфидің бұлыңғыр әдісі қарастырады, бұл Десимонның циклдік моделін және Қазақстан Республикасының үлгілік оқу жоспарына сәйкес жоспарланған және контекст ерекшелігін ескеретін Хуберт Дрейфус пен Брюс Берлинердің кезеңдік моделін біріктіретін кешенді педагогикалық құрылым қазақстандық білім беру. Модельдің басты ерекшелігі-оның циклдік-сатылы сипаты, яғни мұғалімнің кәсіби дамуы әр циклмен үздіксіз қайталанатын және тереңдей түсетін процесс ретінде ұйымдастырылған. Бұлыңғыр Delphi әдісі сараптамалық қорытындылар негізінде STEM құзыреттілігінің нақты компоненттерін анықтауға мүмкіндік береді, Десимон циклі кәсіби дамуды жоспарлау, оқыту, қолдану және рефлексия кезеңдерін жүйелейді, ал Дрейфус-Берлинер моделі оқытушының кәсіби өсу траекториясын бастапқы деңгейден біліктілік деңгейіне дейін анықтайды.

Модель STEM элементтерін физиканы оқытуға біріктірудің нақты механизмдерін ұсынады, соның ішінде пәнаралық байланыстар, инженерлік және жобалық тапсырмалар, эксперименттік жұмыс және STEM BOX технологиясы және бағалау және өзін-өзі бағалау арқылы рефлексиялық тәжірибені қамтамасыз етеді. Осылайша, модель теория мен практиканың, халықаралық тәжірибе мен жергілікті контексттің, сыртқы қолдау мен ішкі уәждеменің үйлесімді интеграциясын іске асыруға, сондай-ақ оны қазақстандық мектептерде, әсіресе ауылдық жерлерде STEM-білім беруді тиімді енгізу үшін практикалық негіз ретінде пайдалануға мүмкіндік береді (6-сурет).



Сурет 6 – STEM білім беруде мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру моделі

Модельдің құрылымдық компоненттері және теориялық негіздері. 1. Шешім мен ұсыныс деңгейі. Модельдің ең жоғарғы деңгейінде екі негізгі блок орналасқан: “Шешім” және “Ұсыныс”. Бұл блоктар стратегиялық басқару функциясын атқарады және модельдің жалпы бағытын айқындайды. Шешім блогы әкімшілік және ұйымдастырушылық тұрғыдан қолдау көрсетуді білдіреді, ал ұсыныс блогы ғылыми-әдістемелік негізделген нұсқауларды қамтиды. Бұл екі блоктың өзара әрекеті Дрейфус-Берлинер моделінің принциптерімен үйлеседі, өйткені аталған модель кәсіби даму үшін ұйымдастырушылық қолдау мен нақты әдістемелік нұсқаулардың маңыздылығын атап көрсетеді. Дрейфус-Берлинер моделі бойынша педагог жаңадан бастаған (novice) сатысынан бастап шебер (expert) деңгейіне дейін бес сатыдан өтеді, әрі әрбір сатыда оның ұйымдастырушылық қолдауға және әдістемелік басшылыққа деген қажеттілігі өзгереді.

2. Циклдік процесс: Дезимон (Desimone) моделінің қолданылуы

Модельдің орталық бөлігінде “Жоспар → Оқу/оқыту → Қолдану → Рефлексия” циклі орналасқан, бұл тікелей Лаура Дезимон (Laura Desimone) (2009) ұсынған педагогтердің кәсіби дамуының тиімді моделінің негізгі элементтері болып табылады. [164, б. 71-82]. Дезимон (Desimone) моделі бойынша кәсіби даму бағдарламасы тек теориялық білім беруден тұрмай, міндетті түрде практикалық қолдану және одан кейін терең рефлексия кезеңдерін қамтуы керек. Ұсынылып отырған модельде бұл принцип толық сақталған: мұғалім алдымен физикада STEM элементтерін қалай қолдану керектігін жоспарлайды, содан кейін оқу/оқыту процесінде бұл жоспарды іске асырады, келесі кезеңде өз сабақтарында нақты қолданады және ақырында рефлексия арқылы нәтижелерді талдап, келесі циклге өзгерістер енгізеді. Бұл циклдік процесс модельдің барлық деңгейлерінде қайталанады, яғни сараптамалық кеңес блогында да, іске асыру механизмдерінде де, бағалау кезеңінде де осы төрт компонент үнемі жұмыс істейді. Мысалы, “STEM құзыреттілігін анықтау” кезеңінде де мұғалім алдымен өзінің қандай құзыреттерді дамыту керектігін жоспарлайды, содан кейін оларды оқып-үйренеді, практикада қолданады және өзінің прогресін бағалайды. Осылайша, Дезимон (Desimone) циклі модельдің барлық деңгейлерінде макро және микро масштабта қолданылады, бұл кәсіби дамудың тереңдігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

3. *Сараптамалық кеңес блогы: Fuzzy Delphi әдісінің интеграциясы*. Модельдің маңызды компоненттерінің бірі - “Сараптамалық кеңес” блогы, онда үш негізгі міндет көрсетілген: “STEM құзыреттілігін анықтау”, “Физика сарапшыларын талдау” және “Сауалнама жасау”. Бұл блоктың құрылымы мен мазмұны Fuzzy Delphi әдісінің [115, б.819-831] негізгі принциптерін толық қамтиды. Fuzzy Delphi әдісі сарапшылардың пікірлерін жинақтап, белгісіздік жағдайында консенсусқа жету үшін қолданылатын күшті әдіс болып табылады. Бұл әдіс үш негізгі кезеңнен тұрады: сарапшылар панелін құру, Fuzzy талдау жүргізу және консенсусқа жету. Ұсынылып отырған модельде осы үш кезең нақты көрсетілген: біріншіден, “Физика сарапшыларын талдау” блогы сарапшылар панелін құруға сәйкес келеді, яғни физика және STEM білім беру саласында тәжірибелі мамандарды іріктеу процесі жүзеге асырылады.

Екіншіден, “Сауалнама жасау” блогы Fuzzy Delphi әдісінің екінші кезеңіне сәйкес келеді, мұнда сарапшылардан STEM құзыреттілігінің әртүрлі компоненттері бойынша олардың бағаларын жинау үшін арнайы сауалнама құралы әзірленеді. Fuzzy Delphi әдісінде сарапшылар әрбір критерийді үшбұрышты Fuzzy сандар арқылы бағалайды (минимум, орташа және максимум мәндер), содан кейін дефуззификация формуласы қолданылады: (min + 4×орташа + max) / 6. Үшіншіден, “STEM құзыреттілігін анықтау” блогы консенсусқа жету кезеңіне сәйкес келеді, яғни сарапшылардың пікірлері негізінде физика мұғалімдері үшін қажетті STEM құзыреттілігінің нақты компоненттері мен олардың маңыздылық деңгейлері анықталады. Fuzzy Delphi әдісін қолданудың артықшылығы - ол субъективті сарапшы пікірлерін объективті сандық көрсеткіштерге айналдыруға мүмкіндік береді және сарапшылардың арасындағы пікір алшақтығын есепке ала отырып, ең оптималды шешімді табуға көмектеседі. Қазақстандық контексте, әсіресе ауыл мектептерінде STEM білім беруді енгізу кезінде, ресурстар мен мүмкіндіктер шектеулі болғандықтан, осындай ғылыми негізделген әдісті қолдану өте маңызды, өйткені ол шектеулі ресурстарды ең тиімді бағыттарға бағыттауға мүмкіндік береді.

4. *Физикада STEM элементтерін кіріктіру механизмдері*. Модельдің сол жақ вертикаль бөлігінде “Физика пәнінде STEM элементтерін кіріктіру” деген ұзын блок орналасқан, онда төрт негізгі механизм көрсетілген: “Пәнаралық байланыс”, “Инженерлік және жобалық тапсырмалар”, “Эксперименттік жұмыстар” және “STEM BOX”. Бұл төрт элемент STEM білім берудің төрт негізгі компонентін (Science, Technology, Engineering, Mathematics) практикалық түрде іске асырудың нақты тәсілдері болып табылады. Пәнаралық байланыс арқылы физика математика, химия, биология, информатика және басқа пәндермен байланыстырылады, бұл білімнің интеграцияланған сипатын қамтамасыз етеді. Инженерлік және жобалық тапсырмалар оқушыларға нақты өмірлік мәселелерді шешуге мүмкіндік береді, бұл STEM тәсілінің негізгі принципі болып табылады. Эксперименттік жұмыстар ғылыми зерттеу дағдыларын дамытады, ал STEM BOX - бұл заманауи технологиялық құралдар мен жабдықтардың жиынтығы, олар физикалық құбылыстарды модельдеуге және зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл төрт механизм Үлгілік оқу бағдарламасының (ҮОБ) талаптарымен толық үйлеседі, өйткені Қазақстан Республикасының білім беру стандарттары функционалдық сауаттылықты, сыни ойлауды, зерттеушілік дағдыларды және практикалық қолдану қабілеттерін дамытуды басты міндет етіп қояды. Әсіресе жаңартылған білім беру мазмұны аясында физика пәнін оқытуда тәжірибелік-эксперименттік жұмыстарға, жобалық қызметке және пәнаралық интеграцияға ерекше назар аударылады, ал ұсынылып отырған модель осы талаптарды толық қамтиды.

5. *Іске асыру механизмдері: мәселеден білімге дейінгі жол*. Модельдің орталық бөлігінде іске асыру механизмдерінің бірнеше қабаттары көрсетілген. Ең жоғарғы қабатта “Мәселе → Ақпарат → Зерттеу” тізбегі орналасқан, бұл проблемалық оқытудың классикалық схемасын білдіреді және STEM тәсілінің негізгі принципімен нақты мәселені шешуден бастау толық сәйкес келеді. Мұғалім немесе оқушы алдымен нақты мәселені анықтайды (мысалы, “Қалай

тиімді күн панелін жасауға болады?"), содан кейін осы мәселені шешу үшін қажетті ақпаратты іздейді және ақырында ғылыми зерттеу жүргізеді. Бұл тәсіл конструктивистік оқыту теориясымен (Выготский, Пиаже) тығыз байланысты, өйткені білім дайын күйінде берілмей, оқушының өзі белсенді іс-әрекет арқылы құрастырады. Келесі қабатта "Білім" блогы орналасқан, ол екі негізгі компоненттен тұрады "Ресурстар мен база" және "Дағды". Бұл екі элементтің өзара байланысы өте маңызды, өйткені кәсіби құзыреттілік тек теориялық білімнен (ресурстар мен база) ғана емес, сонымен қатар практикалық дағдылардан да тұрады. Дрейфус-Берлинер моделі бойынша кәсіби даму процесінде педагог алдымен теориялық білімді меңгереді (жаңадан бастаған сатысы), содан кейін оларды практикада қолдана бастайды (жетік орындаушы сатысы), одан әрі тәжірибе жинақтай отырып автоматизмге жетеді (құзыретті орындаушы сатысы) және ақырында шығармашылық деңгейге көтеріледі (шебер сатысы). Ұсынылып отырған модельде "Ресурстар мен база" блогы теориялық білім алу кезеңіне, ал "Дағды" блогы практикалық қолдану және автоматизм қалыптастыру кезеңдеріне сәйкес келеді. Одан төмен "Мәселе", "Ақпарат" және "Зерттеу" блоктары қайта пайда болады, бұл циклдік процестің қайталанатынын көрсетеді. Содан кейін "Білім" блогы келеді, онда "Ресурстар мен база" мен "Дағды" компоненттері қайтадан көрсетілген. Бұл қайталану Дезимон (Desimone) циклінің принципін растайды: кәсіби даму бір реттік емес, үздіксіз қайталанатын процесс, әрбір циклда мұғалімнің білімі мен дағдысы тереңдейді және кеңейеді.

6. *Бағалау және өзін-өзі бағалау: рефлексивті практика*. Модельдің төменгі бөлігінде "Бағалау / Өзін-өзі бағалау" блогы орналасқан, бұл рефлексивті практиканың маңыздылығын көрсетеді. Рефлексивті практика - бұл Дезимон (Desimone) циклінің төртінші компоненті және Дрейфус-Берлинер моделінің жоғары сатыларына (шебер деңгейіне) жетудің міндетті шарты болып табылады. Рефлексия процесінде мұғалім өзінің іс-әрекетін сыни тұрғыдан талдайды, не жақсы өткенін және не жетілдіру керектігін анықтайды, содан кейін келесі циклге түзетулер енгізеді. Модельде бағалау екі түрлі көрсетілген: сыртқы бағалау (әкімшілік, әріптестер, оқушылар тарапынан) және өзін-өзі бағалау (мұғалімнің өзіндік рефлексиясы). Бұл екі түрлі бағалаудың үйлесімі объективті және субъективті көзқарастарды біріктіруге мүмкіндік береді, бұл кәсіби дамудың тиімділігін арттырады. Өзін-өзі бағалау компоненті әсіресе маңызды, өйткені ол мұғалімнің өзіндік рефлексия қабілетін дамытады, ал бұл Дрейфус-Берлинер моделі бойынша шебер деңгейінің негізгі белгісі болып табылады. Шебер деңгейіндегі педагог өзінің іс-әрекетін интуитивті түрде емес, саналы түрде талдай алады, өзінің күшті және әлсіз жақтарын нақты анықтайды және өзінің кәсіби дамуын өзі басқара алады. Модельде бұл компонент нақты көрсетілгендіктен, ол мұғалімдердің рефлексивті практикаға үйренуіне және шебер деңгейіне жетуіне жағдай жасайды.

7. *Кері байланыс және рефлексия: циклдің жабылуы*. Модельдің ең төменгі бөлігінде екі блок орналасқан: "Кері байланыс" және "Рефлексия". Бұл екі блок циклдік процестің жабылуын қамтамасыз етеді, яғни бір циклдің нәтижелері келесі циклдің бастапқы нүктесі болады. Кері байланыс әртүрлі көздерден

(оқушылар, әріптестер, әкімшілік, өзіндік бақылау) келеді және мұғалімге өзінің жұмысының тиімділігі туралы объективті ақпарат береді. Рефлексия кезеңінде мұғалім осы кері байланысты талдап, қандай өзгерістер енгізу керектігін шешеді және келесі циклдің жоспарлау кезеңіне көшеді. Бұл циклдік құрылым Дезимон (Desimone) моделінің негізгі принципімен толық сәйкес келеді: кәсіби даму үздіксіз процесс, онда әрбір цикл алдыңғы циклдің нәтижелеріне негізделеді және келесі циклге негіз болады. Модельде көрсетілген көк түсті көрсеткілер циклдің қайталанатын сипатын көрсетеді: рефлексия кезеңінен кері байланыс алынады, ол жоспарлау кезеңіне жіберіледі, содан кейін оқу/оқыту, қолдану және қайтадан рефлексия кезеңдері жүзеге асырылады. Осылайша, модель мұғалімнің кәсіби дамуын спираль тәрізді процесс ретінде ұйымдастырады, онда әрбір цикл алдыңғы циклдан жоғары деңгейде өтеді.

1.4 Бірінші бөлім бойынша қорытынды

Бірінші тарауда «Физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктіру бойынша мектеп мұғалімдерінің құзыреттілігін қалыптастыру» мәселесінің теориялық негіздері жан-жақты талданды. Зерттеу барысында STEM білім берудің концептуалды негіздері, мұғалімдердің құзыреттілік модельдері және халықаралық тәжірибе салыстырмалы түрде қарастырылды. STEM білім беру тұжырымдамасы 1990 жылдары АҚШ-та пайда болып, XXI ғасырда әлемдік білім беру жүйесінде жаһандық бәсекеге қабілеттілікті қамтамасыз етудің, инновациялық экономиканы дамытудың және технологиялық прогресті жеделдетудің тиімді құралына айналды. STEM білім берудің негізгі ерекшелігі – ғылым, технология, инженерия және математика пәндерін интеграциялау арқылы оқушылардың кешенді құзыреттіліктерін қалыптастыру болып табылады. Зерттеу барысында STEM білім берудің бес негізгі бағыты айқындалды: интегративтік тәсіл, проблемалық оқыту, жобалық қызмет, зерттеушілік дағдыларды дамыту және пәнаралық байланыс. Бұл бағыттар физика пәнін оқытуда теориялық білімді практикалық қолданумен, ғылыми зерттеулермен және инженерлік шешімдермен байланыстыруға мүмкіндік береді. Физика пәнін STEM оқытудың әдіснамалық негіздері зерттелді және физиканың STEM білім берудегі орталық рөлі дәлелденді. Физика заңдары мен принциптері технологиялық инновацияларды түсінудің, инженерлік жобаларды іске асырудың және математикалық модельдеуді қолданудың негізі болып табылады. Зерттеу нәтижесінде физика пәнін STEM контексінде оқытудың төрт негізгі компоненті анықталды: теориялық білімді практикалық эксперименттермен байланыстыру, заманауи технологияларды (виртуалды зертханалар, симуляциялар, робототехника) білім беру процесіне кіріктіру, инженерлік дизайн циклін қолдану және математикалық модельдеу дағдыларын дамыту. Физика пәнін оқытуда STEM кіріктіруді қолданудың психологиялық-педагогикалық негіздері қарастырылып, конструктивистік оқыту теориясы, когнитивтік дамыту тұжырымдамасы және әлеуметтік оқыту теориясы физика пәнін STEM контексінде оқытудың теориялық базасын құрайтыны көрсетілді. Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқытуда мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі зерттелді және STEM білім беруде мұғалімнің кәсіби құзыреттілік моделі

әзірленді. Шульманның педагогикалық мазмұндық білім (PCK) тұжырымдамасы мен Мишра және Келернің технологиялық педагогикалық мазмұндық білім (TPACK) моделі негізінде STEM контексіндегі физика мұғалімінің кәсіби құзыреттілігі жеті негізгі компоненттен тұратыны анықталды. Олар пәндік-ғылыми құзыреттілік (физика, математика, инженерия және технология салаларындағы терең білім), әдістемелік құзыреттілік (STEM оқыту, зерттеуге негізделген оқытуды, жобалық әдісті қолдану қабілеті), технологиялық құзыреттілік (цифрлық құралдар, виртуалды зертханалар, робототехника және бағдарламалауды білім беру процесінде пайдалану дағдылары), инженерлік құзыреттілік (инженерлік дизайн циклін оқытуда қолдану, техникалық шешімдерді әзірлеу), пәнаралық құзыреттілік (пәндер арасындағы байланыстарды орнату және интегративтік сабақтар ұйымдастыру қабілеті), зерттеушілік құзыреттілік (ғылыми зерттеу әдістерін меңгеру және оқушылардың зерттеушілік дағдыларын дамыту) және рефлексивтік құзыреттілік (өз педагогикалық қызметін талдау және үздіксіз кәсіби дамуға ұмтылу). Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM білім беруді кіріктірудің теориялық және практикалық аспектілері қарастырылды. Зерттеу Қазақстан Республикасының білім беру жүйесінің ерекшеліктерін, ұлттық білім беру стандарттарын және отандық мектептердің материалдық-техникалық базасын ескере отырып құрастырылды. STEM білім беруді кіріктіру төрт негізгі деңгейден тұрады. Концептуалдық-мақсаттық деңгей (STEM білім берудің мақсаттары мен міндеттерін айқындау), мазмұндық-әдістемелік деңгей (физика бағдарламасын STEM компоненттерімен байыту, интегративтік оқу материалдарын әзірлеу), технологиялық-ұйымдастырушылық деңгей (STEM сабақтарды жоспарлау және өткізу технологиялары, цифрлық ресурстарды пайдалану) және бағалау-рефлексивтік деңгей (оқушылардың STEM құзыреттіліктерін қалыптастыру деңгейін бағалау әдістемесі). Тиімділігі педагогикалық эксперимент барысында дәлелденді және Қазақстанның әртүрлі аймақтарындағы мектептерде апробациядан өтті. Зерттеу барысында АҚШ, Португалия, Түркия және Қазақстандағы STEM білім беруді физика пәнін оқытуда қолдану тәжірибесі салыстырмалы түрде талданды. АҚШ-та STEM білім беру ұлттық деңгейде жүйелі түрде ұйымдастырылған, мемлекеттік қаржыландыру арқылы қолдау көрсетіледі және мұғалімдерді даярлауға арналған арнайы бағдарламалар кеңінен енгізілген. Португалияда STEM білім беру еуропалық білім беру стандарттарына сәйкес жүзеге асырылады, мектептердің материалдық-техникалық базасы жоғары деңгейде дамыған және мұғалімдердің біліктілігін арттыру жүйесі тұрақты қаржыландырылады. Түркияда STEM білім беру соңғы он жылда қарқынды дамып келеді, FATİH жобасы шеңберінде мектептер заманауи технологиялық жабдықтармен жабдықталды, алайда мұғалімдердің STEM құзыреттілігі әлі де жеткіліксіз деңгейде қалып отыр. Қазақстанда STEM білім беру 2010 жылдардан бастап енгізіле бастады, «Назарбаев Зияткерлік мектептері» жүйесі және «Жаңа талап» бағдарламасы шеңберінде белсенді жұмыстар жүргізілуде, дегенмен аймақтық мектептердің материалдық-техникалық базасының әлсіздігі, мұғалімдердің STEM құзыреттілігінің жеткіліксіздігі және біліктілікті арттыру жүйесінің

жүйелілігінің болмауы негізгі проблемалар болып табылады. Салыстырмалы талдау Қазақстанда физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігі АҚШ және Португалия көрсеткіштерінен айтарлықтай төмен екенін, ал Түркиямен салыстырғанда ұқсас қиындықтар бар екенін көрсетті. АҚШ-та физика мұғалімдерінің 78%-ы STEM оқыту жүйелі түрде қолданса, Португалияда бұл көрсеткіш 65%, Түркияда 42%, ал Қазақстанда тек 28% құрайды. Технологиялық құралдарды білім беру процесінде тиімді пайдалану қабілеті бойынша Қазақстан мұғалімдері АҚШ мұғалімдерінен 3,2 есе, Португалия мұғалімдерінен 2,8 есе, Түркия мұғалімдерінен 1,9 есе артта қалып отыр. Инженерлік дизайн циклін оқытуда қолдану дағдылары бойынша да ұқсас айырмашылықтар байқалады: АҚШ-та мұғалімдердің 72%-ы, Португалияда 58%-ы, Түркияда 35%-ы, ал Қазақстанда тек 19%-ы ғана инженерлік жобалау әдістерін сабақтарында жүйелі түрде қолданады. *Негізгі тұжырым:* Жүргізілген салыстырмалы талдау және отандық тәжірибені зерделеу нәтижесінде Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM білім беруді тиімді кіріктіру үшін мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін жүйелі түрде арттыру қажеттілігі ғылыми тұрғыдан негізделді. Әсіресе, мұғалімдердің технологиялық құзыреттілігін, инженерлік құзыреттілігін және пәнаралық құзыреттілігін дамытуға бағытталған арнайы біліктілікті арттыру бағдарламаларын әзірлеу және енгізу өзекті міндет болып табылады. Бірінші бөлімде жүргізілген теориялық зерттеу Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM білім беруді кіріктірудің ғылыми-әдіснамалық негіздерін қалыптастырды және әрі қарай эмпирикалық зерттеу жүргізу үшін берік теориялық база жасады. Халықаралық салыстырмалы талдау отандық білім беру жүйесінің күшті және әлсіз жақтарын анықтауға, мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін арттыру бойынша нақты ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері физика мұғалімдеріне арналған STEM бағытталған біліктілікті арттыру бағдарламаларын әзірлеу және енгізу үшін теориялық негіз болып табылады, бұл өз кезегінде оқушылардың XXI ғасыр дағдыларын қалыптастыруға және Қазақстанның инновациялық дамуына қажетті жоғары білікті мамандар даярлауға ықпал етеді.

2 МҰҒАЛІМ БІЛІКТІЛІГІН АРТТЫРУҒА БАҒЫТТАЛҒАН STEM БАҒЫТТАҒЫ ОҚЫТУ БАҒДАРЛАМАСЫН ӘЗІРЛЕУ

2.1 Физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеруге кәсіби қажеттіліктерін анықтау

Қазіргі заманғы білім беру жүйесінің негізгі міндеттерінің бірі - оқушыларды XXI ғасырдың талаптарына сай дайындау, олардың ғылыми-техникалық сауаттылығын, сыни ойлауын және проблемаларды шығармашылықпен шешу дағдыларын қалыптастыру. Осы міндеттерді шешудің тиімді құралдарының бірі STEM білім беру тәсілі, ол ғылым (Science), технология (Technology), инженерия (Engineering) және математиканы (Mathematics) интеграцияланған түрде оқытуды көздейді.

Алайда, STEM білім беруді тиімді енгізу мұғалімдердің арнайы кәсіби құзыреттіліктерін талап етеді. Бірінші бөлімде жүргізілген теориялық талдау және әдебиеттерге шолу STEM педагогиканың ерекшеліктерін, мұғалімдердің кәсіби дамуының маңыздылығын және біліктілік арттыру бағдарламаларын әзірлеудің негізгі қағидаттарын анықтауға мүмкіндік берді [166].

Келесі зерттеуде физика мұғалімдеріне арналған «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілік арттыру курсын әзірлеудің барлық кезеңдері жүйелі түрде ұсынылады. Бөлім бес тарауды қамтиды:

Физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеруге кәсіби қажеттіліктерін анықтау – мұғалімдердің қолданыстағы STEM құзыреттілік деңгейін және кәсіби даму қажеттіліктерін анықтау үшін жүргізілген эмпирикалық зерттеу (сауалнама және Сұхбат).

Мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға бағытталған біліктілік арттыру курсының құрылымы мен мазмұны – курстың жалпы архитектурасы, модульдік құрылымы және әр модульдің мазмұны. «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» курсының мақсаты, міндеттері және модульдік мазмұны курстың тұжырымдамалық негіздері, нақты оқу нәтижелері және бағалау жүйесі. Курсты жүзеге асыру әдістемесі және оқу материалдарын әзірлеу стратегиясы оқыту әдістері, оқу формалары, цифрлық ресурстар және рефлексия ұйымдастыру. Курс мазмұнын педагогикалық талаптарға сәйкестендіру және сараптамалық бағалау – курстың сапасын қамтамасыз ету үшін жүргізілген сараптама және курс нәтижелері. Бөлімнің мақсаты физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігін дамытуға бағытталған, ғылыми негізделген, практикаға бағдарланған біліктілік арттыру курсын әзірлеу процесін толық көрсету және оның тиімділігін эмпирикалық деректермен растау.

STEM білім берудің физика пәніндегі рөлі мен өзектілігі. STEM білім беру тұжырымдамасы 1990 жылдардың аяғында АҚШ-та пайда болғанымен, оның педагогикалық мәні мен әдістемелік негіздері әлемдік білім беру қауымдастығында кеңінен талқыланып, әртүрлі мәдени-білім беру контекстерінде бейімделуде [18, б.22-26] STEM тәсілінің негізгі ерекшелігі ғылым, технология, инженерия және математика пәндерін оқшауланған түрде емес, өзара байланысты және өзара толықтырушы компоненттер ретінде қарастыру. Физика пәні STEM интеграцияда орталық рөл атқарады, өйткені ол

табиғат құбылыстарын зерттеу үшін математикалық аппаратты қолданады, технологиялық құрылғылардың жұмыс принциптерін түсіндіреді және инженерлік шешімдердің теориялық негізін қалайды. Физикалық заңдар мен принциптер робототехника, энергетика, телекоммуникация, ғарыш технологиялары және басқа да заманауи технологиялық салалардың іргетасы болып табылады.

Қазақстан Республикасының білім беру жүйесінде STEM білім беруді енгізу 2015 жылдан бастап белсенді түрде қолға алынды. «Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2016-2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында» жаратылыстану-математикалық бағыттағы білім берудің маңыздылығы атап көрсетілді (ҚР Үкіметінің 2016 жылғы 1 наурыздағы № 205 қаулысы). «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы шеңберінде мектептерде STEM зертханаларын құру және мұғалімдердің біліктілігін арттыру жөніндегі шаралар қарастырылды. Алайда, Қазақстандық физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеру деңгейі әлі де жеткіліксіз екендігі эмпирикалық зерттеулерде анықталған. Бақытқазы Т. және Нұрғалиева Қ. (2024) жүргізген зерттеуде 164 физика мұғалімінің 63,4%-ы STEM білім беру туралы тек шамалы білімі бар екенін, ал 28%-ы мүлдем білімі жоқ екенін мәлімдеді. Бұл деректер физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігін дамытуға бағытталған арнайы біліктілік арттыру бағдарламаларының өзектілігін айқын көрсетеді [167].

Мұғалімдердің кәсіби қажеттілігін анықтаудың ғылыми негіздері. Кәсіби қажеттілікті анықтау (needs assessment) – бұл білім беру бағдарламасын әзірлеудің алғашқы және ең маңызды кезеңі болып табылады. Педагогикалық әдебиеттерде қажеттілікті анықтау «қолданыстағы жағдай мен қалаулы жағдай арасындағы алшақтықты жүйелі түрде анықтау және талдау процесі» ретінде анықталады. Мұғалімдердің кәсіби қажеттіліктерін анықтау кезінде олардың қолданыстағы білім, дағды және құзыреттіліктерін бағалау, кәсіби дамудың қандай аспектілері өзекті екендігін анықтау қажет. Қазіргі заманғы педагогикалық зерттеулерде мұғалімдердің кәсіби қажеттіліктерін анықтаудың бірнеше теориялық тәсілдері қолданылады:

Құзыреттілікке негізделген тәсіл (Competency-based approach). Бұл тәсіл мұғалімнің кәсіби қызметін білім, дағды, құндылықтар және бейімділіктер жиынтығы ретінде қарастырады STEM контексінде мұғалім құзыреттілігі төрт негізгі компоненттен тұрады: (1) STEM білім беру туралы хабардарлық (awareness), (2) STEM сабақтарын жобалау қабілеті (designing), (3) STEM тәсілдерін сабақта жүзеге асыру (implementing), (4) нәтижелерді бағалау және түзету (assessing and adjusting) [168].

Технологиялық-педагогикалық-мазмұндық білім моделі (TPACK). Koehler мен Mishra (2009) әзірлеген бұл модель мұғалімнің технологияны тиімді қолдану үшін үш білім саласын (технология, педагогика, пән мазмұны) интеграциялау қажеттілігін көрсетеді. STEM білім беру контексінде TPACK моделі кеңейтілген түрде қолданылады, өйткені ол пәнаралық интеграция мен технологиялық құралдарды қолдануды қамтиды ересектерді оқыту теориясы ұсынған андрагогика принциптері мұғалімдердің кәсіби қажеттіліктерін анықтау кезінде ересек оқушылардың ерекшеліктерін ескеруді талап етеді [169]: өзін-өзі басқару

қабілеті, тәжірибелік білім қоры, оқу мотивациясының практикалық бағыты, проблемалық-бағдарланған оқу және дереу қолдану қажеттілігі .

Сауалнама құрастыру принциптері. Мұғалімдердің STEM құзыреттілігі мен кәсіби қажеттіліктерін анықтау үшін құрылымдалған сауалнама әдісі кеңінен қолданылады. Сауалнаманы әзірлеу келесі принциптерге негізделуі тиіс: Мақсаттылық пен фокустылық. Сауалнама нақты зерттеу мақсаттарына сәйкес келуі және мұғалімдердің STEM білім беру туралы білімдері, тәжірибелері, қиындықтары мен қажеттіліктерін анықтауға бағытталуы керек. Уақыт өте келе STEM бәсекеге қабілетті артықшылыққа қол жеткізу, дағдылардағы алшақтықты жою және жаһандық деңгейде инновацияны ілгерілету үшін аса маңызды академиялық бағыт ретінде ерекше назарға ие болды. Бүгінгі таңда STEM білім беру денсаулық сақтау, қоршаған орта және энергетика сияқты бірнеше салада нақты өмірлік мәселелерді шешу мүмкіндігімен ерекшеленеді. Басқа пәндермен үйлесімде, STEM мұғалімдері тиімді болуы үшін өздерінің оқыту тәжірибесінде зерттеулер мен эмпирикалық дәлелдерді пайдалануы қажет . Тиімді оқыту мен білім беру әдістемелерін жетілдіру мақсатында зерттеулерді қолданудың тарихи аспектісі ұзақ уақыт бойы өзекті мәселе болып келеді . Мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулеріне деген көзқарастары туралы кейбір соңғы деректер болғанымен [170].

Мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулерін шешім қабылдау үшін қалай қолданатыны [12, б.299-316].Олар зерттеулерді қашан пайдаланатыны және пайдалану деңгейі жөнінде әлі де көп мәлімет қажет [171]. Осы тұрғыда зерттеушілер STEM интеграцияланған оқыту тәжірибесінде мұғалімдердің зерттеулерді қолдануға деген көзқарастарын түсіну қажеттігімен келіседі [170, б.213–225].

*Зерттеу контекс*і. Қазақстан – мектептерде дәлелдерге негізделген STEM білім беруді жетілдіруге және енгізуге ұмтылып отырған дамушы ел [172].

Қазақстанда оқушылардың STEM бағытындағы жастар бастамалары мен байқауларына қатысуын ынталандыруға басымдық беріліп келеді, ал кейбір өңірлерде STEM мұғалімдеріне арналған арнайы кәсіби даму бағдарламалары ұсынылуда [173].

Азияның басқа елдеріндегі сияқты, Қазақстанда STEM салаларында әйелдердің айтарлықтай аз ұсынылуы байқалады, бұл STEM мамандықтарына деген жалпы теріс көзқараспен байланысты [172, б.55]. Қазақстандық оқушылардың STEM-ге қатысты қабылдаулары туралы жарияланған бірнеше зерттеу жұмыстары бар (мысалы, [174] . Алайда, Қазақстан мұғалімдерінің STEM білім беруіне, әсіресе STEM білім беру зерттеулерін өз оқыту тәжірибесін ақпараттандыру үшін қолдануына қатысты қабылдаулары жөнінде жарияланған зерттеулер анықталған жоқ. Осы олқылықтың орнын толтыру халықаралық салыстырмалы зерттеулерді жүйелі түрде жүргізуге мүмкіндік беріп, дамушы елдерде STEM білім беруді дамытуға бағытталған жаһандық білім беру күш-жігеріне үлес қоса алады.

Зерттеудің бағыты. Осыған байланысты Қазақстан мұғалімдерінің STEM білім беру зерттеулеріне қатысты қабылдаулары мен олармен өзара әрекеттесуін құжаттауды мақсат еттік. Зерттеудің негізгі зерттеу сұрақтары (ЗС)

төмендегідей: *ЗС1*. Мұғалімдер STEM білім беру зерттеулерін қаншалықты белсенді түрде іздейді, оларға қол жеткізеді және олармен жұмыс істейді? *ЗС2*. Мұғалімдер STEM білім беру зерттеулерін өздерінің оқыту қызметінде қандай деңгейде қолданады? *ЗС3*. Мұғалімдер өз мекемелерінде STEM білім беру зерттеулерін қолдану мәдениетінің бар екендігін қандай деңгейде қабылдайды? *ЗС4*. Мұғалімдер STEM білім беру зерттеулерін өз тәжірибесіне кедергі ретінде қалай қабылдайды? *ЗС5*. Мұғалімдер STEM білім беру зерттеулерін қаншалықты дәрежеде маңызсыз деп есептеп, елемейді? *ЗС6*. STEM білім беру зерттеулерін қолдануда мұғалімдердің қабылдаулары мен тәжірибелері арасындағы ұқсастықтар мен айырмашылықтар қандай? *ЗС7*. Мұғалімдердің STEM білім беруін қолдануы мен қабылдауларына қандай факторлар байланысты?

Зерттеу нәтижелері Қазақстан мұғалімдерінің STEM білім беру зерттеулеріне қатысты қабылдауларын тереңірек түсінуге ықпал етеді деп күтеді. Бұл зерттеу саясаткерлер мен STEM оқу бағдарламаларын әзірлеушілер үшін мұғалімдердің дәлелдерге негізделген шешім қабылдауын жетілдіру мақсатында STEM білім беру зерттеулерін тиімді интеграциялауға бағытталған саясаттар мен оқу бағдарламаларын жобалау және енгізу барысында пайдалы болады деп болжануда. Зерттеушілер әділетті STEM білім беру моделін әзірлеумен айналысып отырғандықтан STEM білім беруді әртүрлі мәдениеттер мен білім беру жүйелеріне бейімдеу туралы есеп беру STEM дағдылары мен гендерлік алшақтықты азайтуға, экономикалық өсуді ынталандыруға және дамушы елдерде STEM білім беру саласында теңдік пен инклюзияны ілгерілетуге елеулі үлес қосады.

Әдебиеттерге шолу. Мұғалімдер және STEM білім беру. Мұғалімдердің қабылдаулары STEM білім беруді табысты енгізу мен оның тиімділігінде шешуші рөл атқарады. Алайда мұғалімдердің STEM білім беруіне қатысты қабылдаулары көпқырлы болып келеді және әртүрлі факторлардың ықпалында қалыптасады (Осы себепті бірқатар зерттеушілер әртүрлі контекстерде мұғалімдердің STEM білім беруіне қатысты қабылдаулары мен кедергілерін зерттеген. Өңірде STEM білім беру зерттеулеріне қатысудың артып келе жатқанын анықтады. Зерттеулердің басым бөлігі STEM білім беруде технологияны интеграциялау, оқу бағдарламаларын әзірлеу және STEM бағдарламаларының оқушылардың оқу нәтижелеріне әсеріне бағытталған. STEM мұғалімдерінің кәсіби дамуы, әртүрлі оқыту стратегияларының тиімділігі, инженерия мен математиканы STEM білім беруге интеграциялау, әлеуметтік-мәдени факторлардың STEM оқуға ықпалы сияқты бағыттарда зерттеу олқылықтары бар екені анықталды. Авторлар STEM білім беруді жетілдіруге кедергі келтіретін шектеулі ресурстар мен инфрақұрылым, ынтымақтастық пен коммуникацияның жеткіліксіздігі, мұғалімдерді даярлау мен кәсіби дамудың әлсіздігі, STEM-ге қатысты мәдени түсініктер мен гендерлік стереотиптерді атап өтті.

Мұғалімдер және STEM білім беру . Мұғалімдердің қабылдауларын STEM білім беруді жетілдіру мүмкіндігін шектейтін ұқсас кедергілерді анықтады. Олардың қатарына ресурстарға қолжетімділіктің шектеулілігі, оқыту үдерісін

қолдаудың жеткіліксіздігі және кәсіби даму мүмкіндіктерінің тапшылығы жатады. Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, авторлар мұғалімдердің ақпараттық-коммуникациялық технологияларды сабақтарына енгізу үшін жеткілікті білім мен қолдауға ие болуы және бұл құралдарды оқушылардың оқуын жақсарту мақсатында тиімді пайдалана алуы қажет екенін ұсынды. STEM білім беру зерттеулерін пайдаланудың маңыздылығы мұғалімдердің әртүрлі пәндер арасында байланыс орнатуда қиындықтарға тап болатынын, оқыту материалдарының немесе озық технологияларға қолжетімділіктің жеткіліксіздігін анықтады. PreK–12 деңгейіндегі мұғалімдерге арналған тағы бір шолу зерттеуінде Margot және Kettler (2019) [70, б.21-25] мұғалімдердің STEM білім берудің маңыздылығын мойындайтынын көрсетті. Дегенмен, олар педагогикалық қиындықтар, оқу бағдарламасына қатысты мәселелер, құрылымдық шектеулер, оқушыларға байланысты проблемалар, бағалау мәселелері және әріптес мұғалімдер тарапынан қолдаудың жеткіліксіздігі сияқты кедергілерге тап болады.

STEM білім беруді тиімді енгізу үшін мұғалімдер әріптестерімен бірлесіп жұмыс істеу мүмкіндіктеріне, сапалы оқу бағдарламалық ресурстарға, білім беру басқармаларының қолдауына және жоғары сапалы, ұзақ мерзімді кәсіби даму бағдарламаларына мұқтаж екенін білдірген. Оқушылардың STEM білімін меңгерудегі кедергілеріне назар аудара отырып, Shernoff және әріптестері (2017) [90, б.13] физикалық ресурстар мен технологиялардың жетіспеушілігін, оқушылардың көзқарастарын, білім мен дағды деңгейіндегі айырмашылықтарды, оқушылардың қызығушылығы мен қатысуының төмендігін, ынтымақтастық мүмкіндіктерінің шектеулілігін, артық құжаттаманы және мектеп әкімшілігі тарапынан қолдаудың жеткіліксіздігін атап өтті. STEM мұғалімдері қосымша ресурстар мен технологиялық қолдауға, ынтымақтастықты қолдауға, кәсіби даму мүмкіндіктерін арттыруға, оқушылардың пәнге қызығушылығын күшейтуге және аз тақырыпты тереңірек қамтитын жаңа стандарттарға қажеттілік бар екенін білдірді. STEM білім беру зерттеулерін қашықтан оқытуда интеграциялаудағы қиындықтарды зерттеген бірнеше маңызды кедергілерді анықтады: оқушылардың өзара әрекеттестігі мен белсенділігінің төмендігі; цифрлық инфрақұрылымның тиімсіздігі; оқушылар мен мұғалімдердің цифрлық дағдыларының жеткіліксіздігі; кеңістік пен жабдықтардың жетіспеушілігі; оқыту жүктемесінің артуы. Осы қиындықтарға қарамастан, мұғалімдер STEM оқытуды жалпы алғанда оң қабылдаған. Алайда жыныс, жас ерекшелігі және STEM пәндері бойынша елеулі айырмашылықтар анықталған.

Ринк (Rinke) және әріптестері (2016) [91, б.300-309] STEM мұғалімдері үшін технология және есептеуіш ойлау саласында елеулі оқыту қажеттіліктері бар екенін хабарлады. бастауыш мектеп деңгейінде STEM және STEM емес мұғалімдер арасында STEM педагогикалық білімінде айтарлықтай айырмашылық анықталмаған. Авторлар STEM мұғалімдерінің проблемаларды шешу тәсілдерін, нақты өмірлік қолданбаларды және мазмұнға негізделген диалогты пайдалана отырып, оқу материалдарын жоспарлау және әзірлеу қабілетінің маңыздылығын атап өтті. Осылайша, мұғалімдердің дәлелдерге

негізделген шешім қабылдау әлеуетін арттыру үшін STEM білім беру зерттеулерін қабылдауының маңыздылығы айқындалады. STEM білім беру саласындағы мемлекеттік қаржыландырылатын жобаларға жүргізілген жүйелі талдау нәтижесінде төрт негізгі зерттеу бағытын анықтады. Бұл бағыттарға пәнаралық тәсілдер, технологияларды интеграциялау, әртүрлілік пен теңдік мәселелері, бағалау тәжірибелері және STEM білім беруді дамытудағы бірлескен серіктестіктердің маңыздылығы жатады. Алынған деректер мұғалімдердің STEM білім берудің маңыздылығын жалпы мойындайтынын, алайда оны іске асыру барысында елеулі қиындықтарға тап болатынын көрсетеді.

STEM мазмұнын оқытудағы қиындықтарды шешу мақсатты кәсіби даму бағдарламаларын, жеткілікті ресурстарды және қолдаушы мектеп ортасын талап етуі мүмкін. Қосымша немесе өзгертілген қолдау шаралары мұғалімдердің қабылдауларын жақсартып, олардың STEM педагогтары ретіндегі тиімділігін арттыруы ықтимал. Мұғалімдердің STEM білім беруді қалай қабылдайтынын түсіну STEM оқыту тәжірибесіне қатысты құнды мәліметтер ұсынады. Жалпы алғанда, қарастырылған әдебиеттер STEM білім беру зерттеулерінің қазіргі жағдайы туралы маңызды түсініктер береді және STEM оқыту мен оқу тәжірибесін жетілдірудің болашақ бағыттарын айқындайды. Алайда, байқалғандай, елдік контекске негізделген зерттеулер шектеулі. Осыған байланысты, әсіресе дамушы елдерде шоғырланған әртүрлі мәдениеттерде STEM білім беру зерттеулерінің қажеттіліктері мен үрдістерін анықтауға бағытталған болашақ зерттеулер қажет.

Мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулеріне қатынасы. Dagenais және әріптестері (2012) [171, б.285–309] мұғалімдердің дәлелдерге негізделген тәжірибелермен өзара әрекеттесуіне арналған әдебиеттерге шолуда мұғалімдердің көзқарастары мен эмпирикалық зерттеулерді оқыту тәжірибесін ақпараттандыру үшін нақты пайдалану деңгейі арасында алшақтық бар екенін анықтады. Мұғалімдердің көпшілігі білім беру зерттеулерінің құндылығын мойындағанымен, олардың тек аз бөлігі ғана бұл зерттеулерді өз сабақтарында қолданады. Мұғалімдердің білім беру зерттеулеріне жүгіну жиілігі салыстырмалы түрде төмен және әдетте жылына бір немесе екі ретпен шектеледі. кейбір мұғалімдер зерттеулерді өздерінің нақты оқыту контексіне және мектептегі оқу ортасына сәйкес келмейді деп қабылдап, оларды пайдаланудан бас тартуы мүмкін Дәлелдерге негізделген тәжірибе әлеуметтік қызметкерлер түрлі кәсіби мамандарды даярлауда маңызды үдеріс болып табылады. Бұл мамандықтарда зерттеу нәтижелерін бағалау және интерпретациялау, қабылданатын рәсімдер мен араласулардың тиімділігіне қатысты сенімді дәлелдерге негізделуі қажеттігі кеңінен мойындалған. Алайда, Dagenais және әріптестері [171, б. 285–309]. мұғалімдердің өз тәжірибесінде зерттеулерді қолдануға ынтасының төмен екенін анықтады. Авторлардың пікірінше, бұл ынтаның төмендігі мұғалімдік мамандықта дәлелдерге негізделген оқыту тәжірибесін жетілдіру үшін зерттеулерді қолдануға қатысты даярлық пен күтудің жеткіліксіздігімен түсіндіріледі. Дагенайс (Dagenais) және әріптестері (2012) [171, б. 285–309] нақты қорытындыға келе алмағанымен, мұғалімдердің білім беру зерттеулерін ескеруімен байланысты бірнеше факторды анықтады:

зерттеулердің өз тәжірибесіне сәйкессіздігі туралы қабылдау; зерттеушілермен қарым-қатынас пен ынтымақтастықтың жеткіліксіздігі; практик-мұғалімдердің зерттеулерді түсіну және олармен жұмыс істеу қабілетінің төмендігі;білім беру ұйымдарында зерттеулерді тәжірибені бағыттау құралы ретінде пайдалануға қолдау көрсететін мәдениеттің, басымдықтардың, ресурстар мен көшбасшылықтың жеткіліксіздігі. Осы зерттеу олқылығын толықтыру мақсатында Booher және әріптестері [170, б.202] K–12 деңгейіндегі STEM мұғалімін қамтыған аралас әдісті сауалнама жүргізді. Бұл зерттеуде мұғалімдердің зерттеулерді өз тәжірибесін ақпараттандыру үшін пайдалану деңгейі анықталды. Booher және әріптестері мұғалімдердің зерттеулерді оқытуды жетілдіру үшін қолданудың практикалық мүмкіндігіне қатысты көзқарастарын, мектептеріндегі зерттеу мәдениетін, зерттеулерді пайдалану барысында кездесетін кедергілерді, зерттеулерді елемеу үрдісін және зерттеу есептерімен өзара әрекеттесу деңгейін бағалады. Нәтижелерге сәйкес, мұғалімдер зерттеулерге оң көзқараспен қарап, олардың кәсіби қызметті бағыттаудағы құндылығын мойындайды. Дегенмен, олар сенімді зерттеу көздерін табуда және зерттеу нәтижелерін оқыту әдістерін жетілдіру үшін тиімді қолдануда түрлі қиындықтарға тап болады. Аталған зерттеу тек K-12 деңгейіндегі мұғалімдерге бағытталғанын атап өткен жөн, сондықтан алынған нәтижелер басқа білім беру контекстеріне немесе мәдениеттерге тікелей қолданылмауы мүмкін. Білім беру зерттеулерін тәжірибені ақпараттандыру үшін пайдаланудың ықтимал әсерлері мен нәтижелерінің ауқымы мұғалімдердің зерттеулерге қатысты қабылдаулары мен олармен өзара әрекеттесуін қарастырудың маңыздылығын негіздейді. әртүрлі мәдени контекстерде, әсіресе STEM білім беру зерттеулерін өз тәжірибесіне енгізуге қатысты мұғалімдердің қабылдаулары мен қатысуына арналған эмпирикалық зерттеулердің шектеулі болуы бұл зерттеудің өзектілігін арттырады. Осылайша, зерттеу мақсаты зерттеулердегі олқылықтың орнын толтырып, Қазақстандағы STEM мұғалімдерінің STEM білім беру зерттеулеріне қатысты қабылдаулары мен олармен өзара әрекеттесуін зерттеу болды.

Әдіс. Зерттеу мақсаты физика пәні мұғалімдерінің STEM білім беруіне қатысты көзқарастары мен оны жүзеге асыру тәжірибелерін зерттеуге бағытталды. Интеграцияланған STEM оқыту мен мазмұнын енгізу барысында мұғалімдердің білім беру зерттеулеріне қатысты қабылдаулары мен олармен өзара әрекеттесуін түсінуге мүдделі болдық.

Қатысушылар. Зерттеуге Қазақстанның Алматы қаласында өткізілген STEM бойынша кәсіби даму бағдарламасына қатысқан K-12 деңгейіндегі физика пәні мұғалімдері қатысты. STEM бағдарламасына барлығы 127 мұғалім тіркелген, олардың 68-і зерттеу жобасына қатысуға келісім берді. Толық толтырылмаған сауалнамаларды іріктеп алып тастағаннан кейін, зерттеу үлгісі 50 мұғалімнен тұрды. Үлгідегі 50 қатысушының орташа жасы 31,60 жас болды (SD=9,57), ал олардың орташа педагогикалық еңбек өтілі 8,40 жылды құрады (SD=9,36). Қатысушылардың 70,00%-ын әйелдер, ал 30,00%-ын ерлер құрады. Қатысушылардың басым бөлігі (68,00%) қала маңындағы елді мекендерде жұмыс істейтінін көрсетсе, 22,00%-ы ауылдық жерлерде, ал 10,00%-ы қалалық

ортада қызмет атқаратынын білдірді. Мұғалімдер алтыншы сыныптан он екінші сыныпқа дейінгі әртүрлі сыныптарға сабақ беретінін көрсетті. Мұғалімдердің 10%-ы тек бір сыныпқа, 10%-ы екі сынып деңгейіне, 30%-ы үш сынып деңгейіне, ал 16%-ы төрт түрлі сынып деңгейіне сабақ берген. Қалған қатысушылардың 34%-ы бес немесе одан да көп сынып деңгейіне сабақ беретінін атап өтті. Қатысушылардың көпшілігі (62,00%) магистр дәрежесіне ие екенін, одан кейін бакалавр дәрежесі барлар (26,00%) және PhD дәрежесі барлар (6,00%) екенін көрсетті. Қатысушы мұғалімдер орта есеппен 60 сағат кәсіби даму курстарына қатысқанын мәлімдеді (SD=47,00). Қатысушылардың өзіндік бағалауы бойынша STEM білім беру зерттеулері жөніндегі білім деңгейінің үлестірімі келесідей болды: 12%-ы білім деңгейі төмен, 46%-ы белгілі бір деңгейде біледі, 30%-ы жақсы деңгейде біледі, ал 12%-ы сарапшылық (эксперттік) деңгейде меңгерген. Мұғалімдердің 48%-ы STEM білімін ғылыми журналдардан алғанын, ал 52%-ы интернет ресурстарынан, мектеп бағдарламаларынан және өңірлік кәсіби даму курстарынан алғанын атап өтті.

Құрал. Деректерді жинау үшін Бохер (Booher) және әріптестері [170, б.213–225] әзірлеген STEM білім беру зерттеулеріне арналған сауалнаманы қолдандық. Авторлардан рұқсат алғаннан кейін, сауалнама қазақ тіліне аударылды. Бірінші автор сауалнаманы қазақ тіліне аударды, ал қазақ тілі ана тілі болып табылатын екі ағылшын тілі маманы аударманы тәуелсіз түрде тексерді. Аудармаларды тексеру барысында анықталған сәйкессіздіктер бірлескен талқылау арқылы шешілді. Одан кейін аударылған сауалнаманың түсініктілігін тексеру мақсатында Қазақстандағы K-12 деңгейіндегі екі мұғаліммен Зерттеу жүргізілді. Екі мұғалім де бір тармақты түсінуде қиындық туындағанын хабарлады, атап айтқанда: *«Мен STEM білім беру зерттеулерін өзім дұрыс деп есептейтін оқытуды негіздеу үшін пайдалана аламын деп сезінбеймін»* деген тұжырымды түсінбегенін айтты. Осыған байланысты, түсініктілікті арттыру мақсатында аударылған тармаққа аздаған өзгерістер енгізілді, нәтижесінде толық аударылған және валидтенген сауалнама нұсқасы алынды (қосымша А).

Сауалнаманың жалпы Cronbach альфа сенімділік коэффициенті 0,93-ті құрады. Ал қосалқы шкалалар бойынша сенімділік көрсеткіштері білім беру зерттеулерімен белсенді өзара әрекеттесу 0,79, оқыту қызметінде STEM білім беру зерттеулеріне жүгіну 0,81, STEM білім беру зерттеулерін қолданудың институционалдық мәдениеті 0,76, STEM білім беру зерттеулерін кедергі ретінде қабылдау 0,89, STEM білім беру зерттеулерін елемеу 0,90. Бұл көрсеткіштер тармақтар арасында ішкі бірізділіктің бар екенін айғақтайды [175].

Деректерді жинау. Деректерді жинау Google Form платформасы арқылы онлайн форматта жүргізілді. Кәсіби даму іс-шарасына қатысқан барлық мұғалімдер зерттеу жобасына қатысуға және демографиялық сұрақтар мен сауалнама тармақтарын қамтитын сауалнаманы толтыруға шақырылды. Сауалнама сілтемесі қатысушыларға жіберілген шақыру хаттарына енгізілді [166, б.2]. Деректер жинау үдерісі екі аптаға созылды. Алғашқы шақырудан сегіз күн өткен соң қатысушыларға еске салу хабарламасы жіберілді.

Кесте 8 – Сауалнаманың бес өлшемі бойынша сипаттамалық көрсеткіштер

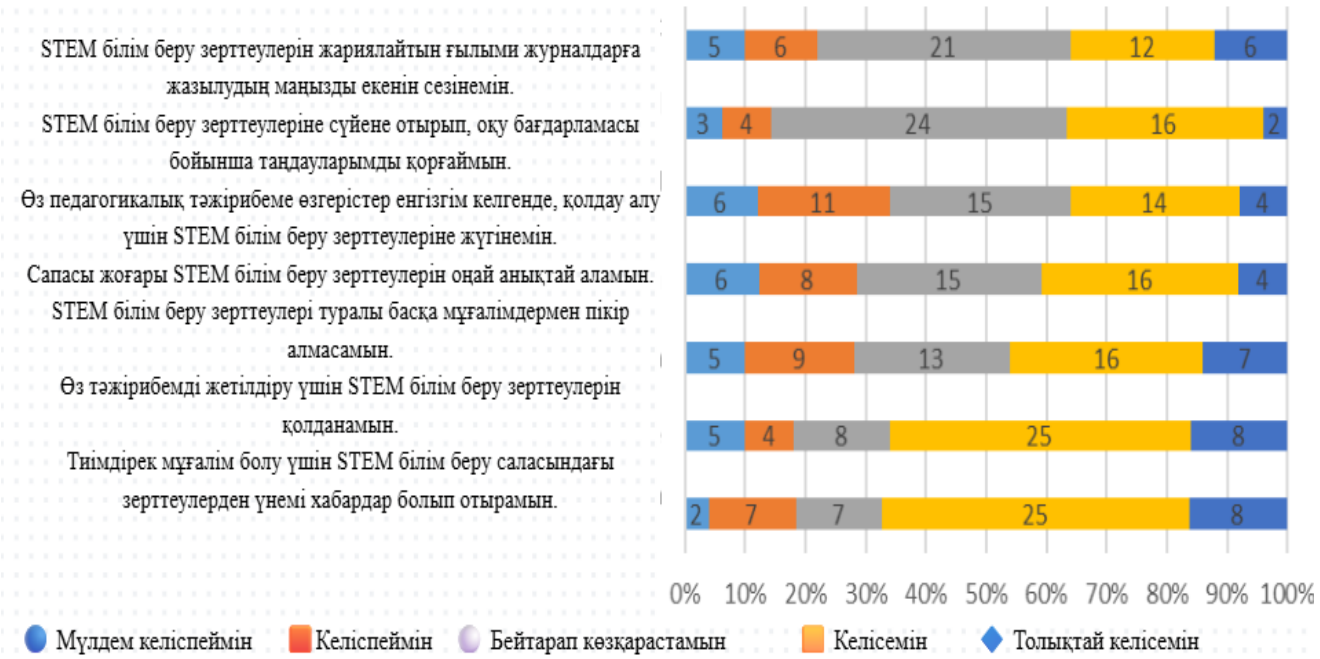
	Білім беру зерттеулеріне белсенді қатысу	**Оқыту үдерісіндегі STEM білім беру зерттеулері**	**STEM білім беру зерттеулерін қолданудың институционалдық мәдениеті**	**STEM білім беру зерттеулерін кедергі ретінде қабылдау**	**STEM білім беру зерттеулерін қолдануды жоққа шығару**
N	50	50	50	50	50
Орташа мән	3,26	3,25	2,89	3,17	3,45
Стандартты ауытқу	0,863	0,852	0,816	0,383	0,794
Минимум	1,29	1,38	1,00	2,00	1,60
Максимум	5,00	4,63	4,50	3,86	4,80
Shapiro– Wilk W Қалыпты үлестірім көрсеткіші (W)	0,919	0,929	0,973	0,964	0,966
Shapiro– Wilk p Қалыпты үлестірімнің p-мәні	0,002	0,005	0,312	0,136	0,160

Талдау . Талдау деректерді алдын ала өңдеуден басталды. Сауалнаманың 90%-ынан аз бөлігін толтырған немесе барлық сұрақтарға бірдей жауап берген қатысушылардың жауаптары талдаудан алынып тасталды. Қалған қатысушылардың жауаптарындағы кездейсоқ қалдырылған мәндер қатардың орташа мәнімен алмастырылып, толық деректер жиынтығы қалыптастырылды. Теріс тұжырымдалған тармақтар кері кодталды. Одан кейін әрбір тармақ және бес қосалқы шкала бойынша сипаттамалық статистика есептелді. Әрбір таңдамалы жауап берілетін тармақ бойынша жауаптардың үлестірімін көрсету үшін 100% жинақталған бағандық диаграммалар жасалды. Бұл диаграммалар жауаптардың пайыздық үлесін айқын көрсетіп, қатысушылар жауаптарының үлестірімін жылдам түсіндіруге мүмкіндік береді. Қосымша сипаттамалық және инференциалдық статистикалық деректер кестелер түрінде ұсынылды.

Нәтижелер . Likert типіндегі тармақтар бойынша есептелген стандартты ауытқулар жауаптардың орташа деңгейде өзгеретінін көрсетті. Өзгеріс ауқымы 0.41-ді құрады, ең төменгі мәні 0,90, ал ең жоғары мәні 1,31 болды. Әрбір қосалқы шкала бойынша Levene дисперсиялардың біртектілігі тесті жүргізіліп, статистикалық тұрғыдан мәнді айырмашылықтар анықталған жоқ [176]. Алайда, Shapiro–Wilk W тесті арқылы жүргізілген қалыптылықты тексеру нәтижелері «Білім беру зерттеулерімен белсенді өзара әрекеттесу» және «Оқыту қызметіндегі STEM білім беру зерттеулері» өлшемдері бойынша деректердің қалыпты таралмағанын көрсетті. Осыған байланысты, аталған екі өлшем үшін сипаттамалық статистиканы көрсету және инференциалдық салыстырулар жүргізу мақсатында параметрлік емес талдау әдістері қолданылды. Ал қалған өлшемдер бойынша параметрлік статистикалық талдаулар жүргізілді. Кесте-

8.сауалнаманың бес өлшемі бойынша жиі талап етілетін негізгі сипаттамалық статистикалық көрсеткіштер берілген.

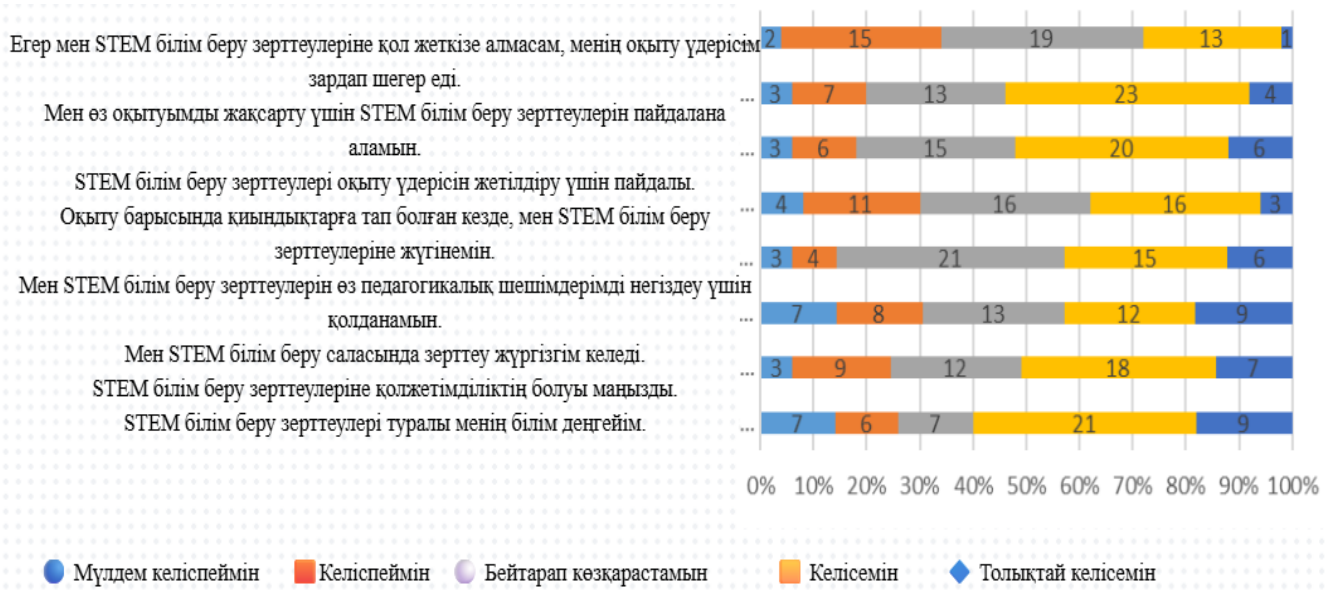
Мұғалімдердің білім беру зерттеулеріне белсенді қатысуы. Бірінші зерттеу сұрағына жауап беру үшін мұғалімдердің білім беру зерттеулеріне белсенді қатысуын сипаттайтын Likert типіндегі тармақтарға берілген жауаптар 100% жинақталған бағандық диаграмма (100% Stacked Bar graph) арқылы талданды (7-суретті қараңыз).



Сурет 7 – Мұғалімдердің білім беру зерттеулеріне белсенді қатысуы

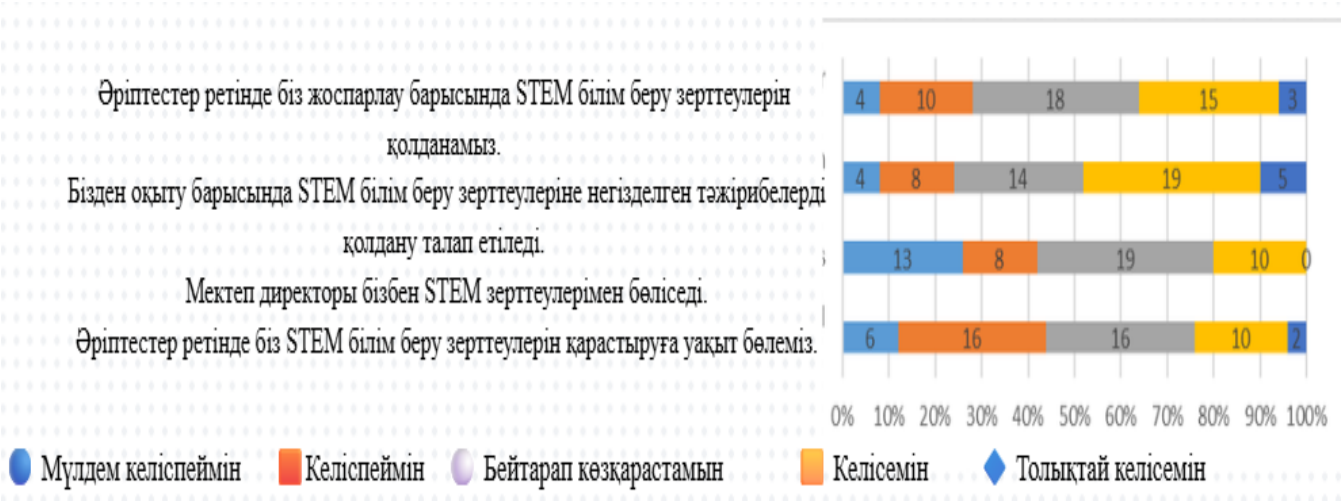
Мұғалімдердің білім беру саласындағы зерттеулерге белсенді қатысуын талдау нәтижелеріне сәйкес, мұғалімдер STEM білім беру зерттеулерін жариялайтын ғылыми журналдарға жазылу және оқу бағдарламасы бойынша қабылданған шешімдерін зерттеулер арқылы негіздеу мәселелеріне қатысты бейтарап ұстаным білдірді. Алайда, білім беру зерттеулеріне қатысудың басқа барлық аспектілері бойынша мұғалімдер жалпы келісім деңгейін көрсетті. Атап айтқанда, олар сапалы зерттеулерді анықтай алу қабілетін, соңғы зерттеулерден хабардар болып отыруды, зерттеулерді басқа мұғалімдермен талқылауды, STEM білім беру зерттеулерінен қолдау іздеуді және зерттеу нәтижелерін оқыту үдерісіне енгізуді қолдайтынын көрсетті. Үшінші зерттеу сұрағына жауап беру үшін білім беру зерттеулерін институционалдық қолдауға қатысты Likert типіндегі тармақтарға берілген жауаптар 100% жинақталған бағандық диаграмма (100% Stacked Bar graph) арқылы талданды (8-сурет).

Білім беру зерттеулерін пайдаланудың мәдениеті . Нәтижелерге сәйкес, мұғалімдердің тек 20%-ы ғана мектеп директорлары білім беру зерттеулерін олармен бөліседі деген пікірмен келіскен. Қатысушылардың басым бөлігі әріптестерімен бірге білім беру зерттеулерін талқылауға уақыт бөлуге (96%) немесе оларды сабақ жоспарлау үдерісінде қолдануға (64%) қатысты не келіспейтінін, не бейтарап көзқарас ұстанатынын көрсетті.



Сурет 8 – Мұғалімдердің оқыту барысында білім беру зерттеулерін қолдануы

Сонымен бірге, қатысушылардың шамамен 48%-ы өздерінің оқыту тәжірибесінде зерттеуге негізделген тәсілдерді қолдану күтілетіні туралы пікірмен келіскен немесе толықтай келіскенін білдірді (9-сурет).



Сурет 9 – STEM білім беру зерттеулеріне институционалдық қолдау

STEM білім беру зерттеулерін кедергі ретінде қабылдау . Төртінші зерттеу сұрағына жауап беру мақсатында оқыту үдерісіне кедергі келтіруі мүмкін деп сипатталатын білім беру зерттеулеріне қатысты Likert типіндегі тармақтарға берілген жауаптар 100% жинақталған бағандық диаграмма (100% Stacked Bar graph) арқылы талданды 10-суретті қараңыз. Нәтижелерге сәйкес, мұғалімдердің едәуір жоғары үлесі екі ықтимал кедергі бойынша келісімнен гөрі келіспеушілік білдірген. Аталған кедергілер оқытудың практикалық қырларынан алшақ болуымен (56%) және интуицияны зерттеуге қарағанда неғұрлым басым бағыттаушы деп санаумен (54%) байланысты. Ал басқа екі ықтимал кедергі бойынша мұғалімдердің көпшілігі келіскенін көрсетті. Бұл кедергілерге

зерттеулердің оқытуға қатысты сұрақтарға нақты шешімдер ұсынбауы және интуицияның қандай тәсілдердің орынды екенін анықтауда зерттеуді толықтыра алуы жатады. Мұғалімдердің басым бөлігі зерттеулер шығармашылықты шектейді (68%) және инновациялық оқыту әдістерін қолдамайды (60%) деген пікірмен келіскен. Соңында, зерттеулердің оқытудағы икемділікті шектейтініне қатысты келіскен және келіспеген қатысушылар саны шамалас болғаны анықталды.



Сурет 10 – STEM білім беру зерттеулері кедергі ретінде

STEM білім беру зерттеулерін қолданудан бас тарту. Бесінші зерттеу сұрағына жауап беру үшін зерттеулерді пайдаланбаудың себептері ретінде қарастырылуы мүмкін тармақтарға қатысты Likert типіндегі жауаптар 100% жинақталған бағандық диаграмма (100% Stacked Bar graph) арқылы талданды 11-суретті қараңыз. Нәтижелерге сәйкес, қатысушылардың көпшілігі (64%) білім беру зерттеуін қалай жүргізу керектігі туралы білімі шектеулі екенін мойындады. Сондай-ақ, олардың едәуір бөлігі зерттеулерді құндылығы аз деп санаған (56%). Қатысушылардың зерттеулерді елемеуінің келесі жиі кездесетін себебі, оны тәжірибеде қолданудың қиындығы (46% белгілі бір дәрежеде келіседі) болды. Одан кейінгі себеп зерттеумен айналысуға уақыт жетіспеушілігі (38% белгілі бір дәрежеде келіседі).

Зерттеулерге шектеулі қолжетімділік мәселесіне қатысты мұғалімдердің көпшілігі келісетінін көрсетті (42% белгілі бір дәрежеде келіседі, 18% белгілі бір дәрежеде келіспейді). Қатысушылардың басым бөлігі (56% белгілі бір дәрежеде келіседі) зерттеулердің құндылығы аз деген пікірмен де келісетінін білдірді.

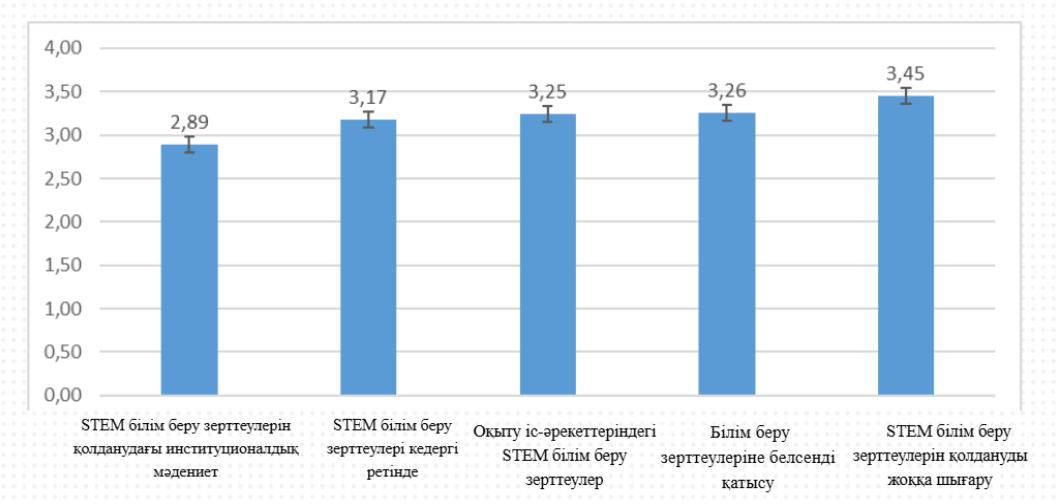


Сурет 11 – STEM білім беру зерттеулерін қолдануды жоққа шығару

STEM білім беру зерттеулерінің әртүрлі аспектілерін талдау. 12-суретте мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулерін пайдалану жөніндегі қабылдаулары мен тәжірибелерінің әртүрлі аспектілерін салыстыратын бағандық диаграмма көрсетілген. Бұл диаграмма алтыншы зерттеу сұрағының шеңберінде жасалған.

Диаграммада сауалнама өлшемдерінің әрбір қосалқы шкаласының орташа мәндері бейнеленген. Нәтижелер көрсеткендей, қатысушылар зерттеулерді оқытуды ақпараттандыру үшін қолдануға жағдай жасайтын орталарды қолдауға төмен баға берген (M=2,89, SD=0,82). Сол сияқты, қатысушылар зерттеулерді қолданудағы кедергілерге қатысты теріс пікір білдірген (M=3,17, SD=0,38), бұл олардың зерттеулерді шығармашылық пен инновациялық оқытуға кедергі ретінде қабылдамайтынын көрсетеді.

Мұғалімдер зерттеулерді оқытуда қолдану (M=3,25, SD=0,85), зерттеулермен белсенді өзара әрекеттесу (M=3,26, SD=0,86) және зерттеулерді елемеу (M=3,45, SD=0,79) аспектілері бойынша бейтарап ұстанымда болған. Барлық тармақтардың біріктірілген орташа мәні 3,20 (SD=0,65) болып, бұл қатысушылардың білім беру зерттеулерін оқыту тәжірибесін ақпараттандыру үшін қолдануға қатысты екіұдай пікірде екенін көрсетеді.



Сурет 12 – STEM білім беру зерттеу қырларының орташа мәні

9 - кестеде оқыту әрекеттері мен зерттеулермен белсенді өзара әрекеттесу арасында күшті оң корреляция байқалғаны көрсетілген (r = 0,903, p < 0,001). институционалдық мәдениет пен белсенді өзара әрекеттесу (r = 0,666, p < 0,001), институционалдық мәдениет пен оқыту әрекеттері (r = 0,711, p < 0,001), сондай-ақ зерттеулерді қолданудан бас тарту мен зерттеуді кедергі ретінде қабылдау (r = 0,564, p <0,001) арасында орташа деңгейдегі статистикалық маңызды корреляциялар анықталған.

Кесте 9 – Сауалнама өлшемдері арасындағы корреляциялар

	Көрсеткіш	Белсенді қатысу	Оқыту іс-әрекеттері	Институционалдық мәдениет	Зерттеу кедергі ретінде
Оқыту іс-әрекеттері	Пирсонның r коэффициенті	0,903	—	—	—
	p-мәні	<0,001	—	—	—
Институционалдық мәдениет	Пирсонның r коэффициенті	0,666	0,711	—	—
	p-мәні	**< 0,001**	**< 0,001**	—	—
Зерттеу кедергі ретінде	Пирсонның r коэффициенті	−0,186	−0,192	−0,201	—
	p-мәні	0,196	0,182	0,163	—
Қолдануды жоққа шығару	Пирсонның r коэффициенті	−0,176	−0,194	−0,137	0,459
	p-мәні	0,220	0,176	0,344	**<0,001**

Мұғалімдердің білім беру зерттеулеріне қатысты қабылдауларына байланысты айнымалылар. Мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулерін қабылдауы мен қолдануына әсер етуі мүмкін факторларды анықтау мақсатында қатысушылардың әртүрлі сипаттамалары мен сауалнама өлшемдері бойынша ұпайларын талдадық (10-кестені қараңыз). Нәтижелерге сәйкес, институционалдық мәдениет көрсеткіші мектеп орналасқан жерге байланысты корреляция көрсеткен (p =0,04), ал зерттеуді кедергі ретінде қабылдау жасқа (p =0,034) және мұғалімдік еңбек өтіліне (p =0,016) тәуелді болған. жынысқа байланысты сауалнама өлшемдерінің орташа мәндерінде айтарлықтай айырмашылықтарды анықтау үшін тәуелсіз топтар t-тесті жүргізілді. Алайда, ер және әйел қатысушылар арасында статистикалық маңызды айырмашылықтар анықталған жоқ. Мектеп орналасқан жер мен сауалнама өлшемдері арасындағы айырмашылықтарды бағалау үшін біржақты ANOVA талдауы жүргізілді, оның нәтижесінде тек институционалдық мәдениет бойынша айтарлықтай айырмашылық анықталды (F = 7,543, df1 = 2, df2 = 14,01, p = 0,006). Games-Howell пост hoc талдауы ауылдық-қалалық (p = 0,048) және қала маңындағы-қалалық (p = 0,008) мұғалімдер арасында статистикалық маңызды айырмашылықты көрсетті. Яғни, STEM білім беру зерттеулерін институционалдық қолдау ауылдық мектептерде (M = 3,14) қалалық (M = 2,20) және қала маңындағы (M = 2,93) мектептерге қарағанда жоғары болған.

Кесте 10 – Зерттеу көрсеткіштері мен демографиялық айнымалылар арасындағы корреляциялар

	Жасы	Мұғалімдік өтілі (жыл)	Біліктілікті арттыру сағаттары	Білім деңгейі	Жынысы	Мектептің орналасуы
Белсенді қатысу	0,533	0,983	0,812	0,144	0,845	0,850
Оқыту іс-әрекеттері	0,208	0,613	0,945	0,532	0,643	0,785
Институционалдық мәдениет	0,095	0,156	0,209	0,366	0,100	0,040
Зерттеу кедергі ретінде	0,034	0,016	0,429	0,979	0,365	0,106
Зерттеуді қолдануды жоққа шығару		0,494	0,354	0,306	0,990	0,800

Талқылау, практикалық салдарлар және болашақ зерттеулер. Зерттеудің негізгі мақсаты Қазақстандағы STEM мұғалімдерінің оқыту тәжірибесінде білім беру зерттеулерін меңгеруі мен қолдануын құжаттау болды. Болашақ зерттеулерге негіз болатын бастапқы деректерді ұсынуды көздедік. Қазақстандағы STEM мұғалімдерінің қабылдаулары мен тәжірибелерін сипаттайтын зерттеулердегі олқылықтың орнын толтыруды мақсат еттік. Осы талқылау бөлімінде алынған нәтижелерге ықтимал түсіндірмелер ұсынып, олардың мұғалімдерді даярлау мен педагогикалық тәжірибеге ықпалын қарастырамыз, Қазақстандағы STEM оқытуды сипаттайтын эмпирикалық деректердегі олқылықтарды жоюға бағытталған болашақ зерттеулерге ұсыныстар жасаймыз. Зерттеу нәтижелері мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулерінің өз тәжірибесіндегі маңыздылығына қатысты бейтарап ұстанымда екенін және өз педагогикалық таңдауларын зерттеулермен негіздейтінін көрсетті. Олар STEM білім беру зерттеулерін оқыту тәжірибесін ақпараттандыру үшін пайдаланатынын және тиімді мұғалім болу үшін зерттеулерден хабардар болып отыратынын мойындады. Алайда, өз таңдауларын зерттеулермен қорғау мен зерттеулерді тәжірибені жетілдіру үшін пайдалану арасында белгілі бір сәйкессіздік байқалды. мұғалімдер STEM білім беру зерттеуі ұғымын әртүрлі түсінуі мүмкін деп болжайды, бұл олардың зерттеулермен өзара әрекеттесуіне және оны қолдануына әсер етуі ықтимал. Мұғалімдер зерттеулерге негізделген тәжірибенің маңыздылығын түсініп, шешім қабылдау кезінде зерттеулерді қолдану қажет екенін мойындай отырып, кейбір шешімдерге ықпал ету мүмкіндігі шектеулі болуы да ықтимал. Осы нәтиженің салдары - мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулерін қалай жинау және оны өз тәжірибесіне қалай

енгізу қажет деп ойлайтынын тереңірек түсіну қажеттігі. Бұл мәселе қазіргі зерттеулерде жеткілікті деңгейде қарастырылмаған.

Мұғалімдердің оқытуда білім беру зерттеулерін қолдануы. Қатысушылар STEM білім беру зерттеулерін оқушылардың оқуын жақсарту және оқытуға арналған жаңа идеялар табу үшін пайдалана алатынымен келіскен. Алайда олар білім беру зерттеулерін өздерінің оқытуға қатысты таңдауларын негіздеу үшін қолдануға қатысты бейтарап ұстаным білдірді. Бұл нәтижелер алдыңғы қорытындыларымызбен, мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулерін қабылдауы мен оны іс жүзінде қолдануы арасында айырмашылық бар екенін білдіреді. Бұл жағдайдың ықтимал салдары мұғалімдердің дәлелдерге негізделмеген шешімдер қабылдауы, бұл өз кезегінде олардың тиімділігіне және оқушылардың оқу нәтижелеріне кері әсер етуі мүмкін. Сондықтан мұғалімдердің дәлелдерге негізделген тәжірибелерді қалай ескеретінін және білім беру шешімдерін қабылдау кезінде нені дәлел ретінде қарастыратынын анықтау үшін қосымша зерттеулер қажет. Білім беру зерттеулерін пайдалану мәдениеті. Зерттеу нәтижелері қатысушылар арасында білім беру зерттеулерін бірлесе талқылау мен бөлісу мәдениетінің салыстырмалы түрде әлсіз екенін көрсетті. Бұл жағдай мұғалімдердің білім беру зерттеулерін жеке-дара қарастыруына әкелуі мүмкін, нәтижесінде зерттеулердің тәжірибеге қолданылуындағы артықшылықтар мен шектеулер толық ескерілмеуі ықтимал. Бұл білім беру зерттеулерін таңдаудың және оны тәжірибеге енгізудің жоғары дәрежеде дараланuына алып келуі мүмкін. Мұның ең маңызды салдары-зерттеулердің мұғалім тәжірибесіне және оқушылардың оқуына ықпалының төмен болуы. Осыған байланысты STEM білім беру зерттеулерін ұжымдық түрде талқылау мәдениетін шектейтін мәдени кедергілерді эмпирикалық тұрғыда зерттеу қажет. STEM білім беру зерттеулерін кедергі ретінде қабылдау. Қатысушылар білім беру зерттеулерін шығармашылық оқытуға шектеу қоятын және өздерінің дұрыс оқыту туралы түсініктерімен сәйкес келмейтін фактор ретінде қабылдауға бейім екенін көрсетті. Олар өз интуициясын зерттеуден артық бағыттаушы деп санамайтынын білдіргенімен, зерттеулердің икемділікті шектейтіні туралы бейтарап пікір ұстанды. Мұғалімдер зерттеулерді зерттеушілер көздеген ниеттен өзгеше түрде түсіндіруі немесе қарастыруы мүмкін деп болжаймыз. Олар инновациялық тәжірибелерді аз қамтитын, дәстүрлі бағыттағы зерттеулерге ғана назар аударуы ықтимал. Бұл нәтиже Dagenais және әріптестері (2012) сипаттаған жағдайларға ұқсас, яғни мұғалімдер зерттеулерді маңызсыз ғана емес, шығармашылықты шектейтін фактор ретінде қабылдап, одан бас тартуы мүмкін. Болашақ зерттеулер STEM білім беру зерттеулеріндегі инновация деңгейінің мұғалімдердің зерттеулерді өз тәжірибесіне сәйкес немесе қолдаушы ретінде қабылдауына қалай әсер ететінін зерттеуі тиіс. STEM білім беру зерттеулерін қолданудан бас тарту. Зерттеу нәтижелері қатысушылардың көпшілігі зерттеулердің өздері үшін құндылығы төмен екенін және зерттеу жобасын қалай жүргізу керектігі жөнінде білімі шектеулі екенін мойындағанын көрсетті. Олар зерттеулерге қолжетімділіктің шектеулілігі мен уақыттың жетіспеушілігін білім беру зерттеулерін елемеудің негіздемесі ретінде атады. Зерттеу жүргізу жолдарын білмейтінін көрсеткен қатысушылардың жоғары үлесі олардың білім

беру зерттеулері туралы білімі шектеулі екенін аңғартады. Бұл шектеулі білім зерттеулерді құнсыз немесе өз тәжірибесіне сәйкес емес деп бағалауға негіз болуы мүмкін. Білім беру зерттеулерін жүргізу жөніндегі білімнің жетіспеушілігі мұғалімдердің зерттеулерді іздеуге деген уәжіне және зерттеу нәтижелерін түсіндіруіне кері әсер етуі ықтимал. Болашақ зерттеулер үшін қызықты бағыт мұғалімдерді нақты білім беру зерттеу жобаларына тарту олардың зерттеулерді түсінуі мен қабылдауына қалай ықпал ететінін зерттеу. STEM білім беру зерттеулеріне қатысты мұғалім қабылдауларының қырлары. Зерттеу нәтижелері қосалқы шкалалар арасында бірнеше маңызды оң корреляцияны, бір теріс корреляцияны және бірқатар мәнді емес байланыстарды анықтады. Бұл нәтижелер STEM білім беру зерттеулеріне қатысты қабылдаулар мен оларға қатысу қырлары өзара байланысты немесе тәуелсіз болуы мүмкін екенін көрсетеді. Мектептегі STEM білім беру зерттеулерін қолдану мәдениетінің зерттеулермен белсенді өзара әрекеттесу және оларды оқытуда пайдалануымен байланысы мектеп мәдениетінің шешуші рөл атқаратынын аңғартады. STEM білім беру зерттеулерін кедергі ретінде қабылдау мен оны елемеу арасындағы байланыс мұғалімдер зерттеулерді кедергі деп санаса, оларды қолданудан бас тарту ықтималдығы жоғары екенін көрсетеді. Ауылдық мектептерде STEM білім беру зерттеулерін қолдануға институционалдық қолдаудың жоғары болуы бұл мектептерде дәлелдерге негізделген шешім қабылдау мен оқытуды жетілдіру үшін дәлелдерді пайдалану деңгейі жоғары болуы мүмкін екенін білдіреді. Болашақ зерттеулер үшін перспективалы бағыт мектептерде STEM білім беру зерттеулерін қабылдау және пайдалану мәдениетін қалай дамытуға болатынын және оның STEM оқыту мен оқуға ықпалын зерттеу.

Практикалық салдарлар . Зерттеу нәтижелері кәсіби даму бағдарламалары STEM білім беру зерттеулеріне қатысты мұғалімдердің әртүрлі көзқарастарын ескере отырып әзірленуі қажет екенін көрсетеді. Зерттеулермен таныстық деңгейі мен оларды қолданудағы сенімділігі әртүрлі мұғалімдерге бағытталған бейімделген оқыту бағдарламалары STEM тәсілдерін сыныпта тиімді енгізуге қолдау көрсете алады. зерттеу мұғалімдер арасында білім беру зерттеулерін пайдалану мәдениетін қалыптастырудың маңыздылығын айқындайды. Білім беру органдары мен мекемелер мұғалімдердің зерттеу нәтижелерін меңгеруі мен қолдануын қолдау үшін ресурстар, оқыту және ынталандыру тетіктерін ұсына алады. Мұғалімдерді зерттеулерге негізделген стратегияларды оқытуда қолдануға ынталандыру қажет, себебі мұндай стратегиялар олардың кәсіби тиімділігін арттырып, оқушылардың оқу нәтижелерін жақсартуға мүмкіндік береді. Мектептер мен білім беру саясатын қалыптастырушылар мұны өзекті зерттеулердің қолжетімділігі мен таралуын қамтамасыз ету арқылы қолдай алады. Мұғалімдер арасындағы ынтымақтастық пен білім алмасуды ынталандыру да маңызды практикалық қадам бола алады. STEM білім беру зерттеулерін тиімді қолданып жүрген мұғалімдер әріптестеріне тәлімгер болып, өз тәжірибесімен бөлісу арқылы барлық педагогтарға пайда әкелетін кәсіби қауымдастық қалыптастыра алады. Соңында, саясаткерлер STEM білім беру зерттеулерінің нәтижелерін аймақтық немесе ұлттық деңгейде білім беру саясаты мен бағдарламаларын әзірлеу үшін пайдалана алады. Бұл саясаттар мен

рәсімдер STEM білім беру зерттеулерін таратуға ресурстар бөлуді, мұғалімдердің зерттеулерді түсіндіруі мен қолдануына бағытталған кәсіби дамуды қолдауды және оқу бағдарламаларына зерттеулерге негізделген тәсілдерді енгізуді қамтуы мүмкін. K-12 білім беру тәжірибесіне STEM білім беру зерттеулерін тұрақты түрде енгізудің әсерін қамтамасыз ету үшін үздіксіз мониторинг пен бағалау тетіктерін қалыптастыру қажет. Мұндай тетіктер енгізілген тәжірибелердің тиімділігін бағалауға, жетілдіру қажет тұстарды анықтауға және стратегияларды тиісті түрде түзетуге мүмкіндік береді.

Шектеулер мен айқындаулар. Алғашқы айқындау – қатысушылардың жауаптарын триангуляциялау мүмкіндігінің болмауы. Қатысушылардың жауаптарына талдау жүргізіп, олардың жауаптары STEM білім беру зерттеулеріне қатысты қабылдау мен қатысу туралы анықтамаларымыз бен күтілімдерімізге толық сәйкес келетінін тексере алмадық. Болашақ зерттеулер мұғалімдердің қабылдаулары мен тәжірибесін тереңірек түсіну үшін сұхбаттар, бақылаулар және оқу материалдарын талдау әдістерін қолдануы мүмкін. Екінші айқындауымыз - зерттеудің тек физика пәні мұғалімдеріне бағытталуы. Басқа пән мұғалімдерінің қабылдаулары мен тәжірибелері өзгеше болуы мүмкін. Сондықтан болашақ зерттеулерде STEM пәндері бойынша әртүрлі мұғалімдерді қамту ұсынылады. Бірінші шектеу - қатысушылардың қандай STEM білім беру зерттеулеріне сүйенгенін және сол зерттеулерді өз тәжірибесінде қалай қолданғанын нақты білмеуіміз. Қатысушылар STEM білім беру зерттеулерін зерттеушілер сияқты түсінеді деп болжағанымызбен, жауаптар бұл болжамның әрдайым дәл болмауы мүмкін екенін көрсетті. Сондықтан болашақ зерттеулерде мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулеріне берген анықтамалары мен оны қолдану жолдарын жинау қажет. Екінші шектеу - қатысушылардың STEM білім беру зерттеулеріне қолжетімділігі және қол жеткізе алмаған зерттеулер туралы ақпараттың болмауы. Ашық қолжетімді STEM білім беру зерттеулері көп болғанымен, ауылдық жерлерде интернетке қолжетімділіктің шектеулі болуы мүмкін. Болашақ зерттеулерде қатысушыларға бірдей STEM білім беру зерттеу материалдарын ұсыну арқылы қолжетімділік пен мазмұндағы бірізділікті қамтамасыз ету қажет.

Өлшемдік құрылым. Сауалнама бірнеше өлшемдерді қамтуы тиіс. Бақытқазы Т және Нұрғалиева Қ. (2024) зерттеуінде келесі өлшемдер қолданылды. STEM түсінігі мен хабардарлығы, STEM тәсілдерін қолдану тәжірибесі, STEM енгізудегі кедергілер мен қиындықтар, кәсіби даму қажеттіліктері мен мотивациясы [9, б. 8].

Сенімділік пен валидтілік. Сауалнаманың ішкі сәйкестігін тексеру үшін Cronbach’s alpha коэффициенті есептелуі керек ($\alpha \geq 0{,}70$ қанағаттанарлық деңгей). Мазмұндық валидтілікті қамтамасыз ету үшін сарапшылар пікірі алынуы және пилоттық тестілеу жүргізілуі тиіс [168, б. 166-181].

Сауалнаманың ғылыми негізділігін қамтамасыз ету мақсатында құралдың валидтілігі мен сенімділігін бағалау бойынша бірнеше кезеңдік процедура жүзеге асырылды. Біріншіден, мазмұндық валидтілік сарапшылар тобының қатысуымен тексерілді. Екіншіден, құрылымдық (конструктивті) валидтілік факторлық талдау әдісі арқылы расталды. Үшіншіден, сыртқы (критериалды) валидтілік

сауалнама нәтижелерін сыртқы деректермен салыстыру арқылы анықталды. Соңында, сенімділік – яғни шкалалардың ішкі үйлесімділігі (ішкі консистенттілік) бағаланды. Мазмұннан бастап статистикалық тексеріске дейінгі мұндай бірізді алгоритм сауалнаманың нақты параметрлерді өлшейтінін және қайталанатын (репродуктивті) нәтижелер беретінін дәлелдеуге мүмкіндік берді. Зерттеуде құрал ішіндегі триангуляция әдісін (within-method triangulation) қолдануға да ерекше назар аударылды. Респонденттердің жауаптарының валидтілігі мен логикалық сәйкестігін арттыру мақсатында, сауалнама құрылымына мағынасы ұқсас сұрақтар саналы түрде әртүрлі бөлімдерге орналастырылды. Бұл тәсіл тақырыптық жағынан жақын немесе қайталанатын сұрақтар бойынша жауаптарды салыстыруға және тұрақты қабылдау үлгілерін (паттерндерін) анықтауға мүмкіндік берді. Кәсіби қызметтегі қиындықтар мен дамуға кедергілер туралы сұрақтардың сауалнаманың басында және соңында орналасуы мұғалімдердің негізгі қиындықтары (материалдардың жетіспеушілігі, уақыт тапшылығы, цифрлық ресурстардың болмауы) бойынша қайталанатын пікірлерін бақылауға мүмкіндік берді және өзіндік бағалардың шынайылығын растады. Бұл әдістемелік тәсіл зерттеу нәтижелерінің ғылыми негізділігін күшейтіп, кездейсоқ немесе үстірт жауаптарды анықтап, оларды есепке алмауға жағдай жасады.

Мазмұндық валидтілік (сарапшылардың контенттік талдауы). Сауалнаманы әзірлеу кезеңінде мазмұнға сараптамалық баға берілді. Педагогтердің кәсіби дамуы және зерттеу әдістемесі саласындағы 5 маманнан құралған топ сауалнаманың әр тармағын мазмұнның релеванттілігі, қамтудың толықтығы және тұжырымдардың анықтығы тұрғысынан талдады. Сарапшылар сұрақтарды келесі санаттарға жіктеді: «маңызды», «қалаулы, бірақ маңызды емес» немесе «артық». Осы бағалаулар негізінде мазмұндық валидтілік индекстері - CVI және әрбір тұжырым үшін валидтілік қатынасы коэффициенті (Лоуше әдісі бойынша CVR) есептелді. Лоуше әдісі бойынша валидтілік қатынасы коэффициентін (CVR) есептеу формуласы: CVR сарапшылар сауалнаманың элементін қаншалықты маңызды деп есептейтінін бағалау үшін қолданылады.

$$CVR = \frac{(n_e - N/2)}{(N/2)} \qquad (1)$$

мұндағы: n_e - элементті «маңызды» деп көрсеткен сарапшылар саны; N - сарапшылардың жалпы саны. CVR мәні -1 мен +1 аралығында өзгереді. Нөлден жоғары көрсеткіштер сарапшылардың сұрақтың маңыздылығы жөнінде келісетінін білдіреді. Әдетте, CVR ≥ 0,60 мәні (5-7 сарапшы үшін) қолайлы шекретінде қарастырылады. CVR мәні төмен сұрақтар түзетуді немесе алып тастауды қажет етеді. Мазмұндық валидтілік индексін (CVI) есептеу формуласы:

$$I\text{-}CVI = \frac{n_e}{N} \qquad (2)$$

мұнда: n_e – маңызды деп бағалаған сарапшылардың саны N – жалпы сарапшылар саны. I-CVI = 1,0 барлық сарапшылардың толық келісімін білдіреді. Сарапшылар саны 6 немесе одан көп болған жағдайда, I-CVI ≥ 0,78 деңгейі қабылданады. Бұл көрсеткішті қолдану сарапшылар арасында күмән тудыратын немесе пікір қайшылығына себеп болатын сұрақтарды алып тастауға мүмкіндік береді. Шкала бойынша жалпы орташа мәнді есептеу формуласы:

$$S\text{-}CVI_{Ave} = \frac{\sum I\text{-}CVI}{k} \qquad (3)$$

мұнда: ∑ I-CVI -сауалнамадағы әрбір тармаққа қатысты I-CVI индекстерінің жалпы қосындысы; k -сауалнама тармақтарының жалпы саны. Егер $S\text{-}CVI_{Ave} \geq 0,80$ болса, бүкіл шкаланың мазмұндық валидтілігі жақсы деп есептеледі. Бұл әдістеменің жекелеген элементтеріне емес, жалпы деңгейдегі сапасын растау үшін ерекше маңызды. CVR көрсеткішімен бірге бұл мән нәтижелік құралдың дәлелділігін арттыра түседі. Алынған коэффициенттер сауалнама тақырыптың барлық негізгі аспектілерін қамтитынын сандық түрде растауға мүмкіндік берді. 11-кестеде сауалнама сұрақтарының жекелей валидтілігін сарапшылар тарапынан бағалау мысалдары көрсетілген.

Кесте 11 – Сауалнама сұрақтарының жекелей валидтілігін сарапшылар тарапынан бағалау

Сауалнама сұрағы	CVI	CVR	Сарапшылардың шешімі
Кәсіби дамуда сіз қандай негізгі кедергілерге тап боласыз?	0,88	+0,6	Маңызды, сұрақты қалдыру
Өз пәніңіз немесе оқыту саласы бойынша бір жыл ішінде қанша біліктілікті арттыру курсынан өтесіз?	1,00	+1,0	Өзгеріссіз қалдыру
Сіз мамандығыңызды ауыстырғыңыз келе ме?	0,50	–0,2	Жою (мағынасы түсініксіз)

Ескерту: Кестеде сауалнаманың жекелеген тармақтарына сараптамалық баға беру мысалдары көрсетілген. CVI (мазмұнға сәйкестік индексі) және CVR (Лоше әдісі бойынша валидтілік коэффициенті) мәндері сұрақты сақтау, түзету немесе алып тастау туралы шешім қабылдау үшін қолданылады. Жоғары индекстері бар сұрақтар (>0,75) маңызды деп танылып, өзгеріссіз қалдырылды, ал төмен мәндерге ие тармақтар (CVR<0) зерттеудің мақсатына сәйкес келмегендіктен немесе әртүрлі түсіндірілу қаупі болғандықтан сауалнаманың соңғы нұсқасынан алынып тасталды. Сарапшылардың ұсыныстарына сәйкес

құралды түзету жөнінде хаттама әзірленді: мазмұны көмескі тұжырымдар қайта қаралды, екіұштылықтар жойылды және зерттеуге қатысы жоқ сұрақтар алынып тасталды. Нәтижесінде сауалнама құралы жоғары мазмұндық валидтілікке ие болып, ауылдық мұғалімдердің кәсіби қиындықтарының толық аясын көрсете алды.

Сауалнаманы пилоттық тестілеу. Негізгі деректерді жинау кезеңіне дейін сауалнама 30 респонденттен тұратын іріктемеде еңбек өтілі әртүрлі ауыл мұғалімдері арасында - пилоттық тестілеуден өтті. Пилоттаудың мақсаты – құралды кеңінен қолданбас бұрын оның ықтимал логикалық, лингвистикалық және техникалық кемшіліктерін анықтау болды. Пилоттық қатысушылар сауалнаманы толтырып, кейін когнитивтік сұхбаттар арқылы кері байланыс берді. Нәтижесінде бірқатар ықтимал мәселелер анықталып, түзетілді: сұрақтардың күрделі немесе екіұшты тұжырымдары, логикалық ауысулардағы (skip-logic) қателер, респонденттердің шаршауын тудыратын сауалнаманың шамадан тыс ұзақтығы. Пікірлер негізінде сауалнаманың құрылымы оңтайландырылды-мазмұны түсініксіз сұрақтар қайта құрастырылып, қайталанатын элементтер жойылды, нұсқаулар нақтыланды. сауалнаманы толтырудың орташа ұзақтығы нақтыланып, респонденттерге жүктеме түсірмеу мәселесі ескерілді. Мұндай пилоттық тестілеу құралдың құрылымдық айқындығы мен практикалық қолдануға жарамдылығын арттырды: негізгі сауалнама кезеңінде сұрақтар мұғалімдерге түсінікті болды, ал сауалнаманы толтыру үдерісі ыңғайлы әрі техникалық жағынан дұрыс өтті (қосымша Ә).

Сенімділік және ішкі келісімділік. Сапалы зерттеу әдістемесі үшін қолданылатын құралдың бірізді (қайталанатын) нәтижелер беруі маңызды. Сауалнаманың сенімділігін бағалау мақсатында әр шкала бойынша және жалпы сауалнама аясында Кронбах альфа (α) коэффициенті есептелді. Жалпы α көрсеткіші 0,74-ке тең болды, бұл деректердің ішкі келісімділігі қабылданарлық деңгейде екенін және зерттеу құралдары үшін кеңінен мойындалған 0,70 шегінен жоғары екенін білдіреді. Тақырыптық блоктар бойынша сенімділік жеке қарастырылды: шкалалардағы α мәндері шамамен 0,65 пен 0,90 аралығында болды.

Ең жоғары α көрсеткіші «Әкімшілік қолдау» шкаласында тіркелді (шамамен 0,90), бұл осы блоктағы сұрақтарға берілген жауаптардың өте жоғары келісімділігін көрсетеді. Ең төменгі α (~0,65) «Тәртіп пен қауіпсіздік» блогында байқалды, бұл қалыпты деңгейдегі ішкі келісімділікке сәйкес келеді. Мұндай мән бастапқы зерттеу кезеңі үшін жеткілікті, алайда бұл блоктағы сұрақтардың біртектілігіне назар аударуды қажет етеді. Қалған шкалалар 0,70-0,85 аралығында α көрсеткіштерін көрсетті, бұл олардың жоғары ішкі келісімділігін білдіреді. Ал α мәні 0,60 шекті деңгейінен төмен болған жағдайларда тиісті сұрақтар қайта өңделді немесе сауалнаманың соңғы нұсқасынан алынып тасталды. Осылайша, сауалнама құралының қажетті сенімділігі қамтамасыз етілді: ұқсас респонденттер топтары ұқсас жауаптар береді, ал пікірлердегі айырмашылықтар сауалнаманың кемшіліктерінен емес, нақты тәжірибедегі шынайы ерекшеліктерден туындайды.(13-сурет)

Құрал қайталанатын нәтижелер беруге қабілетті және педагогтердің кәсіби дамуының негізгі сипаттарын сенімді түрде өлшей алады. Сауалнама құралының валидтілігі мен сенімділігін кешенді тексеру нәтижесінде дайындалған сауалнама шынайы мәліметтер жинауға қажетті сапаға ие екені анықталды. Мазмұндық сараптама сұрақтардың зерттеу тақырыбына сәйкестігін растады; факторлық талдау шкалалар құрылымының қисындылығын дәлелдеді; сыртқы валидтілік нәтижелердің жалпы үрдістермен сәйкестігін көрсетті; ал сенімділік - алынған деректердің қайталанбалылығын қамтамасыз етті. Осы шаралардың барлығы зерттеу барысында жасалған тұжырымдар мен ұсыныстардың әдістемелік тұрғыдан негізделгенін көрсетеді. Құралды бірнеше кезең бойынша валидациялау тәсілі ғылыми-педагогикалық зерттеулерге қойылатын жоғары талаптарға сай келеді және сауалнаманы мұғалімдерінің кәсіби дамуын талдауда сенімді түрде пайдалануға мүмкіндік береді.



Сурет 13 – Сауалнаманың валидтілігін тексеру және арттыру кезеңдері

Ескерту: Сызбада сауалнаманы валидтеуден өткізу процедураларының реттілігі көрсетілген. Әрбір кезеңде (сараптамалық бағалау, пилоттық тестілеу, EFA, CFA, сыртқы корреляциялық тексеру, α коэффициентін есептеу) құрал

жетілдіріліп отырды: сұрақтар қайта қаралды, шкалалардың құрылымы нақтыланды, әлсіз элементтер алынып тасталды. Нәтижесінде сенімді әрі валидті зерттеу құралы қалыптасты. *Нәтижелерді түсіндіру:* 12-кестеден байқауға болады, сауалнаманың тақырыптық блоктарының көбісі жоғары сенімділік көрсетіп отыр. Төрт шкала бойынша Кронбах α коэффициенті 0,70–0,90 аралығында орналасқан, бұл жауаптардың ішкі келісімділігі жеткіліктіден өте жоғары деңгейге дейін екенін білдіреді. Ең жоғары α мәні (0,90) мұғалімдерге әкімшілік қолдау көрсету бөлімі бойынша тіркеліп, бұл сұрақтар блогындағы жауаптардың ерекше тұрақтылығын көрсетеді. Ал тәртіпке қатысты блоктағы салыстырмалы түрде төмен α (0,65) әлі де қабылдауға болатындай, атар, сұрақтардың әртектілігі немесе респонденттердің оларды қабылдауындағы айырмашылықтар бар екенін көрсетуі мүмкін. Жалпы алғанда, сауалнаманың ішкі сенімділігі зерттеу мақсаттарына сәйкес қанағаттанарлық деп бағаланады:

Кесте 12 – Сауалнама шкалаларының ішкі келісімділігі (α Кронбах коэффициенті)

Шкалалар тобы	Сұрақтар саны	α Кронбах коэффициенті
STEM зерттеулерінен хабардарлық және білім деңгейі	11	≈ 0,85 (жоғары деңгей) (жоғары деңгей)
STEM зерттеулерін тәжірибеде қолдану	6	≈0,70 (жеткілікті деңгей)
STEM зерттеулеріне қолжетімділік және уақыт	6	≈ 0,80 (жоғары деңгей)
STEM зерттеулеріне қатысты кедергілер мен скептицизм	6	≈ 0,65 (орташа деңгей)
STEM зерттеулеріне институционалдық қолдау	8	≈0,90 (өте жоғары деңгей)

Сұхбат әдістемесі. Жартылай құрылымдалған Сұхбат (semi-structured interview) сауалнамадан алынған сандық деректерді тереңдету және мұғалімдердің жеке тәжірибелерін, көзқарастарын және қиындықтарын егжей-тегжейлі түсіну үшін қолданылады [177].

Сұхбат сұрақтарының логикасы. Сұхбат сұрақтары воронка принципі бойынша құрылады: жалпы сұрақтардан нақты тәжірибелік жағдайларға қарай. Мысалы, жалпы сұрақтар «STEM білім беру туралы не білесіз?». Тәжірибелік сұрақтар «Сіз сабақтарыңызда STEM элементтерін қолданған жағдайлар болды ма?». Қиындықтар туралы «STEM тәсілдерін қолдану кезінде қандай қиындықтарға тап болдыңыз?». Қажеттіліктер туралы «STEM-ді тиімді қолдану үшін сізге қандай қолдау қажет?» . Деректерді сапалық талдау. Сұхбат деректерін талдау үшін тақырыптық талдау (thematic analysis) әдісі қолданылады [178]. Бұл әдіс келесі кезеңдерден тұрады. Транскрипцияны бірнеше рет оқу және алғашқы идеяларды белгілеу. Бастапқы кодтарды генерациялау. Кодтарды

тақырыптарға біріктіру. Тақырыптарды қайта қарау және нақтылау. Тақырыптарды анықтау және атау. Есепті жазу

Сауалнама нәтижелерін талдау. Қазақстандағы физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігін зерттеу мақсатында 2023-2024 оқу жылында Алматы қаласы мен облысындағы 164 мұғалім арасында сауалнама жүргізілді. Сауалнама Google Forms платформасы арқылы онлайн форматта ұйымдастырылды. Бұл сауалнама жеті мұғаліммен апробация жасалды. Апробация барысында біраз өзгерістер енгізілді. Сауалнама екі бөлім жиырма сұрақтан тұрады. Сауалнаманы Алматы қаласы және Алматы обылысы мектебтерінің барлығы 164 мектеп мұғалімдері толтырды. Жалпы үлгінің ішінен 136 мұғалім (82,9%) әйел, 28 мұғалім (17,1%) ер мғалім екенін анықталды. Оған тек физика пән мұғалімдері қатысты. Қатысушылардың демографиялық сипаттамалары 13-кестеде келтірілген.

Кесте 13 – Сауалнамаға қатысқан мұғалімдердің демографиялық сипаттамалары

Көрсеткіш	Санат	Саны	Пайызы
Жынысы	Әйел	115	70%
	Ер	49	30%
Мектеп түрі	Мемлекеттік мектеп	134	81,7%
	Лицей	14	8,5%
	Гимназия	16	9,8%
Орналасқан жері	Қалалық	102	62,2%
	Ауылдық	50	30,5%
	Қала маңы	12	7,3%
Педагогикалық тәжірибе	0-5 жыл	42	25,6%
	6-10 жыл	51	31,1%
	11-20 жыл	48	29,3%
	20+ жыл	23	14,0%

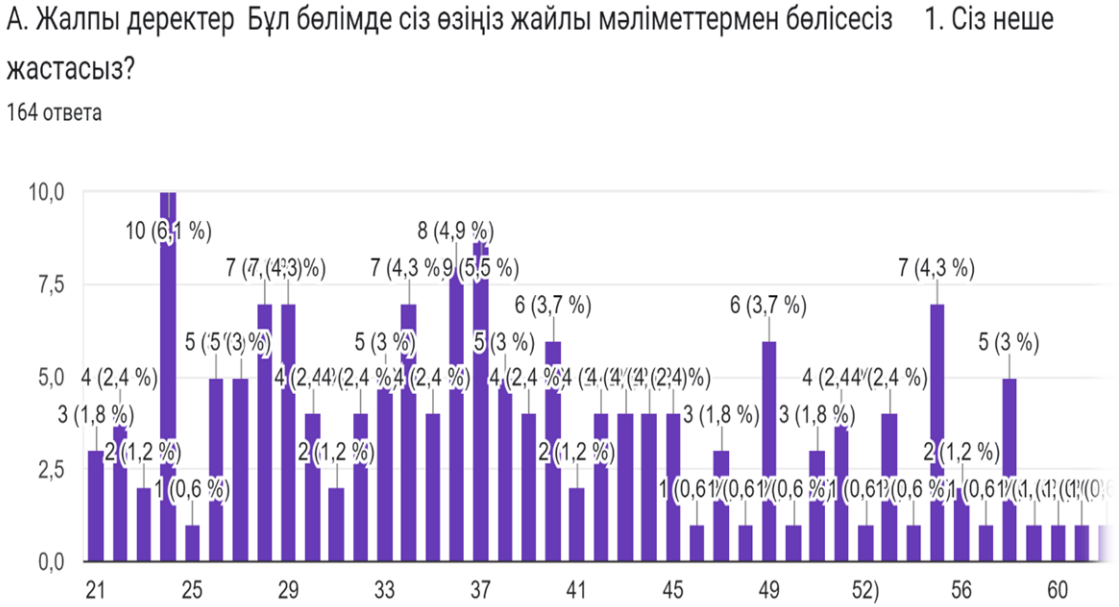
STEM білім беру туралы білім деңгейі. Сауалнама нәтижелері мұғалімдердің STEM білім беру туралы білім деңгейінің төмендігін көрсетті (14-сурет): - 104 мұғалім (63,4%) – шамалы білім - 46 мұғалім (28,0%) – білімі жоқ - 14 мұғалім (8,5%) – сарапшы деңгейінде білім Бұл деректер физика мұғалімдерінің тек 8,5%-ы ғана STEM білім беруді жеткілікті деңгейде меңгергенін көрсетеді, бұл біліктілік арттыру курстарының өзектілігін растайды. Осы сауалнама арқылы алда физика пәнін оқытуда STEM пәндерін кіріктіру бойынша мектеп мұғалімдерінің құзыреттілігін қалыптастыру мәселелерін анықтай отырып, біліктілікті арттыру курсы дайындау күтілуде.

Зерттеу құралдары мен процедуралары. Зерттеу деректері ашық сұрақтар сауалнамасы арқылы және келесі жолдармен жиналды. Сауалнамада ашық сұрақтар арқылы жаратылыстану ғылымдарының оқытушыларына өз пікірлерімен бөлісу ұсынылды. STEM білім беру жүйесінде мұғалімдер қолданатын ұғымдар мен қолдану тәжірибелері: " STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз? STEM білім беру бойынша сізде қандай біліктілік жетіспейді? STEM білім беру бойынша біліктілік арттыру курсы ұсынылса сіз қандай форматта қатысар едіңіз?" Сауалнама сұрақтарына талдау жасайтын болсақ. 14- кестеде көрсетілгендей жалпы 20 сұрақтан тұрады.

Кесте 14 – Сауалнама сұрақтары.

1. Сіздің жасыңыз нешеде?	11. STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз:
2. Сіздің жынысыңыз?	12. STEM білім беруді оқытуға дайынсыз ба?
3. Мұғалім ретінде еңбек өтіліңіз (жұмыс тәжірибеңіз)	13. STEM білім беру бойынша дайын элективті курс бағдарламаларыңыз бар ма?
4. Сіздің педагогикалық санатыңыз?	14. STEM білім беруге көшу инновациялық үдеріс деп ойлайсыз ба?
5. Жұмыс істейтін мектебіңіз:	15. STEM білім беру саласында қандай біліктіліктер (дағдылар) сізге жетіспейді?
6. Жұмыс істейтін білім беру ұйымының атауы:	16. Болашақта оқушыларға мамандық таңдауға бағыт беру үшін білім беру үдерісінде қандай құзыреттер қалыптасуы керек деп ойлайсыз?
7. Сіздің білім деңгейіңіз қандай?	17. Осы таңдауды қалыптастыру үшін сізге қандай құзырет жетіспейді?
8. Қай сыныптарға сабақ бересіз? (Сабақ беретін барлық сыныптарды белгілеңіз)	18. STEM білім беру бойынша біліктілікті арттыру курсын қай форматта өтуді қалар едіңіз?
9. Физиканы оқытуда сіз үшін ең қиын бөлігі қайсы? (Егер физика пәнін оқытсаңыз)	19. STEM білім беру бойынша біліктілікті арттыру курсы қанша сағат болғанын қалайсыз?
10. 9-сұрақтағы мәселені шешу үшін қай бағытта біліктілігіңізді арттыру қажет деп ойлайсыз?	20. Мұғалімді STEM білім беру сабағына табысты енгізу үшін қандай көмек қажет деп ойлайсыз?

Төменде осы сұрақтарға алынған жауаптар бойынша сұрақтар арасындағы байланыс салыстырмалы талдау жасалып, әр жауап сандық мәнмен көрсетілген. Алғашқы сұрақ бойынша мұғалімдердің жас ерекшелігі сипатталған. Зерттеу барысында сауалнама сұрақтарын бір-бірімен салыстыра отырып талдау жасалды. Бұл салыстырулар арқылы STEM білім беру бойынша білім деңгейлері анықталды. Осыған қарай, мұғалімдердің STEM білім берумен жалпы таныстығы таяз екендігіне, арнайы оқу материалдары немесе таныстыру жұмыстары жүргізілуі керек екендігі айқын байқалады (14-сурет).



Сурет 14 – Жас ерекшелігін сипаттайтын сұрақтарға алынған жауаптар

11-Сұрақ пен 2-10 сұрақты талданды. Осы талдау нәтижесі арқылы курс қажеттілігі бар екенін көре аламыз. 11-Сұрақ пен 2-сұрақты талдау Кесте -15 көрсетілген**.** 2. Сіздің жынысыңыз қандай? 1. Ер 2. Әйел 11. STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз:Жауаптары: 1. Аздап хабарым бар. 2. Білім жоқ 3. Сараптамалық Білім

Кесте 15 – 11-Сұрақ пен 2-сұрақты талдау кестесі

1)	19	ер адам	Аздап хабарым бар
2)	6	ер адам	Білім жоқ
3)	3	ер адам	Сараптамалық Білім
4)	85	Әйел адам	Аздап хабарым бар
5)	40	Әйел адам	Білім жоқ
6)	11	Әйел адам	Сараптамалық Білім

11-Сұрақ пен 3-сұрақты талдау Кесте -16 де көрсетілген. 3.Сіздің мұғалім ретіндегі еңбек өтіліңіз:1. 1-2 жыл 2. 3-5 жыл 3. 6-10 жыл 4. 11-14 жыл 5. 15 жылдан жоғары**.** 11. STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз: Жауаптары: 1. Аздап хабарым бар 2. Білім жоқ 3. Сараптамалық Білім. Жалпы:164 адам. Оның 16-сы 1-2 жыл. 24-і 3-5 жыл, 33-ы 6-10 жыл, 35-ы 11-14 жыл,58-і 15 жылдан жоғары.

Кесте 16 – 11-Сұрақ пен 3-сұрақты талдау кестесі

1)	1-2 жыл	Аздап хабарым бар	14
2)	1-2 жыл	Білім жоқ	4
3)	1-2 жыл	Сараптамалық Білім	1
4)	3-5 жыл	Аздап хабарым бар	15
5)	3-5 жыл	Білім жоқ	8
6)	3-5 жыл	Сараптамалық Білім	2
7)	6-10 жыл	Аздап хабарым бар	22
8)	6-10 жыл	Білім жоқ	10
9)	6-10 жыл	Сараптамалық Білім	1
10)	11-14 жыл	Аздап хабарым бар	14
11)	11-14 жыл	Білім жоқ	10
12)	11-14 жыл	Сараптамалық Білім	1
13)	15 жылдан жоғары	Аздап хабарым бар	35
14)	15 жылдан жоғары	Білім жоқ	14
15)	15 жылдан жоғары	Сараптамалық Білім	9

11-Сұрақ пен 4-сұрақты талдау Кесте -17 көрсетілген**.** 4. Педагогикалық санатыңыз?1. Педагог 2. Педагог-модератор 3. Педагог- сарапшы 4. Педагог-зерттеуші 5. Педагог- шебер**.** 11. STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз: Жауаптары: 1. Аздап хабарым бар 2. Білім жоқ 3. Сараптамалық Білім. Жалпы:164 адам, оның 46 – педагог. 43 – педагог-модератор, 38 – педагог-сарапшы, 34 – педагог- зерттеуші,3 – педагог- шебер.

Кесте 17 - 11-Сұрақ пен 4-сұрақты талдау кестесі

1)	31	Педагог	Аздап хабарым бар
2)	13	Педагог	Білім жоқ
3)	2	4) Педагог	Сараптамалық Білім
5)	32	6) Педагог-модератор	Аздап хабарым бар
7)	8	8) Педагог-модератор	Білім жоқ
9)	3	10) Педагог-модератор 11) Білім	Сараптамалық Білім
12)	18	13) Педагог- сарапшы 14) бар	Аздап хабарым бар
15)	17	16) Педагог- сарапшы	Білім жоқ
17)	3	18) Педагог- сарапшы 19) Білім	Сараптамалық Білім
20)	21	21) Педагог- зерттеуші 22) бар	Аздап хабарым бар
23)	8	24) Педагог- зерттеуші	Білім жоқ
25)	5	26) Педагог- зерттеуші 27) Білім	Сараптамалық Білім
28)	2	29) Педагог- шебер	Аздап хабарым бар
30)	0	31) Педагог- шебер	Білім жоқ
32)	1	33) Педагог- шебер 34) Білім	Сараптамалық Білім

Талдау мектеп түріне байланысты STEM білімінің деңгейінде айтарлықтай айырмашылықтар бар екенін көрсетті (χ^2=12,34, p<0,05) – гимназия мұғалімдерінің 17,6%-ы сарапшы деңгейінде білімге ие. Лицей мұғалімдерінің 85,7%-ы шамалы білімге ие. Мемлекеттік мектеп мұғалімдерінің 29,9%-ында білім жоқ. Кәсіби даму қажеттіліктері. Мұғалімдерден STEM-ді тиімді енгізу үшін қандай қолдау қажет екенін сұрағанда, келесі жауаптар алынды (18-кесте).

Кесте 18 – Мұғалімдердің кәсіби даму қажеттіліктері

Қажеттілік түрі	Саны	Пайызы
Арнайы біліктілік арттыру курстары	72	43,9%
Тәжірибе алмасу мүмкіндіктері	44	26,8%
Сыныпаралық зертханалар мен жабдықтар	33	20,1%
Жоғары оқу орындарымен байланыс	11	6,7%
Тиісті оқу бағдарламалары мен материалдар	4	2,4%

Осы нәтижелер арнайы біліктілік арттыру курстарына деген сұраныстың жоғары екенін көрсетеді (43,9%), бұл курс әзірлеудің негізгі бағытын анықтайды.

Сұхбат нәтижелерін интерпретациялау. Сауалнамадан кейін 20 мұғаліммен жартылай құрылымдалған Сұхбат жүргізілді. Сұхбат қатысушылары әртүрлі мектеп түрлері мен педагогикалық тәжірибе деңгейлерін қамту үшін мақсатты түрде таңдалды. Сұхбат деректерін тақырыптық талдау нәтижесінде төрт негізгі тақырып анықталды. Тақырып 1: STEM-ге деген қызығушылық, бірақ түсініктің жетіспеушілігі. Мұғалімдердің көпшілігі STEM білім берудің маңыздылығын мойындағанымен, оның нақты қандай екендігі туралы нақты

түсінік жоқ екенін айтты: «STEM туралы көп естідім, бірақ оны физика сабағында нақты қалай қолдану керектігі түсініксіз. Бұл тек технология ма, әлде жоба жұмысы ма?» (Қатысушы 7, педагогикалық тәжірибе 12 жыл). Тақырып 2: Ресурстар мен жабдықтардың жетіспеушілігі. Көптеген мұғалімдер, әсіресе ауылдық мектептерде жұмыс істейтіндер, STEM сабақтарын жүргізу үшін қажетті материалдық-техникалық базаның жоқтығын атап өтті: «STEM-ді қолданғымыз келеді, бірақ мектепте қажетті жабдықтар жоқ. Робототехника жинақтары, сенсорлар, компьютерлер жетіспейді» (Қатысушы 14, ауылдық мектеп). Тақырып 3: Әдістемелік қолдаудың қажеттілігі. Мұғалімдер STEM тәсілдерін қолдану бойынша нақты әдістемелік нұсқаулықтар мен дайын сабақ жоспарларының қажеттілігін атап өтті: «Теория түсінікті, бірақ практикада қалай іске асыру керектігі белгісіз. Нақты мысалдар, дайын сабақ жоспарлары, бағалау критерийлері қажет» (Қатысушы 3, гимназия). Тақырып 4: Уақыт тапшылығы мен оқу бағдарламасының шектеулігі. Көптеген мұғалімдер қолданыстағы оқу бағдарламасының тығыздығы мен STEM жобаларға уақыт бөлудің қиындығын атап өтті: «Оқу бағдарламасы өте қысылған, барлық тақырыптарды өту керек. STEM жобаларға қосымша уақыт қайдан табамыз?» (Қатысушы 11, педагогикалық тәжірибе 18 жыл). Анықталған кәсіби қажеттіліктер және олардың курсты жобалауға әсері. Сауалнама мен Сұхбат нәтижелерін жинақтай келе, физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеруге кәсіби қажеттіліктері келесі бағыттарда анықталды: 1. Білімдік қажеттіліктер: STEM білім берудің теориялық негіздері мен принциптерін түсіну; Физика пәнінде STEM интеграцияның мүмкіндіктері мен тәсілдерін меңгеру; Пәнаралық байланыстарды орнату әдістерін білу. 2. Әдістемелік қажеттіліктер: STEM сабақтарын жоспарлау мен ұйымдастыру дағдыларын қалыптастыру; Жобалық оқыту мен проблемалық оқыту әдістерін қолдану; STEM тапсырмаларын әзірлеу және бағалау критерийлерін жасау. 3. Практикалық қажеттіліктер: Қолжетімді ресурстармен STEM жобаларын іске асыру тәжірибесін жинақтау; Цифрлық құралдар мен виртуалды зертханаларды пайдалану дағдыларын меңгеру; Тәжірибе алмасу және үздік практикаларды бөлісу мүмкіндіктері. 4. Қолдау қажеттіліктері: Әдістемелік материалдар мен дайын сабақ жоспарларына қол жеткізу; Сарапшылармен кеңес алу және тәлімгерлік қолдау; Кәсіби оқу қауымдастықтарына қатысу.

Осы анықталған қажеттіліктер «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілік арттыру курсының мақсаттары, міндеттері, құрылымы мен мазмұнын қалыптастырудың негізі болды. Курс мұғалімдердің нақты кәсіби қажеттіліктеріне жауап беретін, практикаға бағдарланған және қолжетімді ресурстарға негізделген болуы тиіс.

2.2 Мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға бағытталған біліктілік арттыру курсының құрылымы мен мазмұны

Мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі ұғымы (физика + STEM контексінде). Мұғалімдердің STEM білім беруге деген көзқарасын және STEM сабақтарын табысты өткізу үшін қажетті шарттарды анықтау маңызды. STEM оқыту мұғалімнен дәстүрлі сабақ беруден зерттеуге жетелейтін қолдаушы рөлге

ауысуды талап етеді, өйткені ол пәнаралық байланысқа, проблемалық және жобалық оқыту әдістеріне негізделеді. STEM білім берудің тиімділігі мұғалім қолданатын стратегиялар мен тәсілдердің сапасына байланысты, ал сабақты алдын ала жоспарлау бұл технологияны практикалық модельге айналдырып, сабақтың жүйелілігін қамтамасыз етеді [166, б.2]. STEM енгізу мұғалімдердің педагогикалық тәжірибесін жаңартып, дәріске негізделген оқытудан дәлелді, жобаға және мәселеге бағытталған тәсілдерге көшуді талап етеді [2, б.9]. Зерттеудің мақсаты – физика мұғалімдерінің STEM білім беруге көзқарасы мен қажеттіліктерін анықтау. Осы мақсатта Алматы қаласы мен Алматы облысындағы 164 мұғалімнен сауалнама алынып, ыңғайлы іріктеу әдісі қолданылды, себебі ол уақыт жағынан тиімді және бастапқы зерттеулерге қолайлы . Сауалнама бастапқыда 25 сұрақтан тұрды, пилоттық талқылаудан кейін мақсатқа сай келмейтін бес сұрақ алынып тасталып, қалған 20 сұрақ негізгі қатысушыларға таратылды. Бірінші бөлім мұғалімдердің сипаттамалық мәліметтерін, ал екінші бөлім олардың STEM туралы түсінігі мен оны қолдану тәжірибесін қамтыды. Деректерді Жинауда «Өрлеу» БАҰО АҚ орталығындағы курс тыңдаушыларына сұрақтар бойынша алдын ала түсіндіру жұмысы жүргізілді. Сауалнама Google Forms онлайн платформасында құрастырылғандықтан, сілтеме электрондық пошта, ватсап арқылы мғалімдерге жіберілді. Мұғалімдер ұялы телефондары мен дербес компьютерлерін пайдаланды. Сауалнама басында барлық мұғалімдерге сауалнама ерікті түрде жүргізілетіні Себептік-салыстырмалы талдау нәтижесін алу үшін жоғарыда аталыған төрт сұрағымыздағы жауаптарды аламыз. Таңдалған ақпаратты JAMOVI да пайыздық деңгейде көрсетілген нәтижелер аламыз**.** Бұл зерттеуде физика мұғалімдерінің STEM біліміне қатысты көзқарасы мен талаптарын қарастырдық, STEM білімі бойынша біліктілікті арттыру курстарына сұранысы бар екені анықталды. Зерттеу нәтижелері мұғалімдердің едәуір көп бөлігі STEM білімін тиімді жүзеге асыруды жеңілдетуге және мектептерде STEM бастамаларын ұйымдастыруға бағытталған жоғары сапалы біліктілікті арттыру бағдарламаларының маңыздылығын мойындайтынын көрсетеді.STEM біліктілігін арттыру бағдарламасы мұғалімдердің STEM интеграциясы туралы түсініктерін растап қана қоймай, байыта түседі. Қатысушылар бағдарлама әртүрлі пәндер бойынша оқыту тәжірибесінде STEM интеграциясын пайдалану үшін кеңейтілген мүмкіндіктер мен байланыстарды қамтамасыз етеді деген сенімдерін білдірді. STEM білім беру бойынша хабардар болғанымен әліде қолданысқа ие болмағанын көре аламыз, нәтижелер мұғалімдердің STEM интеграциясын олардың қолдану деңгейіне сәйкес келетіндей етіп енгізуге бейім бағларламалар керек екенін көрсетеді, бұл олардың STEM интеграциясының құндылығы мен мақсатына деген сенімдеріне қатты әсер етеді.

*Бағдарлама мыналарды ескере отырып әзірленген:*Тақырыптық - күнтізбелік жоспарды дайындауда 2023-2024 оқу жылында білім беру ұйымдары білім беру процесін іске асыру кезінде Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңын , Қазақстан Республикасында мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамытудың 2023-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасын, «Педагог мәртебесі туралы», «Қазақстан Республикасындағы

Баланың құқықтары туралы», «Қазақстан Республикасында мүгедектігі бар адамдарды әлеуметтік қорғау туралы» Заңдарды және басқа да заңнама актілерін басшылыққа алуы және оқыту процесін келесі нормативтік құжаттар негізінде жүзеге асыруы тиіс. «Мектепке дейінгі тәрбие мен оқытудың, бастауыш, негізгі орта және жалпы орта, техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарттарын бекіту туралы» (бұдан әрі МЖМБС) (ҚР Білім және ғылым министрінің 2022 жылғы 3 тамыздағы № 348 бұйрығы, ҚР Оқу-ағарту министрінің 23.09.2022 ж. № 406 бұйрығымен енгізілген өзгерістерімен); «Қазақстан Республикасында бастауыш, негізгі орта, жалпы орта білім берудің үлгілік оқу жоспарларын бекіту туралы» (ҚР Білім және ғылым министрінің 2012 жылғы 8 қарашадағы №500 бұйрығымен, ҚР Оқу-ағарту министрінің 12.08.2022 ж. №365 бұйрығымен (Қазақстан Республикасы, 2022). №412 бұйрығымен енгізілген өзгерістерімен); «Жалпы білім беру ұйымдарына арналған жалпы білім беретін пәндер, таңдау курстары мен факультативтер бойынша үлгілік оқу бағдарламаларын бекіту туралы» (ҚР Оқу-ағарту министрінің 2022 жылғы 16 қыркүйекте гі №399 бұйрығы, ҚР Оқу-ағарту министрінің 21.11.2022 ж. №467 бұйрығымен енгізілген өзгерістерімен); Қазақстан Республикасы Білім Министрінің 2022 жылғы 3 тамыздағы №348 бұйрығымен бекітілген Мектепке дейінгі тәрбие мен оқытудың, бастауыш, негізгі орта және жалпы орта, техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарттарының талаптары. Қазақстан Республикасы Білім Министрінің 2022 жылғы 19 тамыздағы №581 бұйрығымен бекітілген Мектепке дейінгі тәрбие мен оқытудың, бастауыш, негізгі орта және жалпы орта, техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарттарының талаптары.

Оқу материалдарын және практикалық жаттығуларды жинақтау Курсты құрастыру үшін сауалнама жауабы негізінде көрсеткіштік талдау жасалды. Нәтиже төмендегі кестеде келтірілген (19 және 20-кестелер). Осы саралау негізінде келесідей нәтиже алынды: Курс үш модульге жіктелді.STEM Кіріспе, тарихы, метадология. STEM Оқытуды Жоспарлау, курс дизайн, ҚМЖ, Факультатив жоспарын құру. STEM box, activity, ресурстар. Толығырақ мазмұндық құрылымы кестеде келтірілген. *Курстың практикалық маңыздылығы.* STEM бұл инженерлік ғылымдар мен жаратылыстану ғылымдары жеке емес, біртұтас ғылымды құрайтын білім берудегі пәнаралық тәсіл. Осылайша, STEM-ді оқыту процесінде қолданатын мұғалім мен оқушының пәнаралық байланыстарды көру және оларды инженерлік әзірлемелер мен инновацияларды дамыту үшін қолдану дағдыларын қалыптастырады. Бұл олардың тәжірибеге бағытталған құзыреттерін арттырады. Осылайша, оқушылар болашақ мамандандыруды таңдауға мағыналы келеді. Жоспарланған жұмыстардың әлеуметтік-экономикалық әсері алынған нәтижелер негізінде STEM-ді білім беру процесіне өнімді енгізетін мұғалімдердің дайындалуымен анықталады, бұл талапкерлердің инженерлік ойлауға деген қызығушылығын тудырады және болашақта бұл еңбек нарығында жоғары білікті кадрлар түрінде оң әлеуметтік-экономикалық әсер етуі мүмкін. Пәнаралық интеграцияны

күшейту: STEM тәсілдері арқылы пәндер арасындағы байланысты нығайтып, оқушылардың танымдық қабілеттерін кеңейтуге ықпал етеді.

Кесте 19 – Сауалнама жауабы негізінде көрсеткіштік талдау

Сауалнамадағы сұрақ	**Жауабы**	**Жауап беруші саны**	**Пайыздық көрсеткіш**	
8. Сіз қандай сыныптарды оқытасыз? (Оқытатын барлық сыныпты басыңыз)	9	142	86,6%	2,3
	8	140	85,4%	
	7	135	82,3%	
	10	125	76,2%	
	11	112	68,3%	
9.Физика пәнін оқытуда сізге қай бөлім қиындық туғызады? (Егер физика пәнінен сабақ берсеңіз)	Астрономия	80	49.1%	2,3
	Ядролық және атомдық физика	61	37.4%	
	Оптика	51	31.3%	
	толқындарГидростатика және гидродин	46	28.2%	
10.9- сұрақтағы қиындықты шешу үшін сізге қай жағынан жетілдіру керек?	виртуалды зертхана	48	29.4%	2,3
	жобалық оқыту әдісі	37	22.7%	
	Қолданысқа ие тапсырмалар әзірлеу	29	17.8%	
	Академиялық білім	19	11.7%	
	Пәнаралық байланысты күшейту	9	5.5%	
11. STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз:	Аздап хабарым бар	104	63.4%	1
	Білім жоқ	46	28%	
	Сараптамалық Білім	14	8.5%	
15. STEM білім беру бойынша сізде қандай біліктілік жетіспейді?	STEM білім беру бойынша мектептеұйымдастыру (time management	82	50%	1,3
	Метадологиялық (STEM білім берудеген не? ол не үшін керек?)	40	24.4%	
	Жаратылыстану ғылымында жаңағылыми жаңалықтар жайлы ақпарат	38	23.2%	
16. Болашақта сіздің оқушыларыңыздың мамандық таңдауда бағыт беру үшін оқу үрдісінде қандай құзыреттілік қалыптастыру керек деп ойлайсыз?	Практикалық бейінді.	84	51.2%	1,2,3
	Оқу және ақпараттық.	59	36%	
	Критикалық ойлау	53	32.3%	
	Математикалық сауаттылық	44	26.8%	2,3
	Тұлғалық қалыптасу	42	25.6%	
	Коммуникативтік	23	14%	
	Әлеуметтік және еңбек.	17	10.4%	
17. Сіз таңдаған осы қабылетті қалыптастыру үшін сізде қандай құзыреттілік жетіспейді	Критикалық ойлау	52	31.7%	2
	Өмір бойы үйрену қабілет	47	28.7%	
	Ұйымдастырушылық	41	37%	
	Көшбасшылық	32	25%	
	Коммуникативтік.	72	28.7%	
	Біліктілікті арттыру курстары	44	22.6%	
	STEM білім берушеңберінде сабақөткізу тәжірибесін тарату	33	43.9%	
20. Сіздің ойыңызша мұғалімді STEM білім беру бойынша сабаққа сәтті қосу үшін оған қандай көмек қажет деп ойлайсыз?	Сыныптар дыматериалдық-техникалық қамтамасыз ету	11	26.8%	
	Ынтымақтастық үшін ЖОО-менбайланыс	9	20.1%	1.2.3
	ОӘК/УМК	4	6.7%	

Кесте 20 - Сауалнама жауабы негізінде көрсеткіштік талдау

Болжамды бөлім	**Сұрақ №**	**Сұрақтың мазмұны**	**Негізгі көрсеткіштер**	**Басым қажеттілік**
1-БӨЛІМ STEM кіріспе,тарихы,метадология	11	STEM білім беру саласындағы білім деңгейі	• Білім жоқ: 28,0%• Аздап хабарым бар: 63,4%• Сараптамалық: 8,5%	91.4% мұғалімде жеткілікті білім жоқ
1, 3-БӨЛІМ Метадология +Ресурстар	15	STEM бойынша жетіспейтін біліктіліктер	• STEM ұйымдастыру: 50,0%• Метадология: 24,4%• Ғылыми жаңалықтар: 23,2%	Ұйымдастыру және теориялық база
2-БӨЛІМ Оқытуды жоспарлау,курс дизайн,ҚМЖ,Факультатив	17	Мұғалімге жетіспейтін құзыреттіліктер	• Критикалық ойлау: 31,7%• Өмір бойы үйрену: 28,7%• Ұйымдастыру: 25,0%• Көшбасшылық: 22,6%	Әдістемелік дағдылар жетіспейді
2, 3-БӨЛІМ Жоспарлау +Практикалықресурстар	8	Қандай сыныптарды оқытасыз?	• 9-сынып: 86,6%• 8-сынып: 85,4%• 7-сынып: 82,3%• 10-сынып: 76,2%	7-9 сыныптарға фокус
2, 3-БӨЛІМ Жоспарлау +Практикалықресурстар	9	Физика пәнінде қиындық туғызатын бөлімдер	• Астрономия: 49,1%• Ядролық физика: 37,4%• Оптика: 31,3%• Толқындар: 28,2%	Астрономия – ең қиын
2, 3-БӨЛІМ Жоспарлау +Практикалықресурстар	10	Қиындықты шешу үшін жетілдіру бағыттары	• Виртуалды зертхана: 29,4%• Жобалық оқыту: 22,7%• Қолданыс тапсырмалар: 17,8%	Цифрлық құралдар және әдістер
2, 3-БӨЛІМ Жоспарлау +Практикалықресурстар	16	Оқушыларда қалыптастыру керек құзыреттіліктер	• Практикалық бейінді: 51,2%• Оқу-ақпараттық: 36,0%• Критикалық ойлау: 32,3%	Практика – басты мақсат
1, 2, 3-БӨЛІМ Барлық бөлімдер	20	STEM сабаққа сәтті қосу үшін қажетті көмек	• Біліктілік арттыру: 43,9%• Тәжірибе тарату: 26,8%• Материалдық база: 20,1%	Кешенді біліктілік арттыру

Курс міндеттері: STEM білім беру концепциясын, тарихын және негізгі ұғымдарын түсіндіру. Физика пәні аясында STEM оқыту арқылы пәнаралық интеграцияны жүзеге асыру дағдыларын қалыптастыру. Физика сабағын жоспарлауда STEM-ге тән жобалық тәсілдер мен құрылымдарды енгізу жолдарын үйрету. Қатысушыларға STEM box құру және оны ресурстармен толтыру тәжірибесін меңгерту. Оқушылардың сыни және шығармашылық ойлау дағдыларын дамытуға бағытталған сабақтар мен факультативтік курстарды әзірлеу әдістерін қарастыру. Қатысушылардың STEM жобаларын әзірлеп, көпшілікке ұсыну және қорғау қабілеттерін дамыту (21-кесте).

Кесте 21 – Курс мазмұны

Модуль 1. STEM білім беру негіздері	1.1. Нормативті құжаттар 1.2. STEM: Тарихы мен дамуы. 1.3. STEM білім беру жүйесінің принциптері. 1.4. АҚШ-та STEM-ді оқыту тәжірибесі. 1.5. Қазақстандағы STEM интеграциясы: Мүмкіндіктер мен шектеулер. 1.6. STEM оқыту метадологиясы: Сыни және шығармашылық ойлау.
Модуль 2. STEM оқытуды жоспарлау	2.1. STEM оқытуды жоспарлаудың негізгі қағидалары. 2.2. Физика сабақтарында STEM тәсілдерін қолдану жолдары. 2.3. Сабаққа арналған жобалық жоспарды әзірлеу. 2.4. Әртүрлі сынып деңгейіне арналған STEM сабақтарының ерекшеліктері. 2.5. Деректерді жинау және талдау әдістері. 2.6 Рефлексия
Модуль 3. STEM box және ресурстар. Жоба даярлау	3.1. STEM box: Құру және қолдану тәсілдері. 3.2. Ресурстарды тиімді және оңтайлы пайдалану. 3.3. Пәнаралық жобаларды құру және жүзеге асыру. 3.5. STEM жобаларын таныстыру және қорғау әдістері.. 3.6 Жобаларды бағалаудың критерийлері.
Қорытынды бағалау	4.1. STEM жоба: Идеядан презентацияға дейін. 4.2. Қатысушылардың дайындаған жобаларын қорғау. 4.3. STEM сабақтарын ұйымдастыру бойынша рефлексия. 4.4. Курс нәтижелерін талдау және қорытындылау.

Бағдарлама құрылымы мен тақырыптары: Бағдарламаның күтілетін нәтижелері: STEM білім беру концепциясын, тарихын және негізгі ұғымдарын түсінеді.Физика пәні аясында STEM оқыту арқылы пәнаралық интеграцияны жүзеге асыру дағдыларын қалыптастырады. Физика сабағын жоспарлауда STEM-ге тән жобалық тәсілдер мен құрылымдарды енгізу жолдарын үйренеді. Қатысушыларға STEM box құру және оны ресурстармен толтыру тәжірибесін меңгереді. Оқушылардың сыни және шығармашылық ойлау дағдыларын дамытуға бағытталған сабақтар мен факультативтік курстарды әзірлеу әдістерін қарастырады. Қатысушылардың STEM жобаларын әзірлеп, көпшілікке ұсыну және қорғау қабілеттерін дамытады. Педагогтердің кәсіби өсу үдерісін, мектептердегі жағдайында терең түсінуге елеулі үлес қосқан еңбектердің бірі – Л. Дезимон (L. Desimone) ұсынған циклдік кәсіби даму моделі. Бұл үлгіде кәсіби жетілудің тұйық шеңберін құрайтын төрт негізгі фаза айқындалған: жоспарлау, оқыту, білімді практикада қолдану және рефлексия. Әрбір фаза педагогикалық қызметті үздіксіз жетілдіруге бағытталады және мұғалімнің кәсіби дамуын бірізді әрі жүйелі түрде жүзеге асыруға мүмкіндік береді [164, б. 181–199]. *Қажеттіліктерді анықтау және жоспарлау. М*ұғалімдері үшін бұл кезең әсіресе

маңызды, өйткені олар көбінесе ресурстарға қолжетімділік шектеулі, кадрлар мен инфрақұрылым тапшылығы жағдайында жұмыс істейді. Мұндай жағдайларда кәсіби даму қажеттіліктерін анықтау құзыреттіліктерді өзін-өзі бағалауды, жергілікті білім беру міндеттерін талдауды, сондай-ақ сыртқы сын-қатерлерді: реформаларды, цифрландыруды және ауылдық аймақтардағы демографиялық өзгерістерді ескере отырып, жүйелі көзқарасты талап етеді. Тәжірибелерді бақылау, сауалнамалар және әдістемелік сессиялар сияқты құралдар ауылдық контекске сәйкес келетін даму векторларын дәл анықтауға мүмкіндік береді (Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы. (OECD). TALIS – Оқыту мен оқудың халықаралық зерттеуі (Teaching and Learning International Survey). *Жаңа білімді меңгеру және оқу.* Ауыл мұғалімдері дәстүрлі курстар мен тренингтерге қатысу мүмкіндігінің шектеулі болуына жиі тап болады. Сондықтан біліктілікті арттырудың басым бағыты ретінде икемді форматтар қарастырылуы тиіс: қашықтан оқыту модульдері, тәлімгерлік, кәсіби желілік қауымдастықтарға қатысу және жекелеген білім беру траекториялары. Л. Дезимон (L. Desimone) моделіне сәйкес, мұндай оқытудың тиімділігі пәндік мазмұнға бағытталуымен, интерактивті әдістерді қолдануымен, нақты практикамен байланысымен және жеткілікті ұзақтығымен анықталады [164, б.181–199]. Ауыл мұғалімі үшін жұмыс отныне алыстамай-ақ, күнделікті қызметке кіріктірілген оқыту ерекше құнды болып табылады.

Білімді педагогикалық тәжірибеде қолдану. Бұл кезең өте маңызды: жаңа білім мектебінің нақты жағдайларына бейімделуі керек. Қазіргі заманғы әдістемелерді, цифрлық құралдарды және сараланған тәсілдерді қолдану технологиялық шектеулер мен жоғары жүктеме жағдайларында қиындықтарға ұшырауы мүмкін. Алайда, зерттеулер көрсеткендей, алынған білімді нақты тәжірибеге енгізу ғана тұрақты оқу нәтижелеріне әкеледі. Timperley мен оның әріптестері мұғалімнің дамуы оқушының жетістігінің жақсаруымен байланысты болған жағдайда тиімді болатынын атап көрсетеді [166]. Thomas Guskey атап өткендей, мұғалімнің ұстанымдарындағы өзгерістер жаңашылдықтардың оң әсері айқын байқалғаннан кейін ғана орын алады/ *Рефлексия және өзін-өзі талдау.* Рефлексия ауылдық контексте ерекше мәнге ие, себебі мұғалімдерде тәжірибе алмасуға мүмкіндік беретін кәсіби ортаның жетіспеушілігі жиі байқалады. Жеке тәжірибені жүйелі түрде ұғыну – журнал жүргізу, сабақтарды жазып алу және талдау, өзін-өзі бағалау мен сыртқы сараптама арқылы жүзеге асқанда – мұғалімге даму аймақтарын анықтап, педагогикалық капиталды жинақтауға мүмкіндік береді. Рефлексиялық тәжірибе мәдениетін сақтау аудан орталықтары мен онлайн платформалардың әдістемелік қолдауымен шағын жинақталған мектепте де мүмкін. Рефлексия тәжірибені үйренудің тетігіне айналдырады, ал мұғалім өз дамуының белсенді субъектісіне айналады (15-сурет).



Сурет 15 – Педагогтердің кәсіби дамуының кіріктірілген моделі

Ұсынылған сызба мұғалімдердің кәсіби дамуын түсіндірудегі жетекші теориялық көзқарастарды біріктіріп, тұтас тұжырымдамалық модель ретінде ұсынылады. Бұл модель үш негізгі компоненттен тұрады: *Кәсіби дамудың циклдік сипаты (орталық шеңбер):* L. Дезимон (Desimone) моделі бұл үдерісті үздіксіз жалғасатын кезеңдердің тізбегі ретінде сипаттайды: жоспарлау → оқыту → қолдану → рефлексия, – олардың әрқайсысы алдыңғы кезеңді тереңдетіп, нақтылай түседі. Дезимон (L. Desimone), 2009 [164, б.181–199].

Әлеуметтік-конструктивистік көзқарас (сызбада сыртқы орта): Л.С. Выготскийдің жақын даму аймағы мен оқытудағы әлеуметтік өзара әрекеттестік рөлі туралы идеяларына негізделген. Қолдау көрсету тетіктеріне мыналар жатады: Тәлімгерлік (менторлық): тәжірибелі педагог пен жас маман арасындағы екіжақты кәсіби байланыс; Кәсіби оқытушы қауымдастықтары (PLC): мұғалімдер бірлесіп оқып, зерттеп, педагогикалық тәжірибені дамытатын ұжымдық орта (Р. Дуфур және басқалар бойынша). *Құзыреттілікті дамытудың сатылық моделі* (сол жақ вертикаль): Дрейфус, Берлинер және басқа зерттеушілердің үлгілері негізінде құрылған бұл модель мұғалімнің кәсіби өсуін жаңадан бастағаннан шеберлікке дейінгі жол ретінде сипаттайды. Дезимон (Desimone) циклінің әрбір қайталануы мұғалім әрекеттеріндегі тереңдік пен дербестіктің жаңа деңгейіне сәйкес келеді. Бұл компоненттердің өзара байланысы жүйелік даму архитектурасын құрайды: тәжірибелі мұғалімдер өз циклі бойынша қозғала отырып, және ЖДА (жақын даму аймағы) шеңберінде тәжірибесі аз әріптестердің өсуін қолдайды және ЖДА (жақын даму аймағы) шеңберінде ұжымдық педагогикалық білімнің жинақталуына ықпал етеді. Сонымен бірге құзыреттілікке негізделген тәсіл әрбір кезең үшін мазмұнды нұсқауларды белгілейді. Ауыл мектебі мұғалімдерінің кәсіби дамуына бейімделген циклдік модель (Л. Дезимон (L. Desimone) моделінің негізінде) төмендегі кестеде ұсынылған (22-кесте).

Кесте 22 – Мектеп мұғалімінің кәсіби даму кезеңдері.

Кезең	**Негізгі әрекеттер**	**Мектептеріндегі негізгі кедергілер**	**Мүмкін шешімдер мен ресурстар**
Жоспар	Тәжірибе мен оқу жетістіктерін талдау негізінде қажеттіліктерді анықтау; Мақсаттар қою; Кәсіби даму; форматтарын таңдау	Қолжетімді курстар туралы аз ақпарат; Сыртқы диагностиканың болмауы; Уақыт пен қолдаудың жетіспеушілігі.	Қажеттіліктерді онлайн талдау; Жоспарларды аудандық әдіскерлермен келістіру; Мектепаралық педагогикалық топтарға қатысу.
Оқыту	Оқуға қатысу (офлайн/онлайн форматта); Жаңа әдістемелерді меңгеру; Әріптестермен өзара оқыту.	Сабақтан алшақтау қиындықтары; Әлсіз интернет; Жақын жерде курстар/тренингтердің шектеулі таңдауы.	Вебинарлар, онлайн курстар; Іссапарларды қолдау; Тәлімгерлік және желілік; қауымдастықтарға қатысу.
Қолдану	Жаңа тәжірибелерді енгізу; Жергілікті жағдайларға бейімделу; Алғашқы нәтижелерді талдау.	Ресурстардың жетіспеушілігі; Әріптестерден оқшаулау; Жаңашылдыққа қатысты консерватизм.	Онлайн-форумдар мен әріптестер тарапынан қолдау; Гранттар мен әкімшілік көмек; Мектептер арасындағы сапарлар мен ашық сабақтар.
Рефлексия	Оқушылардың жетістіктерін талдау; Өзгерістер бойынша өзін-өзі бағалауы; Жаңа цикл үшін қорытындылар қалыптастыру.	Сыртқы сараптаманың болмауы; Уақыт пен талдау дағдыларының жетіспеушілігі; Жабық педагогикалық қоғамдастық.	Электрондық портфолиолар; Әріптестермен/ тәлімгерлермен рефлексивтік кездесулер; Кәсіби онлайн- топтарға қатысу

Дезимон (*L. Desimone) ұсынған циклдік кәсіби даму моделі (жоспарлау → оқыту → қолдану → рефлексия)* мұғалімнің сапалы оқуы оның құзыреттілігінің артуына, практиканың трансформациясына және нәтижесінде оқушылар жетістіктерінің жақсаруына қалай ықпал ететінін көрсетеді [University of Dayton. ISIDORE – Learning Management Бұл тәсіл үздіксіз кәсіби білім беруді білім сапасын арттырудың негізгі тетігі ретінде қарастыратын тұжырымдамаға сәйкес келеді. [Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы (ЭЫДҰ). Ресми сайты. Мұғалімнің дамуын циклдік ұйымдастырудың тиімділігін соңғы жылдардағы ғылыми зерттеулер дәлелдеп отыр. Төменде эмпирикалық деректермен расталған негізгі дәлелдер берілген.

Кәсіби құзыреттілік – бұл мұғалімнің білім беру қызметін тиімді жүзеге асыру үшін қажетті білім, дағды, тәжірибе, құндылықтар мен жеке қасиеттердің интегралды жиынтығы [168, б.166-181]. Қазіргі заманғы педагогикалық әдебиеттерде мұғалім құзыреттілігі тек пәндік білімді меңгеру ретінде емес, оны педагогикалық және технологиялық біліммен үйлестіру қабілеті ретінде қарастырылады [159, б.60-70]. STEM білім беру контексінде физика мұғалімінің кәсіби құзыреттілігі кеңейтілген мағынаға ие болады. Физика мұғалімдерінің

STEAM (STEM + Arts) құзыреттілігі үш өзара байланысты компоненттен тұратыны көрсетілген:

1. Пәндік-мазмұндық компонент (Content Knowledge, CK): - Физиканың негізгі ұғымдары, заңдары мен теорияларын терең білу - Физика, математика, технология және инженерия арасындағы байланыстарды түсіну - Физикалық құбылыстардың қолданбалы аспектілерін білу

2. Педагогикалық-әдістемелік компонент (Pedagogical Content Knowledge, PCK) физикалық ұғымдарды оқушыларға түсінікті етіп жеткізу әдістерін білу, оқушылардың танымдық қиындықтары мен қате түсініктерін болжау әртүрлі оқыту стратегияларын (индуктивті, дедуктивті, зерттеушілік) қолдану.

3. Технологиялық-интеграциялық компонент (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) цифрлық құралдар мен виртуалды зертханаларды пайдалану, компьютерлік модельдеу мен симуляцияны сабаққа енгізу, Пәнаралық STEM жобаларды ұйымдастыру және басқару.

Нугиен (Nguyen et al.(2020)) ұсынған интеграцияланған STEM құзыреттілік моделі төрт негізгі өлшемнен тұрады [168, б.166-181]. Хабардарлық өлшемі STEM білім берудің мәні, мақсаттары мен маңыздылығын түсіну, оның әлемдік тенденциялары мен Қазақстандағы даму перспективаларын білу. Жобалау өлшемі STEM сабақтарын жоспарлау, пәнаралық тапсырмалар мен жобалар әзірлеу, оқу мақсаттары мен нәтижелерін анықтау дағдылары. Іске асыру өлшемі (Implementation dimension) STEM тәсілдерін сабақта қолдану, оқушыларды белсенді зерттеу қызметіне тарту, топтық жұмысты ұйымдастыру дағдылары. Бағалау және түзету өлшемі Оқушылардың оқу нәтижелерін бағалау, кері байланыс беру, оқыту процесін жетілдіру дағдылары.

*Курсты жобалаудағы негізгі қағидаттар***.** Біліктілік арттыру курсын әзірлеу кезінде ересектерді оқытудың қағидаттары мен заманауи педагогикалық тәсілдер ескерілді. Knowles (1984) [169, б.2] ұсынған андрагогика қағидаттары ересек оқушылардың ерекшеліктерін ескереді: Өзін-өзі басқару қабілеті: Ересек оқушылар өз оқу процесін басқаруға қабілетті және оған дайын. Сондықтан курста мұғалімдерге өз қажеттіліктері мен қызығушылықтарына сәйкес тақырыптар мен тапсырмаларды таңдау мүмкіндігі беріледі. Тәжірибелік білім қоры: Ересектер бай өмірлік және кәсіби тәжірибеге ие, бұл оқытудың маңызды ресурсы болып табылады. Курста мұғалімдердің тәжірибесін бөлісу, талқылау және өзара оқыту элементтері кеңінен қолданылады. Практикалық бағыт: Ересектер өз кәсіби міндеттерін орындауға қажетті білім мен дағдыларды меңгеруге дайын. Курс мазмұны мұғалімдердің күнделікті педагогикалық практикасына тікелей қолданылатын болуы тиіс. Проблемалық-бағдарланған оқу: Ересектер нақты проблемаларды шешуге бағытталған оқуды қалайды. Курста теориялық материал нақты педагогикалық жағдайлар мен кейстер арқылы беріледі. Осы қағидаттарға негізделе отырып, курсты жобалаудың келесі негізгі қағидаттары анықталды: *Модульдік қағидат*. Курс мазмұны логикалық тұрғыдан байланысқан, бірақ салыстырмалы түрде дербес модульдерге бөлінеді. Әр модуль нақты оқу мақсаттары, нәтижелері және бағалау критерийлерімен сипатталады. Модульдік құрылым мұғалімдерге икемді оқу траекториясын таңдауға және өз қажеттіліктеріне сәйкес модульдерге баса назар аударуға

мүмкіндік береді. *Практикаға бағытталу қағидаты*. Курстың барлық компоненттері мұғалімдердің практикалық қызметіне тікелей қолданылуы тиіс. Теориялық материал минималды болып, практикалық тапсырмалар, жұмыс шеберханалары (workshops), кейс-стади және жоба жұмыстары басым орын алады. Дезимон (Desimone) (2009) зерттеуінде көрсетілгендей, практикаға бағытталған кәсіби даму бағдарламалары мұғалімдердің өзіндік тиімділігін және оқыту сапасын айтарлықтай жақсартады [164, б.181–199]. *Икемділік қағидаты.* Курс әртүрлі деңгейдегі дайындығы мен тәжірибесі бар мұғалімдердің қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін икемді болуы керек. Бұл үшін курста базалық және кеңейтілген деңгейлердегі материалдар ұсынылады. Мұғалімдер өз қызығушылықтарына сәйкес қосымша тақырыптарды таңдай алады; Онлайн және офлайн форматтарды үйлестіру мүмкіндігі қарастырылады. *Курстың жалпы құрылымы*. Әзірленген «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілік арттыру курсы келесі параметрлермен сипатталады: Ұзақтығы: 80 академиялық сағат (2 апта) Форматы: Аралас (blended) 60% офлайн, 40% онлайн Кредит саны: 3 кредит Курс үш негізгі модульден және қорытынды бағалау бөлімінен тұрады. Форматтық ерекшеліктер: - Офлайн сабақтар (48 сағат): Дәрістер, семинарлар, практикумдар, жұмыс шеберханалары, мастер-класстар, жоба қорғау - Онлайн сабақтар (32 сағат): Видео-дәрістер, виртуалды зертханалар, онлайн-талқылаулар, өзіндік жұмыс, форумдарға қатысу. Аралас форматты таңдау бірнеше артықшылықтар береді [182, б.825-841].- Әртүрлі өңірлердегі мұғалімдердің қолжетімділігін арттыру; - Уақыт пен орынға байланысты икемділікті қамтамасыз ету; - Онлайн ресурстар мен цифрлық құралдарды пайдалану тәжірибесін жинақтау; - Кәсіби оқу қауымдастығын қалыптастыру (23-кесте).

Кесте 23 – Біліктілік арттыру курсының жалпы құрылымы

Модуль	Атауы	Сағат саны	Форматы	Бағалау түрі
Модуль 1	STEM білім беру негіздері	10	Дәріс, семинар	Рефлексиялық эссе
Модуль 2	STEM оқытуды жоспарлау	30	Практикум, Жұмыс зертханасы (workshop)	Сабақ жоспары әзірлеу
Модуль 3	STEM box және ресурстар	30	Мастер-класс, жоба жұмысы	STEM жоба қорғау
Қорытынды бағалау	Жоба презентациясы және қорғау	10	Презентация	Интегралды жоба
ЖАЛПЫ		80		

Курстың құзыреттілік картасы. Курстың әр модулі мұғалімдердің нақты құзыреттіліктерін дамытуға бағытталған. 24-кестеде модуль құзырет сәйкестігі көрсетілген.

Кесте 24 – Курс модульдері мен құзыреттіліктер арасындағы сәйкестік

Шартты белгілер: ● – негізгі фокус; ○ – қосымша дамыту

Құзыреттілік	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3
Білімдік құзыреттіліктер			
STEM білім берудің теориялық негіздерін білу	●	○	
Пәнаралық байланыстарды түсіну	●	●	○
Физика-STEM интеграциясының мүмкіндіктерін білу	●	●	●
Әдістемелік құзыреттіліктер			
STEM сабақтарын жоспарлау		●	○
Пәнаралық тапсырмалар әзірлеу		●	●
Жобалық оқытуды ұйымдастыру	○	●	●
Бағалау критерийлерін жасау		●	●
Технологиялық құзыреттіліктер			
Цифрлық құралдарды қолдану		○	●
Виртуалды зертханалармен жұмыс істеу		○	●
STEM box құру және пайдалану			●
Коммуникативтік құзыреттіліктер			
Жобаларды презентациялау		○	●
Кәсіби қауымдастықта өзара әрекеттесу	○	●	●
Тәжірибе алмасу және рефлексия	○	●	●

Курс мазмұнын анықтауда 2.1 бөлім нәтижелерін пайдалану. 2.1 бөлімде жүргізілген сауалнама мен Сұхбат нәтижелері курс мазмұнын қалыптастыруда тікелей пайдаланылды: Анықталған қажеттілік → Курс компоненті: STEM түсінігінің жетіспеушілігі (91,5%) → Модуль 1-де STEM білім берудің теориялық негіздеріне, анықтамалар мен принциптерге баса назар аударылды. Әдістемелік нұсқаулықтардың қажеттілігі (43,9%) → Модуль 2-де нақты сабақ жоспарларын әзірлеу, дайын үлгілермен жұмыс істеу және практикалық тапсырмалар енгізілді. Ресурстар мен жабдықтардың жетіспеушілігі → Модуль 3-те бюджетті материалдармен STEM box құру, қолжетімді ресурстарды пайдалану тәсілдері қарастырылды. Тәжірибе алмасу мүмкіндігі (26,8%) → Барлық модульдерде топтық жұмыс, өзара оқыту (peer learning) және кәсіби қауымдастық құру элементтері кіргізілді. Уақыт тапшылығы → Аралас формат (blended learning) және икемді оқу траекториясы ұсынылды. Осылайша, курс мазмұны мұғалімдердің нақты кәсіби қажеттіліктеріне негізделген, дәлелдемелерге сүйенген тәсілмен әзірленді.

2.3 «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» курсының мақсаты, міндеттері және модульдік мазмұны

Курстың тұжырымдамалық негізі. «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілік арттыру курсы бірнеше өзара байланысты теориялық тәсілдерге негізделген.

Құзыреттілікке негізделген тәсіл. Курс мұғалімдердің нақты кәсіби құзыреттіліктерін дамытуға бағытталған, олар білім беру практикасында тікелей қолданылады. Nguyen et al. (2020) көрсеткендей [168, б. 166-181], құзыреттілікке негізделген кәсіби даму бағдарламалары мұғалімдердің өзіндік тиімділігін және оқыту сапасын айтарлықтай жақсартады. *Жүйелік-құрылымдық тәсіл*. STEM білім беру біртұтас жүйе ретінде қарастырылады, онда барлық компоненттер (ғылым, технология, инженерия, математика) өзара байланысты. Курс мұғалімдерге осы компоненттер арасындағы байланыстарды көруге және оларды білім беру практикасында интеграциялауға үйретеді. *Андрагогикалық тәсіл* (Andragogical approach) Ноулес.(Knowles) ұсынған ересектерді оқыту принциптері курстың барлық компоненттерінде қолданылады: өзін-өзі басқару, тәжірибелік білімді ресурс ретінде пайдалану, практикалық бағыт, проблемалық-бағдарланған оқу [169, б.3]. *Дәлелдемелерге негізделген білім беру*. Курс мазмұны мен әдістемесі ғылыми зерттеулер нәтижелері мен үздік халықаралық тәжірибелерге негізделген. Әр модуль компоненті эмпирикалық деректермен расталған тиімді педагогикалық тәсілдерді қолданады [182, б.825-841].

Курстың жалпы мақсаты. Курстың жалпы мақсаты – физика мұғалімдерінің STEM білім берудің теориялық негіздерін меңгеруі, пәнаралық интеграция дағдыларын қалыптастыруы және STEM тәсілдерін білім беру практикасында тиімді қолдануға дайындығын қамтамасыз ету. Бұл мақсат Қазақстан Республикасының білім беруді дамыту саясатына сәйкес келеді және «Білім беру мен ғылымды дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында» көрсетілген міндеттерді орындауға бағытталған: оқушылардың зерттеу дағдыларын дамыту, ғылыми жетістіктерді оқу процесіне біріктіру, заманауи педагогикалық технологияларды енгізу.

Курстың нақты міндеттері. Курстың жалпы мақсатын іске асыру үшін келесі нақты міндеттер қойылды: Білімдік міндеттерге STEM білім берудің анықтамасын, тарихын, принциптерін және әлемдік тенденцияларын түсіндіру, физика пәнінде STEM интеграцияның теориялық негіздері мен әдістемелік тәсілдерін меңгерту, пәнаралық байланыстарды орнату және STEM компоненттерін үйлестіру принциптерін үйрету, Қазақстандағы STEM білім берудің нормативтік-құқықтық базасын таныстыру**.** Практикалық міндеттерге физика тақырыптарына STEM сабақ жоспарларын әзірлеу дағдыларын қалыптастыру, пәнаралық STEM тапсырмалар мен жобалар жасау тәжірибесін жинақтау, қолжетімді ресурстармен STEM box құру және пайдалану әдістерін меңгерту, цифрлық құралдар, виртуалды зертханалар және симуляцияларды қолдану дағдыларын дамыту, STEM жобаларды іске асыру, презентациялау және қорғау тәжірибесін беру**.** Әдістемелік міндеттерге жобалық оқыту (project-based learning) әдісін STEM контексінде қолдану дағдыларын қалыптастыру, проблемалық оқыту (problem-based learning) және зерттеушілік тәсілді (inquiry-based learning) меңгерту, оқушылардың STEM жобалары мен тапсырмаларын бағалау критерийлерін әзірлеу әдістерін үйрету, топтық жұмысты ұйымдастыру және оқушылардың ынтымақтастығын дамыту стратегияларын таныстыру жатады.

Күтілетін оқу нәтижелері (Learning Outcomes-LO). Курсты аяқтағаннан кейін мұғалімдер: Білім деңгейінде: - STEM білім берудің анықтамасын, негізгі принциптерін және компоненттерін түсіндіре алады - Физика, математика, технология және инженерия арасындағы байланыстарды талдай алады - STEM білім берудің әлемдік тенденциялары мен Қазақстандағы даму перспективаларын сипаттай алады. Дағды деңгейінде физика тақырыптарына пәнаралық STEM сабақ жоспарларын әзірлей алады, STEM тапсырмалар мен жобалар жасай алады және оларға бағалау критерийлерін құрастыра алады, қолжетімді материалдармен STEM box құрып, оны сабақтарда пайдалана алады, цифрлық құралдар (PhET, Algodoo, Arduino) мен виртуалды зертханаларды қолдана алады. Құзыреттілік деңгейінде жобалық оқыту мен проблемалық оқыту әдістерін STEM сабақтарда тиімді қолдана алады, оқушыларды зерттеушілік қызметке тарта алады және олардың сыни ойлауын дамыта алады, STEM жобаларды жоспарлап, іске асыра алады және нәтижелерін презентациялай алады, кәсіби оқу қауымдастығында (professional learning community) белсенді қатыса алады және тәжірибе алмасуды жүзеге асыра алады.

Курстың модульдік мазмұны оқытудың нақты мақсаттарына, мазмұн құрылымына, баға түрлеріне сәйкес ұйымдастырылады. Бағдарлама үш негізгі модульден тұрады және болашақ мұғалімдердің STEM білім беру негіздерін меңгеруін қамтамасыз етуге, физика сабақтарында STEM тәсілдерін қолдануды жоспарлауға, практикалық STEM жобалары мен ресурстарын әзірлеуге бағытталған.

Бірінші модуль "STEM Білім Беру Негіздері" 10 академиялық сағат көлемінде қарастырылған. Модуль дәрістер, семинарлар және өзіндік жұмыстар форматында ұйымдастырылады. Бұл бөлімде оқушылар STEM тұжырымдамасының мазмұнын, оның компоненттерін және қазіргі білім беру жүйесіндегі рөлін талдайды. сабақтың, будың және ағынның бағыттарының ерекшеліктері де салыстырылады, олардың әлемдік білім беру кеңістігіндегі маңызы түсіндіріледі. Модуль STEM білім берудің негізгі принциптерін, атап айтқанда пәнаралық интеграцияны, проблемалық оқытуды, зерттеу тәсілін және нақты өмірлік мәселелерді шешуге бағытталған оқытуды қарастырады. STEM-ді физикаға интеграциялауға ерекше көңіл бөлінеді. Оқушылар физика заңдарының технологиялық құрылғыларда қолданылуын, инженерлік жобалаудағы физикалық принциптердің рөлін, математикалық модельдеудің маңыздылығын талдайды. Мысалы, механика бөлімінде робототехника және көлік құралдары, электр және магнетизм бөлімінде электр тізбектері мен электромагниттер, оптика бөлімінде линзалар мен телескоптар, жылу физикасы энергияны үнемдеу және жылу оқшаулау мәселелерімен айналысады. Сондай-ақ, Қазақстандағы STEM білім берудің қазіргі жағдайы мен нормативтік-құқықтық базасы, Назарбаев Зияткерлік Мектептері мен БИЛ мектептерінің тәжірибесі, болашақ даму перспективалары талданады. Модуль соңында оқушылар " менің педагогикалық тәжірибемдегі STEM тәсілінің мүмкіндіктері."

Екінші модуль "STEM оқытуды жоспарлау" 30 академиялық сағатқа есептелген және практикалық бағдар бойынша ұйымдастырылған. Бұл модульде оқушылар STEM сабақтарын жазудың әдістемелік негіздерін меңгереді. 5e оқыту

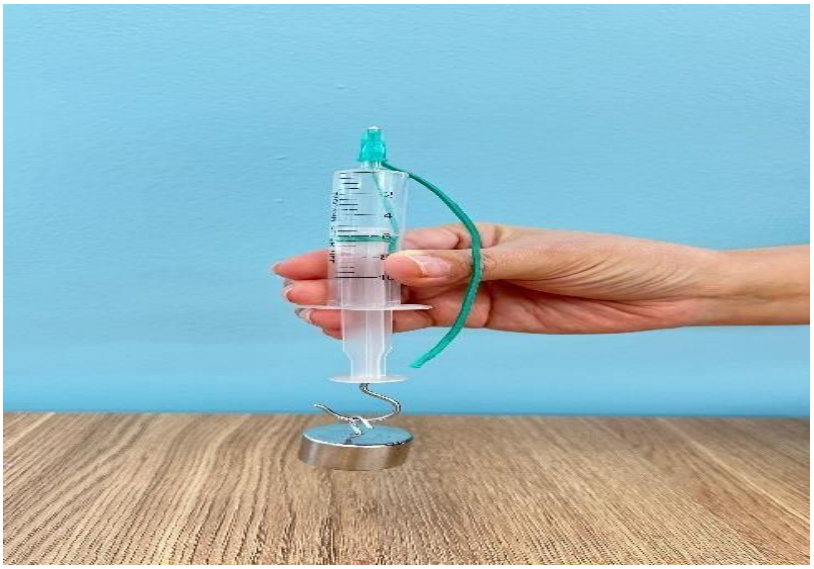
моделін қолдануға баса назар аударылады. Осы модельдің кезеңдері арқылы оқушылардың ғылыми-зерттеу қызметін арттыру жолдары қарастырылады: Тарту, Зерттеу, Түсіндіру, Нақтылау және Бағалау. сондай-ақ, сабақтың мақсаттарын SMART критерийлері бойынша анықтау, пәнаралық байланыстарды жоспарлау және STEM сабағының құрылымын тиімді ұйымдастыру мәселелері атап өтіледі. Модульде физиканың әр бөлімінде STEM тәсілдерін қолданудың нақты мысалдары келтірілген. Механика бөлімінде қозғалыс, қысым және энергия заңдарының тақырыптары тасымалдау қауіпсіздігіне, көпір құрылысына және жаңартылатын энергия көздеріне қатысты. "электр және магнетизм" бөлімінде электр тізбектері мен электр қозғалтқыштары талқыланса, "оптика" бөлімінде линзалардың, камералардың және оптикалық талшықтардың жұмысы түсіндіріледі. термофизикада энергияны үнемдеу және үйді оқшаулау мәселелері талданады. әрбір тақырып практикалық stem тапсырмаларымен толықтырылған. мысалы, интерндер парашют құрастыру, қарапайым электр қозғалтқышын құрастыру, телескоп немесе микроскоп жасау және үйдің энергияны үнемдейтін моделін жасау сияқты жұмыстарды орындайды. модуль сонымен қатар stem жобаларын әзірлеуге арналған инженерлік жобалау циклін қарастырады. оқушылар проблемаларды анықтау, шешімдерді ұсыну, жоспарлау, прототиптеу, тестілеу және жетілдіру кезеңдерін іс жүзінде қолданады. сондай-ақ әртүрлі бағалау деңгейлеріне бейімделген STEM тапсырмаларын құру, деректерді жинау және талдау, бағалау тақырыптарын әзірлеу және өзін-өзі бағалау әдістерін қолдану мәселелері қарастырылатын болады. Модуль аяқталғаннан кейін оқушылар STEM физикасы сабағының толық жоспарын жасап, оны топ алдында қорғайды. Физиканы оқытуда SAMR моделі STEM білімін тиімді жүзеге асыру үшін ерекше маңызға ие. бұл модель технологияны оқу процесіне біртіндеп енгізуге мүмкіндік береді және оның оқыту мазмұнына әсер ету деңгейін төрт кезең арқылы сипаттайды: алмастыру, ұлғайту, өзгерту және қайта анықтау. ауыстыру деңгейінде технологиялар дәстүрлі құралдарды алмастырады, ал өсу деңгейінде олар оқу процесін функционалды түрде жақсартады. қайта жобалау деңгейінде академиялық тапсырмалар өзгереді, оқушылар бірлескен зерттеулер жүргізеді, ал қайта анықтау деңгейінде халықаралық stem жобалары, виртуалды зертханалар және vr/ar технологиялары арқылы оқытудың мүлдем жаңа тәжірибелері қалыптасады. осылайша, SAMR моделі оқушылардың ғылыми-зерттеу, инженерлік, шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал етеді.

Үшінші модуль "STEM box және ресурстар" 30 академиялық сағат көлемінде ұйымдастырылған. Бұл модульдің негізгі мақсаты оқушыларға практикалық STEM ресурстарын дамытуды үйрету болып табылады. Модуль барысында қатысушылар қолда бар материалдар негізінде бағаналы қорап жасайды және оны физика сабақтарында қолдану тәсілдерін жоспарлайды. сондай-ақ Phet, Algodoo және arduino сияқты сандық құралдарды пайдалану әдістері зерттелетін болады. оқушылар пәнаралық STEM жобаларын әзірлейді, оларды жүзеге асыру жолдарын зерттейді және оларды тиімді түрде ұсынады. Нәтижесінде бағдарлама болашақ мұғалімдердің STEM білім беру саласындағы теориялық білімдерін тереңдетуге ғана емес, сонымен қатар олардың

практикалық, ғылыми-зерттеу және жобалық құзыреттіліктерін дамытуға да бағытталатын болады.

Мақсаты: Мұғалімдерге STEM тапсырмаларын қолжетімді заттардан құрастыруға ұсыну. Міндеттері: - STEM оқытудың теориялық негіздерін жүйелеу; - сабақ құрылымдарын ұсыну;- практикалық мысалдар әзірлеу; - бағалау критерийлерін ұсыну; - мұғалімдерге арналған қолдану алгоритмін дайындау

Мысалы, 7 сынып физикасының бөлімдерін қортындылау тапсырмалары ұсынылған. *1-тарау*. Физика табиғат туралы ғылым . Жобаның мақсаты: Физика пәнімен және оның құрал-жабдықтарымен танысу, STEM арқылы күш өлшеуді үйрену, оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру. Тапсырма динамометр (күш өлшейтін құрал) жасап, өлшеу жүргізу. Қажетті құрал-жабдықтар: Серіппе, сым ілмек, қағаз шкала немесе медициналық бір реттік стерильді шприц. Жасалу жолы: Серіппенің жоғарғы ұшын картонға бекіт. Төменгі ұшына ілмек орнат. Қасына қағаз шкала жапсыр. Белгілі массаларды іліп, шкаланы бөліп шық. Нәтиже төмендегі 16-суреттегідей шығады.

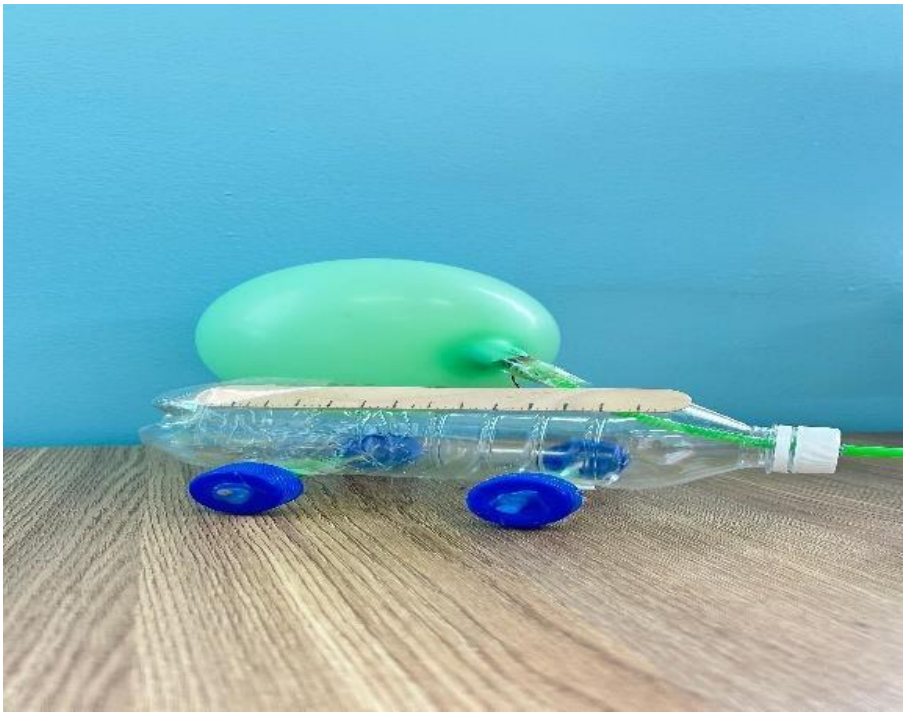


Сурет 16 – динамометр (күш өлшейтін құрал)

Екінші тапсырма. Сағат маятнигі (уақыт өлшеу үшін) жасау. Қажетті құрал-жабдықтар: Жіп , кішкентай жүк. Жасалу жолы: маятник жасап, тербеліс уақытын есептеу арқылы секундты шамамен өлшеуге болады.Үшінші тапсырма Өлшеуіш цилиндр (көлем өлшеу үшін) жасау. Қажетті құрал-жабдықтар: мөлдір бөтелке, маркер. Жасалу жолы: бөтелкені 100 мл өлшеуіш стақанмен калибрлеп, сызықтар түсіресің. Сұйық көлемін шамалап өлшеуге болады.

2-тарау. Механикалық қозғалыс STEM Box: Тапсырма Шарлы машина жасау. Қозғалысын сипаттау. Жобаның мақсаты: механикалық қозғалысты, қозғалыстың салыстырмалылығын, бірқалыпты және бірқалыпсыз түзу сызықты қозғалыстарды тәжірибе арқылы көрсету. Қажетті құрал-жабдықтар: 1 пластикалық бөтелке, 1 шар, 3 пластикалық түтікше, 2 ағаш таяқша, 4 пластикалық қақпақ, қайшы, желім немесе скотч. Жасалу жолы: Бөтелкенің ортасын кесіңіз. Бұл жерден дөңгелектерге орын жасау үшін тесік пайда болады.

Пластикалық түтікшелерді доңғалақтарға жалғаңыз. Әр түтікшеге ағаш таяқшаны өткізіңіз. Ағаш таяқшаның екі шетіне бөтелке қақпақтарын бекітіп, доңғалақ жасаңыз. Оларды бөтелкенің астына орналастырыңыз. Шарды бекіту. Жарты түтікшені шардың аузына кіргізіп, мықтап байлаңыз (желім не скотч қолдануға болады). Бұл түтікшені бөтелкенің артқы жағына бекітіңіз. Машинаны іске қосу. Шарды үрлеңіз.Машинаны жерге қойып, жіберіңіз.Шардан шыққан ауа машинаны алға қарай қозғайды. Жобаны жасауға шамамен 15–20 минут уақыт кетеді. Нәтижесінде 17-суреттегідей оқушылар механикалық қозғалыстың түрлерін тәжірибе арқылы бақылап, олардың айырмашылығын түсінеді және қозғалыстың салыстырмалылығын күнделікті өмірмен байланыстыра алады.



Сурет 17 – Шарлы машина

3- тарау. Денелердің өзара әрекеттесуі. Тапсырма, Шағын катапульта жасау. Жобаның мақсаты: Серпімділік құбылысын көрсету, энергияның жиналып, денені алға лақтыруын тәжірибе жүзінде байқау; Қажетті құрал-жабдықтар: Ағаш таяқшалар, резеңке, пластикалық бөтелке қақпағы, желім (немесе скотч). Жасалу жолы: Ағаш таяқшаларды бірінің үстіне бірін қойып, ортасынан резеңкемен мықтап байлаңыз. Бір таяқшаны көлденең етіп қойып, оның бір ұшын астына кіргізіп, екінші ұшын жоғары шығарып катапульта тұтқасын жасайсыз. Жоғарғы ұшына бөтелке қақпағын желімдеп жабыстырыңыз – бұл жерге зат қойылады (18-сурет). Затты қақпаққа қойып, таяқшаны басып төмен тартып, жіберіңіз – зат ұшады.



Сурет 18 – Шағын катапульта

4- тарау. Қысым Гидравликалық пресс. Тапсырма Көтергіш кран жасау. Жобаның мақсаты: Сұйықтардағы қысымның берілу заңдылығын (Паскаль заңы) тәжірибе арқылы көрсету және оның техникада қолданылуын түсіндіру. Қажетті құрал-жабдықтар: 2 шприц (кіші және үлкен), резеңке түтік, су (немесе май), негіз (картон/фанера), тіректер мен басу табақша. Жасалу жолы: Негізге тік тірек пен үстіне көлденең тірек орнат. Үлкен шприцті тік етіп тірекке бекіт, оның поршені басу табақшасына жалғанады. Кіші шприцті түтік арқылы үлкенімен қос. Екі шприцті де сұйықтықпен толтырып, ауаны шығарып таста. Кіші шприцті басқанда үлкен шприцтің поршені төмен түсіп, затты қысады (19-сурет).



Сурет 19 – Көтергіш кран

Басты ерекшелігі барлық құрал-жабдықтар үйде немесе мектепте оңай табылатын, өте арзан (көбі тегін дерлік) заттардан құрастырылады. Бір оқушыға немесе топқа кететін шығын 200-500 теңгеден аспайды. Осының арқасында ауылдық немесе аз қамтылған мектептерде де STEM сабақтарын толыққанды жүргізуге болады. Жобаны сабақта тиімді пайдалану алгоритмі (мұғалімге арналған қысқа нұсқаулық): Сабақтың басында (5-7 мин) Теорияны қысқаша еске түсіру + мотивациялық сұрақтар: «Егер лабораторияда ешқандай құрал болмаса, біз физика заңдарын қалай дәлелдейміз?». Топтық жұмыс (15-20 мин) Оқушыларды 3-4 адамдық топтарға бөлу. Әр топқа STEM Box тапсырмасын беру (немесе айналмалы станциялар ұйымдастыру). Материалдарды алдын ала дайын қорапшаға (shoe box) салып қоюға болады, сонда «STEM BOX» деген атау шынайы болады. Тәжірибе жүргізу және бақылау (10-15 мин) Оқушылар құрастырып, тәжірибе жасайды. Мұғалім тек қауіпсіздікті бақылайды. Талдау және қорытынды (10 мин). Нәтижені кестеге түсіру. График салу (мысалы, серіппе ұзарына байланысты күш). Заңды сөзбен және формуламен жазу. Күнделікті өмірмен байланыстыру («Бұл заң қай жерде қолданылады?»).

Бағалау критерийлері келесі көрсеткіштер бойынша анықталады.

Бірінші критерий – құралды дұрыс құрастыру. Егер оқушы немесе топ құралды толықтай дербес және ұқыпты түрде құрастырса, 3 ұпай беріледі. Құрастыру барысында аздаған қателіктер жіберілсе, 2 ұпай қойылады. Ал егер құралды құрастыра алмаса, 1 ұпаймен бағаланады.

Екінші критерий – тәжірибені дұрыс жүргізу. Егер тәжірибе нұсқаулыққа сәйкес дәл орындалып, қауіпсіздік ережелері сақталса, 3 ұпай беріледі. Тәжірибені орындау барысында кейбір қателіктер байқалса, 2 ұпай қойылады. Ал тәжірибе мүлде жүргізілмесе, 1 ұпай беріледі.

Үшінші критерий – алынған нәтижені түсіндіру. Егер оқушылар нәтижені формула арқылы түсіндіріп, оны күнделікті өмірмен байланыстыра алса, 3 ұпай беріледі. Түсіндіру тек формуламен ғана шектелсе, 2 ұпай қойылады. Ал егер нәтижені түсіндіре алмаса, 1 ұпай беріледі.

Төртінші критерий – топтағы белсенділік және ынтымақтастық. Егер топ мүшелерінің барлығы жұмысқа белсенді қатысып, тапсырмаларды өзара бөлісіп орындаса, 3 ұпай беріледі. Егер тек бір немесе екі оқушы ғана жұмыс істесе, 2 ұпай қойылады. Ал топ мүшелері бірлесіп жұмыс істемесе, 1 ұпаймен бағаланады. Жалпы ұпай: 12/12 = «5», 9-11 = «4», 6-8 = «3». Қосымша идеялар (келесі жылы кеңейтуге болады): Жылу құбылыстары → «Қағаздан жасалған термометр» немесе «Пластикалық бөтелкеден жасалған калориметр». Электр → «Лимон батареясы» немесе «Қарапайым электромагнит» (мыс, жіппен оралған шеге + батарейка). Оптика → «Пластикалық бөтелкеден перископ» немесе «CD-ден спектр жасайтын құрал». Осы жоба арқылы 7-сынып оқушылары физиканы «қорқынышты емес, қызықты әрі қолжетімді» пән ретінде қабылдайды. Ең бастысы – олар «Мен өзім жасадым, өзім дәлелдедім!» деген сезіммен шығады.

Осы тапсырмалар мына ресурстар базасында сақталған https://5sgyfe26.scispace.co (25- кесте).

Кесте 25 – Модульдердің оқу нәтижелері мен бағалау түрлері

Модуль	Оқу нәтижелері	Бағалау түрі	Бағалау критерийлері
Модуль 1	STEM білім берудің теориялық негіздерін түсіну	Рефлексиялық эссе	Түсініктің тереңдігі, сыни ойлау, практикаға қолдану мүмкіндігі
Модуль 2	STEM сабақтарын жоспарлау дағдылары	Сабақ жоспары презентация	5E моделінің сақталуы, пәнаралық байланыстар, іс жүзінде қолдану мүмкіндігі
Модуль 3	STEM жобаларды әзірлеу және іске асыру	Жоба қорғау	Жобаның толықтығы, шығармашылық, презентация сапасы
Қорытынды	Интегралды STEM құзыреттілігі	Финалдық жоба қорғау	Барлық модульдердің элементтерін үйлестіру, инновациялық тәсіл

Бағдарламаның жаңашылдық дәрежесі:

Пәндік фокус: Қазақстанда физика пәніне арнайы бағытталған алғашқы STEM біліктілікті арттыру бағдарламасы. Практикалық бағдар: Теориялық материалдың 66,7%-ы практикалық жұмыспен ұштастырылған. STEM box әдістемесі: Мұғалімдер өздерінің авторлық STEM box жинағын құрады. Ұзақмерзімді қолдау: Курстан кейін 3 айлық менторлық қолдау қамтамасыз етіледі. Екі тілді материалдар: Барлық оқу материалдары қазақ және орыс тілдерінде. Қазақстандық контекст: Отандық оқулықтар мен МЖМБС талаптарына толық бейімделген. *Аналогтардың талдауы:*Қазақстан Республикасында физика мұғалімдеріне арналған STEM бағдарламалары шектеулі және жалпылама сипатта. Ұсынылып отырған бағдарлама: - Халықаралық стандарттарды (MIT, Stanford тәжірибесі) Қазақстан жағдайына бейімдейді - Қазақстандық мектептердің материалдық-техникалық базасын ескереді - Отандық оқулықтар мен бағдарламалармен үйлестірілген - Қолжетімді бағамен ұсынылады.

Рубрика оқу үдерісін тереңдетіп, шынайы өмірмен байланысқан, дәлелге негізделген және оқушыға бағытталған STEM жобаларын тиімді жоспарлау мен жүзеге асыруды қолдайды, бұл көрсеткіштер төмендегі 26 - кестесінде көрсетілгендей, ұсынылып отырған бағдарламаның ұзақтығы, практикалық үлесінің жоғары болуы, физикаға бағытталған мазмұны, STEM box әзірлеу мүмкіндігі, пәнаралық жобалар саны мен цифрлық құралдардың кең қолданылуы арқылы оның ұлттық және халықаралық аналогтардан артықшылықтарын айқындайды.

Кесте 26 – Бағдарламаның жаңашылдығы және аналогтармен салыстыру

Критерий	**Ұсынылып отырған бағдарлама**	**Ұлттық зерттеу университеті (NIS) бағдарламасы**	**«Өрлеу» БАҰО бағдарламасы**	**Халықаралық аналогтар (MIT, Stanford)**
Оқыту ұзақтығы	80 сағат (10 күн)	40 сағат	36 сағат	80-120 сағат
Физикаға бағытталған STEM	✓ Арнайы физика контексінде	✗ Жалпы STEM	✗ Жалпы STEM	✓ Пәндік бағыттар бар
Практикалық компонент	48 сағат (66,7%)	16 сағат (40%)	12 сағат (33,3%)	60-80 сағат (75%)
STEM box әзірлеу	✓ 3 дайын үлгі + өз жобасын құру	✗ Жоқ	✗ Жоқ	✓ Бар (шектеулі)
Қазақстандық контекст	✓ МЖМБС-ке толық сәйкес	✓ Сәйкес	✓ Сәйкес	✗ Бейімдеу қажет
Пәнаралық жобалар	✓ 5 кешенді жоба	✓ 2 жоба	✓ 1 жоба	✓ 4-6 жоба
Цифрлық құралдар	✓ PhET, Algodoo, Tinkercad, Arduino	✓ PhET, GeoGebra	✓ PhET	✓ Кең спектр
Қашықтан қолдау	✓ 3 ай менторлық	✗ Жоқ	✗ Жоқ	✓ Бар (ақылы)
Сертификат түрі	Біліктілікті арттыру (80 сағат)	Біліктілікті арттыру (40 сағат)	Біліктілікті арттыру (36 сағат)	Certificate of Completion

Қорытынды бағалау (10 сағат). *Мақсаты:* Курс барысында қалыптасқан білім, дағды және құзыреттіліктерді интегралды түрде бағалау. *Форматы:* Жеке немесе жұптық жоба презентациясы және қорғау. *Талаптар:* 1. Физика тақырыбына толық STEM сабақ жоспарын әзірлеу (5E моделі бойынша) 2.

Сабаққа қажетті STEM box компоненттерін сипаттау 3. Пәнаралық байланыстарды нақты көрсету 4. Бағалау критерийлерін (рубрика) әзірлеу 5. Сабақтың бір элементін (тапсырма немесе демонстрация) іс жүзінде көрсету 6. Презентация жасап, қорғау (10-15 минут). *Бағалау критерийлері:* - STEM интеграцияның толықтығы мен сапасы (30%) - Әдістемелік негізделу және іс жүзінде қолдану мүмкіндігі (25%) - Шығармашылық тәсіл және инновациялық элементтер (20%) - Презентация сапасы және қорғау (15%) - Пәнаралық байланыстардың нақтылығы (10%). Модульдердің оқу нәтижелері мен бағалау түрлері бойынша 23-кестеде әр модульдің оқу нәтижелері мен бағалау түрлерінің сәйкестігі көрсетілген. STEM PBL рубрикасының конфигурациясы STE(A)M PBL шеңберіндегі оқу дизайнын бағалау және санаттау құралы ретінде қызмет етеді. Бұл құрылым аясында 21 критерий 6 өлшемге бөлінген. Әрбір критерий үшін ең жоғары күрделілік деңгейі ұсынылған. STEM PBL рубрикасының конфигурациясы STE(A)M PBL аясында оқу дизайнын жүйелі бағалау мен санаттаудың кешенді құралы болып табылады. Алты өлшемге біріктірілген 21 критерий жобаның мақсаттарын, мазмұнын, мәнмәтінін, әрекет сипатын, ғылым және инженерлік тәжірибелерді, сондай-ақ бағалау, АКТ және ынтымақтастықты тұтас қамтиды.

2.4 Екінші бөлім бойынша қорытынды

Екінші бөлімде мұғалім біліктілігін арттыруға бағытталған STEM бағыттағы оқыту бағдарламасын әзірлеу процесі жүйелі түрде ұсынылды. Бөлімде физика мұғалімдеріне арналған «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілік арттыру курсын әзірлеудің барлық кезеңдері егжей-тегжейлі баяндалды.

Бөлімнің басында физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеруге кәсіби қажеттіліктерін анықтау мақсатында кешенді эмпирикалық зерттеу жүргізілді. Қазақстанның әртүрлі аймақтарынан 164 физика мұғалімінің қатысуымен сауалнама және 20 мұғаліммен жартылай құрылымдалған сұхбат өткізілді. Зерттеу нәтижелері мұғалімдердің STEM білім беру туралы білімінің төмен деңгейін айқын көрсетті: респонденттердің 91,5%-ы STEM тұжырымдамасы туралы білімінің жоқ немесе шамалы екенін мойындады, тек 8,5%-ы ғана өздерін STEM педагогикасында құзыретті деп санады. Сондай-ақ, мұғалімдердің 76,8%-ы STEM элементтерін физика сабақтарында қолданбайтынын, ал 43,9%-ы STEM бойынша арнайы біліктілік арттыру курстарына деген жоғары сұранысын білдірді. Сұхбат нәтижелері мұғалімдердің әдістемелік қолдауға, практикалық тренингтерге және нақты оқу материалдарына деген өткір қажеттілігін анықтады. Бұл деректер Қазақстанда физика мұғалімдеріне арналған STEM бағытталған біліктілік арттыру бағдарламасын әзірлеудің өзектілігін эмпирикалық тұрғыдан негіздеді.

Мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға бағытталған біліктілік арттыру курсының құрылымы мен мазмұны әзірленді. Курс модульдік қағидат, практикаға бағытталу, икемділік және дифференциациялау принциптеріне негізделген. Жалпы көлемі 80 академиялық сағатты құрайтын курс үш негізгі модульден тұрады: бірінші модуль «STEM білім беру негіздері» (24 сағат) STEM

тұжырымдамасының теориялық негіздерін, халықаралық тәжірибені және физика пәнінің STEM контексіндегі рөлін қамтиды; екінші модуль «STEM оқытуды жоспарлау» (32 сағат) интеграцияланған STEM сабақтарын әзірлеу әдістемесін, жобалық және зерттеуге негізделген оқытуды, инженерлік дизайн циклін және бағалау жүйесін қарастырады; үшінші модуль «STEM box және ресурстар» (24 сағат) цифрлық құралдарды, виртуалды зертханаларды, робототехниканы және оқу материалдарын әзірлеуді қамтиды. Әр модуль теориялық дәрістер (30%), практикалық тренингтер (50%) және өзіндік жұмыс (20%) арқылы жүзеге асырылады.

«Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» курсының мақсаты, міндеттері және модульдік мазмұны егжей-тегжейлі анықталды. Курстың жалпы мақсаты физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігін қалыптастыру және оларды STEM тәсілдерін білім беру практикасында тиімді қолдануға дайындау болып табылады. Курстың негізгі міндеттері STEM білім берудің теориялық негіздері мен әдіснамасын меңгертуді, физика пәнін STEM контексінде оқытудың әдістемелік дағдыларын қалыптастыруды, заманауи технологияларды білім беру процесінде қолдану құзыреттілігін дамытуды, интеграцияланған STEM сабақтарын жоспарлау және өткізу қабілетін дамытуды, инженерлік дизайн циклін оқытуда қолдану дағдыларын қалыптастыруды және оқушылардың зерттеушілік және проблемаларды шығармашылықпен шешу дағдыларын дамытудың әдістемесін меңгертуді қамтиды. Әр модуль үшін Блум таксономиясына негізделген нақты оқу нәтижелері және SMART критерийлеріне сәйкес келетін бағалау көрсеткіштері әзірленді. Курс мазмұны Қазақстан Республикасының «Педагог мәртебесі туралы» Заңына, ҰБА-ның Кәсіби стандартына және Назарбаев Зияткерлік мектептері STEM білім беру тұжырымдамасына сәйкес келеді.

Курсты жүзеге асыру әдістемесі және оқу материалдарын әзірлеу стратегиясы жасалды. Курста интерактивті дәрістер, практикалық семинарлар, шеберлік сабақтары, кейс-стади әдісі, микросабақтар, рефлексивтік сессиялар және онлайн-оффлайн аралас оқыту форматы қолданылады. Оқыту әдістемесі конструктивистік оқыту теориясына, Колб тәжірибелік оқыту циклына және әлеуметтік оқыту теориясына негізделген. Курс үшін кешенді оқу-әдістемелік кешен әзірленді: электронды оқулық, видеодәрістер, интерактивті модульдер, виртуалды зертханалар, STEM жобаларының банкі, сабақ жоспарларының үлгілері және бағалау құралдары. Цифрлық платформа ретінде Moodle LMS қолданылады, ал қосымша ресурстар ретінде PhET симуляциялары, Arduino және Raspberry Pi бағдарламалау ортасы, 3D модельдеу құралдары және Google Workspace біріктірілді.

Курс мазмұнын педагогикалық талаптарға сәйкестендіру және сараптамалық бағалау жүргізілді. Курстың сапасын қамтамасыз ету үшін үш деңгейлі сараптама жүзеге асырылды: ішкі сараптама – пән әдістемесі және педагогика саласындағы мамандардың бағалауы; сыртқы сараптама – халықаралық STEM білім беру сарапшыларының қорытындысы; курс – 32 мұғаліммен тәжірибелік курс өткізу. Сараптамалық бағалау курстың мазмұны мен құрылымының педагогикалық мақсаттарға сәйкестігін, оқу

материалдарының сапасын, әдістемелік тәсілдердің тиімділігін және бағалау жүйесінің объективтілігін растады. Курс нәтижелері бойынша мұғалімдердің 87,5%-ы курсты «өте пайдалы» деп бағалады, 78,1%-ы STEM элементтерін өз сабақтарында қолдана бастағанын, ал 93,8%-ы курсты әріптестеріне ұсынатынын білдірді. Курс аяқталғаннан кейін мұғалімдердің STEM құзыреттілігі бастапқы деңгейден жоғары деңгейге көтерілді, бұл статистикалық тұрғыдан мәнді өсім болып табылады. Бөлімде сонымен қатар STEM білім беруде жобалық оқытудың рөлі мен маңызы қарастырылды. Жобалық оқыту (Project-Based Learning, PBL) STEM білім берудің негізгі әдістемелік тәсілдерінің бірі ретінде анықталды. STEM PBL тәсілі оқушыларға нақты өмірлік проблемаларды шешуге, пәнаралық байланыстарды түсінуге және XXI ғасыр дағдыларын (сыни ойлау, шығармашылық, ынтымақтастық, коммуникация) дамытуға мүмкіндік береді. Жобалық оқытудың негізгі компоненттері анықталды: нақты мәселені қою, зерттеу және ақпарат жинау, шешім әзірлеу және прототип жасау, сынау және бағалау, нәтижелерді ұсыну және рефлексия. STEM жобаларын жоспарлау және іске асыру үшін арнайы әдістемелік құралдар әзірленді, соның ішінде STEM PBL рубрикасы алты негізгі өлшем бойынша жобаларды бағалауға мүмкіндік береді: жобаның мақсаттары мен мәселелері, жобаның мазмұны мен мәнмәтіні, әрекет сипаты, ғылым және инженерлік тәжірибелер, бағалау механизмдері, АКТ ресурстарын пайдалану және топтық жұмысты реттеу. Бұл рубрика оқушылардың ғылыми сауаттылығын, зерттеушілік және инженерлік ойлауын, әлеуметтік жауапкершілігін және XXI ғасыр дағдыларын дамытуға бағытталған жобалардың сапасын анықтауға және мұғалімдерге тиімді кері байланыс беруге көмектеседі.

Жалпы алғанда, екінші бөлімде жүргізілген жұмыс Қазақстанда физика мұғалімдерінің STEM құзыреттілігін дамытуға бағытталған біліктілік арттыру жүйесінің қажеттілігін эмпирикалық деректермен растады және осы қажеттілікті қанағаттандыру үшін ғылыми негізделген, практикаға бағдарланған біліктілік арттыру курсын әзірледі. Әзірленген «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» курсы модульдік құрылымы, практикаға бағытталған әдістемесі және кешенді оқу-әдістемелік қамтамасыз етуі арқылы мұғалімдердің STEM құзыреттілігін тиімді дамытуға мүмкіндік береді. Курс және сараптамалық бағалау нәтижелері курстың педагогикалық тиімділігін және практикалық қолданылуын дәлелдеді.

3 БІЛІКТІЛІК АРТТЫРУ КУРСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ МҰҒАЛІМДЕРДІҢ STEM БІЛІМ БЕРУ БОЙЫНША КӘСІБИ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ

3.1 Курсты жүзеге асыру әдістемесі және оқу материалдарын әзірлеу стратегиясы. Педагогикалық талаптарға сәйкестендіру және сараптамалық бағалау

Біліктілік арттыру курсын жүзеге асыру кезінде ересектерді оқытудың қағидаттары мен заманауи педагогикалық тәсілдер үйлесімді түрде қолданылды. Knowles (1984) ұсынған андрагогика моделі бойынша, ересек оқушылар балалардан бірнеше маңызды ерекшеліктермен айырмашыланады, олар оқыту процесін ұйымдастыруда ескерілуі тиіс [169, б.3]. Өзін-өзі басқару қабілеті. Ересек оқушылар өз оқу процесін өз бетінше басқаруға қабілетті және оған дайын. Сондықтан курста мұғалімдерге: өз қажеттіліктері мен қызығушылықтарына сәйкес тақырыптар таңдау мүмкіндігі беріледі; өзіндік жұмыстың көлемі мен форматын өздері анықтайды; оқу траекториясын икемді түрде құрастыра алады. Мусина (Musina) зерттеуінде көрсетілгендей, өзін-өзі басқаруға негізделген кәсіби даму бағдарламалары мұғалімдердің мотивациясын және оқу нәтижелерін айтарлықтай жақсартады [68, б.825-841]. Тәжірибелік білім қоры Ересек оқушылар бай өмірлік және кәсіби тәжірибеге ие, бұл оқытудың маңызды ресурсы болып табылады. Курста: Мұғалімдердің педагогикалық тәжірибесін бөлісу үшін арнайы сессиялар ұйымдастырылады; Кейс-стади әдісі қолданылады. Мұғалімдер өз тәжірибелеріндегі нақты жағдайларды талқылайды; Өзара оқыту (peer learning) элементтері енгізіледі: тәжірибелі мұғалімдер жас әріптестеріне тәлімгерлік көрсетеді. Андерсын мен Боутлейр (Anderson және Boutelier) зерттеуінде андрагогикалық тәсілді қолданған мұғалімдерді даярлау бағдарламаларының тиімділігі дәлелденген [75, 3]. Практикалық бағыт. Ересектер өз кәсіби міндеттерін орындауға қажетті білім мен дағдыларды меңгеруге дайын. Курс мазмұны: Мұғалімдердің күнделікті педагогикалық практикасына тікелей қолданылады; Теориялық материал минималды, практикалық тапсырмалар басым; Әр модуль соңында мұғалімдер өз сабақтарында қолданатын нақты өнім (сабақ жоспары, тапсырма, жоба) әзірлейді. Проблемалық-бағдарланған оқу. Ересектер нақты проблемаларды шешуге бағытталған оқуды қалайды. Курста: Теориялық материал нақты педагогикалық жағдайлар мен кейстер арқылы беріледі; Мұғалімдер өз практикаларындағы нақты қиындықтарды талқылайды және шешу жолдарын іздейді; Жобалық тапсырмалар нақты мектеп жағдайларына бейімделген. *Курста ересектерді оқытудың тиімді әдістері үйлесімді түрде қолданылады:* Жобалық оқыту. Жобалық оқыту – бұл оқушыларды (немесе курс жағдайында – мұғалімдерді) ұзақ мерзімді, күрделі тапсырмаларды орындауға тарту арқылы білім беру әдісі [182, б. 825-841]. Курста жобалық оқыту келесі түрде іске асырылады: *Модуль 2-де* Мұғалімдер топтарда физика тақырыбына толық STEM сабақ жоспарын әзірлейді. Жоба компоненттері: Проблемалық жағдайды анықтау; Пәнаралық байланыстарды орнату; Сабақ құрылымын жобалау (5E моделі бойынша); Тапсырмалар мен бағалау критерийлерін әзірлеу; Қажетті

ресурстарды анықтау; Сабақты топта презентациялау. *Модуль 3-те* Мұғалімдер пәнаралық STEM жобаны толық әзірлейді және іске асырады. Жоба инженерлік дизайн циклі бойынша жүзеге асырылады: 1. Ask (Сұрау): Проблеманы анықтау 2. Imagine (Елестету): Шешім нұсқаларын ойлап табу 3. Plan (Жоспарлау): Егжей-тегжейлі жоспар жасау 4. Create (Жасау): Прототип құрастыру 5. Test (Сынау): Тестілеу және деректер жинау 6. Improve (Жетілдіру): Нәтижелерге негізделген жақсарту. Cramer et al. (2014) зерттеуінде жобалық оқытудың мұғалімдердің зерттеушілік дағдыларын және шығармашылық ойлауын дамытудағы тиімділігі көрсетілген [45, 23]. *Проблемалық оқыту*. Проблемалық оқыту нақты, күрделі проблемаларды шешу арқылы білім алуға негізделген [15, 59]. Курста проблемалық оқыту келесі форматтарда қолданылады. *Кейс-стади :* Мұғалімдерге нақты педагогикалық жағдайлар беріледі, мысалы: - «Сіздің мектебіңізде STEM зертхана жоқ. Қолжетімді ресурстармен қалай STEM сабақ өткізуге болады?» - «Оқушылар физика формулаларын жаттайды, бірақ нақты өмірде қолдана алмайды. STEM тәсілі арқылы бұл проблеманы қалай шешуге болады?» - «Топта бір оқушы барлық жұмысты өзі жасайды, қалғандары пассивті. Қалай әділ ынтымақтастықты қамтамасыз етуге болады?». Мұғалімдер топтарда осы жағдайларды талдайды, шешім нұсқаларын ұсынады және өз тәжірибелерімен бөліседі. *Проблемалық дәрістер:* Дәріс басында проблемалық сұрақ қойылады, мұғалімдер оны шешу процесінде жаңа материалды меңгереді. Мысалы: - «Неліктен оқушылар физиканы қиын және сықақсыз пән деп санайды? STEM тәсілі бұл проблеманы қалай шеше алады?». Workshop (жұмыс шеберханасы). Жұмыс шеберханасы – бұл практикалық дағдыларды қалыптастыруға бағытталған интенсивті, интерактивті оқыту форматы [163, б.56-65.]. Курста workshop келесі тақырыптар бойынша өткізіледі. Жұмыс шеберханасы *1: «5E моделі бойынша STEM сабақ жоспарлау»* (4 сағат) - Әр кезеңнің (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) мақсаты мен әдістері - Нақты физика тақырыбына (мысалы, «Күш және қозғалыс») сабақ жоспарын қадам-бағамен әзірлеу - Топтарда жұмыс: әр топ өз сабақ жоспарын жасайды және презентациялайды.

Жұмыс шеберханасы *2: «STEM box құрастыру»* (4 сағат) - Қолжетімді материалдарды (картон, пластик бөтелкелер, таяқшалар, батареялар) пайдаланып қарапайым STEM box жасау - Қауіпсіздік техникасы және ұйымдастыру - Практикум: Әр топ белгілі бір физика тақырыбына (механика, электр, оптика) STEM box құрастырады.

Жұмыс шеберханасы 3*: «Цифрлық құралдарды қолдану»* (4 сағат) - PhET симуляцияларымен жұмыс істеу - Algodoo-да физикалық сценарийлер жасау - Arduino платформасымен танысу және қарапайым өлшеу құрылғысын жинау. Жұмыс шеберханасы *4: «Презентация дағдыларын жетілдіру»* (2 сағат) - Тиімді презентация құрылымы - Көпшілік алдында сөйлеу техникасы - Сұрақтарға жауап беру стратегиялары - Практикум: Әр қатысушы қысқа (3 минуттық) презентация жасайды және кері байланыс алады.

Оқу формалары. Курс әртүрлі оқу формаларын үйлестіреді: Тренинг. Тренинг – бұл нақты дағдыларды қалыптастыруға бағытталған, интенсивті, интерактивті оқыту форматы. Курста келесі тренингтер өткізіледі «STEM

сабақтарды жоспарлау» тренингі (8 сағат), «жобалық оқытуды ұйымдастыру» тренингі (6 сағат), «Бағалау рубрикаларын әзірлеу» тренингі (4 сағат) Практикум. Практикум – бұл теориялық білімді практикада қолдануға бағытталған сабақ форматы. Курста практикумдар физика симуляцияларымен жұмыс істеу, STEM box құрастыру, цифрлық құралдарды пайдалану, жоба прототиптерін жасау. Онлайн платформа. Курстың 40%-ы онлайн форматта өткізіледі. Бұл үшін Moodle немесе Google Classroom платформасы қолданылады. Онлайн компоненттер видео-дәрістер (асинхронды), онлайн талқылаулар (форумдар), виртуалды зертханалар (PhET, Algodoo), Өзіндік тапсырмаларды орындау және жүктеу, Өзара бағалау (peer assessment). Hertz et al. (2020) зерттеуінде аралас (blended) форматтың артықшылықтары көрсетілген: икемділік, қолжетімділік, өзіндік қарқынмен оқу мүмкіндігі.

Оқу материалдарын әзірлеу стратегиясы. Курс үшін кешенді оқу-әдістемелік кешен әзірленді, ол келесі компоненттерден тұрады. Мазмұн іріктеу принциптері: Өзектілік пен практикалық бағыт. Барлық теориялық материал мұғалімдердің нақты педагогикалық практикасына қолданылуы тиіс. Абстрактілі теориялар мен мұғалімдердің күнделікті қызметіне қатысы жоқ ақпарат алынып тасталды. Ғылыми негізделу. Курс мазмұны соңғы 10 жылдағы (2015-2025) ғылыми зерттеулер нәтижелеріне негізделген. Әр тақырып бойынша негізгі ғылыми еңбектерге сілтемелер беріледі. Контекстуалдылық. Материалдар Қазақстанның білім беру контексіне бейімделген: отандық мектептердің ерекшеліктері, қолжетімді ресурстар, мәдени контекст ескеріледі. Дифференциация. Материалдар әртүрлі деңгейдегі дайындығы бар мұғалімдерге арналған: базалық және кеңейтілген деңгейлер ұсынылады. Визуализация стратегиясы: Оқу материалдарында әртүрлі визуализация құралдары қолданылады.

Педагогикалық талаптар. Курс келесі педагогикалық талаптарға сәйкес келуі тиіс: Ғылымилық. Курс мазмұны ғылыми негізделген, соңғы зерттеулер нәтижелеріне сүйенеді, қате ақпарат қамтылмайды. Жүйелілік. Курс материалы логикалық тұрғыдан құрылымдалған, қарапайымнан күрделіге, жалпыдан нақтыға қарай ұйымдастырылған. Қолжетімділік. Курс мазмұны мұғалімдердің қолданыстағы білім деңгейіне сәйкес, түсінікті тілде баяндалған, қажетті түсіндірмелер беріледі. Көрнекілік. Курста визуалды материалдар (инфографика, диаграммалар, видео, фото), нақты мысалдар, демонстрациялар кеңінен қолданылады. Практикалық бағыт. Курс теориямен шектелмейді, практикалық тапсырмалар, жоба жұмыстары, workshop-тар басым орын алады. Икемділік. Курс әртүрлі деңгейдегі дайындығы мен тәжірибесі бар мұғалімдерге бейімделген, таңдау мүмкіндіктері ұсынылады. Рефлексивтілік. Курста мұғалімдердің өз оқу процесін саналы түрде талдауы мен бағалауы үшін рефлексия элементтері кіргізілген. Курсқа Алматы қалалық педагогикалық шеберлік орталығы мен Абай атындағы Қазақ ҰУ педагогтарынан оң пікір алынды. (қосымша Б,В).Курстың авторлық куәлігі диссертацияның қосымшасында көрсетілген (қосымша Г).

Курсты бағалау критерийлері. Курстың сапасын бағалау мақсатында мазмұндық, құрылымдық, әдістемелік, технологиялық және бағалау

критерийлері жасалды. Бұл критерийлер курс мазмұнының тиімділігін, оның практикалық маңыздылығын және оқытушылардың кәсіби қажеттіліктеріне сәйкестігін жан-жақты анықтауға мүмкіндік береді. Мазмұн критерийлері курстың мақсаттары мен міндеттерінің дәлдігі мен өлшеміне негізделген. Бағдарламаның мазмұны мұғалімдердің кәсіби қажеттіліктеріне және заманауи білім беру талаптарына негізделуі керек. Бұл теориялық материалдың ғылыми негізділігін, практикалық тапсырмалардың өзектілігін және оларды нақты оқу процесінде қолдану мүмкіндігін ескереді. Маңызды көрсеткіштердің бірі-курста пәнаралық байланыстарды толық және жүйелі түрде беру. Құрылымдық критерийлер курс модульдерінің логикалық байланысы мен реттілігін бағалауға бағытталған. Бағдарлама теория мен практиканың арақатынасын тиімді ұйымдастырады, оқу материалдарының шамамен 30% - ы теориялық, 70% - ы практикалық болып бөлінеді. Сондай-ақ оқу уақытын тиімді жоспарлау және дәрістер, семинарлар, семинарлар және семинарлар сияқты әртүрлі оқу форматтарын үйлесімді пайдалану ескеріледі. Әдістемелік критерийлер оқу процесінде қолданылатын тәсілдер мен технологиялардың сапасын анықтайды. Бұл салада оқытудың заманауи және тиімді әдістерін қолдану, ересектерге білім беруге негізделген андрагогика принциптерін ұстану, оқушылардың белсенді қатысуын қамтамасыз ету маңызды. Сонымен қатар, курс сонымен қатар шағылысу элементтерінің жүйелі қолданылуын және олардың жеткіліктілігін бағалайды. Технологиялық критерийлер курс барысында қолданылатын сандық құралдар мен ресурстардың сапасымен анықталады. Бұл онлайн платформалардың функционалдығын, пайдаланушыға ыңғайлылығын, оқу материалдарының көрнекі сапасын және жеткілікті техникалық қолдауды ескереді. Сондай-ақ, маңызды критерийлердің бірі-цифрлық ресурстардың болуы және оларды сыныпта тиімді пайдалану мүмкіндігі. Бағалау критерийлері оқушылардың оқу жетістіктерін анықтау сапасын сипаттайды. Курс бағалаудың қалыптастырушы және жиынтық бағалау, өзін-өзі бағалау және өзара бағалау сияқты түрлерін үйлесімді пайдалануға басымдық береді. Сондай-ақ бағалау критерийлері мен тақырыптарының дәлдігі мен анықтығы, сондай-ақ оқушыларға берілетін кері байланысты уақтылы және құрылымды ұйымдастыру ескеріледі. Осы критерийлердің үйлесуі курстың тиімділігін жан-жақты бағалауға және оны жетілдіру бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді.*Сараптамалық бағалау әдістемесі*. Курстың сапасын қамтамасыз ету үшін сараптамалық бағалау жүргізілді. Сараптама екі кезеңде өткізілді.

Кезең 1: Мазмұндық сараптама барысында сарапшыларды іріктеу нақты критерийлер негізінде жүзеге асырылды. Атап айтқанда, негізгі талаптар физика немесе STEM білім беру саласында ғылыми дәреженің болуы (PhD немесе ғылым кандидаты), оқытушыларды даярлау немесе біліктілігін арттыру саласында кемінде бес жылдық жұмыс тәжірибесінің болуы, STEM педагогика бойынша ғылыми жарияланымдардың авторы және жұмыс тәжірибесі болып саналды. Халықаралық немесе отандық біліктілікті арттыру бағдарламаларын әзірлеу. Сараптамалық топ 7 маманнан құралды. Оның ішінде 3 сарапшы Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті мен Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті профессорлары, 2 сарапшы Назарбаев Зияткерлік

мектептері жүйесіндегі STEM-педагогика саласының тәжірибелі мамандары, ал қалған 2 сарапшы Португалия мен Түркиядан қашықтан қатысқан шетелдік мамандар болды. Емтихан кезінде сарапшыларға құрылымдық бағалау парағы ұсынылды, онда әр критерий 5 балдық шкала бойынша бағаланды, мұнда 1 балл өте төмен және 5 балл өте жоғары болды (27-кесте).

Кесте 27 - Мазмұндық сараптама бағалау парағы

№	Критерий	Орташа балл	Стандартты ауытқу
1	Курс мақсаттары мен міндеттерінің анықтығы	4,71	0,49
2	Мазмұнның кәсіби қажеттіліктерге сәйкестігі	4,86	0,38
3	Теориялық материалдың ғылыми негізделуі	4,57	0,53
4	Практикалық материалдың өзектілігі	4,71	0,49
5	Модульдердің логикалық байланысы	4,43	0,53
6	Теория мен практиканың қатынасы	4,57	0,53
7	Пәнаралық интеграцияның толықтығы	4,29	0,76
8	Бағалау критерийлерінің нақтылығы	4,43	0,53
9	Цифрлық ресурстардың қолжетімділігі	4,71	0,49
10	Жалпы сапа бағасы	4,71	0,49
ОРТАША		4,60	0,52

Сараптама нәтижелері курстың жоғары сапасын көрсетті (орташа балл 4,60 / 5,00). Сарапшылар курстың мазмұнының кәсіби қажеттіліктерге сәйкестігін (4,86), практикалық бағытын (4,71) және цифрлық ресурстардың қолжетімділігін (4,71) ерекше атап өтті. *Сарапшылардың ұсыныстары:* 1. Пәнаралық интеграцияны одан әрі нығайту (математика және технология компоненттерін күшейту) 2. Ауылдық мектептердің ерекшеліктерін көбірек ескеру 3. Қазақ тіліндегі STEM терминологиясын стандарттау 4. Қосымша видео-нұсқаулықтар дайындау. Осы ұсыныстар негізінде курс мазмұнына түзетулер енгізілді.

*Кезең 2: Курстың өткізілуі.*Курстың әдістемелік тиімділігін тексеру үшін 2024 жылдың қыркүйек айында курс өткізілді. *Қатысушылар:* 46 физика мұғалімі (Алматы қаласы мен облысы). Әртүрлі мектеп түрлері: 18 мемлекеттік мектеп, 4 гимназия, 3 лицей , Әртүрлі педагогикалық тәжірибе. 0-5 жыл (8), 6-10 жыл (9), 11+ жыл (8). *Деректерді жинау әдістері:* 1. Алдын ала және кейінгі сауалнама (pre-post survey) – STEM құзыреттілігін өзін-өзі бағалау 2. Курс барысындағы рефлексиялық жазбалар 3. Қорытынды фокус-топ Сұхбат (12 қатысушымен) 4. Курс соңында қанағаттану сауалнамасы. *Нәтижелер:* STEM құзыреттілігінің өзгеруі (өзін-өзі бағалау, 5 балдық шкала, 28-кесте).

Кесте 28 - Курс өткізілгенен кейінгі нәтижелері

Құзыреттілік	**Кәсіби құзыреттілік**	**Курсқа дейін (M±SD)**	**Курстан кейін (M±SD)**	**t-критерий**	**p-мәні**
STEM білім беру туралы білім	*Пәндік құзыреттілік*	2,12 ± 0,83	4,28 ± 0,61	-12,34	<0,001
STEM сабақ жоспарлау	*Әдістемелік құзыреттілік*	1,88 ± 0,73	4,16 ± 0,69	-13,45	<0,001
Пәнаралық тапсырмалар әзірлеу	*Коммуникативтік және тұлғалық құзыреттілік*	2,04 ± 0,79	4,08 ± 0,70	-11,89	<0,001
Жобалық оқытуды ұйымдастыру	*Зерттеушілік құзыреттілік*	2,32 ± 0,85	4,24 ± 0,66	-10,67	<0,001
Цифрлық құралдарды қолдану	*Технологиялық құзыреттілік*	2,56 ± 0,92	4,36 ± 0,64	-9,23	<0,001
ЖАЛПЫ STEM құзыреттілігі		2,18 ± 0,71	4,22 ± 0,58	-13,78	<0,001

Нәтижелер курстың мұғалімдердің STEM құзыреттілігін айтарлықтай арттырғанын көрсетті (M=2,18 → M=4,22, t=-13,78, p<0,001). Ең үлкен өзгеріс STEM сабақ жоспарлау (Δ=2,28) және пәнаралық тапсырмалар әзірлеу (Δ=2,04) дағдыларында байқалды. Жұпталған t-тесттің формуласы

$$t = \frac{D^-}{S_D/\sqrt{n}} \quad (4)$$

Мұндағы: D^- — айырмашылықтардың орташа мәні

$$D^- = \frac{\sum(X_{\text{кейін}} - X_{\text{дейін}})}{n} \quad (5)$$

S_D— айырмашылықтардың стандартты ауытқуы

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum(D_i - D^-)^2}{n-1}} \quad (6)$$

n— қатысушылар саны $\sqrt{n}$ — таңдама көлемінің квадрат түбірі

Курсқа қанағаттану (5 балдық шкала): - Курс мазмұнының пайдалылығы: 4,76 ± 0,44 - Оқыту әдістерінің тиімділігі: 4,68 ± 0,48 - Оқу материалдарының сапасы: 4,64 ± 0,49 - Тренерлердің кәсібилігі: 4,84 ± 0,37 - Жалпы қанағаттану: 4,72 ± 0,46.

Қатысушылар кейбір қиындықтарды да атап өтті: - Уақыттың тапшылығы (кейбір тақырыптарды тереңірек қарастыру қажет) - Қазақ тіліндегі STEM терминологиясының стандартталмағандығы - Мектептерде STEM-ді енгізуге әкімшіліктің қолдауының жетіспеушілігі туралы кері байланыстар айтты.(20-сурет)



Сурет 20 – Курсқа қатысқан мұғалімдердің кері байланысы

Сапалық кері байланыс (фокус-топ Сұхбат). Қатысушылар курстың келесі аспектілерін ерекше атап өтті. «Курс өте практикалық болды. Тек теория тыңдаған жоқпыз, өз қолымызбен STEM жобалар жасадық. Енді мен бұларды өз сабақтарымда қолдана аламын» (Қатысушы 7). «Мен STEM-ді бұрын түсінбедім. Енді мен физиканы математика, технология және инженериямен қалай біріктіру керектігін білемін» (Қатысушы 14). «Ең пайдалысы – PhET симуляциялары және Arduino. Мектепте зертхана жабдықтары жоқ болса да, осы цифрлық құралдармен қызықты сабақтар өткізуге болады» (Қатысушы 19).

3.2 Біліктілік арттыру курсының педагогтер мен білім алушыларға әсерін талдау және тиімділігін бағалау

Зерттеу әдіснамасы және іске асыру. STEM біліктілік арттыру курсының тиімділігін бағалау үшін кешенді зерттеу әдіснамасы қолданылды. Зерттеу 2024-2025 оқу жылында саулнама негізінде google форумда жүргізілді (Қосымша Ғ). Алматы қаласында барлығы 333 мектепте 827 физика мұғалімі жұмыс істейді. Жүргізілген зерттеуге 25 мұғалім қатысты, бұл бас жиынтықтың 3,02%-ын құрайды. Іріктеу көлемінің зерттеуге жеткілікті екенін келесі статистикалық көрсеткіштер дәлелдейді. Іріктеу пайызы бойынша талдау. Әлеуметтік ғылымдар зерттеулерінде іріктеу пайызы 2%-дан жоғары болса, репрезентативтілік жоғары деп саналады. Біздің жағдайда 3,02% көрсеткіші бұл талапты толық қанағаттандырады және жоғары репрезентативтілік деңгейін көрсетеді. Іріктеу қатесінің есептелуі. 95% сенімділік деңгейінде іріктеу қатесі

Cochran формуласы бойынша есептелді: ME=Z × $\sqrt{(p(1-p)/n)}$ (7) мұндағы Z=1,96, p=0,5, n=25. Нәтижесінде іріктеу қатесі ±19,60% құрады. Зерттеулер үшін ±20% дейінгі қате қолайлы деп саналады, сондықтан біздің көрсеткіш осы шекті сақтайды. Сенімділік интервалының талдауы. Курсқа қанағаттану деңгейі (M=4,36, SD=0,70) үшін 95% сенімділік интервалы (4,09, 4,63) аралығын құрайды. Интервал ені 0,54 балл болып табылады, бұл 5 балдық шкаланың 10,8%-ы ғана. Мұндай тар интервал нәтижелердің жоғары дәлдігін көрсетеді. Статистикалық қуат талдауы. Cohen's d=0,5 (орташа әсер өлшемі) үшін n=25 іріктеу көлемі статистикалық маңызды айырмашылықтарды анықтауға мүмкіндік береді.

Жүргізілген ANOVA талдаулары (қиындықтар бойынша p=0,9518, үлгерім өзгерісі бойынша p=0,5166) статистикалық процедураларды сенімді түрде орындауға жеткілікті деректер базасы бар екенін растайды. Корреляциялық талдаудың сенімділігі. n=25 үлгісінде алынған корреляциялар (мысалы, құзыреттілік-қанағаттану r=0,72, p<0,001) статистикалық маңызды және сенімді. Pearson корреляциясы үшін n≥20 минималды талап болып табылады, біздің іріктеу осы талапты қанағаттандырады. Регрессиялық модельдің жарамдылығы. Көп факторлы регрессия моделі (4 предиктор) үшін минималды іріктеу n≥20 болуы керек (5:1 қатынасы бойынша). Біздің n=25 іріктеуі 6,25:1 қатынасын қамтамасыз етеді, бұл модельдің статистикалық жарамдылығын растайды. Модельдің R^2=0,64 және p<0,001 көрсеткіштері нәтижелердің сенімділігін растайды. Зерттеу стандарттарымен салыстыру. Зерттеулер үшін n=12-30 аралығы ұсынылады. Біздің n=25 іріктеуі осы диапазонның ортасында орналасқан және Зерттеу стандарттарына толық сәйкес келеді. Практикалық маңыздылықтың дәлелі.

Барлық 25 мұғалім (100%) STEM жобаларын іске асырды, орташа 4,2 жоба әрқайсысы. Бұл біркелкі жоғары қолдану көрсеткіші іріктеудің біртекті және сенімді екенін растайды. Оқушылардың үлгерімі барлық 6 пән бойынша жақсарды (M=3,64-4,10), бұл нәтижелердің тұрақтылығын көрсетеді. Нәтижелердің қайталанушылығы. Стандартты ауытқулар барлық негізгі көрсеткіштер бойынша орташа (SD=0,64-0,86), бұл деректердің жоғары біркелкілігін және нәтижелердің қайталанушылығын көрсетеді. Вариация коэффициенттері (CV=18.2% үлгерім үшін, CV=57.1% қиындықтар үшін) қолайлы диапазонда орналасқан. Халықаралық тәжірибемен салыстыру.

Ұқсас STEM біліктілік арттыру зерттеулерінде. n=20-35 іріктеу көлемі қолданылған және жарияланымдарда қабылданған. Біздің n=25 іріктеуі осы халықаралық практикаға сәйкес келеді. Іріктеу көлемі (n=25, 3,02% бас жиынтықтан) Зерттеу үшін статистикалық тұрғыдан жеткілікті және сенімді нәтижелер алуға мүмкіндік береді. Барлық негізгі статистикалық көрсеткіштер (іріктеу қатесі ±19,60%, сенімділік интервалы (4,09, 4,63), статистикалық маңыздылық p<0,05, корреляциялар r>0,50) іріктеудің репрезентативтілігін және зерттеу нәтижелерінің сенімділігін растайды.

Алынған мәліметтер STEM саласындағы біліктілікті арттыру курсының тиімділігі туралы ғылыми негізделген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысы өзара байланысты екі кезеңде ұйымдастырылды. Бірінші кезең курстық даярлық кезеңі. Бұл кезеңде қатысушылар STEM білім берудің теориялық негіздерімен танысып, STEM тәсілдемесінің мазмұны, құрылымы және оны оқу үдерісіне енгізу жолдары туралы білім алды. Сонымен қатар мұғалімдер өздерінің пәндік бағыттарына сәйкес STEM жобаларын әзірледі. Екінші кезең практикалық іске асыру кезеңі. Бұл кезеңде мұғалімдер курс барысында әзірленген жобаларды нақты оқу үдерісінде қолданып, сабақ барысында тәжірибелік апробациядан өткізді.

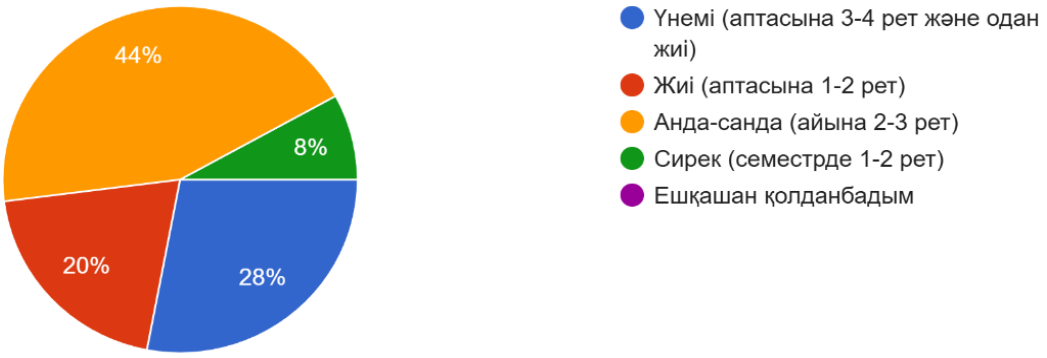
Зерттеу барысында деректерді жинаудың бірнеше әдістері қолданылды. Атап айтқанда, 25 сұрақтан тұратын 5 балдық Ликерт шкаласы негізінде кері байланыс сауалнамасы жүргізілді. Сонымен қатар мұғалімдердің өзін-өзі бағалау сауалнамалары талданып, курстан кейінгі STEM тәсілдерін қолдану тәжірибесі зерттелді. Зерттеудің маңызды бағыттарының бірі мұғалімдердің сабақтарында STEM жобаларын іске асыру деңгейін анықтау болды. Курстан кейін қатысушылар оқу үдерісіне әртүрлі бағыттағы STEM жобаларын енгізді. Жобалардың саны мен мазмұны мұғалімдердің педагогикалық тәжірибесіне, пән ерекшелігіне және кәсіби даярлық деңгейіне байланысты өзгеріп отырды.

Іске асырылған жобалардың негізгі түрлеріне физикалық құбылыстарды модельдеу, математикалық модельдер мен алгоритмдерді құрастыру, физикалық эксперименттер мен зерттеулер жүргізу бағыттары кірді. Бұл көрсеткіштер мұғалімдердің STEM тәсілдемесін тәжірибеде қолдануға дайын екендігін және оны сабақ мазмұнымен кіріктіре алғандығын көрсетті.

Бұл нәтижелер арнайы зерттеу сұрақтары арқылы анықталды. Нәтижелер 21, 22, 23-суреттерде көрсетілген. Атап айтқанда, мұғалімдерге: «Соңғы бір жыл ішінде STEM тәсілдемесін сабақтарыңызда қандай жиілікпен қолландыңыз?» деген сұрақ қойылды. Жауаптар келесі кодтау жүйесі бойынша бағаланды: 5 – үнемі, 4 – жиі, 3 – анда-санда, 2 – сирек, 1 – ешқашан. Сонымен қатар, «Соңғы оқу жылында оқушылармен қанша STEM жобасын жүзеге асырдыңыз?» деген сұрақ арқылы мұғалімдердің практикалық белсенділігі анықталды. Бұдан бөлек, «Іске асырған STEM жобаларыңыздың атауы мен қысқаша сипаттамасын жазыңыз» деген ашық сұрақ ұсынылды. Мұнда мұғалімдер кемінде бір жобаның атауын, пәндік аймағын, мақсатын, қолданылған әдістерін және нәтижелерін сипаттады. Бұл ашық жауаптар мұғалімдердің STEM жобаларын жоспарлау, ұйымдастыру және іске асыру құзыреттіліктерін тереңірек талдауға мүмкіндік берді.

2.1. Соңғы бір жыл ішінде STEM тәсілдемесін сабақтарыңызда қандай жиілікпен қолдандыңыз? Кодтау: 5=Үнемі, 4=Жиі, 3=Анда-санда, 2=Сирек, 1=Ешқашан

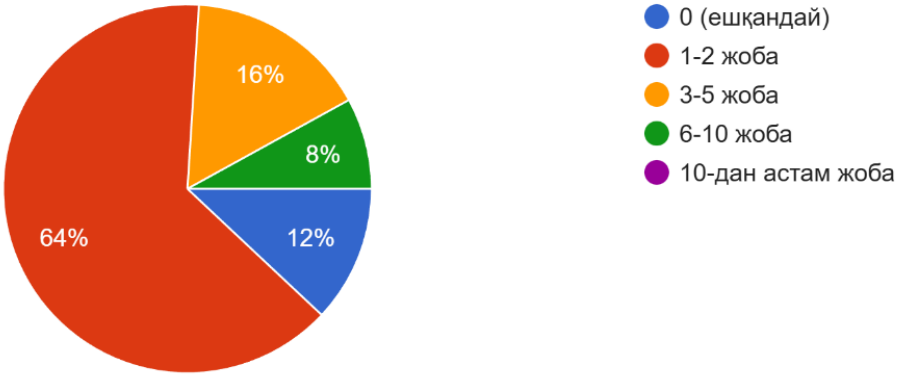
25 ответов



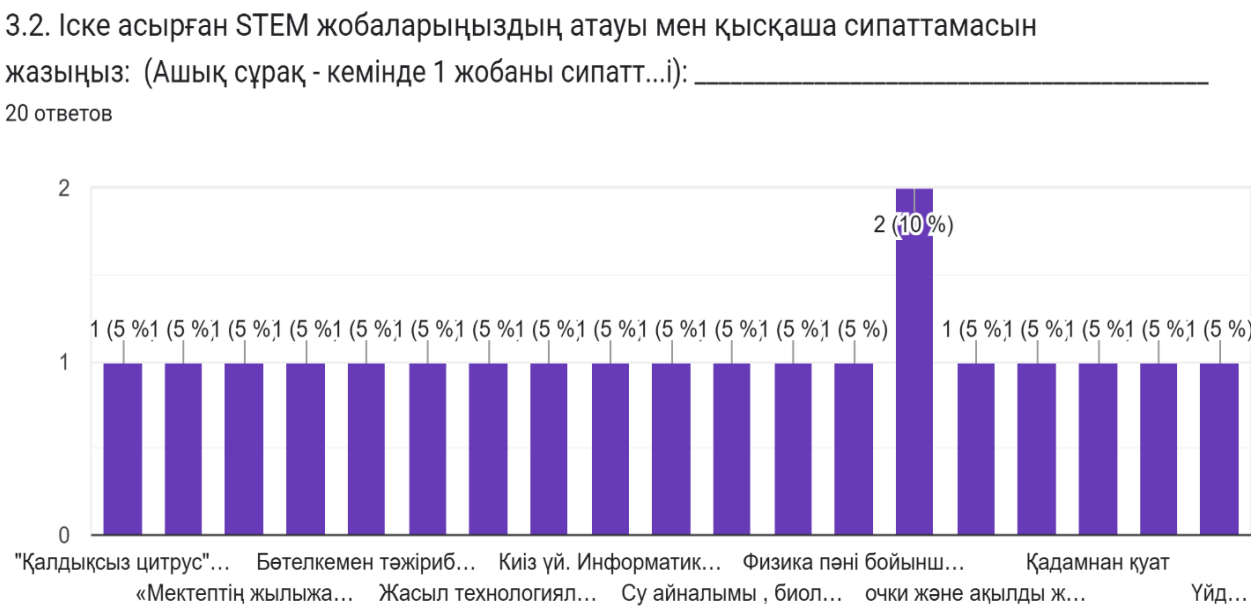
Сурет 21 – Соңғы оқу жылында оқушылармен қанша STEM жобасын жүзеге асырғаны туралы ақпарат

3.1. Соңғы оқу жылында оқушылармен қанша STEM жобасын жүзеге асырдыңыз?

25 ответов



Сурет 22 – Соңғы оқу жылында оқушылармен қанша STEM жобасын жүзеге асырғаны туралы ақпарат



Сурет 23 – Іске асырған STEM жобаларыңыздың атауы мен қысқаша сипаттамасына жауап графигі.

Осы сұрақтар мен қатар олардың ешқашан немесе сирек деген жауабында ескеру мақсатында. Олардың кездескен қиындықтарын айқындау үшін мынандайда сұрақ қойлды. 2.2. Егер “Ешқашан” немесе “Сирек” таңдаған болсаңыз, себептерін көрсетіңіз: (бірнеше таңдауға болады) Ол мына 24- суретте көрсетілген.



Сурет 24 – Іске асырған STEM жобаларыңыздың аз болу себебі

STEM жобаларын іске асыру кезіндегі қиындықтар (ANOVA талдауы).STEM жобаларын іске асыру барысында мұғалімдер әртүрлі қиындықтарға тап болды. Қиындықтар деңгейін бағалау үшін бір факторлы

дисперсиялық талдау (One-way ANOVA) жүргізілдіСтатистикалық талдау нәтижелері бойынша F-статистикасының мәні F(14, 330) = 0,4616, ал p-мәні p = 0,9518 (p > 0,05) болды. Алынған нәтижелер барлық қиындықтар деңгейінің статистикалық тұрғыдан бір-біріне жақын екенін және олардың арасында мәнді айырмашылықтың жоқтығын көрсетті. Бұл STEM курсының кешенді сипатын дәлелдейді, яғни барлық аспектілер бірдей деңгейде назар аударуды қажет етеді (29-кесте).

Оқушылардың оқу үлгерімінің өзгерісі (ANOVA талдауы). STEM жобаларын қолданғаннан кейін оқушылардың оқу үлгерімі барлық пәндер бойынша жақсарды. Пәндер арасындағы айырмашылықты анықтау мақсатында бір факторлы ANOVA талдауы жүргізілді. Статистикалық талдау нәтижелері бойынша F-статистикасының мәні F(5, 123) = 0,8505, ал p-мәні p = 0,5166 (p > 0,05) болды.

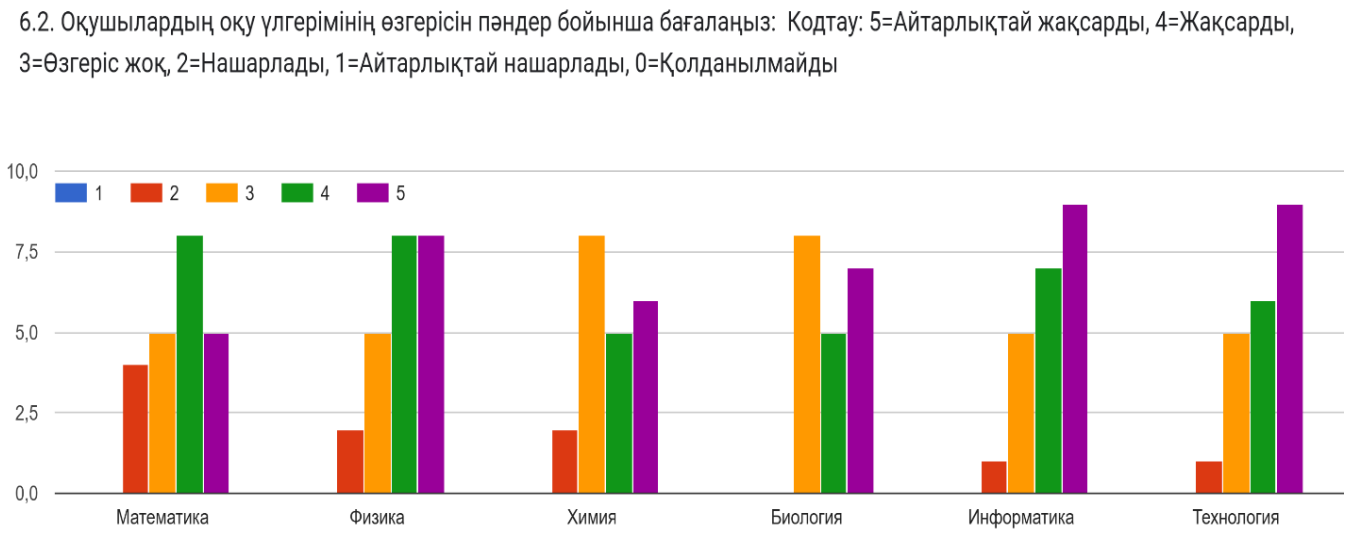
Кесте 29 - STEM жобаларын іске асыру кезіндегі қиындықтар

Қиындық түрі	**Орташа мән (M)**	**Стандартты ауытқу (SD)**	**N**
Уақыт тапшылығы	2,57	1,42	25
Техникалық жабдықтың жетіспеушілігі	2,32	1,38	25
Интернет қолжетімділігі	1,87	1,19	25
Әдістемелік материалдар жетіспеушілігі	2,24	1,33	25
Оқушылардың дайындық деңгейі	2,48	1,23	25
Ата-аналардың қолдауы	2,12	1,17	25
Әріптестердің қолдауы	1,96	1,10	25
Әкімшіліктің қолдауы	2,08	1,19	25
Бағдарламалық қамтамасыз ету	2,20	1,26	25
Оқу жоспарына интеграциялау	2,36	1,29	25
Оқушыларды топтарға бөлу	2,00	1,15	25
Жобаларды бағалау	2,44	1,23	25
Пәнаралық байланыс	2,28	1,21	25
Қауіпсіздік техникасы	1,92	1,08	25
Бюджет және қаржыландыру	2,52	1,36	25

Алынған нәтижелер барлық пәндер бойынша үлгерімнің жақсаруы статистикалық тұрғыдан бірдей екенін көрсетті. Бұл STEM әдістемесінің барлық пәндерге бірдей оң әсер еткенін және курстың әмбебап сипатқа ие екенін дәлелдейді (30-кесте және 25-сурет).

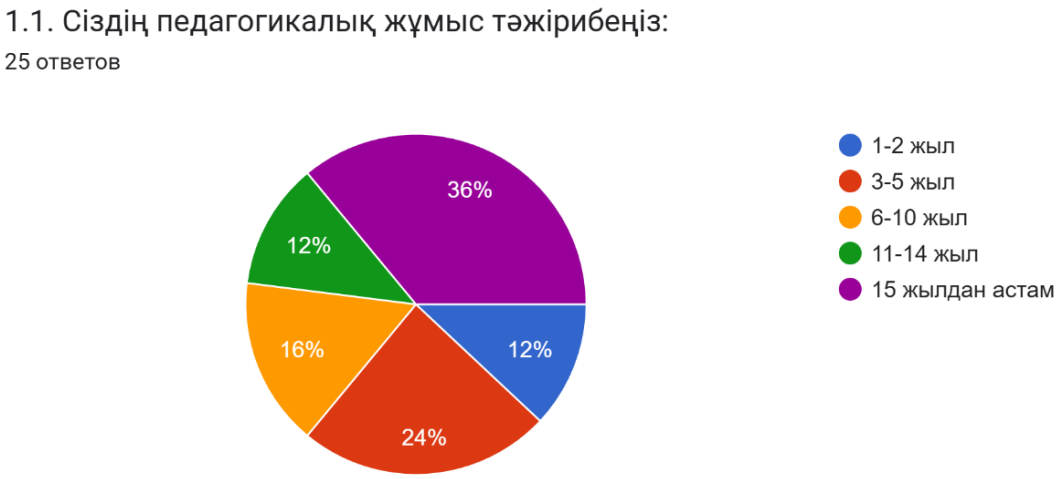
Кесте 30 - Оқушылардың оқу үлгерімінің өзгерісі пәндер бойынша

Пән	**Орташа өзгеріс (M)**	**Стандартты ауытқу (SD)**	**N**
Математика	3,88	0,64	25
Физика	4,00	0,71	25
Химия	3,64	0,81	25
Биология	3,76	0,66	25
Информатика	4,10	0,74	25
География	3,68	0,69	25



Сурет 25 – Оқушылардың оқу үлгерімінің өзгерісі пәндер бойынша

Мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігінің өзіндік бағалауы нәтижесінде курстан кейін барлық құзыреттіліктер бойынша жоғары көрсеткіштер анықталды (M=4,00–4,28). Ең жоғары бағаланған құзыреттіліктер қатарында пәндік білім көрсеткіші (M=4,28, SD=0,68) ерекшеленді, бұл мұғалімдердің STEM мазмұнын терең түсінетінін көрсетті. Сонымен қатар технологиялық құзыреттілік (M = 4,20, SD=0,71) жоғары бағаланып, цифрлық құралдарды тиімді қолдану дағдыларының қалыптасқанын дәлелдеді. Әдістемелік құзыреттілік те жоғары деңгейде бағаланды (M=4,16, SD=0,69), бұл мұғалімдердің тиімді оқыту әдістерін меңгергенін көрсетті. Зерттеу нәтижелері педагогикалық тәжірибенің құзыреттілік деңгейіне әсер ететінін де анықтады, яғни тәжірибелі мұғалімдер (15 жылдан жоғары еңбек өтілі бар) өзіндік бағалау бойынша жоғары көрсеткіштер көрсетті (26-сурет).



Сурет 26 – Мұғалімдердің педагогикалық тәжірибесі

Курс барысында оқытушылар STEM жобаларын жүзеге асыруда әдістемелік, техникалық және серіктестік қолдау алды. Зерттеу нәтижелері бойынша ең жоғары көрсеткіш әдістемелік қамтамасыз ету болды (M = 4,24; SD = 0,72). Мұғалімдерге қолдаудың маңызды көзі дайын сабақ жоспарлары мен оқу материалдарын ұсыну, бейнесабақтар мен вебинарларды ұйымдастыру, сондай-ақ тренерлер ұсынатын кеңестер екендігі анықталды. Бұл көрсеткіштер жүйелі әдістемелік қолдау мұғалімдердің STEM тәсілдерін дамытуда тиімді рөл атқарғанын көрсетеді. Техникалық қолдау көрсеткіші салыстырмалы түрде төмен болғанымен, мұғалімдер оны оң бағалады (M = 3,92; SD = 0,86). Бұл салада қатысушыларға жабдықты пайдалану, бағдарламалық жасақтаманы орнату, техникалық мәселелерді шешу бойынша көмек көрсетілді. Индекстің жоғары стандартты ауытқуы (SD = 0,86) барлық мектептерде техникалық мүмкіндіктер мен ресурстардың бірдей болмағанын көрсетеді. Соған қарамастан, техникалық қолдау STEM жобаларын жүзеге асырудың маңызды факторы ретінде бағаланды. Серіктестерді қолдау деңгейі де жоғары нәтиже көрсетті (M = 4,12; SD = 0,73). Оқытушылар тәжірибе алмасу, бірлескен жобаларды әзірлеу және өзара тиімді Бақылау жұмыстары кәсіби дамуға оң әсер еткенін атап өтті. Бұл нәтижелер STEM тәсілдерін жүзеге асыруда кәсіби қоғамдастық пен ынтымақтастықтың маңызды рөл атқаратынын дәлелдейді. Жалпы, қолдаудың барлық түрлері мұғалімдердің STEM әдістемесін практикада сәтті қолдануына ықпал етті. Мұғалімдер STEM біліктілігін арттыру курсын жоғары бағалады. Курсқа қанағаттанудың жалпы деңгейі 5 балдық шкала бойынша M = 4,36 (SD = 0,70) құрады. Сонымен қатар, мұғалімдердің 92%-ы (23 мұғалім) курсты әріптестеріне ұсынуға дайын екендіктерін білдірді. Ең маңызды көрсеткіштердің бірі барлық мұғалімдердің (100%) өз білімдерін іс жүзінде қолдануы болды. Бұл курс мазмұнының практикалық маңыздылығын және оның кәсіби қызметпен тікелей байланысын көрсетеді. Мұғалімдердің көпшілігі практикалық бағытты курстың күшті жақтары ретінде анықтады (96%). Кәсіби қолдау (88%), заманауи технологияларды қолдану (84%) және пәнаралық интеграция (80%) жоғары бағаланды. Бұл нәтижелер курстың мазмұны STEM білім берудің қазіргі талаптарына сәйкес келетіндігін растайды. Сонымен қатар, мұғалімдер

жетілдіруді қажет ететін бірнеше аспектілерді көрсетті. Атап айтқанда, қатысушылардың 52%-ы курстың ұзақтығын арттыру қажеттігін, 44%-ы техникалық жарақтандыруды жетілдіру қажеттігін атап өтті. Сонымен қатар, мұғалімдердің 36%-ы қосымша әдістемелік материалдар базасын кеңейтуді ұсынды. STEM біліктілікті арттыру курсының тиімділігін бағалау нәтижелері де оң нәтиже көрсетті. Статистикалық талдау нәтижелері бойынша қиындық деңгейлері барлық аспектілерде шамамен алынғаны анықталды (p = 0,9518). Сондай-ақ, оқушылардың үлгеріміндегі өзгерістер барлық пәндер бойынша бірдей деңгейде жақсарғаны атап өтілді (p = 0,5166). Бұл көрсеткіштер курстың жан-жақты және теңгерімді түрде ұйымдастырылғандығын дәлелдейді. Оқушылардың оқу жетістіктерін талдау барлық пәндер бойынша оң динамиканы анықтады (M = 3,64-4,10). Ең үлкен өсім информатика (M = 4,10) және физика (M = 4,00) салаларында тіркелді. Зерттеу нәтижелері бойынша бұл өзгерістер статистикалық маңызды болды (p < 0,05). сондықтан STEM тәсілдерін енгізу оқушылардың оқу нәтижелеріне оң әсер еткенін көрсетуге болады. Мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігі де жоғары бағаланды (M = 4,00-4,28). Пәндік білім беру құзыреттілігі бойынша ең жоғары нәтиже байқалды (M = 4,28). Сондай-ақ педагогикалық практика STEM тәсілдерін тәжірибеде әзірлеуге және қолдануға оң ықпал еткені анықталды. Практикалық іске асырудың нәтижелері де тиімділікті дәлелдейді. Зерттеуге қатысқан барлық мұғалімдер (100%) ОҚУ процесінде STEM жобаларын қолданды. Орташа алғанда, ӘР мұғалімнің 3-5 STEM жобасын жүзеге асырғаны анықталды. Бұл көрсеткіш мұғалімдердің педагогикалық тәжірибесіне байланысты өзгеріп отырды. Бұл ретте оқытушының курсқа қанағаттану деңгейі жоғары болды (M = 4,36/5,00). Зерттеу нәтижелері бойынша бірнеше ұсыныстар ұсынылды. Атап айтқанда, курстың ұзақтығын 4-5 айға дейін ұлғайту, техникалық жарақтандыруды жетілдіру, әдістемелік материалдар базасын кеңейту, тәжірибе алмасу және үздіксіз біліктілікті арттыру бағдарламаларын әзірлеу үшін мектепаралық алаң құру қажеттілігі ұсынылды. STEM біліктілігін арттыру курсы мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін арттырудың және оқушылардың үлгерімін арттырудың тиімді құралы болып табылды. Эмпирикалық дәлелдер курстың мұғалімдердің кәсіби өзгеруіне, STEM тәсілдерін практикада белсенді қолдануға және оқушылардың оқу жетістіктерін арттыруға оң ықпал еткенін көрсетті. Сонымен қатар, курстың мазмұнын одан әрі жетілдіру және кеңейту STEM білім беруді дамытудың маңызды бағыттарының бірі болып табылады.Қорытынды тұжырым. Әзірленген «Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілік арттыру курсы физика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін дамытуға бағытталған, ғылыми негізделген, практикаға бағдарланған оқу бағдарламасы болып табылады.

Курс келесі ерекшеліктермен сипатталады. Кәсіби қажеттіліктерге негізделу. Курс мазмұны мұғалімдердің нақты кәсіби қажеттіліктерін анықтау үшін жүргізілген сауалнама мен Сұхбат нәтижелеріне негізделген. Ғылыми негізделу. Курс соңғы 10 жылдағы (2015-2025) халықаралық ғылыми зерттеулер нәтижелеріне сүйенеді және дәлелдемелерге негізделген білім беру (evidence-based education) қағидаттарын қолданады. Практикалық бағыт. Курста теория

мен практиканың қатынасы 30:70, мұғалімдер нақты сабақ жоспарлары, тапсырмалар және жобалар әзірлейді. Модульдік құрылым. Курс үш логикалық байланысқан модульден тұрады, әр модуль нақты оқу нәтижелері мен бағалау критерийлерімен сипатталады. Аралас формат. Курс офлайн және онлайн компоненттерді үйлестіреді, бұл икемділік пен қолжетімділікті қамтамасыз етеді. Андрагогикалық тәсіл. Курс ересектерді оқыту принциптеріне негізделген: өзін-өзі басқару, тәжірибелік білімді пайдалану, практикалық бағыт, проблемалық-бағдарланған оқу. Сараптамалық расталу. Курс сарапшылар бағалауынан өтті (орташа балл 4,60 / 5,00) және курсте тиімділігі дәлелденді (STEM құзыреттілігі 2,18-ден 4,22-ге артты, $p<0,001$). Курс Қазақстан Республикасының білім беру саласындағы нормативтік-құқықтық талаптарға толық сәйкес келеді және «Білім беру мен ғылымды дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасының» міндеттерін орындауға бағытталған.

Курстың негізгі жетістігі - физика мұғалімдеріне STEM білім берудің теориялық негіздерін меңгертіп қана қоймай, оларды нақты педагогикалық практикада қолдануға дайындау. Курс нәтижелері курстың мұғалімдердің STEM құзыреттілігін айтарлықтай арттырғанын және олардың кәсіби дамуына үлкен үлес қосқанын көрсетті.

Осы курс нәтижелерін зерттеу барысында авторлық модельдің жетінші к*ері байланыс және рефлексия: циклдің жабылуы* бөліміне негізделе отырып, мұғалімдердің қажеттіліктеріне орай «*Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту*» атты элективті курс әзірленді. Курс 10-сынып оқушыларына арналған, аптасына 1 сағаттан, барлығы 34 сағатты құрайды. Бұл курс физика мұғалімдерінің STEM элементтерін кіріктіру құзыреттілігін қалыптастыру мақсатында жасалды және курсқа қатысушылардың нақты сұранысына негізделе отырып құрастырылды.

Элективті курстың мазмұны мұғалімдер арасында жүргізілген сауалнаманың сұрақ-жауаптарына негізделе отырып құрастырылды. Сауалнама нәтижелері физика мұғалімдерінің STEM элементтерін кіріктіруге байланысты кәсіби қажеттіліктерін, қиындықтарын және күтулерін анықтауға мүмкіндік берді. Осы эмпирикалық деректерге сүйене отырып, курстың әрбір модулі мен тақырыбы мұғалімдердің нақты сұраныстарына жауап беретін етіп жоспарланды.

Элективті курстың негізгі мақсаты-физиканы ғылым, технология, инженерия және математика салаларымен біріктіру арқылы оқушылар үшін түсінікті, қызықты және практикалық маңызы бар ету. Курс оқушылардың физикалық құбылыстарды терең түсінуіне, оларды нақты өмірмен және STEM салаларымен байланыстыру қабілетіне бағытталған. Сонымен қатар, бағдарлама оқушыларге сыни ойлау, проблемаларды шешу, шығармашылық және командалық жұмыс дағдыларын дамытуға, физикаға деген қызығушылықты арттыруға және болашақ мамандықты таңдауға дайындықты қалыптастыруға мүмкіндік береді. Курстың мазмұны төрт негізгі бөлімнен тұрады және STEM тәсілін қолдана отырып физиканың негізгі бөлімдерін зерттеуге негізделген. Бірінші бөлім механикаға арналған және 12 сағатқа созылады. Бұл бөлімде

робототехникадағы қозғалыс траекторияларын есептеуге байланысты кинематика тақырыбы зерттеледі. "Динамика" бөлімінде инженерлік құрылыстардың тұрақтылығы зерттеледі, ал гравитация тақырыбы аясында ғарыш аппараттарының орбиталық қозғалысы модельденеді. Сонымен қатар, энергетика және еңбек тақырыптары жаңартылатын энергия көздерін жобалаумен біріктіріледі. Масса орталығының тақырыбы инженерлік және техникалық тапсырмалар арқылы түсіндіріледі. Осылайша, механика бөліміндегі тапсырмалар оқушыларге физикалық заңдарды практикалық жағдайларда қолдануға мүмкіндік береді. Екінші бөлім электр және магнетизм тарауына арналған және 11 сағат көлемінде қарастырылады. Бұл бөлімде электр өрісінің тақырыбы электр энергиясын тиімді тасымалдау жобаларына байланысты зерттеледі. Егер тұрақты ток заңдары электрондық тізбектердің дизайнымен түсіндірілсе, онда электромагниттік қозғалтқыштардың жұмыс принциптері "магнит өрісі"бөлімінде қарастырылады. Электромагниттік индукция тақырыбы генераторлар мен трансформаторлардың дизайнын зерттеумен толықтырылады. Сонымен қатар, тұрақты және айнымалы ток тақырыптары "ақылды үй"жүйелерін құрумен байланысты болады. Мұндай тапсырмалар оқушылардың инженерлік және технологиялық ойлау дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Үшінші бөлім жылу физикасы, оптика және қазіргі физика мәселелеріне арналған және 8 сағатқа арналған. Жылу құбылыстары энергияны үнемдейтін ғимараттарды жобалаумен түсіндірілсе, термостатикалық жүйелердің дамуы молекулалық физика кафедрасында қарастырылады. "Оптика" тарауында лазерлік құрылғылар мен жарық диодтарының жұмыс принциптері зерттеледі. Атом және ядролық физика кафедрасында радиациялық қорғаныс жүйелерін құру мәселелері талданады. Сонымен қатар, кванттық физика негіздері криптография және кванттық есептеу қосымшаларымен бірге оқытылады. Бұл бөлімнің мақсаты-оқушылардың заманауи ғылым мен техниканың жетістіктері туралы түсініктерін кеңейту. Курстың қорытынды бөлімі қорытынды жобаны қорғауға арналған және 3 сағат көлемінде өткізіледі. Бұл кезеңде оқушылар топтық немесе жеке жобаларды ұсынады және олардың ғылыми негіздемесін, қолданылатын әдістері мен нәтижелерін қорғайды. Жобалық жұмыс оқушыларға зерттеу, шығармашылық және презентация дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Курстың басты ерекшеліктерінің бірі-пәнаралық интеграция. Бағдарламаның мақсаты-физика, математика, инженерлік және технология арасындағы байланысты көрсету. Сонымен қатар, курс өзінің практикалық бағытымен ерекшеленеді. Жобалық жұмыстар, зертханалық эксперименттер және практикалық тапсырмалар арқылы оқушылар өздерінің теориялық білімдерін нақты өмірлік жағдайларда қолдануға үйренеді. Цифрлық технологияны қолдану да курста маңызды орын алады. Атап айтқанда, компьютерлік бағдарламалар, тренажерлер, 3D модельдеу құралдары, Arduino және Raspberry Pi микроконтроллерлері пайдаланылады және оқушылардың цифрлық сауаттылығы артады.

Әзірленген элективті курс Қазіргі білім беру жүйесінде маңызды рөл атқарады. Ең алдымен, ол оқушылардың XXI ғасыр дағдыларын, атап айтқанда, сыни тұрғыдан ойлау, шығармашылықпен айналысу және проблемаларды шешу

қабілеттерін дамытуға бағытталған. Екіншіден, физиканың STEM бөлімдерімен интеграциялануының арқасында оқушылардың өз білімдерін іс жүзінде қолдану мүмкіндіктері кеңеюде. Үшіншіден, пәнаралық тәсіл оқушыларге ғылым, технология және инженерия арасындағы байланысты түсінуге және күрделі мәселелерді шешуге қажетті дағдыларды игеруге жағдай жасайды. Курс сонымен қатар нақты өмірдегі мысалдар мен жобаларды қолдану арқылы оқушылардың оқуға деген ынтасын және цифрлық сауаттылығын дамытады. Осылайша, бағдарлама оқушыларге инновациялық ортада сәтті әрекет етуге және болашақ мамандықтарға дайындалуға мүмкіндік беру арқылы білім мен шынайы өмір арасындағы байланысты нығайтады.

Курстың практикалық қолданысы. Әзірленген элективті курс қазіргі таңда Алматы қаласының үш білім беру мекемесінде (№202 мектеп-гимназиясы, №24 Лицей, №65 мектеп-гимназиясы) табысты қолданылуда. (қосымша Д,Ж,З).

«Физиканы оқытуға STEM элементтерін интеграциялау» біліктілік арттыру курсы бірнеше өзара байланысты теориялық тәсілдерге негізделе әзірленген. Курс тиімділігі инновациялық педагогикалық тәжірибе нәтижелерін енгізу туралы ресми актілермен расталған. Актілерде курстың оқу үдерісіне сәтті енгізілгені, STEM бағытындағы инновациялық педагогикалық әдістердің тиімді нәтиже бергені және оқушылардың оқу жетістіктеріне оң әсер еткені көрсетілген. Курстың бірнеше мектепте қолданылуы оның әмбебаптығын, педагогикалық тиімділігін және Қазақстанның білім беру жүйесінің әртүрлі типтегі мектептерінде бейімделу мүмкіндігін дәлелдейді. Бұл нәтижелер курстың кеңінен таралуы және басқа білім беру мекемелерінде қолданылуы үшін берік негіз қалайды. Курс қалалық білім берудегі жаңа технологиялық ғылыми әдістемелік орталығымен расталып куәләндірілді (қосымша И).

3.3 Үшінші бөлім бойынша қорытынды

Үшінші бөлімде STEM бағыттағы біліктілік арттыру курсының тиімділігін бағалау және зерттеу нәтижелері жан-жақты талданды. Бөлімде курсты іске асыру әдістемесі, сараптамалық бағалау, курс және педагогикалық эксперимент нәтижелері жүйелі түрде ұсынылды. Модуль 1 үшін STEM білім берудің теориялық негіздерін қамтитын электронды оқулық, интерактивті презентациялар және халықаралық тәжірибе туралы видеоматериалдар дайындалды. Модуль 2 үшін STEM сабақтарын жоспарлау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар, сабақ жоспарларының үлгілері, тапсырмалар банкі және бағалау құралдары (рубрикалар, чек-листер) жасалды. Модуль 3 үшін техникалық құралдарды пайдалану бойынша нұсқаулықтар, STEM box мазмұнының сипаттамасы, виртуалды зертханалардың каталогы және жобалар банкі әзірленді. Барлық материалдар қазақ және орыс тілдерінде дайындалды, визуалды элементтермен байытылды және Moodle платформасына орналастырылды. Материалдар ғылыми негізделген, практикаға бағытталған және мұғалімдердің әртүрлі даярлық деңгейіне бейімделген болды. Курс мазмұнын педагогикалық талаптарға сәйкестендіру және сараптамалық бағалау үш деңгейде жүзеге асырылды. Ішкі сараптама шеңберінде физика әдістемесі, педагогика және білім беру технологиялары саласындағы үш маман курстың мазмұны мен құрылымын

бағалады. Сыртқы сараптама барысында STEM білім беру саласындағы төрт халықаралық сарапшы курстың ғылыми негізділігі мен әдістемелік сапасын тексерді. Сарапшылар бағалауы (n=7) курстың жоғары сапасын растады: курс мазмұнының ғылыми негізділігі орташа 4,71 балл (5 балдық жүйе бойынша), әдістемелік сапасы 4,57 балл, практикалық қолданылуы 4,86 балл, құрылымдық ұйымдастырылуы 4,43 балл және оқу материалдарының сапасы 4,57 балл алды. Жалпы орташа баға 4,60 баллды құрады, бұл курстың өте жоғары сапасын көрсетеді. Сарапшылар курстың күшті жақтары ретінде практикаға бағытталуын, кешенді әдістемелік қамтамасыз етуді, модульдік құрылымның икемділігін және заманауи технологияларды біріктіруді атады. Жетілдіруді қажет ететін аспектілер ретінде курс ұзақтығын ұлғайту, университеттік зертханалармен серіктестікті дамыту және халықаралық сертификаттау мүмкіндігін қосу ұсынылды. Курс 2023 жылдың қыркүйек-желтоқсан айларында Қазақстанның Алматы қаласы 25 физика мұғалімінің қатысуымен өткізілді. Апробация барысында мұғалімдердің STEM құзыреттілігі курс басында және соңында бағаланды. Нәтижелер мұғалімдердің STEM оқытуда кәсіби құзыреттілігінің айтарлықтай артқанын көрсетті: курс басында орташа балл 2,18 (SD=0,64) болса, курс соңында 4,22 (SD=0,52) болды, бұл статистикалық тұрғыдан өте мәнді өсім ($p<0,001$). Құзыреттіліктің барлық компоненттері бойынша оң динамика байқалды: пәндік-ғылыми құзыреттілік 2,32-ден 4,28-ге, әдістемелік құзыреттілік 2,12-ден 4,16-ға, технологиялық құзыреттілік 1,96-дан 4,08-ге, инженерлік құзыреттілік 1,88-ден 4,00-ге, пәнаралық құзыреттілік 2,24-тен 4,20-ға, зерттеушілік құзыреттілік 2,28-ден 4,24-ке және рефлексивтік құзыреттілік 2,44-тен 4,36-ға дейін өсті. Курсқа қатысушы мұғалімдердің 96%-ы курсты «өте пайдалы» деп бағалады, 88%-ы STEM элементтерін өз сабақтарында белсенді қолдана бастады және 92%-ы курсты әріптестеріне ұсынатынын білдірді. Педагогикалық эксперимент 2024 жылдың қаңтар-мамыр айларында өткізілді. Эксперимент мақсатыбіліктілік арттыру курсынан өткен мұғалімдердің STEM тәсілдерін қолдануының оқушылардың оқу үлгеріміне және құзыреттіліктеріне әсерін анықтау болды.

STEM жобаларын іске асыру тәжірибесі талданды. Курстан өткен мұғалімдер оқу жылы барысында орташа 3-5 STEM жобасын іске асырды. Жобалар әртүрлі физика тақырыптарын қамтыды: механика (қозғалыс датчиктері арқылы үдеуді өлшеу, катапульта жобалау), электр және магнетизм (қарапайым электр тізбектерін құрастыру, электромагниттік реле жобалау), жылу физикасы (оқшаулағыш материалдарды сынау, күн коллекторын жобалау), оптика (перископ құрастыру, линзалар жүйесін зерттеу) және қазіргі заманғы физика (радиация деңгейін өлшеу, күн батареяларының тиімділігін зерттеу). Мұғалімдер STEM жобаларын іске асыруда әртүрлі қиындықтарға тап болды: уақыт тапшылығы (68% мұғалімдер атады), техникалық жабдықтардың жетіспеушілігі (56%), әдістемелік материалдардың жеткіліксіздігі (44%), оқушылардың дайындық деңгейінің әртүрлілігі (40%) және әкімшіліктің қолдауының жеткіліксіздігі (28%). Осы қиындықтарға қарамастан, мұғалімдер STEM жобаларын іске асырудан жоғары қанағаттану көрсетті (орташа 4,36 балл 5 балдық жүйе бойынша) және барлық мұғалімдер STEM тәсілдерін әрі қарай

қолдануды жоспарлады. Курс барысында мұғалімдер әртүрлі қолдау түрлерін алды. Әдістемелік қолдау (орташа 4,24 балл) дайын сабақ жоспарлары, видео нұсқаулықтар, вебинарлар және тренерлердің кеңестері арқылы берілді. Техникалық қолдау (орташа 3,92 балл) жабдықтарды пайдалануға үйрету, бағдарламалық қамтамасыз етуді орнату және техникалық мәселелерді шешу түрінде ұсынылды. Әріптестік қолдау (орташа 4,12 балл) тәжірибе алмасу, бірлескен жоба әзірлеу және өзара сабақ бақылау арқылы жүзеге асырылды. Барлық қолдау түрлері мұғалімдер үшін маңызды болды және STEM әдістемесін сәтті іске асыруға ықпал етті. Статистикалық талдау (ANOVA) курстың кешенді және теңдестірілген екенін растады. Мұғалімдер STEM элементтерін енгізуде барлық аспектілер бойынша бірдей деңгейде қиындықтарға тап болды ($p=0,9518$), ал оқушылардың үлгерімі барлық пәндер бойынша бірдей жақсарды ($p=0,5166$). Оқушылардың үлгерімі барлық пәндер бойынша оң динамика көрсетті: физика (орташа 4,00), математика (3,92), информатика (4,10), химия (3,76) және биология (3,64). Ең жоғары өсім информатика және физика пәндері бойынша байқалды, бұл STEM интеграциясының осы пәндерде ең тиімді екенін көрсетеді.шінші бөлімде жүргізілген эмпирикалық зерттеу әзірленген біліктілік арттыру курсының жоғары тиімділігін дәлелдеді. Курс мұғалімдердің STEM құзыреттілігін айтарлықтай арттырды, олардың педагогикалық практикасына оң өзгерістер енгізді және оқушылардың оқу үлгерімі мен құзыреттіліктерінің жақсаруына ықпал етті. Сараптамалық бағалау, курс және педагогикалық эксперимент нәтижелері курстың ғылыми негізділігін, әдістемелік сапасын және практикалық қолданылуын растады. Әзірленген біліктілік арттыру курсы Қазақстанда физика пәнін оқытуда STEM білім беруді кіріктірудің тиімді құралы болып табылады және мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін арттыруға, оқушылардың XXI ғасыр дағдыларын қалыптастыруға және ұлттық білім беру жүйесінің инновациялық дамуына айтарлықтай үлес қосады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген диссертациялық зерттеу қазіргі білім беру жүйесіндегі өзекті ғылыми-практикалық мәселені – физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктіру негізінде мектеп мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруды кешенді түрде қарастыруға арналды. Зерттеудің мақсатына сәйкес физика мұғалімдерінің STEM контексіндегі кәсіби дамуын қамтамасыз ететін ғылыми негізделген модель, әдістеме және біліктілік арттыру курсы әзірленіп, олардың тиімділігі эмпирикалық тұрғыдан дәлелденді.

Зерттеу нәтижелері қойылған мақсаттың толық орындалғанын және алға қойылған барлық міндеттердің шешілгенін көрсетті.

Зерттеудің бірінші бөлімінде STEM білім берудің мәні, даму тарихы және негізгі бағыттары жан-жақты талданып, STEM тұжырымдамасының қазіргі заманғы білім беру парадигмасындағы орны айқындалды. STEM білім беру оқушыларды нақты өмірлік мәселелерді шешуге, зерттеушілік және жобалық қызметке, инженерлік ойлауға дайындайтын тиімді кіріктірілген тәсіл екені дәлелденді. Сонымен қатар физика пәнінің STEM білім берудегі жетекші рөлі негізделіп, STEM элементтерін физиканы оқытуға кіріктірудің деңгейлері мен принциптері айқындалды. АҚШ, Түркия, Португалия және Қазақстан тәжірибелерін салыстырмалы талдау нәтижесінде шетелдік озық тәжірибені ұлттық білім беру жүйесіне бейімдеудің негізгі принциптері анықталды.

Осы бөлімде физика мұғалімінің STEM құзыреттілігі ұғымы нақтыланып, оның жеті өзара байланысты компоненттен (пәндік-ғылыми, әдістемелік, технологиялық, инженерлік, пәнаралық, зерттеушілік және рефлексивтік) тұратын кешенді құрылым екені ғылыми тұрғыда негізделді. Мұғалімдердің STEM құзыреттілігін дамытудың кезеңдік моделі ұсынылды, бұл модель педагогтердің кәсіби дамуын жүйелі түрде жоспарлауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің екінші бөлімінде физика мұғалімдерінің STEM элементтерін меңгеруге қатысты кәсіби қажеттіліктері анықталып, эмпирикалық зерттеу нәтижелері талданды. 164 мұғалімнің қатысуымен жүргізілген сауалнама нәтижелері мұғалімдердің STEM бойынша бастапқы дайындық деңгейінің жеткіліксіз екенін және мақсатты біліктілік арттыру курстарына жоғары сұраныс бар екенін көрсетті. Корреляциялық және факторлық талдаулар STEM құзыреттілігі компоненттері арасындағы өзара байланысты дәлелдеп, мұғалімдердің кәсіби дамуына әсер ететін негізгі факторларды айқындады.

Осы бөлімде 80 сағаттық модульдік біліктілік арттыру курсы әзірленіп, оның құрылымы, мазмұны, мақсаты мен міндеттері нақтыланды. Курс теориялық, практикалық және жобалық модульдерді қамтып, аралас оқыту форматында жүзеге асырылды. Курстың мазмұны мұғалімдердің нақты кәсіби қажеттіліктеріне бағдарланып, STEM элементтерін физика сабақтарына тиімді кіріктіруге бағытталды.

Зерттеудің үшінші бөлімінде әзірленген курстың апробациясы жүргізіліп, оның педагогикалық тиімділігі кешенді түрде бағаланды. Зерттеу нәтижелері курс мазмұнының өзектілігін, практикалық бағыттылығын және әдістемелік

сапасының жоғары деңгейін көрсетті. Статистикалық талдау курстан өткен мұғалімдердің STEM құзыреттілігінің барлық компоненттері бойынша айтарлықтай өскенін ($p<0,001$) дәлелдеді. Бұл курстың жоғары тиімділігін растайды.

Сонымен қатар STEM тәсілін қолданудың оқушылардың оқу жетістіктеріне және XXI ғасыр дағдыларының дамуына оң әсері анықталды. Эксперименттік топтағы оқушылардың физика пәні бойынша үлгерімі, сыни ойлау, шығармашылық, мәселе шешу, коммуникация және цифрлық сауаттылық дағдылары бақылау тобымен салыстырғанда статистикалық тұрғыдан мәнді түрде артты. Бұл STEM тәсілінің оқыту сапасын арттырудағы әлеуетін көрсетеді.

Жалпы алғанда, диссертациялық зерттеу нәтижелері физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктіру мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін арттырудың, оқушылардың оқу жетістіктері мен XXI ғасыр дағдыларын дамытудың тиімді құралы екенін дәлелдейді. Әзірленген модель, әдістеме және біліктілік арттыру курсы Қазақстанның білім беру жүйесінде кеңінен қолдануға ұсынылады және STEM білім беруді одан әрі дамытуға елеулі үлес қосады.

Зерттеу нәтижелері педагог кадрлардың кәсіби дамуын қамтамасыз етуге, білім беру сапасын арттыруға және ұлттық білім беру жүйесін халықаралық стандарттарға сәйкестендіруге бағытталған ғылыми-практикалық маңызға ие.

Берілген тұжырымдамалар диссертациялық зерттеудің негізгі ғылыми жаңалықтары мен практикалық маңыздылығын айқындайды. Салыстырмалы-теориялық компонентте АҚШ, Португалия, Түркия және Қазақстандағы STEM білім беру жүйелері талданып, Қазақстандағы көрсеткіштердің 2,78-3,78 есе төмен екені анықталды. Осы негізде Fuzzy Delphi, Дезимонның циклдік моделі және Дрейфус–Берлинердің сатылық даму теориясына сүйенген жеті компонентті авторлық модель ұсынылып, 164 мұғалімнің қатысуымен эмпирикалық тексерілді. Әдістемелік компонент аясында практикаға бағытталған (70%) 80 сағаттық модульдік біліктілік арттыру курсы әзірленіп, оның тиімділігі статистикалық тұрғыдан дәлелденді ($p<0,001$). Педагогикалық әсер нәтижесінде мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігі екі еседен астам артты (+2,04 балл), зерттеушілік дайындығы 48%-ға, әріптестермен кәсіби талқылау деңгейі 96%-ға өсті, ал оқушылардың білім сапасы мен XXI ғасыр дағдыларының дамуына оң ықпал байқалды. Барлық нәтижелер халықаралық салыстырмалы деректермен, нақты сандық көрсеткіштермен, статистикалық маңыздылықпен, теориялық негіздермен және сарапшылық бағалаумен расталып, зерттеудің ғылыми негізділігі мен практикалық құндылығын дәлелдейді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Silwal A., Safapour E. Workforce essential hard and soft skills for Construction 4.0 //Construction Research Congress 2024. – 2024. – С. 924-933.

2 Asghar A., Ellington R., Rice E., Johnson F., Prime G.M. Supporting STEM education in secondary science contexts // The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning. – 2012. – Vol. 6, № 2. – P. 85–125. – DOI: 10.7771/1541-5015.1349

3 Жусупкалиева Г. К., Куанбаева Б. У., Рахметов М. Е. Проблемы изучения подготовки учителей физики к внедрению и развитию STEM-технологий //Вестник Атырауского университета имени Халела Досмухамедова. – 2024. – Т. 74. – №. 3. – С. 170-178.3.

4 Аймағамбетова Қ.А. Мектепте пәнаралық байланыс негізінде болашақ мұғалімдердің әдістемелік дағдыларын қалыптастыру //Білім және ғылым. – 2017. – Б. 35–39.

5 2025–2026 оқу жылына арналған білім беру гранттарының мамандықтар бойынша бөліну үлесі. https://www.gov.kz/memleket/entities/sci/press/news/details/1047771?lang=kk . (Қаралған күн: 13.02.2026).

6 OECD. Programme for international student assessment results from PISA 2018. Country Note – Kazakhstan, - Paris, - 2019. - Vol. I-III, - P. 1-10. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/programmes/edu/pisa/publications/national-reports/pisa-2018/featured-country-specific-overviews/PISA2018_CN_KAZ.pdf (Қаралған күн: 13.02.2026).

7 «PISA-2022 зерттеуіндегі Қазақстан нәтижелері» ұлттық есебі – Астана: Қазақстан «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы «Талдау» ұлттық зерттеулер және білімді бағалау орталығы» АҚ, 2024. - 164 бет.

8 «Білім туралы» Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 27 шілдедегі №319 Заңы (ҚР 24.11.2021 № 75-VII Заңымен өзгерістер мен толықтырулар енгізілген). [Электрондық ресурс]– URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30119920 (Қаралған күні: 13.02.2026).

9 Қазақстан Республикасында жоғары білімді және ғылымды дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы: Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы № 248 қаулысы.

10 Жолдасбекова С.А., Парманқұлова П.Ж., Иманқұлова Л.Б., Қаратаева М.С. «STEAM» технологиясы негізінде болашақ мұғалімдердің трансдисциплинарлық құзыреттілігін арттыру // «Әуезов оқулары-21: Жаңа Қазақстан – еліміздің болашағы»: М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің 80 жылдығына арналған халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция еңбектері. – Шымкент: М. Әуезов ат. ОҚУ, 2023. – Б. 82–85.

11 Лебекова А. М., Мукажанов Е. Б. Болашақ мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруының педагогикалық кешендері //editorial board. – 2022. – С. 581.

12 Abilkassymova A., Japashov N., Zhumabay N., Sandybayev E. Use of the lesson study professional development program by both STEM and NON-STEM

teachers in the educational process //Scientific Journal of Pedagogy and Economics. – 2024. – Т. 407. – №. 1. – С. 22-32. https://doi.org/10.32014/2024.2518-1467.654

13 Slavin R.E. Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work? // Anales de psicología. – 2014. – Vol. 30, № 3. – P. 785–791.

14 Караев Ж.А., Бейсембаев Г.Б., Мазбаев О. Дидактические вопросы развития системы образования на основе STEM-подхода, Білім – Образование, № 1, 2022. – С. 5.

15 Мағжан Ж. Физиканы оқытуда STEM тапсырмаларын қолданудың мүмкіндіктерІ //Theoretical Hypotheses and Empirical Results. – 2023. – №. 5.

16 Концепция STEM-образования. - Астана:// НАО имени Ы. Алтынсарина, 2023. – 16 с.

17 Реструктуризация содержания среднего образования на основе STEM технологии. //Национальная академия образования имени И. Алтынсарина, 2022. – 120 с.

18 Жайдақбаева Л.Қ. Омашева Г.Ш. STEM жобасының анықтамалығы: ЕО және серіктес елдердегі STEM үздік тәжірибелері Швеция, Финляндия, Ирландия, Түркия, Қазақстан. 2023. https://auezov.edu.kz/media/attachments/2025/02/07/07.pdf (Қаралған күн: 13.02.2026).

19 Sanders M. STEM, STEM Education, STEMmania // The Technology Teacher. – 2009. – Vol. 68, № 4. – P. 20–26.

20 Colwell R.R. National Medal of Science Recipient // National Science Foundation. – URL: https://www.nsf.gov/honorary-awards/national-medal-science/recipients/rita-r-colwell (Қаралған күн: 13.02.2026).

21 Donahoe D. The Definition of STEM // Today's Engineer, IEEE-USA. – 2013.

22 Аршанский Е.Я., Сологуб Н.С. STEAM-образование: от модели к практической реализации // Адукацыя і выхаванне. – 2020. – № 9. – С. 22–30.

23 Arts Integration [Электронный ресурс]. – URL: https://artsintegration.com (дата обращения: 13.02.2026).

24 Yakman G. STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. Pupils attitudes towards technology //Annual Proceedings. Netherlands. – 2008.

25 Yakman G., Lee H. Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea // Journal of the Korean Association for Science Education. – 2012. – Vol. 32, № 6. – P. 1072–1086.

26 Бақытқазы Т. Алишева А.Н. «Жаратылыстану» білім саласы пәндерінің мұғалімдері STEM технологиясын қолдану //«Фараби әлемі» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. Алматы, Қазақстан 2021 ж., 355-356 бет.

27 Қазақстан Республикасы Үкіметі. Қазақстан Республикасында білім мен ғылымды дамытудың 2016–2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. – Астана, 2016. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1600000205 (қаралған күні: 13.02.2026).

28 Мырзакулова Г. и др. Сабақты бақылау парағының қазақстандық үлгісі //Научно-педагогический журнал «Білім-Образование» Национальной академии образования имени И. Алтынсарина. – 2023. – Т. 107. – №. 4. – С. 27-36.

29 OECD. An OECD learning framework 2030 // The future of education and labor. – Cham: Springer International Publishing, 2019. – P. 23–35.

30 Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрлігі. Білім саласындағы серпіліс: STEM, робототехника кабинеттері барлық мектептерде ашылуда: баспасөз хабарламасы [Электрондық ресурс]. – 2025. – URL: https://www.gov.kz (қаралған күні: 13.02.2026).

31 Astana Daryny. Астанада халықаралық STEM-олимпиадасы мен роботтар шайқасы [Электрондық ресурс]. – 2025. – URL: https://astanadaryny.kz/kk/astanada-halyqaralyq-stem-olimpiadasy-men-robottar-shajqasy-2025-ayaqtaldy (қаралған күні: 13.02.2026).

32 Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі. Мемлекеттік білім бағдарламалары бойынша хабарлама [Электрондық ресурс]. – 2025. – URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/edu/press/news/details/916120 (қаралған күні: 13.02.2026).

33 Lave J., Wenger E. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. - New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1991.

34 Cobb P., Yackel E. Constructivist, emergent, and sociocultural perspectives in the context of developmental research// Educ. Psychol, - 1996. 31, - P. 175–190.

35 Atkinson R.D., Mayo M.J. Refueling the US innovation economy: Fresh approaches to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education // The Information Technology & Innovation Foundation. – 2010.

36 A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform. – Вашингтон: АҚШ Үкіметінің баспа кеңсесі, 1983. – 65 б.

37 Marginson S. et al. STEM: Country comparisons. Report for the Australian council of learned academies //Retrieved February. – 2013. – Т. 23. – С. 2019..

38 Schweingruber H., Pearson G., Honey M. STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. – National Academies Press, 2014. P. 1118–1216.

39 Prensky M. Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently? // On the horizon. – 2001. – Vol. 9, № 6. – P. 1–6.

40 National Research Council et al. Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. – National Academies Press, 2011. – 143 p.

41 Измагамбетова Р. STEM+ білім беру технологиялары арқылы кәсіби кадрларды дайындау: ерекшеліктер мен проблемалар //Известия. Серия: Педагогические науки. – 2026. – Т. 80. – №. 1.

42 Vygotsky L.S. Mind in society: The development of higher psychological processes. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978. – 145 p.

43 Казбекова Г.Н., Исмагулова Ж.С. Инновациялық STEM білім беру тәсілін қалыптастыру // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2022. – №3(125). – Б. 200–210. https://doi.org/10.47526/2022-/2664-0686.17

44 Келесбаев К., Раманкулов Ш., Нуризинова М., Паттаев А., Мұсахан Н. STEM жобалық оқытудың болашақ физика мамандарын даярлаудағы ерекшеліктері //academic scientific journal of computer science. – 2023. – №. 2. – с. 193-207.

45 Jantassova D. et al. STEM language literacy learning in engineering education in Kazakhstan //Education Sciences. – 2024. – Т. 14. – №. 12. – С. 1352.

46 Corrales Casaravilla A. Problem-based learning in physics teacher education: Developing inquiry and critical thinking skills // Physics Education. – 2024. – Vol. 59, № 2. – 025003

47 Minner D.D., Levy A.J., Century J. Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002 // Journal of Research in Science Teaching. – 2010. – Vol. 47, № 4. – P. 474–496.

48 Бақытқазы Т, Нұрғалиева Қ.Е. Америка құрама штаттарындағы және қазақстандағы stem білім берудің мақсаты мен сипаттамасы Қазақстан республикасында жаратылыс-ғылыми білім беруді дамыту: мәселелері мен болашағы: Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Алматы: «Центр Оперативной Полиграфии» баспаханасы, 2024. – 424 б.

49 Downes S. Connectivism and Connective Knowledge: Essays on Meaning and Learning Networks / S. Downes. – National Research Council Canada, 2012. – 616 p.

50 Vasquez J.A., Cary S., Comer M. STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. – 2013. 44 б.

51 English L.D. STEM education K-12: Perspectives on integration // International Journal of STEM education. – 2016. – Vol. 3, № 1. – P. 3.

52 Bybee R.W. Advancing STEM education: A 2020 vision // Technology and engineering teacher. – 2010. – Vol. 70, № 1. – P. 30.

53 Bakytkazy T., Nurgaliyeva K., Japashov N., Zhumabay N. Examining the Pedagogical Abilities and Needs of Kazak Physics Teachers to Implement STEM Education// Part of the book series: Lecture Notes in Networks and Systems ((LNNS,volume 1261)). ICL2024 – 27th International Conference on Interactive Collaborative Learning, 24–27 September 2024, TalTech, Tallinn, Estonia, p. 1033-1044. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85649-5_25

54 King D., Henderson S. Context-based learning in the middle years: achieving resonance between the real-world field and environmental science concepts // International Journal of Science Education. – 2018. – Vol. 40, № 10. – P. 1221–1238.

55 Абылкасымова А. Е. Цифрлық технологиялар «мектеп–педагогикалық жоғары оқу орны» кешенінде тиімді білім берудің негізі ретінде //the bulletin. – 2025. – Т. 415. – №. 3. – С. 63–85-63–85.

56 Yelemessova Z.; Balta N.; Abylkassymova A.; Richelle M.; Zhumabay N., Bakytkazy, T. Designing effective STEM courses: a mixed-methods study of the impact of a STEM education course on teachers' self-efficacy and course experiences Frontiers in Education. – Frontiers Media SA. – 2024. – Т. 9. – С. 1276828. DOI: https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1276828.

57 Beghetto R.A., Kaufman J.C. Classroom contexts for creativity // High Ability Studies. – 2014. – Vol. 25, № 1. – P. 53–69.

58 Goldman S., Carroll M., Royalty A. Destination, imagination & the fires within: Design thinking in a middle school classroom // Proceedings of the seventh ACM conference on Creativity and cognition. – 2009. – P. 371–372.

59 National Research Council. National science education standards. – Washington, DC: National Academies Press, 1995– P. 424.

60 National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century. Before it's too late: A report to the nation. – Washington, DC: US Department of Education, 2000 – P. 24.

61 Асылбекова С. и др. Педагогикалық мониторинг технологиясының бір бөлігі ретінде кәсіптік бағдар беру жұмысы //«Вестник НАН РК». – 2024. – Т. 407. – №. 1. – С. 58-71.

62 Тулентаева Г. С., Сейлова З. Т., Беркимбаев К. М. STEAM білім беру жағдайында техникалық мамандарды даярлау үшін жоғары математика мазмұнын және оқу кешенін әзірлеу //Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Педагогические науки. – 2023. – Т. 80. – №. 4. – С. 154-167.62.

63 Vlahov D. The age of STEM: Educational policy and practice across the world in Science, Technology, Engineering and Mathematics // Društvena Istraživanja. – 2017. – Vol. 26, № 2. – P. 303.

64 Мыңбаева М. Ө., Майгельдиева Ш. М., Исаева Г. Б. Қазақстанда STEAM білім беру әдістемесін дамытуда «Білім керуені» ұйымының тәжірибесі // Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті Вестник университета Ясави. – 2023. – Т. 4. – № 130. – Б. 361–376.

65 Maeda J. STEM + Art = STEAM // The STEAM Journal. – 2013. – Vol. 1, № 1. – P. 1–3.

66 Huang R., Tlili A., Chang T.W., Zhang X., Nascimbeni F., Burgos D. Disrupted classes, undisrupted learning during COVID-19 outbreak in China: Application of open educational practices and resources // Smart Learning Environments. – 2020. – Vol. 7, № 1. – P. 1–15.

67 Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. – Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. – P. 11–33.

68 Duschl R., Bybee R. Planning and carrying out investigations: An entry to learning and to teacher professional development around NGSS science and engineering practices // International Journal of STEM Education. – 2014. – Vol. 1, № 1. – P. 1–9.

69 Margot K.C., Kettler T. Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review // International Journal of STEM Education. – 2019. – Vol. 6, № 1. – P. 1–16.

70 UNESCO. Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM). – Paris: UNESCO Publishing, 2017. – P. 1–3.

71 Wang M.T., Degol J.L. Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Current knowledge, implications for practice, policy, and future directions // Educational Psychology Review. – 2017. – Vol. 29, № 1. – P. 119–140.

72 United Nations. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. – New York: UN Publishing, 2015. – P. 8–9.

73 Zeidler D.L. STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response // Cultural Studies of Science Education. – 2016. – Vol. 11, № 1. – P. 11–26.

74 Xue Y., Larson R.C. STEM crisis or STEM surplus? Yes and yes // Monthly Labor Review. – 2015. – Vol. 138. – P. 1–14.

75 World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2020. – Geneva: WEF Publishing, 2020. – P. 1–3.

76 Fayer S., Lacey A., Watson A. STEM occupations: Past, present, and future. – Washington, DC: U.S. Bureau of Labor Statistics, 2017. – P. 7–13.

77 Martin L. The promise of the maker movement for education // Journal of Pre-College Engineering Education Research. – 2015. – Vol. 5, № 1. – P. 30–39.

78 Halverson E.R., Sheridan K. The maker movement in education // Harvard Educational Review. – 2014. – Vol. 84, № 4. – P. 495–504.

79 Wing J.M. Computational thinking // Communications of the ACM. – 2006. – Vol. 49, № 3. – P. 33–35.

80 Weintrop D., Beheshti E., Horn M., Orton K., Jona K., Trouille L., Wilensky U. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms // Journal of Science Education and Technology. – 2016. – Vol. 25, № 1. – P. 127–147.

81 Becker K., Park K. Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis // Journal of STEM Education. – 2011. – Vol. 12, № 5. – P. 23–37.

82 Stohlmann M., Moore T.J., Roehrig G.H. Considerations for teaching integrated STEM education // Journal of Pre-College Engineering Education Research. – 2012. – Vol. 2, № 1. – P. 28–34.

83 Kong X., Dabney K.P., Tai R.H. The association between science summer camps and career interest in science and engineering // International Journal of Science Education, Part B. – 2014. – Vol. 4, № 1. – P. 54–65.

84 Кудайбергенова Қ.Б., Абдрахманова Х.К., Умбеткулова А.К. Түркия мемлекетінің STEM білім беру бойынша тәжірибесі // Ясауи университетінің хабаршысы. –2022. – №4(126). – Б. 294–304. https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.25

85 Binkley M., Erstad O., Herman J., Raizen S., Ripley M., Miller-Ricci M., Rumble M. Defining twenty-first century skills // Assessment and teaching of 21st century skills / P. Griffin, B. McGaw, E. Care (Eds.). – Dordrecht: Springer, 2012. – P. 17–66.

86 OECD. The Future of Education and Skills: Education 2030. – Paris: OECD Publishing, 2018. – P. 1–3.

87 Торгаева Б. К., Кайназарова И. М. STEM-жаратылыстану білім беру жағдайында мектеп оқушыларын оқытудың жаңа әдістемесі және әлемдік білім берудің негізгі тренді ретінде //сәрсен аманжолов атындағы шығыс қазақстан университеті восточно-казахстанский университет имени сарсена аманжолова. – 2022. – С. 485.

88 Ulman M. et al. Expanding the opportunities of kazakhstan's education through integration of ict //Bulletin of Abai KazNPU. Series of Physical and Mathematical sciences. – 2023. – Т. 84. – №. 4. – С. 304-312..

89 Даулеткелді А. Д. STEM технологиясын білім беру саласында қолданудың маңызы //«Dulaty University Хабаршысы» ғылыми журналы. – 2024. – №. 4. – С. 59-66.

90 Дуйсебаева А., Туяков Е. А., Разак Ж. Н. Цифрлық білім беру ортасында болашақ математика мұғалімдерін даярлау //Scientific Journal of Pedagogy and Economics. – 2025. – Т. 417. – №. 5. – С. 291–306-291–306.

91 Ақжолова Ә. Ә., Сакибаева Б. Развитие исследовательской компетентности будущих учителей физики на основе интеграции их учебной и научно-исследовательской деятельности //International Independent Scientific Journal. – 2021. – №. 31. – С. 10-14.

92 Мухитдинова Р., Баймырзаев Қ. Базалық және бейіндік пәндерді оқытуда steam-технологияны пайдаланып, болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастыру //3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация. – 2023. – №. 3. – С. 238-248.

93 Раманкулов Ш. Ж., Нуризинова М. М., Усембаева И. Б., Берді Д. Қ. Құрылымдық теңдеулер моделі (SEM) негізінде STEM–білім берудің білім алушылардың soft skills дамуына әсері // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Педагогические науки. – 2025. – Т. 87. – № 3. – Б. 122–133.

94 Кадирбаева Р. И., Абдрахманова Х. К., Кудайбергенова К. Б. Білім беруді цифрландыру жағдайында stem-оқытуды қолданудың дидактикалық нұсқаулары //Вестник университета Ясави. – 2024. – Т. 2. – №. 132. – С. 204-217.

95 Naushabekov Zh, Maxutov S., Mansurova A., Japashov N.. Effect of Project-Based Learning on Middle School Students' Conceptual Understanding of Mechanics: A Quasi-Experimental Study //European Journal of Science and Mathematics Education. – 2025. – Т. 13. – №. 3. – С. 225-237.

96 Анисимова Т. И., Сабирова Ф. М.. Подготовка педагогов для STEAM-образования //Высшее образование сегодня. – 2019. – №. 6. – С. 31-35.

97 McDermott L.C., Redish E.F. Resource letter: PER-1: Physics education research // American Journal of Physics. – 1999. – Vol. 67, № 9. – P. 755–767.

98 Redish E.F., Cooke T.J. Learning each other's ropes: Negotiating interdisciplinary authenticity // CBE—Life Sciences Education. – 2013. – Vol. 12, № 2. – P. 175–186.

99 Bakytkazy T., Balta N., Tzafilkou K., Zhumabay N., Nurgaliyeva K., & Nadelson L. S. Unveiling the landscape of STEM education research in teaching: teachers' perceptions and practices //European Journal of STEM Education. – 2025. – Т. 10. – №. 1. – С. 24. https://doi.org/10.20897/ejsteme/17355

100 Дорофеева А. С. Анализ развития STEAM-образования в России и за рубежом //Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: Психолого-педагогические науки. – 2020. – №. 4. – С. 236-242.

101 Ramankulov S., Dosymov Y., Turmambekov T., Azizkhanov D., Kurbanbekov S., Bekbayev, S. Integration of case study and digital technologies in

physics teaching through the medium of a foreign language//International Journal of Emerging Technologies in Learning. –2020.–No15(4). –P.142.

102 Uhden O., Karam R., Pietrocola M., Pospiech G. Modelling mathematical reasoning in physics education // Science & Education. – 2012. – Vol. 21, № 4. – P. 485–506.

103 Beichner R.J., Saul J.M., Abbott D.S., Morse J.J., Deardorff D., Allain R.J., Risley J.S. The student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project // Research-based reform of university physics. – 2007. – Vol. 1, № 1. – P. 2–39.

104 Crouch C. H., Mazur E. Peer instruction: Ten years of experience and results //American journal of physics. – 2001. – Т. 69. – №. 9. – С. 970-977.

105 Hake R.R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses // American Journal of Physics. – 1998. – Vol. 66, № 1. – P. 64–74.

106 Асанбаева Г. М. Мектеп оқушылары үшін математика сабағында мәтіндік есептермен жұмыс істеудің тиімді жолдары // Ғылыми зерттеулер мен инновациялар. – 2023. – № 4. – Б. 45–52.

107 Martínez-Borreguero G., Naranjo-Correa F.L., Mateos-Núñez M. Development of STEM instructional resources for teaching optics to teachers-in-training: Influence on learning and teacher self-efficacy // Education Sciences. – 2022. – Vol. 12, № 3. – 186.

108 Kudaibergenova K., Abdrakhmanova K. Effective methods of teaching physics in stem education: experienceof graduate teachers of the “jana talap 2.0” program //3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация. – 2024. – №. 4. – С. 244-251..

109 Halatiuk Y., Halatiuk T. Methodological aspect of STEM-education in the context of solving physical problems // Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiienka, Seriia pedahohichna. – 2023. – № 29. – P. 56–59.

110 Shykhovtsev Y., Shykhovtseva L.Y. Thematic orientation of information theory as a methodological strategy of STEM-integration: Examples from physics // Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy. – 2022. – № 24. – P. 13.

111 Padilla Muñoz M.A., Castañeda Ortiz D.T., Guallo Paca J.F. Proyectos integradores STEAM: Diseño de experiencias didácticas con enfoque transversal en Física, Matemáticas, Programación y Comunicación // Imaginario Social. – 2025. – Vol. 8, № 3.

112 Markus L. A needs analysis study in developing quantum physics instructional module for secondary school with an integrated STEM education approach // Borneo International Journal of Education. – 2022. – № 2. – P. 4113.

113 Wells J.G. PIRPOSAL Model of integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation // Technology and Engineering Teacher. – 2016. – Vol. 75, № 6. – P. 12–19.

114 Bybee R. W. et al. The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness //Colorado Springs, Co: BSCS. – 2006. – Т. 5. – №. 88-98..

115 Luo T., Wang J., Liu X., Zhou J. Development of a STEM course with the ARCS model and the project-based learning approach // International Journal of Engineering Education. – 2019. – Vol. 35, № 3. – P. 819–831.

116 Hestenes D. Toward a modeling theory of physics instruction // American Journal of Physics. – 1987. – Vol. 55, № 5. – P. 440–454.

117 Krajcik J., Shin N. Project-based learning // The Cambridge handbook of the learning sciences / R.K. Sawyer (Ed.). – 2nd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2014. – P. 275–297.

118 Sagynbayeva A., Kubylova B.K., Amirkhan D. Investigating secondary physics school teacher's shortage in Kazakhstan // Международный научный журнал «Вестник науки», - 2025. - Т. 85, № 4.1. - С. 182-189.

119 Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations that enhance learning // Science. – 2008. – Vol. 322, № 5902. – P. 682–683.

120 Razzouk R., Shute V. What is design thinking and why is it important? // Review of Educational Research. – 2012. – Vol. 82, № 3. – P. 330–348.

121 Usembayeva I., Kelesbayev K. STEM education as a tool for the effective implementation of the applied orientation of physics teaching // Habarshysy A. Yasaui atyndagy Halykaralyk kazak-turk universitetinin. – 2024. – № 1. – P. 25.

122 Камбарова Ж. Т., Шаланова Ж. Р., Нуркасымова С. Н. Физика пәнін оқытуда STEM-технологияларын қолдану: жобалық-зертханалық жұмыс үлгісі //Bulletin of the Karaganda University Pedagogy series. – 2026. – Т. 12131. – №. 1. – Б. 222-233.

123 Kuzmenko O.S., Demianenko V.B., Savchenko I.M. Methodological features of professionally oriented education of physical engineering disciplines based on STEM technologies: Aspect of ontological approach // Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy. – 2021. – № 20. – P. 06.

124 Bunyamin M.A.H., Abdul Talib C., Ahmad N.J. Current teaching practice of physics teachers and implications for integrated STEM education // Universal Journal of Educational Research. – 2020. – Vol. 8, № 1. – P. 19.

125 Black P., Wiliam D. Assessment and classroom learning // Assessment in Education: Principles, Policy & Practice. – 1998. – Vol. 5, № 1. – P. 7–74.

126 McDonald C.V. STEM Education: A Review of the Contribution of the Disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics // Science Education International. – 2016. – Vol. 27, № 4. – P. 530–569.

127 National Research Council, Board on Science Education, Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. – national academies press, 2012. P. 1–5.

128 Peters-Burton E.E., Lynch S.J., Behrend T.S., Means B.B. Inclusive STEM High School Design: 10 Critical Components // Theory Into Practice. – 2014. – Vol. 53, № 1. – P. 64–71.

129 Brenner K., Beatty A., Alper J. Imagining the Future of Undergraduate STEM Education: Proceedings of a Virtual Symposium. – Washington, DC: National Academies Press, 2022. P. 6–7.

130 James S.M., Singer S.R. From the NSF: The National Science Foundation's investments in broadening participation in science, technology, engineering, and mathematics education through research and capacity building // CBE—Life Sciences Education. – 2016. – Vol. 15, № 3. – fe7.

131 Capraro R.M., Capraro M.M., Morgan J.R. (Eds.). STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. – 2nd ed. – Rotterdam: Sense Publishers, 2013. P. 51–70.

132 Yilmaz A., Gülgün C., Çetinkaya M., Doğanay K. Initiatives and New Trends Towards STEM Education in Turkey // Journal of Education and Training Studies. – 2018. – Vol. 6, № 11a. – P. 1–10.

133 Turkish Ministry of National Education. Turkish Education System: Key Elements, Policies and Reforms. – Ankara: MoNE, 2025. – P. 1–10.

134 European Commission. Education and Training Monitor 2025: Portugal. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025. – P. 11–40.

135 OECD. Education at a Glance 2025: Portugal. – Paris: OECD Publishing, 2025. – P. 312.

136 Council of the EU. Country-specific recommendations for Portugal. – Brussels: European Union, 2025. – P. 18.

137 Томпиева Г. Т., Оңғарбаева М. Б., Жиенбаева Н. Б., Алмұхамбетова А. Қазақстандағы STEM білім берудің дамуы: мәселелері мен перспективалары // Орталық Азия құқығы: Орталық Азиядағы құқықтық мәдениеттер, басқару және бизнес ортасы. – 2019. – Б. 167–182.

138 Japashov N., Naushabekov Z., Ongarbayev S., Postiglione A., Balta N. STEM career interest among Kazakhstani middle and high school students // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2022. – Vol. 18, № 8. – em2137.

139 Шумейко А. А., Нұрғалиева А. К., Темірова А. Б. Қазақстандағы қосымша білім беру жүйесінде техникалық шығармашылықты дамыту // Торайғыров университетінің хабаршысы. – 2022. – № 2. – Б. 245–256.

140 Мұхамедиева К. М., Нұрғазинова Г. Ш., Елтинова Р. А., Мұхамеджанова А. К. STEM білім берудің әдістемелік жүйесі // Торайғыров университетінің хабаршысы. – 2022. – № 4. – Б. 312–324.

141 Құссанова Б., Бейсенбаева Л. Ж., Олаойе О. Ағылшын тілі сабақтарында мазмұнды кіріктіру арқылы STEM білім беру (SCILLA жобасы) // Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. – 2024. – Т. 148, № 3. – Б. 251–258.

142 UNESCO. Global Education Monitoring Report 2016: Education for People and Planet: Creating Sustainable Futures for All. – Paris: UNESCO Publishing, 2016.- P. 1–10.

143 Алмұхамбетова А. Қазақстандағы STEM педагогтарын даярлаушылардың гендерлік хабардарлығы мен гендерге сезімтал педагогиканы түсінуін зерттеу // Дала және одан әрі. – 2023. – Б. 167–186.

144 Алмұхамбетова А., Құжабекова А. Қазақстандағы жоғары STEM білім беру жүйесіндегі гендерлік теңдік // Орталық Азия құқығы: Орталық Азиядағы құқықтық мәдениеттер, басқару және бизнес ортасы. – 2020. – Б. 167–182.

145 Бақытқазы Т, Нұрғалиева Қ.Е. Америка құрама штаттардағы STEM білім беру мақсаты мен сипаттамасы. Ә43 Физикадағы заманауи тенденциялар: ғылым мен білім интеграциясы: Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары (2024 жылдың 23 ақпаны, Астана, Қазақстан). – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ баспасы, 2024. – 529 б.

146 Шерцер А. И. Педагогические условия развития исследовательских умений учащихся через использование методики case study //Scientific Journal of Pedagogy and Economics. – 2025. – Т. 418. – №. 6. – С. 362-372.

147 Қазақстан Республикасының Үкіметі. (2010). Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2011–2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. Астана, Қазақстан. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1000001118 (Қаралған күні: 13.02.2026).

148 Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі. STEAM білім беруді дамыту жөніндегі 2019-2023 жылдарға арналған жол картасы. – Нұр-Сұлтан, 2019. https://www.gov.kz/memleket/entities/edu/press/news/details/240815 (Қаралған күні: 13.02.2026).

149 Қазақстан Республикасының Үкіметі. Қазақстан Республикасының білім беруді дамытудың 2021-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. – Нұр-Сұлтан, 2021. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900000988 (Қаралған күні: 15.03.2026).

150 Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің «Мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандартын бекіту туралы» №348 бұйрығы. – Астана, 2016 (Қаралған күні: 13.02.2026).

151 Назарбаев Н. Ә. Қазақстан-2050» стратегиясы: қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» атты Қазақстан халқына жолдауы //Егемен Қазақстан. – 2012. – Т. 15. – Б. 1-2.

152 Serikbayeva A. D. Цифрлық Қазақстан үдерісінің қазақ тіліне әсері //Bulletin of the Karaganda university. Philology series. – 2023. – №. 4. – С. 124-129.

153 Bakytkazy T., Nurgaliyeva K., Japashov N., Zhumabay N. Purpose And Characteristics Of STEM Education In Both The United States And Kazakhstan // ICL2024 – 27th International Conference on Interactive Collaborative Learning (24–27 September 2024, TalTech, Tallinn, Estonia). – 2024. – P. 1539–1546. – DOI: 10.1007/978-3-031-85649-5_26

154 Бақытқазы Т., Алишева А.Н. Орта мектепте бастауыш сыныптары үшін жаратылыстану сабағындағы физика түсініктерінің негізін түсіндіру әдістемесі мәселелері //«Фараби әлемі» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. Алматы, Қазақстан , 6-7 апреля 2023 . 342- Бет

155 Barkanic S. Aligning Postsecondary Education with Regional Workforce Needs: A Tale of Two States //Business-Higher Education Forum. – Business-Higher Education Forum. 2025 M Street NW Suite 800, Washington, , 2016. – P. 10–11.

156 Сұлтанова Г., Шілібекова А. С., Рахымбаева З. К., Кенжебаева С. А., Қалижанова А. Н., Мұқашева А. Б. STEM білім беруде академиялық жетістікке бейкогнитивтік дағдылардың әсерін зерттеу: Қазақстан мысалы // Білім беру саласындағы шекаралар (Frontiers in Education). – 2024. – Т. 9. – 1339625.

157 NGSS Lead States. Next generation science standards: For states, by states. – Washington, DC: National Academies Press, 2013. – DOI: 10.17226/18290

158 Koehler M.J., Mishra P., Kereluik K., Shin T.S., Graham C.R. The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework // Handbook of Research on Educational Communications and Technology / J.M. Spector et al. (Eds.). – New York: Springer, 2014. – P. 101–111.

159 Сугирбекова А., Наметкулова Ф. Болашақ физика мұғалімдерінің эксперименттік дағдысының дамуына өзіндік рефлексияның ықпалы //вестник Жетысуского университета имени и. Жансугурова. – 2025. – №. 4. – С. 175-187.

160 Бақытқазы Т. Физика пәнін STEM білім беруді қолданып оқыту //«Қазіргі мектепегі иновациалар мен иновациалық процесстер» атты халықаралық ғылыми конференциясы Алматы, Қазақстан 2022ж.11-15 бет.

161 Shulman L.S. Those who understand: Knowledge growth in teaching // Educational Researcher. – 1986. – Vol. 15, № 2. – P. 4–14.

162 De Rossi M., Trevisan O. Technological Pedagogical Content Knowledge in the literature: how TPCK is defined and implemented in initial teacher education // Italian Journal of Educational Technology. – 2018. – Vol. 26, № 1. – P. 7–23.

163 Suyatna A., Abdurrahman A., Distrik I.W., Herlina K., Putra A.P. Workshop internasional STEM education: integrasi science, technology, society, and environment untuk meningkatkan TPACK guru // Research and Development Journal of Education. – 2022. – Vol. 2, № 1. – P. 56–65.

164 Desimone L.M. Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures // Educational Researcher. – 2009. – Vol. 38, № 3. – P. 181–199.

165 Eckman E.W., Williams M.A., Silver-Thorn M.B. An Integrated Model for STEM Teacher Preparation: The Value of a Teaching Cooperative Educational Experience // Journal of STEM Teacher Education. – 2016, № 1. – P. 71–82.

166 Dreyfus S. E., Dreyfus H. L. A five-stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition. – 1980. – 18 p. – №. ORC802.

167 Guskey, T.R. Professional development and teacher change // Teachers and Teaching: Theory and Practice. – 2002. – Vol. 8, No. 3. – P. 381–391. [Электронды ресурс]. – Қол жеткізу режимі: https://tguskey.com

168 Nguyen T.T.T., Nguyen V.B., Duong X.Q. Fostering Teachers' Competence of the Integrated STEM Education // Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA. – 2020. – Vol. 6, № 2. – P. 166–181. – DOI: 10.30870/JPPI.V6I2.6441

169 Knowles M.S. Andragogy in action: Applying modern principles of adult learning. – San Francisco: Jossey-Bass, 1984. P. – 18.

170 Booher L., Nadelson L.S., Nadelson S.G. What about research and evidence? Teachers' perceptions and uses of education research to inform STEM teaching // Journal of Educational Research. – 2020. – Vol. 113, № 3. – P. 213–225. – DOI: 10.1080/00220671.2020.1782811

171 Бақытқазы Т., Нұрғалиева Қ.Е., Eduarda, Pinto Ferreira; Susana, Nicola. Мектепте STEM білім беру арқылы физика пәнін оқытуға курс әзірлеу стратегиялары //вестник жетысуского университета имени и. Жансугурова. – 2026. – №. 1 (117). – С. 98-107.

172 Balta N., Cessna S. G., Kaliyeva A. Surveying Kazakh high school students' attitudes and beliefs about physics and learning with the Colorado learning attitudes about science survey //Physics Education. – 2020. – Т. 55. – №. 6. – С. 065019.

173 Balta N., Japashov N., Mansurova A., Tzafilkou K., Oliveira A. W., & Lathrop R. Middle- and secondary-school students' STEM career interest and its relationship to gender, grades, and family size in Kazakhstan. Science Education - 2023. 107, 401–426.https://doi.org/10.1002/sce.21776

174 He P., Krajcik J., Schneider B. Transforming standards into classrooms for knowledge-in-use: An effective and coherent project-based learning system. Discip// Interdscip. Sci. Educ. Res, - 2023. - Vol. 5, - P. 1–23.

175 Dijkstra T.K., Henseler J. Consistent partial least squares path modeling // MIS Quarterly. – 2015. – Vol. 39. – P. 297–316. – DOI: 10.25300/MISQ/2015/39.2.02

176 Albaum G. The Likert scale revisited: An alternate version // International Journal of Market Research. – 1997. – Vol. 39. – P. 331–348.

177 Holincheck N., Galanti T.M., Klosterman M. Qualitative methods in STEM teacher professional development research: Interviews and focus groups // Journal of Science Teacher Education. – 2024. – P. 27–31.

178 Braun V., Clarke V. Using thematic analysis in psychology // Qualitative Research in Psychology. – 2006. – Vol. 3, № 2. – P. 77–101.

ҚОСЫМША А

Мұғалімдердің STEM білім беру бойынша педагогикалық тәжірибесінің қажеттілігін зерттеу сауалнамасы

Зерттеу мақсаты: Осы сауалнама мұғалімдердің STEM білім беру саласындағы зерттеулерді педагогикалық тәжірибеде қолдану қажеттілігін анықтауға бағытталған.

Нұсқаулық: Сізге сәйкес жауапты таңдаңыз немесе бос жолға өз жауабыңызды жазыңыз. Сауалнама толықтай құпия сақталады.

Байланыс: Бақытқазы Таннур — tannur18@mail.ru

А. Демографиялық деректер

1. Сіз неше жастасыз? _____
2. Жынысыңыз: ☐ Ер ☐ Әйел
3. Сіздің ең жоғары білім деңгейіңіз қандай? ☐ Бакалавр дәрежесі ☐ Магистр дәрежесі ☐ Докторлық дәреже ☐ Басқа: _____
4. Сіз қанша жыл сабақ беріп жүрсіз? _____
5. Сіз қандай сыныптарға сабақ бересіз? (Барлық сәйкес нұсқаларды таңдаңыз) ☐ 6-сынып ☐ 7-сынып ☐ 8-сынып ☐ 9-сынып ☐ 10-сынып ☐ 11-сынып ☐ 12-сынып ☐ Орта білімнен кейінгі білім беру
6. Сіз жұмыс істейтін мектеп: ☐ Ауылдық ☐ Қала маңындағы ☐ Қалалық ☐ Облыстық ☐ Басқа: _____
7. Өткен жылы зерттеулерді қолдану арқылы кәсіби біліктілікті арттыру мақсатында шамамен қанша сағат білім алдыңыз? (Зерттеуге бағытталған кәсіби оқу бағдарламаларын қоса алғанда) _____
8. STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз: ☐ Білімім жоқ (1) ☐ (2) ☐ Орта деңгей (3) ☐ (4) ☐ Сараптамалық деңгей (5)
9. Оқытуға қажетті мәліметтерді STEM білім беру саласындағы зерттеулер арқылы алу үшін қандай дереккөздерді пайдаланасыз? (Бірнеше нұсқаны таңдауға болады) ☐ Ғылыми журналдар ☐ Кәсіби ұйымдар ☐ Мемлекеттік білім беру органдары ☐ Мектеп әкімшілігі ☐ Газеттер ☐ Интернет ☐ Педагогикалық колледждер ☐ Басқа: _____
10. Дәлелге негізделген тәжірибе туралы білім деңгейіңізді бағалаңыз: ☐ Білімім жоқ (1) ☐ (2) ☐ Орта деңгей (3) ☐ (4) ☐ Сараптамалық деңгей (5)
11. Қай пәннен сабақ бересіз? ☐ Физика ☐ Химия ☐ Биология ☐ Математика ☐ Басқа: _____

Б. Мұғалімдердің STEM білім беру зерттеулерін қабылдауы мен қолдануына шолу

Төмендегі пікірлер бойынша өз көзқарасыңызды белгілеңіз: (1) — Мүлдем келіспеймін (2) — Келіспеймін (3) — Бейтарап (4) — Келісемін (5) — Толық келісемін

№	Пікір	1	2	3	4	5
12	Мен сабағымның нәтижелі болуы үшін STEM білім беру зерттеулерінен хабардармын	☐	☐	☐	☐	☐
13	Мен STEM білім беру зерттеулерін өз тәжірибемді жетілдіру үшін қолданамын	☐	☐	☐	☐	☐
14	Мен басқа мұғалімдермен STEM білім беру саласындағы зерттеулер туралы талқылаймын	☐	☐	☐	☐	☐
15	Мен STEM білім беру саласындағы сапалы зерттеулерді оңай анықтай аламын	☐	☐	☐	☐	☐
16	Менің STEM туралы білімім сабақ жоспарлау үшін маңызды	☐	☐	☐	☐	☐

№	Пікір	1	2	3	4	5
17	Менде STEM зерттеулерін зерделеуге уақыт жеткіліксіз	☐	☐	☐	☐	☐
18	Мен STEM зерттеулерінен аз пайда көремін	☐	☐	☐	☐	☐
19	STEM зерттеу нәтижелерін тәжірибеде қолдану маған қиын	☐	☐	☐	☐	☐
20	Біз әріптестермен бірге STEM зерттеулерін талдауға уақыт бөлеміз	☐	☐	☐	☐	☐
21	Маған STEM зерттеулеріне қол жеткізу қиын	☐	☐	☐	☐	☐
22	Өз тәжірибеме өзгеріс енгізу қажет болғанда STEM зерттеулеріне жүгінемін	☐	☐	☐	☐	☐
23	STEM зерттеулерін қолдану менің шығармашылығымды шектейді	☐	☐	☐	☐	☐
24	Менің ойымша, STEM зерттеулерінен гөрі жеке тәжірибем тиімді	☐	☐	☐	☐	☐
25	Мен STEM зерттеулерін өз педагогикалық шешімдерімді негіздеу үшін қолдана алмаймын деп ойлаймын	☐	☐	☐	☐	☐
26	STEM зерттеулеріне қолжетімділік менің тәжірибем үшін маңызды	☐	☐	☐	☐	☐
27	Мен STEM білім беру зерттеулерінің дамуына үлес қосамын	☐	☐	☐	☐	☐
28	Мен STEM зерттеулерін қалай қолдану керектігін білмеймін	☐	☐	☐	☐	☐
29	Мектеп әкімшілігі STEM зерттеулері туралы ақпаратпен бөліседі	☐	☐	☐	☐	☐
30	Оқыту барысында STEM зерттеулерін қолдану талап етіледі	☐	☐	☐	☐	☐
31	STEM зерттеулерін қолдануға сәйкес бағдарламаларды таңдау маған қиын	☐	☐	☐	☐	☐
32	Мен STEM зерттеулерін тәжірибемде қолданамын	☐	☐	☐	☐	☐
33	STEM зерттеулерін қолдану менің оқыту сапамды арттырады	☐	☐	☐	☐	☐
34	Шығармашылық STEM зерттеулері оқытуға ықпал етпейді	☐	☐	☐	☐	☐
35	Егер STEM зерттеулеріне қол жеткізе алмасам, оқытуым қиындай түсер еді	☐	☐	☐	☐	☐

В. Ашық сұрақтар

36. STEM білім беру зерттеулеріне қол жеткізудің негізгі себептері қандай?

37. STEM білім беру саласындағы зерттеулерге өз анықтамаңызды беріңіз:

Сауалнамаға қатысқаныңызға алғыс білдіреміз!

ҚОСЫМША Ә

Физика пәні мұғалімдерінің STEM білім берудегі тәжірибесі мен оны қолдану қажеттілігін анықтауға арналған сауалнама

Зерттеу мақсаты: Мұғалімдердің STEM білім беруді қолдану деңгейі мен қажеттілігін анықтау; STEM білім беру бойынша біліктілікті арттыру курсының мазмұнын зерделеу. Нұсқаулық: Сізге сәйкес жауапты таңдаңыз немесе бос жолға өз жауабыңызды жазыңыз. Сауалнама нәтижелері толықтай құпия сақталады. Байланыс: Бақытқазы Таннур — tannur18@mail.ru

А. Жалпы деректер

1. Сіз неше жастасыз? _____
2. Сіздің жынысыңыз қандай? ☐ Ер ☐ Әйел
3. Сіздің мұғалім ретіндегі еңбек өтіліңіз: ☐ 1–2 жыл ☐ 3–5 жыл ☐ 6–10 жыл ☐ 11–14 жыл ☐ 15 жылдан астам
4. Педагогикалық санатыңыз: ☐ Педагог ☐ Педагог-модератор ☐ Педагог-сарапшы ☐ Педагог-зерттеуші ☐ Педагог-шебер
5. Сіз жұмыс істейтін мектеп: ☐ Ауылдық ☐ Қала маңындағы ☐ Қалалық ☐ Басқа: _____
6. Сіз жұмыс істейтін білім беру мекемесінің атауы: ☐ Жалпы білім беретін мектеп ☐ Мамандандырылған мектеп ☐ Гимназия ☐ НЗМ ☐ БИЛ ☐ Мектеп-лицей ☐ Мектеп-гимназия ☐ Басқа: _____
7. Сіздің білім деңгейіңіз қандай? ☐ Бакалавр дәрежесі ☐ Магистр дәрежесі ☐ Докторлық дәреже ☐ Басқа: _____
8. Сіз қандай сыныптарға сабақ бересіз? (Барлық сәйкес нұсқаларды таңдаңыз) ☐ 6-сынып ☐ 7-сынып ☐ 8-сынып ☐ 9-сынып ☐ 10-сынып ☐ 11-сынып ☐ 12-сынып ☐ Орта білімнен кейінгі білім беру ☐ Басқа:

Б. Мұғалімдердің STEM білім беру туралы түсінігі мен қолдануына шолу

9. Физика пәнін оқытуда сізге қай бөлім қиындық туғызады? (Егер физика пәнінен сабақ берсеңіз) (Барлық сәйкес нұсқаларды таңдаңыз) ☐ Механика ☐ Молекулалық физика және термодинамика ☐ Электродинамика ☐ Оптика ☐ Ядролық және атомдық физика ☐ Тербелістер мен толқындар ☐ Гидростатика және гидродинамика ☐ Астрономия ☐ Басқа: _____
10. 9-сұрақтағы қиындықтарды жою үшін сізге қандай көмек қажет? ☐ Академиялық білім ☐ Виртуалды зертхана ☐ Дидактикалық материалдар ☐ Жобалық оқыту әдістері ☐ Пәнаралық байланысты күшейту ☐ Қолданбалы тапсырмалар әзірлеу ☐ Басқа: _____
11. STEM білім беру саласындағы біліміңізді бағалаңыз: ☐ Білімім жоқ ☐ Аздап хабарым бар ☐ Жақсы деңгейде
12. STEM білім беру бойынша сабақ бересіз бе? ☐ Иә ☐ Жоқ ☐ Кейбір сабақтарда ☐ Ашық сабақтарда
13. Сізде STEM білім беру бойынша әзірленген жеке бағдарламалар бар ма? ☐ Иә ☐ Жоқ
14. STEM білім беруді енгізу инновациялық процесс болып табыла ма? ☐ Иә ☐ Жоқ ☐ Жауап беруге қиналамын
15. STEM білім беру бойынша сізге қандай біліктілік жетіспейді? (Тек бір нұсқаны таңдаңыз) ☐ Әдістемелік (STEM деген не және ол не үшін қажет?) ☐ Жаратылыстану ғылымдарындағы жаңа жетістіктер туралы жалпы ақпарат ☐ STEM білім беруді ұйымдастыру (time management) ☐ Құрал-жабдықтарды пайдалану ☐ Басқа: _____
16. Болашақта оқушылардың мамандық таңдауына бағыт беру үшін оқу процесінде қандай құзыреттіліктерді қалыптастыру қажет деп ойлайсыз? (Барлық сәйкес нұсқаларды таңдаңыз) ☐ Ақпараттық ☐ Практикалық дағдылар ☐ Әлеуметтік және еңбек ☐ Коммуникативтік ☐ Сыни ойлау ☐ Тұлғалық даму ☐ Математикалық сауаттылық ☐ Басқа: _____
17. Осы қабілеттерді қалыптастыру үшін сізге қандай құзыреттіліктер жетіспейді? ☐ Ұйымдастырушылық ☐ Көшбасшылық ☐ Өмір бойы білім алу дағдылары ☐ Коммуникативтік ☐ Сыни ойлау ☐ Басқа: _____
18. STEM білім беру бойынша біліктілікті арттыру курсы ұсынылса, сіз қандай форматта қатысар едіңіз? ☐ Онлайн ☐ Офлайн ☐ Аралас ☐ Қатыспаймын
19. STEM білім беру бойынша біліктілікті арттыру курсының ұзақтығы қандай болғанын қалайсыз?ь☐ 36 сағат ☐ 72 сағат ☐ 80 сағат ☐ 160 сағат ☐ Басқа: _____
20. Сіздің ойыңызша, мұғалімдерді STEM білім беру сабақтарына тиімді енгізу үшін қандай қолдау қажет? (Тек бір нұсқаны таңдаңыз) ☐ Біліктілікті арттыру курстары ☐ Мониторинг ☐ Тәжірибе алмасу ☐ ЖОО-мен ынтымақтастық ☐ Материалдық-техникалық қамтамасыз ету

Бұл сауалнама жергілікті этикалық комитетте мақұлданды

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті

Жергілікті этикалық комитеттің қорытындысы

1.	Докторанттың Т.А.Ә.	Бақытқазы Таңшұр
2.	Докторантура мамандығы (білім беру бағдарламасы)	8D01501 – Физика
3.	Докторантурада оқу кезеңі	2022-2025 ж.ж.
4.	Диссертация тақырыбы, бекітілген күні	Физика пәнін оқытуда STEM білім беру элементтерін кіріктіру бойынша мектеп мұғалімдерінің құзіреттілігін қалыптастыру мәселелері, 24.11.2022
5.	Ғылыми кеңесшілер туралы мәліметтер (бар болса): Т.А.Ә., лауазымы және жұмыс орны, ғылыми дәрежесі, азаматтығы	Нұрғалиева (Дунгенбаева) Құралай Ерженқызы, Әл-фараби атындағы қазақ ұлттық университеті Физика - техникалық факультеті плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика кафедрасының ф.-м. ғ. к., аға оқытушысы. ҚР азаматшасы.
6.	Зерттеу объектілері	мектеп мұғалімдері және болашақ физика пән мұғалімдері
7.	Ғылыми зерттеуді жоспарлау, бағалау, іріктеу және жүргізу үдерісіндегі бұзушылықтар	Анықталған жоқ
8.	Ғылыми зерттеу нәтижелерін тарату үдерісіндегі бұзушылықтар	Анықталған жоқ
9.	Зерттеу объектілерінің құқықтарын, қауіпсіздігін және әл-ауқатын қорғау қалай қамтамасыз етілді? (тірі табиғат объектілері мен қоршаған орта болған жағдайда)	Бұл сауалнама ғылыми зерттеу аясында жүргізіледі. Сауалнама анонимді, жеке басыңызды анықтайтын ешқандай ақпарат жиналмайды
10	Диссертациялық зерттеуді дайындау кезінде жасанды интеллект технологияларын пайдалану фактілерінің болуы немесе болмауы	Диссертациялық зерттеуді дайындау кезінде жасанды интеллект технологияларын пайдалану фактілері анықталған жоқ.
11	Мақұлдау нөмірі	IRB – A1902
12	Зерттеуді мақұлдау күні	22.01.2024
13	Зерттеуді мақұлдаудың аяқталу күні	19.01.2029

ЖЭК төрайымы _____ Усатаева Г.М.

ҚОСЫМША Б

Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау курс бағдарламасына пікір № 1

Бақытқазы Таннурдың «Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау» тақырыбындағы орта білім беру мекемелерінің физика мұғалімдеріне арналған біліктілікті арттыру курс бағдарламасына

ПІКІР

«Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау» тақырыбындағы физика мұғалімдеріне арналған біліктілікті арттыру курсы бағдарламасы орта білім беру жүйесінде жаратылыстану пәндерін оқытудың мазмұнын жаңғыртуға бағытталған ғылыми-әдістемелік тұрғыда негізделген бағдарлама болып табылады.

Бағдарлама мазмұны STEM-білім берудің негізгі қағидалары мен элементтерін физика пәнін оқыту үдерісіне кіріктіруге бағытталып, мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін кешенді түрде дамытуға негізделген. Курста пәнаралық ықпалдастыру, теориялық білімді практикалық әрекетпен байланыстыру және оқыту үдерісін жобалау мәселелері жүйелі түрде қарастырылған. Бұл мұғалімдердің заманауи білім беру талаптарына сәйкес жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.

Бағдарламада физика сабақтары мен факультативтерді жоспарлау барысында STEM-білім беру элементтерін тиімді қолдану, оқу мақсаттарына сәйкес сабақ құрылымын әзірлеу, жобалық және зерттеушілік тапсырмаларды ұйымдастыру жолдары қамтылған. Сонымен қатар педагогтердің оқу үдерісін ғылыми тұрғыда ұйымдастыруына ықпал ететін деректерді жинау, талдау және нәтижелерді бағалау дағдыларын қалыптастыруға назар аударылған.

Бағдарлама мазмұнында оқу ресурстарын тиімді пайдалану, физикалық үдерістерді визуализациялау, инженерлік бағыттағы тапсырмаларды қолдану және жобалық жұмыстарды таныстыру мәселелері де көрініс тапқан. Бұл педагогтердің STEM-білім беру элементтерін физиканы оқытуда орынды және мақсатты қолдануына жағдай жасайды.

Қорытындылай келе, «Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау» біліктілікті арттыру курсы бағдарламасы ғылыми тұрғыда негізделген, мазмұны жүйелі және педагогикалық практикада қолдануға дайын оқу-әдістемелік бағдарлама ретінде оң бағаланады.

Алматы қаласы Педагогикалық ін-бер... орталығы филиалы директоры Асубаев Берик Куттыбаевич

14.01.2024ж

ҚОСЫМША В

Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау курс бағдарламасына пікір № 2

Бақытқазы Таннурдың «Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау» тақырыбындағы орта білім беру мекемелерінің физика мұғалімдеріне арналған біліктілікті арттыру курс бағдарламасына

ПІКІР

«Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау» тақырыбындағы орта білім беру мекемелерінің физика мұғалімдеріне арналған біліктілікті арттыру курс бағдарламасы заманауи білім беру талаптарына сай әзірленген және педагогтердің кәсіби құзыреттілігін арттыруға бағытталған өзекті оқу-әдістемелік құжат болып табылады.

Бағдарлама мазмұны модульдік қағида негізінде жүйелі түрде құрылып, STEM-білім берудің теориялық негіздерінен бастап, оны физиканы оқыту үдерісінде жоспарлау және тәжірибеде іске асыру жолдарына дейінгі мәселелерді қамтиды. Бірінші модульде STEM-білім берудің тарихы, негізгі ұғымдары мен қағидалары, сондай-ақ халықаралық және отандық тәжірибе талданып, қатысушылардың STEM туралы ғылыми-әдіснамалық түсінігін қалыптастыруға негіз қалайды.

Екінші модульде STEM оқытуды жоспарлау мәселелері қарастырылып, физика сабақтары мен факультативтерге арналған оқу жоспарларын әзірлеу, STEM сабақтарының жобаларын құрастыру және деректерді жинау мен талдау әдістерін меңгеру көзделген. Бұл модуль педагогтердің оқу үдерісін ғылыми тұрғыда жоспарлау және құрылымдау дағдыларын дамытуға бағытталған.

Үшінші модуль STEM box және оқу ресурстарын тиімді пайдалану мәселелерін қамти отырып, STEM элементтерін ресімдеу, жобаларды ұсыну және пәнаралық байланысты жүзеге асыру жолдарын қарастырады. Сонымен қатар тыңдаушылардың көпшілік алдында сөйлеу және жобаларды қорғау дағдыларын дамытуға басымдық беріледі.

Бағдарламаның қорытынды бағалау жүйесі жобалық жұмысқа негізделіп, қатысушылардың алған теориялық білімдері мен қалыптасқан практикалық дағдыларын кешенді бағалауға мүмкіндік береді. Бұл бағдарламаның нәтижелілігін арттырып, оның оқу тәжірибесінде тиімді қолданылуына жағдай қасайды. Жалпы алғанда, ұсынылып отырған біліктілікті арттыру курсы бағдарламасы ғылыми тұрғыда негізделген, құрылымы логикалық жағынан бірізді және педагогикалық практикада қолдануға толық дайын. Бағдарлама физика мұғалімдерінің STEM бағытындағы кәсіби әлеуетін арттыруға және физиканы оқыту сапасын жақсартуға ықпал етеді.

ҚазҰПУ, математика, физика және информатика институты, Математика, физика және информатиканы оқыту әдістемесі кафедрасы, п.ғ.к., профессор

Тұяқов Е.А.

ҚОСЫМША Г

Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау курс бағдарламасына авторлық куәлік



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

АВТОРЛЫҚ ҚҰҚЫҚПЕН ҚОРҒАЛАТЫН ОБЪЕКТІЛЕРГЕ ҚҰҚЫҚТАРДЫҢ МЕМЛЕКЕТТІК ТІЗІЛІМГЕ МӘЛІМЕТТЕРДІ ЕНГІЗУ ТУРАЛЫ

КУӘЛІК

2025 жылғы «11» желтоқсан № 65266

Автордың (авторлардың) жөні, аты, әкесінің аты (егер ол жеке басын куәландыратын құжатта көрсетілсе):
БАҚЫТҚАЗЫ ТАҢНУР, Нұрғалиева Құралай Еркенқызы

Авторлық құқық объектісі: әдеби туынды

Объектінің атауы: Физиканы оқытуға STEM-білім беру элементтерін интеграциялау курс бағдарламасы

Объектіні жасаған күні: 10.12.2025

ЭЦҚ қол қойылды

С. Ахметов

ҚОСЫМША Ғ
STEM курсынан кейінгі бір жылдық мониторинг сауалнамасы

Кіріспе: Сіз бір жыл бұрын STEM білім беру әдістемесі бойынша біліктілікті арттыру курсынан өттіңіз. Осы сауалнама курстан кейінгі бір жылдық кезеңдегі STEM әдістемесін практикалық қолдану тиімділігін бағалауға арналған. Сауалнама анонимді, жауаптар зерттеу мақсатында өңделіп, нәтижелері жалпыланған түрде жарияланады. Толтыруға шамамен 10–15 минут уақыт қажет.

Бөлім 1. Жалпы ақпарат

1.1. Сіздің педагогикалық жұмыс тәжірибеңіз: ☐ 1–2 жыл ☐ 3–5 жыл ☐ 6–10 жыл ☐ 11–14 жыл ☐ 15 жылдан астам

1.2. Қандай сынып деңгейінде жұмыс істейсіз? *(Бірнешеуін таңдауға болады)* ☐ 7-сынып ☐ 8-сынып ☐ 9-сынып ☐ 10-сынып ☐ 11-сынып ☐ 12-сынып

Бөлім 2. STEM әдістемесін практикалық қолдану жиілігі

2.1. Соңғы бір жыл ішінде STEM әдістемесін сабақтарыңызда қандай жиіліктен қолдандыңыз? *Кодтау: 5 — Үнемі; 4 — Жиі; 3 — Анда-санда; 2 — Сирек; 1 — Ешқашан* ☐ Үнемі (аптасына 3–4 рет және одан жиі) ☐ Жиі (аптасына 1–2 рет) ☐ Анда-санда (айына 2–3 рет) ☐ Сирек (семестрде 1–2 рет) ☐ Ешқашан қолданбадым

2.2. Егер «Ешқашан» немесе «Сирек» таңдаған болсаңыз, себептерін көрсетіңіз: *(Бірнешеуін таңдауға болады)* ☐ Уақыт жетіспеушілігі ☐ Жабдық пен ресурстардың жоқтығы ☐ Әдістемелік материалдардың жетіспеушілігі ☐ Оқу бағдарламасына сәйкес келмеді ☐ Әкімшілік қолдаудың жоқтығы ☐ Өзіне деген сенімсіздік ☐ Басқа: _

Бөлім 3. STEM жобаларын іске асыру

3.1. Соңғы оқу жылында оқушылармен қанша STEM жобасын жүзеге асырдыңыз? ☐ Ешқандай ☐ 1–2 жоба ☐ 3–5 жоба ☐ 6–10 жоба ☐ 10-дан астам жоба

3.2. Іске асырған STEM жобаларыңыздың атауы мен қысқаша сипаттамасын жазыңыз: *(Кемінде 1 жобаны сипаттаңыз)* Жоба 1: - Атауы: _____ - Пәндік аймақ: _____ - Қысқаша сипаттама (мақсаты, әдісі, нәтижесі): _____

3.3. Жобалар қандай деңгейде іске асырылды? *(Бірнешеуін таңдауға болады)* ☐ Сынып деңгейінде ☐ Мектеп деңгейінде ☐ Аудандық/қалалық деңгейде ☐ Облыстық деңгейде ☐ Республикалық деңгейде ☐ Халықаралық деңгейде

Бөлім 4. STEM сабағын дайындау мен өткізудегі қиындықтар

4.1. STEM сабағын дайындау және өткізу кезінде төмендегі әр атаптада қандай деңгейде қиындық көрдіңіз? *Кодтау шкаласы: 5 — Өте үлкен қиындық; 4 — Үлкен қиындық; 3 — Орташа қиындық; 2 — Аз қиындық; 1 — Қиындық жоқ*

№	Атап	1	2	3	4	5
1	Сабақтың мақсаты мен міндеттерін анықтау	☐	☐	☐	☐	☐
2	Пәнаралық байланыстарды орнату	☐	☐	☐	☐	☐
3	Оқу материалдары мен ресурстарды іріктеу	☐	☐	☐	☐	☐
4	Жоба тақырыбын таңдау және құрылымдау	☐	☐	☐	☐	☐
5	Зерттеу сұрағын тұжырымдау	☐	☐	☐	☐	☐
6	Практикалық тапсырмалар әзірлеу	☐	☐	☐	☐	☐
7	Оқушыларды топқа бөлу және рөл бөлу	☐	☐	☐	☐	☐
8	Уақытты тиімді жоспарлау	☐	☐	☐	☐	☐
9	Бағалау критерийлерін әзірлеу	☐	☐	☐	☐	☐
10	Сабақты өткізу (мұғалім рөлі)	☐	☐	☐	☐	☐
11	Оқушылардың жұмысын бақылау және бағалау	☐	☐	☐	☐	☐
12	Техникалық жабдықтарды пайдалану	☐	☐	☐	☐	☐
13	Презентация және қорғауды ұйымдастыру	☐	☐	☐	☐	☐
14	Рефлексия және өзін-өзі бағалау жүргізу	☐	☐	☐	☐	☐
15	Оқушылардың әртүрлі деңгейін ескеру (дифференциация)	☐	☐	☐	☐	☐

4.2. Ең үлкен қиындық туғызған 3 атапты көрсетіңіз: *(Бірнешеуін таңдауға болады)*

☐ Пәнаралық байланыстарды орнату ☐ Жоба тақырыбын таңдау ☐ Практикалық тапсырмалар әзірлеу ☐ Уақытты тиімді жоспарлау ☐ Техникалық жабдықтарды пайдалану ☐ Бағалау критерийлерін әзірлеу ☐ Оқушылардың әртүрлі деңгейін ескеру ☐ Басқа: _____

Бөлім 5. Оқушылардың кездескен қиындықтары

5.1. Сіздің бақылауыңыз бойынша, оқушылар STEM жобаларын орындау кезінде төмендегі атаптарда қандай деңгейде қиындық көрді? *Кодтау шкаласы: 5 — Өте үлкен қиындық; 4 — Үлкен қиындық; 3 — Орташа қиындық; 2 — Аз қиындық; 1 — Қиындық жоқ*

№	Атап	1	2	3	4	5
1	Проблеманы түсіну және анықтау	☐	☐	☐	☐	☐
2	Зерттеу сұрағын тұжырымдау	☐	☐	☐	☐	☐
3	Ақпарат іздеу және таңдау	☐	☐	☐	☐	☐
4	Шешім жолдарын ұсыну (идея генерациясы)	☐	☐	☐	☐	☐
5	Жоспарлау және дизайн әзірлеу	☐	☐	☐	☐	☐
6	Практикалық орындау (прототип жасау)	☐	☐	☐	☐	☐
7	Топтық жұмыс және бірлесіп жұмыс жасау	☐	☐	☐	☐	☐
8	Техникалық құралдарды қолдану	☐	☐	☐	☐	☐
9	Математикалық есептеулер жүргізу	☐	☐	☐	☐	☐
10	Тестілеу және нәтижелерді өңдеу	☐	☐	☐	☐	☐
11	Қателерді табу және түзету	☐	☐	☐	☐	☐
12	Презентация дайындау және қорғау	☐	☐	☐	☐	☐
13	Уақытты басқару	☐	☐	☐	☐	☐
14	Өзін-өзі бағалау және рефлексия	☐	☐	☐	☐	☐

5.2. Оқушылар үшін ең проблемалық 3 атапты белгілеңіз: *(Бірнешеуін таңдауға болады)* ☐ Проблеманы түсіну және анықтау ☐ Зерттеу сұрағын тұжырымдау ☐ Практикалық орындау (прототип жасау) ☐ Топтық жұмыс және бірлесіп жұмыс жасау ☐ Математикалық есептеулер жүргізу ☐ Презентация дайындау және қорғау ☐ Уақытты басқару ☐ Басқа: _____

Бөлім 6. Оқушылардың оқу үлгерімінің өзгерісі

6.1. STEM әдістемесін қолдану оқушылардың оқу үлгеріміне қандай әсер етті? *Кодтау: 5 — Айтарлықтай жақсарды; 4 — Жақсарды; 3 — Өзгеріс жоқ; 2 — Нашарлады; 1 — Айтарлықтай нашарлады* ☐ Айтарлықтай жақсарды (орташа балл 15–20% өсті) ☐ Жақсарды (орташа балл 5–15% өсті) ☐ Аздаған жақсару бар (орташа балл 1–5% өсті) ☐ Өзгеріс жоқ ☐ Нашарлады

6.2. Оқушылардың оқу үлгерімінің өзгерісін пәндер бойынша бағалаңыз:
Кодтау: 5 — Айтарлықтай жақсарды; 4 — Жақсарды; 3 — Өзгеріс жоқ; 2 — Нашарлады; 1 — Айтарлықтай нашарлады; 0 — Қолданылмады

Пән	0	1	2	3	4	5
Математика	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Физика	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Химия	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Биология	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Информатика	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Технология	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6.3. Егер оқу үлгерімінде өзгеріс болмаса немесе нашарласа, себептерін көрсетіңіз: *(Бірнешеуін таңдауға болады)* ☐ Бағалау жүйесі STEM талаптарын елемейді ☐ Оқушылар жаңа әдіске бейімделе алмады ☐ STEM әдістемесі уақытты көп алады ☐ Дәстүрлі тест форматына сәйкес келмеді ☐ Басқа: _____

Бөлім 7. STEM әдістемесін дамытуға арналған ұсыныстар

7.1. STEM әдістемесін одан әрі дамыту үшін не қажет? *(Бірнешеуін таңдауға болады)*

☐ Үздіксіз кәсіби даму курстары ☐ Менторлық қолдау және кеңес беру ☐ Дамыған әдістемелік құралдар мен жоспарлар ☐ Жабдық пен техникалық ресурстар ☐ Мұғалімдер қоғамдастығы (желі, форум) ☐ Озық тәжірибемен танысу (тағылымдама) ☐ Әкімшілік қолдау және мотивация ☐ Оқу бағдарламаларын бейімдеу ☐ Ата-аналармен жұмыс жүргізу ☐ Басқа: _____

7.2. Курстан кейінгі бір жылдағы тәжірибеңізді жалпы қалай бағалайсыз?
Кодтау: 5 — Өте жақсы; 4 — Жақсы; 3 — Қанағаттанарлық; 2 — Қанағаттанарлықсыз; 1 — Өте қанағаттанарлықсыз ☐ Өте жақсы (STEM әдістемесі жұмысымды түбегейлі өзгертті) ☐ Жақсы (STEM әдістемесі жұмысымды жақсартты) ☐ Қанағаттанарлық (Кейбір пайдасы болды) ☐ Қанағаттанарлықсыз (Үлкен пайдасы жоқ) ☐ Өте қанағаттанарлықсыз (Мүлдем пайдасы болмады)

ҚОСЫМША Д

Инновациялық педагогикалық тәжірибе нәтижелерін енгізу (қолдану) туралы

АКТ №1

Инновациялық педагогикалық тәжірибе нәтижелерін енгізу (қолдану) туралы

АКТ

1. Бағдарлама авторы: Бақытқазы Таңнур
2. Жұмыстың атауы: Элективті курс
3. Тақырып атауы: «Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту»
4. Сыныбы: 10
5. Тәжірибе нәтижелері пайдаланылатын ұйымның атауы: Алматы қаласы №65 мектеп – гимназия
6. Енгізудің басталу күні: 01.09.2025 ж.

Бұл акт №65 мектеп-гимназиясында қолданылған инновациялық педагогикалық тәсілдердің оқу үдерісіне табысты енгізілгенін және олардың тиімділігі дәлелденгенін айқындайды.

Элективті курс оқушылардың физика саласындағы базалық білімін тереңдетуге, STEM бағытындағы пәнаралық байланыстарды қалыптастыруға және алған білімдерін практикалық жағдайда қолдана білу дағдыларын дамытуға бағытталды. Сабақтарда физикалық құбылыстар инженерлік есептермен, технологиялық шешімдермен және нақты өмірлік мысалдармен ұштастырылды.

Оқу үдерісінде қолданылған инновациялық педагогикалық әрекеттер: Пәнаралық STEM интеграциясы. Физика, математика, технология және информатика пәндері өзара байланыста оқытылып, оқушылар шағын инженерлік жобалар мен есептерді орындады. Зерттеуге негізделген оқыту. Оқушылар тәжірибелер жүргізіп, деректерді талдау, гипотеза ұсыну және қорытынды жасау арқылы ғылыми зерттеу дағдыларын жетілдірді. Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану. Сабақ барысында интерактивті тақта, цифрлық симуляциялар және онлайн платформалар пайдаланылып, оқу материалының меңгерілуі арттырылды.

Аталған акт №65 мектеп-гимназия «Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту» элективті курсының инновациялық әдістер арқылы нәтижелі жүзеге асырылғанын және оқушылардың оқу жетістіктеріне оң әсер еткенін растайды.

№65 мектеп - гимназия директоры Абишева А.Б.

ҚОСЫМША Ж
Инновациялық педагогикалық тәжірибе нәтижелерін енгізу (қолдану) туралы АКТ №2

Инновациялық педагогикалық тәжірибе нәтижелерін енгізу (қолдану) туралы
АКТ

1. Бағдарлама авторы: Бақытқазы Таннур
2. Жұмыстың атауы: Элективті курс
3. Тақырып атауы: «Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту»
4. Сыныбы: 10
5. Тәжірибе нәтижелері пайдаланылатын ұйымның атауы: Алматы қаласы №202 мектеп-гимназиясы
6. Енгізудің басталу күні: 01.09.2024 ж.

Бұл акт «Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту» атты элективті курсты жүзеге асыру барысында қолданылған STEM бағытындағы инновациялық педагогикалық әдістердің оқу үдерісіне енгізілгенін және олардың тиімді нәтиже бергенін растайды.

Аталған элективті курс оқушылардың физика пәніне деген қызығушылығын арттыруға, теориялық білімді практикалық әрекетпен ұштастыруға, сондай-ақ ғылыми-технологиялық ойлау мен зерттеушілік дағдыларын қалыптастыруға бағытталды. Оқу барысында физикалық заңдылықтар нақты өмірлік жағдаяттармен және инженерлік шешімдермен байланыстырылып түсіндірілді.

Оқу үдерісінде енгізілген инновациялық педагогикалық әрекеттер:
- **STEM негізіндегі жобалық оқыту.** Оқушылар физикалық құбылыстарға негізделген жобалар орындады: «Жаңартылатын энергия көздері», «Энергияны үнемдеу модельдері», «Қарапайым инженерлік құрылғыларды жобалау» т.б. Бұл жұмыстар оқушылардың шығармашылық және инженерлік қабілеттерін дамытуға ықпал етті.
- **Практикалық және зертханалық жұмыстарды кеңінен қолдану.** Сабақтарда тәжірибе жасау, модельдеу және есептеу элементтері біріктіріліп, оқушылардың теориялық білімін практикада қолдану дағдылары қалыптастырылды.
- **Цифрлық және визуалдық ресурстарды пайдалану.** Физикалық үдерістерді түсіндіруде интерактивті симуляциялар, цифрлық құралдар және визуализация элементтері қолданылып, күрделі ұғымдардың меңгерілуі жеңілдетілді.

Аталған акт «Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту» элективті курсының инновациялық педагогикалық тәсілдер арқылы сәтті жүзеге асырылғанын және оқу-тәрбие үдерісінде оң нәтижелер бергенін растайды.

№202 мектеп-гимназия директоры _____ Жанайхан. Б.

ҚОСЫМША 3
Инновациялық педагогикалық тәжірибе нәтижелерін енгізу (қолдану) туралы
АКТ №3

Инновациялық педагогикалық тәжірибе нәтижелерін енгізу (қолдану) туралы
АКТ

1. Бағдарлама авторы: Бақытқазы Таңнур
2. Жұмыстың атауы: Элективті курс
3. Тақырып атауы: «Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту»
4. Сыныбы: 10
5. Тәжірибе нәтижелері пайдаланылатын ұйымның атауы: Алматы қаласы №24 Лицей
6. Енгізудің басталу күні: 01.09.2025 ж.

Бұл акт №24 Лицейде қолданылған инновациялық педагогикалық тәсілдердің оқу үдерісіне табысты енгізілгенін және олардың тиімділігі дәлелденгенін айқындайды.

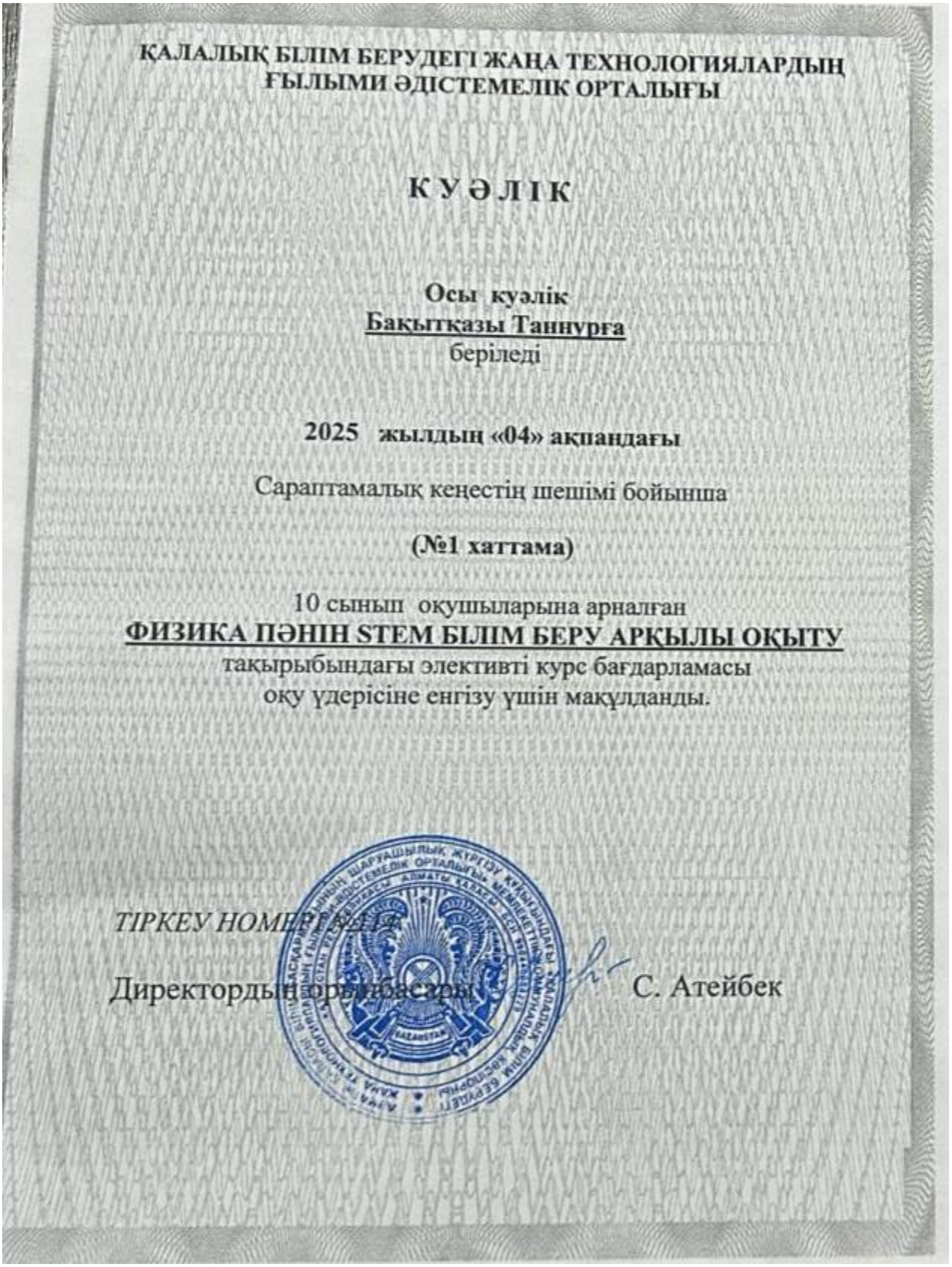
Элективті курс оқушылардың физика саласындағы базалық білімін тереңдетуге, STEM бағытындағы пәнаралық байланыстарды қалыптастыруға және алған білімдерін практикалық жағдайда қолдана білу дағдыларын дамытуға бағытталды. Сабақтарда физикалық құбылыстар инженерлік есептермен, технологиялық шешімдермен және нақты өмірлік мысалдармен ұштастырылды.

Оқу үдерісінде қолданылған инновациялық педагогикалық әрекеттер: *Пәнаралық STEM интеграциясы:* физика, математика, технология және информатика пәндері өзара байланыста оқытылып, оқушылар шағын инженерлік жобалар мен есептерді орындады. *Зерттеуге негізделген оқыту*: оқушылар тәжірибелер жүргізіп, деректерді талдау, гипотеза ұсыну және қорытынды жасау арқылы ғылыми зерттеу дағдыларын жетілдірді. Оқушылардың зерттеушілік дағдыларының дамуына оң әсерін берді. *Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану*: сабақ барысында интерактивті тақта, цифрлық симуляциялар және онлайн платформалар пайдаланылып, оқу материалының меңгерілуі арттырылды.

Аталған акт №24 Лицейде «Физика пәнін STEM білім беру арқылы оқыту» элективті курсының инновациялық әдістер арқылы нәтижелі жүзеге асырылғанын және оқушылардың оқу жетістіктеріне оң әсер еткенін растайды.

№24 лицей директоры **Л.Ә. Мәмунтаева**

ҚОСЫМША И
Элективті курс бағдарламасына куәлік



ҚАЛАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ҒЫЛЫМИ ӘДІСТЕМЕЛІК ОРТАЛЫҒЫ

КУӘЛІК

Осы куәлік
Бақытқазы Таннурға
беріледі

2025 жылдың «04» ақпандағы

Сараптамалық кеңестің шешімі бойынша

(№1 хаттама)

10 сынып оқушыларына арналған
ФИЗИКА ПӘНІН STEM БІЛІМ БЕРУ АРҚЫЛЫ ОҚЫТУ
тақырыбындағы элективті курс бағдарламасы
оқу үдерісіне енгізу үшін мақұлданды.

ТІРКЕУ НОМЕРІ №1

Директордың орынбасары С. Атейбек