

Research paper / Оригинальная статья
<https://doi.org/10.51176/1997-9967-2025-3-85-105>
 МРПТИ 06.61.23
 JEL: I25, I28, R23



Planning Educational Infrastructure in Kazakhstan under Demographic Growth with Digital Decision-Support Tools

Gaukhar B. Aidarkhanova^{a*}, Gaukhar B. Aubakirova^a, Gulnara N. Nyussupova^a, Chingiz B. Zhumagulov^a, Abzal M. Zhakypbek^a

^a al-Farabi Kazakh National university, 71 al-Farabi Ave., Almaty, Kazakhstan

For citation: Aidarkhanova, G.B., Aubakirova, G.B., Nyussupova, G.N., Zhumagulov, Ch.B. & Zhakypbek, A.M. (2025). Planning Educational Infrastructure in Kazakhstan under Demographic Growth with Digital Decision-Support Tools. *Economy: the strategy and practice*, 20 (3), 85-105, <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2025-3-85-105>

ABSTRACT

Accelerated and uneven demographic growth in Kazakhstan is shaping spatially differentiated demand dynamics for places in early childhood education institutions and first-grade classes, necessitating anticipatory planning. The aim of the study is to analyze the impact of demographic growth on preschool and primary education infrastructure, to forecast the demand for places using the cohort-age method, and to develop targeted recommendations to prevent infrastructure shortages. The study applies an age-cohort (cohort-component) projection integrated with Geographic Information Systems (GIS) and business intelligence (BI) visualization to assess regional needs without relying on school “capacity” calculations. In 2029, the number of preschool-age children is expected to increase primarily in the southern and western regions, indicating the need to expand the network of early childhood education providers. By 2030, the highest first-grade intake is projected in Almaty region (approximately 5.8 thousand), Kyzylorda region (approximately 5.4 thousand), and Shymkent city (approximately 5.9 thousand). Regression analysis confirmed the significant impact of fertility ($\beta=0.48$; $p<0.01$) and migration ($\beta=0.31$; $p<0.05$) on the infrastructural load. These estimates provide a foundation for prioritizing and phasing in additional seats, planning workforce needs, targeting the allocation of resources and subsidies, and aligning construction plans with anticipated demographic dynamics, measures that will promote more equitable access to education and strengthen the resilience of regional systems.

KEYWORDS: Demography, Demographic Growth, Education, Educational Infrastructure, Educational Strategy, Regional Economy, Capacity Shortfalls, Workforce Planning

CONFLICT OF INTEREST: the authors declare that there is no conflict of interest

FINANCIAL SUPPORT. The study was carried out within the framework of program-targeted funding by the Science Committee of the MSHE RK under the project “Sustainable development of natural-industrial and socio-economic systems of the West Kazakhstan region in the context of green growth: a comprehensive analysis, concept, forecast estimates and scenarios” IRN BR21882122.

Article history:

Received 08 May 2025

Accepted 02 September 2025

Published 30 September 2025

* **Corresponding author:** Aidarkhanova G. – PhD, Senior Lecturer, al-Farabi Kazakh National university, 71 al-Farabi Ave., Almaty, Kazakhstan, 87478352431, email: gauhar_222@mail.ru

Цифрлық шешімдерді қолдауға арналған құралдарды пайдалана отырып, демографиялық өсім жағдайында Қазақстандағы білім беру инфрақұрылымын жоспарлау

Айдарханова Г.Б.^{а*}, Аубакирова Г.Б.^а, Нюсупова Г.Н.^а, Жумагулов Ч.Б.^а, Жақыпбек А.М.^а

^аэл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, даң. эл-Фараби 71, Алматы, Қазақстан

Дәйексөз үшін: Айдарханова Г.Б., Аубакирова Г.Б., Нюсупова Г.Н., Жумагулов Ч.Б., Жақыпбек А.М. (2025). Цифрлық шешімдерді қолдауға арналған құралдарды пайдалана отырып, демографиялық өсім жағдайында Қазақстандағы білім беру инфрақұрылымын жоспарлау. Экономика: стратегия және практика, 20 (3), 85-105, <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2025-3-85-105>

ТҮЙІН

Қазақстандағы жедел және біркелкі емес демографиялық өсім мектепке дейінгі ұйымдар мен бірінші сыныптарға деген сұраныстың кеңістіктік тұрғыдан әркелкі динамикасын қалыптастырып отыр, бұл өз кезегінде ілгерілей жоспарлауды қажет етеді. Зерттеудің мақсаты – демографиялық өсімнің мектепке дейінгі және бастауыш білім беру инфрақұрылымына ықпалын талдау, орындарға деген сұранысты когорттық-жастық әдіс негізінде болжау және инфрақұрылымдық тапшылықтың алдын алу үшін нысаналы ұсыныстар әзірлеу. Зерттеу барысында мектептердің «сыйымдылығын» есепке алмастан, өңірлік қажеттіліктерді бағалау үшін когорттық-жас құрылымына негізделген болжау әдісі геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) мен VI-визуализациямен біріктіре қолданылды. 2029 жылға қарай мектепке дейінгі жастағы балалар санының көбейуі негізінен Қазақстанның оңтүстік және батыс өңірлерінде күтіліп отыр, бұл мектепке дейінгі білім беру ұйымдары желісін кеңейту қажеттігін көрсетеді. 2030 жылға қарай бірінші сыныпқа қабылданатын оқушылардың ең жоғары саны Алматы облысында (шамамен 5,8 мың), Қызылорда облысында (шамамен 5,4 мың) және Шымкент қаласында (шамамен 5,9 мың) болатыны болжанып отыр. Регрессиялық талдау туу деңгейінің ($\beta=0,48$; $p<0,01$) және көші-қонның ($\beta=0,31$; $p<0,05$) инфрақұрылымдық жүктемеге елеулі ықпалын растады. Алынған нәтижелер қосымша орындарды кезең-кезеңімен ашу, кадрлық қамтамасыз етуді жоспарлау, ресурстар мен субсидияларды нысаналы бөлу, сондай-ақ құрылыс жоспарларын демографиялық болжамдармен үйлестіру үшін негіз бола алады. Бұл өз кезегінде білімге қолжетімділікті арттырып, өңірлік жүйелердің тұрақтылығын күшейтуге ықпал етеді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: демография, демографиялық өсу, білім беру, білім беру инфрақұрылымы, білім беру стратегиясы, аймақтық экономика, орын жетіспеушілігі, кадрлық қамтамасыз ету

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ: авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді

ҚАРЖЫЛАНДЫРУ. Зерттеу ҚР ҒЖБМ Ғылым комитетінің ЖТН BR21882122 «Жасыл даму контекстінде Батыс Қазақстан өңірінің табиғи-шаруашылық және әлеуметтік-экономикалық жүйелерінің тұрақты дамуы: кешенді талдау, тұжырымдама, болжамдық бағалау және сценарийлер» нысаналы қаржыландыру бағдарламасы шеңберінде әзірленген.

Мақала тарихы:

Редакцияға түсті 08 Мамыр 2025

Жариялау туралы шешім қабылданды 02 Қыркүйек 2025

Жарияланды 30 Қыркүйек 2025

* **Хат-хабаршы авторы:** Айдарханова Г.Б. – PhD, аға оқытушы, эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, даң. эл-Фараби 71, Алматы, Қазақстан, 87478352431, email: gauhar_222@mail.ru

КІРІСПЕ

Мектепке дейінгі және бастауыш білім беру деңгейлері баланың әрі қарайғы білім алуына және табысты әлеуметтенуіне негіз қалайды. Қазақстанда бұл деңгейлердің маңыздылығы 2000-жылдардың басынан бері байқалып келе жатқан тұрақты демографиялық өсім жағдайында айрықша артып отыр. Алайда өңірлік деңгейдегі демографиялық поляризация – оңтүстік және батыс аймақтарда халық санының үдемелі өсуі және солтүстік пен шығыста оның қысқаруы – білім беру инфрақұрылымын жоспарлауда жаңа сын-қатерлер тудырады. Басқарушылық тұрғыдан негізгі белгісіздіктерге мыналар жатады: қай өңірлерде және қай мерзімде орын тапшылығының шарықтау шегі туындайды, қандай көлемде кадрлық ресурстар қажет болады және бұл өзгерістерді алдын ала қалай ескеруге болады.

Халықаралық тәжірибе көрсеткендей, демографиялық болжамдар мен әлеуметтік инфрақұрылымдық жоспарлау арасындағы үйлесімсіздік, әсіресе жедел өсіп жатқан аймақтарда, ресурстардың тиімсіз бөлінуіне әкеледі. Қазақстан жағдайында жүргізілген зерттеулерде туу мен көші-қон серпіні жеке қарастырылғанымен, оларды мектепке дейінгі және бастауыш білім беру жүйесінің болжамдық моделіне интеграциялау және кеңістіктік талдау элементтерімен толықтыру әдістемесі жеткілікті түрде әзірленбеген.

Осыған байланысты, зерттеудің объектісі – Қазақстандағы мектепке дейінгі және бастауыш білім беру инфрақұрылымын жоспарлау жүйесі, пәні – демографиялық үрдістер мен аумақтық факторларды ескеретін болжамдық әдістер. Уақыттық шеңбер – 2000–2024 жж. тарихи деректер және 2030 ж. дейінгі болжамдар, аумақтық шеңбер – республиканың барлық облыстары мен ірі қалалары.

Зерттеудің мақсаты – демографиялық өсімнің мектепке дейінгі және бастауыш білім беру инфрақұрылымына ықпалын талдау, орындарға деген сұранысты когорттық-жастық әдіс негізінде болжау және инфрақұрылымдық тапшылықтың алдын алу үшін нысаналы ұсыныстар әзірлеу. Гипотеза: егер қазіргі туу және көші-қон үрдістері сақталса, онда инфрақұрылымдық жүктеме арта береді; ал когорттық-жастық талдауды заманауи Microsoft Power BI және ГАЗ құралдарымен біріктіру болжамдардың дәлдігін арттырып, ресурстарды тиімдірек бөлуді қамтамасыз етеді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – классикалық демографиялық теориялар

(демографиялық өтпелі кезең, кеңістіктік-демографиялық поляризация) мен когорттық талдау әдісін біріктіре отырып, Power BI және ГАЗ технологияларын тек визуализация және кеңістіктік талдау құралы ретінде қолдану. Бұл тәсіл басқару шешімдерін қабылдау кезінде уақыт пен кеңістікті ескеретін, ерте ескерту функциясы бар интеграцияланған жүйе құруға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

Демографиялық үдерістер мен әлеуметтік институттар арасындағы өзара байланысты зерттеу XIX ғасырдың ортасынан бастау алады. Дж. Сноу холераның таралуын талдай отырып, картографиялық тәсілдің эпидемиологиялық заңдылықтарды анықтаудағы маңыздылығын Parkes (2013) көрсетті. Tobler (1970) кеңістіктік модельдеудің негізін қалыптастырып, «кеңістікте барлығы барлығымен байланысты, бірақ жақын нысандар бір-біріне алыстағыларға қарағанда көбірек ұқсас» деген тұжырымдаманы ұсынды. Anselin және Griffith (1988) кеңістіктік автокорреляцияның регрессиялық модельдерге әсерін талдады.

Кеңістіктік деректерді өңдеу әдіснамасын жетілдіруге Tomlinson (1969) геоакпараттық жүйелердің (ГАЗ – GIS) негізгі қағида-тарын әзірлеу арқылы үлес қосты. Кеңістіктік деректер мен статистикалық талдауды үйлестіру демографиялық заңдылықтарды терең түсінуге мүмкіндік беретінін көрсетті (Goodchild et al., 1992). Anselin (1995), Batty және Longley (2003) урбанистика мен өңірлік зерттеулерде кеңістіктік үдерістердің көпдеңгейлі сипатын дамытуға ықпал етті.

Демографиялық өзгерістердің әлеуметтік-экономикалық салдарына назар аударған Logan және Molotch (2007) қалалық дамудың әлеуметтік теңсіздікке әсерін талдады, Brown және Schafft (2018) ауылдық қауымдастықтардың тұрақтылығы мен трансформациясын зерттеді. Lee және Mason (2011) халықтың жас құрылымының экономика мен білім беру саласына ықпалын ашып көрсетті. Frey (2018) және Goodchild et al. (2000) көші-қон мен этномәдени факторлардың кеңістіктік теңгерімсіздіктерді күрделендіретінін атап өтті. Тұрақты даму мақсаттарына (ТДМ) қол жеткізу үшін әлеуметтік инфрақұрылымдағы трансформациялардың маңыздылығын көрсетті (Sachs et al., 2019).

Қазақстан контекстінде Spoorenberg (2013) Орталық Азиядағы құнарлылық деңгейінің өзгерістерін экономикалық және

мәдени факторлармен байланыстырды. Abuov (2010) этникалық топтар арасындағы туу көрсеткіштеріндегі айырмашылықтарды анықтады. 1990-жылдардағы дағдарыстан кейінгі экономикалық өсім мен отбасыларды қолдау шараларының туу көрсеткіштерін қалпына келтірудегі рөлін Spankulova және Chulanova (2022), Asylbekov және Galiyev (1991) атап өтті. Алайда ішкі көші-қон ағындары еңбек және білім ресурстарының аумақтық теңгерімсіздігін тудырды (Aubakirova et al., 2022). Оңтүстік өңірлердің табиғи өсімінің жоғары деңгейімен, ал солтүстік және шығыс аймақтардың халық кетуімен ерекшеленетінін көрсетті (Nyussupova et al., 2021).

Бұл деректер халық санының аумақтық және құрылымдық өзгерістерін ескеретін индикаторларды таңдаудың маңызын айқындайды. Мұндай негіз модельде аймақтық туу көрсеткіштері, көші-қон ағындары мен жас құрылымын біріктіріп, инфрақұрылымдық жүктемені болжауға мүмкіндік береді.

Білім беру жүйесі демографиялық өзгерістердің тікелей әсерін сезінеді. UNESCO (2022) балалар санының өсуі мектепке дейінгі және бастауыш білім беру жүйесіне жаңа міндеттер жүктейтінін көрсетеді. OECD (2022) білімге қолжетімділік пен сапа бойынша жаһандық статистикалық деректер ұсынады. Worl Bank (2022) туу мен көші-қон көрсеткіштерінің ашық әрі дәл болуы білім беру саласында тиімді жоспарлаудың шешуші шарты екенін атап өтеді.

Logan және Molotch (2007) мектептердегі орын тапшылығы қалалардың әлеуметтік құрылымына әсер ететінін көрсетсе, Brown және Schafft (2018) ауылдық аймақтарда туу көрсеткіштерінің төмендеуі мен жастардың кетуіне дер кезінде жауап беру қажеттігін айтады. Lee және Mason (2011) балалар санының артуын адами капиталды дамыту стратегияларының негізі ретінде қарастырады.

Talen (2001) білім беру қызметтерінің сапасы мен қолжетімділігін бағалауда мұғалім – оқушы» көрсеткішінің маңызын көрсетті. Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде мектептер мен балабақшаларға сұраныстың инфрақұрылымның даму қарқынынан озып келе жатқанын және педагог кадрларының тапшылығын атап өтті (Balgarina et al., 2022; Spankulova et al., 2023). Бұл мәселе Lubienski және Gulosino (2009) еңбектерінде де көрініс тапқан. Демографиялық өсім мен ресурстарды жоспарлау арасындағы сәйкессіздік жағдайында білім беру жүйесінің шамадан тыс жүктелуін әмбебап құбылыс ретінде

сипаттады (Isazade et al., 2023). Кеңістіктік талдау жүргізуде жергілікті жағдайларды ескеру қажеттігін алға тартты (Rahman et al., 2020). Қазақстанда көші-қон ағындарын картографиялық көрсету деңгейінің жеткіліксіз екенін сондай-ақ көрсетті (Slabodich et al., 2017; Zhantayev et al., 2020).

Әртүрлі елдерде демографиялық болжамдар мен инфрақұрылымдық жоспарлау тәжірибесі жинақталған. Австралияда демографиялық болжамдар ресурстарды урбанизация мен білім беру секторы арасында тиімді бөлуге мүмкіндік беретінін көрсетті (Grossman et al., 2024). Tetiana және Xin (2024) Қытайда демографиялық көрсеткіштер мен экономикалық өсу арасындағы өзара байланысты модельдеді. Нигериядағы халық санағы деректерінің бұрмалануын және оның салдарын зерттеді (Sunday et al., 2024). Кенияда жаңа құзыреттілікке негізделген оқу бағдарламасын енгізу үшін инфрақұрылымдық қажеттіліктерді болжау үлгілерін қолданды (Sagwa et al., 2024).

Meshkini (2024) Тегеран агломерациясының оңтүстік бөліктеріндегі тұрғын үй қорының сейсмикалық төзімділігін кеңістіктік талдады. Chanda (2024) Үндістандағы Бурдван қаласының урбанистикалық даму үдерістерін модельдеді. Amanda (2025) Сурабая қаласында автобус аялдамаларының орнын таңдау сияқты міндеттерді шешуде машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, «15 минуттық қала» қағидатын енгізді.

Климаттық және табиғи факторларды ескеретін зерттеулер де назар аудартады. Бразилия жағалауындағы экстремалды дауыл құбылыстарын бағалады (Alfredini et al., 2025). Жасанды интеллект пен «омикс» технологияларының денсаулық сақтау саласына әсерін зерттеді (Mahdavi et al., 2025). Toreti et al. (2024) жасаған «Әлемдік құрғақшылық атласы» халықты орналастыруды жоспарлауда маңызды құрал болып табылады. Ghanghas (2025) жауын-шашынның күшею үрдісін анықтап, оның көші-қон ағындарына ықтимал әсерін сипаттады.

ГАЖ және деректерді өңдеу технологиялары әлеуметтік саланы жоспарлауда кеңінен қолданыла бастады. Tomlinson (1969) ГАЖ қағидаттарын әзірлеп, аумақтық ерекшеліктерді ескеруге жол ашты. Sun және Wu (2022) үлкен деректердің әлеуметтік-экономикалық дамудағы маңызын, оның ішінде демографиялық көрсеткіштерді мониторингілеудегі рөлін атап өтті. Әлеуметтік медиадан алынған деректер мен геолокацияны қолдану арқылы инфрақұрылымға түсетін жүктемені болжауға

болатынын көрсетті (Milusheva et al., 2021). Miller және Nan (2009) жоғары өнімді есептеулер мен біріктірілген деректер қоймаларының арқасында ГАЖ және Power BI құралдарын басқару процестеріне енгізу мүмкіндігін атап өтті. Деректерді интеллектуалды өңдеу (data mining) тұжырымдамасын енгізіп, демографиялық өсімді болжау үшін автоматтандырылған заңдылықтарды іздеу әдістерінің маңызын көрсетті (Fauyad et al., 1996).

Қазақстанда әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштерді кеңістіктік деректермен біріктіру арқылы ресурстарды тиімді бөлуді жеңілдететін әдістер ұсынды (Osman et al., 2022; Kireyeva et al., 2023). Демографиялық мәліметтерді басқару және картографиялауға арналған интерактивті ГАЖ-платформалардың әлеуетін көрсетті (Abdullah et al., 2023). Бұл технологиялық шешімдер демографиялық және инфрақұрылымдық деректерді біріктіріп, жоспарлау сапасын арттыратын бірыңғай болжамдық жүйелерді қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Жүргізілген әдеби шолу демографиялық өзгерістердің кеңістіктік талдауы, білім беру инфрақұрылымының аймақтық ерекшеліктері, әлемдік болжау тәжірибелері және заманауи цифрлық технологиялардың әлеуетін кешенді қарастыру қажеттігін көрсетті. Бұл зерттеу осы бағыттарды біріктіріп, кеңістіктік талдау, көпсценарийлі болжау және ГАЖ пен BI құралдарын пайдалану арқылы аймақтық туу көрсеткіштерін ескере отырып, мектепке дейінгі және бастауыш білім беру жүйесіне түсетін жүктемені бағалау мен болжауға арналған әдістемелік шешім ұсынады.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеу демографиялық үрдістерді талдау мен білім беру инфрақұрылымына түсетін болжамды жүктемені бағалаудағы теориялық және әдіснамалық негіздерге сүйенеді. Демографиялық өтпелі кезең теориясы туу мен өлім-жітім деңгейінің тарихи өзгерістерін және олардың әлеуметтік-экономикалық құрылымға әсерін түсіндіру үшін пайдаланылды. Кеңістіктік-демографиялық поляризация тұжырымдамасы өңірлер арасындағы халықтың шоғырлануы мен сиреуі үрдістерін түсіндіруге мүмкіндік берді, бұл Қазақстандағы өңірлік туу мен көші-қон айырмашылықтарын ескеруде маңызды. Осы теориялық ұстанымдар зерттеудің негізгі әдісін таңдауға негіз болды.

Деректер жиынтығы Қазақстанның 2000-2024 жж. аралығындағы өңірлік көрсеткіштерін қамтыды және тек ресми статистикалық көздерден алынды: Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бюросы (Bureau of National Statistics, 2024), «Талдау» ақпараттық-талдамалық жүйесі (Information-Analytical System “Taldau”, 2024), Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрлігі (Ministry of Education of the Republic of Kazakhstan, 2022), сондай-ақ Тұрақты даму мақсаттары бойынша ұлттық есептілік платформасы (National Platform for Reporting on Sustainable Development Goals, 2025). Болашақ үрдістерді болжау үшін Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің 2050 ж. дейінгі туу болжамдары пайдаланылды. Барлық деректер әкімшілік-аумақтық бірліктер деңгейінде үйлестіріліп, бірыңғай дерекқорға жинақталды.

Білім беру орындарына деген болашақтағы сұранысты бағалау мақсатында мектепке дейінгі және бастауыш білім беру жүйесіне бейімделген когорттық-компоненттік болжам моделі әзірленді. Бұл модельдің негізіне когорттар айырмасы әдісі алынды.

Балабақшалар. Біз белгілі бір жылы 2 жасқа толатын балалар когортының санын (яғни балабақшаға қабылданатын жастағылар) сол жылы 5 жасқа толатын балалар когортымен (яғни балабақшадан шығатын немесе дайындық топтарына өтетіндер) салыстырамыз. Егер 2 жастағы жаңа келушілердің когорты 5 жастағы кететіндер санынан артық болса, бұл балабақшалардың қолданыстағы сыйымдылығы (базалық сценарийде 100% деп қабылданған) жаңа тәрбиеленушілерді толық қабылдауға жеткіліксіз болуы мүмкін екенін көрсетеді. Мұндай «сыйымдылық алшақтығы» мектепке дейінгі ұйымдарда орын тапшылығының әлеуетті қаупін білдіреді және оны шешуді қажет етеді.

Мектептер (бастауыш сыныптар). Ұқсас әдіс 1-сыныпқа қабылдау кезінде де қолданылады: мұнда 6 жасқа толатын балалар саны (бастауыш мектепке қабылданатын стандартты жас) 9 жасқа толатын балалар санымен салыстырылады (яғни, 9 жасқа жеткен балалар, әдетте, 4-сыныпты аяқтап, бастауыш кезеңнен шығады). Егер 6 жастағылардың когорты 9 жастағылардан көп болса, ал ресурстар деңгейі өзгеріссіз қалса, жақын жылдары 1-сыныпқа арналған орындар тапшылығы туындауы ықтимал.

Бұл тәсіл альтернативті әдістермен салыстырғанда бірнеше артықшылық береді. Біріншіден, күрделі модельдерге қарағанда

когорттық әдіс есептеулердің айқындылығын және нәтижелердің түсініктілігін қамтамасыз етеді, бұл шешім қабылдайтын мемлекеттік органдар үшін маңызды. Екіншіден, ол болжамдық сценарийлерді өңірлік деңгейде қарапайым ережелер негізінде құруға мүмкіндік береді, бұл деректердің толықтығы шектеулі жағдайларда да қолдануға қолайлы. Үшіншіден, когорттық әдіс ArcGIS және Microsoft Power BI құралдарымен тиімді интеграцияланып, кеңістіктік және визуалды талдау жасауға мүмкіндік береді, ал бұл күрделі статистикалық модельдерде жиі қиындық тудырады.

Power BI ішінде интеграция тікелей жүзеге асырылды: туу болжамы импортталды, тазартылды және өңірлер бойынша агрегатталды. Модельде когорттардың кірісі мен шығысын есептейтін DAX (Data Analysis Expressions) өлшемдері құрылды; олардың айырмасы орын тапшылығының тәуекелін және толымдылық нормативіне сүйенген мұғалімдерге есептік сұранысты көрсетеді. Көрнекілік үшін үш типтегі визуал қолданылды: карта (тәуекел географиясы), KPI индикаторлары (ел және таңдалған өңір бойынша мәндер), сондай-ақ тапшылық пен сұраныс бойынша ранжирленген бағандық диаграммалар. Пайдаланушы жылды және облыстарды таңдаған кезде барлық графиктер синхронды түрде жаңарады. Мұндай интерфейс әдістемені айқын етіп, жедел шешімдерге және орта мерзімді жоспарлауға қолайлы етеді.

Әр өңір және әр болжамды жыл бойынша мұндай когорттық салыстыруларды қайталау арқылы модель жастық құрылымның табиғи түрде «өсуін» ескереді және қай жерде білім беру жүйесі жаңа келушілердің есебінен жүктемеге ұшырауы мүмкін екенін көрсетеді. Бұл оңайлатылған, ережеге негізделген тәсіл алдыңғы жылдардағы туу көрсеткіштерінің жоғары болу «импульсін» ескере отырып, оның әсері мектепке дейінгі және мектеп жасына жеткенде байқалатынын болжайды. Сонымен қатар, бұл модель жергілікті басқарушылар үшін де түсінікті: ол инфрақұрылымдық мәселелер жөніндегі ерте ескерту жүйесі ретінде қызмет етеді және «бүгінгі сәбилер санының артуы – ертеңгі сыныптарға деген сұраныстың өсуіне алып келеді» деген қағидатқа негізделген.

Педагогтерге деген қажеттілікті бағалау. Орын тапшылығына қатысты болжаммен қатар, күтілетін «артық қабылдау» көрсеткіші қосымша педагог кадрларына деген қажеттілікке айналдырылды. Бұл ретте Қазақстан Республикасының қолданыстағы «педагог–оқушы» арақатынасы бойынша мемлекеттік

стандарты ескерілді (Ministry of Education of the Republic of Kazakhstan, 2022).

Қабылданған стандартқа сәйкес, мектепке дейінгі мекемелерде әрбір 20 балаға 1 тәрбиеші қарастырылған. Демек, егер қандай да бір өңірде балабақшалардың ағымдағы сыйымдылығынан артық X бала күтілсе, онда шамамен $X/20$ қосымша тәрбиеші қажет болады (бірлік мөлшерлемеге дейін дөңгелектеу арқылы) (1):

$$TK_{(МДМ)} = X_{(МДБ)} / 20 \quad (1)$$

мұнда:

$TK_{(МДМ)}$ – мектепке дейінгі мекемелерде тәрбиешілер қажеттілігі;

$X_{(МДБ)}$ – мектепке дейінгі бала саны.

Мектептер үшін бастауыш сыныптарға тән норматив – 1 мұғалімге 25 оқушыдан келуі негізге алынды. Осылайша, Y көлеміндегі «артық қабылданатын» бірінші сынып оқушысы шамамен $Y/25$ жаңа бастауыш сынып мұғалімін талап етеді (2):

$$MK_{(ММ)} = Y_{(БСБ)} / 25 \quad (2)$$

мұнда:

$MK_{(ММ)}$ – мектеп мекемелерде мұғалімдер қажеттілігі;

$Y_{(БСБ)}$ – бастауыш сыныптар бала саны.

Бұл әдіс біршама оңайлатылған болғанымен, жоспарлау үшін түсінікті және көрнекі көрсеткіш береді. Ол білім беру ұйымдарында педагогикалық жүктемені есептеу практикасына сай келеді. Бұдан бөлек, аудитория тапшылығы әдетте мұғалім жетіспеушілігімен қатар жүреді, сондықтан болжамдарды ресурстық (кадрлық) қажеттіліктерге аудару қисынды.

Когорттық талдаудан тыс, білімге деген сұранысқа әсер ететін қосымша факторларды ескеретін эконометриялық тәсіл де қолданылды. Атап айтқанда, ішкі көші-қон және қолданыстағы инфрақұрылым ескерілді. Зерттеу шеңберінде қарапайым сызықтық регрессиялық модель құрылды, мұнда тәуелді айнымалы ретінде өңірдегі мектепке дейінгі немесе бастауыш білім беру бойынша когорттық әдіспен есептелген орын жетіспеушілігі алынды.

Модельге үш негізгі предиктор енгізілді:

(1) Өңірде соңғы үш жылда дүниеге келген балалар саны (бұл «демографиялық импульс» көрсеткіші);

(2) Ішкі көші-қонның сальдосы;

(3) Өңірдегі білім беру мекемелерінің қазіргі ұсынысы – әр 1000 балаға шаққандағы балабақша немесе мектеп саны (инфрақұрылымның барын және желілердің тығыздығын білдіретін индикатор).

Осылайша, регрессиялық талдау әрбір фактордың ықтимал тапшылыққа қандай үлес қосатынын көрсетеді және когорттық әдіспен алынған «тек демографиялық» есептеуді нақтылайды. Туу көрсеткіші жоғары өңірлер, басқа жағдайлар тең болғанда, әдетте тапшылықтың жоғары қаупін көрсетеді. Ал халықтың санына шаққанда білім беру мекемелері көбірек шоғырланған өңірлер бұл тапшылықтың орнын белгілі бір дәрежеде толтыра алады. Көші-қонды ескеру ерекше маңызды: егер қандай да бір өңірде халықтың айтарлықтай өсімі тіркелсе, модель бұл қосымша жүктемені жергілікті туу көрсеткішінен тыс анықтай алады. Бұл мектептерге түсетін қосымша қысымды көрсетеді.

Әдіснаманың салыстырмалы түрде қарапайым болғанына қарамастан, ол негізгі айнымалыларды ескеру арқылы болжамдарға қосымша «реализм» береді. Әрине, бұл модель туу көрсеткіштерінің жыл сайынғы ауытқуы немесе білім беру саясатының өзгеруі сияқты барлық факторларды толық қамтымайды, дегенмен ол, әсіресе демографиялық вариативтілігі жоғары өңірлерде, бастапқы жағдайды сенімді бағалауға мүмкіндік береді.

Әдістеменің маңызды ерекшеліктерінің бірі – нәтижелерді талдау және визуализациялау мақсатында ArcGIS - карталар мен Power BI-панельдердің интеграциясы. Барлық дайындалған деректер ArcGIS платформасына импортталып, әрбір негізгі көрсеткіш бойынша кеңістіктік қабаттар (spatial layers) құрылды.

Қазақстан өңірлерінің Shapefile пайдаланылып, статистикалық деректердің сәйкестігі (бірыңғай координаттық жүйе мен әкімшілік-аумақтық бірліктердің шекаралары) тексерілді. Кейін бұл қабаттар геобазаға (GDB – географиялық деректер базасы) біріктіріліп, әр өңірдің статистикалық атрибуттарын оның геометриялық контурымен байланыстыруға мүмкіндік берді.

ArcGIS платформасы визуализациямен қатар кеңістіктік талдау үшін пайдаланылды: болжамды тапшылық қабаты туу, көші-қон және инфрақұрылым тығыздығы қабаттарымен overlay-талдау арқылы салыстырылды; атрибуттық және кеңістіктік сұраныстар көмегімен шекті мәннен асатын өңірлер іріктелді; сыныптау (quantile/Jenks) арқылы тәуекел санаттары қалыптастырылды. Қатар орналасқан жоғары тәуекел аумақтары Dissolve және көршілестікті тексеру арқылы «жоғары тәуекел белдеулері» ретінде белгіленді.

Microsoft Power BI платформасында дерек-

тердің динамикалық дашбордтары әзірленді, онда пайдаланушылар көрсеткіштерді жылдар мен өңірлер бойынша сүзгіден өткізе алады, туу болжамдарын ағымдағы сыйымдылықпен салыстыра алады және Bing Maps негізінде интерактивті картадан болжамды тапшылық көрсеткіштерін көре алады. Power BI құралдары арқылы сценарийлерді салыстыру, көрсеткіштердің өзгеруін лезде бақылау және когорттық-демографиялық модельдің нәтижелерін педагог кадрларға қажеттілікпен немесе инфрақұрылымдық жүктемемен бір мезгілде талдау мүмкіндігі қамтамасыз етілді.

Мұндай Power BI-дің интеграциясы салыстырмалы және уақыттық талдау мүмкіндіктерін ГАЖ-дың кеңістіктік визуализация артықшылықтарымен ұштастырып, алынған нәтижелерді өңірлік жоспарлау және шешім қабылдау үдерістерінде тиімді қолдануға мүмкіндік берді.

НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУ

Қазақстанның оңтүстік және батыс облыстары демографиялық өсімнің негізгі драйверлері болып табылады. Ұлттық статистиканың мәліметтері бойынша, Түркістан облысында 2024 ж. туу деңгейі 25,04 промиллеге жетті, бұл елдегі ең жоғары көрсеткіш (Bureau of National Statistics, 2024). Маңғыстау облысында ол 24,84, Шымкент қаласында – 23,68 промилле (Bureau of National Statistics, 2024). Сәйкесінше, 2024 ж. халық санының ең үлкен табиғи өсімі Түркістан облысында тіркелген (36,6 мың адам), бұл көрсеткіш Шымкентте 20,3 мың, Астанада 19,3 мың адам болды. Керісінше, солтүстік және шығыс өңірлер – әсіресе Солтүстік Қазақстан, Костанай және Шығыс Қазақстан облыстары – төмен құнарлылық және халықтың қартаюымен сипатталады; мұнда өлім-жітім деңгейі тиісінше 11,52, 10,12 және 11,32 промилле мәндеріне жетіп, ел бойынша ең жоғары болып отыр (1-сурет).

Бұл полярлық динамиканы t-тесттер де растайды (мысалы, жоғары және төмен өсім деңгейі бар өңірлерді салыстыру кезіндегі t-тесттер) бұл екі топ арасындағы табиғи өсімнің орташа көрсеткішінде айтарлықтай айырмашылық бар екенін көрсетті ($p < 0,01$ деңгейінде). Мысалы, Түркістан облысында 2000-2024 жж. бойы жыл сайынғы жаңа туғандар саны тұрақты түрде жоғары деңгейде сақталып отыр, бұл өңірге медиандық жас көрсеткіші бойынша еліміздегі ең «жас» аймақтардың бірі мәртебесін сақтауға мүмкіндік беруде (2-сурет).

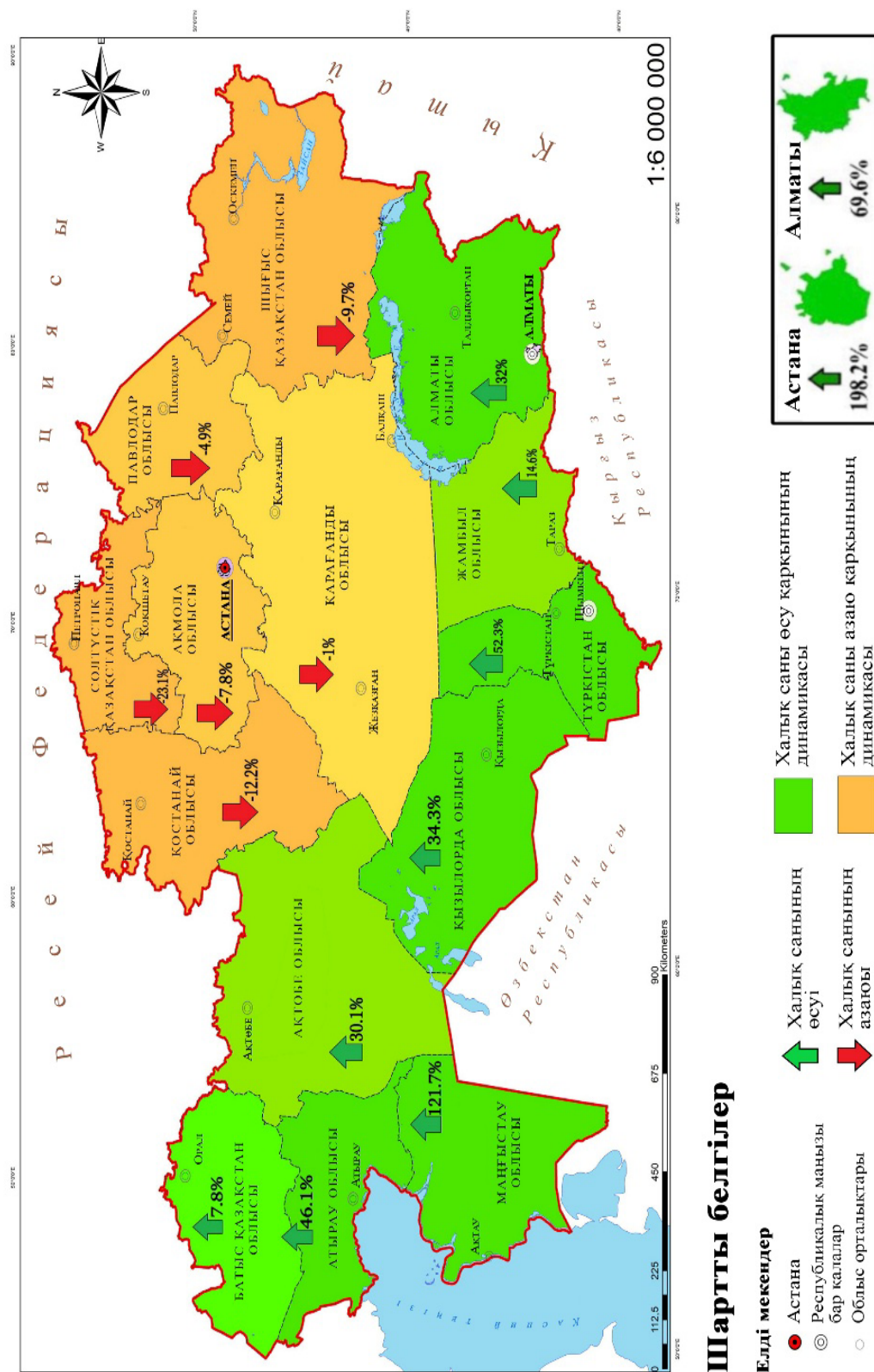
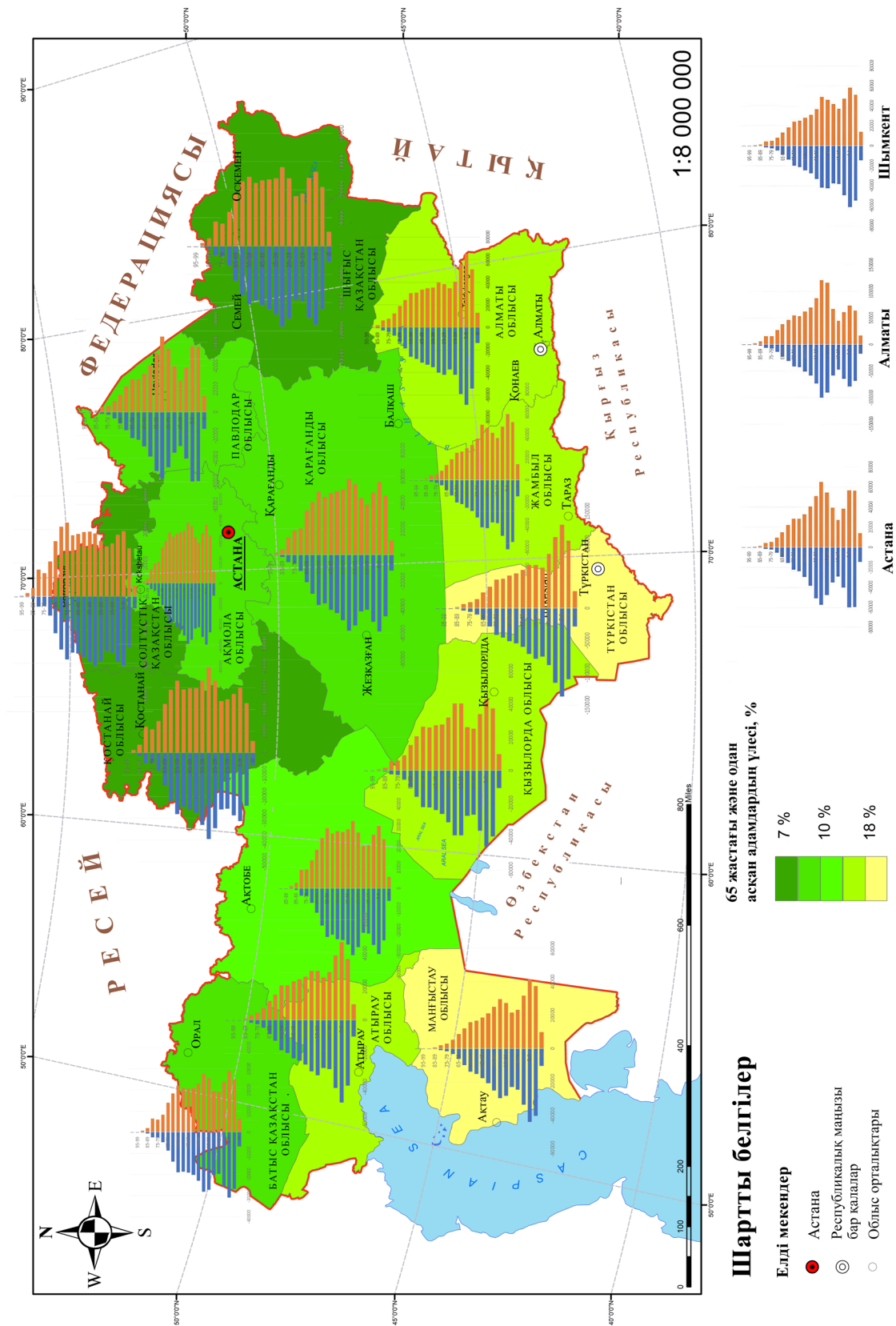


Figure 1. Population growth rate in the regions of the Republic of Kazakhstan for 2000-2024



Сурет 2. 2020 жылғы Қазақстан Республикасы өңірлеріндегі халықтың жыныс-жас құрылымы
Figure 2. Age and sex structure of the population in the regions of the Republic of Kazakhstan in 2020

Керісінше, еліміздің солтүстік және шығыс бөлігіндегі бірқатар өңірлерде (Қостанай, Солтүстік Қазақстан және Шығыс Қазақстан облыстары) туу көрсеткіші төмен немесе стагнация күйінде қалып отыр (Bureau of National Statistics, 2024). Бұл өңірлер халықтың қартаюымен және, ең маңыздысы, жастардың ірі қалаларға немесе экономикалық тұрғыдан қарқынды дамып жатқан өңірлерге көшіп кетуімен сипатталады. Төмен құнарлылықпен және жастардың көші-қон ағындарымен ұштасқан бұл жағдай Қазақстанның солтүстік және шығыс аймақтарында мектеп жасындағы балалар санының өте баяу өсуіне немесе тіпті азаюына алып келуде.

Жағдайды ішкі көші-қон ағындары одан әрі қиындатады. Алматы мен Шымкент сияқты оңтүстік қалалар, сондай-ақ Атырау мен Ақтөбе секілді батыстағы мұнай-газ орталықтары елдің басқа өңірлерінен көптеген жас отбасыларды өзіне тартуда. Бұл қалалардағы халық саны тек табиғи өсім есебінен емес, сонымен қатар болжамнан тыс миграциялық ағымдар есебінен де артуда. Бұл үрдіс Қазақстандағы урбанистік орталықтарға бағытталған «орталыққа тартылушы» көші-қонды атап өткен өзге зерттеушілердің байқауларымен сәйкес келеді (Asylbekov & Galiyev, 1991).

Осылайша, 2024 ж. қарай Қазақстанда оңтүстік пен батыста «жас» демографиялық аймақ және солтүстік пен шығыста салыстырмалы түрде «тұрақты» немесе демографиялық белсенділігі төмен аймақ қалыптасты. Бұл өңіраралық айырмашылықтар білім беру инфрақұрылымына тікелей әсер етеді: балалар саны тез өсіп жатқан өңірлерде білім беру қызметтерін шұғыл түрде кеңейту қажет болса, ал нөлдік немесе теріс өсім тіркелген өңірлерде бар мектептерді қайта бейімдеу немесе оңтайландыру мүмкіндігі қарастырылады.

Когорттық-жас модель негізінде алдағы 5–7 жылға арналған балабақшалардағы орын тапшылығының болжамы өңірлік деңгейде жүргізілді. Ең жоғары жүктеме елдің урбанизацияланған және демографиялық тұрғыдан жылдам өсіп келе жатқан оңтүстік және батыс өңірлерінде шоғырланатыны анықталды. 2029 ж. қарай келесі өңірлерде елеулі тапшылық күтіледі: Алматы қаласы – 3,3 мың орын, Жамбыл облысы – 2,3 мың, Түркістан облысы – 1,5 мың, Астана қаласы – 1,8 мың, Маңғыстау облысы – 0,9 мың орын. Шымкент қаласы үшін 2029 ж. қысқа мерзімді «теңгерім» байқалады (баланс шамамен нөлге жакын), алайда 2030 ж. тапшылық қайта туындап, 2,1 мың орынға

жетеді. 2030 ж. орын тапшылығының тереңдеуі Түркістан облысында (3,7 мың), Жамбыл облысында (3,4 мың), Алматы қаласында (3,2 мың) және Маңғыстау облысында (1,3 мың) күтілуде. Кадрлық қажеттілік көлемі де бұл бағалаулармен сәйкес келеді: балабақшаларда 20 балаға 1 тәрбиеші нормасына сәйкес, 2029 ж. қосымша қажет болатын мөлшерлемелер мынадай: Алматы қаласы – шамамен 165, Жамбыл облысы – 115, Астана қаласы – 90, Түркістан облысы – 75, Маңғыстау облысы – 45 штаттық бірлік.

Мұндай серпін мектепке дейінгі ұйымдар желісін басым өңірлерде кезең-кезеңмен кеңейтудің, сондай-ақ жаңа мекемелерді демографиялық «шарықтау кезеңдерімен» сәйкестендіріп енгізудің аса өзекті екенін айқын көрсетеді.

Барлық келтірілген болжамдар сипатталған әдістемеге қатаң сәйкестікте алынды. Когорттық-жас талдауының базалық есебі орын тапшылығының күтілетін сұранысының бастапқы мәнін береді, содан кейін бұл болжам көші-қон ағындары мен инфрақұрылым тығыздығын ескеретін эконометриялық модель арқылы нақтыланады. Осындай қадамдар реттілігі әдістеме мен келтірілген сандардың арасындағы логикалық байланысты қамтамасыз етеді.

Эконометриялық модель соңғы үш жылдағы туу санының жиынтық көрсеткіші, ішкі көші-қон сальдосы және әр мың балаға шаққандағы білім беру ұйымдарының тығыздығы сияқты үш негізгі предиктордың болжамды тапшылық деңгейіне статистикалық тұрғыдан елеулі ықпал ететінін көрсетті. Туу көрсеткіші үшін регрессиялық коэффициент 0,48 болып, $p < 0,01$ деңгейінде мәнді болды, бұл туу деңгейінің артуы тапшылықтың пропорционалды өсуіне алып келетінін білдіреді. Көші-қон сальдосы коэффициенті 0,31 ($p < 0,05$) болып, халық санының көші-қон есебінен өсуі білім беру жүйесіне табиғи өсіммен шамалас қысым түсіретінін растады. Білім беру мекемелерінің тығыздығы кері әсер көрсетті ($-0,27$, $p < 0,05$), яғни инфрақұрылыммен жоғары қамтамасыз етілу тапшылық қаупін төмендетеді. Модель болжамды тапшылықтың өзгеруіндегі 72%-ын түсіндіреді ($R^2 = 0,72$), бұл факторлар саны шектеулі демографиялық болжамдар үшін жоғары көрсеткіш болып табылады.

Сценарийлік модельдеу басқарушылық шешімдердің ықпалын бағалауға мүмкіндік берді: мектепке дейінгі мекемелер санын 10%-ға арттыру болжамды тапшылықты 3,5–4%-ға

азайтады, алкөші-қонағынының 1 мыңадамға өсуі тапшылықты орта есеппен 2,8%-ға арттырады. Мұндай бағалар түрлі стратегиялардың әсерін сандық тұрғыдан өлшеуге және демографиялық өсімді инфрақұрылымдық мүмкіндіктермен теңестіруге мүмкіндік береді.

Болжам нәтижелері Power BI платформасында визуализацияланған, бұл деректерді түсіндіруді және басым өңірлерді бөліп көрсету үдерісін едәуір жеңілдетеді.

Бұл талдау тек қай өңірлерде тапшылық жоғары екенін ғана емес, сонымен қатар оның уақыттық айырмашылықтарын да көрсетті. Мысалы, Маңғыстау облысында орын тапшылығының күрт өсуі 2024-2026 жж. сәйкес келеді. Бұл құбылыс туу көрсеткіштерінің айтарлықтай артуымен және инфрақұрылымның шектеулілігімен байланысты. Ал Алматы қаласында тапшылық біртіндеп үдей түсіп, шарықтау шегіне 2027 ж. жетеді. Бұл сол кезеңде балабақша жасына жететін үлкен когорттардың әсерінен туындайды. Мұндай уақыттық ерекшеліктер инфрақұрылымды кеңейтуге кезең-кезеңімен қарауды ұсынуға негіз болады: алдымен тапшылықтың ерте пайда болатын өңірлеріне қолдау көрсетіп, сонымен қатар болашақта тапшылық қаупі бар аймақтарда дайындық жұмыстарын жүргізу қажет. Бұдан бөлек, деректер қалалық округтер мен қала маңындағы аудандардың әлдеқайда осал екенін көрсетіп отыр. Ірі агломерациялар ішінде әсіресе жаңа тұрғын үй кешендері орналасқан аудандар – онда негізінен жас отбасылар қоныстанады – балабақшалардағы орын тапшылығын көбірек сезінеді. Power BI платформасындағы визуализацияда Маңғыстау облысы (жас халқы бар, туу көрсеткіші жоғары) мен Павлодар облысы (халқы егде, туу көрсеткіші төмен) арасындағы айырмашылық айқын көрінеді. Бұл салыстыру өңірлік демографиялық ерекшеліктер мен мектепке дейінгі ұйымдарға түсетін жүктеменің өзара тығыз байланысын дәлелдейді (Қосымша 1).

Маңғыстау облысында графиктер туу көрсеткіштерінің тұрақты өсуін және мектепке дейінгі ұйымдарға кезектердің көп юлуының қалыптасуын көрсетеді, ал Павлодар облысында туу деңгейі салыстырмалы түрде тұрақты және орын жеткілікті. Мұндай салыстырулар Білім министрлігі ұсынатын нақты деректер негізінде модельдің дұрыстығын тексеруге мүмкіндік береді.

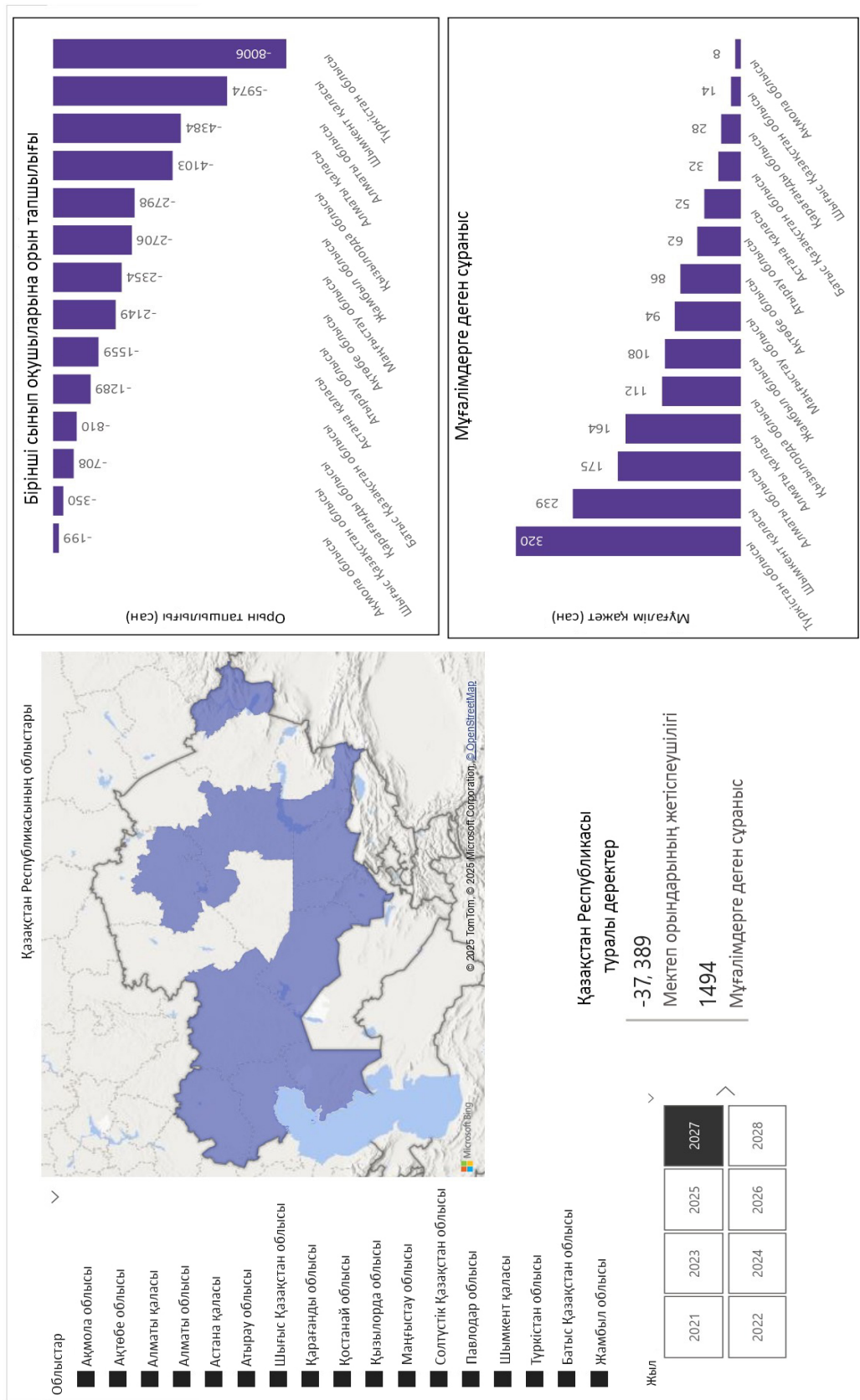
Ұқсас жағдай бастауыш мектеп сегментінде, әсіресе 1-сыныпқа қабылдау кезінде де байқалады. Қазіргі таңда балабақшаларда орын тапшылығын сезініп отырған өңірлер бірнеше жыл өткен соң ірі мектепке дейінгі когорттардың бастауыш мектепке көшуіне байланысты осы мәселені қайтадан бастан өткереді. 2027-2030 жж. арналған біздің «1-сыныптағы орын тапшылығы» болжамымыз да ең жылдам өсіп келе жатқан өңірлерді – Алматы және Шымкент қалаларын, Атырау, Маңғыстау, Түркістан облыстарын – бастауыш білім беру инфрақұрылымын кеңейту тұрғысынан ең өткір қажеттілігі бар аймақтар ретінде айқындайды.

Шын мәнінде, бұл үрдіс қазірдің өзінде байқалып отыр. Білім министрлігінің деректеріне сәйкес, 2027 ж. қарай аталған өңірлердің кейбір аудандарында бірінші сынып оқушыларын орналастыруда айтарлықтай қиындықтар туындауы мүмкін (сурет 3.1). Бұл жағдай қосымша оқу ауысымдарын шұғыл енгізуге немесе оқу жылының ортасында мұғалімдерді қосымша жалдауға мәжбүрлейді.

Біздің моделіміз қазіргі мектепке дейінгі жастағы балалар өсіп, мектепке бара бастаған сайын, жаңа мектептерді жаппай ашпайынша жағдайдың тек нашарлай түсетінін көрсетеді. Мысалы, Алматы қаласында 2029 ж. қарай шамамен 12 мың қосымша орын қажет болуы мүмкін, бұл шамамен 480 жаңа сыныпқа (әр сыныпта 25 оқушы есебімен) немесе шамамен 40–50 жаңа бастауыш мектепке (әр мектепте шамамен 10 параллель бірінші сынып болған жағдайда) тең.

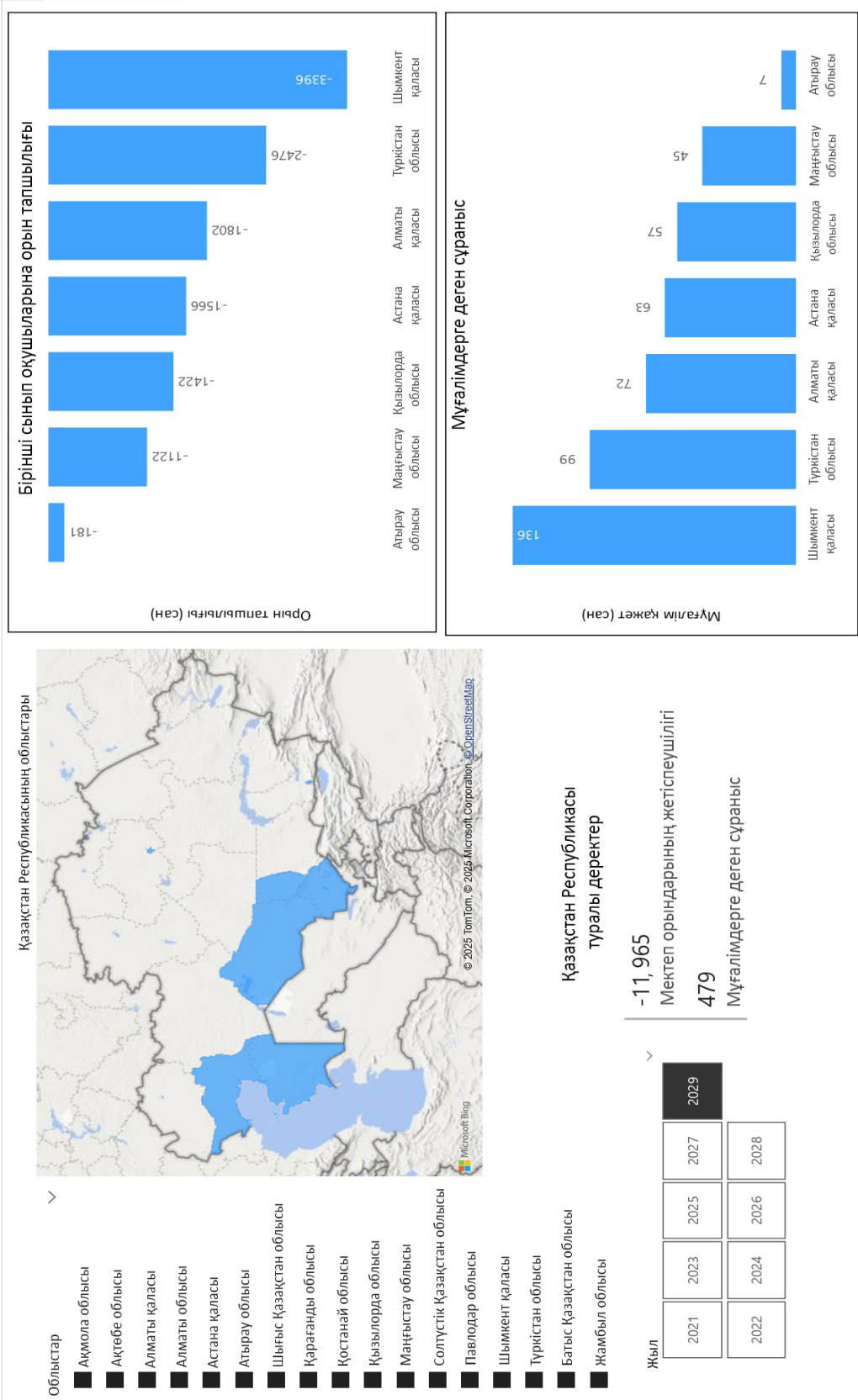
Шымкент қаласында 2029 ж. қарай шамамен 3,4 мың бірінші сынып оқушысына орын жетіспеуі мүмкін, ал Түркістан облысында бұл көрсеткіш шамамен 2,5 мыңды құрайды (сурет 3.2). Бұл – 2010-жылдардан бері сақталып келе жатқан жоғары туу деңгейінің жинақталған әсерін бейнелейтін елеулі сандар.

ArcGIS-та болжамды тапшылық туу көрсеткіштері, көші-қон және мекемелер тығыздығы карталарына қабатталып, нақты «ыстық нүктелерді» анықтауға және факторлардың өзара ықпалын бағалауға мүмкіндік берді. Power BI платформасында сүзгілер, drill-down және сценарийлерді салыстыру қолданылып, ең жоғары қауіп бар өңірлер кластерлері бөлініп, уақыт ішіндегі динамика қадағаланды. Бұл құралдар модельді аналитикалық тексеруді қамтамасыз етіп, нәтижелерді түсіндіру дәлдігін арттырды.



Сурет 3.1. 2027 жылға арналған Қазақстан Республикасы өңірлері бойынша бастауыш мектептердегі орын тапшылығы мен педагог кадрларына деген қажеттілік бойынша орта мерзімді болжам

Figure 3.1. Medium-term forecast of the shortage of places and demand for teaching staff in primary schools across the regions of the Republic of Kazakhstan for 2027



Сурет 3.2. 2029 жылға арналған Қазақстан Республикасы өңірлері бойынша бастауыш мектептердегі орын тапшылығы мен педагог кадрларына деген қажеттілік бойынша орта мерзімді болжам

Figure 3.2. Medium-term forecast of the shortage of places and demand for teaching staff in primary schools across the regions of the Republic of Kazakhstan for 2029

Карталардан тапшылықтың уақыт өте ұлғайып қана қоймай, географиялық тұрғыда да біртіндеп кеңейіп жатқанын көруге болады: мысалы, 2029 ж. қарай туу деңгейі орташа өңірлердің кейбірі, соның ішінде Алматы қаласын қоршап жатқан Алматы облысы да, қаладан келетін халық ағынына байланысты орын тапшылығын сезіне бастайды.

Маңызды жайттардың бірі – ірі қалалардың маңындағы қала маңы аймақтарының осалдығы. Power VI құралдарының көмегімен болашақ бірінші сынып оқушыларының болжамды санын қолданыстағы сыйымдылықпен (қолда бар бірінші сыныптар саны) салыстырғанда, «ыстық нүктелердің» Алматы, Астана, Шымкент және Ақтөбе қалаларының шеткі аймақтарында шоғырланғаны анық көрінеді. Әдетте, бұл – жаңа тұрғын үй кешендері бой көтерген, жас отбасылар көп қоныстанған, бірақ әлі де жаңа мектептер жеткіліксіз аудандар.

Салдарынан балалардың бір бөлігі толы сыныптарда оқуға немесе бос орын табу үшін алысқа баруға мәжбүр болады, бұл инфрақұрылымды жоспарлаудағы «алшақтықты» айқын көрсетеді. Сонымен қатар, қалалардың орталық бөліктерінде немесе бұрыннан қалыптасқан аудандарда кейде оқушы орындарының тұрақты толу деңгейі сақталып, аса ауыр жүктеме байқалмайды.

Болжамдар сондай-ақ батыстағы мұнайлы өңірлердің (Атырау, Маңғыстау облыстары) егер ішкі көші-қонның жоғары қарқыны сақталса, тек сынып бөлмелері ғана емес, сонымен бірге тұрғын үй тапшылығына да тап болуы мүмкін екенін көрсетеді, өйткені жаңа отбасылардың келуі мектеп жасындағы балалардың жоспардан тыс көбеюіне алып келеді.

ТАЛҚЫЛАУ

Бұл зерттеудің нәтижелері бастапқыда қойылған гипотезаны растайды және білім беру саласында тұрақты жоспарлау үшін маңызды қорытындылар береді.

Біріншіден, талдау көрсеткендей, жоғары туу деңгейінің – әсіресе жекелеген өңірлерде шоғырланған – сақталуы балабақша мен бастауыш мектеп инфрақұрылымына түсетін жүктемені сөзсіз күшейтеді.

Қазақстанның оңтүстік және батыс облыстарында, туу деңгейі әлі де жоғары болып отырған жағдайда, мектепке дейінгі және мектептік білім беру жүйесіне түсетін қысым уақытша емес, керісінше тұрақты сипатқа ие және, үлкен ықтималдықпен, алдағы жылдары

арта түспек. Бұл жағдай, егер ешқандай өзгеріс енгізілмесе, аталған өңірлердің созылмалы сынып толып кетуіне және мұғалімдердің шамадан тыс жүктелуіне алып келуі мүмкін. Мұндай құбылыс, өз кезегінде, білім беру сапасы мен қолжетімділігіне кері әсер етуі ықтимал.

Бұл – тұрақты даму саласындағы неғұрлым кең ауқымды мәселенің классикалық мысалы: әлеуметтік қызметтер халық санының өсуімен пропорционалды түрде қалай қамтамасыз етілуі керек. Алынған нәтижелер алдын ала әрекет етудің маңыздылығын айқындайды: егер елеулі инвестициялар (жаңа мектептер салу және педагог кадрларын даярлау) жасалмаса, бірқатар аумақтар «сапалы білімге тең қолжетімділік» қағидатына қайшы келетін күрделі тапшылыққа тап болуы мүмкін.

Жағымдысы, қорытындылар басқа зерттеулермен де үйлеседі, олар демографиялық болжамдарды саясатта ескеру қажеттілігін атап көрсетеді. Мысалы, (Engin et al., 2020) қазіргі заманғы қалалық басқару демографиялық өзгерістерді алдын ала ескеруге тиіс екенін айтса, Дүниежүзілік банк әлеуметтік инфрақұрылымды жоспарлау кезінде «деректерге негізделген басқарудың» маңыздылығына назар аударады.

Біздің нәтижелеріміздің мұндай дереккөздердегі мәліметтермен үйлесуі Қазақстандағы жағдайдың неғұрлым жалпы заңдылықтың бір бөлігі екенін көрсетеді: халық саны тез өсіп жатқан өңірлері бар көптеген елдерде мектептер «тар өткел» рөлін атқарады, ал шешім – уақтылы әрі ғылыми негізделген жоспарлау болып табылады.

Бұл зерттеудің қосатын жаңалығы – Қазақстан ішіндегі егжей-тегжейлі аймақтық талдау, ол қайда және қашан нақты жүктемелер туындайтынын түсінуге мүмкіндік береді және соның негізінде нақты іс-әрекеттердің «жол картасын» ұсынады.

Зерттеудің жеке бір тақырыбы ретінде білім беру тұрақтылығы тұрғысынан көші-қон факторы қарастырылды, ол өзінше «екі қырлы» құбылыс болып шықты. Бір жағынан, көші-қон кейбір ауылдық аудандарда жүктемені азайтуы мүмкін (халықты әлі де бос ресурстар бар жерлерге көшіру арқылы), бірақ екінші жағынан, ол «өсу нүктелеріндегі» халықтың шамадан тыс шоғырлануын айтарлықтай күшейтіп, мектепке дейінгі және мектептегі білімге деген жоспардан тыс сұранысты арттырады.

Біздің кеңістіктік талдауымыз Алматы және Астана сияқты қалаларда көші-қонның инфрақұрылымдық жүктеменің негізгі факторы екенін көрсетті. Бұл қалалар жақсы

мүмкіндіктер іздейтін отбасылар үшін магнит іспетті, бұл жаһандық урбанизация трендтерімен сәйкес келеді. Алайда инфрақұрылымның даму қарқыны сұранысқа ілесе алмаса, жаңа теңсіздік туындайды. Осылайша, қаланың адами капиталдағы «ұтысы» бір мезгілде қоғамдық қызметтер үшін «ауыртпалық нүктесіне» айналуы мүмкін.

Бұл кешенді урбанистік жоспарлаудың маңыздылығын дәлелдейді: тұрғын үй құрылысы, жұмыспен қамту және мектептер бірлесіп қарастырылуы тиіс. Біздің көші-қон деректерін қамтитын әдісіміз болжамның дәлдігін арттырды. Алайда көші-қон үлгілері (паттерндері) экономикалық дағдарыстар, пандемиялар, саяси оқиғалар сияқты факторлардың әсерінен өте жылдам өзгеруі мүмкін, сондықтан болжамды тұрақты түрде жаңартып, тексеру қажет.

Білім беру ведомстволары, идеалында, халықтың қоныс аударуы туралы ең соңғы деректерді ескере отырып, қабылдау жоспарын жыл сайын түзетіп отыруы тиіс. Барлық өңірлерге арналған бірыңғай саясат тиімді болмайды – мекенжайлық (адрестік) тәсілдер қажет. Егер қала көші-қон салдарынан жүктеме көріп отырса, мүмкін болатын шешім – өз инфрақұрылымы бар «серіктес» шағын қалашықтардың дамуын ынталандыру немесе бизнесті аз дамыған аймақтарда филиалдар ашуға ынталандыру. Ал егер өңір негізінен табиғи өсім есебінен өсіп отырса, негізгі жауап – мектептер салуға және мұғалімдер даярлауға капиталдық инвестициялар, өйткені демографиялық өзгерістер «орнында» жүреді.

Сондай-ақ алынған деректерді тұрақтылық тұжырымдамасымен және өңірлік теңсіздікті азайту міндетімен байланыстыру маңызды. Егер бүгінгі үрдістер өзгермесе, Қазақстанда әртүрлі облыстар арасындағы білім беру деңгейіндегі алшақтық ұлғаюы мүмкін. Оңтүстіктегі толып кеткен мектептердегі балалар солтүстіктегі жүктемесі төмен мектептердегі балаларға қарағанда сапасыздау қызмет алуы ықтимал. Бұл – әлеуметтік әділеттілікке және экономикалық перспективаға ұзақ уақыт бойы әсер етуі мүмкін кеңістіктік теңсіздіктің бір түрі.

Біздің зерттеуіміз бұл теңсіздікті жұмсартуға бағытталған шараларға негіз береді: мемлекет халық санының өсуінен артта қалып отырған инфрақұрылымды анықтап, қаражатты нысаналы түрде инвестициялау арқылы барлық өңірлердің біркелкі дамуына жағдай жасай алады. Мұндай тәсіл «теңгерімді әлеуметтік-демографиялық даму» идеясымен үйлеседі –

қоғамдық қызметтердің (оның ішінде білім беру) қажеттіліктерге сай болуы және азаматтарға тең мүмкіндіктерді қамтамасыз етуі.

Осылайша, Қазақстан алшақтықтың тереңдеуінен қашып, неғұрлым инклюзивті өсуге ықпал ете алады. Білім берудегі бұл диспропорцияларды шешу БҰҰ-ның ТДМ 10 (Теңсіздікті азайту) және ТДМ 11 (Тұрақты қалалар мен елді мекендер) мақсаттарына қол жеткізумен тікелей байланысты, өйткені білімге тең қолжетімділік – бұл бір мезгілде тұрақты қалалық жүйелердің факторы да, салдары да.

Power BI және ГАЗ құралдарын қолданудың артықшылығы да осы жерде айқын көрінеді: олар күрделі деректерді талдау мен визуалдауда нақты пайда әкеледі. Саясат тұрғысынан алғанда бұл құралдар деректерге негізделген шешімдерді жүйелі енгізуге мүмкіндік береді. Біз әзірлеген интерактивті панель министрліктер мен жергілікті басқару органдары үшін нақты жұмыс құралы бола алады. Мысалы, шенеуніктер кез келген сәтте мектептердегі қабылдау және олардың сыйымдылығы туралы соңғы мәліметтерді салыстырып, келесі жылға болжамды көре алады және жедел шешім қабылдай алады: мұғалімдерге қаржы бөлу немесе жаңа мектеп салу орнын анықтау. Дашбордтағы Bing Maps карталары нәтижелерді тіпті беймамандар үшін де түсінікті етеді.

Мұндай визуалды шешім қабылдауды қолдау жүйесі басқарудың ашықтығы мен ғылыми негізділігін едәуір арттыра алады. Бұл мысал тұрақтылықты қамтамасыз ету тек талдаудың өзіне ғана емес, сонымен бірге оның қалай қолданылатынына және нәтижелердің мүдделі тараптарға қалай жеткізілетініне де тәуелді екенін көрсетеді.

Зерттеуіміздің шектеулерін де атап өткен жөн, өйткені олар болашақта жетілдіру бағыттарын айқындайды. Біріншіден, біз қолжетімді ресми деректерге тәуелдіміз, ал олар кей жағдайларда «облыс» деңгейінде агрегатталады, бұл қалаішілік немесе ауданішілік ерекшеліктерді бүркемелеуі мүмкін. Сонымен қатар, ішкі көші-қон статистикасы толық болмауы ықтимал: барлық қоныс аударулар дер кезінде тіркелмейді. Жоғары көші-қон көрсеткіштері бар облыстардағы регрессия нәтижелерінің әлсіздігі ескерілмеген немесе бейресми халық қозғалыстары мектепке деген сұранысты бұрмалайтынын аңғартады.

Болашақ модельдерге көші-қон туралы неғұрлым егжей-тегжейлі деректерді (жас, жыныс, көшу себептері) енгізуді ұсынамыз. Сондай-ақ экономикалық дағдарыстар немесе

жаңа саясат (мысалы, міндетті мектепке дейінгі даярлықты енгізу) сияқты қосымша факторлар да жағдайға айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Қазіргі модель бүгінгі үрдістердің инерциялық жалғасуын болжайды, бұл ең ықтимал сценарий болғанымен, сенімдірек жоспарлау үшін «баламалы сценарийлерді» да қарастырған жөн. Икемді модельдеу құралдары әртүрлі жағдайларға дайындықты арттырады.

Барлық белгісіздіктерге қарамастан, басты қорытынды өзгермейді: кешенді тәсілді қолдану білім беру инфрақұрылымын басқаруды айтарлықтай жақсарты алады. Болжамдарды тұрақты түрде тексеру және жаңарту олардың дәлдігін сақтауға және саясатты жедел түзетуге мүмкіндік береді. Біз, шын мәнінде, болжамдарды шынайы деректермен ұдайы салыстырып, оларды жетілдіруді ұсынамыз. Бұл тұрақты нақтылау нәтижені сенімді ететін метеоболжам жүйесіне ұқсайды; біз демографиялық-инфрақұрылымдық міндеттерге де осындай динамикалық үлгіні табысты қолдануға болатынына сенеміз.

Зерттеу Қазақстанға бағытталғанымен, оның әдістемесі мен идеялары демографиялық кеңістігі әрқелкі басқа елдерге де өзекті. Көптеген мемлекеттер (Қытай, Үндістан, Нигерия) де туу деңгейі мен урбанизациядағы өңірлік айырмашылықтарға тап болады. Біз қолданған әдіс – когорттық талдау, Power BI және ArcGIS үйлесімі – өзге жағдайларда да бейімделе алады. Біз салыстырмалы түрде қарапайым демографиялық көрсеткіштердің өзінен пайдалы болжам алуға болатынын көрсеттік. Деректер базасы бай елдерде бұл әдісті қосымша қабаттармен (экономикалық көрсеткіштер, нақты уақыттағы мобильділік) толықтыруға болады. Ал деректер аз жерде, оны ресми статистиканы алмастыру үшін сауалнамалар немесе мобильді операторлардың деректері негізінде жеңілдетіп қолдануға болады.

Осылайша, бұл зерттеу тұрақты дамуды жоспарлауда үлкен деректерді талдауды қолдануға бағытталған еңбектер қатарына үлес қосады. Ол демографиялық сын-қатерлерді алдын ала анықтауға және тиімді шешуге мүмкіндік беретін өңірлік дамуды басқарудың перспективалы жолын көрсетеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы зерттеуде Қазақстандағы демографиялық өсудің білім беру инфрақұрылымына әсері талданып, балабақшалар мен бастауыш

мектептердегі орындарға болашақ сұранысты болжаудың кешенді тәсілі ұсынылды. Жұмыстың басты мақсаты – өңірлік демографиялық трендтерді, көші-қон динамикасын және инфрақұрылым көрсеткіштерін ескере отырып, мектепке дейінгі және бастауыш білім беру жүйесіне түсетін жүктемені кешенді бағалау болды. Әзірленген модельдер бұл мақсаттың орындалғанын көрсетті: демографиялық «полярылық» айырмашылықтар, туу көрсеткіштері, ішкі көші-қон және инфрақұрылым тығыздығының әсері нақты сандық нәтижелермен расталды, ал болжамды тапшылық өңірлер бойынша анықталды.

Біріншіден, аймақтық әрқелкілікті ескере отырып, классикалық когорттық талдау заманауи бизнес-талдау Power BI және және геоакпараттық жүйелермен ArcGIS үйлестірілген түпнұсқа болжамдық үлгі әзірленді. Бұл үлгі қай жерде және қашан білім беру орындарының тапшылығы туындау ықтималдығы жоғары екенін анықтауда тиімділігін көрсетіп, еліміздегі білім беруді жоспарлау теориясы мен тәжірибесіндегі маңызды олқылықтың орнын толтырды. Екіншіден, шешім қабылдау құралдарына Power BI-панельдер мен картографиялық визуализацияны біріктірудің құндылығы айқындалды: мұндай тәсіл демографиялық үрдістер мен инфрақұрылым қажеттіліктерін нақты уақыт режимінде көрнекі түрде көрсетуге мүмкіндік беріп, проактивті жоспарлау мен ресурстарды тиімді бөлу қабілетін арттырды. Үшіншіден, алынған нәтижелер білім беруді дамытуда географиялық тұрғыдан сараланған тәсілдің қажеттілігін көрсетті: қарқынды өсіп келе жатқан оңтүстік және батыс аймақтарда урбанизацияланған аумақтарға жедел инвестициялар қажет болса, кейбір солтүстік өңірлерде ресурстарды шоғырландыру немесе аз пайдаланылатын нысандарды қайта бейімдеу орынды.

Практикалық тұрғыдан алғанда, зерттеу нәтижелерін мемлекеттік жоспарлау жүйесіне енгізудің нақты механизмдері ұсынылады. Ұлттық деңгейде Оқу-ағарту министрлігі мен Ұлттық экономика министрлігі болжамдық модельді бюджеттік жоспарлау мен инфрақұрылымды дамыту бағдарламаларына енгізіп, туу мен көші-қон динамикасын ескере отырып, қаржы бөлу саясатын бейімдеу мүмкіндігіне ие. Өңірлік деңгейде облыс әкімдіктері мен қалалық әкімшіліктер модель көрсеткен «ыстық нүктелерді» ескеріп, жаңа балабақша мен мектептер салу, қолданыстағыларын кеңейту немесе оңтайландыру туралы шешімдер қабылдауы

кажет. Аудандық және ауылдық деңгейдегі білім бөлімдері алынған деректер негізінде педагог кадрларға деген сұранысты жоспарлап, ресурстарды тиімді бөле алады. Сондай-ақ Smart City және e-government платформаларына зерттеу әзірлеген Power BI және ArcGIS панельдерін біріктіріп, деректерді үздіксіз жаңартып, жедел мониторинг жүргізу ұсынылады.

Зерттеу белгілі шектеулермен байланысты. Талдау қолжетімді деректерге және қазіргі үрдістердің сақталуына негізделеді, сондықтан көші-қон және жергілікті ауытқулар бойынша толық емес ақпарат нәтижелерді сақтықпен түсіндіруді талап етеді. Әдістеменің өзектілігін сақтау үшін деректер тұрақты түрде жаңартылып, аудандық деңгейдегі егжей-тегжейлі көрсеткіштермен толықтырылуы тиіс. Болжамның дәлдігін арттыру және бейсызық заңдылықтарды анықтау үшін машиналық оқыту әдістерін пайдалану перспективалы бағыт ретінде қарастырылады. Әдістеменің икемділігі оны басқа салаларға қолдануға мүмкіндік береді, мысалы, қарттар үлесі өсіп жатқан өңірлердегі денсаулық сақтау қажеттіліктерін болжауға.

Қорытындылай келе, зерттеу нәтижелері мемлекеттік және жергілікті билік органдарын деректерге негізделген ерте ескерту жүйесімен қамтамасыз етіп, басқарушылық шешімдерді уақтылы қабылдауға және келісілген өңірлік саясат қалыптастыруға мүмкіндік береді. Инфрақұрылым нақты демографиялық үрдістерге бейімделіп, әлеуметтік-экономикалық тәуекелдерді төмендету арқылы орнықты дамудың нығаюына ықпал етеді. Білім беру жүйесінің тұрақтылығын арттыру және болашақ сын-қатерлерге алдын ала дайындалу үшін, ғылымға негізделген, географиялық ерекшеліктерді ескеретін осындай жоспарлау тәсілдерін қолдану Қазақстанға және басқа елдерге демографиялық өзгерістерді тиімді басқаруға және жаңа ұрпақ үшін жарқын болашақ қалыптастыруға көмектеседі.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization and theory: GAI; research design: GAI, GAU, GN, CZ and AZ; data collection: GAI, GAU, CZ and AZ; analysis and interpretation: GAI; writing draft preparation: GAI, GAU, CZ and AZ; supervision: GAI, GAU, GN, CZ and AZ; correction of article: GAI, GN and AZ; proofreading and final approval of article: GAI, GN and AZ. All authors have read and agreed to the published version of this manuscript.

REFERENCES

Abdullah, S., Hussain, N. H. M., Haron, N., Jalil, S. A., & Osoman, M. A. (2023). GIS-based interactive

technology in demographic record management and mapping towards sustainable community. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 14(3), 366–375. <https://doi.org/10.30880/ijscet.2023.14.03.031>

Abuov, A. (2010). *Ethnic differentiation of fertility in Kazakhstan* [Master's thesis, Charles University].

Alfredini, P., Martins, L. F., & Neves, R. C. (2024). Statistical assessment of extreme storm events on the Brazilian continental shelf from 1940 to 2022. *Journal of Coastal Research*, 113(Sp1), 175–179. <http://dx.doi.org/10.2112/JCR-SI113-035.1>

Amanda, A. R. (2025). *Application of machine learning for determining bus stop locations in Surabaya City based on the 15-minute city approach* [Master's thesis, ITS Surabaya].

Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>

Anselin, L., & Griffith, D. A. (1988). Do spatial effects really matter in regression analysis? *Papers in Regional Science*, 65(1), 11–34. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1988.tb01155.x>

Asylbekov, M. Kh., & Galiev, A. B. (1991). *Sotsial'no-demograficheskie protsessy v Kazakhstane (1917–1980)* [Socio-demographic processes in Kazakhstan (1917–1980)]. Almaty: Gylym. (In Russ)

Aubakirova, Zh., Alekseenko, A., Stolyarova, E., Krasnobaeva, N., & Omirzak, T. (2022). *Demograficheskaya bezopasnost' Kazakhstana: Potentsial, riski i perspektivy* [Demographic security of Kazakhstan: Potential, risks, and prospects]. D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University (In Russ)

Balgarina, L., Jumabayev, S., & Shokamanov, Y. (2022). Prognozirovanie sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov v Kazakhstane: Printsipy, osobennosti i nedostatki [Forecasting of socio-economic development of regions in Kazakhstan: Principles, features and disadvantages]. *Economy: strategy and practice*, 17(4), 76–91. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2022-4-76-91> (In Russ)

Batty, M., & Longley, P. A. (2003). *Advanced spatial analysis: The CASA book of GIS*. ESRI Press.

Brown, D. L., & Schafft, K. A. (2018). *Rural people and communities in the 21st century: Resilience and transformation*. Polity Press.

Bureau of National Statistics. (2024). *Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan*. July 05, 2025 from <https://stat.gov.kz/en>

Chanda, R. (2024). Predictive modelling of urban growth pattern: A study of Burdwan City. *Urban Planning & Development Journal*, 15, 203–217.

Engin, Z., Dijk, J., Lan, T., Longley, P., Treleaven, P., Batty, M., & Penn, A. (2020). Data-driven urban management: Mapping the landscape. *Journal of Urban Management*, 9, 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2019.12.001>

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in

databases. *AI Magazine*, 17, 37. <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230>

Frey, W. H. (2018). *Diversity explosion: How new racial demographics are remaking America*. Brookings Institution Press.

Ghanghas, A. (2025). *Rise of the storms: A tale of altering extreme precipitation characteristics in a warming world* [Doctoral dissertation, Purdue University].

Goodchild, M., Haining, R., & Wise, S. (1992). Integrating GIS and spatial data analysis: Problems and possibilities. *International journal of geographical information systems*, 6(5), 407–423. <https://doi.org/10.1080/02693799208901923>

Goodchild, M. F. (1992). Geographical information science. *International journal of geographical information systems*, 6(1), 31–45. <https://doi.org/10.1080/02693799208901893>

Goodchild, M. F., Anselin, L., Appelbaum, R. P., & Harthorn, B. H. (2000). Toward spatially integrated social science. *International Regional Science Review*, 23(2), 139–159. <https://doi.org/10.1177/016001760002300201>

Grossman, I., Hosseini-Chavoshi, M., & Temple, J. (2024). *Demographic projections in Australia: Implications for educational and urban planning* (Working Paper, 1–27). ARC Centre of Excellence in Population Ageing Research. Retrieved July 05, 2025 from <https://www.cepar.edu.au/sites/default/files/WP2024%3A27.pdf>

Taldau. (2025). Information-Analytical System. Retrieved July 05, 2025 from <https://taldau.stat.gov.kz/>

Isazade, V., Qasimi, A. B., Dong, P. (2023). Integration of Moran's I, geographically weighted regression (GWR), and ordinary least square (OLS) models in spatiotemporal modeling of COVID-19 outbreak in Qom and Mazandaran provinces, Iran. *Model. Earth Syst. Environ.*, 9, 3923–3937. <https://doi.org/10.1007/s40808-023-01729-y>

Kireyeva, A. A., Bekturganova, M., & Alzhanova, F. (2023). Qazaqstan aimaqtaryndaǵy khalyqtyń qonys audaruynyń demografiyalıq protsesterin taldau [Analysis of demographic processes of population settlement in the regions of Kazakhstan]. *Economic Series of the Bulletin of L. N. Gumilyov ENU*, 3, 40–54. <https://doi.org/10.32523/2789-4320-2023-3-40-54> (In Kaz)

Lee, R., & Mason, A. (2011). *Population aging and the generational economy: A global perspective*. Edward Elgar Publishing.

Logan, J. R., & Molotch, H. (2007). *Urban fortunes: The political economy of place*. University of California Press.

Lubienski, C., & Gulosino, C. (2009). School choice and competitive incentives: Mapping the distribution of educational opportunities across local education markets. *American Journal of Education*, 115(4), 601–647. <https://doi.org/10.1086/599778>

Mahdavi, S., Anthony, N. M., Sikaneta, T., & Tam, P. Y. (2025). Multiomics and artificial intelligence for personalized nutritional management of diabetes

in patients undergoing peritoneal dialysis. *Advances in Nutrition*, 16(3), 100378. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2025.100378>

Meshkini, A. (2024). Spatial analysis of housing resilience against natural hazards with an emphasis on earthquakes: A case study of southern regions of Tehran metropolis. *Geographical Planning of Space*, 89, 118. <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-024-11101-x>

Miller, H. J., & Han, J. (Eds.). (2009). *Geographic data mining and knowledge discovery* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420073980>

Milushcheva, S., Marty, R., Bedoya, G., Williams, S., Resor, E., & Legovini, A. (2021). Applying machine learning and geolocation techniques to social media data (Twitter) to develop a resource for urban planning. *PLOS ONE*, 16, e0244317. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244317>

Ministry of Education of the Republic of Kazakhstan. (2022). *Order of the Minister of Education of the Republic of Kazakhstan No. 385*. Retrieved July 05, 2025 from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G25HP000031>

National Platform for Reporting on Sustainable Development Goals. (2025). *SDG National Platform (Kazakhstan)*. Retrieved July 05, 2025 from <https://kazstat.github.io/sdg-site-kazstat/en/>

Nyussupova, G., Aidarkhanova, G., Kadylbekov, M., Kenespayeva, L., Kelinbayeva, R., & Kozhakhmetov, B. (2021). Nationalization of indicators for sustainable development goals in the Republic of Kazakhstan through geoinformation technologies. *GI Forum*, 9(1), 158–168. https://doi.org/10.1553/giscience2021_01_s158

OECD. (2022). *Education at a glance 2022: OECD indicators*. OECD Publishing.

Ospan, A. G., Mansurova, M., Kakimzhanov, Y., Ixanov, S. Sh., & Barakhnin, V. B. (2022). Development of a program for the integration of socio-economic indicators with spatial data to analyze the standard of living of the population of Kazakhstan. *Bulletin of the NEA RK*, 3(85), 67–77. <https://doi.org/10.47533/2020.1606-146x.170>

Parkes, E. A. (2013). Mode of communication of cholera by John Snow, MD: Second edition. *International Journal of Epidemiology*, 42, 1543–1552. <https://doi.org/10.1093/ije/dyt193>

Rahman, M. T., Jamal, A., & Al-Ahmadi, H. M. (2020). Examining hotspots of traffic collisions and their spatial relationships with land use: A GIS-based geographically weighted regression approach for Dammam, Saudi Arabia. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(9), 540. <https://doi.org/10.3390/ijgi9090540>

Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., & Messner, D. (2019). Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability* 2(9), 805–814. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>

Sagwa, D., Stephen, O., & Jason, N. (2024). Projection models for selected infrastructural requirements for the implementation of competency-based curriculum in senior secondary schools in 2026, in Kenya. *Journal*

of *Education Management and Leadership*, 3(1), 63–75. <http://dx.doi.org/10.51317/jeml.v3i1.647>

Slabodich, K. A., Tagirova, E. R., & Shavrov, S. A. (2017). O sozdanii pravovoy osnovy infrastruktury prostranstvennykh dannyykh v Belarusi i Kazakhstane [On the creation of the legal framework of the infrastructure of spatial data in Belarus and Kazakhstan]. *Proceedings of BSTU. Series 5: Economics and Management*, 1(5), 129–133. (In Rus)

Spankulova, L. S., & Chulanova, Z. K. (2022). Demographic processes in Kazakhstan: Current trends and forecasting the future development. *Bulletin of Turan University*, 3, 60–71. <https://doi.org/10.46914/1562-2959-2022-1-3-60-71>

Spankulova, L.S., Chulanova, Z. K., Nurmakhanova, M., & Kangalakova, D. (2023). Assessment of the parameters of the future demographic situation in Kazakhstan. *Society and Security Insights*, 4(5), 50–69. [https://doi.org/10.14258/SSI\(2022\)4-03](https://doi.org/10.14258/SSI(2022)4-03)

Spoorenberg, T. (2013). Fertility changes in Central Asia since 1980. *Asian Population Studies*, 9(1), 50–77. <https://doi.org/10.1080/17441730.2012.752238>

Sun, Z., & Wu, Z. (2022). A strategic perspective on big data driven socioeconomic development. In *Proceedings of the 5th International Conference on Big Data Research* (pp. 35–41). ACM <https://doi.org/10.1145/3505745.3505751>

Sunday, A. P., Jibo, A., & Yohanna, L. (2024). A meta-analysis of Nigeria's population census results falsification and its implications. *Wukari International Studies Journal*, 8(3), 81–91

Talen, E. (2001). School, community, and spatial equity: An empirical investigation of access to elementary schools in West Virginia. *Annals of the Association of American Geographers*, 91(3), 465–486. <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00254>

Tetiana, B., & Xin, C. (2024). Demographic processes and economic growth in China: Simulation forecasting. In *New areas of scientific research: Exploring new frontiers* (pp. 59–72).

Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Supplement: Proceedings. International Geographical Union. Commission on Quantitative Methods*, 46, 234–240. <https://doi.org/10.2307/143141>

Tomlinson, R. F. (1969). A geographic information system for regional planning. *Journal of Geography*, 78(1), 45–48. <https://doi.org/10.5026/jgeography.78.45>

Toreti, A., Tsagai, D., Maurer, T., Cremonese, E., & Rossi, L. (2024). *World drought atlas*. University of Milan.

UNESCO. (2022). *Global education monitoring report 2022*. UNESCO Publishing.

World Bank. (2022). *World development report 2022: Data for better lives*. The World Bank.

Zhantayev, Z. S., Nurakynov, S. M., Gavruk, S. V., Iskakov, B. A., Sydyk, N. K., & Merekeyev, A. A. (2020). Creation of a geoportal and its role in operational monitoring of the natural and manmade emergency character in the territory of the Republic of Kazakhstan. *News NAS RK. Series of Physico-Mathematical*, 3(331), 191–201. <http://dx.doi.org/10.32014/2020.2518-1726.53>

Information about the authors

***Gaukhar B. Aidarkhanova** – PhD, Senior Lector, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan, email: gauhar_222@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7280-7071>

Gaukhar B. Aubakirova – Senior Lector, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan, email: gauhara_91@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5806-5638>

Gulnara N. Nyussupova – Doc. Sc (Geogr.), Professor, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan, email: gulnaran@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5294-2671>

Chingiz B. Zhumagulov – PhD student, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, email: c.zhumagulov@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3147-4945>

Abzal M. Zhakypbek – Senior Lector, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan, email: bzikasd@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2538-1287>

Авторлар туралы мәліметтер

***Айдарханова Г.Б.** – PhD, аға оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: gauhar_222@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7280-7071>

Аубакирова Г.Б. – аға оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: gauhara_91@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5806-5638>

Нюсупова Г.Н. – г.ғ.д., профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: gulnaran@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5294-2671>

Жумагулов Ч.Б. – PhD докторант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: c.zhumagulov@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3147-4945>

Жақыпбек А.М. – аға оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: bzikasd@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2538-1287>

Сведения об авторах

***Айдарханова Г.Б.** – PhD, старший преподаватель, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: gauhar_222@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7280-7071>

Аубакирова Г.Б. – старший преподаватель, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: gauhara_91@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5806-5638>

Нюсупова Г.Н. – д.г.н., профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: gulnaran@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5294-2671>

Жумагулов Ч.Б. – PhD докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: c.zhumagulov@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3147-4945>

Жақыпбек А.М. – старший преподаватель, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: bzikasd@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2538-1287>

Қосымша I

2019 ж. туу көрсеткіштері мен мектепке дейінгі білім беру негізгі индикаторларын Microsoft Power BI көмегімен визуализациялау: Маңғыстау және Павлодар облыстарын салыстыру

Visualization of birth rates and key preschool education indicators in 2019 using Microsoft Power BI: A comparison of Mangystau and Pavlodar regions

