



Food Cold Chain Logistics and Social Sustainability: A Bibliometric Analysis

Sabira Kuanysh^{a*}, Zauresh Akhmetova^a

^aAl-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Cold food chain logistics plays an important social role in maintaining the quality and safety of perishable products and ensuring the sustainability of supply chains. The purpose of the study is to identify the dynamics of development, thematic structure, and promising areas of scientific research in the field of logistics and management of the cold food chain. The research methodology is based on a systematic bibliographic, bibliometric, and substantive analysis of scientific publications. The initial dataset included 936 publications presented in the Dimensions database for 2002-2024; after thematic selection, 250 papers were selected for in-depth analysis. Data processing was carried out using VOSviewer and Biblioshiny programs and included an analysis of publication dynamics. The results showed that the average annual increase in the number of publications was 9-11%, with 38.6% of the papers published in 2021-2024. Authors from 32 countries participated in the research; China accounted for 25% of the publications, India and the USA – 6.5% each, Italy and the UK – 5% each. Ten leading sources provided about 39% of the publications presented in 58 scientific journals and collections. The subject structure was dominated by engineering sciences (20%), business and management (15%), computer science (13%) and decision sciences (10%). Seven main thematic areas are highlighted: temperature control, sustainable development, food safety, technological innovation, digitalization, socio-economic sustainability and infrastructure development. The results systematize the current state of research and can be used to develop digital, technological, and management solutions for the sustainable development of cold chains.

ARTICLE HISTORY

Received: 25 May 2026
Revised: 26 June 2026
Accepted: 26 July 2026
Published: 30 September 2026

KEYWORDS

Logistics, Bibliometric Analysis, Supply Chain, Food Security, Social Security, Social Sustainability, Sustainable Development

FINANCIAL SUPPORT

the study was not sponsored (own resources)



Conflict of interest:

author(s) declare that there is no conflict of interest

***Corresponding author:** Kuanysh S. – PhD candidate, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, email: s_kuanysh.00@mail.ru

For citation: Kuanysh, S. & Akhmetova, Z. (2026). Food Cold Chain Logistics and Social Sustainability: A Bibliometric Analysis. Qainar Journal of Social Science, 5(3),6-29. <https://doi.org/10.58732/2958-7212-2026-3-6-29>

Copyright: ©2026 by the author(s). This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Азық-түлік суық тізбек логистикасы және әлеуметтік тұрақтылық: библиометриялық талдау

Қуаныш С.^{а*}, Ахметова З.^а

^аӘл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ТҮЙІН

Азық-түлік өнімдерінің суық тізбек логистикасы тез бұзылатын өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін сақтауда және жеткізу тізбектерінің тұрақтылығын қамтамасыз етуде маңызды әлеуметтік рөл атқарады. Зерттеудің мақсаты – азық-түлік өнімдерінің суық тізбек логистикасы мен оны басқару саласындағы ғылыми зерттеулердің даму динамикасын, тақырыптық құрылымын және перспективалы бағыттарын анықтау. Зерттеу әдіснамасы ғылыми жарияланымдарды жүйелі библиографиялық, библиометриялық және мазмұндық талдауға негізделген. Бастапқы деректер жиынтығына Dimensions дерекқорында 2002–2024 жылдар аралығында жарияланған 936 еңбек енгізілді; тақырыптық іріктеуден кейін 250 жұмыс тереңдетілген талдау үшін таңдап алынды. Деректер VOSviewer және Biblioshiny бағдарламаларының көмегімен өңделіп, жарияланымдар динамикасына талдау жүргізілді. Нәтижелер жарияланымдар санының орташа жылдық өсімі 9–11%-ды құрағанын, ал еңбектердің 38,6%-ы 2021–2024 жылдары жарияланғанын көрсетті. Зерттеулерге 32 елдің авторлары қатысты: жарияланымдардың 25%-ы Қытайға, Үндістан мен АҚШ-қа 6,5%-дан, Италия мен Ұлыбританияға 5%-дан тиесілі болды. 58 ғылыми журнал мен жинақта жарияланған еңбектердің шамамен 39%-ы он жетекші дереккөзге тиесілі болды. Пәндік құрылымда инженерлік ғылымдар – 20%, бизнес және менеджмент – 15%, компьютерлік ғылымдар – 13%, шешім қабылдау ғылымдары – 10% үлеспен басымдық танытты. Жеті негізгі тақырыптық бағыт анықталды: температуралық бақылау, тұрақты даму, азық-түлік қауіпсіздігі, технологиялық инновациялар, цифрландыру, әлеуметтік-экономикалық тұрақтылық және инфрақұрылымды дамыту. Алынған нәтижелер зерттеулердің қазіргі жағдайын жүйелейді және суық тізбектердің тұрақты дамуына арналған цифрлық, технологиялық және басқарушылық шешімдерді әзірлеуде пайдаланылуы мүмкін.

МАҚАЛАНЫҢ ТАРИХЫ

Қабылданды: 25 мамыр 2026
Қайта қаралды: 26 маусым 2026
Жариялауға қабылданды: 26 шілде 2026
Жарияланды: 30 қыркүйек 2026

ТҮЙІН СӨЗДЕР

Логистика;
библиометриялық талдау;
жеткізу тізбегі; азық-түлік қауіпсіздігі; әлеуметтік қауіпсіздік; әлеуметтік тұрақтылық; тұрақты даму

ҚАРЖЫЛАНДЫРУ

зерттеу демеушілік қолдау көрсеткен жоқ (меншікті ресурстар)

Мүдделер қақтығысы:

автор(лар) мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді

***Хат-хабаршы авторы:** Қуаныш С. – PhD докторант, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: s_kuanysh.00@mail.ru

Дәйексөз үшін: Қуаныш С., Ахметова З. (2026). Азық-түлік суық тізбек логистикасы және әлеуметтік тұрақтылық: библиометриялық талдау. Қайнар әлеуметтік ғылымдар журналы, 5(3), 6-29. <https://doi.org/10.58732/2958-7212-2026-3-6-29>

Логистика холодовой цепи пищевых продуктов и социальная устойчивость: библиометрический анализ

Куаныш С.^{а*}, Ахметова З.^а

^аКазахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Логистика холодовой цепи пищевых продуктов играет важную социальную роль в сохранении качества и безопасности скоропортящейся продукции и обеспечении устойчивости цепей поставок. Цель исследования — выявить динамику развития, тематическую структуру и перспективные направления научных исследований в области логистики и управления холодовой цепью пищевых продуктов. Методология исследования основана на систематическом библиографическом, библиометрическом и содержательном анализе научных публикаций. Исходный массив данных включал 936 публикаций, представленных в базе данных Dimensions за 2002–2024 годы; после тематического отбора 250 работ были отобраны для углублённого анализа. Обработка данных проводилась с использованием программ VOSviewer и Biblioshiny и включала анализ динамики публикаций. Результаты показали, что среднегодовой прирост числа публикаций составил 9–11%, при этом 38,6% работ были опубликованы в 2021–2024 годах. В исследованиях приняли участие авторы из 32 стран; на Китай пришлось 25% публикаций, на Индию и США — по 6,5%, на Италию и Великобританию — по 5%. Десять ведущих источников обеспечили около 39% публикаций, представленных в 58 научных журналах и сборниках. В предметной структуре преобладали инженерные науки — 20%, бизнес и менеджмент — 15%, компьютерные науки — 13% и науки о принятии решений — 10%. Выделены семь основных тематических направлений: температурный контроль, устойчивое развитие, безопасность пищевых продуктов, технологические инновации, цифровизация, социально-экономическая устойчивость и развитие инфраструктуры. Полученные результаты систематизируют современное состояние исследований и могут использоваться при разработке цифровых, технологических и управленческих решений для устойчивого развития холодовых цепей.

ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Получено: 25 мая 2026
Доработано: 26 июня 2026
Принято: 26 июля 2026
Опубликовано: 30 сентября 2026

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

логистика;
библиометрический анализ; цепь поставок; продовольственная безопасность; социальная безопасность; социальная устойчивость; устойчивое развитие

ФИНАНСИРОВАНИЕ

исследование не имело спонсорской поддержки (собственные ресурсы)

Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

***Автор-корреспондент:** Куаныш С. — PhD докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: s.kuanysh.00@mail.ru

Для цитирования: Куаныш С., Ахметова З. (2026). Логистика холодовой цепи пищевых продуктов и социальная устойчивость: библиометрический анализ. Кайнар журнал социальных наук, 5(3),6-29. <https://doi.org/10.58732/2958-7212-2026-3-6-29>

1. Кіріспе

Суық тізбек логистикасы – тез бұзылатын тамақ өнімдерінің, ауыл шаруашылығы шикізатының, фармацевтикалық препараттар мен кейбір химиялық заттардың өндірілген жерінен бастап түпкілікті тұтынушыға дейінгі барлық кезеңдерде (өңдеу, сақтау, тасымалдау, бөлу және өткізу) қажетті температура, ылғалдылық және санитарлық шарттарды үздіксіз сақтауға негізделген кешенді басқару жүйесі. Аталған жүйе салқындату мен мұздатудың тиісті технологияларын, мамандандырылған қоймалық инфрақұрылымды, тоңазытқышпен жабдықталған көлік құралдарын, сондай-ақ бақылау мен мониторинг жүргізудің әртүрлі құралдарын біріктіру арқылы өнімдердің бастапқы қасиеттерінің, сапасының, қоректік құндылығының және қауіпсіздігінің сақталуын қамтамасыз етеді. Суық тізбектің басты мақсаты – сыртқы орта факторларының (температураның өзгеруі, ылғалдылықтың ауытқуы, жарықтың әсері, ластаушы элементтер) теріс ықпалын болдырмай, өнімді жаңа піскен, салқындатылған немесе мұздатылған күйінде тұтынушыға жеткізу болып табылады.

Азық-түлік суық тізбек логистикасы тез бұзылатын өнімдерді сақтау және жеткізуге тасымалдау процесінде олардың сапалық сипаттарын ғана емес, сандық көрсеткіштерін де сақтауға бағытталған. Аталған жүйе агро-өнімдерді жеткізу тізбегінің барлық буындарында оңтайлы температуралық және суық режимдерін қатаң ұстануды талап етеді. Барлық кезеңде орын алған режимдік көрсеткіштердің ауытқуы бүкіл тізбектің жалпы тиімділігін төмендетіп, өнім сапасының төмендеуіне және айтарлықтай экономикалық-техникалық шығындарға әкеп соғуы мүмкін. Азық-түлік саласындағы суық тізбек логистикасы дәстүрлі логистикалық жүйелермен салыстырғанда анағұрлым күрделі болып саналады, себебі ол тек көлік тасымалын ғана емес, сонымен қатар суық өңдеу, сақтау, тиеу-түсіру жұмыстары, тарату, бөлшек сауда және соңғы тұтыну сатыларын қамтитын үйлестірілген инфрақұрылым мен басқару механизмдерін қажет етеді.

Қазақстандағы суық тізбек логистикасы әлі толық дамымағанымен, қазіргі уақытта стратегиялық маңызы жоғары бағыттардың біріне айналып отыр. Бұл саланы дамыту мақсатында елімізде әртүрлі көлік түрлерін (температурасы бар көлік құралдарын) қарқынды дамыту және оларды қолдану, логистикалық оңтайландыру жолдары, экономикалық-әлеуметтік маңызы бар жаһандық шешімдер қабылдауда. Бірақ теориялық тұрғыдан, ғылыми зерттеу жұмыстары, бұл саланың жан-жақты толық зерттелмегенін көрсетіп отыр. Жоғарыда айтып өткеніміздей бұл логистиканың жаңа саласы болғандықтан жеткілікті дәрежеде зерттеліп, маңызды мәселелердің шешімі түбегейлі табылмағанын көруге болады. Еліміздегі суық тізбек логистикасы бойынша негізгі мәселелер төмендегідей: Елімізде жалпы қоймалық инфрақұрылымдар саны 2,5 млн шаршы метрге жеткенімен, оның ішінде суық тізбекті логистика өнімдеріне арналған, мұздату режиміндегі мамандандырылған аймақтар үлесі 124,5 мың шаршы шақырымды ғана көресетіп отыр, бұл өз кезегінде 5% ғана бөлігін құрап отыр. Бұл көрсеткіштер азық-түлік өнімдері мен ауыл-шаруашылығы суық тізбек өнімдерін сондай-ақ фармацевтика өнімдерін тиімді сақтау мен тасымалдау үшін жеткіліксіз болып отыр; мультитемпературалық салқындату қоймалардың жетіспеушілігі, елімізде 2025 жылы нарықта 5 жаңа мультитемпературалық қоймалар қосылатыны жарияланғанымен, мамандандырылған суық тізбекті аймақтар небәрі 12,4 мың шаршы

метрге өсті. Ал жаңадан салынып жатқан қоймалардың шамамен 2,5%-ы ғана температуралық режимге арналған; көлік инфрақұрылымының дұрыс дамымауы, барлық рефрижираторлық көліктердің импортталатыны, және санының аздығы; агро-өнімдерді тасымалдау саласын зерттеулерге сәйкес, Қазақстандағы негізгі мәселелер мен кедергілер қатарына еліміздің теңізге тікелей шыға алмауы, жер көлемінің үлкендігі, маусымдық ауытқулар, бірінші миляның тиімсіз жағдайлары мен өндіріс орындарының арасындағы ауызбіршіліктердің жоқтығы, бұл факторлар ауылшаруашылығы өнімдерін жинау кезеңінен кейінгі жоғалтулардың санын өсіріп, экспорттық әлеуетті төмендетеді.

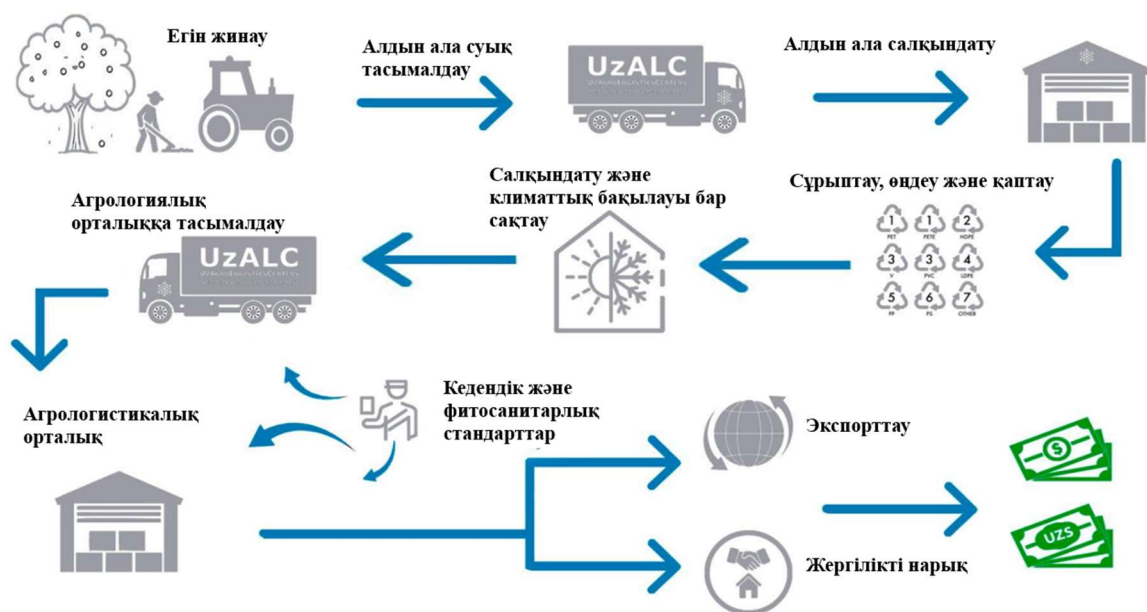
Жұмыстың ғылымға қосатын үлесі, біріншіден, Dimensions деректер базасы бойынша суық тізбек логистикасына арналған библиометриялық талдау жүргізіліп, саланың даму үрдістері мен негізгі зерттеу бағыттары анықталды. Зерттеудің мақсаты – азық-түлік өнімдерінің суық тізбек логистикасы мен оны басқару саласындағы ғылыми зерттеулердің даму динамикасын, тақырыптық құрылымын және перспективалы бағыттарын анықтау. Екіншіден, зерттеу осы зерттеу жұмысы негізінде 7 негізгі кластер (температуралық бақылаулар, тұрақты даму, азық-түлік қауіпсіздігі, технологиялық инновациялар, цифрландыру, экономикалық-әлеуметтік тұрақтылық, инфрақұрылымдардың дамуы) анықталып, даму динамикасы бағаланды. Үшіншіден, зерттеудің нәтижелері ҚР суық тізбек логистикасын дамытудың стратегиялық бағыттары және практикалық ұсыныстар әзірлеуге негіз бола алады.

2. Әдебиеттерге шолу

Суық тізбек логистикасы ет, сүт өнімдері, жұмыртқа, балық, тез бұзылатын жеміс-жидек пен көкөністер сияқты суық режимді өнімдердің температурасын реттеуге арналған. Суық тізбек жүйесі агроөнімдердің шалғай ауылдық аймақтардан халық тығыз орналасқан қалалар мен мегаполистерге тиімді жеткізілуін қамтамасыз етумен ерекшеленеді. Суық тізбекті логистиканы жетілдірудің негізгі бағыттарының бірі – уақыт пен температура параметрлерін үздіксіз бақылау, талдау және тиімді басқару. Эксперименттік зерттеулер мен модельдеу тәсілдеріне сүйене отырып, температуралық режимдерді оңтайландыру халықаралық деңгейде суық тізбектің сенімділік деңгейін арттыруға мүмкіндік береді. Қазіргі тәжірибелер көрсеткендей, жеткізуші-компаниялар ұсынатын бақылау және қадағалау деректерін бөлшек сауда жүйелері толыққанды қабылдауға әлі дайын емес. Бұл жағдай суық тізбекте цифрлық интеграция деңгейінің жеткіліксіздігін және ақпараттық үйлесімділікке қатысты проблемаларды айқындайды.

Агроөнімдерді суық тізбек арқылы тасымалдаудың негізгі кезеңдері 1-суретте көрсетілген.

Суретте агроөнімдерді суық тізбек логистикасы арқылы тасымалдаудың негізгі логистикалық процестері көрсетілген. Бұл процесс егінді жинаудан басталып алдын ала суық тасымалдау және бастапқы мұздату негізінде жалғасады. Келесі әрекет өнімді сұрыптау, өңдеу және қаптау жұмыстарынан өтіп, температуралық режимі бар мультитемпературалық қоймаларда сақталады. Одан кейін өнімдер агрологистикалық орталықтарға жеткізіліп, кедендік және фитосанитарлық талаптарға сәйкестігі тексерілгеннен соң экспортқа немесе жергілікті нарықтарға жөнелтіледі. Бұл жүйе



Сурет 1. Агроөнімдерді суық тізбек арқылы тасымалдау процесі.
Figure 1. The process of transporting agricultural products through the cold chain.

агроөнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін сақтауға, тасымалдау шығындарын азайтуға, сақтау мерзімдерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Суық тізбектегі тәуекелдерді басқарудың жекелеген аспектілері ғылыми әдебиеттерде қарастырылғанымен, олардың төзімділік, тұрақтылық инновациялары және тұрақты өнімділікпен өзара байланысы жеткілікті деңгейде кешенді зерттелмеген. Соңғы жылдары азық-түлік өнімдерінің суық тізбекті логистикасы мен төзімділігін басқару (Cold Chain Logistics and Resilience – CCLR) жаһандық азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің стратегиялық бағытына айналды. Әсіресе COVID-19 пандемиясы кезеңінде жеткізу тізбектерінің осал тұстары айқын байқалып, суық тізбектің үздіксіздігі мен тұтастығын сақтау мәселесі бірінші кезекке шықты.

Қазіргі уақытта суық тізбек жүйелерінде іздестіру мүмкіндігі (traceability) мен серіктестер арасындағы деректер алмасу проблемалары да толық шешімін таппаған. Электрондық бақылау жүйелері кеңінен енгізіліп жатқанымен, деректердің стандартталмауы, әртүрлі платформалардың өзара үйлесімсіздігі және жеткізу тізбегіне қатысушылар арасындағы ақпараттық интеграцияның жеткіліксіздігі тиімді мониторинг жүргізуге кедергі келтіреді. Жеткізу тізбегінің төзімділігі (Supply Chain Resilience – SCR) мен тұрақтылық инновациясының (Sustainability Innovation – SI) суық тізбек контекстіндегі тұрақты өнімділікке (Sustainable Performance – SP) бірлескен әсері жүйелі түрде зерттелмеген. Осы себепті суық тізбек жағдайында тәуекелдер типологиясын, стратегиялық қабілеттерді және тұрақты өнімділік көрсеткіштерін өзара байланыстыратын интегративті тәсілді әзірлеу қажеттілігі туындап отыр.

Суық тізбектегі тәуекелдерді басқару мен тұрақты дамуды қамтамасыз ету мәселелері әлі күнге дейін фрагментарлы түрде зерттелуде. Көптеген ғылыми жұмыстар

операциялық үзілістерге немесе экологиялық аспектілерге оқшауланған түрде тоқталады, ал температуралық ауытқулар, жабдықтың істен шығуы және іздестіру жүйесіндегі ақаулықтары сияқты нақты тәуекел санаттарының экономикалық, экологиялық және әлеуметтік нәтижелерге кешенді ықпалы жеткілікті деңгейде талданбаған. Сонымен қатар, жемістер мен көкөністер, ет, теңіз өнімдері және фармацевтикалық тауарлар сияқты әртүрлі тез бұзылатын және температуралық режимді талап ететін өнім санаттарын біріктіретін салаларалық көзқарас ғылыми тұрғыдан негіздеуді талап етеді. Осы зерттеу жұмысы аталған білім олқылықтарын жоюға бағытталып, суық тізбектің негізгі детерминанттарын, сондай-ақ жеткізу тізбегінің төзімділігі мен тұрақтылық инновациясының біріктірілген әсерін кешенді түрде талдауды мақсат етеді.

Суық тізбек жүйесіндегі тәуекелдерді басқарудың жекелеген бағыттары бірқатар ғылыми еңбектерде қарастырылған. Аталған авторлар эмпирикалық зерттеулерге сүйене отырып, суық тізбектегі тәуекелдер (Cold Chain Logistics Risks – суық тізбек логистикасындағы тәуекелдер) мен оның төзімділік қабілеті арасындағы өзара байланысты талдаған. Бұл жұмыс азық-түлік суық тізбек логистикасы саласындағы тәуекелдерді интегративті бағалауға бағытталған алғашқы үлгілердің бірі болып саналады. Нәтижесінде төрт негізгі тәуекел көзі анықталып, алты ресурстың суық тізбектің төзімділігін қалыптастыруда маңызды рөл атқаратыны дәлелденген (Ali et al., 2018). Сонымен қатар, Желани және оның әріптестері суық тізбек саласындағы тәуекелдер мен олардың тұрақтылыққа тигізетін әсерін кешенді түрде қамтитын жүйелі әдебиет шолуын ұсынған (Jaelani et al., 2025). Бұл зерттеу Scopus дерекқорынан 2010–2025 жж. аралығындағы 97 ғылыми мақаланы талдау негізінде алты негізгі тәуекел категориясын бөліп көрсеткен. Оларға: температуралық режимнің бұзылуы, жабдықтардың техникалық ақаулары, нормативтік талаптардың сақталмауы, өнімнің іздестірілу мүмкіндігінің (traceability) төмендігі, тасымалдау барысындағы кідірістер және энергия тиімділігінің жеткіліксіздігі жатады. Осы факторлардың ішінде температураның ауытқуы мен жабдықтың істен шығуы ең жиі кездесетін тәуекелдер ретінде анықталған, және олар көбінесе өнімнің жоғалуына және қаржылық шығындарға әкеп соғады. Авторлар сонымен қатар суық тізбектің тұрақтылық көрсеткіштеріне (экономикалық, экологиялық және әлеуметтік) байланысты тәуекелдердің әсерін бағалап, жеткізу тізбегінің төзімділігі (Supply Chain Resilience – SCR) мен тұрақтылық инновацияларының (Sustainability Innovations – SI) интеракциясы суық тізбектің ұзақ мерзімді тұрақтылығын арттыруда маңызды фактор болып табылатынын тұжырымдайды (Jaelani et al., 2025).

Суық тізбек логистикасында температураны тиімді бақылау негізгі функционалдық компоненттердің бірі болып табылады, өйткені температураның шамалы ауытқуының өзі өнім сапасының төмендеуіне және оның жарамдылық мерзімінің қысқаруына әкелуі мүмкін. Бұл мәселені Хуан және оның әріптестері 2023 ж. жарияланған зерттеуінде жан-жақты қарастырған. Авторлар ультра төмен температуралы (ULT) мұздатқыш камераларындағы жылу динамикасын модельдеу арқылы температуралық өзгерістердің әсерін сипаттаған. Зерттеу барысында үш өлшемді модель әзірленіп, сенсорлар арқылы алынған деректер негізінде камера ішіндегі температуралық ауытқулардың уақыт бойынша өзгеру сипаты анықталған. Зерттеу нәтижелері ұсынылған модельдің

температураны дәл болжауға және реттеуге мүмкіндік беретінін көрсетті, ал орташа квадраттық қателік көрсеткіші (RMSE) 0,19 °C-тан төмен болған. Бұл нәтижелер температуралық тұрақтылықтың өнім сапасы мен сақтау мерзіміне тікелей әсер ететінін дәлелдейді (Huang et al., 2023).

Кеңірек салалық зерттеулер қатарында суық тізбек жүйелеріндегі температуралық режимдер мен өнім сапасының температураға байланысты өзгеру эволюциясын талдап, температура мен ылғалдылықтың бірқалыпты сақталмауы өнімнің микробиологиялық белсенділігін және бұзылу жылдамдығын жоғары дәрежеде арттыратынын дәлелдеген. Бұл жарияланымда олардың бірнеше эксперименттік және практикалық зерттеулерінің қорытындылары келтірілген, онда салқындатудың жеткіліксіздігі және жабдықтар арасындағы температуралық айырмашылықтар салдарынан өнімнің әртүрлі бөліктерінде бүліну деңгейі 15–30%-ға дейін жоғарылағаны байқалған. Бұл көрсеткіш суық тізбектегі температуралық ауытқулардың айтарлықтай теріс әсер ететінін айқындайды (Laguerre et al., 2013).

Суық тізбек логистикалық жүйесіндегі цифрлық трансформация үрдістері мен blockchain технологиясының ықпалына қатысты Gupta және оның әріптестері жүргізген ауқымды зерттеу азық-түлік суық тізбек логистикасын басқарудағы (FCCLM) цифрлық өзгерістердің негізгі бағыттарын анықтайды. Авторлар 2010–2022 жж. аралығын қамтитын 312 ғылыми еңбекті библиометриялық әдіспен зерттеп, blockchain технологиясының суық тізбектегі іздестіру (traceability) және ашықтық деңгейіне әсерін эмпирикалық тұрғыдан бағалаған. Зерттеулердің негізгі нәтижелер көрсеткендей, 2018 жылдан бастап blockchain тақырыбындағы зерттеулер мен жарияланымдар тек 18%-ға ғана өсіп отырған. Бұл көрсеткіш аталған технологияға деген ғылыми және практикалық қызығушылықтың елеулі түрде артқанын дәлелдейді. Сонымен қатар, жетілдірілген іздестіру жүйелері енгізілген компанияларда өнімді кері қайтарып алу (recall) уақыты 48 сағаттан 11 сағатқа дейін, яғни шамамен 77%-ға қысқарған. Мұндай нәтижелер кәсіпорындарға өнім сапасын бақылауда және тұтынушылар қауіпсіздігін арттыруда айтарлықтай стратегиялық артықшылықтар береді (Gupta et al., 2022).

Азық-түлік жеткізу тізбегін басқару саласындағы негізгі ғылыми еңбектердің теориялық негіздері, қолданылған әдістері мен нәтижелері 1-кестеде жүйеленген.

Кесте 1. Азық-түлік жеткізу тізбегін басқару бойынша ғылыми зерттеулердің теориясы, әдістері және негізгі нәтижелері.

Table 1. The theory, methods and main findings of scientific research in food supply chain management.

Авторлар және мақала атауы	Теориялық негізі	Әдістері	Негізгі нәтижелері
Mustafa et al. (2024). Food cold chain logistics and management: A review of current development and emerging trends	Азық-түлік суық тізбегін басқару тұжырымдамасы	Scopus деректеріне негізделген библиометриялық талдау; VOSviewer және Biblioshiny	Жарияланымдар санының өсуі анықталып, алты негізгі зерттеу кластері бөлінді.
Kandasamy et al. (2025). Analysis of key challenges to implementation of FEFO in perishable food supply chain	FEFO – жарамдылық мерзімі бірінші аяқталатын өнімді бірінші шығару қағидаты	PRISMA, DEMATEL және TISM	FEFO енгізуге кедергі келтіретін 13 фактор анықталып, оларды азайтуға арналған жол картасы ұсынылды.

Duan et al. (2026). Data-driven virtual sensor systems for dynamic temperature monitoring along food supply chains	Деректерге негізделген виртуалды сенсорлар тұжырымдамасы	Деректерді өңдеу, виртуалды сенсорларды құру және температуралық модельдеу	Виртуалды сенсорлар температураны бақылау дәлдігін арттырып, өнім шығынын азайтуға мүмкіндік береді.
Miao et al. (2023). Optimization of perishable agricultural products logistics distribution path based on IACO-time window constraint	Көлік маршруттарын оңтайландыру және VRP тұжырымдамасы	Математикалық модельдеу және IACO алгоритмі	Жеткізу уақыты, логистикалық шығындар және өнімнің бұзылу тәуекелі төмендеді.
El Ayoubi & Radmehr (2023). Green food supply chain management as a solution for the mitigation of food supply chain management risk for improving the environmental health level	Жасыл жеткізу тізбегін басқару тұжырымдамасы	Сауалнама, SEM және PLS-SEM	Экологиялық басқару тәуекелдерді төмендетіп, өнім сапасы мен қауіпсіздігін жақсартатыны анықталды.
Sreenivasan & Suresh (2024). Sustainability-controlled measures for resilient management of fresh and short food startups supply chain	Тұрақты және қысқа азық-түлік жеткізу тізбегі	Көпкритерийлі бағалау, тәуекелдік және жүйелік талдау	Логистикалық жоспарлау, цифрландыру және тәуекелдерді алдын ала басқару шаралары ұсынылды.
Datta et al. (2023). The adoption of sustainable supply chain management practices on performance and quality assurance of food companies	Тұрақты жеткізу тізбегі және Triple Bottom Line тұжырымдамасы	Сауалнама, статистикалық талдау және SEM	Тұрақты басқару тәжірибелері операциялық тиімділікке және өнім сапасына оң әсер ететіні анықталды.

Ескерту: авторлар ғылыми әдебиеттерді талдау негізінде құрастырған.

Кестеде азық-түлік суық тізбек логистикасына қатысты әртүрлі елдер ғалымдарының еңбектері, олардың теориялық тұжырымдамалары, қолданған зерттеу әдістемелері және алынған нәтижелері көрсетілген. Кестеде берілген зерттеу жұмыстары негізінен азық-түлік логистикасын соның ішінде температуралық режимдегі өнімдердің тиімді басқару жолдарына, тез бұзылатын тауарларды тасымалдау мәселелеріне, тұрақты жеткізу суық тізбегін құруға және логистикалық үдерістерді оңтайландыруға арналған. Кестеде келтірілген ғылыми еңбектер азық-түлік жеткізу тізбегін тиімді басқару, суық тізбек логистикалық процестерді жақсарту, температуралық режимдерді реттеу, экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету және цифрлық технологияларды жұмысқа қосу мәселелерінің қазіргі ғылыми зерттеулердегі басым бағыттар екендігін айғақтайды.

Температуралық мониторинг пен IoT технологияларының сандық тұрғыдағы тиімділігін қытайлық ғалымдар өздерінің эмпирикалық зерттеулерінде дәлелдеген (Tan et al., 2021). Ғалымдардың зерттеу жұмысы Қытайдың 56 түрлі аймақтық суық қоймасында және 214 тасымалдау рейсінде жүргізілген. Интернет заттар (IoT) сенсорлары арқылы әрбір 10 минут сайын температура мен ылғалдылық деңгейі тіркеліп, тәулігіне орташа есеппен 17280 дерек нүктесі жинақталған. Зерттеу жұмысының нәтижесі көрсеткендей, температуралық ауытқуларды анықтауға кететін уақыт дәстүрлі әдістермен салыстырғанда 4,2 сағаттан небәрі 32 минутқа дейін қысқарған, бұл 87 пайыздық төмендеуді білдіреді. Сонымен қатар, бұл жүйе енгізілген соң жарамсыз өнім көлемі бұрынғы 24,6 пайыздан 14,3 пайызға дейін азайған. Авторлар экономикалық модельдеу негізінде IoT технологиясын енгізуге жұмсалған инвестициялардың өтелу мерзімі (ROI) 2,8

жылды құрайтынын және бұл жүйе логистикалық шығындарды 16–22 пайызға дейін төмендетуге мүмкіндік беретінін есептеп шығарған. Сонымен қатар, температуралық тұрақтылық индексінің 0,71-ден 0,89-ға дейін көтерілгені байқалған, бұл көрсеткіш жүйенің басқару процесіндегі тиімділігін нақты сандық деректермен дәлелдейді.

3. Зерттеу әдіснамасы

Зерттеудің әдіснамалық құрылымы жүйелілік, іріктеу және кезеңділік қағидаттарына негізделді. Зерттеудің бастапқы кезеңінде халықаралық ғылыми дерекқорларда жарияланған әдебиеттерді жан-жақты іздеу және іріктеу жұмыстары жүргізілді. Негізгі дереккөз ретінде Dimensions платформасы таңдалды. Бұл таңдау аталған дерекқордың рецензиялаудан өткен ғылыми жарияланымдарды қамтитын ірі аннотациялық және дәйексөздік қорлардың бірі болуымен, сондай-ақ оның халықаралық академиялық қауымдастықта кеңінен қолданылуымен негізделді. Dimensions дерекқоры 25 000-нан астам ғылыми журналды қамтиды және әртүрлі пәндік бағыттар бойынша кең ауқымды индекстеу мүмкіндіктеріне ие. Бұл жинақталған деректердің сенімділігі мен репрезентативтілігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді (Ballew, 2009).

Іздеу барысында тақырып (TITLE), аннотация (ABS) және кілт сөздер (KEY) өрістерін қамтитын құрылымдық сұрау пішімі (TITLE-ABS-KEY) қолданысқа енгізілді. Іздеу өрнегі «food», «cold», «chain», «logistic», «management» және «supply chain» деген терминдерді логикалық операторлар (AND/OR) арқылы біріктіру принципіне негізделді. Мұндағы «» белгісі сөздің әртүрлі грамматикалық нұсқаларын (мысалы, chain немесе chains; logistic немесе logistics) қамту мақсатында пайдаланылды, бұл іздеудің сезімталдық деңгейін айтарлықтай арттырды.

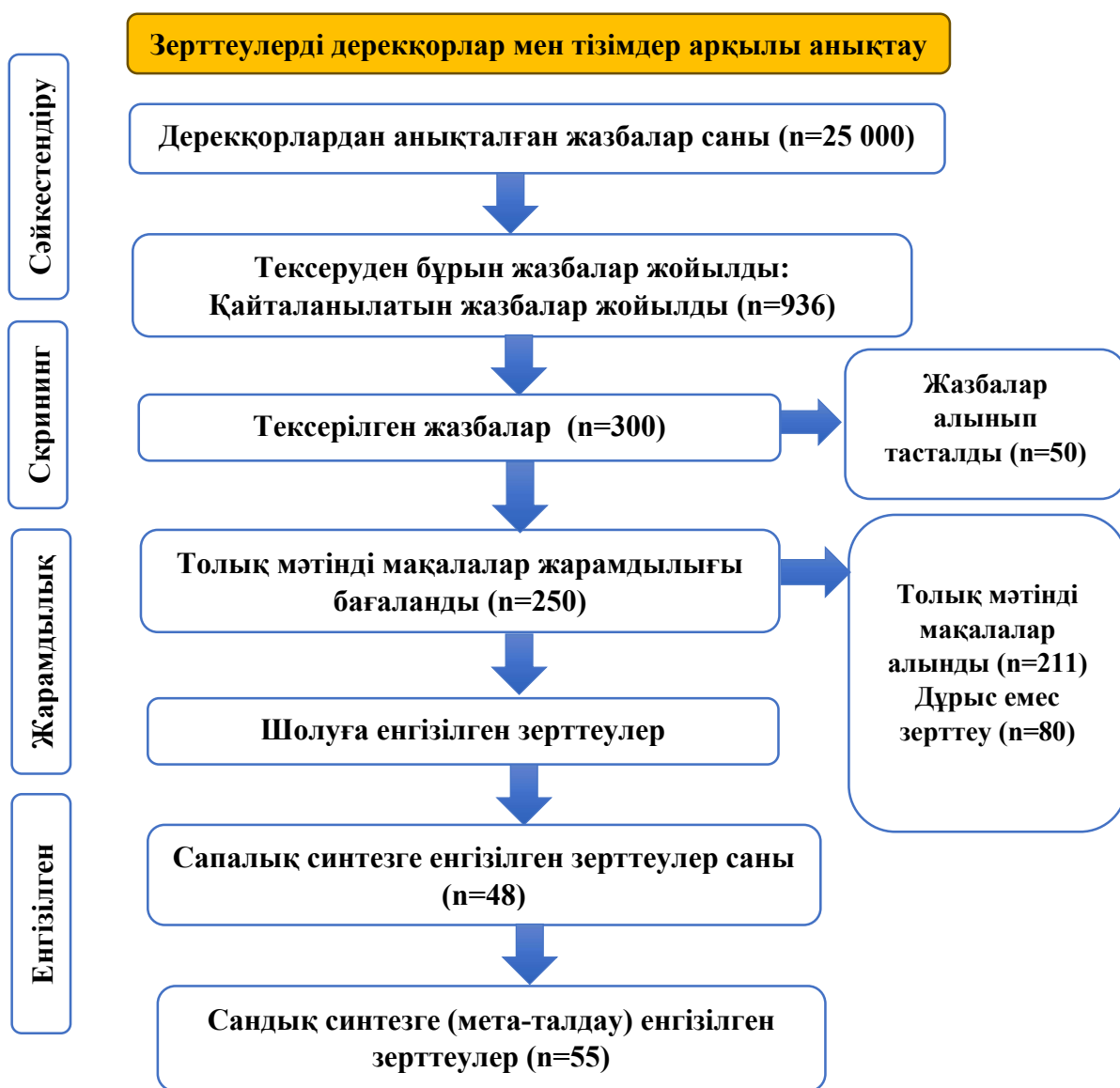
Іздеу нәтижесінде 2002–2024 жылдар аралығында жарияланған барлығы 936 ғылыми еңбек анықталды. Төменгі хронологиялық шек ретінде 2002 жыл таңдалды, себебі Dimensions дерекқорында зерттеу тақырыбына сәйкес келетін алғашқы жарияланым осы жылы тіркелген. Зерттелген кезеңдегі жарияланымдар динамикасы олардың орташа жылдық өсімі шамамен 9–11%-ды құрағанын көрсетті. Бұл аталған ғылыми бағыттың біртіндеп институционалдық тұрғыдан қалыптасып, дамып келе жатқанын көрсетеді (Ndraha et al., 2018).

Зерттеудің бастапқы кезеңінде іздеу ауқымы барынша кең қамтылып, құжат түрлері бойынша, оның ішінде ғылыми мақалаларға, конференция материалдарына және шолу еңбектеріне қатысты шектеулер қойылмады. Бұл тәсіл зерттеу саласын неғұрлым толық қамтуға мүмкіндік берді. Кейінгі кезеңде деректер сапасын арттыру және оларды пайдаланылатын бағдарламалық құралдармен үйлестіру мақсатында құжат түрлері бойынша қосымша сүзгілеу жүргізілді. Атап айтқанда, библиометриялық визуализация мен желілік талдауды орындау үшін VOSviewer бағдарламасына экспорттауға жарамды және толық метадеректер жиынтығы бар жарияланымдар ғана іріктелді (Shashi et al., 2018).

Деректерді жинау және алдын ала өңдеу. Екінші кезеңде іріктелген 250 жарияланымның метадеректері жиналды. Олар мақаланың атауын, аннотациясын, кілт сөздерін, пәндік саласын, құжат түрін, авторлардың ұйымдық және елдік тиесілілігін, жарияланған жылын, дәйексөздер санын және қаржыландыру туралы ақпаратты қамтыды.

Алдын ала өңдеу барысында қайталанатын жазбалар жойылып, авторлар мен ұйымдардың атаулары стандартталды, кілт сөздер біріздендірілді және толық метадеректері жоқ жарияланымдар алынып тасталды. Сонымен қатар ағылшын тілінде жазылмаған, зерттеу тақырыбына сәйкес келмейтін және толық емес материалдар сүзгіден өткізілді. Нәтижесінде бастапқы 936 жарияланымның ішінен тақырыптық және сапалық талаптарға сәйкес келетін 250 жұмыс библиометриялық және кластерлік талдау үшін іріктелді.

2-суретте көріп отырғанымыздай, зерттеулерді іріктеу процесі PRISMA әдісіне сәйкес жүргізілді.



Сурет 2. Жүйелі шолуға арналған PRISMA 2020 блок-схемасы.

Figure 2. The PRISMA 2020 flow diagram for systematic reviews.

Dimensions дерекқорынан бастапқыда 936 жарияланым анықталды. Іріктеу нәтижесінде библиометриялық талдауға 250 жарияланым енгізілді. Бастапқы өңдеу барысында қайталанатын 936 жазба алынып тасталды. Келесі тақырыптар мен түйін сөздер бойынша 300 мақаласкринингтен өткізілді. Осы скрининг арқылы зерттеуге келмейтін 50-ге жуық мақала шығарылып тасталды. Нәтижесінде тақырыпқа келетін толыққанды мақала саны 250 болды.

Үшінші кезеңде азық-түлік салқын тізбегін басқару (FCCLM) саласының ғылыми құрылымын бағалау мақсатында VOSviewer бағдарламалық құралы қолданылды. Бұл құрал дәйексөздер, бірлескен авторлық және кілт сөздердің бірге пайда болу желілерін визуализациялау арқылы зерттеу кеңістігінің интеллектуалдық құрылымын айқындауға мүмкіндік береді. Библиометриялық талдау нәтижесінде жарияланымдардың хронологиялық динамикасы, дәйексөздік белсенділік және авторлар арасындағы кооперациялық байланыстар анықталды. Желілік карталау негізінде негізгі тақырыптық бағыттар бірнеше тұрақты кластерге бөлініп, олардың өзара байланыс тығыздығы мен орталықтық көрсеткіштері есептелді. Бұл әдіс зерттеу эволюциясын уақыт бойынша қадағалауға және білім қорындағы теориялық немесе әдіснамалық олқылықтарды анықтауға жағдай туғызады (Bouzembrak et al., 2019). Сонымен қатар, талдау барысында ең жоғары өнімділік танытқан авторлар, ұйымдар мен ғылыми журналдар анықталды. Жарияланымдарды елдер және басылым көздері бойынша жіктеу арқылы зерттеулердің географиялық шоғырлануы мен академиялық платформалардағы таралу құрылымы бағаланды (Maras, 2016). Мұндай нәтижелер ғылыми қауымдастықтағы ықпалды орталықтарды айқындап, келешекте институционалдық ынтымақтастық пен білім алмасуды дамытуға іргетас болады.

Кілт сөздер мен мазмұндық талдау. Кілт сөздердің бірге кездесуін талдау VOSviewer 1.6.20 бағдарламасында жүргізілді. Талдау үшін TITLE-ABS-KEY өрістерінен алынған авторлық кілт сөздер пайдаланылды. Есептеу әдісі ретінде Full counting, ал нормалау әдісі ретінде Association strength қолданылды. Кемінде бес рет кездесетін кілт сөздер іріктеліп, олардың жиілігі мен жалпы байланыс күші есептелді. Кластердің ең төменгі көлемі үш термин болып белгіленді.

Желілік, уақыттық және жылулық визуализация нәтижесінде өзара байланысты кілт сөздер тақырыптық кластерлерге біріктірілді. Ең жиі кездесетін 50 кілт сөз негізінде суық тізбек логистикасы саласындағы басым тақырыптар мен перспективалы зерттеу бағыттары анықталды (Ndraha et al., 2018).

3-суретте зерттеу жұмысының әдістемелік кезеңдері көрсетілген.

Алдымен Dimensions деректер базасынан кілт сөздер арқылы ғылыми жарияланымдарға іздеу жүргізілді. Кейін табылған материалдарға библиометриялық талдау жасалып (жылдар, елдер, авторлар, сілтемелер бойынша), олардың құрылымы мен негізгі еңбектеріне әдеби шолу жүргізілді. Одан кейін пәндік шектеулер қойылып, ең көп сілтеме алған мақалалар іріктеліп, соңында ғылыми жарияланымдарға мазмұндық талдау жасалды. Бұл тәсіл суық тізбек логистика саласындағы негізгі зерттеу бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді.

Бұл библиометриялық зерттеу жұмысын жасауда Dimensions платформа базасы пайдаланылды. Таңдаудың басты себептері: Ашық қолжетімділік – Dimensions

бағдарламасы диссертацияларға, техникалық есептерге, конференциялық материалдарға тегін қолжетімділікті қамтамасыз етеді, бұл Scopus және Web of Science бағдарламалары-

1-кезең

Библиографиялық деректер базасын таңдау: Dimensions
Кілт сөздерді құрастыру: TITLE-ABS-KEY (food cold supply chain and management)

2-кезең

Библиометрикалық талдау: жылдар, мемлекеттер, сілтемелер бойынша, авторлар т.б.

3-кезең

Табылған академиялық жарияланымдардың құрылымын талдау және авторлар мен олардың жұмыстарына әдеби шолу жасау

4-кезең

Пән бойынша шектеу, Түйіндерді оқу, тақырыптарды саралау (қайталанатындарды алып тастау) Сілтемесі ең жоғары мақалаларды таңдау, Мазмұнын талдау

5-кезең

Мазмұндық талдау

Сурет 3. Әдебиет талдауының кезеңдері.

Figure 3. Stages of literature review.

нан басты айырмашылығы болып табылады. Кең ауқымды қамтуы – Dimensions бағдарламасы Scopus пен Web of Science-тегі жарияланымдардың басым бөлігін қамтиды. Сондай-ақ оларда жоқ ашық қолжетімді дереккөздерді қосу мүмкіншілігі барында. Суық тізбек логистикасы жаңа логистика саласы болғандықтан оны Scopus пен Web of Science сайттарында зерттеу тақырыптары аз екендігі байқалды. Библиометриялық талдау үшін жарамдылығы – Dimensions деректері VOSviewer, Biblioshiny (R) және басқа библиометриялық бағдарламалық құралдармен толық үйлесімді форматтарда (.csv, .ris) экспортталады.

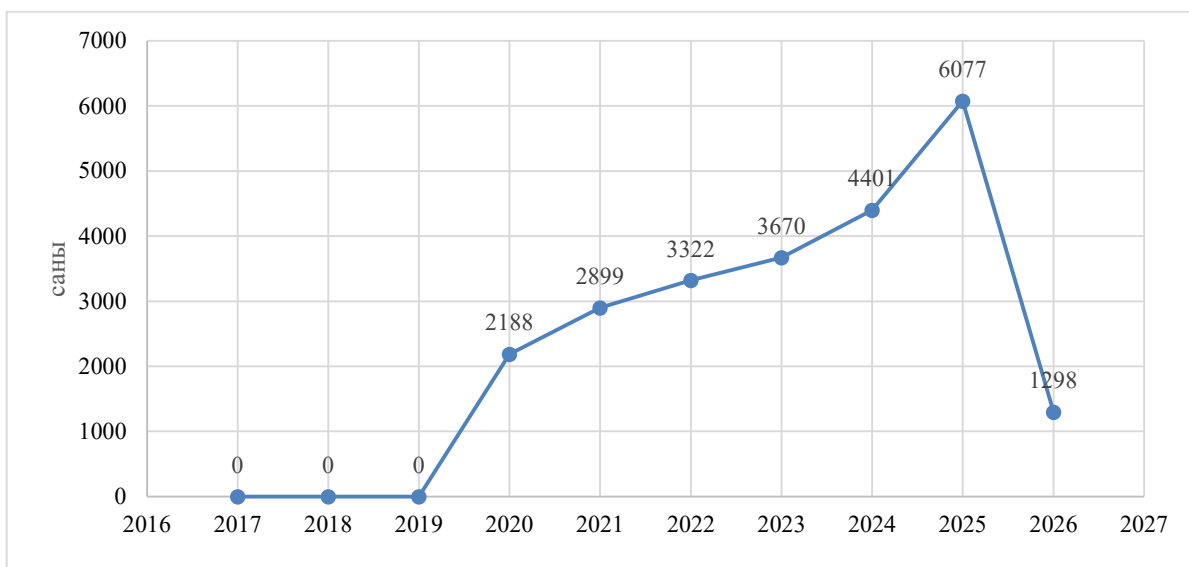
Зерттеу шектеулері және нәтижелердің қолданылу аясы: Осы библиометриялық зерттеудің негізгі шектеуі – тек Dimensions деректер базасына сүйену. Scopus немесе Web of Science сияқты халықаралық жетекші ғылыми дерекқорлар қорларының енгізілмеуі келесі себептермен байланысты: Зерттеудің техникалық және уақыттық ресурстары Dimensions бағдарламасында жұмыс істеуге арналғандығы; Зерттелген жұмыстардың тілдік шектеулері (негізгі тіл ағылшын тілі); Бірнеше жоғары импактылы халықаралық журналдардың толық болмауы; Ұлттық журналдар мен жарияланымдардың, региондық зерттеу жұмыстардың аздығына байланысты болып отыр.

4. Нәтижелері

Азық-түлік суық тізбегін басқару тақырыбы бойынша алғашқы ғылыми мақала 2012 жылы жарияланған және 2012–2015 жж. зерттеу белсенділігі салыстырмалы түрде төмен деңгейде болды, бұл саладағы зерттеулердің бастапқы қалыптасу кезеңін сипаттайды. 2016–2020 жж. аралығында жарияланымдар саны жыл сайын ауытқып отырғанымен, айтарлықтай тұрақты өсім байқалмады, бұл зерттеу тақырыбына академиялық қызығушылықтың әлі толық қалыптаспағанын көрсетеді. Алайда 2020 жылдан бастап жарияланымдар саны күрт артты, бұл COVID-19 пандемиясының жаһандық әсерімен тығыз байланысты (Maras, 2016).

Жарияланымдардың осындай өсуі тек сандық көрсеткіштерде емес, сонымен қатар тақырыптық әртүрлілікте де көрініс тапты: мақалаларда температураны бақылау жүйелері, өнім сапасы, жеткізу тізбегіндегі үзілістерді болжау, тұрақтылық тәжірибелері және цифрлық логистикалық шешімдер сияқты тақырыптар белсенді қарастырылды. Бұл үрдіс зерттеу саласының институционалданғанын, ғылыми қауымдастықтың назарын саладағы маңызды практикалық мәселелерге аударғанын көрсетеді (Singh et al., 2017). Нәтижесінде, пандемия тағам салқын тізбегін басқарудағы ғылыми зерттеулердің көлемі мен бағытын айтарлықтай өзгертіп, болашақта зерттеу және инновациялық бағыттардың қалыптасуына негіз қалады.

Азық-түлік суық тізбегі саласындағы жарияланымдар санының жылдар бойынша өзгеру динамикасы 4-суретте көрсетілген.

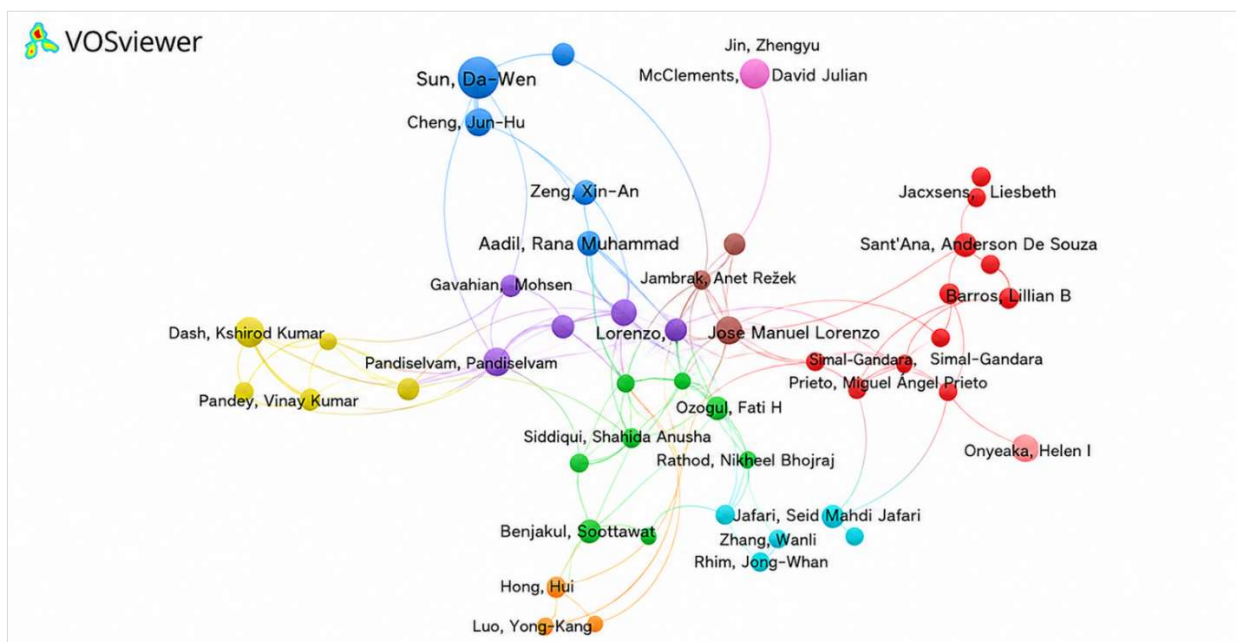


Сурет 4. Жарияланымдардың уақыт бойынша таралуы Dimensions талдауынан алынған.
Figure 4. The distribution of publications over time, obtained from Dimensions analysis.

Берілген суретте 2017–2026 жж. аралығындағы жарияланымдар санының динамикасы көрсетілген. Графикте жарияланымдар санының осы жылдар аралығында

қалай өзгергені туралы көрсетілген. 2017–2019 жж. жарияланымдар саны тіркелмеген немесе нөлдік деңгейде болғаны байқалады. 2020 жылдан бастап көрсеткіш күрт өсіп, шамамен 2200 жарияланымға жеткен. Бұл кезең зерттеу белсенділігінің айтарлықтай артқанын көрсетеді. 2021–2023 жж. өсім бірқалыпты сипат алып, жарияланымдар саны тиісінше шамамен 2900, 3300 және 3700 деңгейіне дейін көбейген. 2024 жылы өсім қарқыны сақталып, көрсеткіш 4400 шамасына жеткен. 2025 ж. жарияланымдар саны ең жоғары деңгейге – шамамен 6100-ге дейін көтерілген. Бұл кезең зерттеу жұмыстарының шарықтау шегін білдіреді. Алайда 2026 ж. көрсеткіштің күрт төмендеп, шамамен 1300 деңгейінде көрсетілуі байқалады. Бұл төмендеу деректердің толық емес болуымен байланысты болып отыр. Графикте 2020 ж. 2025 ж. дейін тұрақты әрі үдемелі өсім тенденциясы байқалады. Бұл зерттеу саласына қызығушылықтың артқанын және ғылыми белсенділіктің күшейгенін айғақтайды. Сонымен қатар соңғы жылғы төмендеу көрсеткішін интерпретациялау кезінде деректердің жинақталу ерекшеліктерін ескеру қажет.

5-суретте VOSviewer бағдарламасы арқылы құрылған авторлардың бірлескен жарияланымдар желісі ұсынылған.



Сурет 5. Зерттеу саласындағы авторлардың бірлескен жарияланымдар желісі.

Figure 5. Co-authorship network of authors in the research field.

VOSviewer бағдарламасы арқылы құрылған авторлар арасындағы ғылыми байланыстар картасын (co-authorship network) көрсетеді. Визуализацияда зерттеушілердің өзара ынтымақтастығы, ғылыми байланыстары және кластерлік топтарға бөлінуі бейнеленген. Картада әрбір шеңбер (түйін) жеке авторды білдіреді, ал шеңбердің көлемі сол автордың жарияланым белсенділігіне немесе желідегі маңыздылық деңгейіне байланысты өзгеріп отырады. Түйіндер арасындағы сызықтар авторлар арасындағы бірлескен жарияланымдарды көрсетеді. Байланыс сызықтарының болуы

ғылыми кооперацияның бар екенін, ал олардың тығыздығы ынтымақтастық деңгейінің жоғары екенін аңғартады.

Түстер арқылы авторлар кластерлерге бөлінген. Әр кластер белгілі бір ғылыми бағыт немесе зерттеу тобы аясында тығыз жұмыс істейтін авторлар қауымдастығын білдіреді. Мысалы, картада бірнеше ірі кластер анық көрінеді: орталық бөлікте орналасқан авторлар желінің негізгі байланыстырушы элементтері ретінде көрінеді. Бұл зерттеушілер әртүрлі топтарды байланыстыратын аралық буын қызметін атқарады.

Сол жақ бөлікте орналасқан авторлар бір кластер шеңберінде шоғырланған және өзара тығыз ғылыми байланыс орнатқан (Pandiselvam et al., 2022). Жоғарғы бөлікте орналасқан авторлар да жеке кластер құрып, белгілі бір ғылыми бағыт бойынша ынтымақтастық жүргізіп отырғанын көрсетеді (Gao et al., 2021). Осылайша, ұсынылған карта зерттеу саласындағы авторлар арасындағы ынтымақтастық құрылымын, ғылыми топтардың қалыптасу ерекшеліктерін және желідегі ықпалды зерттеушілердің орнын айқындауға мүмкіндік береді. Визуализация нәтижелері ғылыми байланыстардың қарқындылығын, кластерлердің өзара ықпалдасу деңгейін және зерттеу бағыттарының шоғырлану сипатын талдауға жағдай жасайды.

Зерттеу саласындағы жетекші авторлардың жарияланымдық белсенділігі мен ғылыми ықпал көрсеткіштері 2-кестеде берілген.

Кесте 2. Авторлардың жарияланымдық белсенділігі мен ғылыми ықпал көрсеткіштері
Table 2. Publication activity and scientific impact indicators of authors

Зерттеуші	Ұйымы	Елі	Жарияланымдар саны	Дәйексөздер саны	Орташа дәйексөз көрсеткіші
Gao et al. (2021)	South China University of Technology	Қытай	58	3652	62,97
McClements et al. (2021)	University of Massachusetts Amherst	АҚШ	57	3406	59,75
Tan et al. (2021)	Jiangnan University	Қытай	53	1599	30,17
Xie et al. (2020)	Shanghai Ocean University	Қытай	48	945	19,69
Yuan et al. (2021)	Ningbo University	Қытай	42	657	15,64
Tavassoli et al. (2023)	Universidade de Vigo	Испания	37	1979	53,49
Pandiselvam et al. (2022)	Central Plantation Crops Research Institute	Үндістан	34	2043	60,09
Ying et al. (2021)	Prince of Songkla University	Таиланд	33	658	19,94
Hu et al. (2022)	McGill University	Канада	32	804	25,13

Ескерту: авторлармен құрастырылған.

Ұсынылған кестеде зерттеу саласындағы жетекші авторлардың жарияланымдық белсенділігі мен ғылыми ықпалдылық көрсеткіштері жүйеленген. Кесте деректері авторлардың ғылыми өнімділігі (жарияланымдар саны), еңбектеріне жасалған сілтемелер көлемі және бір жарияланымға шаққандағы орташа дәйексөз деңгейі негізінде салыстырмалы талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

Жарияланымдар саны бойынша ең жоғары көрсеткіш Gao (58 еңбек) және McClements (57 еңбек) авторларына тиесілі. Бұл зерттеушілердің ғылыми айналымдағы тұрақты

белсенділігін және зерттеу бағытындағы жүйелі жұмыс жүргізетінін аңғартады. Сонымен қатар Tan (53 жарияланым) мен Xie (48 жарияланым) көрсеткіштері де жоғары деңгейдегі академиялық өнімділікті білдіреді. Дәйексөзделу саны тұрғысынан Gao (3652) және McClements (3406) еңбектері ғылыми қауымдастық тарапынан кеңінен қолданылып отырғанын көрсетеді. Бұл олардың зерттеулері жоғары сұранысқа ие екенін және ғылыми ортада теориялық әрі практикалық маңызға ие екенін айқындайды. Tavassoli (1979) және Pandiselvam (2043) еңбектерінің де дәйексөзделу қарқыны елеулі деңгейде.

Орташа дәйексөз көрсеткіші ғылыми ықпалдылықтың сапалық қырын сипаттайды. Мысалы, Gao (62.97), Pandiselvam (60.09) және McClements (59.75) авторларының көрсеткіштері бір жарияланымға шаққанда жоғары ғылыми резонанс қалыптастырғанын дәлелдейді. Бұл зерттеулердің тек сандық тұрғыда ғана емес, мазмұндық тұрғыда да құндылығын білдіреді. Жалпы талдау нәтижелері аталған авторлардың зерттеу саласындағы негізгі ғылыми драйверлер екенін және олардың еңбектері халықаралық ғылыми кеңістікте белсенді қолданылып отырғанын көрсетеді. Кесте деректері ғылыми өнімділік пен ықпалдылық арасындағы өзара байланысты айқындауға, сондай-ақ зерттеу бағыты бойынша жетекші ғалымдарды анықтауға мүмкіндік береді.

Кесте 3. Суық тізбекті жеткізудің даму саласындағы жетекші ғылыми журналдардың библиометриялық көрсеткіштерін талдау.

Table 3. Analysis of the bibliometric indicators of leading scientific journals in the field of cold chain logistics development.

Атауы	Жарияланымдар	Цитаталар	Орташа көрсеткіш
Азық-түлік өнімдерді басқару	1,237	32,689	26.43
Суық тізбекті жеткізу	789	14,544	18.43
Агроөнімдерді жеткізу	726	17,311	23.84
Суық тізбек өнімдерінің технологиялары	471	24,628	52.29
Суық тізбек жеткізу қауіпсіздігі	442	7,434	16.82
Цифровизация негізінде	426	12,256	28.77
Азық-түлік қауіпсіздігі	380	5,014	13.19
Өнімдерді бақылау	378	8,592	22.73
Суық тізбектегі ғылымындағы жан-жақты шолулар	369	16,892	45.78
Суық тізбек саласындағы сыни шолулар	328	13,709	41.80
LWT	301	6,342	21.13
Қолданбалы ғылымдар	227	4,092	18.15
Азық-түлік құрамы және талдау журналы	182	2,03	15.19
Аквამәдениет туралы есептер	182	1,929	13.21

Ескерту: авторлармен құрастырылған.

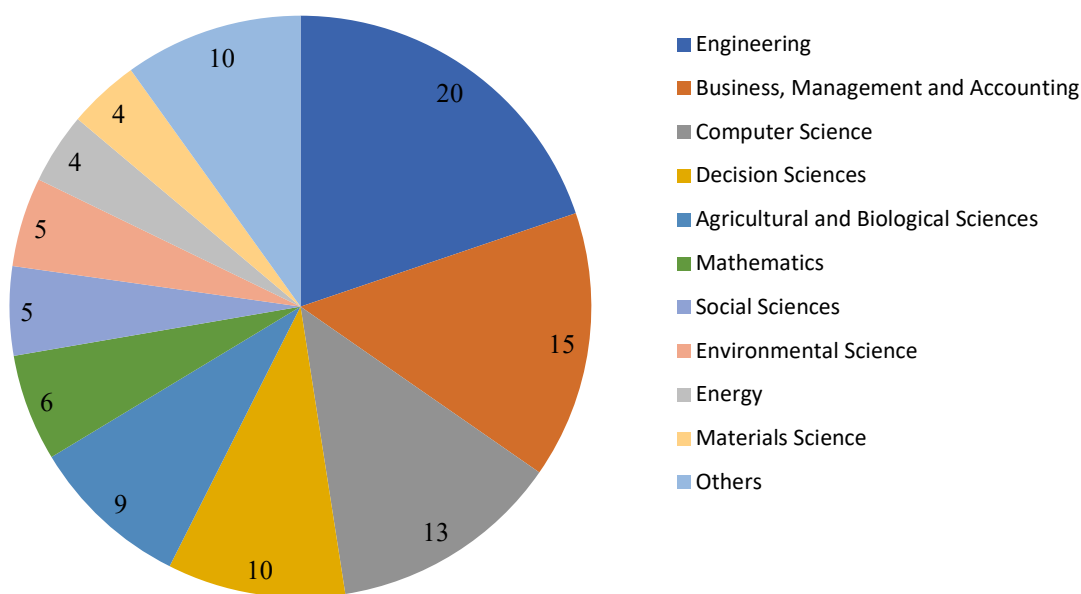
Зерттеу аясында тағам технологиялары, аквामәдениет және қолданбалы ғылымдар бағытындағы ең танымал 14 халықаралық басылымның көрсеткіштеріне сараптама жасалды. Деректерді талдау барысында жарияланымдар саны мен дәйексөз алу (цитата) деңгейі арасындағы өзара байланыс айқындалды (Jedermann et al., 2014).

1. Жарияланымдар белсенділігі бойынша көшбасшылар. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, мақалалар саны бойынша «Азық-түлік өнімдерді басқару» журналы айқын басымдыққа ие (1,237 басылым). Бұл көрсеткіш аталған басылымның тағамтану мәселелерін қамту ауқымының кеңдігін және зерттеушілер арасындағы жоғары

сұранысын айғақтайды. Одан кейінгі орындарда «Суық тізбекті жеткізу» (789) және «Агроөнімдерді жеткізу» (726) журналдары орналасқан, бұл қазіргі ғылымда тағам химиясы мен экологиялық тұрақтылық мәселелерінің өзектілігін көрсетеді (Kuo et al., 2010).

2. Цитата алу және ғылыми ықпал ету деңгейі. Ғылыми мақалалардың сапасы мен олардың ғылыми қауымдастыққа әсерін бағалауда «Citations mean» (орташа дәйексөз алу) көрсеткіші маңызды рөл атқарады. Бұл бағытта келесі заңдылықтар анықталды: Ең жоғары ғылыми салмақ: Жарияланымдар саны бойынша көшбасшы болмаса да, «Суық тізбек өнімдерінің технологиялары» журналы орташа есеппен 52.29 дәйексөз жинап, сапа жағынан ең жоғары көрсеткішке ие болды. Шолу басылымдарының тиімділігі: «Суық тізбек жеткізу қауіпсіздігі» (45.78) және «Цифрализация негізінде» (41.80) журналдарының жоғары рейтингі ғылыми шолу мақалаларының фундаменталды зерттеулерге қарағанда көбірек сілтеме жасалатынын дәлелдейді (Tan et al., 2021).

Суық тізбек логистикасы саласындағы жарияланымдардың пәндік бағыттар бойынша бөлінуі 6-суретте көрсетілген.



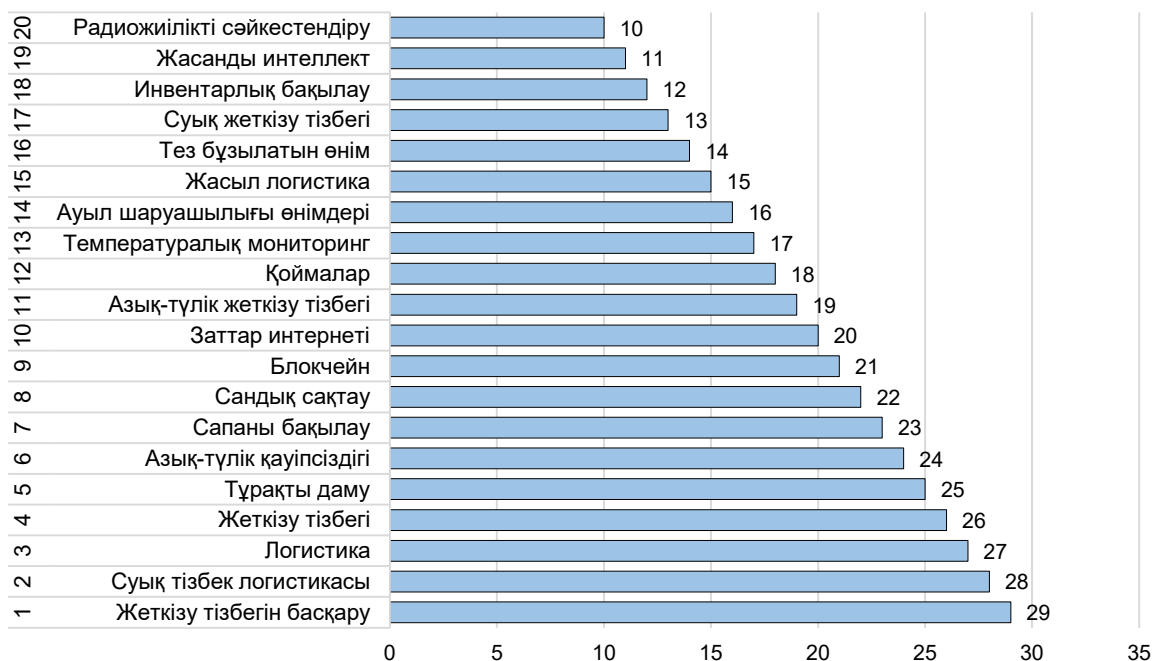
Сурет 6. Жарияланымдардың пәндік бағыттар бойынша бөлінуі.

Көрсетілген деректер осы салада жүргізіліп жатқан зерттеу көлемінің айтарлықтай екендігін, сондай-ақ әлемнің әртүрлі елдеріндегі көптеген ғылыми топтардың белсенді түрде қатысып жатқанын дәлелдейді. Сонымен қатар, талдау нәтижелері барлық жарияланымдардың шамамен 58 %-ы төрт негізгі пәндік бағытқа шоғырланғанын көрсетеді: Инженерия – 20 %, Business, Management and Accounting – 15 %, Компьютерлік ғылымдар – 13 %, және Decision Sciences – 10 %. «Басқалары» санатында Chemical Engineering, Earth and Planetary Sciences, Physics and Astronomy, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Medicine, Economics, Econometrics and Finance, Health Professions, Multidisciplinary және Veterinary сияқты шағын үлестері пәндер енгізілген. Бұл нәтижелер

суық тізбек саласының табиғаты бойынша интердисциплинарлық екенін, әртүрлі академиялық салалардан алынған әдіс-тәсілдер мен ғылыми көзқарастарға сүйенетінін айқындайды (Singh et al., 2017).

Түйінді сөздердің бірге кездесуін (co-occurrence) талдау әдісі библиометриялық және ғылымметриялық зерттеулерде кеңінен қолданылатын тәсілдердің бірі болып табылады. Бұл әдіс әртүрлі ғылыми салалардағы жетекші зерттеу бағыттарын, басым тақырыптарды және қалыптасып келе жатқан жаңа үрдістерді айқындауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ол белгілі бір пәндік аймақта жиі қолданылатын, ғылыми қауымдастық үшін маңыздылығы жоғары терминдерді жүйелі түрде анықтауға жағдай жасайды. Осы зерттеу аясында авторлық кілтсөздермен қатар индекстік кілтсөздер де қамтылып, кілтсөздердің барлық түрлері кешенді түрде талданды. Талдау үдерісінде VOSviewer бағдарламасының «уақытша визуализация» (temporal visualization) мүмкіндігі қолданылды. Іріктеу шарты ретінде FCCLM тақырыбы бойынша жарияланымдарда кілтсөздердің кемінде үш мәрте бірге кездесу көрсеткіші алынды (Jedermann et al., 2014).

Суық тізбек логистикасы саласындағы түйінді сөздердің өзара байланысы мен тақырыптық кластерлері 7-суретте көрсетілген.



Сурет 7. Түйінді сөздердің бірге кездесу желісі.
Figure 7. Co-occurrence network of keywords.

Суретте түйінді сөздердің бірге кездесу желісі және олардың тақырыптық кластерлерге бөлінуі көрсетілген. Уақыттық визуализация ғылыми коммуникацияның бірнеше маңызды қырын ашып көрсетеді. Біріншіден, бірге қолданылатын сөздер картасындағы түйіндердің көлемі зерттелетін тақырыптардың салыстырмалы жиілігін сипаттайды. Екіншіден, карталардағы кеңістіктік орналасу мен түйіндер арасындағы байланыстар зерттеу бағыттарының өзара сабақтастығын айқындайды. Үшіншіден, түстердің градациясы ғылыми еңбектерде белгілі бір тақырыптардың уақыт бойынша

пайда болу және даму динамикасын көрсетеді. Мұндай уақыттық талдау ғылыми дискурста жаңадан қалыптасып келе жатқан бағыттарды, яғни «зерттеу майданы» деп сипатталатын құбылысты анықтауда маңызды құрал болып саналады. Нәтижесінде, кілтсөздер арасындағы байланыстарды зерттеу қазіргі кезеңде ерекше назар аударылып отырған тақырыптарды және олардың өзара ықпалдасу сипатын кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді (Porat et al., 2018).

5. Қорытынды

Азық-түлік суық тізбегін басқару (FCCLM) жүйесі жаһандық азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде, өнім сапасын сақтауда және тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізуде стратегиялық маңызға ие кешенді логистикалық инфрақұрылым болып табылады. Жүргізілген библиометриялық және мазмұндық талдау нәтижелері бұл ғылыми бағыттың соңғы жылдары қарқынды дамып келе жатқанын көрсетті. Dimensions дерекқоры негізінде 2002–2024 жж. аралығында жарияланған 936 ғылыми еңбек талданып, жарияланымдар санының орташа жылдық өсімі 9–11 % аралығында болғаны анықталды. Барлық мақалалардың 38,6 %-ы соңғы төрт жылда (2021–2024) жарық көрген, бұл COVID-19 пандемиясынан кейін салқын тізбек тұрақтылығы мен тәуекелдерді басқару мәселелеріне қызығушылықтың айтарлықтай артқанын дәлелдейді. 58 журнал мен конференциялық жинақтардың ішінде жетекші 10 дереккөз жалпы жарияланымдардың шамамен 39 %-ын құрайды, бұл саладағы ғылыми шоғырланудың жоғары деңгейін көрсетеді. Зерттеулерге 32 ел қатысқанымен, Қытай (25 %), Үндістан мен АҚШ (әрқайсысы 6,5 %), Италия және Ұлыбритания (әрқайсысы 5 %) елдері жалпы жарияланымдардың 57 %-ын қамтамасыз етіп отыр.

Тақырыптық құрылым талдауы суық тізбек логистикасы саласының пәнаралық сипатқа ие екенін көрсетті: жарияланымдардың 20 %-ы инженерия саласына, 15 %-ы бизнес және менеджментке, 13 %-ы компьютерлік ғылымдарға, 10 %-ы шешімдер ғылымына тиесілі. Кілтсөздердің бірге кездесу талдауы негізінде 6 негізгі ғылыми кластер анықталды: интеграцияланған логистика, тұрақты салқын тізбек, қауіпсіздік және тәуекелдерді басқару, сақтау мерзімін модельдеу, blockchain технологиясы және RFID/AI негізіндегі цифрлық мониторинг жүйелері. Эмпирикалық зерттеулер температуралық режимнің аз ғана ауытқуының өзі өнім сапасына елеулі әсер ететінін дәлелдейді. Мысалы, сақтау температурасының 2–3 °C жоғарылауы микробиологиялық белсенділікті 1,8–2,4 есеге арттырып, өнімнің сақтау мерзімін 30–40 %-ға қысқартады. Бір реттік 8 сағаттық +5 °C ауытқу ет өнімдерінің сақтау мерзімін орта есеппен 18 %-ға төмендететіні анықталған. IoT технологияларын енгізу нәтижесінде температуралық ауытқуларды анықтау уақыты 87 %-ға қысқарып, жарамсыз өнім көлемі 24,6 %-дан 14,3 %-ға дейін төмендеген. Blockchain технологиясын қолдану логистикалық құжаттарды өңдеу уақытын 33–38 %-ға азайтып, өнімді кері қайтару уақытын 48 сағаттан 11 сағатқа дейін қысқартқан.

Зерттеу нәтижелері салқын тізбектегі негізгі тәуекел санаттарын – температура ауытқуы, жабдық істен шығуы, тасымалдау кідірістері, нормативтік сәйкессіздік, іздеу мүмкіндігінің жеткіліксіздігі және энергия тиімділігінің төмендігі – жүйелеп, олардың тұрақты өнімділік көрсеткіштеріне (экономикалық, экологиялық, әлеуметтік) тікелей әсер ететінін көрсетті. Жеткізу тізбегінің төзімділігі (SCR) мен тұрақтылық инновациясының (SI) интеграциясы салқын тізбектің тұрақты өнімділігін арттыруда стратегиялық құрал

ретінде айқындалды. Теориялық тұрғыдан зерттеу суық тізбек логистика саласындағы ғылыми білімнің құрылымын жүйелеп, тәуекелдерді басқару, цифрлық трансформация және тұрақты даму арасындағы өзара байланысты кешенді негізде қарастырды. Практикалық тұрғыдан алынған нәтижелер салқын тізбек инфрақұрылымын жетілдіруге, температуралық мониторинг жүйелерін енгізуге, цифрлық іздеу механизмдерін дамытуға және мемлекеттік саясатты қалыптастыруға әдіснамалық негіз бола алады.

Суық тізбек логистикасы саласындағы ғылыми зерттеулердің қарқынды өсуі оның стратегиялық маңызын айқындайды. Жеткізу тізбегінің төзімділігі, цифрлық интеграция және тұрақтылық қағидаттарын кешенді түрде енгізу азық-түлік шығынын азайтуға, өнім сапасын арттыруға және жаһандық азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге тікелей ықпал етеді. Болашақ зерттеулерде тәуекелдердің экономикалық модельдерін тереңдету, жасанды интеллект негізіндегі болжамдық аналитиканы дамыту және дамушы елдер контекстінде салқын тізбектің институционалдық трансформациясын зерттеу басым бағыттардың бірі болуы тиіс.

Author Contributions: Conceptualization and theoretical framework, KS, AZ; Methodology and research design, KS, AZ; Software, KS; Validation, AZ; Formal analysis, KS, AZ; Investigation, KS, AZ; Resources, KS, AZ; Data curation, KS; Draft writing, KS; Writing-review and editing, AZ; Visualization, KS, AZ; Supervision, KS, AZ; Project Administration, KS, AZ; Funding acquisition, KS. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

References

- Adekomaya, O., Jamiru, T., Sadiku, R., & Huan, Z. (2017). Minimizing energy consumption in refrigerated vehicles through alternative external wall. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 89–93. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.007>.
- Akerman, M., Hoang, H. M., Leducq, D., & Delahaye, A. (2020). Experimental characterization of demand response in a refrigerated cold room. *International Journal of Refrigeration*, 113, 256–265. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2020.02.006>.
- Ali, I., Nagalingam, S., & Gurd, B. (2018). A resilience model for cold chain logistics of perishable products. *The International Journal of Logistics Management*, 29(3), 922–941. <https://doi.org/10.1108/IJLM-06-2017-0147>
- Ballew B.S. (2009). Elsevier's Scopus database. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 6(3), 245–252. <https://doi.org/10.1080/15424060903167252>
- Bouzembrak, Y., Klüche, M., Gavai, A., & Marvin, H. J. P. (2019). Internet of Things in food safety: Literature review and a bibliometric analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 94, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.002>.
- Carvalho, S. M. R. D., Massuchetto, L. H. P., Nascimento, R. B. C. D., Araújo, H. V. D., & d'Angelo, J. V. H. (2019). Optimization of a vapor injection refrigeration cycle using hydrocarbon mixed refrigerants. *International Journal of Refrigeration*, 98, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2018.10.008>.
- Datta, A., Khaipetch, J., Gunawan, E., Bannor, R. K., & Ho, T. D. N. (2023). The adoption of sustainable supply chain management practices on performance and quality assurance of food companies. *Sustainable Futures*, 5, 100103. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2022.100103>
- Duan, F., Meng, X., Wu, W., Zou, Y., & Zeng, X. (2026). Data-driven virtual sensor systems for dynamic temperature monitoring along food supply chains. *Journal of Stored Products Research*, 115, 102844. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2025.102844>

- El Ayoubi, M. S., & Radmehr, M. (2023). Green food supply chain management as a solution for the mitigation of food supply chain management risk for improving the environmental health level. *Heliyon*, 9(2), e13264. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13264>
- Eze, J., Duan, Y., Eze, E., Ramanathan, R. & Ajmal, T. (2024). Machine learning-based Optimal temperature management model for safety and quality control perishable food supply chains. *Scientific Reports*, 14 (1) <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70638-6>
- Gao, T., Sun, D.-W., Tian, Y., & Zhu, Z. (2021). Gold-silver core-shell nanorods based time-temperature indicator for quality monitoring of pasteurized milk in the cold chain. *Journal of Food Engineering*, 306, 110624. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110624>
- Gupta, S., Modgil, S., Bhushan, B., & Sivarajah, U. (2022). Blockchain technology in agri-food supply chain: A literature review and bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 331, 129798. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129798>
- Hu, R., Zhang, M., Liu, W., Mujumdar, A. S., & Bai, B. (2022). Novel synergistic freezing methods and technologies for enhanced food product quality: A critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(2), 1979–2001. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12919>
- Huang, T., Bacher, P., Møller, J.K., D'Ettorre, F., & Markussen, W.B. (2023). A step towards digital operations - A novel grey-box approach for modelling the heat dynamics of Ultra-low temperature freezing chambers. Huang, T., Bacher, P., Møller, ArXiv, abs/2306.07772. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.07772>
- Jaelani, I., Harsanto, B., Azis, Y., Sari, D., & Kaltum, U. (2025). Cold chain logistics challenges on sustainability: A systematic review. *Sustainable Futures*, 10, 101559. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101559>
- Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., & Lang, W. (2014). Reducing food losses by intelligent food logistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372, 20130302. <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0302>
- Kandasamy, J., Vimal, K. E. K., Singh, A. P., Magnani, A., Gokhale, A., & Jagtap, S. (2025). Analysis of key challenges to implementation of FEFO in perishable food supply chain. *Journal of Agriculture and Food Research*, 21, 101848. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101848>
- Kuo, J.C., & Chen, M. (2010). Developing an advanced Multi-Temperature Joint Distribution System for the food cold chain. *Food Control*, 21, 559-566. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.08.007>
- Laguerre, O., Hoang, H.M., & Flick, D. (2013). Experimental investigation and modelling in the food cold chain: Thermal and quality evolution. *Trends in Food Science & Technology*, 29(2), 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.08.001>
- McClements, D. J., Barrangou, R., Hill, C., Kokini, J. L., Lila, M. A., Meyer, A. S., & Yu, L. (2021). Building a resilient, sustainable, and healthier food supply through innovation and technology. *Annual Review of Food Science and Technology*, 12, 1–28. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-092220-030824>
- Maras, E. (2016), F&B tackles supply chain traceability head on. *Food Logistics*. Retrieved May 30, 2026, from <https://www.foodlogistics.com/article/12177254/fb-tackles-supply-chain-traceability-head-on>
- Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. (2017). Time-Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 16 4, 647-667. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269>
- Miao, X., Pan, S., & Chen, L. (2023). Optimization of perishable agricultural products logistics distribution path based on IACO-time window constraint. *Intelligent Systems with Applications*, 20, 200282. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200282>

- Mustafa, M. F. M. S., Navaranjan, N., & Demirovic, A. (2024). Food cold chain logistics and management: A review of current development and emerging trends. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101343. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101343>
- Ndraha, N., Hsiao, H., Vljajic, J.V., Yang, M., & Lin, H.V. (2018). Time-temperature abuse in the food cold chain: Review of issues, challenges, and recommendations. *Food Control*, 89, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.01.027>
- Pandiselvam, R., Tak, Y., Olum, E., Sujayasree, O. J., Tekgül, Y., Çalışkan Koç, G., Kaur, M., Nayi, P., Kothakota, A., & Kumar, M. (2022). Advanced osmotic dehydration techniques combined with emerging drying methods for sustainable food production: Impact on bioactive components, texture, color, and sensory properties of food. *Journal of Texture Studies*, 53(6), 737–762. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12643>
- Porat, R., Lichter, A., Terry, L.A., Harker, R., & Buzby, J.C. (2018). Postharvest losses of fruit and vegetables during retail and in consumers' homes: Quantifications, causes, and means of prevention. *Postharvest Biology and Technology*, 139, 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.POSTHARVBIO.2017.11.019>
- Singh, R.K., Gunasekaran, A., & Kumar, P. (2017). Third party logistics (3PL) selection for cold chain management: a fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS approach. *Annals of Operations Research*, 267, 531 - 553. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2591-3>
- Shashi, Cerchione, R. Singh, R. Centobelli, P., A. & Shabani, A.(2018).Food cold chain management: from a structured literature review to a conceptual framework and research agenda.The International Journal of Logistics Management, 29(3), 792-821. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2017-0007>
- Sreenivasan, A., & Suresh, M. (2024). Sustainability-controlled measures for resilient management of fresh and short food startups supply chain. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, 3, 100024. <https://doi.org/10.1016/j.smse.2024.100024>
- Tan, Y., Zhang, Y., & Li, J. (2021). IoT-based real-time monitoring system for cold chain logistics: Applications and performance evaluation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 187, 106314. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106314>
- Xie, J., Wang, Z., Wang, S., & Qian, Y.-F. (2020). Textural and quality changes of hairtail fillets (*Trichiurus haumela*) related with water distribution during simulated cold chain logistics. *Food Science and Technology International*, 26(4), 291–299. <https://doi.org/10.1177/1082013219888306>
- Ying, X.-G., Wu, Q.-J., Shui, S.-S., Zhang, B., & Benjakul, S. (2021). Insights into the similarities and differences of whiteleg shrimp pre-soaked with sodium tripolyphosphate and sodium trimetaphosphate during frozen storage. *Food Chemistry*, 348, 129134. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129134>
- Yuan, Y., Xu, F., Jin, M., Wang, X., Hu, X., Zhao, M., Cheng, X., Luo, J., Jiao, L., Betancor, M. B., Tocher, D. R., & Zhou, Q. (2021). Untargeted lipidomics reveals metabolic responses to different dietary n-3 PUFA in juvenile swimming crab (*Portunus trituberculatus*). *Food Chemistry*, 354, 129570. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129570>

Information about the authors

Sabira Kuanysh – PhD Candidate, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, email: s_kuanysh.00@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9730-0090>

Zauresh Akhmetova – Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, email: axmetova.zauresh@kaznu.edu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-4659>

Авторлар туралы мәліметтер

Қуаныш С.– PhD докторанты, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: s_kuanysh.00@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9730-0090>

Ахметова З. – э.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, email: axmetova.zauresh@kaznu.edu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-4659>

Сведения об авторах

Куаныш С. – PhD докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: s_kuanysh.00@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9730-0090>

Ахметова З. – к.э.н., ассоциированный профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: axmetova.zauresh@kaznu.edu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-4659>

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in the publications are solely those of the individual author(s) and do not necessarily reflect the views of the editorial board, the publisher, or the founders of the journal. The publisher and the editors disclaim any responsibility for any consequences arising from the use of the ideas, methods, instructions, or recommendations contained in the published materials.