

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты
Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасы

Абдығомар Дариға Төлегенқызы

Павлодар облысының өрттен кейінгі аумақтарына мониторинг жүргізу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07304 - «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

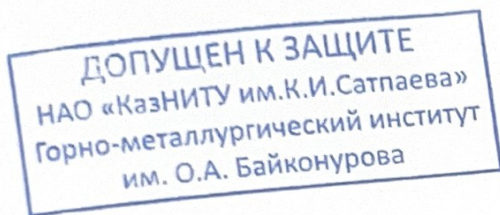
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

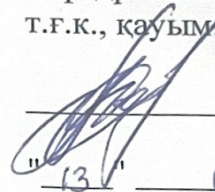
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі,
т.ғ.к., қауым профессор

 Г. Мейрамбек
"13" 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Павлодар облысының өрттен кейінгі аумақтарына мониторинг жүргізу»
6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Орындаған

Абдығомар Дариға

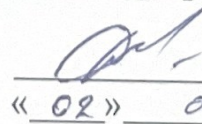
Рецензент:

ЖШС «ГеоСтройКапитал» директоры



Виримжанов А.Т
2025 ж.

Ғылыми жетекші:
т.ғ.к., профессор,

 Нурпеисова Т.Б
«02» 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

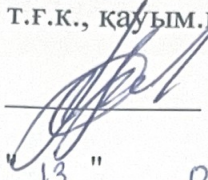
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік және геодезия» кафедрасы

6В07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

БЕКІТЕМІН

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі,
т.ғ.к., қауым. профессор

 Г. Мейрамбек

"13" 06 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Абдығомар Дариға

Тақырыбы: «Павлодар облысының өрттен кейінгі аумақтарына мониторинг жүргізу»
Академиялық мәселелер жөніндегі проректор бұйрығының № 26-П/Ө «29» қаңтар 2025 ж.
бұйрығымен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «20» 05.2025ж.

Жұмыстың мақсаты: Қашықтықтан зондтау деректері негізінде Павлодар облысының өрттен
зардап шеккен аумақтарындағы өзгерістерді талдау.

Жұмыста талданған мәселелер:

- а) Павлодар облысындағы орман және дала өрттерінің таралуын сараптау;
 - б) Жерді қашықтықтан зондтау (Sentinel-2, MODIS) деректері арқылы NDVI, BSI, NO₂ индекстерін есептеу;
 - в) Google Earth Engine платформасы көмегімен деректерді өңдеу және геожүйелік карта жасау.
- Графикалық материалдар тізімі: NDVI, BSI, NO₂ индекстерінің карталары және графиктер мен диаграммалар (аудандар, жылдар бойынша).

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер тізімі :

- 1.Тургаев, А. А., Баймұратов, Ж. Т. Геоакпараттық жүйелер және қашықтықтан зондтау: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2020.
2. Roy, D. P., Wulder, M. A., Loveland, T. R. et al. Landsat-8: Science results and applications. – Remote Sensing of Environment, 185, 12–31.

**Дипломдық жұмысты орындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, зерттелетін мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Павлодар облысындағы өрт қауіптілігі және табиғи-географиялық жағдайлары	20.03.2025	ескерту жоқ
Геокеңістіктік мониторинг және зерттеу әдістері	18.04.2025 м	ескерту жоқ
Мониторинг нәтижелері бойынша ұсыныстар және қалпына келтіру шаралары	23.05.2025 м	ескерту жоқ

Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстары көрсетумен,
кеңесшілер мен және норма бақылаушының қойған
қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшінің тегі, аты, әкесінің аты, ғылыми дәрежесі, атағы	Қолы қойылған күні	Қолы
Павлодар облысындағы өрт қауіптілігі және табиғи-географиялық жағдайлары	Нурпеисова Т.Б профессор, к.т.н	20.03.25	
Геокеңістіктік мониторинг және зерттеу әдістері	Нурпеисова Т. Б профессор, к.т.н	18.04.25 м	
Мониторинг нәтижелері бойынша ұсыныстар және қалпына келтіру шаралары	Нурпеисова Т. Б профессор, к.т.н	22.05.25	
Нормоконтролер	Ормамбекова А. Е	26.05.25	

Ғылыми жетекшісі

Нурпеисова.Т.Б

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы

Абдығомар Д.Т

Күні

« 10 » 02 2025 ж

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Павлодар облысының және оның жиі өрт болатын аудандарының орман және дала өрттерінен кейінгі аумақтарына мониторинг жүргізу мәселесін қарастырады. Зерттеудің негізгі мақсаты – спутниктік, сонымен қоса геоақпараттық технологияларды қолдана отырып, өрт болған аймақтарда экологиялық өзгерістерді бақылау және сол өзгерістердің алдын алу мен қалпына келтіру бойынша ұсыныстар әзірлеу. Зерттеу жұмысын жүргізу барысында Павлодар облысының 2014-2024 жылдар арасындағы орын алған өрт жағдайларына талдау жүргізіліп, табиғи-климаттық ерекшеліктеріне анализ жасалды. Мониторинг жұмыстарын жүргізу үшін Sentinel және Landsat спутниктік деректері және ArcGis бағдарламасы қолданылды. Өрт апаттарына дейінгі және кейінгі жағдайларға анализ жасау арқылы облыстың өсімдік жамылғысының өзгерісі мен топырақ күйі бағаланды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается вопрос проведения мониторинга территорий Павлодарской области и ее районов с частыми пожарами после лесных и степных пожаров. Основная цель исследования-мониторинг экологических изменений в зонах пожаров с использованием спутниковых, а также геоинформационных технологий, а также разработка рекомендаций по предотвращению и восстановлению этих изменений. В ходе проведения исследовательской работы проведен анализ пожарных условий Павлодарской области за период с 2014 по 2024 годы, проведен анализ природно-климатических особенностей. Для проведения мониторинговых работ использовались спутниковые данные Sentinel и Landsat и программа ArcGis. Путем анализа условий до и после пожаров оценивались изменения растительного покрова и состояния почвы области.

ANNOTATION

This thesis addresses the issue of monitoring the territories of Pavlodar region and its areas with frequent fires after forest and steppe fires. The main purpose of the study is to monitor environmental changes in fire zones using satellite, as well as Geoinformation technologies, and develop recommendations for the prevention and recovery of these changes. During the research work, an analysis of the fire conditions of Pavlodar region between 2014 and 2024 was carried out, and an analysis of natural and climatic features was carried out. Sentinel and Landsat satellite data and the ArcGIS program were used for monitoring. By analyzing the conditions before and after fire accidents, changes in the vegetation cover of the region and the state of the soil were assessed.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Павлодар облысындағы өрт қауіптілігі және табиғи-географиялық жағдайлары	8
1.1 Зерттеу объектісі туралы жалпы сипаттама	8
1.2 Павлодар облысының физика-географиялық ерекшеліктері	9
1.3 Табиғи өрттер: түрлері, пайда болу себептері және салдары	10
1.4 Павлодар облысындағы ірі өрт оқиғаларына талдау	13
2 Геокеңістіктік мониторинг және зерттеу әдістері	16
2.1 Өрттің салдарын бақылау мен талдаудағы ГАЖ технологияларына шолу	16
2.2 Павлодар облысының 10 жылдық өрт статистикасы	17
2.3 Өрттен кейінгі экожүйелік өзгерістер	21
2.3.1 Өсімдік жамылғысының деградациясы	21
2.3.2 Топырақтың және ауаның сапасының нашарлауы	25
3 Мониторинг нәтижелері бойынша ұсыныстар және қалпына келтіру шаралары	34
3.1 Жүргізілген зерттеулердің қорытынды нәтижелері	34
3.2 Зерттеу аумағындағы өрт қауіпсіздігінің алдын алу шаралары	34
Қорытынды	36
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37
А қосымшасы	38
В қосымшасы	39
С қосымшасы	41

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасында соңғы жылдары орман және дала өрттерінің жиілігі мен ауқымының айтарлықтай өскендігі байқалады. Павлодар облысы еліміздің орманды аймақтар мен далалық алқаптарға өте бай өңірі болып табылады. Сол себептен осы аумақтағы өрт жағдайлары бірнеше салдарға алып келуі мүмкін. Мысалы, топырақ сапасының нашарлауы, биоалуантүрліліктің азаюы, жерлердің шөлейттенуі, ауа сапасының нашарлауы, экономикалық және әлеуметтік жағдайлардың төмендеуі. Табиғи өрттердің салдарынан орманның экожүйелері зақымданып, өрттердің нәтижесінде бөлінген көмірқышқыл газдар мен зиянды заттар жаһандық климаттың өзгеруіне үлес қосуы мүмкін.

Павлодар облысы Қазақстан Республикасының орманды алқаптарының негізгі әрі маңызды бөлігін құрайтындықтан еліміздегі экологиялық тепе-теңдікті сақтаудағы маңызы зор. Дегенмен, соңғы жылдары орын алып жатқан орман және дала өрттерінің көлемі мен саны айтарлықтай артуда. Мысалы, 2022 жылы 51 орман өрті тіркелген [1]. Бұл көрсеткіштер табиғи апаттардың алдын алу және салдарын азайту шараларын жетілдіру қажеттігін көрсетеді. Статистикалық ақпараттарға сүйенсек, соңғы үш жылда Қазақстан Республикасының аймағында 2 251 орман өрті тіркелген, соның ішінде орын алған 141 жағдай Павлодар облысына тиесілі [2]. Бұл статистикалық мәліметтерге сүйене отыра мәселенің жыл санап ушығып келе жатқандығын көре аламыз. Сол себепті еліміздің аумағында болып жатқан өрттердің салдарын зерттеп, мониторинг жұмыстарын жүргізу арқылы келешекте орын алу ықтималдылығы жоғары аймақтарда өрттің алдын – алу шараларын жүргізу – осы дипломдық жұмыстың негізгі міндеті әрі мақсаты болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты: Павлодар облысындағы жиі өрт болатын аумақтарды анықтай отырып, мониторинг жұмыстарын жүргізу арқылы табиғи жағдайлардың өзгерістерін бағалап, деректер негізінде ұсыныстар мен нақты қалпына келтіру стратегияларын ұсыну және алдын алу шараларына қатысты тұжырымдама жасау.

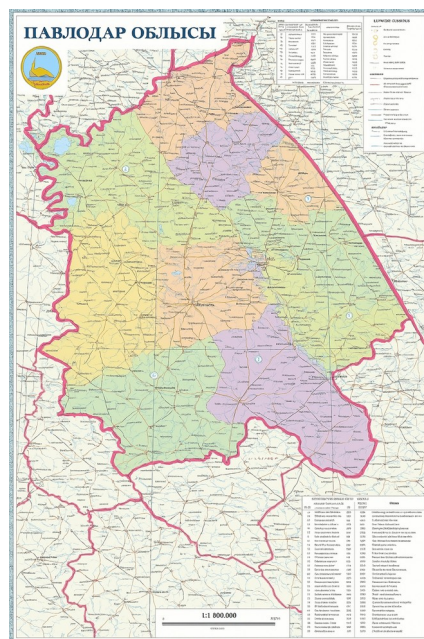
Зерттеу нысаны: Павлодар облысының орман және дала өрттерінен кейінгі экожүйелері мен ландшафттары.

Зерттеу әдістері: Геоақпараттық жүйелер (ГАЗ/ArcGis), спутниктік суреттерді талдау (Sentinel, Landsat), экологиялық индекстер (NDVI, BSI), статистикалық және картографиялық өңдеу әдістері.

1 Павлодар облысындағы өрт қауіптілігі және табиғи-географиялық жағдайлары

1.1 Зерттеу объектісінің жалпы сипаттамасы

Павлодар облысы – 1-суретте көрсетілгендей Қазақстан Республикасының солтүстік-шығысында орналасқан әкімшілік-аумақтық бірлік. Оның жалпы аумағы 124 800 км² құрайды, бұл Қазақстан аумағының шамамен 4,6%-ын алып жатыр. Павлодар облысының әкімшілік орталығы ол облыстың солтүстік-шығысында орналасқан – Павлодар қаласы. Жалпы 2023 жылғы статистикаға сәйкес, Павлодар облысының тұрғын саны шамамен 750 мың адамды құрады [3].



1-сурет – Павлодар облысының картасы

Павлодар облысының ландшафттық жағдайы әртүрлі: оңтүстік аймағында шөлейт, солтүстігінде орманды дала, ал орталығында дала орналасқан. Жалпы облыс аумағы негізінен Батыс Сібір жазығы мен Сарыарқа таулы үстіртінің қиылысу аймағында орналасқан. Осындай географиялық жағдайлардың алуан түрлілігі табиғи апаттардың, соның ішінде орман және дала өрттерінің санының жиілеуіне әкеп соғады.

Облыстың климаттық жағдайы – континенттік, жазы құрғақ әрі ыстық болып келсе, қыс мезгілі суық әрі ұзақ. Жауын-шашынның құрайтын жалпы жылдық мөлшері 250-300 мм шамасында. Құрғақ әрі ыстық ауа райы, жаз мезгіліндегі жоғары температуралар мен күшті желдердің жиілігі (орташа жылдамдығы 5-7 м/с) табиғи орман және дала өрттерінің пайда болуына және тез таралуына себеп болады.

Павлодар облысында бірнеше орман шаруашылықтары бар. Атап айтатын болсақ, Баянауыл ұлттық табиғи паркі, Шарбақты, Ертіс орман мекемелері,

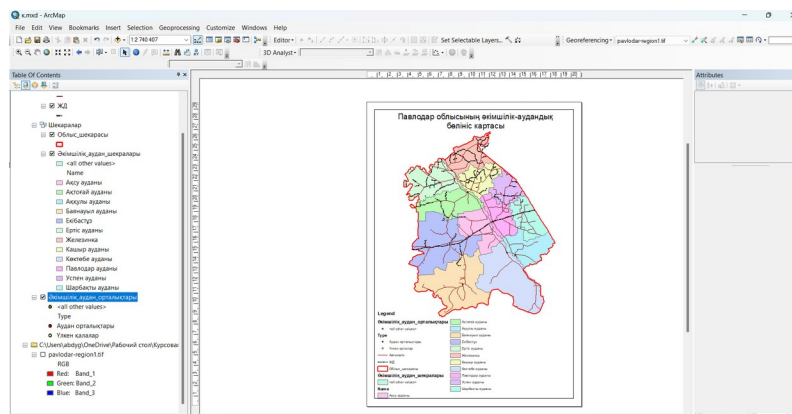
Шалдай және Бесқарағай орман шаруашылықтары, Аққулы орман шаруашылығы барлығы дерлік өрт қаупі жоғары аймақтарға жатады. Бұл орман алқаптарында негізінен қарағай, қайың және бұта тәрізді өсімдіктер жиі өседі – олардың биомасса тығыздығы құрғақ жапырақтардың санының көп болуы өрт қаупін арттырады.

Зерттеу жұмыстарының барысында осы аталған орман және дала аумақтарында орын алған соңғы онжылдықта ресми тіркелген ірі өрт оқиғалары, олардың аумақтық таралуы мен экожүйеге әсері қарастырылды. Өрт оқиғаларынан кейінгі ландшафттық өзгерістер, яғни өсімдік жамылғысының деградациясы, топырақ пен ауа сапасының өзгерістері және табиғи қалпына келу үдерістері кеңістіктік-уақыттық тұрғыдан бағаланды.

1.2 Павлодар облысының физикалық және географиялық ерекшеліктері

Павлодар облысы – Қазақстан Республикасының солтүстік-шығысында орналасқан облыс. Бұл облыс Ертіс өзенінің бойы мен Ертіс маңы жазығының бір бөлігін қамтып, Батыс Сібір жазығының оңтүстік бөлігіне кіреді. Географиялық координаттары шамамен 50°–54° солтүстік ендік пен 74°–79° шығыс бойлық аралығында орналасқан.

Әкімшілік бөлінісіне келетін болсақ, облыс 10 аудан және 3 қала деңгейіндегі әкімшілік бірліктен тұрады. Олар: Павлодар, Екібастұз және Ақсу қалалары. 2-суреттен ArcMap бағдарламасында өңделген облысымыздың әкімшілік бөлініс картасын көруімізге болады.



2 - сурет – Павлодар облысының әкімшілік-аудандық бөлініс картасы

Рельефі көп жағдайда жазық болып келеді, сол себептен де бұл егіншілік пен көлік инфрақұрылымдарының дамуына қолайлы болып табылады. Жер бедері Батыс Сібір жазығының жалғасы ретінде сипатталады, дегенмен облысымыздың оңтүстік-батысында Баянауыл таулы аймағы орналасқан.

Баянауыл аймағының биік нүктесі – Ақбет тауы (1026 м), Жасыбай және Сабындыкөл көлдерінің маңы көркем ландшафт бейнелерімен сипатталады.

Климаты күрт континенттік, жаз айлары ыстық әрі құрғақ болса, қыс айлары суық және ұзақ. Қаңтар айындағы Павлодар облысының орташа температурасы – 17...–20 °С, ал шілде айында +20...+24 °С. Жауын-шашынның жылдық орташа мөлшері 200-300 мм құрайды және бұл қызығушылық аймағымызды жартылай шөлейт аймақтар қатарына жатқызады. Облыстың климаттық ерекшеліктері мен орман алқаптарының құрылымы Павлодар өңірін орман және дала өрттерінің қауіпі жоғары аймақтардың қатарына жатқызады [4].

Павлодар облысындағы ең ірі су артериясы ол – Ертіс өзені. Ертіс өзені солтүстіктен оңтүстікке қарай кесіп өтіп, аймақтың өнеркәсібі мен ауылшаруашылығы үшін маңызды су көзі болып табылады. Ертіс өзенінің бойында бірнеше ірі су қоймалары мен гидроэнергетикалық нысандар орналасқан, оның ішінде Шүлбі және Бұқтырма СЭС-тері ерекше маңызға ие.

Топырақ жамылғысы – әртүрлі. Солтүстікте қара топырақ пен күңгірт қара топырақ түрі басым болса, облыстың оңтүстігінде ашық-қоңыр және сұр топырақ түрі тараған. Өсімдік жамылғысы көбінесе дала және шөлейт зонасына сәйкес келеді. Баянауыл ұлттық паркі орманды-далалы зона элементтерімен ерекшеленеді. Қайың, қарағай және басқа да ағаш түрлерін қамтитын аймақ болып табылады.

Өңірдегі жануарлар әлемі де алуан түрлі. Орманды-дала және дала зонасында түрлі жануарлар мекен етеді: түлкі, қасқыр, қоян, суыр және тағы да басқа жануарлар. Баянауыл табиғи ұлттық паркінде сирек кездесетін бүркіт, елік, арқар сынды жануарларды кедестіруге болады. Ертіс маңындағы сулы-батпақты аймақтарда суда жүзетін құстардың көптеген түрлері тіршілік етеді.

1.3 Табиғи өрттер: түрлері, пайда болу себептері және салдары

Табиғи өрттер дегеніміз – бұл адамдардың тікелей қатысуынсыз табиғи жағдайлардың әсерінен орын алатын, әртүрлі аумақтарды қамтитын, биосфераға айтарлықтай зиян келтіретін экологиялық апаттың бір түрі. Қазақстан Республикасының әртүрлі аймақтарында, соның ішінде Павлодар облысында орманды және дала өрттері жиі кездеседі.

Өрттердің негізгі түрлері:

1. Орман өрттері – бұл ағаштар, бұталар, орман асты өсімдіктері мен қабыршақтары толықтай жанатын өрттер. Орман өрттері өз кезегінде үш түрге бөлінеді: төменгі өрттер (топыраққа жақын орналасқан шөптесін өсімдіктер мен қураған бұтақтардың жануы), жоғарғы орман өрттері (ағаштардың діңі мен ұшар басына дейін толық жануы), жер асты (шымтезек) өрттері (жер астындағы шымтезек пен тамырлардың жануы) (3-сурет).



а) Төменгі өрттер



б) Жоғарғы орман өрттері



с) Жер асты өрттері

3 - сурет – Орман өрттерінің түрлері

2. Дала (жазық) өрттері – шөптесін өсімдіктер мен құрғақ шөптердің жануынан туындайтын өрт түрі (4-сурет). Дала немесе жазық өрттері көп жағдайда жазықтарда, ауыл шаруашылық алқаптары мен жайылымдарда жиі кездеседі.



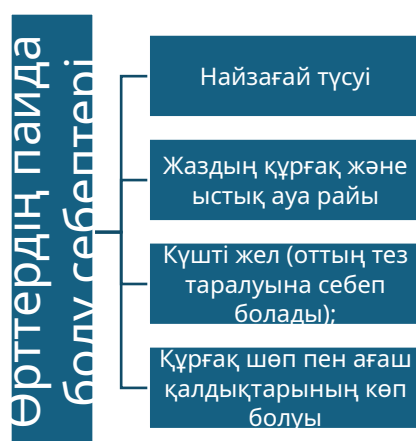
4 - сурет – Дала өрттері

3. Шымтезек және батпақ өрттері – бұл сирек кездесетін, дегенмен өте қауіпті өрттердің бір түрі. Бұл өрттер шымтезек қабатының тұтану әсерінен пайда болатын және жер астында созылу уақыты ұзаққа ұласауы мүмкін өрт болып табылады (5-сурет).



5 - сурет – Батпақ және шымтезек өрттері

Орман және дала өрттерінің негізгі пайда болу себебі ретінде табиғи және антропогендік факторларды негізге аламыз. Табиғи факторлардың ішіндегі негізгі разряд ол – найзағай разряды. Найзағай жоғары температура мен құрғақ ауа райы кезінде құрғақ өсімдіктерді тұтындыруы мүмкін. Сонымен қоса, өрттердің таралуына қатты жел, жоғары ауа температурасы және құрғақ шөптер мен орман қоқыстарының көп болуы ықпал етеді. Отпен абайсызда жұмыс істеу, сөндірілмеген темекі тұқылдары, ауылшаруашылық сарайларын жүргізу кезіндегі бұзушылықтар, артта қалған оттар, қауіпсіздік ережелерін сақтамай қоқыс пен шөпті жағу – барлығы дерлік адам факторынан туындайтын ең көп тараған себептер. Осы факторлар бірге табиғаттағы өрттердің тез таралу қаупі мен пайда болу себептерін едәуір арттырады. Адам әрекеттері де өрт ошақтарының пайда болуына себеп болуы мүмкін. Туристтердің отты дұрыс қолданбауы, абайсызда тасталған шылым немесе от, ауыл шаруашылығындағы өртеу жұмыстары да өрттердің пайда болу себептеріне жатады. 6-суретте өрттердің негізгі пайда болу себептері көрсетілген сызбаны көруімізге болады.



6 - сурет – Өрттердің пайда болу себептері

Орман және дала өрттері көптеген теріс экожүйелік өзгерістерге алып келеді. Табиғи экожүйенің бұзылуы, жануарлар мен өсімдіктер санының сиреуі немесе жоғалып кетуі, ауа сапасының нашарлауы, улы газдар мен түтіннің таралуы, тұрғын үйлер мен инфрақұрылымға төнетін қауіп, адам өлімі немесе жарақат алу қаупі – осы аталғандардың барлығын орман немесе дала өрттерінің салдарына жатқызамыз. Өрттердің алдын алу және дер кезінде өрт ошақтарын анықтау жұмыстары – қоршаған ортаны қорғаудың маңызды аспектісі. Осы мақсатта заманауи мониторинг құралдарын, оның ішінде геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) және спутниктік бақылауды қолдану аса маңызды.

1.4 Павлодар облысындағы ірі өрт оқиғаларына талдау

Жазы құрғақ әрі ыстық күрт континенталды климат аймағында орналасқан Павлодар облысы өрт қаупі жоғары және өрт оқиғалары жиі тіркелген аймақтарға жатады. Әр жыл сайын орман алқабын әрі дала учаскелерін қамтитын ондаған өрт жағдайлары тіркеліп отырады. Оңтүстігінде және оңтүстік-батысындағы аудандар – құрғақ дала ландшафттары мен орманды аймақтар шоғырланған Май, Баянауыл, Успен және Аққулы аудандары әсіресе осал аудандар қатарына жатады.

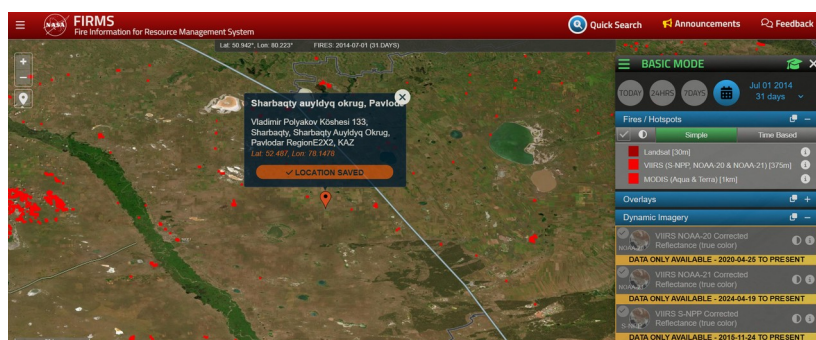
2014-2024 жылдар, яғни соңғы 10 жыл аралығында облыста тіркелген ірі 4 оқиғаны атап өтуге болады. Ең кемінде 200-250 га аумақты, максималды 6000 га аумақты қамтыған бұл өрттер табиғи экожүйеге айтарлықтай өзгерістер алып келген. Бұл өрттер келесі Успен, Баянауыл, Аққулы және Май аудандарында орын алған оқиғалар болып табылады. Жаз айларындағы жоғары температура, климаттық жағдайлардың өзгеруі, құрғақшылық кезеңдерінің жиілеуі және желдің күшеюі өртке қолайлы жағдай жасайды. Сонымен қоса, адам факторы өрттің негізгі себептерінің бірі болып қала береді. Төмендегі кестеде осы орын алған ірі 4 өрт оқиғасының түрін, ауданын және себептерін көруімізге болады (1-кесте).

Кесте 1 - 2014–2024 жылдар аралығында Павлодар облысында орын алған ірі өрттер

Жыл	Аудан	Өрт түрі	Аумағы (га)	Себебі
2014	Шарбақты	Орман өрті	300	Жазықтан таралған өрт
2019	Бесқарағай	Орман өрті	200–250	Антропогенді
2023	Баянауыл	Орман өрті	800	Құрғақ шөп және жел
2024	Баянауыл	Орман өрті	6000	Құрғақ шөп және жел

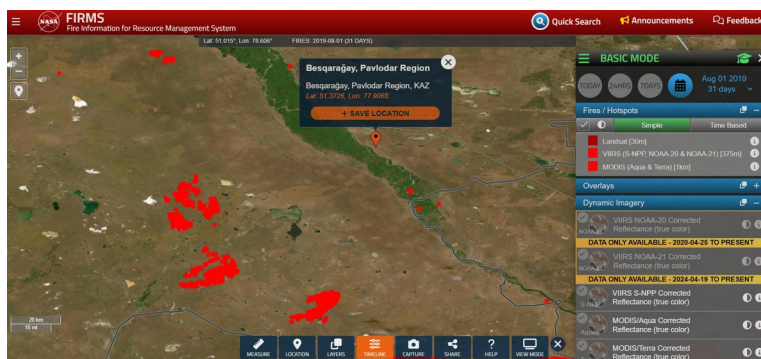
Шарбақты ауданының Галкин орманшылығында орналасқан орман резерватында 2014 жылы шілде айында өрт орын алған болатын (7-сурет). Бұл өрт оқиғасы – орман алқабынан дала аймағына өткен оқиғалардың бірі болды.

Орын алған жағдай 300 гектар аумақты қамтып, сөндіруге 38 бірлік техника және де 110 адам жұмылдырылды. Оның ішінде ерікті өрт сөндіру құрылымдары да болды. Өртті оқшаулау үшін «Қазавиақұтқару» тікұшағы тартылып, өртті сөндіру жұмыстары жүргізілді [5].



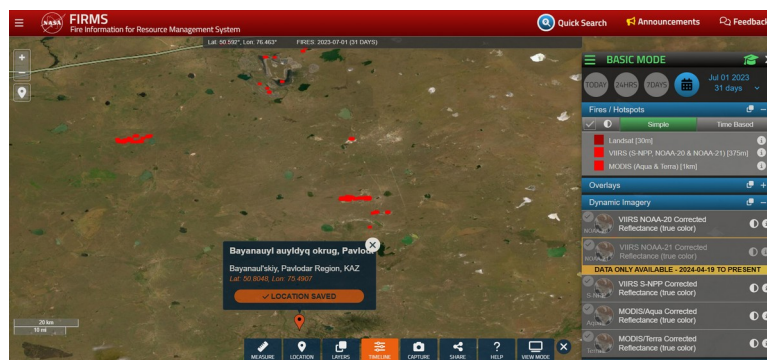
7 - сурет – 2014 жылғы NASA спутниктік сайтынан алынған Шарбақты ауданындағы алғашқы өрт ошақтарының көрінісі

«Ертіс орманы» мемлекеттік табиғи резерватында орын алған 2019 жылғы орман өрті Бесқарағай филиалының орманшылығында болған. Уақыты 4 сәуірде сағат 13.30 да бесқарағай филиалының Баимбет орманшылығының №146, 147, 153, 154-орамдарында тіркелді (8-сурет). Өрттің табылған уақыты 15.09, ал 18.04 те өрт толығымен локализацияланған. Отпен қамтылған алаң шамамен 200-ден 250 гектарға дейін болды [6].



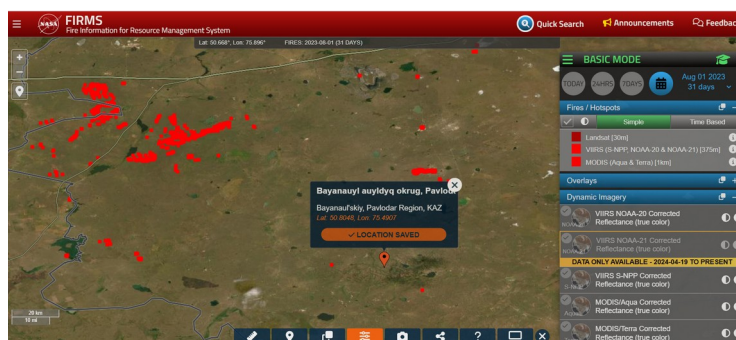
8 - сурет – 2019 жылғы NASA спутниктік сайтынан алынған Бесқарағай ауданындағы алғашқы өрт ошақтарының көрінісі

Баянауыл ұлттық саябағы, Қызылтау ауылынан 20 шақырым жерде ашық аумақта 2023 жылы құрғақ шөптің өртенуі анықталды. Өрттің орын алған уақыты 14 шілде, жұма күні сағат 12:45 шамасы (9-сурет). Өрттің қамтыған аумағы 800 гектар жер және 115, 117, 118 кварталдардағы Долба орманшылығының 20 гектар аумағына өтті [7].



9 - сурет – 2023 жылғы NASA спутниктік сайтынан алынған Баянауыл ауданындағы алғашқы өрт ошақтарының көрінісі

Қарағанды облысынан Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің ормансыз аумағына өткен дала өрті 2024 жылдың күз айында орын алған (10-сурет). Өрттің ауданы жалпы 6 мың гектар аумақты құрады [8].



10 - сурет – 2024 жылғы NASA спутниктік сайтынан алынған Баянауыл ауданындағы алғашқы өрт ошақтарының көрінісі

2014-2024 жылдар аралығында орын алған және расталған деректерді талдау арқылы Павлодар облысының, әсіресе Баянауыл және Бесқарағай сияқты оңтүстік-батыс аудандарында тұрақты және ауқымды табиғи өрттердің жиілігі анықталды. Антропогендік және табиғи себептерден туындаған дала өрттері де, орман өрттері де тіркелді. Жоғары температура мен қатты жел және найзағай разрядтары – табиғи факторлардың ішіндегі негізгісі болып табылады, ал антропогендік себептер арасында отты абайсыз пайдалану және ауылшаруашылықпен айналысу кезіндегі қателіктер жиі қайталанған.

Мәліметтерге сүйеніп жасалған қорытынды 2014, 2019, 2023, және 2024 жылдары ең ірі Павлодар облысындағы өрттердің болғандығын көрсетті. Мысалы, 2023 жылдың шілде айында Баянауыл ауданындағы дала өрті 800 гектардан астам жерді қамтыса, ал 2024 жылдың қазан айында 6000 гектарға жуық орманды дала аумағы өртке ұшыраған.

2 Геокеңістіктік мониторинг және зерттеу әдістері

2.1 Өрттің салдарын бақылау мен талдаудағы ГАЖ технологияларына шолу

Ғылыми зерттеу барысында біздің қызығушылық аймағымыз Павлодар облысында орын алған өрттерге мониторинг жұмыстарын жүргізу үшін көптеген геокеңістіктік цифрлық платформалар мен геоақпараттық жүйелерді қолдануға ерекше назар аударылды. Жұмыс барысында бұл платформаларда жасалатын процесстерді толықтай түсіну үшін олардың анықтамаларымен және қай кезеңде қолданылғандығын түсінуіміз өте маңызды. Себебі олар объектілерді орналастырудың және талдаудың жоғарғы дәлдігін қамтамасыз ететін жасақтамалар. Бұл ақпараттық құралдар әртүрлі деректер көздерін біріктіруге және кеңістіктік аналитиканы автоматтандырылған режимдерде жүргізуге мүмкіндік береді.

1. ArcGIS – бұл географиялық ақпараттық жүйе (ГАЖ), яғни кеңістіктік деректерді өңдеу, талдау, визуализация және басқару үшін қолданылатын кешенді бағдарламалық платформа [9]. ArcGIS жүйесін АҚШ-тағы Esri (Environmental Systems Research Institute) компаниясы әзірлеген. ArcGIS құрамына әртүрлі модульдер кіреді, олардың ішінде ArcMap – ең кең таралған және базалық компоненттердің бірі болып табылады. ArcMap – бұл ArcGIS Desktop жүйесінің негізгі қосымшасы, ол карталар құру, кеңістіктік деректерді өңдеу және талдау жұмыстарын атқарады. ArcMap ортасына Landsat 8 және Sentinel-5P спутниктік суреттері, Павлодар облысының әкімшілік шекарасы, өрт болған учаскелердің векторлық деректері, жолдар мен су көздері қабаттары енгізілді. Барлық деректер WGS 1984 координаталық жүйесінде біріздендірілді. ArcMap-тың "Raster Calculator" және "Image Analysis" құралдары арқылы 2018–2024 жылдар аралығындағы өртке дейінгі және кейінгі аумақтардағы NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) және BSI (Bare Soil Index) көрсеткіштері есептелді. Бұл көрсеткіштерді салыстыру арқылы өрттің экожүйеге әсері айқындалды.

2. EarthExplorer – бұл АҚШ Геологиялық қызметі (USGS) әзірлеген онлайн геопортал, кеңістіктік деректерді (спутниктік суреттер, топографиялық карталар, растрлар) іздеу, қарау және жүктеп алу үшін арналған ашық жүйе. Бұл платформа ғылыми зерттеу жүргізетін мамандар мен экологтарға, географтарға, ГАЖ-талдаушыларға арналған негізгі дерек көзі болып табылады. Осы дипломдық жұмыста Павлодар облысының 2014–2024 жылдар аралығындағы табиғи өрттерден кейінгі кеңістіктік жағдайын талдау үшін Landsat 8 OLI/TIRS спутниктік суреттері EarthExplorer платформасынан алынды.

3. NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System) – FIRMS - modis және viirs спутниктеріне негізделген өрттің ыстық нүктелері туралы жедел деректерді ұсынатын онлайн платформа. Ол белгілі жылдар кезеңінде табиғи өрттердің белсенді ошақтарын сәйкестендіру, аудандар

бойынша кеңістіктік талдау, CSV форматындағы өрт координаттарын экспорттау және QGIS - ке кейінгі өңдеу жұмыстарын атқарады.

4. Copernicus – бұл Еуропалық Одақтың (EU) қоршаған ортаны бақылау және климат өзгерістерін бақылауға арналған жаһандық Жерді бақылау бағдарламасы. Бағдарлама Еуропалық ғарыш агенттігі (ESA) және Еуропалық комиссия (EC) бірлесіп жүзеге асырады. Copernicus спутниктік жүйесі негізінен Sentinel сериялы спутниктер арқылы жүзеге асады. Бұл спутниктер жер бетінің әртүрлі параметрлерін жоғары жиілікпен және кең қамтумен бақылайды. Copernicus бағдарламасының Sentinel-2 және Sentinel-5P спутниктік деректері зерттеу үшін пайдаланылды.

5. Global Forest Watch Fires (GFW платформасы) – Павлодар облысындағы табиғи өрттердің тарихи динамикасын бағалау үшін пайдаланылды. Кіріктірілген уақыт пен кеңістік сүзгісінің арқасында өрттер саны ең көп аудандарды, жылдар бойынша жану жиілігін, қорғалатын табиғи аумақтармен қиылыстарды анықтауға болады.

6. Google Earth Pro – зерттелетін учаскелердің координаттарын анықтау, кеңістіктік бағдар және ландшафтты визуалды талдау, пайдаланушы қабаттарын (нүктелер, маршруттар, шекаралар) құру, QGIS интеграциялау үшін KML файлдарын экспорттау үшін қолданылады.

7. Google Earth Engine – жетілдірілген спутниктік талдау үшін Google Earth Engine (GEE) бұлттық платформасы пайдаланылады. JavaScript сценарийлері арқылы өртке дейінгі және кейінгі өсімдік жамылғысына талдау жасалады, сонымен қатар негізгі учаскелердегі NDVI индексіндегі өзгерістер бағаланды.

Заманауи геоақпараттық жүйелер мен цифрлық картографиялық платформаларды қолдану табиғи өрттерді талдаудың дәлдігі мен сенімділігін едәуір арттырды [10]. Спутниктік деректер мен кеңістіктік анализдердің интеграциясы арқылы өрт ошақтарының эволюциясын бақылауға, ең осал аймақтарды анықтауға және нәтижелерді тақырыптық карталарда визуализациялауға мүмкіндік туды. Бұл экологиялық зерттеулер мен төтенше табиғи жағдайларды бақылауда ғажайып технологиясының жоғары маңыздылығын растады.

2.2 Павлодар облысының 10 жылдық өрт статистикасы

Табиғи өрттердің көпжылдық статистикасын талдау – өңірдегі өрт қаупін объективті бағалау, негізгі үрдістерді анықтау және болашақ тәуекелдерді болжау үшін маңызды ғылыми негіз. Күрт континенттік климат белдеуінде орналасқан Павлодар облысы соңғы он жылда әртүрлі масштабтағы және түрлі шығу тегімен сипатталатын табиғи өрттерге жиі ұшырап отыр.

2014–2024 жылдар аралығындағы статистикалық деректерді талдау:

1. Өрт белсенділігінің шарықтау және төмендеу кезеңдерін анықтауға мүмкіндік береді.
2. Өрттердің ең жиі тіркелген әкімшілік аумақтарын анықтайды.

3. Өрттердің түрлік өзгерісін бағалауға (орман, дала, шымтезек) мүмкіндік береді.
4. Климаттық және антропогендік факторлардың өрт саны мен ауқымына ықпалын анықтайды.

Бұл бөлімде Павлодар облысындағы 2014–2024 жылдар аралығындағы табиғи өрттерге қатысты нақты әрі расталған мәліметтер кесте және диаграмма түрінде берілген. Деректер ресми ақпарат көздерінен, БАҚ материалдарынан және спутниктік мониторинг платформаларынан алынды. Жалпы 2-кестеде 10 жыл аралығында орын алған табиғи өрттердің тізімін көре аламыз. Оқиға қай жылы орын алды, өрт саны сол жылы қаншаға сәйкес, жалпы жалынның қамтыған ауданы, яғни қанша гектар аумақты қамтыды, өрт түрі қандай және облыстың қай ауданында орын алды деген мәліметтерге жүгіне отыра кесте толтырылды.

2 - кесте – 2014-2024 аралығында Павлодар облысында орын алған табиғи өрттер

Жыл	Өрт саны	Жалпы ауданы (га)	Өрт түрі	Орналасқан аудан
2014	7	300	Орман өрті	Шарбақты ауданы
2017	12	343	Орман өрті	Бесқарағай, Баянауыл
2018	8	67	Орман өрті	Баянауыл
2019	9	820	Орман, дала	Бесқарағай, Баянауыл
2020	14	2101	Орман, дала	Павлодар, Ақсу
2021	20	2500	Орман, дала	Павлодар ауданы
2022	51	9530	Орман, дала	Баянауыл, Аққулы
2023	28	4500	Орман, дала	Баянауыл, Ертіс орманы
2024	24	6500	Орман өрті	Баянауыл, Ертіс орманы

Кесте негізінде төменде жыл сайынғы өрт саны мен ауданы бойынша салыстырмалы диаграмма берілген (11-сурет):



11 - сурет – 2014-2024 жылдар аралығындағы табиғи өрттер динамикасы

Орман өрттерінің динамикасы: 2014-2016 жылдар аралығында -орташа көрсеткіштер; 2017 жылы шыңы, күрт өсу; 2018-төмендеу; 2019-2020 жылдары арасында – өсу (200 жағдайға дейін); 2023 – максимум (207 орман); 2024-күрт құлдырау (ылғалды көктемнің арқасында). Өрттің жалпы ауданы: 100 гектардан (2018) рекордтық 12000 гектарға (2023) дейін, негізінен құрғақшылықтағы ірі дала өрттеріне байланысты.

Павлодар облысы жыл сайын орман өрттерімен (негізінен "Ертіс орманы" резерваты мен Баянауыл ұлттық паркінің қарағайлы ормандарында), дала өрттерімен (Ақкөл, Шарбақты және т.б. аудандарының далаларында ыстық жазда) және кейде Жайылма өрттермен (Ертіс бойында) бетпе-бет келеді. Аймақтағы шымтезек өрттері үлкен есептерде байқалмайды (батпақтар аз).

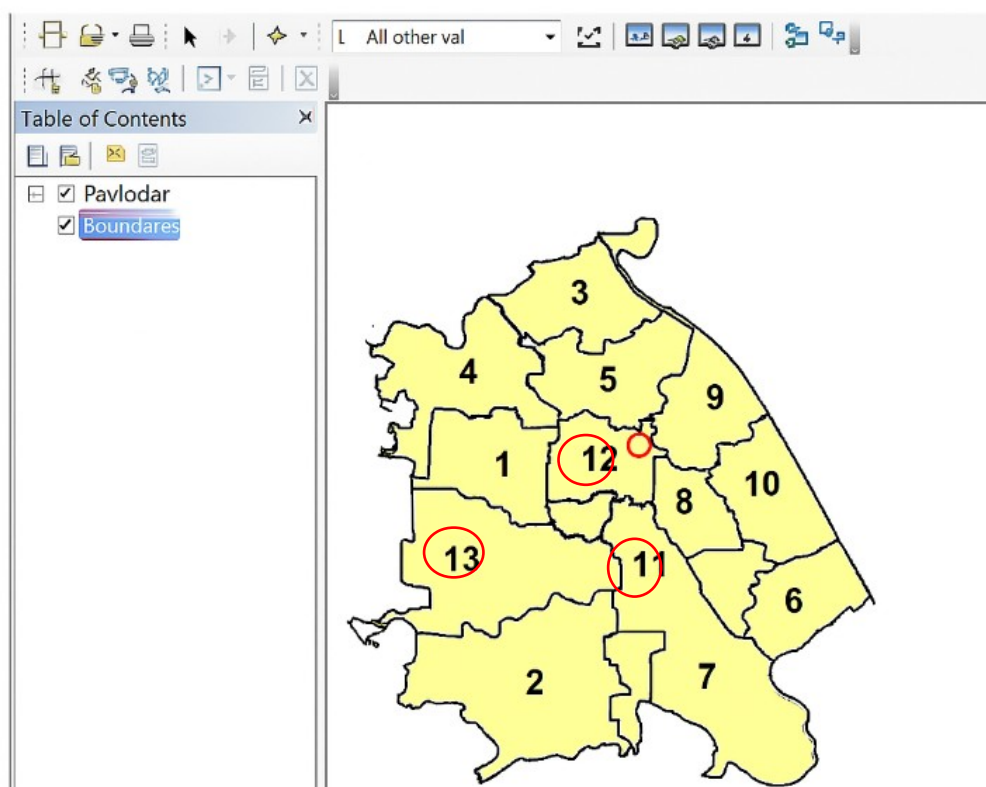
Негізгі себеп – найзағай (орман өрттерінің 75% дейін). Дала палының орман қорына ауысуы да жиі кездеседі, адами фактор (сөндірілмеген оттар, темекі, ауыл шаруашылығы залдары). Кейбір жағдайда техногендік себептер өрттің туындауына әкеп соққан (ЭБЖ үзілісі).

Орман өрттерінің көпшілігі Ертіс орман қорығында (Лебяжі/Аққулы ауданы) және Баянауыл ауданында (ұлттық парк) орын алады. Дала өрттері көбінесе Баянауылда, Шарбақты, Успен және құрғақ даласы бар іргелес аудандарда тіркеледі. Жайылма өрттер Павлодар мен Ақсу маңындағы Ертіс жайылмасында болды.

Адам өлімі сирек кездеседі, бірақ 2017 және 2023 жылдары орманшылар сөндіру кезінде қаза тапты. 2022 жылы ҚР дала өрттері 2 адамның өмірін қиды (басқа облыстарда). Экономикалық залал өзгермелі болды, яғни 2019–2020 жылдары ондаған млн теңге, 2023 жылы 200 млн теңге. Экологиялық зардаптарға келетін болсақ мыңдаған гектар орман мен жайылым өртеніп жатыр.

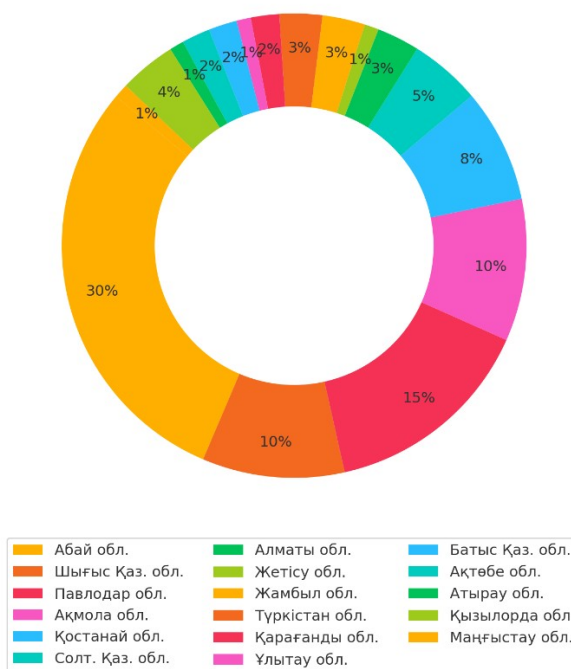
Осы орайда қолданылатын шараларға келетін болсақ өрт қауіпті маусымда орманға баруға тыйым салынды, бақылау камералары орнатылды, мобильді өрт сөндіру бекеттері мен әуе патрульдері орналастырылды.

Павлодар облысының аумағы бойынша өрттердің таралуы бойынша төмендегі суреттен ArcMap бағдарламасында аудандастыру картасы жасалды (12-сурет). Бұл картада табиғи өрттердің негізгі аудандары қызыл түспен белгіленді (1 – оңтүстік-батыста Баянауыл; 2 – солтүстікте Аққұл/Лебяжі (резерват); 3 – орталықта Ертіс жайылмасы.



12 - сурет – Павлодар облысының аумағы бойынша өрттердің таралу картасы

2014–2024 жылдар аралығында Қазақстан бойынша табиғи өрттердің өңірлік үлесі төмендегі дөңгелек диаграммада көрсетілген (13 – сурет). Диаграммадан байқалғандай, табиғи өрттер (орман және дала өрттері) ең жиі тіркелген аймақ – Шығыс Қазақстан өңірі (бұрынғы Шығыс Қазақстан облысы, қазіргі Шығыс Қазақстан және Абай облыстары). Орман қоры мол бұл өңірде соңғы он жылда барлық табиғи өрттердің шамамен 40%-ы орын алған. Екінші орында Павлодар облысы – елдегі өрттердің 15%-ға жуығы осы өңірге тиесілі. Бұдан кейінгі жиі өртенетін аймақтар – Ақмола облысы (шамамен 10%) және Қостанай облысы (шамамен 8%). Осы төрт өңірде бірге есептегенде Қазақстандағы табиғи өрттердің шамамен 70%-ы болған [11]. Төмендегі дөңгелек диаграммадан 2014–2024 жылдар аралығында Қазақстан облыстары бойынша өрттердің үлесі көрсетілген (13-сурет).



13 - сурет – 2014 – 2024 жылдар аралығындағы Қазақстан облыстары бойынша өрттер үлесінің диаграммасы

2014–2024 жылдардағы табиғи өрттердің облыстар бойынша қамтитын үлестеріне қарап қорытынды шығаруға болады. Ерекше көп өрт болған өңірлер – Абай (бұрын ШҚО құрамында), Павлодар, Ақмола, Қостанай. Ең аз – Маңғыстау және батыс өңірлер.

2.3 Өрттен кейінгі экожүйелік өзгерістер

2.3.1 Өсімдік жамылғысының деградациясы

NDVI (нормаланған вегетациялық индекс) – бұл өсімдік жамылғысының тығыздығы мен биофизикалық белсенділігін бағалауға арналған сандық көрсеткіш. Индекс мәні спутниктік суреттер негізінде есептеліп, өсімдіктің әртүрлі жарық толқындарын шағылыстыру және жұту қасиеттеріне негізделеді.

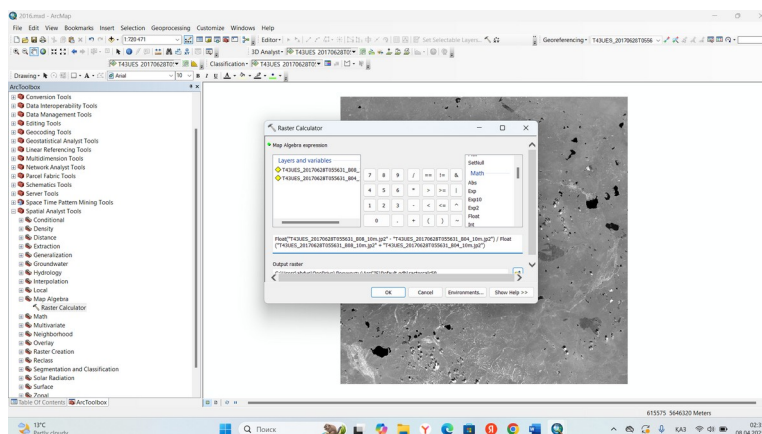
Жасыл өсімдіктердің хлорофилл пигменті жасыл толқындарды шағылытып, ал қызыл толқынды белсенді түрде сіңіреді – бұл фотосинтез процесінің негізгі механизмі болып табылады. Өсімдік жасушаларының ішкі құрылымы жақын инфрақызыл (NIR) толқындарды жоғары деңгейде шағылытады. Сондықтан сау өсімдік NIR спектрін күшті көрсетіп, қызыл жарықты сіңіреді, ал ауру немесе әлсіз өсімдік бұл қатынасты керісінше көрсетеді.

NDVI индексі осы екі спектрлік аймақтың (NIR және Red) айырмашылығы мен қосындысының қатынасы арқылы есептеледі.

Бұл қосынды қатынасы алғаш рет 1973 жылы Texas A&M университеті ғалымдарының зерттеулері негізінде ұсынылған. Есептеу тәсілі индекс мәндерін –1 мен +1 аралығында қалыпқа келтіруге мүмкіндік берді, бұл әртүрлі аймақтар мен уақыттар арасында салыстыруды жеңілдетеді. Маусымның басында NDVI индексі өсімдіктің қалай қыстағанын түсінуге мүмкіндік береді. Әдетте, логика келесідей:

1. NDVI < 0.15 – учаскеде өсімдік жамылғысы жоқ немесе толық жойылған;
2. 0.15–0.2 – өсімдіктер вегетация фазасына әлі кірмеген болуы мүмкін.
3. 0.2–0.3 – қалыпты деңгей, өсімдік қайта өсу фазасына енген.
4. 0.3–0.5 – жақсы жағдай, мәдениеттің белсенді дамуы жүруі ықтимал.
5. 0.5 – жоғары деңгей, вегетация қарқыны күшті немесе кеш алынған сурет болуы мүмкін, қосымша тексеруді қажет етеді.

Өзіміздің өртенген аймақтарымыздағы нормаланған вегетациялық индексті өлшеу үшін ArcMap бағдарламасын қолданамыз. Ол үшін Raster Calculator – ға кіріп, өзімізге қажетті каналдарды таңдау арқылы есептеулер жүргіземіз (14-сурет).



14 - сурет – ArcMap бағдарламасындағы Raster Calculator – да NDVI көрсеткішін орындауға арналған қадам

NDVI есептеу формуласы келесідей:

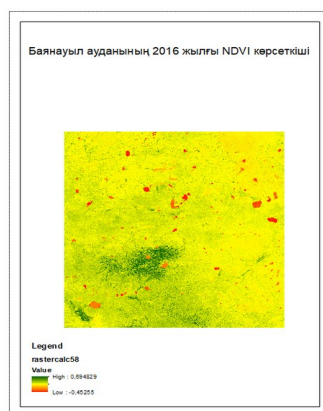
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Sentinel-2 үшін индекс келесідей:

$$NDVI = \frac{B8 - B4}{B8 + B4} \quad (2)$$

мұнда NIR – спектрдің жақын инфрақызыл аймағындағы шағылысу;
RED – спектрдің қызыл аймағындағы шағылы [12].

Есептелген NDVI көрсеткішінің дайын үлгісін 15-суреттен көруімізге болады.



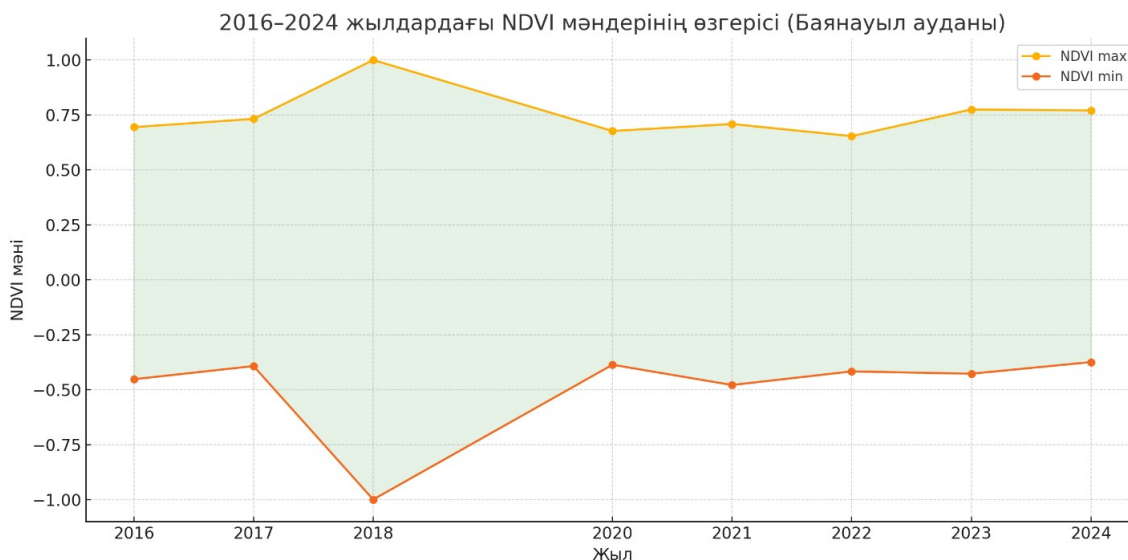
15 - сурет – Есептелген NDVI көрсеткіші

3 - кесте – Есептелінген өсімдік жамылғысының нормаланған индексінің (NDVI) көрсеткіштерінің нәтижесі

Жылдар	Формулалар	
2016	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	0,694829	-0,45255
2017	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	0,732141	-0,392704
2018	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	1	-1
2019	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	0,677031	-0,386628
2020	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	0,708953	-0,478845
2021	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	0,653678	-0,41691
2022	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	0,775158	-0,427571
2023	$(B08-B04) / (B08+B04)$	
	max	min
	0,770669	-0,374495
2024	$(B08-B04) / (B08+B04)$	

	max	min
	0,660893	-0,444965

Деректерді талдау барысында NDVI мәндерінің әрбір жылдық өзгерістері көрсетілген (16-сурет).



16 - сурет – NDVI көрсеткіштерінің жылдық өзгерістері (диаграмма)

2016–2024 жылдар аралығында Павлодар облысы Баянауыл ауданы бойынша өсімдік жамылғысының жағдайын сипаттайтын NDVI көрсеткіштері бірқатар жылдық динамикалық өзгерістерге ұшырағаны байқалады. Бұл көрсеткіштер қашықтықтан зондау (ҚЗ) арқылы алынған спутниктік деректер негізінде есептелді. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – өсімдік жамылғысының белсенділігін сипаттайтын индекс, оның мәні -1 -ден $+1$ аралығында өзгеріп отырады. NDVI мәні неғұрлым жоғары болса, жер бетіндегі жасыл жамылғы соғұрлым тығыз және белсенді дегенді білдіреді.

Жүргізілген талдау нәтижесінде төмендегідей заңдылықтар анықталды:

1. 2018 жылы ең жоғары (1.0) және ең төмен (-1.0) NDVI мәндері тіркелген. Мұндай шеткі мәндер, әдетте, деректерді алдын ала өңдеу барысында қалыптасқан артефактілер немесе шектік мәндер болуы мүмкін. Бұл жылы вегетациялық белсенділік аса жоғары болғанымен қатар, жалаңаш немесе күйген аумақтар да анық байқалған.

2. 2020–2024 жылдар аралығында NDVI көрсеткіштері салыстырмалы түрде тұрақты мәндерде сақталғанымен, 2021–2022 жылдары өсімдіктердің белсенділігі аздап төмендегені байқалады ($NDVI_{max} = 0.653678$; $min = -0.41691$). Бұл кезеңде тіркелген NDVI min көрсеткіштері өсімдіктердің сирек немесе мүлдем болмаған аумақтарының үлесі артқанын көрсетеді. Мұндай жағдайлар шөп жамылғысының деградациясы, өрттер немесе климаттық құрғақшылық нәтижесінде қалыптасуы мүмкін.

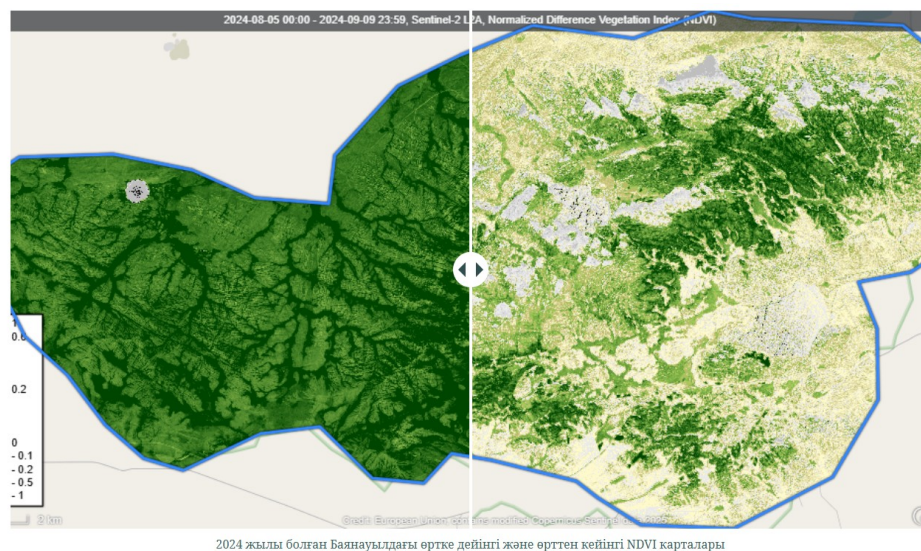
3. 2023 жылы NDVI max көрсеткіші 0.775158-ге жетіп, аудандағы

өсімдіктердің жағдайы біршама жақсарғанын көрсетеді. Алайда осы жылдың NDVI min көрсеткіші -0.427571 деңгейінде қалып отыр, бұл кейбір аумақтарда өсімдік жамылғысы жеткіліксіз екенін көрсетеді.

4. 2024 жылы NDVI көрсеткіші аздап төмендеген ($\max = 0.660893$), бұл аудандағы өсімдіктердің жалпы өнімділігінің біршама төмендегенін немесе вегетациялық қалпына келу процесінің баяулағанын білдіреді.

Жалпы алғанда, NDVI көрсеткіштері Баянауыл ауданы аумағындағы өсімдік жамылғысының жағдайының жыл сайын өзгеріп отыратынын, ал кей жылдары вегетациялық белсенділіктің күрт төмендеуін көрсету арқылы, экожүйе тұрақтылығына сыртқы факторлардың (табиғи өрттер, жауын-шашын тапшылығы, антропогендік әсер) ықпалын айқындайды.

NDVI көрсеткіштерінің нақты айырмашылығын көрсету үшін ArcGis Story Maps бағдарламасында жасалған салыстырмалы картаны көруімізге болады (17-сурет).



17 - сурет – 2024 жылы болған Баянауылдағы өртке дейінгі және өрттен кейінгі NDVI карталары

2.3.2 Топырақтың және ауаның сапасының нашарлауы

Табиғи өрттер топырақ пен ауаның сапасына айтарлықтай теріс әсер етеді. Өрт кезінде жоғары температураның әсерінен топырақтың органикалық заттары, әсіресе гумус қабаты жойылады, бұл топырақтың құнарлылығын төмендетеді және эрозияға бейімділікті арттырады. Және де топырақтың физикалық және химиялық қасиеттері өзгереді: ылғал сіңіру қабілеті төмендейді, микроорганизмдердің тіршілік әрекеті әлсірейді, ал азот, фосфор, калий секілді маңызды элементтердің мөлшері азаяды.

Атмосфераға өрт кезінде бөлінетін зиянды заттар – көмірқышқыл газы (CO_2), көміртек оксиді (CO), азот оксидтері (NO_x), ұсақ қатты бөлшектер ($\text{PM}_{2.5}$)

және PM10) – ауа сапасын нашарлатып, адам денсаулығына қауіп төндіреді. Мысалы, 2022 жылы Оңтүстік Кореяның Ульжин орманында болған өрттен кейін жүргізілген зерттеулерде топырақтың органикалық заттар мөлшері айтарлықтай төмендегені және ауа сапасының нашарлағаны анықталған.

Павлодар облысында да өрттерден кейінгі топырақ пен ауа сапасының өзгерістерін бақылау маңызды. Ғарыштық бақылау деректері, мысалы, Sentinel-2 спутниктерінің көмегімен алынған NDVI және BSI индекстері арқылы өрттен кейінгі вегетациялық жамылғының күйі мен топырақ деградациясының динамикасын бағалауға болады. Бұл әдістер өрттің қарқындылығы мен зардабын сандық түрде көрсетуге мүмкіндік береді.

BSI (Bare Soil Index) көрсеткіші бойынша талдау. BSI – топырақтың ашық (өсімдіксіз) беттерінің жағдайын анықтауға арналған индекс. Бұл көрсеткіш өрттен кейін өсімдік жамылғысы толық жойылған аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді. BSI индексі мына формуламен есептеледі:

$$((B6+B4)-(B5+B2))/((B6+B4)+(B5+B2)) \quad (3),$$

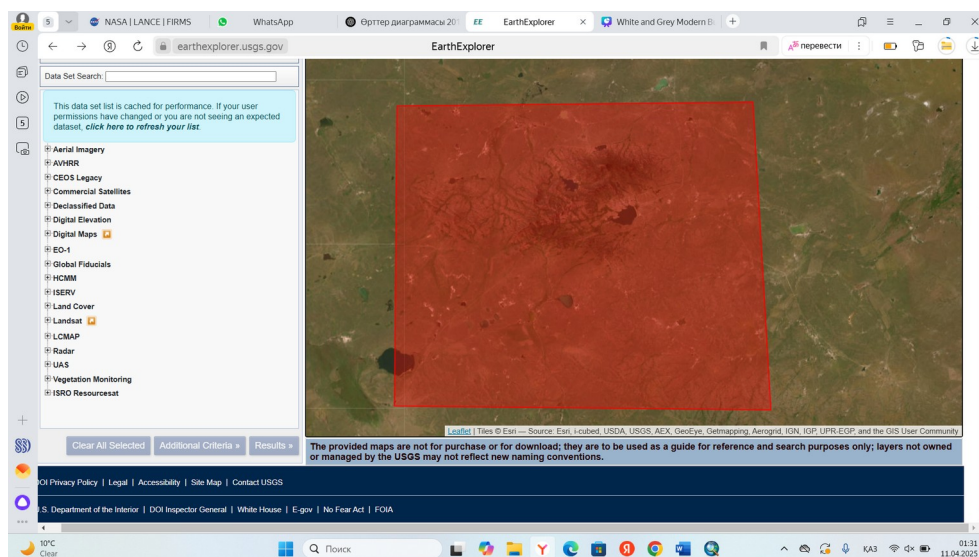
мұнда SWIR – қысқа толқынды инфрақызыл канал,

RED – қызыл канал,

NIR – жақын инфрақызыл,

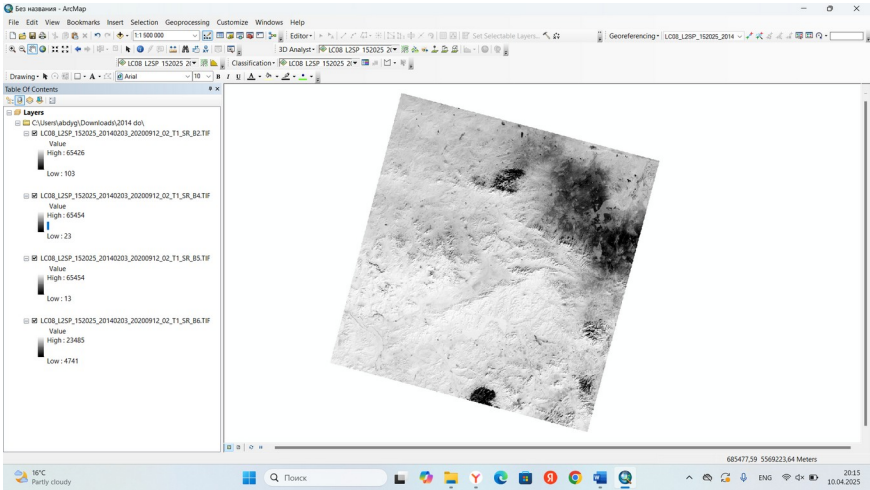
BLUE – көк канал.

BSI мәні жоғарылаған сайын топырақтың ашықтығы, яғни өсімдіксіздігі артады. NDVI көрсеткіштерін есептеген кезде Copernicus сайтынан алынған спутниктік суреттерді қолдансақ, BSI көрсеткіштері үшін EarthExplorer сайтынан алынған Landsat – 8 спутниктік деректерін қолданамыз (18-сурет).



18 - сурет – EarthExplorer сайтынан қызығушылық аймағын белгілеу арқылы Landsat – 8 спутниктік суреттерін жүктеу процессі

Суреттер жүктелгеннен кейін ArcMap бағдарламасында RasterCalculator арқылы бізге белгілі формула арқылы топырақтың ашық беттерінің жағдайын, яғни BSI көрсеткіштерін есептейміз (19-сурет).



19 - сурет – ArcMap бағдарламасында RasterCalculator арқылы BSI мәнін есептеу

BSI көрсеткішінің өртке дейінгі және кейінгі салыстырмалы мәндері – өрт салдарынан экожүйеде орын алған өзгерістерді сандық тұрғыдан сипаттауға мүмкіндік береді. Бұл көрсеткіш топырақтың ашықтығын дәлелдеп, эрозия мен деградация қаупінің артуын ғылыми негізде көрсетуге жағдай жасайды. Сол себептен де біз 2014 және 2024 жылдар аралығындағы көрсеткіштердің өртке дейінгі және өрттен кейінгі жағдайын бағаладық. Төмендегі кестелерден өртке дейінгі (4-кесте) және өрттен кейінгі (5-кесте) көрсеткіштерді көре аламыз.

4 - кесте – Есептелінген өртке дейінгі топырақтың ашық (өсімдіксіз) беттерінің жағдайын анықтауға арналған көрсеткіштерінің нәтижесі

Жылдар	Формулалар	
2014	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,421826	-0,200794
2015	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,737378	-0,415432
2016	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,255063	-0,239765
2017	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	

	max	min
	0,383601	-0,249393

4 кестенің жалғасы

2018	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,322022	-0,301532
2019	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,409133	-0,20462
2020	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,409133	-0,20462
2021	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,439349	-0,245653
2022	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,279258	-0,229723
2023	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,489603	-0,20601
2024	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,383601	-0,249393

5 - кесте – Есептелінген өрттен кейінгі топырақтың ашық (өсімдіксіз) беттерінің жағдайын анықтауға арналған көрсеткіштерінің нәтижесі

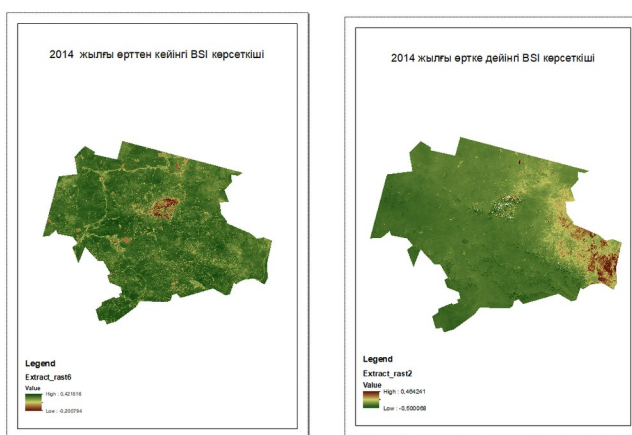
Жылдар	Формулалар	
2014	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,464241	-0,500068
2015	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,421816	-0,200794
2016	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,404597	-0,305861
2017	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	
	max	min
	0,406218	-0,257475
2018	BSI = ((B6+B4) - (B5+B2))/ ((B6+B4) + (B5+B2))	

	max	min
	0,390095	-0,166075

5 кестенің жалғасы

2019	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,354081	-0,145526
2020	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,354081	-0,145526
2021	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,311359	-0,237059
2022	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,446495	-0,161368
2023	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,384747	-0,230404
2024	$BSI = ((B6+B4) - (B5+B2)) / ((B6+B4) + (B5+B2))$	
	max	min
	0,406218	-0,257475

Берілген суреттерде (20-сурет) Павлодар облысы аумағындағы 2014 жылғы өртке дейінгі (оң жақта) және өрттен кейінгі (сол жақта) BSI (Bare Soil Index) көрсеткіштері бейнеленген. Карталар Sentinel спутниктерінен алынған деректер негізінде дайындалған және ArcGIS бағдарламасында визуализацияланған.



20 - сурет – ArcMap бағдарламасында есептеліп әрі өңделген өртке дейінгі және өрттен кейінгі BSI көрсеткішінің мысалы

Өртке дейінгі картада (оң жақта) жасыл реңк басым – бұл тығыз өсімдік жамылғысы мен қалыпты экожүйе күйін білдіреді. BSI мәндері салыстырмалы түрде төмен (–0.2 шамасында).

Өрттен кейінгі картада (сол жақта) шығыс бөлігінде және орталық бөлігінде қызғылт-қоңыр түстер анық байқалады. Бұл өсімдіктердің жойылып, топырақтың ашық күйде қалғанын білдіреді. Мұндай аймақтарда BSI көрсеткіші +0.4–0.5 мәніне дейін көтерілген.

Салыстырмалы карта негізінде 2014 жылғы өрттен кейінгі кезеңде өсімдік жамылғысының айтарлықтай деградацияға ұшырағаны және топырақтың эрозияға бейім ашық аймақтарға айналғаны анық көрінеді. Осындай салыстырмалы карталар әр жыл үшін дайындалды.

Жүргізілген есептеулердің нәтижесінде Павлодар облысында 2014–2024 жылдар аралығында өртке дейінгі және өрттен кейінгі кезеңдерге арналған BSI көрсеткіштері салыстырылды (21-сурет).



21 - сурет – 2014 және 2024 жылдар арасындағы BSI көрсеткіштерінің максималды мәндерінің динамикасы (диаграмма)

Бірқатар жылдары (мысалы, 2016, 2017, 2022) өрттен кейінгі BSI max мәні едәуір өскен, бұл вегетациялық жамылғының айтарлықтай жойылғанын және ашық топырақтың артқанын көрсетеді. 2021 жылы керісінше, BSI max өрттен кейін аздап төмендеген, бұл кейбір аудандарда вегетация қалпына келгенін немесе өрттің локалды сипатта болғанын білдіруі мүмкін. 2014 және 2023 жылдары өрттен кейінгі BSI min мәні айтарлықтай төмендеп, –0.5-ке дейін жеткен. Бұл өсімдіктен толық айырылған жерлердің көбейгенін көрсетеді.

BSI индекcін өртке дейінгі және кейінгі кезеңдер бойынша салыстыру — табиғи өрттердің топырақ бетінің физикалық жағдайына тигізген әсерін сандық түрде анықтауға мүмкіндік береді. Бұл көрсеткіш экожүйелік мониторинг, қалпына келтіру стратегияларын жоспарлау, деградация қаупі бар аудандарды анықтау үшін маңызды дереккөз болып табылады.

Жанған өсімдік қалдықтары мен топырақтың құрамындағы органикалық заттар толық немесе жартылай жану кезінде түрлі зиянды газдар мен қатты бөлшектерді бөледі. Атап айтқанда, атмосфераға көмірқышқыл газы (CO₂), көміртек оксиді (CO), азот диоксиді (NO₂), ұсақ қатты бөлшектер (PM2.5, PM10) және басқа да ұшпа органикалық қосылыстар тарайды. Бұл заттардың әсері ауа сапасының нашарлауымен қатар, демікпе, аллергия, өкпе аурулары және жүрек-қан тамыр жүйесіне байланысты мәселелердің көбеюіне себеп болуы мүмкін.

PM2.5 және PM10 бөлшектері – диаметрі тиісінше 2.5 және 10 микроннан аспайтын шаң-тозаң бөлшектері. Олар тыныс жолдары арқылы өкпеге терең еніп, ішкі мүшелерге зиян келтіруі мүмкін. Көміртек оксиді (CO) адамның қанындағы оттегіні алмастырып, улануға дейін апаруы мүмкін. Азот диоксиді (NO₂) болса, тыныс алу мүшелерінің тітіркенуін тудырып, созылмалы ауруларға себеп болады. Бұл заттардың әрқайсысының шекті рұқсат етілген деңгейі бар. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметі бойынша шекті нормалар төмендегі кестеде келтірілген (6-кесте):

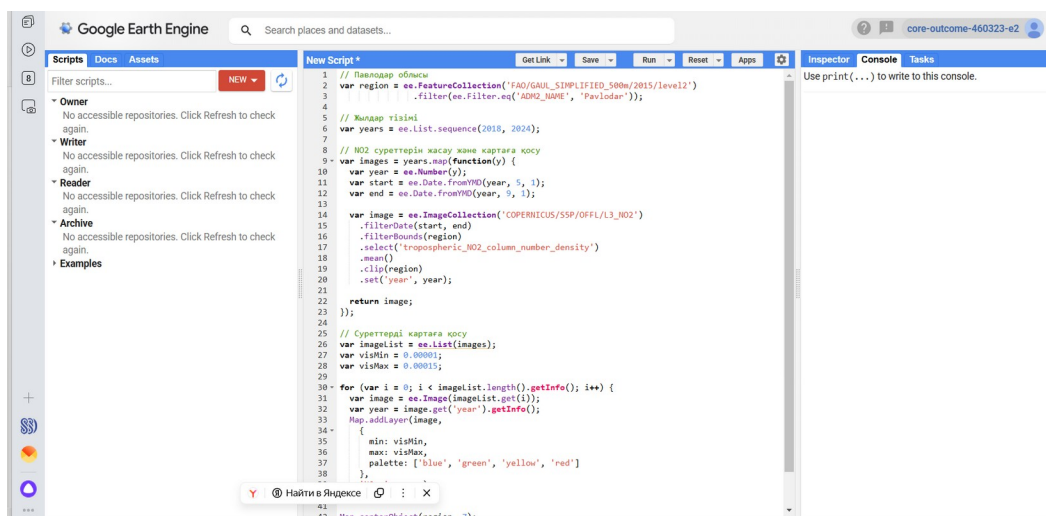
6 - кесте – Ауаны ластаушы заттардың әсері мен шекті рұқсат етілген мөлшері

Ластаушы зат	Қауіпті әсері	Шекті рұқсат етілген мөлшері (ДДҰ бойынша)
PM2.5	Өкпеге терең енеді, тыныс алу аурулары	≤ 25 мкг/м ³ (24 сағат)
PM10	Аллергия, бронхит	≤ 50 мкг/м ³
CO	Оттегімен алмасып, улану тудырады	≤ 10 мг/м ³
NO ₂	Жөтел, демікпе, өкпе қабынуы	≤ 200 мкг/м ³ (1 сағат)
CO ₂	Жабық кеңістікте тұншықтыру қаупі	≤ 1000 ppm

Sentinel-5P спутнигі TROPOMI құралы арқылы атмосферадағы NO₂ мен CO концентрацияларын өлшей алады. Сондай-ақ NASA-ның MODIS спутниктері өрт ошақтарын бақылауға мүмкіндік береді. Үшіншіден, Қазақстанда енгізілген OrmanAI жүйесі бейнебақылау мен жасанды интеллект негізінде өрт ошақтарын ерте анықтап, ауа ластануының алдын алуға мүмкіндік береді.

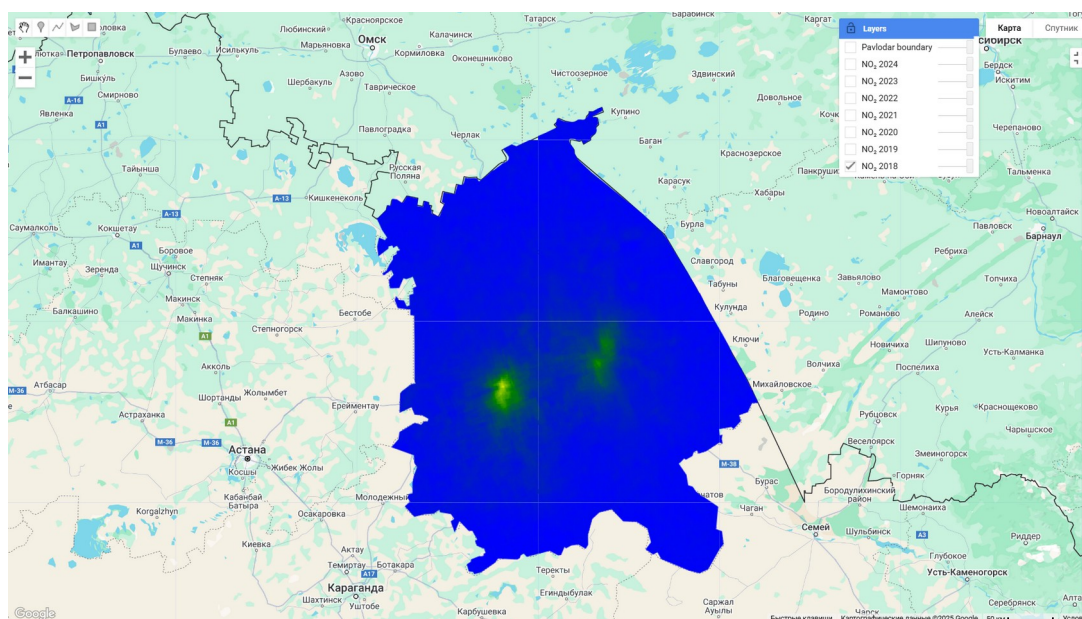
2018–2024 жылдар аралығындағы жаз мезгілінде Павлодар облысының аумағындағы атмосфералық азот диоксиді (NO₂) концентрациясы Google Earth Engine платформасында Sentinel-5P спутниктік деректері негізінде есептелді (22-сурет). Sentinel-5P NO₂ деректері 2014 жылдан бастап қолжетімді емес, сол себептен ауаның сапасының өзгеруі 2018 жылдан бастап жасалды. Sentinel-5P (TROPOMI) — бұл Еуропалық ғарыш агенттігінің (ESA) спутнигі, ол 2017 жылдың 13 қазанында ұшырылды. Ғылыми деректерді тұрақты түрде 2018

жылдың қарашасынан бастап бере бастады. Яғни, 2014–2017 жылдар аралығында NO₂ концентрациясының спутниктік дерегі жоқ.



22 - сурет – Google Earth Engine платформасында Sentinel-5P спутниктік деректері негізінде есептеу үшін код теру барысы

Картада 2018 жылы жаз мезгілінде Sentinel-5P спутнигінің деректері негізінде есептелген NO₂ концентрациясының кеңістіктік таралуы көрсетілген (23-сурет). Осындай карталар 2018 және 2024 жылдар аралығына да әзірленді. Көк түстер төмен концентрацияны, ал жасыл және сары аймақтар жоғары концентрацияны білдіреді.



23 - сурет – Sentinel-5P спутнигінің деректері негізінде есептелген NO₂

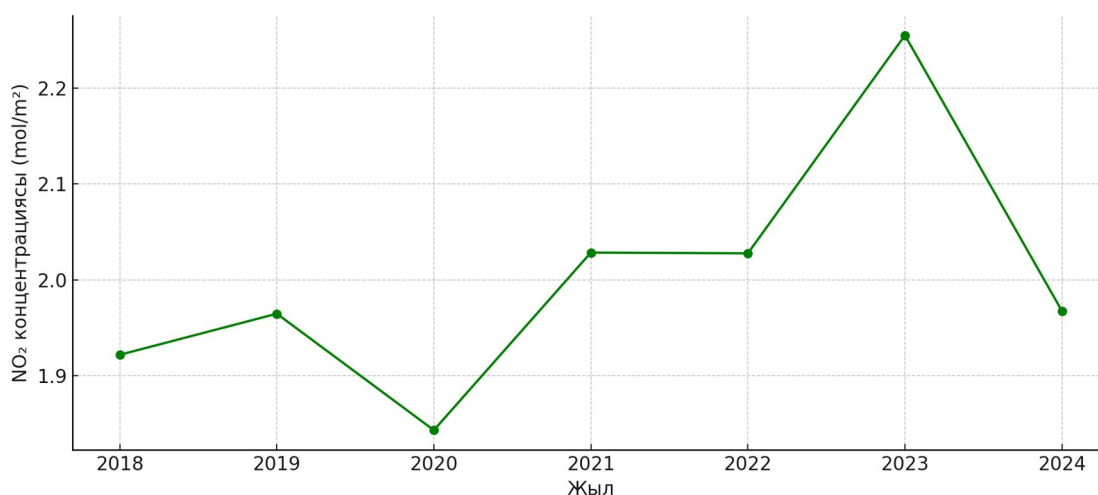
концентрациясының кеңістіктік таралу картасы

Алынған нақты мәліметтер көрсеткендей, NO_2 деңгейі жыл сайын аз мөлшерде өзгеріп отырғанымен, 2023 жылы ең жоғары концентрацияға жетіп отыр ($0.0000225 \text{ mol/m}^2$). 2020 жылы концентрация азайып, ең төмен деңгейге түскен ($0.0000184 \text{ mol/m}^2$). Жалпы, облыстың урбанизацияланған аймақтарында, атап айтқанда Павлодар және Екібастұз маңында, ластану деңгейі жоғарырақ тіркелуі мүмкін. Бұл нәтижелер ауа сапасын бағалау мен басқаруға қатысты маңызды қорытындылар жасауға мүмкіндік береді (7-кесте).

7 - кесте – 2018–2024 жылдар аралығындағы Павлодар облысы бойынша жаз мезгіліндегі NO_2 орташа концентрациясы

Жыл	NO_2 орташа концентрациясы (mol/m^2)
2018	0.0000192185
2019	0.0000196471
2020	0.0000184318
2021	0.0000202849
2022	0.0000202774
2023	0.0000225520
2024	0.0000196757

Диаграммада Павлодар облысы аумағындағы атмосфералық азот диоксиді (NO_2) концентрациясының 2018–2024 жылдар аралығындағы өзгерісі бейнеленген (24-сурет).



24 - сурет – Павлодар облысында атмосфералық NO_2 концентрациясының динамикасы (жаз, 2018–2024 жж.)

Деректер Sentinel-5P спутнигінің жаз мезгіліне (мамыр–қыркүйек) арналған орташа көрсеткіштері негізінде есептелген. 2023 жылы NO_2

концентрациясы ең жоғары деңгейге жетіп, $0.0000225 \text{ mol/m}^2$ көрсеткішін көрсетті. Бұл атмосфералық ластанудың уақыт өте күшейіп келе жатқанын білдіреді.

3 Мониторинг нәтижелері бойынша ұсыныстар және қалпына келтіру шаралары

3.1 Жүргізілген зерттеулердің қорытынды нәтижелері

Жүргізілген зерттеулер Павлодар облысындағы табиғи өрттердің экожүйеге тигізетін әсерін жан-жақты бағалауға мүмкіндік берді. Геокеңістіктік талдау әдістері (NDVI, BSI және NO_2 көрсеткіштері) экожүйедегі деградациялық өзгерістерді нақты көрсетті.

NDVI индексінің өзгерісі өсімдіктер жамылғысының деградациясын және өрттен кейінгі қалпына келу қарқынын бақылауға мүмкіндік берді. Өртке дейінгі кезеңде NDVI жоғары мәндер көрсеткен болса, өрттен кейінгі кезеңде бұл көрсеткіштер айтарлықтай төмендеген.

BSI индексі арқылы топырақтың ашық беттерінің таралуын және эрозиялық қауіптің артуын анықтауға мүмкіндік туды. 2022 жылғы өрттен кейін BSI аймақ бойынша жоғары мәндерге ие болған, бұл топырақ сапасының төмендеуін және өсімдіксіз учаскелердің артуын көрсетеді.

NO_2 концентрациясының динамикасы атмосфералық ауаның сапасына талдау жасауға негіз болды. 2023 жылы NO_2 көрсеткіші ең жоғары деңгейге жетіп, өндірістік және көлік шығарындыларының әсерін көрсетті. Алайда 2022 жылы ең ірі өрт болғанымен, NO_2 көрсеткіштері күрт көтерілмеген, бұл оның негізгі көзі ретінде антропогендік факторлардың рөлін дәлелдейді.

Карта және графикалық талдаулар негізінде Павлодар облысының экожүйесінде деградациялық өзгерістердің кеңістіктік таралуы анықталып, қалпына келтіру қажеттілігі бар басым аумақтар бөлініп алынды.

3.2 Зерттеу аумағындағы өрт қауіпсіздігінің алдын алу шаралары

Павлодар облысының экожүйесі климаттық және антропогендік факторлардың ықпалымен орман-дала өрттеріне бейім аймақтардың қатарына жатады. Соңғы онжылдықтағы геокеңістіктік мониторинг деректері облыс аумағында табиғи өрттердің жиілегенін және олардың ауқымы мен салдары артып келе жатқанын көрсетеді. Атап айтқанда, 2022 жылы тіркелген ірі өрт оқиғасы 9530 гектар аумақты қамтып, табиғи және ауылшаруашылық жерлерге айтарлықтай залал келтірді.

Осындай апаттық жағдайлардың алдын алу және экожүйеге келетін залалды азайту мақсатында кешенді өрт қауіпсіздік шараларын енгізу қажет. Бұл шаралар ғарыштық мониторинг, жергілікті бақылау, институционалдық басқару және ақпараттық-түсіндіру бағыттарын қамтуы тиіс.

Бірінші кезекте, орман және дала алқаптарындағы өрт қауіптілігін болжау және бақылау жүйесін жетілдіру қажет. Sentinel-2 және Landsat сияқты спутниктік платформаларды пайдалану арқылы жоғары қауіпті аудандарды маусымдық негізде анықтап отыру ұсынылады. Өрттің таралуына ықпал ететін факторларды – ауа температурасы, топырақтың құрғауы, өсімдік жамылғысының күйі сияқты көрсеткіштерді талдау маңызды.

Екіншіден, нақты өрт ошақтарын ерте анықтау және оқшаулау үшін автоматтандырылған ескерту жүйелерін енгізу қажет. Мұндай жүйелер ЖҚЗ мәліметтері мен жасанды интеллект алгоритмдері негізінде жұмыс істеп, өрттің бастапқы сатысында тиісті қызметтерге белгі беруі тиіс.

Үшіншіден, өрттің таралуын болдырмау мақсатында физикалық тосқауылдар құру ұсынылады. Атап айтқанда, орман және шабындық жерлерде минералданған жолақтар салып, оларды маусым сайын жаңартып отыру керек. Бұл әдіс өрттің кеңею аумағын шектеуде тиімді нәтиже береді.

Төртіншіден, жергілікті халықты ақпараттандыру және экологиялық білім деңгейін арттыру жұмыстарын жүйелі түрде жүргізу қажет. Ауылдық жерлерде тұратын тұрғындар мен аграрлық кәсіпорын өкілдеріне өрттің алдын алу, отты қолдану ережелері және табиғатты ұтымды пайдалану бойынша оқыту семинарларын ұйымдастыру ұсынылады.

Бесінші бағыт – экожүйені қалпына келтіру шаралары. Өрттен зардап шеккен аумақтарды рекультивациялау, шөптендіру, орман отырғызу және топырақтың эрозияға ұшырауын болдырмау жұмыстары кешенді түрде жүргізілуі тиіс.

Геоақпараттық технологиялар мен спутниктік талдаулар негізінде жиналған деректерді жергілікті атқарушы органдармен біріктіру арқылы жедел шешім қабылдау тетіктерін енгізу маңызды. Бұл өз кезегінде өртпен күресуге бағытталған аймақтық саясатты дәлелді және тиімді етуге ықпал етеді.

Жалпы алғанда, ұсынылған шаралар Павлодар облысының табиғи ортасын сақтап қалуға, өрт қауіпсіздігі деңгейін арттыруға және экожүйелік тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған кешенді тәсіл болып табылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыс аясында Павлодар облысында соңғы онжылдықта жиілеп кеткен табиғи өрттердің себептері, салдары және экожүйелік әсері кешенді түрде зерттелді. Зерттеу барысында кеңістіктік және сандық әдістер қолданылып, нақты деректерге сүйенген ғылыми-тәжірибелік негіз құрылды.

Павлодар облысы климаттық, географиялық және антропогендік факторлардың әсерінен орман-дала өрттеріне бейім өңірлердің бірі болып саналады. Мәселен, ресми деректерге сәйкес, тек 2022 жылдың өзінде облыс аумағында 9530 гектарды қамтыған ең ірі табиғи өрт тіркеліп, орман, жайылым және ауылшаруашылық жерлері елеулі зардап шекті. 2015, 2018 және 2020 жылдары да бірнеше ауданда (Аққулы, Май, Баянауыл) орташа және ауқымды өрттер тіркелген. Олардың негізгі себептері ретінде құрғақшылық, найзағай разрядтары, адамның абайсыз әрекеттері және ауыл шаруашылығына байланысты өртеу жұмыстары анықталды.

Зерттеу аясында Landsat және Sentinel спутниктік деректері негізінде NDVI, BSI және NO_2 көрсеткіштері есептелді. ArcGIS және Google Earth Engine платформалары арқылы алынған мәліметтер кеңістіктік тұрғыда өңделіп, табиғи өрттердің әсерінен болған вегетациялық және топырақтық өзгерістер нақтыланды. NDVI индексі арқылы өсімдік жамылғысының деградациясы, BSI арқылы топырақтың эрозиялық қауіптілігі, ал Sentinel-5P арқылы атмосфераның ластану деңгейі бағаланды.

Өрттің салдарынан өсімдік қабаты жойылып, топырақтың құрылымы бұзылып, атмосфераға зиянды газдардың (әсіресе NO_2) таралуы артқаны анықталды. Бұл экожүйенің тепе-теңдігін бұзып, биологиялық әртүрлілік пен топырақ құнарлылығына кері әсер еткен. Құрастырылған карталар мен графиктер арқылы деградацияланған аумақтардың таралуы айқын көрініс тапты.

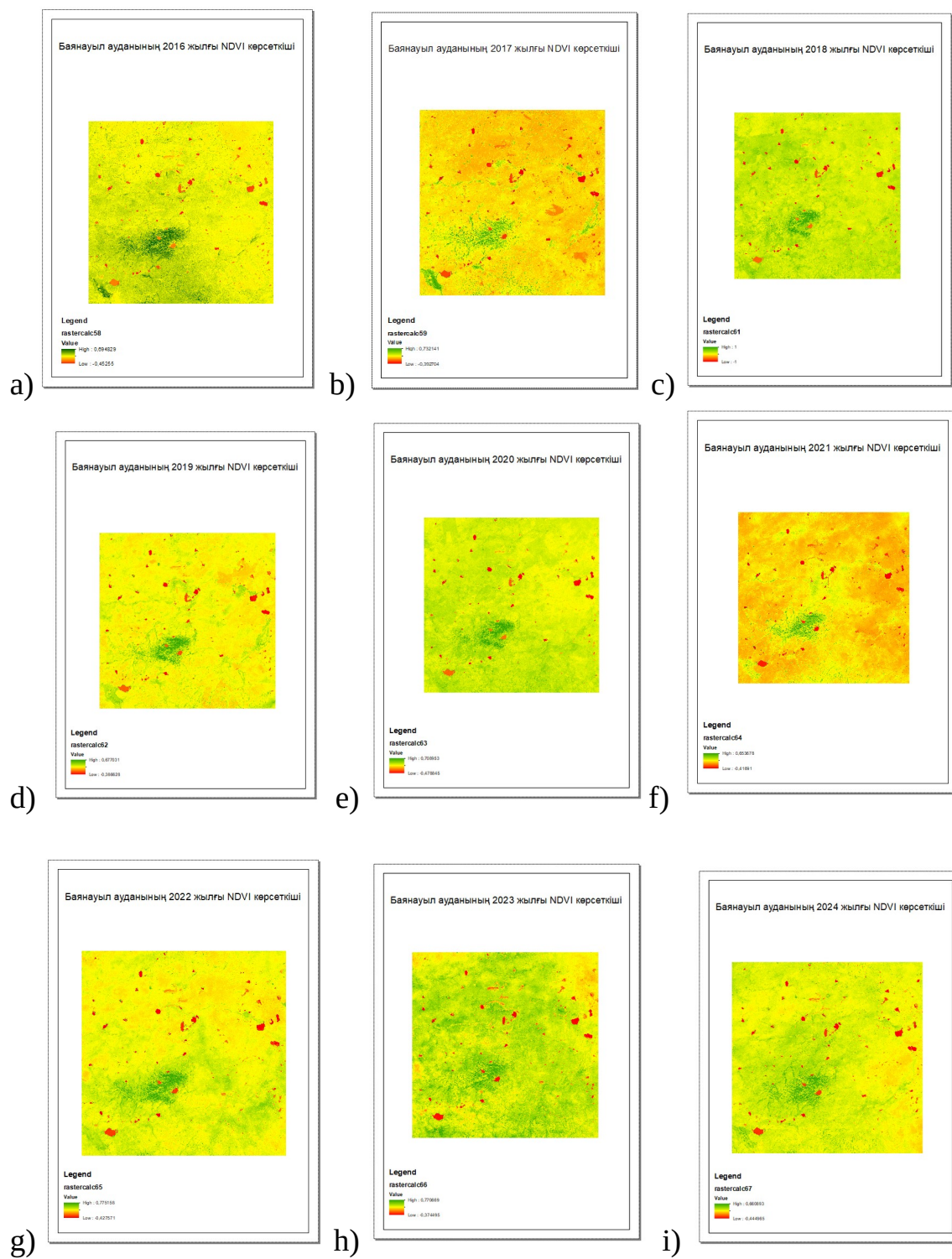
Жұмыс барысында табиғи өрттердің алдын алуға арналған ұсыныстар жиынтығы ұсынылды. Олардың ішінде спутниктік мониторинг жүйесін тұрақты қолдану, ерте ескерту механизмдерін енгізу, минералданған жолақтар салу, халықты ақпараттандыру және зардап шеккен аумақтарды қалпына келтіру шаралары қамтылды. Әсіресе, ғарыштық деректерді жергілікті билік органдарымен интеграциялау арқылы нақты шешім қабылдау процесін жеделдету маңызды екені дәлелденді.

Осы дипломдық жұмыс нәтижесінде Павлодар облысында орын алған өрттердің экожүйелік әсері ғылыми түрде бағаланып, олардың алдын алуға және салдарын жоюға бағытталған кешенді ұсыныстар әзірленді. Жүргізілген зерттеу әдістері, алынған нәтиже мен визуализациялар диплом жұмысын тек теориялық тұрғыдан емес, практикалық жағынан да маңызды етеді.

ПАЙДАЛЫНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Egemen Qazaqstan. Павлодар облысында тіркелген орман өрттерінің саны <https://egemen.kz/article/243089-pavlodarda-biyl-80-orman-orti-tirkelgen?>
- 2 Kursiv Media. Соңғы үш жылда орман тіркелген өрттер <https://kz.kursiv.media/kk/2023-06-12/elimizde-songghy-uesh-zhylda-2251-orman-oerti-tirkelgen>
- 3 Wikipedia. Павлодар облысы жайлы деректер жиынтығы https://kk.wikipedia.org/wiki/Павлодар_облысы
- 4 Павлодар облысының ТЖД «Табиғи сипаттағы төтенше жағдайлар туралы ақпарат», 2022
- 5 Otyrar.kz. Қазақстандағы ең ірі табиғи өрттер <https://otyrar.kz/2016/05/samye-krupnye-prirodnye-pozhary-v-yuko-i-kazaxstane/>
- 6 Sputnik Қазақстан. Павлодар өңіріндегі орман резерватындағы өрт <https://ru.sputnik.kz/20190405/pozhar-rezervat-les-pavlodar-region-9748748.html>
- 7 Kursiv Media. Павлодарда шыққан дала өрті <https://kz.kursiv.media/2023-07-15/ttgr-pozhar-pavlodar/>
- 8 Time.kz. Баянауыл ұлттық паркіндегі өрт жайлы ақпарат <https://time.kz/news/events/2024/10/07/ploshhad-pozhara-v-bayanaulskom-natsparke-za-sutki-vyroslo-vdvoe-do-6-tys-ga>
- 9 Керімбай Н.Н. Геоинформатика негіздері: оқу құралы. Том 2. – Алматы: New Book, 2021.
- 10 Тұрғаев А.А., Баймұратов Ж.Т. Геоақпараттық жүйелер және қашықтықтан зондтау: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2020
- 11 Қазақстан Республикасы Орталық коммуникациялар қызметі (ortcom.kz): ortcom.kz
- 12 GIS-Lab. NDVI индексі <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>

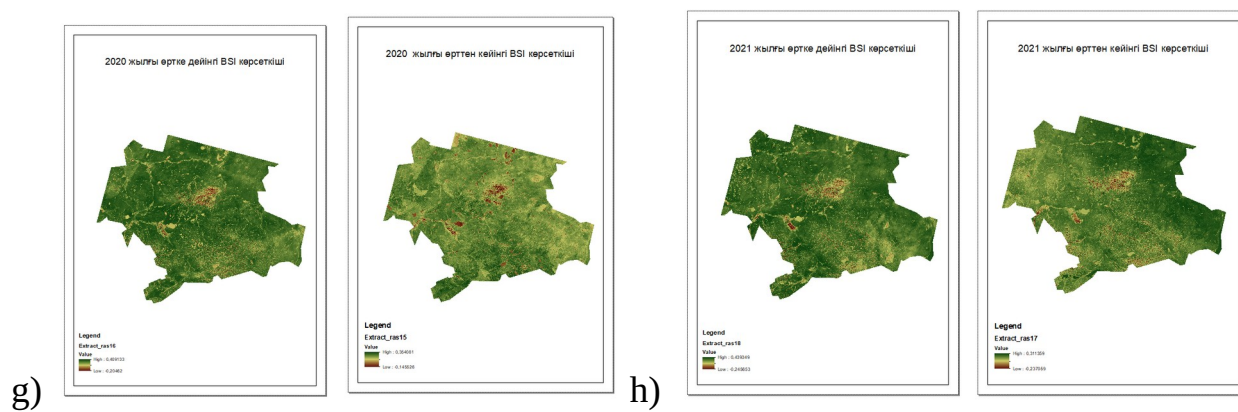
А қосымшасы NDVI көрсеткіштері



A.1 - сурет – NDVI көрсеткіштері а) 2016 жыл б) 2017 жыл с) 2018 жыл d) 2019 жыл e) 2020 жыл f) 2021 жыл g) 2022 жыл h) 2023 жыл i) 2024 жыл

В қосымшасы BSI көрсеткіштері



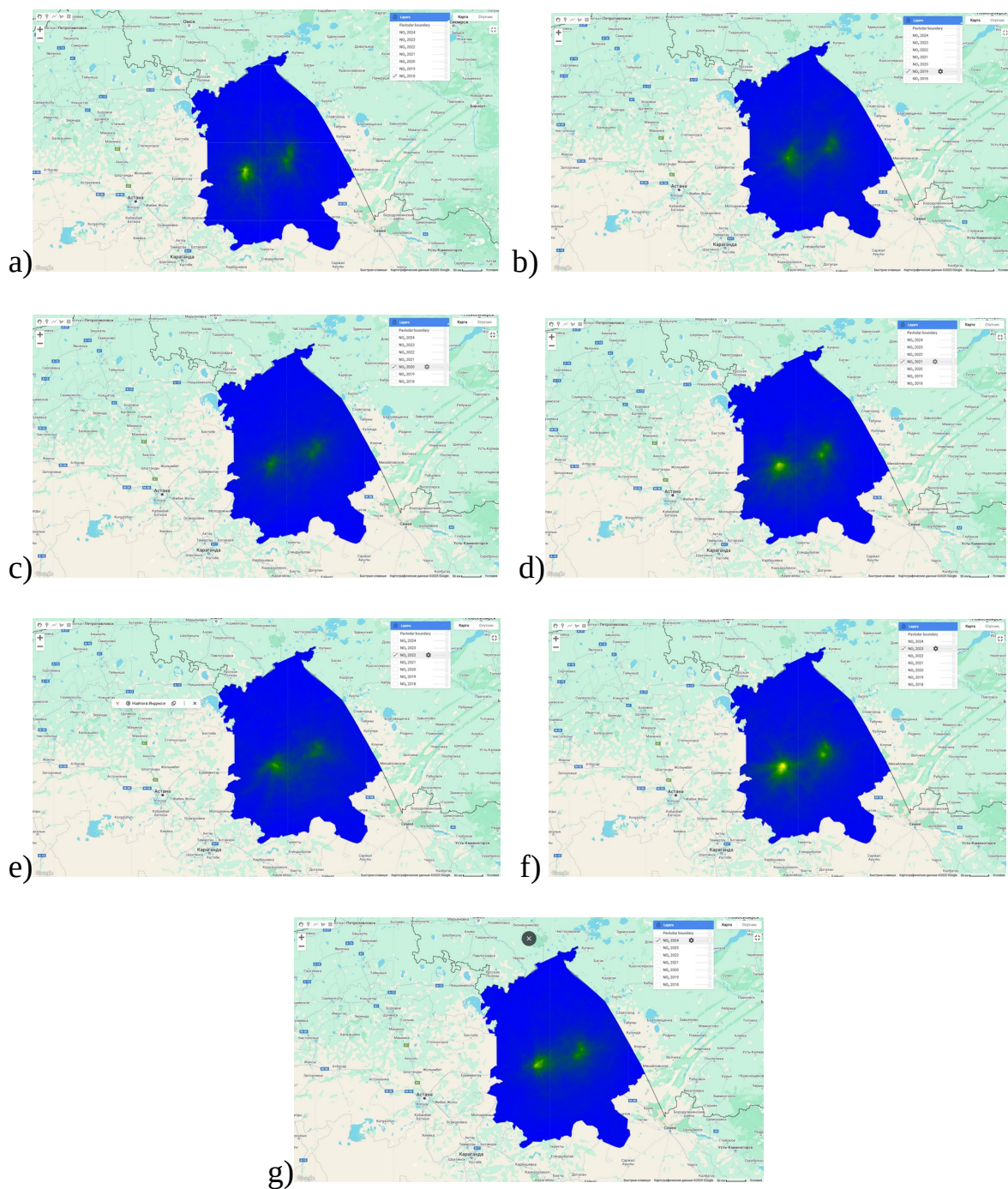


В қосымшасының жалғасы



В.1 – сурет – Өртке дейінгі және кейінгі BSI көрсеткіштері а) 2014 жыл
 б) 2015 жыл с) 2016 жыл d) 2017 жыл e) 2018 жыл f) 2019 жыл g) 2020 жыл
 h) 2021 жыл i) 2022 жыл j) 2023 жыл k) 2024 жыл

С қосымшасы NO₂ концентрациясының көрсеткіші



С.1 – сурет – Sentinel-5P спутнигінің деректері негізінде
есептелген NO₂ концентрациясының кеңістіктік таралу картасы
а) 2018 жыл б) 2019 жыл в) 2020 жыл д) 2021 жыл е) 2022 жыл ф) 2023
жыл г) 2024 жыл

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Абдығомар Дариға

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Абдығомар Дариға дипломдық жұмыс

Научный руководитель: Төлеужан Нурпеисова

Коэффициент Подобия 1: 1

Коэффициент Подобия 2: 0.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 5

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 02.06.2025

Ахметурова О.
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Абдығомар Дариға

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Абдығомар Дариға дипломдық жұмыс

Научный руководитель: Төлеужан Нурпеисова

Коэффициент Подобия 1: 1

Коэффициент Подобия 2: 0.4

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 5

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 02.06.2025



Заведующий кафедрой

СЫН-ПІКІР

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Абдығомар Дариға Төлегенқызы

(аты, жөні тегі)

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

(БББ шифры, атауы)

Тақырыбы: Павлодар облысының өрттен кейінгі аумақтарына мониторинг жүргізу

Аяқталды:

А) графикалық бөлімі 37 сызбадан;

В) түсініктеме қағаз 37 парақтан тұрады.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУЛЕР

Ұсынылған дипломдық жұмыс орман-дала өрттерінен кейінгі экожүйелік өзгерістерді бағалау және мониторинг жүргізу мәселесіне арналған. Тақырыптың өзектілігі соңғы жылдары табиғи өрттер жиілігінің артуымен және олардың табиғат пен адам өміріне тигізетін зиянымен тікелей байланысты.

Жұмыс барысында мониторинг жұмыстарын жүргізу үшін Sentinel және Landsat спутниктік деректері және ArcGis бағдарламасы қолданылып, әдістемелік тәсілдер арқылы кеңістіктік талдау жүргізген. NDVI, BSI, NO2 индекстерінің көмегімен вегетациялық жамылғы, топырақ деградациясы мен атмосфералық ластану деңгейі бағаланды. Нәтижесінде Павлодар облысындағы өрт апаттарына дейінгі және кейінгі жағдайларға талдау жүргізу арқылы облыстың өсімдік жамылғысының өзгерісі мен топырақ күйі бағаланды.

Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылған ескертулерге сай Абдығомар Дариғаның дипломдық жұмысы дипломдық жұмыстарды жазуға қойылатын талаптарын қанағаттандырады. Жұмыс құрылымы мамандыққа сәйкес келеді және 96%–ға бағаланады, ал жұмыстың авторы Абдығомар Дариға Төлегенқызы 6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайық деп санаймын.

Пікір беруші: «ГеоСтройКапитал» ЖШС

директоры

Биримжанов.А.Т

2025 ж.



ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Абдығомар Дариға Төлегенқызы

(аты, жөні тегі)

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбы: Павлодар облысының өрттен кейінгі аумақтарына мониторинг жүргізу

Абдығомар Дариға Төлегенқызының дипломдық жұмысы Павлодар облысының өрттен кейінгі аумақтарына мониторинг жүргізуге арналған. Жұмыс мазмұны нақты деректерге, заманауи технологияларға және кеңістіктік талдау әдістеріне негізделген.

Жұмыс барысында спутниктік мониторинг деректерін тиімді қолдана отырып, Павлодар облысындағы орман-дала өрттерінің себептері мен салдарын кешенді түрде бағалады. Мониторинг жұмыстарын жүргізу үшін Sentinel және Landsat спутниктік деректері және ArcGis бағдарламасы қолданды. Өрт апаттарына дейінгі және кейінгі жағдайларға анализ жасау арқылы облыстың өсімдік жамылғысының өзгерісі мен топырақ күйін бағалады.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарды қанағаттандырады, мамандыққа сәйкес келеді және 98%–ға бағаланады, ал жұмыстың авторы Абдығомар Дариға Төлегенқызы 6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайық деп санаймын.

Жетекші: т.ғ.ж., профессор

 Т.Б. Нурпеисова

« 02 » 06 2025 ж.