

Сагынбаева Айнұр Бағдатқызының
8D08302 – «Орман ресурстары және орман шаруашылығы» білім беру
бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынған
«Қазақстандағы қарағайлы ормандардың жай-күйі мен динамикасының
өзгерістерін зерттеуде ГАЖ технологияларын және аэроғарыштық әдістерді
қолдану («Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваты мысалында)»
тақырыбында орындалған диссертациялық жұмысына

АНДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі: Қазақстандағы қарағайлы ормандардың жай-күйі мен динамикасының өзгерістерін зерттеудің өзектілігі еліміздің экологиялық және экономикалық даму стратегияларымен тікелей байланысты. Бұл зерттеу келесі бағдарламалар мен мемлекеттік бастамаларға сәйкес келеді:

«Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы аясында қарағайлы ормандарды зерттеу барысында ГАЖ технологиялары мен аэроғарыштық әдістерді қолдану Қазақстанның цифрландыру саясатының негізгі бағыттарымен үйлеседі. Бұл технологиялар табиғи ресурстарды басқару жүйесін жаңғыртып, ормандардың жағдайын қадағалау мен басқаруды автоматтандыруға мүмкіндік береді.

«Жасыл Қазақстан» ұлттық жобасы (2021–2025 жж.) орман алқаптарын қалпына келтіруді және табиғи экожүйелерді сақтауды көздейді. Қарағайлы ормандардың жай-күйін аэроғарыштық әдістермен зерттеу орман алқаптарының экологиялық қызметтерін тиімді басқаруға септігін тигізеді.

БҰҰ-ның тұрақты даму мақсаттарын жүзеге асыру тұрғысында ормандарды қорғау мен қалпына келтіру табиғи экожүйелердің тұрақтылығын сақтауға бағытталған. Зерттеу аясында алынған мәліметтер бұл мақсаттарға қол жеткізуге ықпал етеді.

«Қазақстан Республикасының орман шаруашылығын дамыту бағдарламасы (2021–2025 жж.)» аясында ормандарды мониторингілеу мен басқаруда заманауи цифрлық технологияларды қолдану ерекше атап көрсетілген. Зерттеу нәтижелері осы міндеттерді орындауға негіз болады. Қарағайлы ормандардың жай-күйін ГАЖ және аэроғарыштық әдістермен зерттеу Қазақстанның экологиялық және цифрлық трансформация бағдарламаларымен үйлесе отырып, елдің тұрақты дамуын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл зерттеу орман ресурстарын сақтау мен тиімді басқаруға, климаттың өзгеруіне бейімделуге және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға тікелей үлес қосады.

Диссертациялық зерттеудің мақсаты: Қазақстандағы қарағайлы ормандардың жай-күйі мен орман жамылғысының динамикалық өзгерісін ГАЖ технологиялары мен аэроғарыштық әдістерді қолдану арқылы зерттеу («Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваты мысалында).

Зерттеу міндеттер:

- қарағайлы ормандардың жай-күйі мен динамикалық өзгерістерін FCD әдісі бойынша анықтау;
- вегетациялық айырмашылықтың нормаланған индексі (NDVI) қолдану арқылы қарағайлы орман алқаптарындағы өзгерістерді зерттеу;
- зерттеу нәтижелерінің қорытындысы бойынша FCD және NDVI көрсеткіштерін салыстыру;
- «Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваты, Жаңасемей филиалы аумағындағы қарағайлы орман алқаптарының өртке дейінгі, өрттен кейінгі жай-күйін және өрттен кейінгі қайта қалпына келу процесін анықтау.
- Семей орманы резерватының қарағайлы орман жамылғысын «Google earth, global forest watch, GLAD forest alerts» платформалары негізінде динамикалық өзгеріс себептерін талдау.

Зерттеу әдістері: Зерттеу жұмысының әдістемелік негізі ретінде қарағайлы орман жамылғысының динамикалық өзгерістерін бағалау мен талдау үшін заманауи қашықтықтан зондтау әдістері мен ГАЖ технологиялары қолданылды. Нақтырақ айтқанда, төмендегі әдістер бойынша жұмыс жасалынды:

Орман жамылғысының динамикалық өзгерісін бағалау үшін 1990 жылдары A.Rikimaru жапондық аэроғарыштық зерттеулер агенттігінің ғалымдары мен Таиландтың мамандары бірлесіп құрастырған FCD (Forest Canopy Density) әдісі. Бұл әдіс орман жамылғысының кеңістіктік және уақыттық өзгерістерін анықтап, олардың динамикасын сипаттауға мүмкіндік береді. Мақсаты, антропогендік және табиғи факторлардың әсерінен туындаған орман тығыздығындағы өзгерістерді қадағалау және сипаттау.

Қарағайлы орман жамылғысының жай-күйін зерттеу үшін J.W. Rouse негізін қалаған NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) әдісі. NDVI орман жамылғысының жай-күйін бағалауға арналған индекс ретінде пайдаланылды. Мақсаты, өрттен кейінгі орман алқаптарындағы жасыл өсімдіктердің қалпына келу қарқынын сандық тұрғыда бағалау.

Орман өрттерінің әсерін талдау үшін Christopher Key және Nicholas Benson ұсынған NBR (Normalized Burn Ratio) әдісі. NBR әдісі өсімдік және топырақ қабаттарының өртке дейінгі және кейінгі жағдайларын салыстыруға, ормандардың тығыздығын анықтауға негізделген. Мақсаты, өрттің орман жамылғысына тигізген әсерін кеңістіктік және сандық тұрғыда анықтау.

Қашықтықтан зондтау деректерін қолдану. Landsat, Sentinel-2, MODIS сияқты спутниктік платформалардың деректері жоғарыда аталған әдістерді жүзеге асыру үшін пайдаланылды. Мақсаты, орман жамылғысының ұзақ мерзімді динамикасын жоғары дәлдікпен қадағалау, кеңістіктік үлгілер жасау және өзгерістерді уақыт бойынша бақылау.

ГАЖ технологияларын қолдану. Зерттеу нәтижелерін өңдеу, визуализациялау және картографиялау үшін ГАЖ құралдары пайдаланылды. Мақсаты, орман экожүйелерінің өзгерістерін көрнекі түрде көрсету және олардың кеңістіктік сипаттамаларын анықтау.

Ғарыштық платформаларды қолдану. «Global Forest Alerts», «Google Earth», «Global Forest Watch», «EO Browser» платформалары қашықтықтан зондтау деректеріне және ғарыштық мониторинг технологияларына негізделген. Мақсаты, орман экожүйелерінің өзгерістерін жоғары дәлдікпен және жылдам анықтау.

Негізгі ережелері (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа да тұжырымдар):

Қарағайлы ормандардың жай-күйі мен динамикалық өзгерістерін анықтауда ГАЖ технологиялары мен аэроғарыштық әдістерді қолдануды негіздеу:

- ГАЖ технологиялары мен аэроғарыштық әдістер (спутниктік түсірілім) қысқа мерзімде қарағайлы ормандардың жағдайы туралы нақты кеңістіктік деректерді алуға мүмкіндік береді. Мультиспектралдық және гиперспектралдық деректерді орман жамылғысының тығыздығын және деградация процестерін анықтауда тиімді қолдануға болатындығы дәлелденді.

- Қашықтан зондтау және жерүсті зерттеу деректерін біріктіретін FCD моделі негізінде, ормандардағы динамикалық өзгерістерді болжауға мүмкіндік береді. Модель ормандардың деградация қаупін бағалау және қалпына келу дәрежесін анықтауда тиімділігін көрсетті.

Қарағайлы ормандардың жай-күйі мен динамикалық өзгерістерін анықтаудың әдістемелік тәсілдерін жасау:

Қарағайлы ормандардың жай-күйі мен динамикалық өзгерістерін анықтауда кешенді бағалау алгоритмі әзірленіп, орман жамылғысының тығыздық картасы (FCD картасы), NDVI көрсеткішін бағалау картасы жасалынды, ол заманауи ГАЖ бағдарламалары мен аэроғарыштық технологияларды пайдалана отырып, деректерді жинау, өңдеу және талдау кезеңдерін қамтиды. Әдістеменің әмбебаптығы дәлелденіп, Қазақстанның ұқсас табиғи жағдайлары бар басқа орман экожүйелеріне қолдануға болатыны көрсетілді.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы:

- Қарағайлы ормандардың жай-күйі мен өзгеру динамикасын анықтауда орман жамылғысының тығыздық әдісін (Forest Canopy Density – FCD) қолдану барысында, 2008 жылдан 2023 жылға дейін «Семей орманы» МОТР» РММ-нің қарағайлы орман алқаптарының ауданы айтарлықтай өзгергені анықталды. Орман жамылғысының тығыздығы әдісін (Forest Canopy Density, FCD) қолдану Landsat спутниктік суреттерінің деректері негізінде бірнеше индекстер (AVI, BI, SI, TI) бойынша өзгерістер динамикасын анықтауға мүмкіндік берді.

- Өсімдік жамылғысының нормаланған индексі (NDVI) қолдану арқылы «Семей орманы» МОТР» РММ аумағындағы қарағайлы орман алқаптарының өзгерістерін 2008-2023 жылдар аралығында, яғни 15 жыл ішінде «Семей орманы» МОТР» РММ аумағындағы өсімдік жамылғысының оң өзгерісі байқалды. Өсімдіктердің тығыздығы жоғары аумақтардың ұлғаюы және өсімдіксіз жерлердің азаюы экожүйенің қалпына келуін және орман жағдайын жақсарту шараларының тиімділігін дәлелдейді. Бұл нәтижелер ормандарды қорғау және қалпына келтіру жұмыстарын жалғастырудың маңызды екенін, орман алқаптарының тұрақты дамуына ықпал ететінін көрсетеді.

- FCD (Forest Canopy Density) және NDVI (Normalized difference vegetation index) көрсеткіштерін салыстыру барысында NDVI және FCD әдістері — 2008-2023 жылдар аралығындағы қарағайлы орман алқаптарының өзгеруінің ұқсас тенденцияларын көрсетті.

NDVI әдісі үлкен аумақтардағы өсімдік жамылғысының жай-күйінің жалпы көрінісін ұсынады және тек ормандардың ғана емес, сонымен қатар өсімдіктердің басқа түрлерінің де динамикасын бақылауға мүмкіндік береді. Алайда, оның кемшілігі - ағаш жамылғысының тығыздығын дәл бағалауда нақты ақпарат бере алмауында әсіресе тығыз ормандарда. FCD, керісінше, орман алқаптарын бағалауда дәлірек, өйткені ол ағаш жамылғысының тығыздығын талдау үшін арнайы жасалған. Бұл әдіс орман құрылымындағы өзгерістерді жақсырақ көрсетеді. Кемшіл тұстары - басқа өсімдік түрлерін қамтымайды.

- «Семей орманы» МОТР» РММ аумағы Жаңасемей филиалындағы қарағайлы орман алқабының тығыздығын талдау, өрттен кейінгі қалпына келу процесін анықтауда NBR индексін пайдалану арқылы өртке дейінгі (2007 жыл) және өрттен кейінгі (2008 жыл) орман алқабының тығыздығын анықтап, қалпына келу процесіне зерттеу жасалынып, қарағайлы ормандардың қалпына келу процесі айтарлықтай өскені анықталды. Қашықтықтан зондтау деректерімен ГАЗ технологиялары әдістерін пайдалану арқылы зерттеу жұмысы далалық эксперименттермен дәлелденіп өрттен кейінгі қарағайлы ормандардың қалпына келуі біртіндеп, өсімдік тығыздығының жоғарылауымен және өсімдік жамылғысы жоқ аймақтардың азаюымен жүретіндігін растайды.

- Семей орманындағы орман жамылғысының өзгеру динамикасы мен себептерін талдауда «Google earth, Global forest watch (GFW), Global land cover» платформаларын қолдану арқылы орман жамылғысының өзгеру үрдісі ғарыштық деректер арқылы зерттеліп орман жамылғысының жойылу себептері, қалпына келу жағдайы анықталды.

Тығыз орман жамылғысы батыс және оңтүстік аймақтарда сирек кездесетіні, Орман тығыздығының төмендеуі және сирек аймақтардың артуы, әсіресе Семей орманының оңтүстік-шығысында, орман жамылғысының нашарлағанын айқындады.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығының негіздемесі:

«Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваты аумағындағы орман алқаптарының жағдайын зерттеуде қашықтықтан зондтау және ГАЗ технологиялары әдістерін қолдану принциптері алғаш рет негізделгендігінде.

«Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваты аумағындағы қарағайлы ормандардың жағдайының соңғы он бес жылдық өзгерістерін талдап табиғи және антропогендік факторлардың, оның ішінде өрттердің, заңсыз ағаш кесудің әсерінен қарағай ормандарының құрылымындағы сандық және сапалық өзгерістер анықталды.

FCD әдісін «Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваты аумағында алғаш рет қолданып орман жамылғысының соңғы 15 жыл ішіндегі өзгеру динамикасы анықталынды, «Семей орманы» МОТР» РММ-нің орман жамылғысының өзгеру динамикасы бойынша FCD картасы құрастырылды.

Өрт болған аумақтардағы орман жамылғысының қалпына келу процесіне индекс NDVI, NBR арқылы бақылау жасалынды. Орман жамылғысының жыл бойынша қалпына келу процесі анықталып, орман жамылғысының NDVI көрсеткішін талдау бойынша карта әзірленді.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: Қазақстандағы қарағайлы ормандардың жай-күйі мен динамикасының өзгерістерін зерттеуде ГАЖ технологиялары мен аэроғарыштық әдістерді қолдану тақырыбы бірнеше мемлекеттік бағдарламалар мен стратегиялық құжаттарға сәйкес келеді. Бұл бағыт экологиялық тұрақтылықты, орман ресурстарын басқаруды және қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз ету мақсатындағы елдің басымдықтарына сай келеді, нақтырақ айтқанда:

- «Қазақстан Республикасының 2060 жылға дейін көміртегі бейтараптығына қол жеткізу стратегиясы» Орман алқаптарын қалпына келтіру және кеңейту, сондай-ақ ормандарды бақылау арқылы көміртегі сіңіру әлеуетін арттыру стратегияның маңызды бағыты болып табылады. Қарағайлы ормандардың жай-күйін ГАЖ және аэроғарыштық әдістер арқылы зерттеу көміртегі айналымын бағалауға және экожүйелерді сақтауға үлес қосады.

- «Қазақстан Республикасының 2021–2025 жылдарға арналған орман шаруашылығын дамыту бағдарламасы». Бағдарламада ормандарды цифрландыру, мониторинг жүргізу және алдыңғы қатарлы технологияларды енгізу мәселелері қамтылған. ГАЖ және аэроғарыштық әдістер ормандарды басқаруда инновациялық құралдар ретінде маңызды рөл атқарады.

- «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы. Орман ресурстарын басқаруда цифрлық технологияларды қолдану осы бағдарламаның «Экономиканың цифрландырылуы» және «Цифрлық экожүйе» бағыттарына сәйкес келеді. ГАЖ технологиялары мен аэроғарыштық әдістер нақты деректерді жинақтап, талдауға, сондай-ақ мониторинг жүйесін жетілдіруге мүмкіндік береді.

Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы: Диссертациялық жұмыс аясында ізденуші зерттеу нәтижелерін алуға оны талдауға, қорытындылар жасауға тікелей қатынасты. Сонымен қатар автор зерттеу нәтижелерін отандық және шетелдік жарияланымдарға шығаруға араласты.

Ғылыми-зерттеу жұмысының қорытынды мәліметтері бойынша 10 мақала жарияланды, оның ішінде Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда – 4 мақада, Scopus деректер базасында – 1 мақала. Халықаралық және Республикалық деңгейде өткізілген ғылыми конференцияларда - 5 мақала жарияланды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі: Диссертациялық жұмыс құрылымы 4 негізгі бөлімнен, қорытындыдан, сондай-ақ пайдаланылған әдебиеттер тізімінен құралған, әдеби тізімдер саны 165 бірлікті құрайды. Зерттеу нәтижелерінің негізділігін көрсету мақсатында жұмыс құрылымында 62 сурет, 32 кесте және 4 қосымша мағлұматтар ұсынылған.