



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

GÜMÜŞHANE – KELKİT YÖRESİ YÜKSEK DAĞ EKOSİSTEMİ
AĞAÇLANDIRMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK
İLKELERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARI
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

NAZLI AK TÜTÜNCÜ

DANIŞMAN

PROF. DR. HALİL BARIŞ ÖZEL

BARTIN-2025



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÜMÜŞHANE – KELKİT YÖRESİ YÜKSEK DAĞ EKOSİSTEMİ
AĞAÇLANDIRMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK İLKELERİ VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARI KULLANILARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Nazlı AK TÜTÜNCÜ

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Üye : Prof. Dr. Nebi BİLİR
Üye : Prof. Dr. Tuğrul VAROL
Üye : Prof. Dr. Hakan ŞEVİK
Üye : Doç. Dr. Şahin PALTA

BARTIN-2025

KABUL VE ONAY



BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL danışmanlığında hazırlamış olduğum “GÜMÜŞHANE – KELKİT YÖRESİ YÜKSEK DAĞ EKOSİSTEMİ AĞAÇLANDIRMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK İLKELERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARI KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı doktora tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

17.01.2025

Nazlı AK TÜTÜNCÜ

ÖN SÖZ

Tez çalışmamda yakın ilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan sayın hocam Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında bilgisi ve yönlendirmeleriyle yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Nebi BİLİR ve Prof. Dr. Tuğrul VAROL hocalarıma katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Bununla birlikte değerli bilimsel önerileri doktora çalışmama katkı sağlayan değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Hakan ŞEVİK'e ve sayın Doç. Dr. Şahin PALTA'ya şükranlarımı sunarım.

Analizlerimin yapılmasında yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Fahrettin ATAR' a teşekkürü borç bilirim. Ayrıca sayısal haritaların oluşturulmasında bana yol gösteren Arş. Gör. Gizem MISIRLIOĞLU'na ve Orman Yüksek Mühendisi Sümeyye GÜLER'e teşekkürü bir borç bilirim. Arazi çalışmalarım başta olmak üzere tezimin her aşamasında yardımlarını ve desteğini gördüğüm sevgili arkadaşım Orman Yüksek Mühendisi Güllizar ÖZYURT'a teşekkür ederim. Arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde destek olan Kelkit Orman İşletme Şefliği, Şiran Orman İşletme Şefliği ve Bayburt Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim. Arazi ve büro çalışmalarım boyunca benden yardım ve desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Öğr. Gör. Mehmet TÜTÜNCÜ' ye şükranlarımı sunuyorum. Hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen, hep yol gösterici olan, kızları olmaktan gurur duyduğum, merhum babam Niyazi AK'a ve sevgili annem Sultan AK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Maddi ve manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen sevgili ablam Aslı AK KOCADAĞ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'in danışmanlığında hazırlanan "Gümüşhane – Kelkit Yöresi Yüksek Dağ Ekosistemi Ağaçlandırmalarının Sürdürülebilir Ormancılık İlkeleri ve İklim Değişikliği Senaryoları Kullanılarak Değerlendirilmesi" isimli bu doktora tezi YÖK 100/2000 Sürdürülebilir Ormancılık Doktor Burs Programı kapsamında Yükseköğretim Kurumu tarafından desteklenmiştir.

Nazlı AK TÜTÜNCÜ

ÖZET

Doktora Tezi

GÜMÜŞHANE – KELKİT YÖRESİ YÜKSEK DAĞ EKOSİSTEMİ AĞAÇLANDIRMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK İLKELERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARI KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Nazlı AK TÜTÜNCÜ

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2025, sayfa: 121

Yüksek dağ ekosistemleri kendine özgü karakteristik özellikleri ile korunması gereken özel oluşumlardır. Bu oluşumların içinde subalpin, montan ve submontan kuşaklarda yer alan yüksek dağ orman ekosistemleri de yer almaktadır. Çığ, heyelan, erozyon, sel ve taşkın gibi önemli doğal olaylarının olumsuz etkilerinden daha alt yükselti kademelerinde bulunan tarım ve yerleşim alanlarının etkilenmemesi için yüksek dağ orman kuşaklarının korunması önem arz etmektedir. Bu ormanlar aynı zamanda tatlı su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından da büyük bir öneme sahiptir. Doktora tez çalışması olarak hazırlanan bu araştırma kapsamında Gümüşhane ve Bayburt illerinin sınırları içinde kalan ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ile tesis edilen yüksek dağ kuşağı ağaçlandırma çalışmalarının gelişim performansı ve adaptasyon durumları incelenmiş aynı zamanda bu kuşakta iklim değişikliği senaryoları uygulanarak 2060 ve 2100 yıllarında meydana gelebilecek ekosistem değişiklikleri analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre 2017 ve 2019 yıllarında Bayburt, Kelkit ve Şiran mıntıkalarında tesis edilen sarıçam ağaçlandırmalarında büyüme performansı bulundukları ekstrem ekolojik koşullar dikkate alındığında memnuniyet verici düzeyde bulunmuştur. Yine aynı ağaçlandırma alanlarında 2019 ve 2020 yıllarında belirlenen ortalama yaşama yüzdesi değerlerinin %78 ve %65 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Yine çalışma kapsamında uygulanan iklim değişikliği senaryolarının sonuçlarına göre araştırma alanında SSPs 245 sürecine göre

2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 284 ha yarı kurak alanlar, 7401 ha kurak alanlara, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 1818 ha'a ve kurak alanlar 8742 ha'a çıkması ve dönüşmesi beklenmektedir. SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 880ha'a, kurak alanlar 9370 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 8202ha'a ve kurak alanlar 11280 ha'a çıkması öngörülmektedir. Bu kapsamda yöredeki küresel ısınma etkilerinin sebep olduğu vejetasyon değişimleri yakından izlenmeli, doğal gen kaynakları korunmalı, ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacak tür ve orijinlerin doğru belirlenmesi için genetik test programları uygulamaya geçirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, iklim değişikliği, orijin, sarıçam, yüksek dağ ekosistemi,

Bilim Alanı Kodu: 120517

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EVALUATION OF AFFORESTATION IN THE HIGH MOUNTAIN ECOSYSTEM OF THE GÜMÜŞHANE-KELKİT REGION USING SUSTAINABLE FORESTRY PRINCIPLES AND CLIMATE CHANGE SCENARIOS

Nazlı AK TÜTÜNCÜ

Bartın University

Graduate School

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2025, pp: 121

High mountain ecosystems are special formations that need to be protected with their unique characteristics. High mountain forest ecosystems located in subalpine, montane and submontane zones are also included in these formations. It is important to protect high mountain forest zones in order to prevent the negative effects of important natural events such as avalanches, landslides, erosion, floods and inundations on agricultural and residential areas located at lower altitudes. These forests also have great importance in terms of sustainable management of freshwater resources. Within the scope of this research prepared as a doctoral thesis, the development performance and adaptation status of high mountain zone afforestation studies established with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) within the borders of Gümüşhane and Bayburt provinces were examined and at the same time, the ecosystem changes that may occur in this zone in 2060 and 2100 were analyzed by applying climate change scenarios. According to the findings obtained from the research, the growth performance of Scots pine afforestations established in Bayburt, Kelkit and Şiran regions in 2017 and 2019 was found to be at a satisfactory level considering the extreme ecological conditions they are in. Again, it was

determined that the average survival percentage values determined in the same afforestation areas in 2019 and 2020 were at the level of 78% and 65%. Again, according to the results of the climate change scenarios applied within the scope of the study, according to the SSPs 245 process, it is expected that the areas with semiarid characteristics in the research area will increase and transform to 284 ha semiarid areas and 7401 ha arid areas in 2060, and according to the same scenario, semiarid areas will increase to 1818 ha and arid areas will increase to 8742 ha in 2100. According to the SSPs 585 scenario, it is predicted that semiarid areas will increase to 880 ha and arid areas to 9370 ha in 2060, and semiarid areas to 8202 ha and arid areas to 11280 ha in 2100 according to the same scenario. In this context, vegetation changes caused by global warming effects in the region should be closely monitored, natural genetic resources should be protected, and genetic testing programs should be implemented to correctly determine the species and origins to be used in afforestation studies.

Keywords: Afforestation, climate change, high mountain ecosystem, origin, Scots pine

Scientific Field Code: 120517

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	ii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR.....	xvii
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yüksek Dağ Ormanı Kavramı.....	3
1.3. Yüksek Dağ Ormanı Ekosistemi	5
1.4. Yüksek Dağlık Alanlardaki Ormanların İklim Değişikliği İlişkisi	9
1.5. Yüksek Dağ Ormanlarında Ağaçlandırma Çalışmaları	11
1.5.1 Yüksek Dağ Ormanı Basamağındaki Ağaç Türleri ve Karışımları.....	11
1.5.2 Yüksek Dağ Ormanlarında Ağaçlandırma Çalışmalarının Önemi	12
1.5.3 Yüksek Dağ Ormanı Ağaçlandırma Tekniği.....	13
1.5.3.1 Ağaçlandırma Sınırlarının Belirlenmesi ve Ağaç Türü Seçimi	14
1.5.3.2 Uygun Orijin Kullanımı	15
1.5.3.3 Fidanlık ve Fidan Üretimi	16
1.5.3.4 Dikim Şekli ve Ekim	17
1.6. Çalışma Alanlarının Genel Tanıtımı.....	19
1.7. Araştırmanın Amacı	20
2. LİTERATÜR ÖZETİ	22

3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. Materyal.....	25
3.1.1 Araştırma Alanlarının Genel Tanıtımı ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri.....	25
3.1.1.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı	52
3.1.1.2 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri	60
3.1.1.3 Genel İklim Özellikleri	63
3.1.2 Araştırma Alanlarının Flora ve Meşcere Özellikleri.....	70
3.2. Metot	72
3.2.1 Örnek Alanların Belirlenmesi.....	72
3.2.2 Fidanların Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	72
3.2.3 İstatiksel Analizler	75
3.2.4 İklim Değişikliği Senaryoları ve Uygulamaları.....	75
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	76
4.1. 2019 Yılı Ağaçlandırma Alanlarına Ait Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma	76
4.1.1 Fidan Boyuna (FB) İlişkin Bulgular ve Tartışma	76
4.1.2 Kök Boğaz Çapına (KBC) İlişkin Bulgular ve Tartışma	78
4.1.3 Tepe Sürgün Boyuna (TSB) İlişkin Bulgular ve Tartışma	79
4.1.4 Doğu Dal Uzunluğuna (DDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	80
4.1.5 Batı Dal Uzunluğuna (BDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	81
4.1.6 Kuzey Dal Uzunluğuna (KDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	83
4.1.7 Güney Dal Uzunluğuna (GDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma	84
4.1.8 Yan Dal Sayısına (YDS) İlişkin Bulgular ve Tartışma	85
4.2. 2017 Yılı Ağaçlandırma Alanlarına Ait Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma	87
4.2.1 Fidan Boyuna (FB) İlişkin Bulgular ve Tartışma	87
4.2.2 Kök Boğaz Çapı (KBC) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	89
4.2.3 Tepe Sürgün Boyuna (TSB) İlişkin Bulgular ve Tartışma	90

4.2.4 Doğu Dal Uzunluğuna (DDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	92
4.2.5 Batı Dal Uzunluğuna (BDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	93
4.2.6 Kuzey Dal Uzunluğuna (KDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	94
4.2.7 Güney Dal Uzunluğuna (GDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma	96
4.2.8 Yan Dal Sayısına (YDS) İlişkin Bulgular ve Tartışma	97
4.3. Yaşama Yüzdesine Ait Bulgular ve Tartışma	98
4.4. İklim Değişikliği Modellerine İlişkin Bulgular ve Tartışma	101
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	110
KAYNAKLAR.....	112
ÖZGEÇMİŞ	121

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1. Yüksek dağ ormanı basamağının genel yükselti sınırları	5
1.2. Kelkit-Şiran çalışma alanı sınırları.....	20
3.1. Kelkit çalışma alanından genel görünüm	25
3.2. Şiran çalışma alanından genel görünüm.....	26
3.3. Bayburt çalışma alanından genel görünüm	26
3.4. Ernek yaylası ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	28
3.5. Ernek yaylası ağaçlandırma alanına ait 2020 yılı Google Earth görüntüsü	29
3.6. Ernek yaylası ağaçlandırma alanı genel görüntüsü	30
3.7. Babakonağı ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	31
3.8. Babakonağı ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü	31
3.9. Babakonağı yaylası ağaçlandırma alanı genel görüntüsü	32
3.10. 143 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	33
3.11. 143 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü	34
3.12. 143 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	34
3.13. 144 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	35
3.14. 144 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2020 yılı Google Earth görüntüsü	36
3.15. 144 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	36
3.16. 146 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	37
3.17. 146 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2020 yılı Google Earth görüntüsü	38
3.18. 146 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	39
3.19. 178 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	40
3.20. 178 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü	40
3.21. 178 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	41
3.22. 182 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	42
3.23. 182 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü	43
3.24. 182 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	44
3.25. 211 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 Yılı Google Earth görüntüsü	45
3.26. 211 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2021 yılı Google Earth görüntüsü	45
3.27. 211 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	46
3.28. 214 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	47
3.29. 214 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü	48

3.30. 214 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	49
3.31. 243 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü	50
3.32. 243 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü	51
3.33. 243 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü.....	52
3.34. Bayburt-Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü sınırları	52
3.35. Gümüşhane ili çalışma alanının yükselti basamakları haritası.....	54
3.36. Gümüşhane ili çalışma alanı eğim haritası.....	55
3.37. Gümüşhane ili çalışma alanı bakı haritası	56
3.38. Bayburt ili çalışma alanı yükselti basamakları haritası	57
3.39. Bayburt ili çalışma alanı eğim haritası	58
3.40. Bayburt ili çalışma alanı eğim haritası	59
3.41. Gümüşhane İli jeoloji haritası	61
3.42. Bayburt ili jeoloji haritası	62
3.43. Türkiye Flora Bölgeleri	70
3.44. Fidan boy ve kök boğaz çapı ölçümü.....	73
3.45. Örnek alan alımı	74
3.46. En uzun dal uzunluğu ve tepe sürgün boyu ölçümü.....	74
4.1. Ağaçlandırma alanlarının günümüz sıcaklık haritası	102
4.2. Ağaçlandırma alanlarının günümüz yağış haritası	103
4.3. Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu.....	104
4.4. Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu.....	104
4.5. Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu.....	105
4.6. Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı yağış durumu.....	105
4.7. Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu.....	106
4.8. Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu.....	107
4.9. Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu.....	107
4.10. Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılı yağış durumu.....	108

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
3.1. Ernek yaylası ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	28
3.2. Ernek yaylası ağaçlandırma alanının örnek alanlarına ait genel bilgiler.....	29
3.3. Babakonağı yaylası ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	30
3.4. Babakonağı yaylası ağaçlandırma alanının örnek alanlarına ait genel bilgiler	32
3.5. 143'nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	33
3.6. 143 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	34
3.7. 144 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	35
3.8. 144 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	36
3.9. 146 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	37
3.10. 146 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	38
3.11. 178 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	39
3.12. 178 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	41
3.13. 182 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	42
3.14. 182 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	43
3.15. 211 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	44
3.16. 211 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	46
3.17. 214 nolu ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler.....	47
3.18. 214 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	48
3.19. 243 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler	50
3.20. 243 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler	51
3.21. Araştırma alanının sıcaklık değerleri (Kelkit Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)	64
3.22. Araştırma alanının nem ve yağış dağılım bilgileri (Kelkit Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre).....	65
3.23. Araştırma alanının aylık ortalama rüzgâr hızı (Kelkit Meteoroloji İstasyonunun son 11 yıllık sonuçlarına göre)	66
3.24. Araştırma alanının sıcaklık değerleri (Şiran Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre).....	66
3.25. Araştırma alanının nem ve yağış dağılım bilgileri (Şiran Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre).....	67

3.26. Araştırma alanının aylık ortalama rüzgâr hızı (Şiran Meteoroloji İstasyonunun son 11 yıllık sonuçlarına göre).	67
3.27. Araştırma alanının sıcaklık değerleri (Bayburt Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)	68
3.28. Araştırma alanının nem ve yağış dağılım bilgileri (Bayburt Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)	69
3.29. Araştırma alanının aylık ortalama rüzgâr hızı (Bayburt Meteoroloji İstasyonunun son 11 yıllık sonuçlarına göre).	70
3.30. Örnek alanlardaki bireylerin morfolojik özelliklerini saptamak için kullanılan arazi alım karnesi	73
4.1. Dört yaşındaki fidan boylarına ilişkin sonuçlar	76
4.2. Dört yaşındaki fidan boyuna ilişkin varyans analizi sonucu	77
4.3. Dört yaşındaki fidan boylarına ait Duncan testi sonuçları	77
4.4. Dört yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ilişkin sonuçlar	78
4.5. Dört yaşındaki fidan kök boğaz çapına ilişkin varyans analizi sonucu	79
4.6. Dört yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ait Duncan testi sonuçları	79
4.7. Dört yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ilişkin sonuçlar	79
4.8. Dört yaşındaki fidan tepe sürgün boyuna ilişkin varyans analizi sonucu	80
4.9. Dört yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ait Duncan testi sonuçları	80
4.10. Dört yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar	80
4.11. Dört yaşındaki fidan doğu dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu	81
4.12. Dört yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları	81
4.13. Dört yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar	82
4.14. Dört yaşındaki fidan batı dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu	82
4.15. Dört yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları	83
4.16. Dört yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar	83
4.17. Dört yaşındaki fidan kuzey dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu	84
4.18. Dört yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları	84
4.19. Dört yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar	84
4.20. Dört yaşındaki fidan güney dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu	85
4.21. Dört yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları	85
4.22. Dört yaşındaki fidan yan dal sayılarına ilişkin sonuçlar	86
4.23. Dört yaşındaki fidan yan dal sayısına ilişkin varyans analizi sonucu	86
4.24. Dört yaşındaki fidan yan dal sayılarına ait Duncan testi sonuçları	87

4.25. Altı yaşındaki fidan boylarına ilişkin sonuçlar.....	87
4.26. Altı yaşındaki fidan boyuna ilişkin varyans analizi sonucu.....	88
4.27. Altı yaşındaki fidan boylarına ait Duncan testi sonuçları	88
4.28. Altı yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ilişkin sonuçlar	89
4.29. Altı yaşındaki fidan kök boğaz çapına ilişkin varyans analizi sonucu.....	90
4.30. Altı yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ait Duncan testi sonuçları	90
4.31. Altı yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ilişkin sonuçlar	91
4.32. Altı yaşındaki fidan tepe sürgün boyuna ilişkin varyans analizi sonucu	91
4.33. Altı yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ait Duncan testi sonuçları.....	92
4.34. Altı yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar.....	92
4.35. Altı yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ilişkin varyans analizi sonucu.....	93
4.36. Altı yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları.....	93
4.37. Altı yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar.....	93
4.38. Altı yaşındaki fidan batı dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu	94
4.39. Altı yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları.....	94
4.40. Altı yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar	95
4.41. Altı yaşındaki fidan kuzey dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu.....	95
4.42. Altı yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları	96
4.43. Altı yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar	96
4.44. Altı yaşındaki fidan güney dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu	97
4.45. Altı yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları.....	97
4.46. Altı yaşındaki fidan yan dal sayılarına ilişkin sonuçlar	97
4.47. Altı yaşındaki fidan yan dal sayısına ilişkin varyans analizi sonucu	98
4.48. Altı yaşındaki fidan yan dal sayılarına ait Duncan testi sonuçları	98
4.49. 2019 ağaçlandırma yılına ait Gümüşhane – Bayburt alanlarının yaşama yüzdeleri	100
4.50. 2020 ağaçlandırma yılına ait Gümüşhane – Bayburt alanlarının yaşama yüzdeleri	100
4.51. İklim değişikliği senaryolarına göre araştırma alanındaki değişim	108

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: hektar
mm	: milimetre
m	: metre
cm	: santimetre
m ²	: metrekare
m/sn	: metre bölü saniye

KISALTMALAR

No	: Numara
ANOVA	: Analysis of Variance
FB	: Fidan Boyu
KBÇ	: Kök Boğaz Çapı
TSB	: Tepe Sürgün Boyu
DU.D	: Doğu Dal Uzunluğu
DU.B	: Batı Dal Uzunluğu
DU.K	: Kuzey Dal Uzunluğu
DU.G	: Güney Dal Uzunluğu
YDS	: Yan Dal Sayısı



1. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde, iklim değişikliği kavramı, bu değişikliğin sebepleri ve sonuçları, orman ekosistemleri üzerindeki etkileri ve sürdürülebilir orman yönetiminin iklim değişikliğiyle mücadeledeki önemi ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

1.1. Giriş

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, iklim değişikliğini, “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde doğal yollarla meydana gelen iklimsel değişimlere ek olarak, insan faaliyetlerinin küresel atmosferin bileşimini doğrudan veya dolaylı şekilde bozması sonucunda oluşan değişiklikler” şeklinde tanımlamaktadır. İnsan kaynaklı iklim değişikliğine neden olan temel unsurlar arasında, hızla artan insan faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonların etkisiyle atmosferde biriken ve yüksek küresel ısınma potansiyeline sahip sera gazları (örneğin, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O)), aerosoller ve ozon tabakasını incelten maddeler yer almaktadır. Ayrıca, arazi kullanımındaki değişiklikler, ormansızlaşma ve çeşitli ölçeklerde gerçekleşen çevresel bozulmalar da iklim değişikliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. (Türkeş, 2022). Sıcaklığın artması ve havadaki nemin azalması ile ormanlar daha yüksek yangın riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Yangınlarda çok değerli gen kaynakları ile birlikte orman ekosistemini oluşturan bireylerin tamamı olumsuz etkilenmekte veya yok olmaktadır. İklim değişikliği ile birlikte orman alanlarında görülen yangın sıklığı ve yangın etkisi gün geçtikçe daha da artmaktadır. Orman Genel Müdürlüğünün 1988-2021 yılları resmi istatistiklerine göre orman yangınlarında son zamanlarda artışların olduğu, 2021 yılında Türkiye’de 2793 yangın olayından 139503 hektar orman alanının zarar gördüğü belirtilmiştir. Son yıllarda meydana gelen iklim değişikliğine bağlı olarak bütün dünyada yangın sayısında artış görülmüştür (Güner, 2023). Aynı zamanda iklim değişikliği fotosentez veya su iletimi gibi fizyolojik süreçler üzerindeki söz konusu bozucu etkileri ve böceklerin saldırısı gibi dolaylı ölüm nedenlerini teşvik ederek ağaçları olumsuz önde etkilemektedir. Bununla birlikte, süregelen küresel ısınma, aralıklı kuraklıklar, sıcak hava dalgaları ve buna bağlı olarak artan buhar basıncı açığıyla birlikte hem kronik hem de akut stres düzeylerinin yükselmesine de neden olmakta ve bu durum dünyanın geniş ormanlık alanlarında ağaç ölümlerine yol açmaktadır (Dai, 2013; Breshears vd., 2013; Çalışkan vd., 2023). Karbon emisyonu ve iklim değişikliği etkilerinin yoğunlukla gündemde olduğu son yıllarda, yüksek CO₂ ve sıcaklığın

tohum kalitesine etkileri, üzerinde sıkça durulan bir konudur. Bu bağlamda; Hampton vd. (2013) araştırmalarında, iklim değişikliğinin tohum üzerindeki etkilerinin tohum ağırlığı, çimlenme ve canlılık özelliklerindeki azalma ile ortaya çıktığını belirtmektedir. Ağaçların üremesini etkileyen iklim değişikliği, tür dağılımını azaltarak ve yeni habitatlar oluşturarak uzun vadede farklı sonuçlar doğurabilmektedir (Dyderski vd., 2018; Ayan ve Akın, 2023). İklimin doğrudan ve dolaylı olarak tesir ettiği birçok durum, özellikle meşcere yapısını ve biyolojisini etkilemekle kalmamakta, orman varlığına ve dağılımına da tesir etmektedir. Yapılan alışmalar, sıcaklık ve kuraklık stresine maruz kalan türlerin, yayılışını yatayda daha kuzey enlemlere, dikeyde ise daha yüksek rakımlara taşıma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ancak, yayılışını iklimin hızlı değişimine adapte edemeyen türlerin varlıkları veya bazı popülasyonları yok olmakta ve akabinde ormansızlaşmanın artacağı bilinmektedir (Genç vd., 2023).

İklim değişiklikleri karşısında bitkilerin  seçeneği vardır. Uyum sağlamak, göç etmek veya nesli tükenmek. Adaptasyon tamamen mümkün olsa da, genellikle uzun zaman alır. Kısa vadede, çoğu popülasyonun g etmesi veya neslinin tükenmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, mevcut ve gelecekteki iklim değişikliği hızının kaçınılmaz olduğu ve türlerin g kapasitelerini daha da zorlaması beklenmektedir (Lopez–Tirado vd., 2023).

Ormanlar hem iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasında hem de iklim değişikliğine karşı mücadele edilmesinde çok önemli rol oynar. Bir yandan yeryüzündeki karbonu tutan önemli bir kaynaktır, diğer yandan da atmosferdeki sera gazlarının tutulmasında rol alan önemli bir yutaktır (Magnani vd., 2007). Bu nedenle “sürdürülebilir orman yönetimi” iklim değişikliği ile mücadelede en önemli stratejilerden birisi olarak ele alınmaktadır. Ağaçlandırma faaliyetleri, farklı silvikültürel seçenekler arasından iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına ve sürdürülebilir orman yönetimine önemli katkılar sağlamaktadır. Ağaçlandırma çeşitlerinden bir tanesi de yüksek dağ ekosistemi ağalandırmalarıdır. Yüksek dağ ormanları çığ düşmesi, enkaz yuvarlanmaları, erozyon, sel heyelan, çığ düşmesi gibi doğal afetlere karşı etkin bir rol oynamaktadır.

Bu alışmada, Gümüşhane–Bayburt yöresi yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırmaları değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırmalarında uygulanabilecek silvikültürel işlemler ve ağaçlandırmaların yapıları hakkında yorumlar yapılmıştır.

1.2. Yüksek Dağ Ormanı Kavramı

Yüksek dağ ormanı kavramından, yüksek dağ ormanı basamağında (yüksek montan ile alçak subalpin yükselti basamağı arasındaki geçiş alanından alpin yükselti basamağının altına kadar olan alan) yer alan kendisine özgü biyolojik, fizyolojik, sosyolojik ve yetiştirme ortamı özelliklerine sahip ekstrem yaşama ve var olma koşulları altında yaşamını sürdürülebilen, tahriplere karşı çok belirgin tepki gösteren ormanlar anlaşılır (Çolak ve Pitterle 1999). Kendine has özellikleri nedeniyle ekstrem yetiştirme ortamlarını bünyesinde barındıran yüksek dağ ormanı basamağındaki ormanlara ormancılık faaliyetleri açısından farklı bir gözle bakmak gerekmektedir. Son derece hassas bir ekosistem olan ve çok kısa mesafelerde bile çok değişken mikro iklim tiplerini barındırabilen subalpin basamakta yer alan ormanı ve onun yaşam koşullarını anlayabilmek için, özellikle orman sınırının bilinmesi çok önemlidir (Yücesan vd., 2014).

Nem ve sıcaklık orman sınırını belirleyen faktörlerin başında gelmektedir. Ekstrem toprak şartları (tuzlu topraklar, kum ve çakıl tabakaları ve turbalıklar) ve iklim elemanlarından devamlı ve şiddetli rüzgarlar ağaçların gelişimlerine engel olan ve ekolojik sınırı belirleyen ikinci önemli faktördür (Saatçioğlu, 1976; Kreeb, 1983). Bu sınır hareketli yapıya sahiptir. Bu durumda denizlerden dağlara doğru gidildikçe meydana gelen alp ya da dağ sınırı, kutuplara doğru gidildikçe meydana gelen ormanın polar sınırı ve steplere doğru geçişte meydana gelen step orman sınırı olmak üzere üç farklı doğal orman sınırı kavramı meydana gelmektedir (Yücesan vd., 2014).

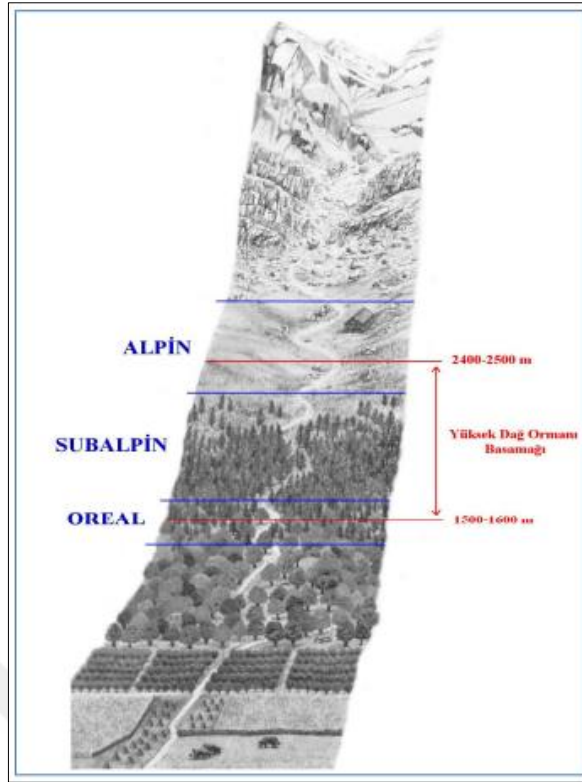
Doğada ormanın aniden yok olduğu nadir görülmektedir genel bir geçiş kuşağı vardır. Genellikle ormandan alp ve polar zonlara geçerken ilk olarak ormanın kapallılığının bozulduğu ve daha ileride ağaç boylarının kısaldığı görülür. Tahrip görmeyen sınırlarda bu olay tipiktir. Bu kuşakta “orman sınırı”, “ağaç sınırı” ve “kötürüm ağaç sınırı” olmak üzere üç sınır ayırt edilmekte ve orman sınırı ile ağaç sınırı arasında kalan kısma “savaş zone” denilmektedir (Saatçioğlu, 1976). Schröter (1926), Rubner (1960), Holtmeier (1967) ve Çolak ve Pitterle (1999)’e atfen orman sınırını, gruptan kümeye kadar yeterli en küçük alana sahip ve bir orman iklimi meydana getirecek derecede kapalı, orman niteliklerini gösteren orman meşcerelerinin veya ormanların üst sınırı olarak ifade etmektedir. Başka bir ifadeye göre orman sınırı kapalı ormandan açık alandaki çalı ve otsu bitkilere geçişin olduğu kapallılığın kırıldığı sınır olarak tanımlanmaktadır (Kreeb, 1983).

Orman sınırının yükseltisi dağlardaki iklim özelliğiyle (deniz veya kara iklimi) ilişkilidir. Orman sınırı karasal iklimin hakim olduğu yerlerde deniz iklimine sahip olan yerlerden daha yüksektir. Örneğin; karasal iklimin hakim olduğu Sarıkamış'ta orman sınırı 2600 metre rakımda iken denizel iklime sahip olan Doğu Karadeniz bölgesinde ise orman Alp sınırı 2000 metre rakıma düşmektedir. Bu durum nedeni olarak deniz ikliminin olduğu yerlerde yaz sıcaklığının az olması, karasal iklime sahip yerlerin yaz sıcaklığının fazla olmasıdır. Yaz sıcaklığı ağaç gelişimi üzerinde olumlu etki yapmaktadır ve orman sınırı karasal iklimin etkili olduğu yerlerde daha yukarılara çıkmaktadır (Yücesan vd., 2014).

Bugün Alpler' deki gerçek ağaç sınırının ana etkeni insandır (yakacak odun ihtiyacı ve büyükbaş hayvancılığı için ulaşabileceği en büyük alandan yararlanmak) (Çolak ve Pitterle, 1999). Bu sebepten dolayı ağaçların alt kısmı daha geniş ve üst kısmı dar olup genellikle silindirik gövde yapısı göstermezler (Walter ve Breckle, 1983).

Doğal orman sınırı Alpler 'in kenar kısımlarında 1800-2000, Orta Alpler 'de yaklaşık 2000 metre yüksekliktedir. Fakat ormandaki odun üretimi, kökleme, olatma orman sınırını birkaç yüz metre aşağıya itmiştir.

Bu durum ülkemiz yüksek dağlık alanlarında da meydana gelmektedir. Antropojen etkilere bağlı olarak, başta Doğu Karadeniz Bölgesi olmak üzere, ülkemizin diğer bölgelerinde de orman sınırının yükseltisinin değiştiğini görmek mümkündür (Şekil 1.1) (Yücesan vd., 2014).



Şekil 1.1: Yüksek dağ ormanı basamağının genel yükselti sınırları (Sağ, 2002; Şen, 2011)

1.3. Yüksek Dağ Ormanı Ekosistemi

Yüksek dağlık alanlar artan yükseklikle birlikte ekstrem iklim koşulları gösterir. Orman sınırına doğru yaklaştıkça sert ve orman için uygun olmayan çevre koşulları söz konusudur. Dağlık alanlardaki vejetasyon basamakları da doğrudan iklim etkilerine dayanır. Bir yüksek dağlık alanda bulunan farklı meteoroloji istasyonlarının iklim verileri karşılaştırıldığında değişimlerin yalnızca yükseltiyle olmadığı aynı zamanda dağ sistemi içindeki yerin jeolojik konumunun da önemli olduğu görülür. Ayrıca hava akımları, rölyef, bakı ve diğer etkenler etkilidir. Yüksek dağlık alanlarda küçük alanlar içerisince iklim, çok kuvvetli derecede farklılıklar gösterir. Yetiştirme ortamı etkenleri belirtilirken bunların karşılıklı ilişkilerinden oluşan etkenler kompleksinin de dikkate alınması elzemdir (Çolak ve Pitterle, 1999).

Güneş ışınlamı, dağlık bölgelerde düşük rakımlı alanlara kıyasla oldukça güçlüdür ve 1800 metrenin üzerindeki yükseltilerde deniz seviyesine oranla yaklaşık iki kat daha fazladır. Özellikle güneş alan yamaçlarda, yoğun güneş ışınlamı, genç fidanlarda aşırı ısınmaya bağlı hasarlara yol açmaktadır. Yüksek sıcaklık etkisi sonucunda koyu renkli bir ölü örtü tabakası (iğne yaprak örtüsü) oluşumu gözlenmektedir. Aşırı ısınma tehlikesi, özellikle karasal

(kontinental) iklim kuşaklarında yaygın olup, geniş alanlarda tahribata neden olmaktadır. Buna karşın, okyanusal iklim bölgelerinde bu tehlike yalnızca sınırlı yetiştirme alanlarında etkili olmaktadır (Ott vd., 1997).

Güney yamaçlardaki yüksek ısıtılma, kurak ve sıcak aşağı alanlarda çoğunlukla bitki büyümesi üzerine olumsuz yönde etki ederken, soğuk ve nemli dağların yüksek kısımlarında bitki büyümesine teşvik eder. Ayrıca yüksek dağlık alanlarda ve kışın güney yamaçlar üzerinde bitkiler, ekstrem gündüz- gece sıcaklık farklılıklarından dolayı ya da don kuraklığından zarar görebilir (Nebe,1992).

Yüksek dağlık alanlarda normal yetiştirme ortamlarında yaprağını dökmeyen türlerinin kışın kar örtüsü kalan kısımlarda klorofil ve su içeriği azaldığından koyu yeşil ton alır. Özellikle kış sonu ısıtılması ve rüzgâra bağlı don kuraklığı zararları söz konusu olduğunda, sarımsı yeşil renkler don kuraklığı tehlikesi altında bulunan bireylerin göstergesidir. Genel olarak ultraviyole ışınlarının pigment tahribatına neden olduğu kabul edilir. Ancak son yıllarda yapılan, kışın iğne yaprak değişimi üzerine ayrıntılı araştırmalara göre kısa dalgalı UV (B) ısıtılmasının doğrudan klorofili tahrip etmediği ve fotosentezdeki azalmanın sonucu olarak bu şekilde bir etkinin olabileceği yönündedir. İlkbaharda kuvvetli ısıtılmayla birlikte hava sıcaklığı, toprak sıcaklığından önce yükselir. Buna karşın sonbaharda ilk hava sıcaklığı, toprak sıcaklığından önce yükselir. Buna karşın sonbaharda ilk önce hava sıcaklığı düşer ve yeni düşmüş olan kar örtüsünün altında bulunan toprak ise yavaşça soğur. Eğer sonbaharda kar örtüsü oluşmadan don bir kez ortaya çıkarsa vejetasyon periyodu sona erer (Aulitzky vd., 1982). Bütün bu açıklamalardan anlaşıldığı gibi ısıtılma ile (sıcaklık, ışık etkisiyle) birçok önemli yaşam işlevleri (fotosentez, solunum, transpirasyon, çimlenme ve büyüme gibi) aktif duruma geçirilir (Çolak ve Pitterle, 1999).

Toprak sıcaklığı, hava sıcaklığından daha fazla olarak yetiştirme ortamının etkisi altındadır; bu ortamlar, kar örtüsü, rüzgâr ve siper gibi faktörlerden etkilenir. Bitki örtüsünün bulunmadığı açık üst yamaçlarda, hava sıcaklığındaki azalma ile birlikte toprak sıcaklığı da benzer şekilde düşer. Birçok yetiştirme ortamında, kar örtüsünün koruyucu etkisiyle toprak sıcaklığı nadiren 0°C'nin altına düşer. Ancak, rüzgârın etkisiyle savaş kuşağında ve kar yağışının yetersiz olduğu ortamlarda toprak donu derinlere kadar inebilir. Yamaçlardaki çukurluklar, dere oyuntuları ve çığ yatakları gibi özel yetiştirme alanlarında ise toprak donları genellikle gözlemlenmez (Turner vd., 1975). Öte yandan, rüzgârın etkisinden korunan

bölgeler, açık savaş kuşağı alanlarından daha hızlı ısınır. Bu nedenle, yüksek alanlardaki ormanlarda toprak sıcaklıklarının maksimum ve orta seviyelerde olacağı beklenirken, savaş kuşağının üzerindeki alanlarda orta derecede ve bazı ortamlarda ise güçlü toprak donları görülebilir. (Çolak ve Pitterle, 1999).

Yüksek dağlık alanlarda güneşten gelen ışınları absorbe edecek atmosfer tabakasının ince olması ve içerisindeki gazların az olması nedeniyle güneş radyasyonu ve karasal radyasyon artmaktadır. Bu nedenle yüksek dağlarda gündüzleri birim alana düşen enerji (ısı) artmakta; geceleri ise tam tersine karasal radyasyon hızlı olduğu için ısı kaybı olacağından daha serin olmaktadır. Böylece yüksek dağlık alanlarda bir gün içerisinde çok yüksek ve çok düşük sıcaklıkların bir arada yaşanması ağaç yetiştirmeyi güçleştirmekte ve alçak alanlarda uygulanan ağaçlandırma çalışmalarından çok farklı tekniklerin uygulanmasını gerektirmektedir (Çepel, 1995; Ürgenç,1998; Sağ,2002).

Kar, bitkilerin yaşamı için özellikle dağlık alanlarda önemli bir etken olarak görülür. Bitkilerin bir yere yerleşmesini olanaklı kılar veya engellemektedir. Kar özellikle polar orman sınırı üzerinde etkili etmenlerden birisidir (Çolak ve Pitterle, 1999).

Kar örtüsünde depolanan suyun büyük bir kısmı vejetasyon döneminin başlangıcından hemen önce serbest hale gelmektedir. Bu durum bitkilerin ve bitki topluluklarının yayılımı ve büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bir yetiştirme ortamında, eriyen ve uzun süreli olan soğuk kar suyu bitkiler üzerinde olumsuz etkiler de göstermektedir (vejetasyon süresinin kısalması, toprağın yikanması ve fakirleşmesi gibi) (Çolak ve Pitterle, 1999).

Yüksek dağlık alanlarda, sıcaklık ile günlük yerel hava akımları arasında belirgin bir ilişki bulunmaktadır. Bu hava akımları, genel olarak üç ana türde sınıflandırılabilir: vadi rüzgârı, dağ rüzgârı ve buzul rüzgârı. Her biri, ekosistem üzerinde belirgin etkiler yaratmaktadır. Gündüzleri, hava akımları dağların dış kısımlarından vadi iç bölgelerine ve yukarıya doğru hareket eder. Bu hava kütlelerinin büyük alanlar üzerinde hareketi, özellikle kış mevsiminde kar dağılımı açısından kritik öneme sahiptir, çünkü yüksek hızda esen rüzgârlar karın taşınma şeklini önemli ölçüde etkileyebilir (Franz,1979).

Orman sınırı daha çok ekolojik etkenlerin sınır değer gösterdiği yerlerde bulunmaktadır. Doğal alpin sınırının sınır değerleri daha çok don kuraklığı, mekanik zararlar (çığlar gibi) ve

sürgünlerin bütünüyle olgunlaşmamasından kaynaklanmaktadır. Fakat hiçbir zaman tek etken yalnız olarak etki etmeyip bir etkenler kompleksi söz konusu olmaktadır (Çolak ve Pitterle, 1999).

Yüksek dağlık alanlarda düşük sıcaklıklar vejetasyon süresi içerisinde ağaçların hem su tüketimini hem de evaporasyonu azalttığı için toprak nemi üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Bu nedenle ağaçlar alpin orman sınırında su açığından hemen hemen hiç zarar görmezler. Alpin orman sınırında bitkiler üzerinde sıcaklığın doğrudan zararı toprak üzerindeki dolaylı etkiden daha azdır. Örneğin *Pimis cembra* 'da iğne yaprak sıcaklığı +44 °C'ye kadar yükselirken hava sıcaklığı 25-30°C arasındadır. Güneşli bir bakıda aşırı derecede ısınmış ham humusta çok kısa süreli sıcaklık ekstremi olarak 80-85°C ölçülmüştür. İnce kökler 48 °C'de öldüğünden genç bitkilerde zararlar oluşabilir. Orman ve ağaç sınırında bir diğer sorun da don zararlarıdır. Çünkü tam gelişmemiş iğne yapraklar ve sürgünler zarar görürler. Vejetasyon süresinin kısalığından tam olgunlaşmamış bitki kısımları ilkbaharda ve erken kışta doğrudan don zararlarının etkisi altında kalmaktadır (Otto,1994).

Genel olarak hava sıcaklığı denizden her 100 m yükselişte 0.4-0,6 °C arasında azalmakta ve bunun sonucunda da vejetasyon süresi kısalmaktadır. Yağışlarda denizden yükselti arttıkça belirli bir yüksekliğe kadar (ülkemiz koşullarında 2000-2500 m) her 100 m yükseklik için yaklaşık 50mm/yıl artmaktadır. Yüksek alanlarda düşük sıcaklık ve fazla nem toprak özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Topraktan bazılar yıkanmakta, reaksiyon asit olmakta ve podsol tipi topraklar meydana gelebilmektedir. Toprakta biyolojik aktivite yavaşlamakta hatta tamamen durabilmekte bu durumda doğal gençleşmeyi güçleştirmektedir. Denizden yüksekliğin artması ile yüksek dağlık alanlarda rüzgârın hızı da artmakta ve ağaçların boyu giderek bodurlaşmaktadır (Çepel, 1995).

Yüksek alanlar içerisindeki yüksek ışınlamanın büyümeyi artırıcı etkisi önemlidir. Bu daha çok yüksek hava nemi, toprak nemliliği ve ağaç türlerinin fizyolojik veya kısmen genetik uyumu ile bağlantılıdır. Fakat havanın fazla CO₂ içeriği, yüksek rüzgâr hızı ve kısa vejetasyon süresi fotosentez veriminin azalmasına neden olur. Soğuk geceler ve düşük toprak sıcaklıkları solunum kaybını azaltır ve yıllık CO₂ kazancını artırır. Buna karşın uzun kış ve yüksek iğne yaprak sıcaklıkları (fazla ışınlama) solunum kaybını kuvvetlendirir ve biyokütle üretimini azaltır. Sonuçta uygun olmayan bir karbon bilançosu ortaya çıkmakta, bunun ardından zayıf gövde ve iğne yaprak büyümesiyle fotosentez verimi azalır, çap artımı

düşmektedir. Azalan radyal artım gövde içinde su ve madde taşınmasını kötüleştirip, organik maddelerin ve suyun depolanmasını azaltmaktadır. Engellenmiş kök büyümesi ise, besin maddesi ve suyun sağlanmasını güçleştirmektedir (Otto, 1994).

1.4. Yüksek Dağlık Alanlardaki Ormanların İklim Değişikliği İlişkisi

Vejetasyon yapısı ve bitki farklılaşmasının araştırıldığı çalışmalarda; iklim değişikliği ile Tayvan'da dağlık ve alpin habitatlarda bulunan türlerde (Lin vd., 2014; Yiğit vd., 2023) ve Akdeniz orman komünitelerinde (Ruiz-Labourdette vd., 2012; Yiğit vd., 2023) yukarı yönlü kayma veya göç tespit edilmiştir.

Ormanlardaki ağaç göçünün, komşu ılıman bölgelere doğru olacağı, yerlerine kuraklık stresine dayanıklı türlerden veya türlerin popülasyonlarından oluşan yeni ormanların geleceği veya var olan ekosistemlerin yok olacağı şeklinde görüşler bulunmaktadır. Kuraklığın artması ile birlikte dağlarda orman sınırlarının daha da yükseklerle çıkabileceği ve genel anlamda ormanların kuzeye doğru hareket edebileceği görüşleri yaygındır (Gougherty, 2021; Koç, 2021; Sargıncı ve Beyazyüz, 2022; Güner, 2023).

Hamann ve Wang (2006), orman ekosistemi ve ağaç türlerinin dağılışı üzerinde iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini inceledikleri çalışmada sub-boreal ve dağlık iklim bölgelerinin değişen iklim karşısında hızlı bir şekilde ortadan kalktığını vurgulamışlardır (Yiğit vd., 2023).

Ormanlarda; potansiyel olarak geri dönüşü olmayan doğal koşulların değişmesi nedeniyle, bazı ağaç türlerinin azalmasıyla olumsuz etkilerin ortaya çıkması muhtemeldir (Lindsey vd., 2012). Örneğin dağlık alanlardaki bitki türlerinin, artan hava sıcaklığının bir sonucu olarak daha yüksek rakımlara göç eden daha düşük rakımlı türlerin rekabetçi baskısı altında kalması beklenmektedir (Papadimitriou, 2015; Türker vd., 2023).

Gürcistan ve Batı Kafkasya'da yapılan bir çalışmada ise yüksek rakımlarda yetişen doğu kayını ağaçlarında kuraklığın etkisinin oldukça düşük olduğu, ilkbahar ve yaz aylarındaki yüksek sıcaklıkların yıllık halkaların gelişimini artırdığı saptanmıştır. İklim değişikliği senaryolarında öngörülen sıcaklık artışının bu bölgede orta ve yüksek rakımlarda yetişen doğu kayının büyümesini hızlandırabileceği öngörülmüştür. Çalışma sonuçları, özellikle

Batı Kafkasya'yı çevreleyen daha kurak bölgeler dikkate alındığında bölgenin potansiyel sığınak görevi görebileceğini göstermiş ve bu bölgedeki doğal yaşlı ormanların korunması gerektiğini vurgulamıştır (Martin-Benito vd., 2018; Yiğit vd., 2023).

Kanada'nın Rocky Dağlarında 1909 ile 2008 yılları arasında orman alanlarındaki yoğunluğun arttığı, alpin bölgesindeki mera alanlarına doğru %25 oranında genişlediği bildirilmiştir (Stockdale vd., 2019; Güner, 2023). Türkiye'nin Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinde ortalama 1000-2000 m yükseltilerde olan ormanların yukarılara doğru genişlemekte olduğu ve yüksek dağ ormanlarında meşcere sıklıklarının arttığı gözle görülür bir şekilde kendini belli etmektedir (Varol, 2023; Güner, 2023).

Alpin alanlardaki artan rekabet ve yeni bitki toplulukları, alpin alanlarda tür zenginliğindeki artışlarla kanıtlanmaktadır (Hofer, 1992; Grabherr vd., 1994; 2001; Pauli vd., 2001; Bahn ve Körner, 2003; Yiğit vd., 2023).

Küresel iklim değişiminde genel olarak bitkiler kuzey yarım kürede ve yükseğe hareket edecektir. Bu iki yönde bazı sınırlara sahiptir. Son yıllarda orman sınırı yükselmeye devam ederek, subalpin ve alpin aktüel çayırılıklarını işgal etmeye başlamıştır (Bader vd., 2020; Evcin, 2023).

Türkiye'nin önemli ağaç türleri arasında yer alan *Abies* Mill. taksonlarının da yayılış alanlarında iklime bağlı önemli değişiklikler olacağı ve özellikle yükselti değişimlerinin olabileceği tahmin edilmektedir. İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle *Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana*'nın (Doğu Karadeniz göknarı) uygun yayılış alanlarının özellikle yüksek rakımlarda önemli ölçüde azalacağı ve *Abies nordmanniana* (Steven) Spach subsp. *Equi-trojana* Asch. & Sint. Ex Boissi' nin uygun yayılış alanlarının 1400 m'den daha yüksek rakımlarda azalacağı ancak, genellikle 200-600 m arasındaki rakımlarda ise artacağı, ayrıca *Abies cilicica* Carr.'ın yayılış alanlarının da daha yüksek rakımlara doğru kayacağı öngörülmektedir (Tekin vd., 2022; Yiğit vd., 2023).

Karakteristik olarak yüksek dağlarda bir nesil verme özelliği, alçak dağlarda ve tepelerde iki nesil verme özelliğinde olan ladin kabuk böceğinin (*Ips typographus* (L. 1758), sırasıyla yüksek dağlarda iki nesil ve alçak dağlarda ve tepelerde ise üç nesile çıkması gibi bir durum söz konusu olabilmektedir (Hlâsny vd., 2019; Lakatos ve Ünal, 2023).

Küresel ısınmanın, Alp bitkilerinin dağılımlarında yukarıya doğru bir rakım değişikliğine (Grabherr ve ark. 1994), arktik ağaç çizgisinin yer değiştirmesine ve Krummholz bölgesindeki gövde büyümesinde bir artışa neden olduğu düşünülüyor (Lescop-Sinclair ve Payette 1995). Bununla birlikte, son zamanlardaki yüksek yaz sıcaklıklarının Alplerdeki *Pinus sylvestris* ve *Pinus cembra*'nın yükseklik aralığı üzerinde hiçbir etkisi kaydedilmemiştir (Hättenschwiler ve Kölner 1995).

1.5. Yüksek Dağ Ormanlarında Ağaçlandırma Çalışmaları

Yüksek dağ veya yüksek kuşak ağaçlandırmaları, orman ekosisteminin alpin (üst) sınırında ve bu sınıra yakın rakımlarda gerçekleştirilen ağaçlandırma faaliyetleridir. Türkiye ölçeğinde değerlendirildiğinde, bu tür ağaçlandırmaların genellikle 1700-1800 metre rakımın üzerinde gerçekleştirildiği söylenebilir (Boydak ve Çalışkan, 2021).

1.5.1 Yüksek Dağ Ormanı Basamağındaki Ağaç Türleri ve Karışımları

Avrupa Alpleri'ndeki ağaç sınırlarında çoğunlukla *Pinus cembra*, Melez ve Avrupa ladini bulunur. Türkiye'nin orman ve ağaç sınırlarında ise esas olarak *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Cedrus Libani*, *Betula* sp., *Populus tremula*, *Picea orientalis*, *Fagus orientalis*, *Acer platanoides*, *Sorbus aucuparia* ve *Abies* sp. (güneyde *A. cilicica*) türleri vardır. Çeşitli ardıc türleri ise hemen hemen bütün orman ve ağaç sınırlarında ve özellikle diz boyu yamuk ağaççık sınırlarında görülmektedir (Ata ve Demirci, 1992).

Anadolu'da bodur ağaç ve çalılarla kaplı alanlar, zengin dağ çayırliklar, kayalıklar Alp kuşağının belli başlı belirtileridir. Anadolu'nun tipik bazı mntıkalarında en üst orman sınırlarını şu şekilde sıralayabiliriz; Kuzeyde (Karadeniz kenar dağlarında) ladin ve sarıçam oldukça kapalı meşcereler halinde 2050 m'ye kadar çıkar (Zigana Dağları). Aynı çam türü Çerkeş'in güneyinde Işıkdag' da 2050 m de orman sınırını oluşturur. Giresun' un arkasında dağların kuzey yamaçlarında göknar ve sarıçam meşcereleri kapalı olarak 2100 m'ye kadar çıkarlar. Aynı mntıkanın güneyinde Koyulhisar çevresinde İğdır Dağı'nda ve Kelkit Vadisi güneyinde Kösedag'ında sarıçam orman sınırı, kara iklimi ve nem alabilme nedeniyle 2200 m'ye yükselir. Batı Anadolu'da Uludağ'da göknar, titrek kavakla biraz karışık olarak kapalı meşcereler halinde 2030 m'ye çıkar. Bolu'nun güneyinde Köroğlu Tepede, göknar ve sarıçam meşcereleri 2100 m'ye kadar yükselerek orman sınırını oluşturur. Güneyde Antalya

yöresinde Beydağları'nda saf ardıç meşcereleri 2100 m'ye çıkmaktadırlar. Egridir'in batısında Barla Dağı'nda sedir ve ardıçlara serpili olarak karaçam da katılır ve kapalı ardıç meşcereleri 2200 m'ye çıkar. Tarsus çevresinde Gülek'te ardıç orman sınırı 2150-2200 m Gavur Dağı'nda 2100 m'dir. Orta Toroslar' da karaçam ve ardıç 2300 m'ye kadar çıkar. Orta Anadolu'da Erciyes'te 2200 m'ye kadar yükselen meşe çalı ormanlarının üstünde 2600 m'de bodur ağaç sınırını oluşturan bir huş basamağının olduğu bildirilmektedir. Doğu Anadolu orman sınırları bakımından ilginç bir durum gösterir. Zigana geçidinin hemen güney tarafında 2150 m'de olan sarıçam sınırın Gümüşhane çevresinde Yazdar ve Dirî Dağı'nda doğal orman sınırı 2500 m'dir. Sarıkamış ormanları 2400-2600 m yüksekliklerdedir. Kağızman'ın güneyinde sarıçam (ağaç sınırı) 2700 m'ye kadar çıkar. Van Gölü batısında 3018 m yükseklikteki Nemrut Dağı'nda 7-8 m boyundaki huşların gölgeli bakıda 2700 m'ye, güneşli bakıda 2800 m'ye yamuk ağaçlar halinde de 2900 m'ye çıktığı tespit edilmiştir. Bu sınırların Erciyes'teki 2600 m'ye kadar yükselen huş basamağına karşılık geldiği söylenebilir. Van Gölü'nün güneyindeki dağlardan itibaren orman sınırı güney Mezopotamya'ya doğru düşer (Pelli Dağ'da meşe, ardıç 2500 m, Bitlis güneyi Şatek Dağları'nda 2300 m) (Ata ve Demirci, 1992).

1.5.2 Yüksek Dağ Ormanlarında Ağaçlandırma Çalışmalarının Önemi

Yüksek dağ ağaçlandırmalarının önemi genel olarak lokal amaçlara göre aşağıda söylendiği gibi farklılıklar oluşturabilir (Leibundgut, 1982a; Çolak ve Pitterle,1999).

- Toprak kaymasının, su ve rüzgâr erozyonun önlenmesi
- Su rejiminin regüle edilmesi
- Kaynak ve taban sularının temiz bir şekilde muhafaza edilmesi
- Ulaşım ağının, yerleşim ve tarım alanlarının muhafaza edilmesi
- Ormandan alınacak ürünlerin devamlı hale getirilmesinde
- Peyzaj tablosunun iyileştirilmesi
- Rekreasyon alanlarının yapılması
- Hava kalitesinin iyileştirilmesi
- Biyolojik çeşitliliğin artırılması ve muhafaza edilmesi
- Askeri alanların görünmesini engellemek

Alpin rejyon ağaçlandırmalarından öncelikli olarak istenen fonksiyonlar, iklim ekstremlerini yumuşatmak, erozyonu önlemek, içme suyu sağlamak olarak sıralanmaktadır (Genç,1997). Üçler (2002), yüksek alanda yapılacak ağaçlandırmaların; toprak kaymalarına ve su erozyonuna karşı engel teşkil etmesi, su rejimini regüle etmesi, rekreatif alanlar oluşturması, çığ önleme görevi görmeleri, iyi bir görsel oluşturmaları yanı sıra yerleşim ve tarım alanlarının güvencesi olmaları gibi pek çok fonksiyonu yerine getirecek olmaları, bu nitelikteki ağaçlandırmalara verilmesi gereken önemi artırmaktadır. Belirtilen fonksiyonların yanı sıra, mevcut veya kurulan ormanların bazı bölümlerinde ikincil ürün üretimi ve kısmi olarak odun üretimi yapılabilmektedir. Özellikle yüksek kuşak ormanlarının alt ve orta kısımlarında, çevresel koşullar doğrultusunda odun üretimi belirgin bir seviyeye ulaşabilmektedir. Ancak, yüksek kuşağın üst kısımları ve orman sınırına yakın alanlarda odun üretimi yapılmamalıdır. Bu bölgelerde gerçekleştirilecek silvikültürel işlemler, ormanın sürdürülebilirliğini sağlamalı ve dış koşullara karşı dayanıklılığını artırmalıdır. (Boydak ve Çalışkan, 2021).

Toprağın, rüzgâr ve suyla taşınması ormanlaşmayı ve ağaçlandırmayı büyük oranda zorlaştırır ya da tamamıyla ortadan kaldırır. Kapalı vejetasyon örtüsü toprağı kaplayıp her türlü zarara karşı koruduğu için, dağlık kesimlerde örneğin erozyon sahalarının yeşillendirilmesi çok önemli bir ağaçlandırma amacıdır (Leibundgut, 1982).

Yüksek dağlık alanlardaki koruyucu ağaçlandırmalar üç şekilde bulunur. Bunlar; (Leibundgut,1982a; Çolak ve Pitterle,1999).

- Uzun süre antropojen olarak ormansızlaştırılmış topraklar üzerine ağaçlandırma
- Doğal sebeplerden dolayı ormansız hale gelmiş yetişme ortamlarında ağaçlandırma
- Yeni oluşmuş topraklar üzerinde ağaçlandırma

1.5.3 Yüksek Dağ Ormanı Ağaçlandırma Tekniği

Yüksek dağ ekosistemlerinde gerçekleştirilen ağaçlandırma çalışmalarında, ağaçlandırmaya uygun üst sınırın belirlenmesi (alpin orman sınırı) ve öncelikli olarak ağaçlandırılması gereken mikro yetişme ortamlarının tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla, yetişme ortamı analizleri gerçekleştirilmekte; özellikle kalıntı orman alanları ve gösterge

niteliğindeki bitki türleri dikkate alınarak ağaçlandırma kararları verilmektedir (Boydak ve Çalışkan, 2021).

1.5.3.1 Ağaçlandırma Sınırlarının Belirlenmesi ve Ağaç Türü Seçimi

Yetiştirme ortamına ait tüm özellikler arazide denenerek basit bir şekilde ‘ekogram’ adı altında şematize edilir. Böylelikle farklı özelliklere sahip alanlar için, farklı tedbirler alınarak yetiştirme ortamına uygun yüksek dağ ağaçlandırmalarının uygulaması gerçekleştirilir. Ekogramın sağladığı en büyük faydalardan bir tanesi ağaçlandırılacak ve ağaçlandırılmayacak alanları net bir şekilde göstermesidir. Ayrıca yetiştirme ortamına uygun ağaç türünün ve dikim şeklinin belirlenmesine de yardım eder.

Doğal orman sınırları, ağaçların devamlı olarak hayatiyetlerini sürdürebilecekleri üst sınırı işaret etmekte ve beraberinde “üst ağaçlandırma sınırını” göstermektedir. Yüksek dağ ağaçlandırmalarında başarı “potansiyel orman sınırı” na kadardır. Doğal orman ve ağaç sınırı geçmişten günümüze kadar antropojenik etkilerle oldukça açık biçimde değiştirilerek aşağılara doğru çekilmiştir. Bu durumun masrafsız bir şekilde düzeltilmesi oldukça güçtür. Fakat itinalı analizlerle “üst ağaçlandırma sınırı” belirlenebilir. Yüksek dağ ağaçlandırmalarında edafik, kar, rüzgâr ve biyolojik özellikler baz alınarak yapılan ağaçlandırma sınırları göz önünde bulundurulmalıdır (Çolak ve Pitterle, 1999).

Yüksek dağ ağaçlandırmalarında ağaç türü seçimi yapılırken biyolojik yön göz önünde bulundurulmalıdır. İlk önce yetiştirme ortamının “asli ağaç türü” belirlenmeli ve “doğal süksesyon basamakları” dikkate alınmalıdır (Leinbundgut, 1982). Ülkemizde bazı yüksek dağ ağaçlandırmalarında ağaç ve ağaççık olmayan ya da kısmen bodur ağaç ve çalı grup ve bireylerinin olduğu yerlerde yerli ve yabancı ağaç ve çalılarla ağaçlandırma gerçekleştirilebilir. Fakat buna yabancı tür ithal denemeleri yapılarak karar verilmelidir. Mesela Thorntwaite iklim sınıflamasına dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmaya göre, ülkemizin birçok yerinde ağaç ve ağaççık bulunmayan ya da kötü durumda olan yüksek dağ ormanları için test edilebilecek hızlı gelişen yabancı türler vardır. Örneğin Doğu Anadolu’nun İran–Ermenistan sınırına komşu doğu kısımları, İç Ege, Doğu Anadolu’nun güneyi, Batı Akdeniz gibi birçok yerdeki yüksek kuşaklarda *Thuja plicata*, *Pinus ponderosa*, *Pinus contorta*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus jeffreyi* türlerinin test edilebileceği ve yetiştirilebileceği mevcut yerler vardır (Boydak vd.,1995; Boydak ve Çalışkan, 2021).

Ülkemizde coğrafi bölgelere göre yüksek dağ ağaçlandırmalarında kullanılacak türler şöyledir:

Marmara Bölgesi: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmülleriana* mattf.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), karaçam (*Pinus nigra*), Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) ve ardıç türleri (*Juniperus* sp.).

Akdeniz Bölgesi: Toros sediri (*Cedrus libani*), Toros göknarı (*Abies cilicica*), titre kavağı (*Populus tremula*), karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.), kadıntuzluğu (*Berberis* sp.), karaçam (*Pinus nigra*), ardıç türleri (*Juniperus* sp.), *Acer hyrcanum*.

Doğu Anadolu Bölgesi: Ardıç türleri (*Juniperus* sp.), meşe türleri (*Quercus* sp.), karaçam (*Pinus nigra*), huş türleri (*Betula* sp.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Toros sediri (*Cedrus libani*) ve alıç türleri (*Crataegus* sp.).

Kuzeydoğu Karadeniz Bölgesi: *Rhododendron* sp. türleri, *Vaccinium* sp. türleri, doğu ladini, doğu kayını, ardıç türleri, sarıçam, karaçam, titre kavağı, huş.

Kuzeybatı Karadeniz Bölgesi: *Vaccinium* sp. türleri, *Rhododendron* sp. türleri, ardıç türleri, karaçam (*Pinus nigra*), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmülleriana* mattf.), titre kavağı (*Populus tremula*), karaçam, sarıçam, doğu kayını.

İç Anadolu Bölgesi: Karaçam (*Pinus nigra*), meşe türleri (*Quercus* sp.), ardıç türleri (*Juniperus* sp.), alıç türleri (*Crataegus* sp.), ve Toros sediri (*Cedrus libani*). Bunlara ek olarak; tüm bölgelerdeki ağaçlandırma çalışmalarında, yüksek rakımlı alanlarda yerel ağaççık ve çalı türlerinin kullanımı, başarının artırılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yukarıda belirtilenler doğrultusunda, Thorntwaite yöntemine göre belirlenen farklı bölgelerdeki yüksek kuşaklarda Amerika Birleşik Devletleri kökenli yabancı türlerin denenmesi gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır (Boydak vd., 1995).

1.5.3.2 Uygun Orijin Kullanımı

Bütün yüksek dağlık yerlerde, ormanların yeniden ağaçlandırılmasında iklimik olarak farklı özelliklere sahip farklı yükselti basamakları göz önünde bulundurulmalıdır. İlk etapta yanlış yapmamak adına “orijin” dikkate alınmalıdır (Holzer, 1964b).

Yüksek alan orijinleri alçak alan orijinlerinden genetik bakımdan çok farklıdır. Bu alanlarda yetişme ortamına uyum sağlamış bitkiler ekstrem ekolojik ve fizyolojik şartlarda varlıklarını

idame ettirdiklerinden, ormanın savaş kuşağında yanlış orijin kullanımı başarısızlığı arttıracaktır (Tiefenbacher, 1992; Üçler,2002).

Yüksek kuşaktaki popülasyonlarda sadece dikey yönde değil yatay yönde de genetik farklılıklar mevcuttur (Müller ve Schultze, 1998). Genetik çeşitliliğin korunması ve adaptasyon yeteneğinin sağlanabilmesi için üretim materyali tercihi oldukça önemlidir (Hattemer ve Müller-Starck, 1988a).

Yapay orman gençleştirmesinde çalışan teknik elemanların pratik deneyimlerine ve orijin denemeleri sonuçlarına göre, orijin konusunda aşağıdaki genel kurallar ortaya çıkmıştır (Frenher ve Früst, 1992; Çolak ve Pitterle, 1999).

- Yeni meşcereler kurulurken, durumun elverişli olduğu yerlerde doğal gençleştirme yapılmalıdır.
- Doğal gençleştirmenin mümkün olmadığı alanlarda, tohum materyali titizlikle seçilmiş nitelikli tohum meşcerelerinden temin edilmelidir.
- Alçak ve orta yükseltiye sahip alanlarda tohum alınan orijin ile dikim yapılacak yer arasındaki yükselti farkı en fazla 200-300 metre kadar olmalıdır. Yüksek alanlarda ise bu yükselti farkı 100 metrenin üzerinde olmamalıdır.

1.5.3.3 Fidanlık ve Fidan Üretimi

Alçak alanlardaki fidanlıklar, yüksek alan tohumlarının en doğru şekilde kullanılarak en az kayıpla nitelikli fidan üretimine imkân sunar. Fakat sürekli olarak kontrol edilebilen orta yükseltideki fidanlıklar tavsiye edilmektedir. Ancak orta yükseltide fidanlıklar seçilmesi önerilmektedir. Alçak alanlardaki fidanlıklarda (700 m) yetiştirilen fidanlar kuraklığa karşı hassas olduklarından dolayı dikimden sonra çoğunluğu ölmekte ya da hasara uğramaktadır. Taşıma sıkıntısından, maliyet yüksekliğinden, kısa vejetasyon süresinden, dikimdeki yüksek ölüm oranından ve ekstrem kötü hava şartlarındaki yüksek fidan ölümlerinden dolayı yüksek dağ ağaçlandırmalarında çıplak köklü fidan çok tercih edilmemektedir (Çolak ve Pitterle, 1999). İlk olarak alçak yükselti de çıplak köklü olarak yetiştirilmiş fidanlar, ardından ağaçlandırma alanına daha yakın yüksek alan repikaj fidanlığında iklime uyum sağlaması için repikaja alınır ve daha sonra tüplere konulur. Bunun yanı sıra tüplü fidanlarda kök kıvrılması önemsenmeli ve tüp duvarları köklerin dışarı çıkabileceği şekilde olmalıdır

(Schönenberger vd., 1990; Üçler, 2002). Aksi takdirde ağacın hayatiyetini tehlikeye sokar (Pitterle, 1985). Tüp harcı olarak ağaçlandırma alanına yakın yerden alınmış, iyi parçalanmış olgun orman toprağı, kabuk kompostu içeren oldukça nemli toprak karışım tavsiye edilmektedir. Fidanlık toprağı da ilave edilebilir (Çolak ve Pitterle, 1999).

Yüksek dağ ağaçlandırmaları için (yaklaşık 1500 metreden sonra) genel olarak 20-30 cm'lik fidanlar önerilmektedir. Orta Avrupa'da *Larix decidua* 2-3 yaşında (1/1), *Picea abies* 5 yaşında (3/2), *Pinus cembra* 5-6 yaşında (3/3), *Pinus mugo* 2/2 yaşlarında fidanlar yüksek kuşak ağaçlandırmalarında kullanılmaktadır (Çolak ve Pitterle, 1999). Ülkemiz türlerinde ise karaçam 2-3 yaşında, Toros Sediri 2-3 yaşında, doğu ladini 4-5 yaşında, göknar türlerinde 4-5 yaşında, ardıç türlerinde 3-4 yaşında fidanlar önerilmektedir (Ürgenç, 1998a). Fidanın küçük olması vejetasyon rekabetinde sıkıntı yaratırken, aşırı büyük olmasında ise büyük iğne yaprak kütesinden dolayı kök sistemi yeterli gelmez ve dikimde başarı sağlanamaz (Schönenberger vd., 1990).

1.5.3.4 Dikim Şekli ve Ekim

Suni tensil ağaçlandırma meşcerelerinin bakımlarının uzun vadede daha kolay yapılabilmesi ve meşcere stabilitesinin artırılması için dikimlerde aşağıda durumlar dikkate alınmalıdır (Mayer ve Ott, 1991).

- Gençleşmeye elverişli küçük sırtlar, ağaç dip kütükleri ve çürük odunlar göz önünde bulundurulmalıdır.
- Küme şeklinde kolektif dikimlerle stabil ağaç toplulukları meydana getirilmelidir.
- Basamaklılığı ve değişik yaşlılığı yükseltmek amacıyla büyük boşluklar içinde bulunan gençliklerden faydalanılmalı ve ağaç toplulukları büyütülerek tamamlanmalıdır.
- Ağaç toplulukları arasında gençliğin bulunmadığı küçük alanlar ağaçlandırılmamalıdır.
- Rüzgâr ve kar tehlikeleri düşünülerek olabildiğince küçük yetiştirme ortamları tercih edilmeli ve kaliteli fidanlarla ağaçlandırılmalıdır.
- Yetiştirme ortamının iyi olduğu yerlerde gövde sayısı az olmalıdır.
- Alanda bulunan öncü gençlikler önemsenmelidir.

Çıplak köklü fidanlarla çukur dikimi ucuzdur. Dikim çukuru açılırken yapılan küçük teraslar hızlı su akışını yavaşlatarak fidanlara su temin eder ve kar hareketlerinin yavaşlatır. (Wald vd., 1991).

Abiyotik ve biyotik faktörler, kötü yetiştirme koşulları, mekanik zararlar yüksek dağ ağaçlandırmalarının başarısını etkilemektedir. Bu olumsuz etkileri azaltmak ya da ortadan kaldırmak için ocaklar ve teraslar kullanılabilir. Teras şeklinin ya da açısının yanlış seçimi gölgeli yerlerde fazla su birikmelerine veya güneşli yerlerde kurumalar gibi olumsuz durumlara sebep olmaktadır. Diğer önemli husus da fidanın ocak veya terasta nereye dikileceğidir (Çolak ve Pitterle, 1999). Eğimli arazilerdeki teraslarda dikim yeri yetiştirme ortamı koşullarına göre karar verilmelidir (Mayer ve Ott, 1991).

Dikim çukurları bir sene önce hazırlanmalıdır ve çukurdan çıkan toprak karıştırılarak tekrar çukura dökülmelidir. Bu durumda yıkanmış ve zengin toprak karışımı sağlanırken, keçeleşmiş otsu tabakanın çürüyerek toprakla karışması sağlanır (Schönenberger vd., 1990; Mayer ve Ott, 1991). Güneşli ve dik yamaçların bulunduğu yerlerde derin çukurlar fayda sağlar. Böyle alanlarda çukur üst düzeyi küçük tutularsa fidanlar köklerini derine iletir ve kuraklığa karşı dirençli hale gelir. Dikim çukurunun etrafına teras yapmak da ölüm oranını düşürebilir (Çolak ve Pitterle, 1999). Kısa boy yapan ve kısa ömürlü legüminöz tohumu ekimi de yararlı olabilir (Schiechtl, 1966a).

Doğrudan tohum ekiminin dikime göre düşük masraflı olması, doğal kök yapısının oluşması, dikim şokunun olmaması gibi bazı avantajları vardır. Çimlenmenin düşük olması, kuraklık, üst topraktaki sıcaklık, mantar, fideciklerde hayvan ısırılmaları gibi nedenlerden dolayı ekimlerde başarısızlık meydana gelebilir. Ayrıca çok değerli olan yüksek alan tohum materyalinden çokça kullanmak gereklidir (Çolak ve Pitterle, 1999). Doğrudan tohum ekiminde başarının düşmemesi için bütün zararlılara karşı koruyucu tedbir alınmalıdır (Schönenberger vd.,1990). Ekimde yüksek başarı sağlanabilmesi için küçük yetiştirme ortamları tercih edilmelidir (Mayer ve Ott, 1991).

Sonbahar ve ilkbahar yüksek dağlık alanlardaki kısa süreli dikim mevsimleridir. Kaplı fidan kullanımı hem dikim mevsiminin biraz olsun uzatılması hem de dikim şokunun azaltılması açısından önemlidir. Genel olarak ilkbahar dikimleri yüksek dağlık alanlarda daha başarılıdır. Kaplı fidan kullanımı temel öğe olmalıdır. Sonbahar dikimlerinde, dikimden

sonra toprağın donması çıplak don olayına neden olabilir ve bu durum çıplak kökteki dikim başarısını düşürebilir. Fakat bazı yapraklı türler sonbaharda dikilebilir. Toros sediri Kasım-Aralık aylarında ekilebilir. Geç kalınması durumunda ekimler kar üstünde de yapılabilir (Boydak, 1986a; Boydak ve Ayhan, 1990; Boydak ve Çalıkoğlu, 2008a;b; Boydak ve Çalışkan, 2021). Toprakta donun çözülmesi ve karın erimesiyle birlikte ilkbahar dikimleri başlatılmalıdır. İğne yapraklı türlerin çıplak köklü fidan dikimlerinin bilhassa ağır topraklarda ilkbaharda yapılması elzemdir (Boydak ve Çalışkan, 2021).

1.6. Çalışma Alanlarının Genel Tanıtımı

Çalışma alanları, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer almakta, Gümüşhane ili, Kelkit ve Şiran ilçelerinin sınırları ve Bayburt ili merkez sınırları içerisinde kalmaktadır.

Kelkit ili coğrafi konum olarak Ekvator'a göre $39^{\circ}50'24''$ - $40^{\circ}19'33''$ Kuzey Enlemleri ile Greenwich'e göre $39^{\circ}09'36''$ - $39^{\circ}53'25''$ Doğu Boyamları yer almaktadır. İşletme Şefliğinin en yüksek noktası Gedik Tepesi olup; 2557 metredir. En alçak yeri Kelkit çayının birleştiği yer olan Susuz mevkii olup 1300 m olup toplam 201774,8 hektarlık alanı kapsamaktadır.

Coğrafi olarak, Şiran İşletme Şefliği Karadeniz Bölgesinde Gümüşhane İli sınırları içerisinde kalmaktadır. İşletme Şefliğinin en yüksek noktası Karadağ Tepe olup; 3140 metredir. En alçak yeri Yeşil Deresi ile Kelkit çayının birleştiği yer olan 1115 m olup toplam 90 616,7 hektarlık alanı kapsamaktadır. İşletme Şefliği ormanları; Ekvator'a göre $39^{\circ}59'23''$ - $40^{\circ}21'49''$ Kuzey Enlemleri ile Greenwich'e göre $38^{\circ}52'38''$ - $39^{\circ}19'49''$ Doğu Boyamları arasındadır.

Coğrafi olarak Bayburt Orman İşletme Şefliği Doğu Karadeniz Bölgesinde Bayburt ili sınırları içerisinde kalmaktadır. İşletme Şefliği ormanları; Ekvator'a göre $39^{\circ}57'05''$ - $40^{\circ}33'25''$ Kuzey Enlemleri ile Greenwich'e göre $39^{\circ}39'14''$ - $40^{\circ}41'08''$ Doğu Boyamları arasındadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Kelkit-Şiran çalışma alanı sınırları

Çalışma alanlarının yetiştirme ortamı koşulları, jeolojik yapısı ve vejetasyon özellikleri gibi temel unsurlar, Bölüm 2.1’de ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

1.7. Araştırmanın Amacı

Gümüşhane ve Bayburt Orman İşletme Müdürlüğünün sınırlarında içinde bulunan yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırma alanlarında yapılan bu araştırmanın amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Modeller yardımıyla ağaçlandırma alanı için risk ve duyarlılık analizi yapabilmek
- Değişen iklim ve çevre koşullarına ağaçlandırma alanındaki sarıçam türünün nasıl uyum sağlayacağı üzerine öngöründe bulunmak
- Modeller yardımıyla ilerleyen zamanlarda gerçekleşebilecek habitat değişikliğine karşı stratejiler geliştirilmesine yardımcı olmak
- Modellemeler yardımıyla iklim değişikliğine dirençli orman alanlarının tesisi ve yeni kurulacak orman alanlarının karbon depolama kapasitesindeki sürecin yönetimi yaklaşımlarıyla iklim değişikliğinin olası etkilerinin hafifletilebilmesine yönelik önemli kazanımların sağlanması
- Modellemeler yardımıyla değişen iklim ve habitat koşullarına göre uygun türlerin ağaçlandırma alanına gelmesini kolaylaştırmak

- İklim değışikliği ile mücadelede sürdürülebilir orman yönetimine katkıda bulunmaktadır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Subalpin basamakta en çok göze çarpan niteliklerden biri de ilk yıllardaki yavaşlamış boy büyümesidir. Örneğin *Picea abies*'in göğüs yüksekliğine ulaşabilmesi için 50 veya daha fazla yıl gereklidir. Ancak 1-3 metre ağaç boyundan sonra aşağı alanlardakine benzer şekilde hızlanmış bir boy büyümesi görülebilmektedir (Indermühle,1978). Subalpin ağaçlandırmalarında ise, ağaçlandırmanın 30-50 yıl sonrasında ağaçların gövde çaplarının 10 cm'den daha fazla olması halinde başarıya ulaşabileceği belirtilmektedir (Schönenberger, 1978).

Schönenberger (2001), subalpin basamaktaki antropojen orman alanlarının ağaçlandırılmasında, doğal ağaç topluluklarına benzer yapılar oluşturulmasının önemini vurgulamıştır. Ayrıca, doğal ağaç topluluklarının dağ basamağında mikro yetiştirme ortamlarında hangi alanlarda en uygun şekilde yapılandırılabilceği konusunda detaylı bilgiler sunmuştur.

Yüksek dağlık alanlarda rölyef ve yetiştirme ortamı etkilerinin araziye göre değişen etkilerden dolayı, yetiştirme ortamı farklılığı oldukça büyüktür. Buralarda bir sırt ile bir çukurluk arasında (metrelerle ölçülebilen bir mesafede) ortaya çıkan iklim değişikliği, düz alanlarda bazı ekstrem yerlerde birkaç bin kilometre mesafe farklılığında oluşabilir (örneğin tundra). Bu nedenle özellikle yüksek dağ ağaçlandırmalarında ağaç türü ve dikim yöntemleri seçilirken büyük özen gösterilmelidir (Schiechl, 1973).

19. yüzyılın yarısında ormancılıktaki araştırmalarında üretim amaçlı dikim araştırmaları ön planda iken, yapılan yanlışlıklardan sonra, ormanın korunmasına yönelik araştırmalarda ön plana çıkmıştır (Bode ve Hohnhroft, 1994).

Horvat-Marolt (1984)'un Alplerdeki bazı subalpin ladin gençleştirmelerinin başarısı üzerine yaptığı araştırmalarda, doğal gençleştirmenin yapay gençleştirmeye göre daha iyi olduğu ve olanaklı olması durumunda, sürekli doğal gençleştirmenin amaçlanması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Semercioğlu (2017) yaptığı çalışmada “Galyan Ağaçlandırma Projesi” kapsamında aktüel orman sınırının yüksek kesimlerinde dikimi gerçekleştirilen, sarıçam ve ladin fidanlarının

10 yıllık gelişimlerini incelemiştir. Dikimi 2006-2007 yıllarında gerçekleştirilen alandan rastgele olarak 9 adet sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), 4 adet Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) örnek alanı almıştır. 2010-2011 yıllarında deneme alanındaki fidanlarda ölçümler yapılmış ve büyümeleriyle ilgili tespitlerde bulunulmuştur. 2016 yılında da aynı alanda ölçümler yapılarak 10 yıllık büyümeye ilişkin tespitlerde bulunulmuştur. Çalışma sonucunda, sarıçamın gelişimiyle ilgili olarak özellikle tepe kurumaları ve çatallanmalar gibi bazı sorunların ortaya çıktığı, buna karşın doğu ladininde sarıçama kıyasla daha sağlıklı bir gelişim gözlemlendiği ve başarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kalender (2019), gerçekleştirdiği çalışmada, Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) türüne ait 4 farklı bölge ve 3 farklı orman zonundan (orman sınırı, orman içi, subalpin zon) toplanan tohumlarla elde edilen fidanlar ile kurulan küme ağaçlandırmasının 9. yıl sonuçlarını incelemiştir. Araştırma alanı olarak, Trabzon il sınırlarında yer alan Galyan Vadisi'ndeki subalpin zon (2000 m) belirlenmiştir. Yüksek alan ağaçlandırmalarının başarısını değerlendirebilmek için, uygun orijinlerden tohum toplanarak yetiştirilen tüplü fidanların kullanılması gerektiği vurgulanmış ve bu fidanların, en iyi gelişme potansiyeline sahip oldukları küme ağaçlandırması uygulamalarıyla araziye taşınması gerektiği ifade edilmiştir.

Doğal ve yapay gençleştirmenin amaca uygun kombinasyonu ile her iki gençleştirme formunun olumsuz yönleri ortadan kaldırılabilir (Aulitzky vd., 1982). Ancak, ekstrem yetiştirme ortamlarındaki ağaçlandırmalarda büyük riskler sürekli olarak söz konusudur. Dolayısıyla yüksek dağlık alanlarda mümkün olduğunca doğaya yakın gençleştirme yöntemleri kullanılmalıdır (Barandun, 1983).

Buğahan, (2013) yaptığı çalışmada Borçka- Balcı yöresinde montan zonda yapılan Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Link.) yaz sonu dikimlerinin başarısını araştırmıştır. Ölçümler 4 adet deneme alanında gerçekleştirilmiştir. Her bir deneme alanında, 300 adet Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Link.) fidanı kullanılmıştır. Bu fidanların boyları ve kök boğazı çapları ölçülerek, deneme alanlarındaki yaşama oranları belirlenmiştir. Ayrıca, her deneme alanında yükselti, bakı, eğim gibi fizyografik faktörler ile toprak derinliği, tekstürü ve pH değeri gibi edafik faktörler de incelenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler, dikim zamanı ve bakımın, fidan boyu ve kök boğazı çapı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Yaz sonu dikimlerinin, sonbahar dikimlerine kıyasla daha iyi gelişim gösterdiği, özellikle boy ve kök boğazı çapı

açısından daha iyi sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, kuzeybatı bakısına dikilen fidanların diğer bakılara göre daha sağlıklı bir gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Toprak sıcaklığının, subalpin alanlardaki ağaçların kök fizyolojisi üzerinde belirli bir etkisi olabileceği ve bu durumun yüksek rakımlı bölgelerde ağaçların büyüme ve dağılımını etkileyebileceği ifade edilmektedir. (Sowell ,1985; Topaçoğlu vd., 2007).



3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ve metot detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.1. Materyal

Materyal bölümü, araştırma alanlarının genel tanıtımı ve yetiştirme ortamı özellikleri ile flora ve meşcere özellikleri olmak üzere iki ana başlık altında ele alınmıştır. Araştırma alanlarının genel tanıtımı ve yetiştirme ortamı özelliklerine ilişkin kısım ise, coğrafi konum ve topoğrafik yapı, jeolojik yapı ve toprak özellikleri ile genel iklim özellikleri olmak üzere üç alt başlık altında detaylandırılmıştır.

3.1.1 Araştırma Alanlarının Genel Tanıtımı ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri

Araştırma alanı olarak Kelkit Orman İşletme Şefliği, Şiran orman İşletme, Bayburt Orman İşletme Şefliği ormanları seçilmiştir. Kelkit Orman İşletme şefliği 201 774,8 hektar alana sahiptir. Araştırma alanı 27 682,7 hektar verimli ormanlık alana, 17507,8 hektar verimsiz ormanlık alana, 156584,6 hektar ormansız alana sahiptir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Kelkit çalışma alanından genel görünüm

Şiran Orman İşletme şefliği 90 616,7 hektar alana sahiptir. Araştırma alanı 20 705,2 hektar verimli ormanlık alana, 18 563,2 hektar verimsiz ormanlık alana, 51348,3 hektar ormansız alana sahiptir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Şiran çalışma alanından genel görünüm

Bayburt Orman İşletme şefliği 148 791,7 hektar alana sahiptir. Araştırma alanı 5 555,7 hektar verimli ormanlık alana, 4 194,1 hektar verimsiz ormanlık alana, 139 019,9 hektar ormansız alana sahiptir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Bayburt çalışma alanından genel görünüm (Bayburt Valiliği, 2023)

Araştırma alanlarını oluşturan, Kelkit Orman İşletme Şefliği, Şiran Orman İşletme Şefliği, Bayburt Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırma alanları iki aşamalı olarak belirlenmiştir. Ağaçlandırma alanlarının yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırma kriterlerine (yükseklik, orman sınırı, meşcere tipi ve ağaçlandırma yılı bakımından) uygunluğu şeflik bilgileri ve ağaçlandırmaların dâhil oldukları projeler bazında belirlenmiştir. Belirlenen ağaçlandırma alanları hava fotoğrafları/uydu görüntüleriyle denetlenmiştir. Ayrıca bu sahalara ait toprak ve anakaya özellikleri bilgileri ağaçlandırma projeleri, amenajman planları ve bilimsel çalışmalardan elde edilmiştir.

İkinci aşamada ise ilk aşamada belirlenen yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırma alanları tek tek gezilerek ağaçlandırma alanlarını en iyi temsil edecek şekilde tesadüfî örnekleme yöntemi kullanılarak ve aralarında en az 100 m mesafe olacak şekilde örnek alanlar seçilmiştir. 20 m x 20 m (400 m²) büyüklüğünde bütün alanlardan toplamda 121 adet örnek alan alınmıştır. Ağaçlandırma alanlarına ait bilgiler aşağıda verilecektir.

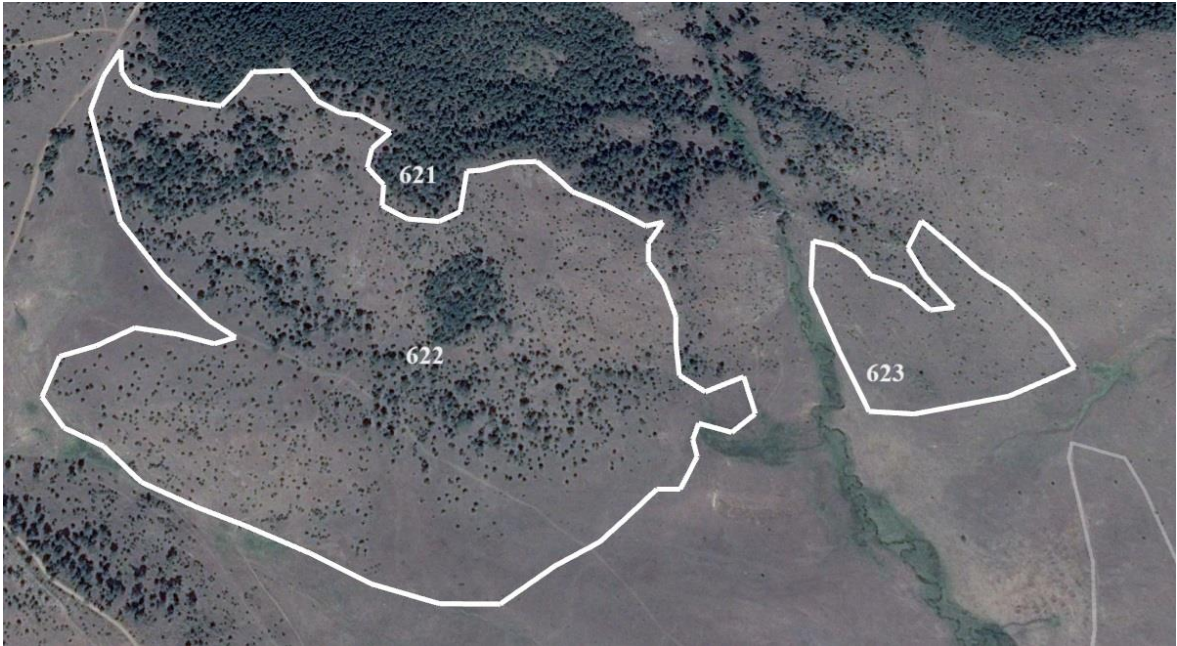
Kelkit Orman İşletme Şefliği ağaçlandırma alanlarından; Ernek Yaylası ağaçlandırma alanı (621,622,623'nolu bölmeler), Babakonağı Yaylası ağaçlandırma alanı (535'nolu bölme) seçilmiştir. Şiran Orman İşletme Şefliği ağaçlandırma alanlarından; 143'nolu bölme, 144 nolu bölme, 146 nolu bölme ağaçlandırma alanı olarak seçilmiştir. Bayburt Orman İşletme Şefliği ağaçlandırma alanlarından ise Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (211 nolu bölme, 214 nolu bölme, 178 nolu bölme, 179 nolu bölme, 180 nolu bölme), Kabaçayır Ağaçlandırma Projesi (243 nolu bölme) alanları seçilmiştir.

Ağaçlandırma alanlarına ait genel bilgiler tablosu, ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanların genel görüntüsü ve örnek alanlara ait genel bilgiler tablosu verilmiştir.

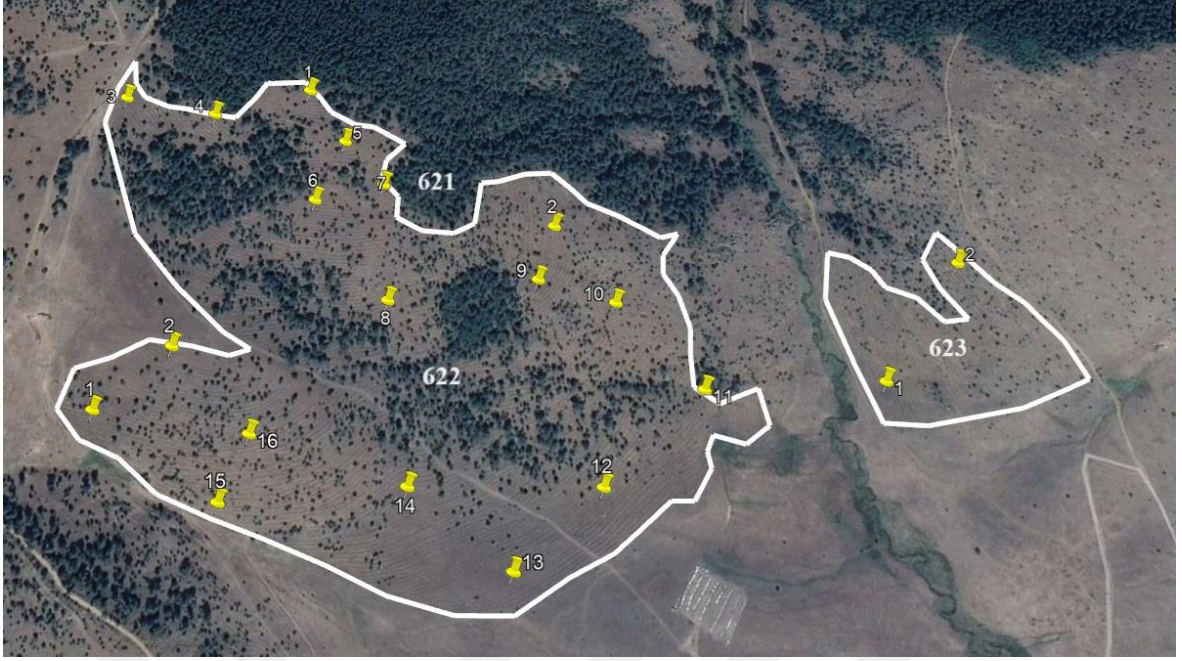
Kelkit ilçesi Ernek Yaylası ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanların genel görüntüsü Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Ernek yaylası ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Gümüşhane	Gümüşhane	Gümüşhane
İlçe	Kelkit	Kelkit	Kelkit
İşletme Müdürlüğü	Gümüşhane	Gümüşhane	Gümüşhane
İşletme Şefliği	Kelkit	Kelkit	Kelkit
Bölme No	621	622	623
Ağaçlandırma Tarihi	2019	2019	2019
Alanın Büyüklüğü	8 ha	20,7 ha	4 ha
Fidan Türü	Sarıçam	Sarıçam	Sarıçam
Fidan Adedi	10000	25875	5000
Dikim Aralığı	1,45*4 m	1,45*4 m	1,45*4 m
Yükselti	1950 m	1930 m	1890 m
Bakı	KD, D	KB, B, KD, K, D, GD	GD, KD
Eğim	%22-%29	%25	%42
Yaş	1+0	1+0	1+0
Toprak Türü	Kumlu Balçık	Kumlu Balçık	Kumlu Balçık
Toprak Derinliği	40-60 cm	40-60 cm	40-60 cm
Anakaya Türü	Kalker	Kalker	Kalker



Şekil 3.4: Ernek yaylası ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.5: Ernek yaylası ağaçlandırma alanına ait 2020 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.2: Ernek yaylası ağaçlandırma alanının örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
621	1	KD	1986	20-30	521315.758	4434710.160
	2	D	1935	20-30	521572.305	4434541.097
622	1	KB	1940	10-20	521132.269	4434335.237
	2	B	1947	10-20	521200.194	4434403.612
	3	KD	1975	0-10	521122.264	4434700.379
	4	KD	1981	20-30	521217.529	4434678.937
	5	K	1981	10-20	521356.374	4434644.503
	6	KD	1971	10-20	521328.989	4434572.113
	7	K	1972	10-20	521398.124	4434590.823
	8	D	1951	10-20	521407.212	4434454.853
	9	GD	1935	20-30	521555.421	4434478.814
	10	GD	1913	10-20	521631.052	4434452.682
	11	GD	1884	10-20	521712.375	4434358.146
	12	KD	1891	20-30	521613.163	4434257.877
	13	KD	1890	10-20	521529.653	4434176.455
	14	KD	1910	20-30	521432.280	4434258.086
	15	KB	1928	10-20	521258.858	4434242.050
	16	K	1935	10-20	521282.277	4434310.957
623	1	GD	1865	20-30	521886.193	4434367.302
	2	KD	1902	20-30	521973.197	4434498.912



Şekil 3.6: Ernek yaylası ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

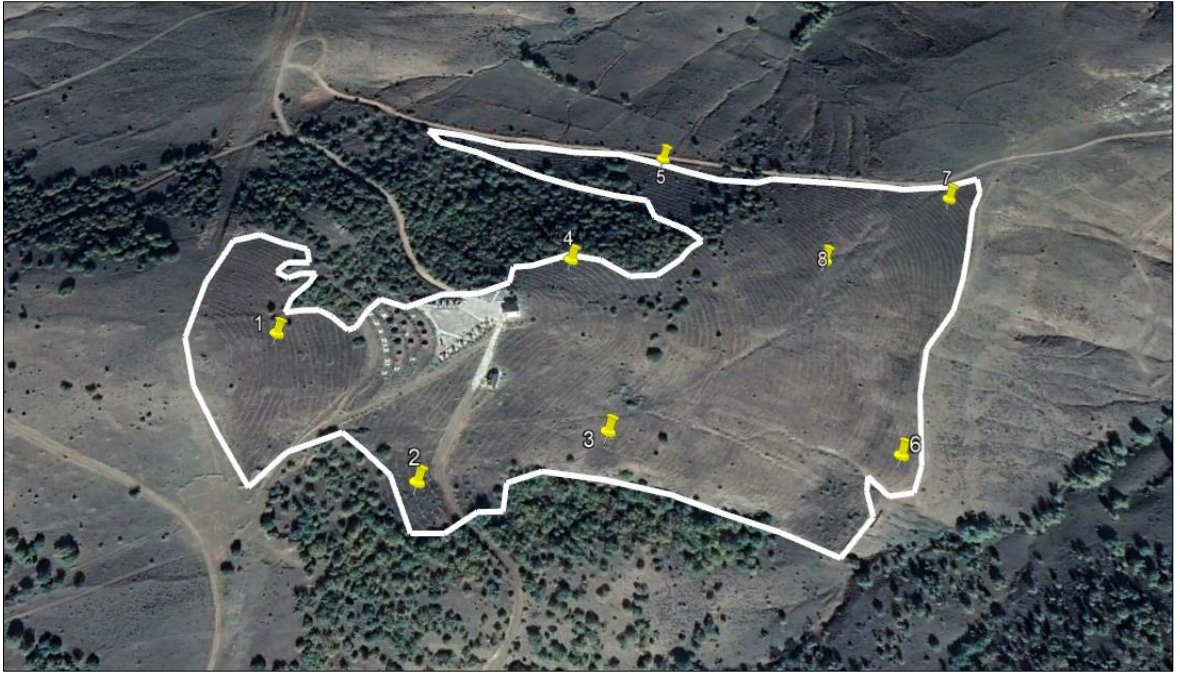
Kelkit ilçesi Babakonağı ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Babakonağı yaylası ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Gümüşhane
İlçe	Kelkit
İşletme Müdürlüğü	Gümüşhane
İşletme Şefliği	Kelkit
Bölme No	535
Ağaçlandırma Tarihi	2017
Alanın Büyüklüğü	8,5
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	10000
Dikim Aralığı	1,45x4
Yükselti	1700
Bakı	K, D, KB, KD
Eğim	0-10
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kumlu killi balçık
Toprak Derinliği	40-60 cm
Anakaya Türü	Kalker



Şekil 3.7: Babakonağı ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.8: Babakonağı ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.4: Babakonağı yaylası ağaçlandırma alanının örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
535	1	K	1750	0-10	532375.039	4436749.031
	2	K	1734	0-10	532478.954	4436624.120
	3	D	1709	0-10	532594.716	4436664.977
	4	KB	1710	0-10	532568.716	4436820.978
	5	KD	1661	0-10	532635.385	4436930.533
	6	K	1657	0-10	532775.352	4436646.519
	7	K	1646	0-10	532841.127	4436886.144
	8	D	1669	0-10	532745.173	4436821.143



Şekil 3.9: Babakonağı yaylası ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

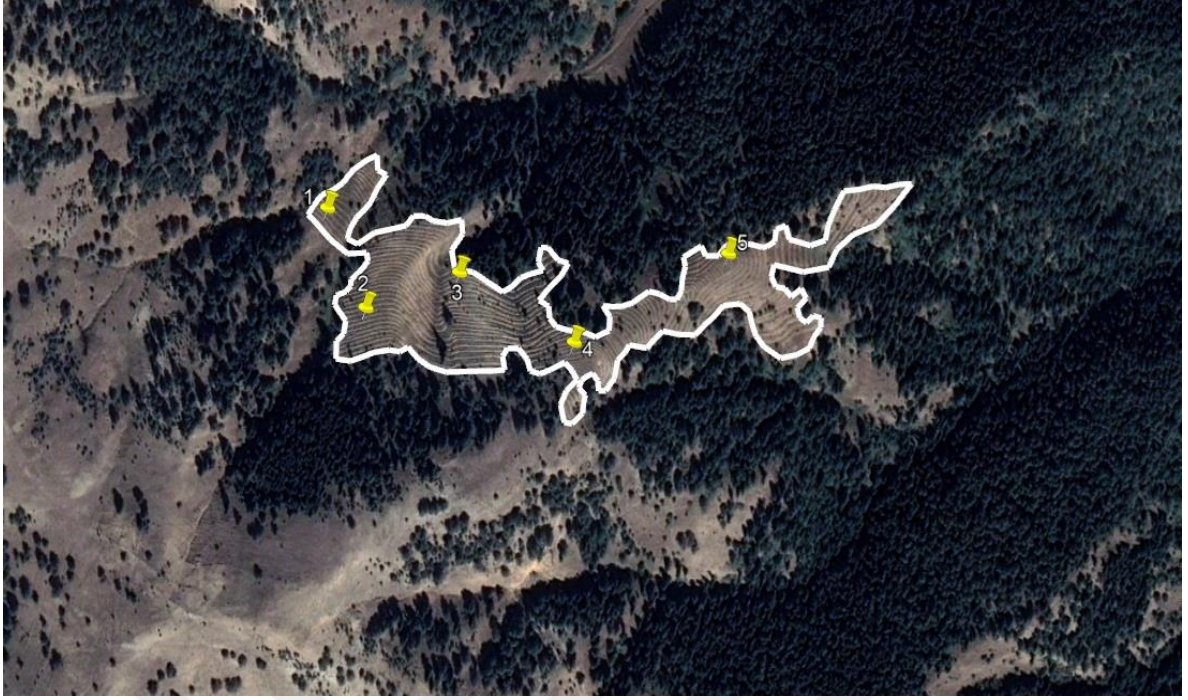
Şiran ilçesi 143 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.5 ve Tablo 3.6’da verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.5: 143'nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Gümüşhane
İlçe	Şiran
İşletme Müdürlüğü	Gümüşhane
İşletme Şefliği	Şiran
Bölme No	143
Ağaçlandırma Tarihi	2019
Alanın Büyüklüğü	8,5 ha
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	10000
Dikim Aralığı	1,45 *4
Yükselti	2090
Bakı	GD
Eğim	38%
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	40-60 cm
Anakaya Türü	Kumtaşı, Kireçtaşı, Kilitaşı



Şekil 3.10: 143 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.11: 143 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.6: 143 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
143	1	KB	10-20	2065	523061.815	4461135.710
	2	KB	30-40	2087	523098.434	4461045.240
	3	KB	30-40	2060	523187.359	4461077.449
	4	KB	20-30	2086	523296.443	4461014.395
	5	KD	20-30	2057	523442.920	4461095.172



Şekil 3.12: 143 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

Şiran ilçesi 144 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.7 ve Tablo 3.8’de verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.13, Şekil 3.14 ve Şekil 3.15’te gösterilmiştir.

Tablo 3.7: 144 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Gümüşhane
İlçe	Şiran
İşletme Müdürlüğü	Gümüşhane
İşletme Şefliği	Şiran
Bölme No	144
Ağaçlandırma Tarihi	2019
Alanın Büyüklüğü	4,2 ha
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	5200
Dikim Aralığı	1,45 *4
Yükselti	1900
Bakı	GB
Eğim	27%
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	40-80 cm
Anakaya Türü	Kumtaşı, Kireçtaşı, Kilitaşı



Şekil 3.13: 144 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.14: 144 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2020 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.8: 144 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
144	1	G	1936	10-20	532375.039	4436749.031
	2	B	1908	0-10	532478.954	4436624.120
	3	G	1935	10-20	532594.716	4436664.977



Şekil 3.15: 144 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

Şiran ilçesi 146 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.9 ve Tablo 3.10’da verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.16, Şekil 3.17 ve Şekil 3.18’de gösterilmiştir.

Tablo 3.9: 146 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Gümüşhane
İlçe	Şiran
İşletme Müdürlüğü	Gümüşhane
İşletme Şefliği	Şiran
Bölme No	146
Ağaçlandırma Tarihi	2017
Alanın Büyüklüğü	25,5 ha
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	31000
Dikim Aralığı	1,45 *4
Yükselti	2050
Bakı	GD
Eğim	50%
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	40-60 cm
Anakaya Türü	Kumtaşı, Kireçtaşı, Kıltaşı



Şekil 3.16: 146 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.17: 146 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2020 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.10: 146 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
146	1	KD	2131	10-20	524179.487	4462772.894
	2	G	2130	20-30	524315.233	4462853.026
	3	KD	2128	20-30	524271.443	4462777.013
	4	D	2101	10-20	524418.511	4462783.623
	5	GD	2111	20-30	524478.329	4462857.895
	6	D	2099	20-30	524302.306	4462644.100
	7	K	2066	10-20	524366.316	4462548.056
	8	GD	2089	10-20	524532.902	4462790.936
	9	G	2086	20-30	524663.584	4462868.159
	10	G	2074	30-40	524785.493	4462902.620
	11	D	2056	30-40	524928.549	4462922.961
	12	K	2043	20-30	525014.216	4462903.038
	13	K	2017	20-30	525018.997	4462801.433
	14	K	2013	20-30	524946.208	4462799.935
	15	GD	2038	10-20	524874.886	4462840.577
	16	G	2053	20-30	524791.609	4462840.976
	17	K	2029	30-40	524834.668	4462780.759
	18	K	1999	20-30	524824.627	4462684.652



Şekil 3.18: 146 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

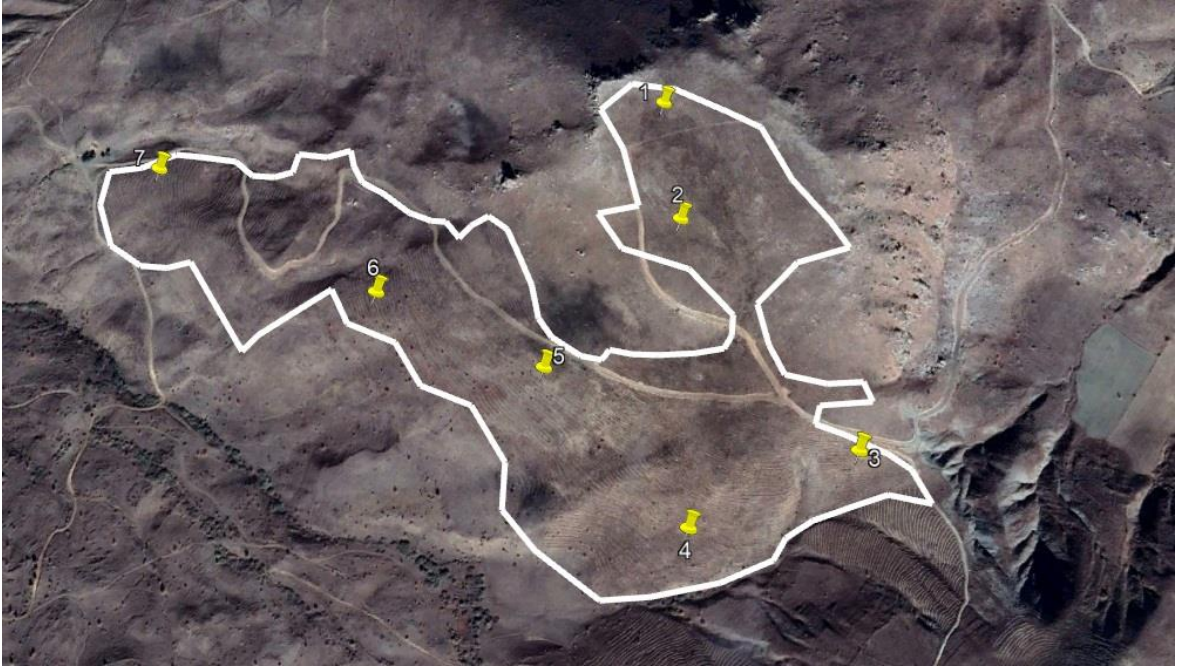
Bayburt ili 178 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.11 ve Tablo 3.12’de verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.19, Şekil 3-20 ve Şekil 3.21’de gösterilmiştir.

Tablo 3.11: 178 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Bayburt
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Bayburt
İşletme Şefliği	Merkez
Bölme No	178
Ağaçlandırma Tarihi	2017
Alanın Büyüklüğü	15,58
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	4379
Dikim Aralığı	6*1,25
Yükselti	1850
Bakı	GB
Eğim	%0-20 , %21-40
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kil, Kumlu balçık, Kumlu kil
Toprak Derinliği	40-60 cm
Anakaya Türü	Kumtaşı, Kireçtaşı, Kıltaşı



Şekil 3.19: 178 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.20: 178 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.12: 178 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
178	1	GB	2411	20-30	620196.882	4460160.804
	2	K	2406	10-20	620223.68	4459968.741
	3	GB	2326	10-20	620467.722	4459619.664
	4	K	2281	10-20	620239.181	4459506.652
	5	K	2293	10-20	620038.683	4459734.886
	6	GB	2234	10-20	619799.518	4459846.022
	7	GB	2170	10-20	619471.666	4460038.498



Şekil 3.21: 178 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

Bayburt ili 182 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.13 ve Tablo 3.14’te verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.22, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24’te gösterilmiştir.

Tablo 3.13: 182 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Bayburt
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Bayburt
İşletme Şefliği	Merkez
Bölme No	182
Ağaçlandırma Tarihi	2017
Alanın Büyüklüğü	25,5 ha
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	31000
Dikim Aralığı	1,45 *4
Yükselti	2050
Bakı	GD
Eğim	50%
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	Kumtaşı, Kireçtaşı, Kıltaşı
Anakaya Türü	Kum Taşı, Kireç Taşı, Kil Taşı



Şekil 3.22: 182 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.23: 182 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.14: 182 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
182	1	GB	1704	20-30	621371.138	4465996.011
	2	B	1713	30-40	621260.720	4465936.594
	3	B	1729	30-40	621269.434	4465828.652
	4	B	1727	20-30	621332.417	4465889.258
	5	GB	1718	20-30	621530.040	4465888.521
	6	GB	1739	30-40	621416.552	4465840.987
	7	GB	1748	20-30	621505.679	4465785.728
	8	GB	1762	30-40	621409.429	4465716.805
	9	G	1773	10-20	621397.450	4465579.051
	10	GB	1793	30-40	621564.124	4465500.184
	11	GB	1744	20-30	621617.858	4465744.213
	12	GD	1741	20-30	621746.200	4465709.037
	13	GB	1761	30-40	621663.015	4465646.055
	14	G	1769	20-30	621818.689	4465593.767
	15	G	1811	30-40	621794.922	4465476.714



Şekil 3.24: 182 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

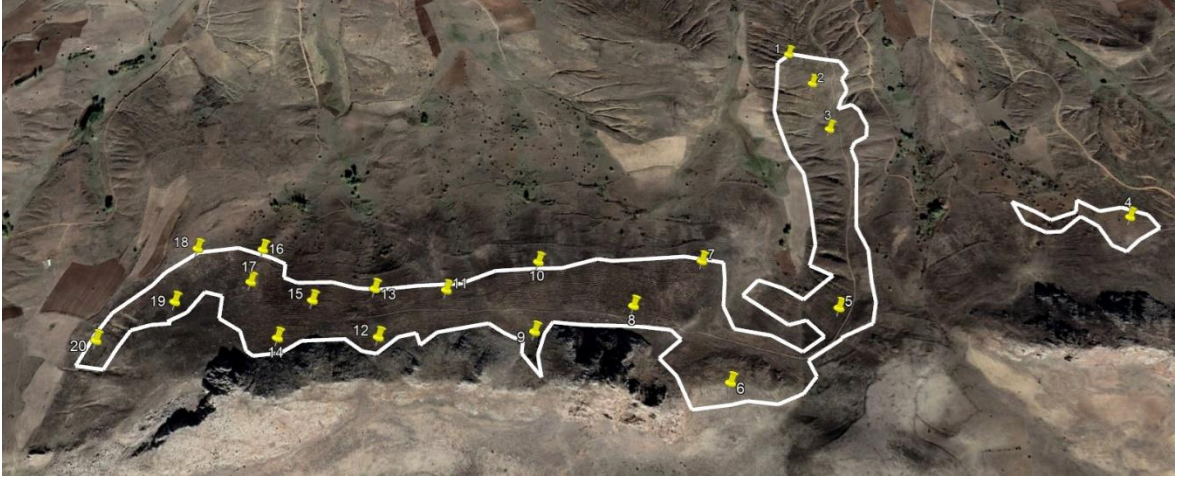
Bayburt ili 211 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.15 ve Tablo 3.16’da verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.25, Şekil 3.26, Şekil 3.27’de gösterilmiştir.

Tablo 3.15: 211 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Bayburt
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Bayburt
İşletme Şefliği	Merkez
Bölme No	211
Ağaçlandırma Tarihi	2017
Alanın Büyüklüğü	32,27 ha
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	29203
Dikim Aralığı	6*1,25
Yükselti	2000
Bakı	K, KD, KB
Eğim	%0-20, % 21-40, %, %41-60
Yaş	1+0
Toprak Türü	Killi Balçık, Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	64,94 cm
Anakaya Türü	Kum Taşı, Kireç Taşı, Kil Taşı



Şekil 3.25: 211 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 Yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.26: 211 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2021 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.16: 211 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
211	1	G	1979	0-10	613112.602	4457645.306
	2	G	1995	0-10	613171.297	4457532.910
	3	K	2006	0-10	613203.767	4457364.317
	4	GB	2055	0-10	613959.314	4457077.084
	5	K	2078	0-10	613170.690	4456787.546
	6	GB	2146	0-10	612892.479	4456576.798
	7	K	2062	0-10	612836.281	4456921.477
	8	K	2121	0-10	612662.523	4456785.905
	9	GB	2141	0-10	612421.312	4456708.569
	10	K	2072	0-10	612420.705	4456912.372
	11	K	2088	0-10	612194.874	4456824.954
	12	GB	2126	0-10	612041.891	4456687.456
	13	GB	2071	0-10	612015.245	4456825.491
	14	GB	2130	0-10	611797.061	4456681.666
	15	GB	2084	0-10	611864.873	4456789.649
	16	KD	2024	0-10	611713.763	4456939.509
	17	GB	2053	0-10	611701.228	4456841.106
	18	KD	2017	0-10	611545.991	4456939.972
	19	GB	2037	0-10	611524.065	4456780.266
	20	KD	2010	0-10	611357.942	4456667.845



Şekil 3.27: 211 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

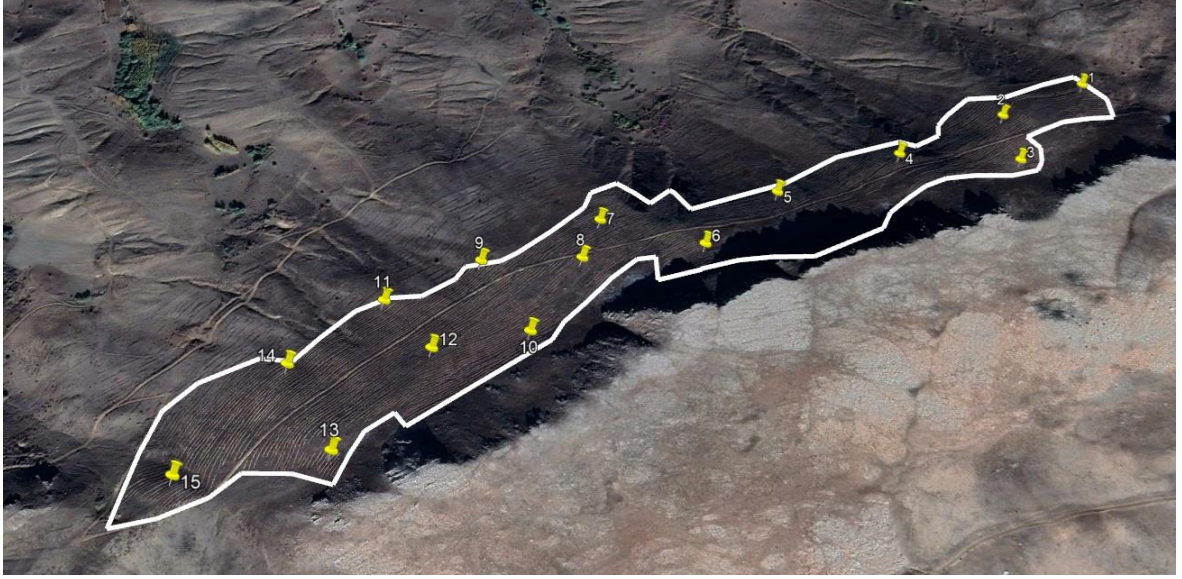
Bayburt ili 214 nolu bölme alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.17 ve Tablo 3.18’de verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.28, Şekil 3.29 ve Şekil 3.30’da gösterilmiştir.

Tablo 3.17: 214 nolu ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Bayburt
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Bayburt
İşletme Şefliği	Merkez
Bölme No	214
Ağaçlandırma Tarihi	2019
Alanın Büyüklüğü	25,74 ha
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	21313
Dikim Aralığı	6*1,25
Yükselti	2000
Bakı	K, KB
Eğim	%21-40, %41-60
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	54,62 -35,74
Anakaya Türü	Kumtaşı, Kireçtaşı, Kıltaşı



Şekil 3.28: 214 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.29: 214 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.18: 214 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
214	1	GB	2221	0-10	616000.814	4457615.503
	2	B	2222	0-10	615849.941	4457523.236
	3	GB	2261	0-10	615854.055	4457402.666
	4	GB	2216	0-10	615666.273	4457415.115
	5	GB	2203	0-10	615466.067	4457314.661
	6	B	2233	0-10	615351.288	4457190.512
	7	K	2179	0-10	615196.623	4457242.980
	8	KD	2197	10-20	615172.327	4457156.086
	9	B	2157	0-10	615026.681	4457147.369
	10	B	2215	10-20	615105.420	4457001.685
	11	KD	2145	0-10	614898.113	4457060.380
	12	K	2188	0-10	614974.292	4456966.717
	13	GB	2198	0-10	614868.140	4456781.889
	14	B	2140	0-10	614785.717	4456932.999
	15	B	2141	0-10	614679.730	4456738.238



Şekil 3.30: 214 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

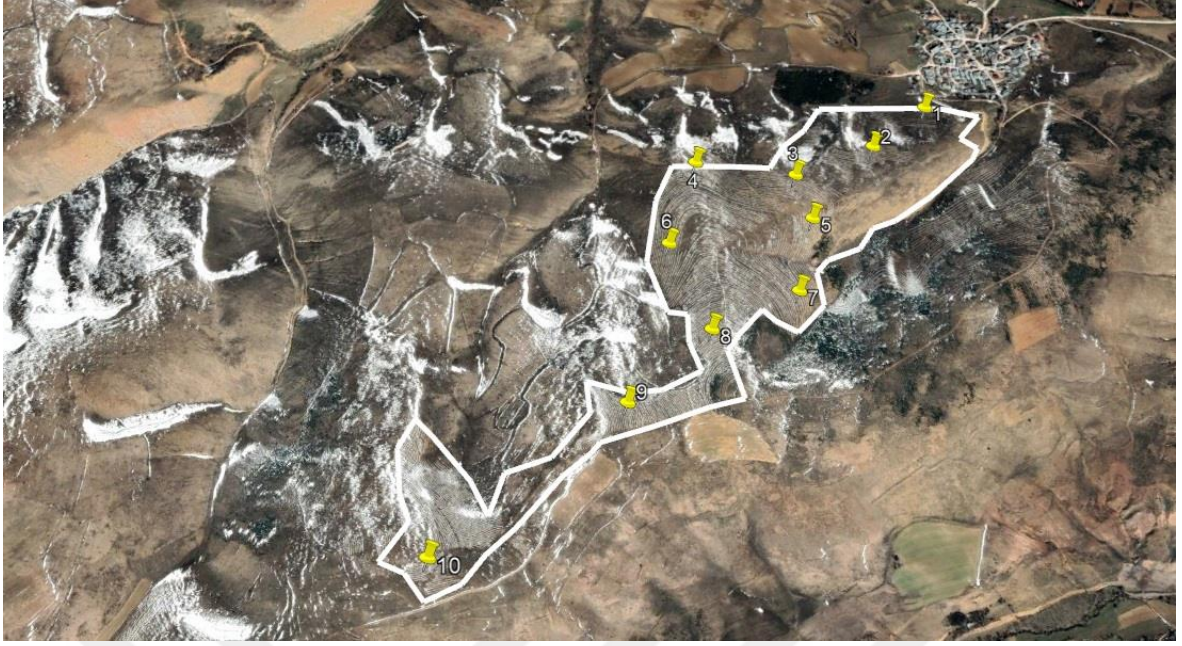
Bayburt ili 243 nolu bölme alanına ait genel bilgiler ve örnek alanlara ait genel bilgiler koordinat tablosu Tablo 3.19 ve Tablo 3.20’de verilmiş ve ağaçlandırma yılına ve bugüne ait Google Earth görüntüsü, alanın genel görüntüsü Şekil 3.31, Şekil 3.32 ve Şekil 3.33’te gösterilmiştir.

Tablo 3.19: 243 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait genel bilgiler

İl	Bayburt
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Bayburt
İşletme Şefliği	Merkez
Bölme No	243
Ağaçlandırma Tarihi	2017
Alanın Büyüklüğü	25,5 ha
Fidan Türü	Sarıçam
Fidan Adedi	31000
Dikim Aralığı	1,45 *4
Yükselti	2050
Bakı	GD
Eğim	50%
Yaş	1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	40-60 cm
Anakaya Türü	Kumtaşı, Kireçtaşı, Kilitaşı



Şekil 3.31: 243 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2016 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 3.32: 243 nolu bölme ağaçlandırma alanına ait 2022 yılı Google Earth görüntüsü

Tablo 3.20: 243 nolu bölme ağaçlandırma alanı örnek alanlarına ait genel bilgiler

Bölme No	Örnek Alan No	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Koordinatlar (ITRF96-UTM 3 ⁰)	
					Y	X
243	1	G	1802	0-10	599360.411	4451899.650
	2	G	1860	10-20	599208.387	4451773.446
	3	GD	1903	0-10	598996.786	4451685.278
	4	G	1905	0-10	598738.018	4451730.994
	5	GD	1910	0-10	599029.936	4451548.732
	6	GD	1917	10-20	598658.231	4451479.492
	7	GB	1927	10-20	598978.098	4451331.742
	8	GB	1958	0-10	598753.424	4451225.108
	9	K	1983	0-10	598539.873	4451026.543
	10	GB	1998	20-30	598073.837	4450638.915



Şekil 3.33: 243 nolu bölme ağaçlandırma alanı genel görüntüsü

3.1.1.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Araştırma alanları Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz bölümünde bulunmakta, Gümüşhane ili, Kelkit ve Şiran ve Bayburt merkez ilçelerinin sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanı Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'nün, Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü (Kelkit ve Şiran İşletme Şefliği) ve Bayburt Orman İşletme Müdürlüğü (Bayburt Orman İşletme Şefliği) sınırlarını kapsamaktadır (Şekil 3.34).



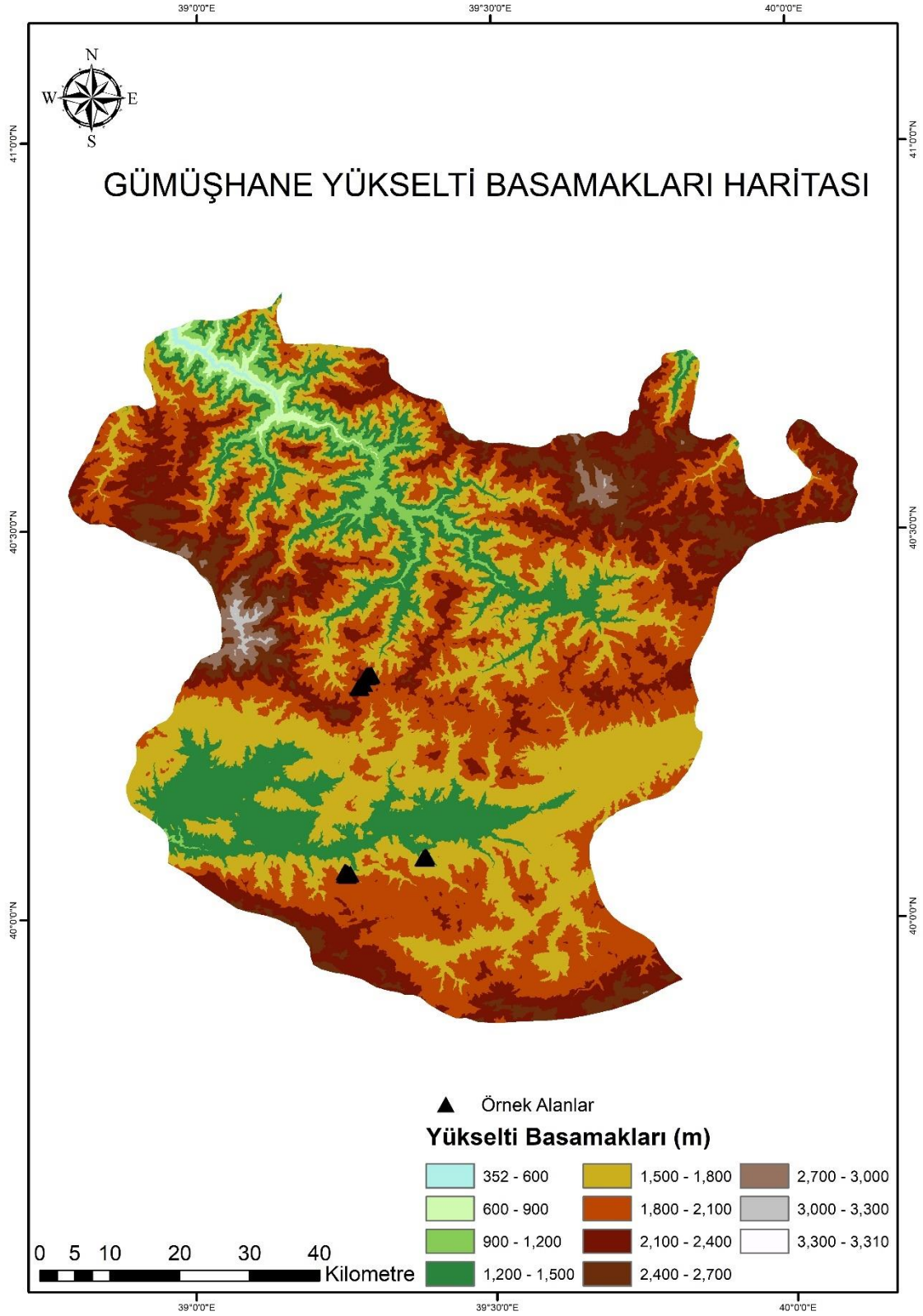
Şekil 3.34: Bayburt-Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü sınırları

Araştırma alanlarından; Kelkit ili coğrafi konum olarak Ekvator'a göre $39^{\circ}50'24''$ - $40^{\circ}19'33''$ Kuzey Enlemleri ile $39^{\circ}09'36''$ - $39^{\circ}53'25''$ Doğu Boyamları yer almaktadır. Alanının en yüksek noktası Gedik Tepesi olup; 2557 metredir. En alçak yeri Kelkit çayının birleştiği yer olan Susuz mevkii olup 1300 m olup toplam 201774,8 hektarlık alanı kapsamaktadır.

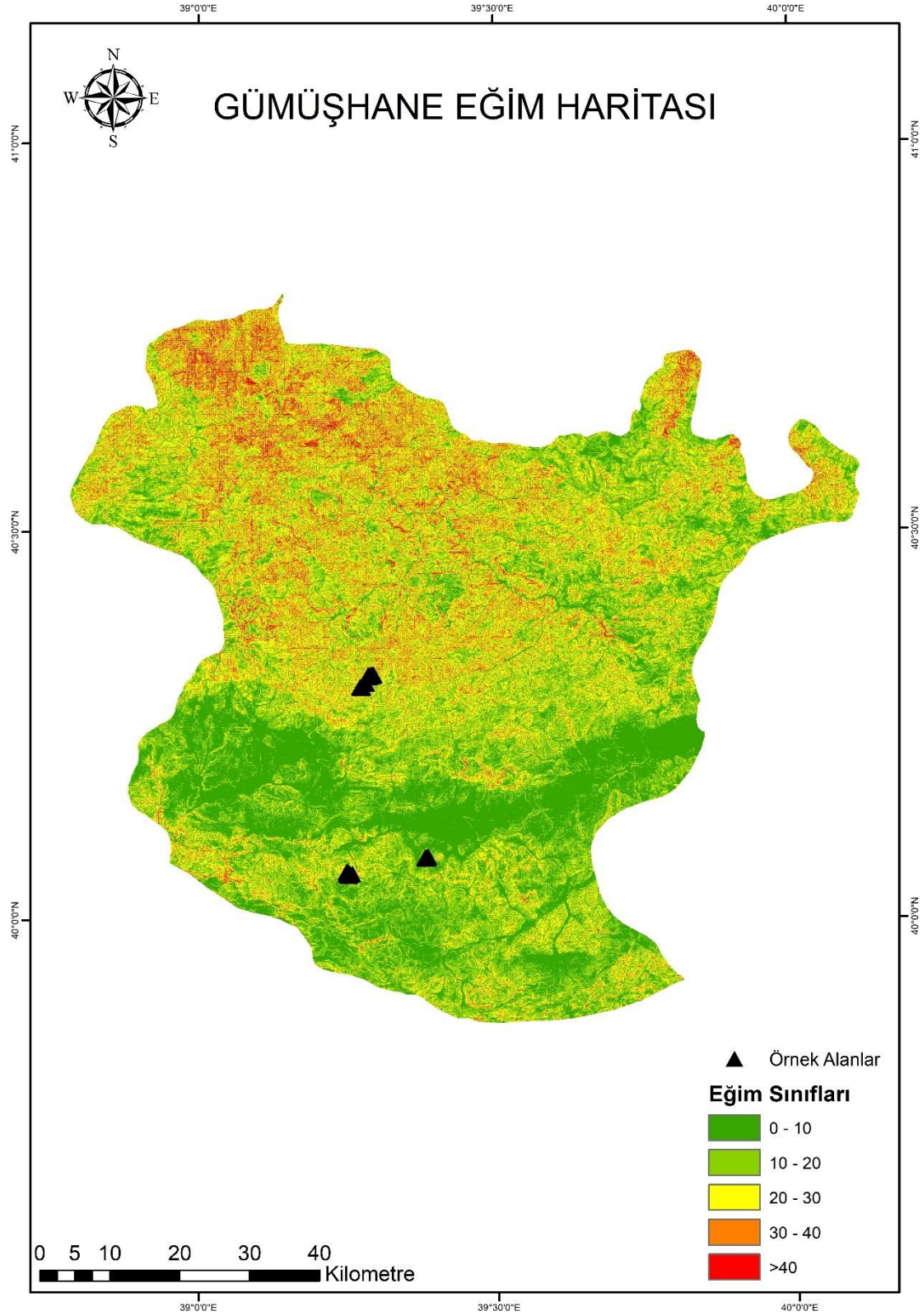
Şiran $39^{\circ}59'23''$ - $40^{\circ}21'49''$ Kuzey Enlemleri ile $38^{\circ}52'38''$ - $39^{\circ}19'49''$ Doğu Boyamları arasın yer almaktadır. Alanın en yüksek noktası Karadağ Tepe olup; 3140 metredir. En alçak yeri Yeşil Deresi ile Kelkit çayının birleştiği yer olan 1115 m olup toplam 90 616,7 hektarlık alanı kapsamaktadır.

Coğrafi olarak Bayburt Orman İşletme Şefliği Doğu Karadeniz Bölgesinde Bayburt ili sınırları içerisinde kalmaktadır. İşletme Şefliği ormanları; Ekvator'a göre $39^{\circ}57'05''$ - $40^{\circ}33'25''$ Kuzey Enlemleri ile Greenwich'e göre $39^{\circ}39'14''$ - $40^{\circ}41'08''$ Doğu Boyamları arasındadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dağlar Karadeniz kıyısına paralel uzanan iki sıra halindedir. Dış sıraları oluşturan dağlar Rize Dağları, Trabzon Dağları, Giresun Dağları gibi bulunduğu bölgeye göre değişik isimler alır. Bölgenin iç sıraları Kelkit, Çoruh Dağları adıyla anılır. Gümüşhane ilinin yükseltisi 330 m-3063 m, Bayburt ilinin yükseltisi 1390 m-3371 m arasında değişmektedir. Örnek alanların yükselti ise Kelkit ve Şiran için 1600 m -2100 m (Şekil 3.35), Bayburt için 1700-2400 m arasındadır (Şekil 3.38).

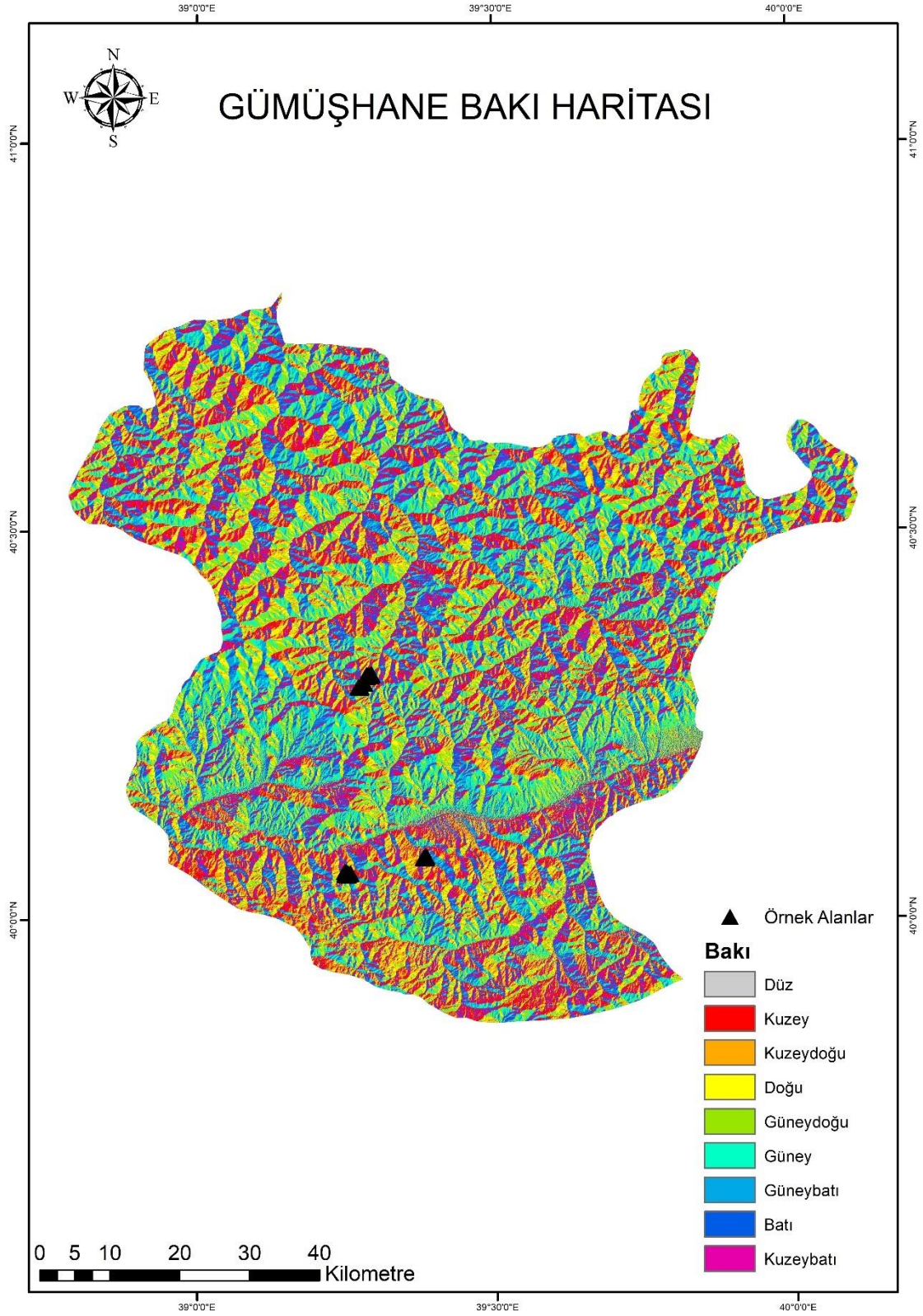
Yeryüzü şekilleri bakımından Köse, Kelkit ve Şiran ilçelerinin yer aldığı güney bölge yüksek bir plato görünümü verirken, Bayburt, Gümüşhane, Torul ve Kürtün' ü içine alan kuzey kesim oldukça engebelidir. Araştırma alanları genel olarak %10-40 eğime sahip alanlardan oluşmaktadır (Şekil 3.36-3.39). Dar ve derin vadilerle ayrılmış yüksek dağlar kuzey alanların belirleyici özelliğidir. Araştırma alanında bakı farklılıkları mevcuttur. Bununla birlikte örnek alanlar tüm ana ve ara bakılarda bulunmaktadır (Şekil 3.37-3.40).



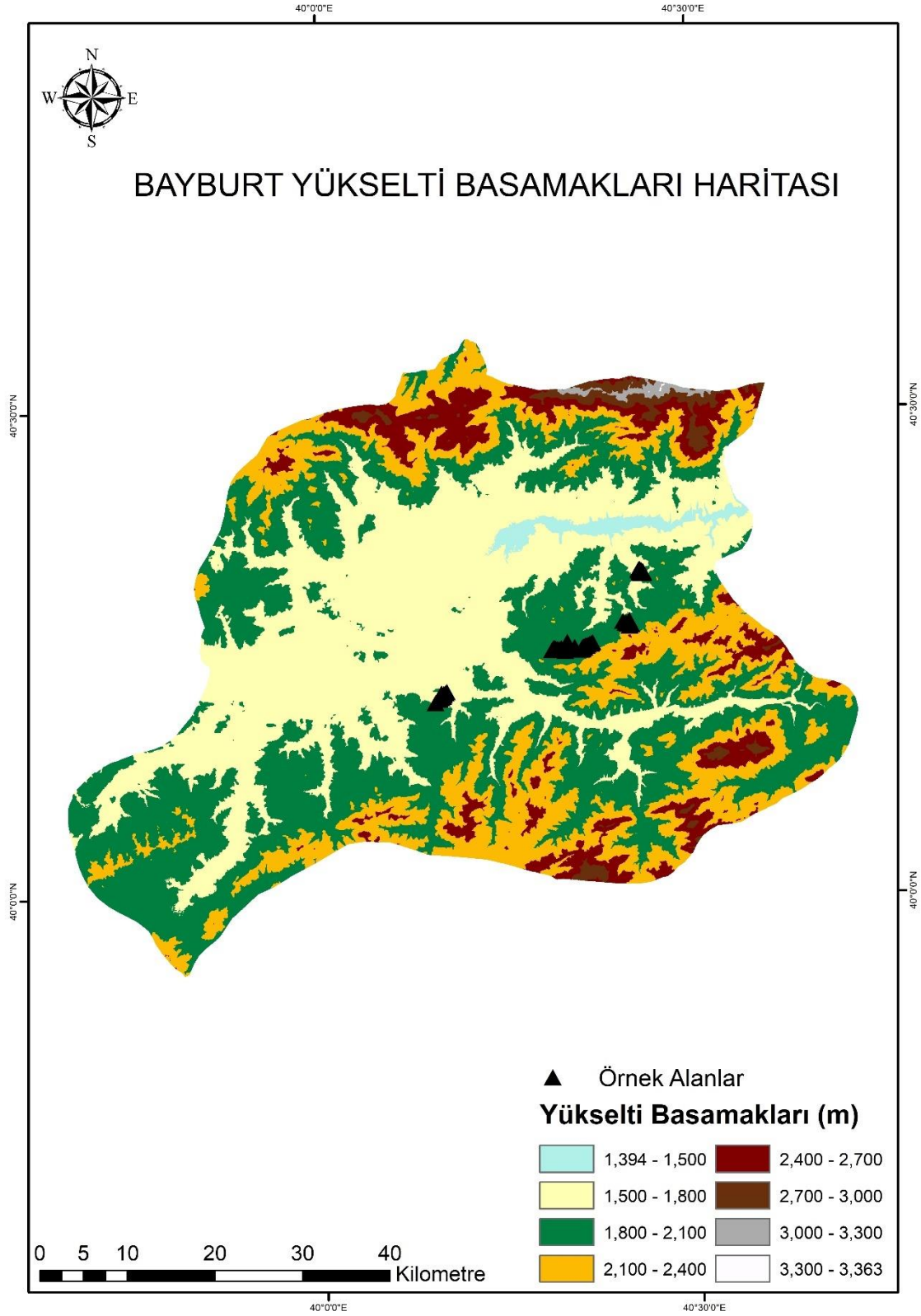
Şekil 3.35: Gümüşhane ili çalışma alanının yükselti basamakları haritası



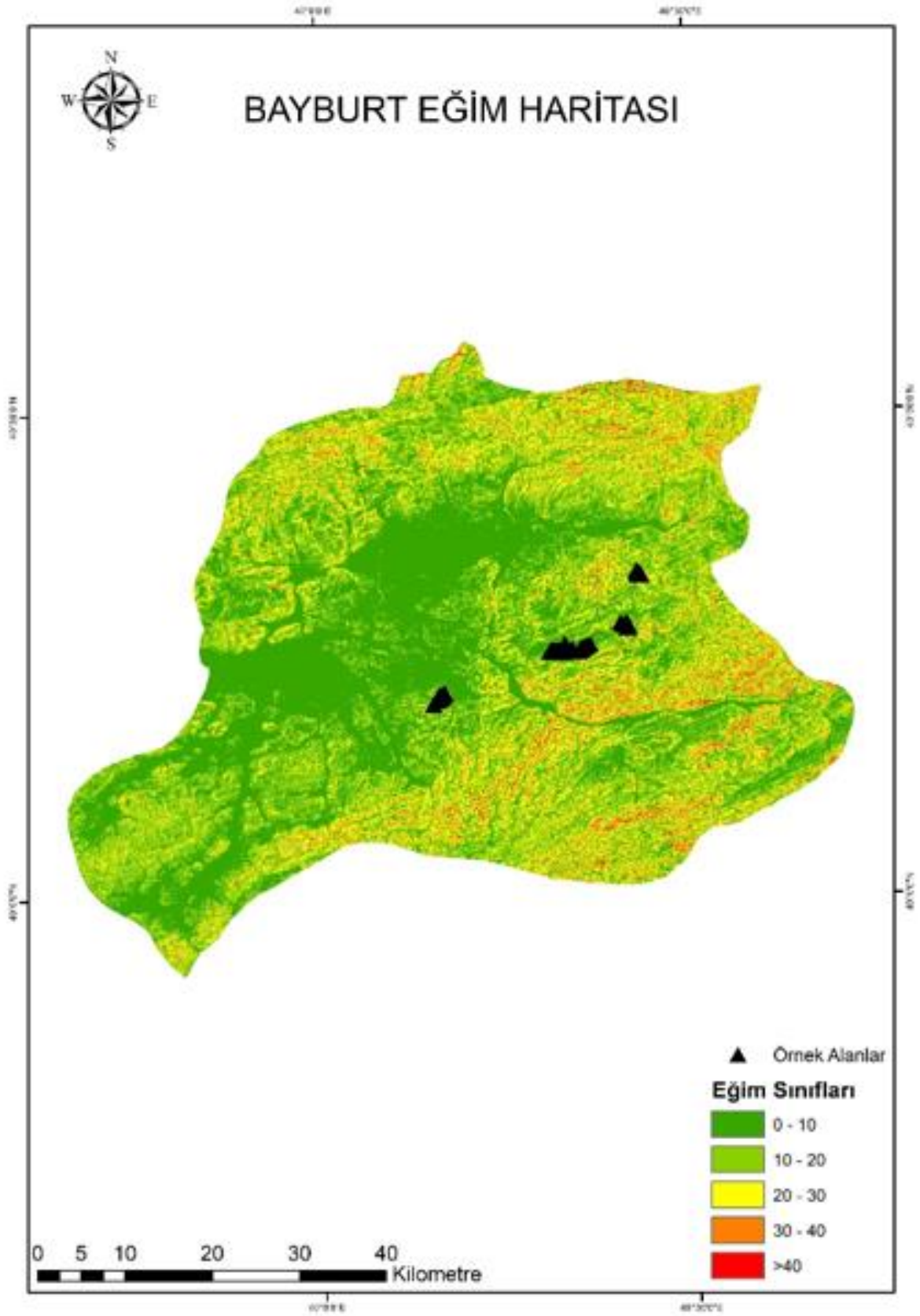
Şekil 3.36: Gümüşhane ili çalışma alanı eğim haritası



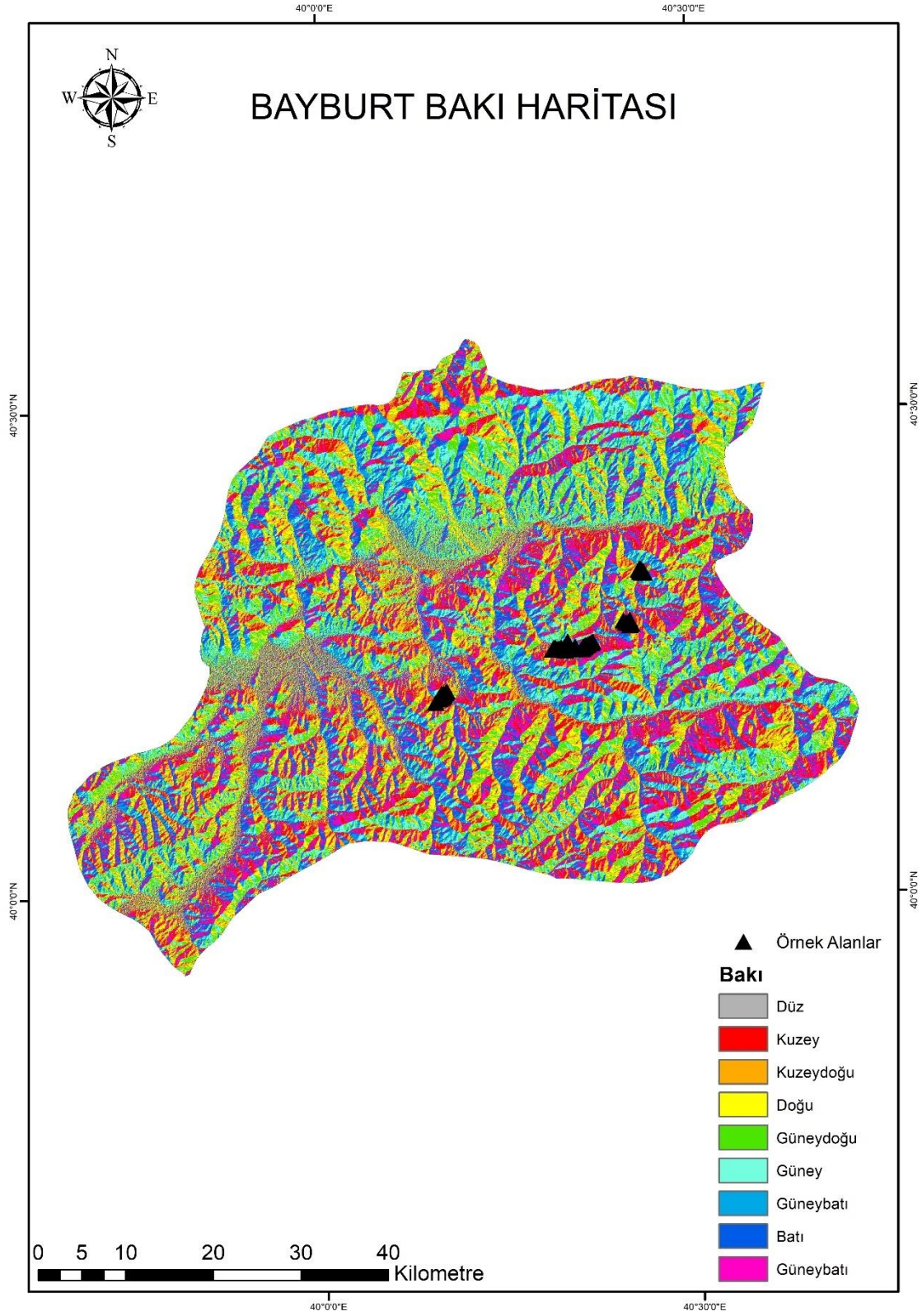
Şekil 3.37: Gümüşhane ili çalışma alanı bakı haritası



Şekil 3.38: Bayburt ili çalışma alanı yükselti basamakları haritası



Şekil 3.39: Bayburt ili çalışma alanı eğim haritası

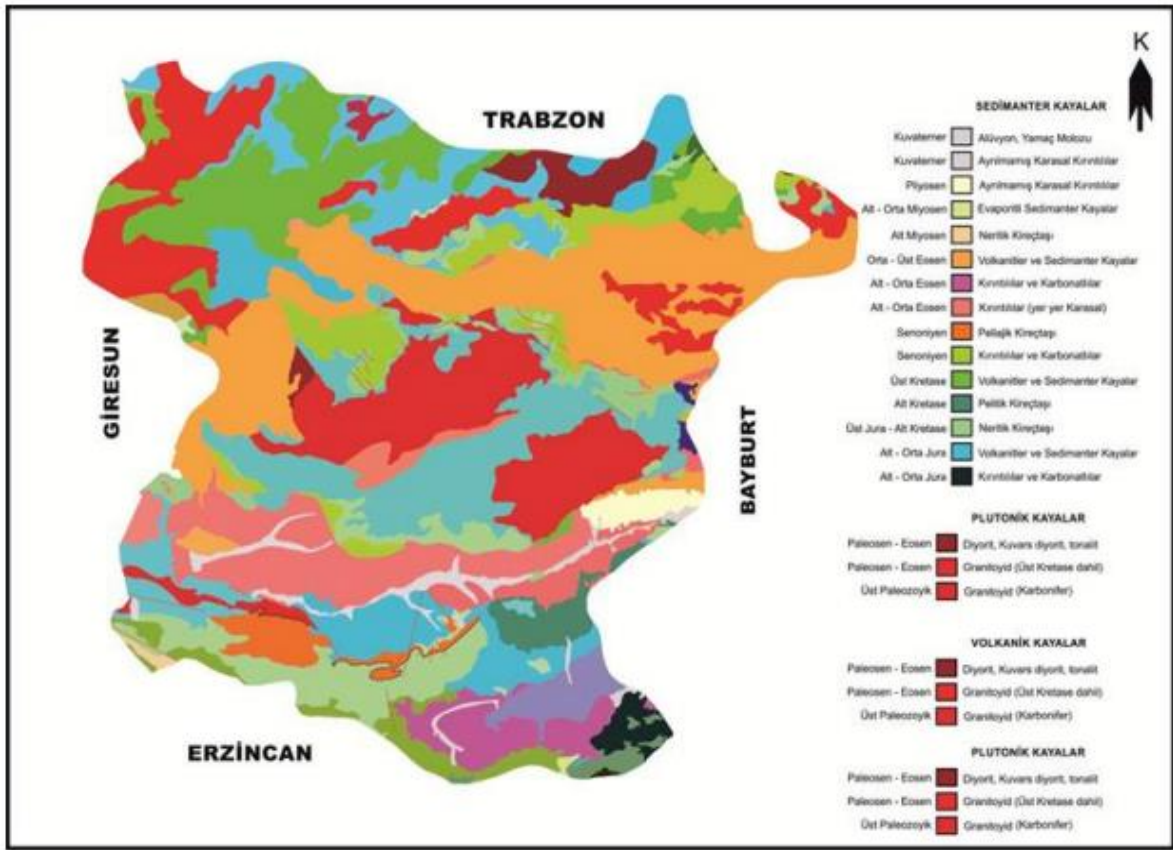


Şekil 3.40: Bayburt ili çalışma alanı eğim haritası

3.1.1.2 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

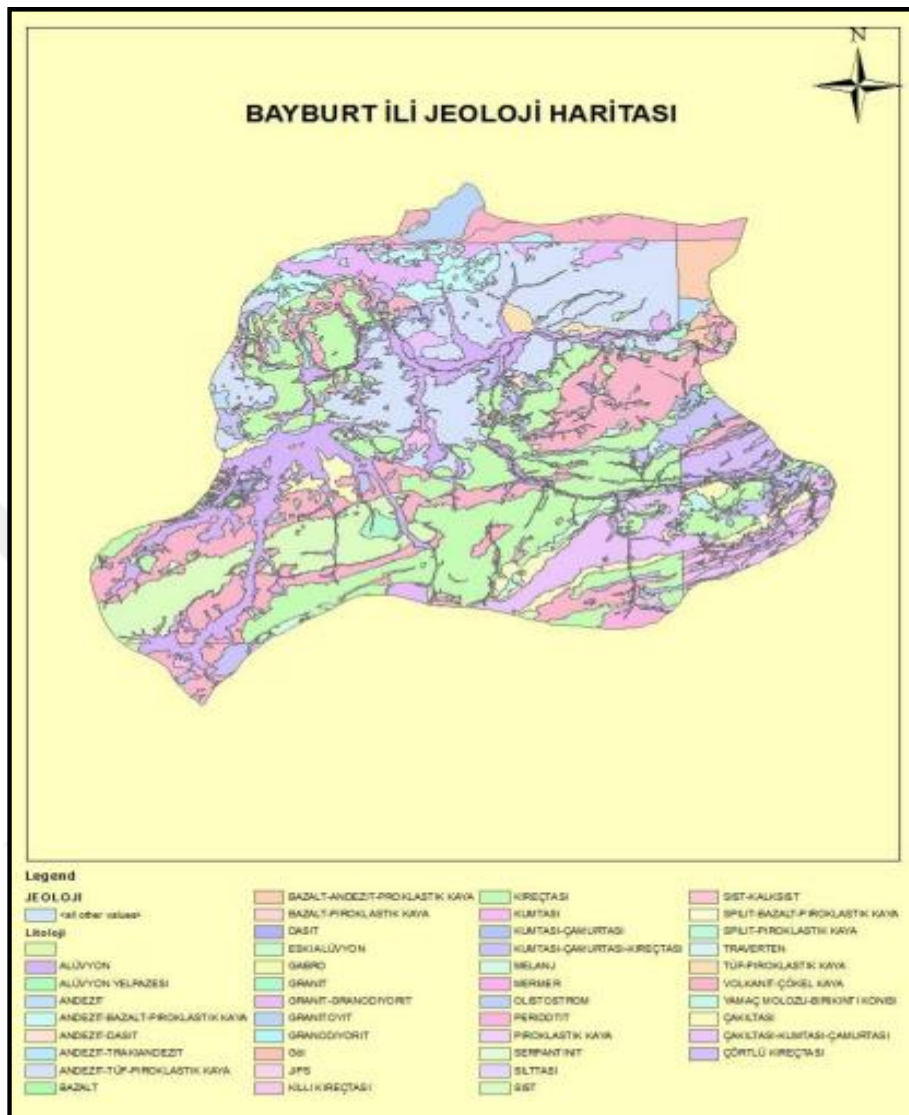
Araştırma alanlarından Gümüşhane merkez ve çevresindeki kayalar Paleozoyik'ten günümüze kadar uzanan bir süreçte oluşmuştur. Değişik kökenli formasyonlar, açılı uyumsuzluklar, faylar ve kırıklar bölgenin jeolojisini teşkil eder. Bölgenin temelini oluşturan Gümüşhane Graniti Hersinyen dağ oluşumuna bağlı olarak gelişmiştir (Çoğulu, 1970; Yılmaz, 1970). Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Graniti Triyas süresince aşınmaya uğramıştır. Triyasta inceleme alanı ve tüm Doğu Pontidler karasal özelliktedir (Bayburt-Demirözü yöresi hariç) (Ağar, 1977). Bölgeye deniz ilk olarak Liyas başlangıcında transgresyon hareketi ile gelmiştir. Liyas yaşlı çökeller ağırlıklı olarak volkanik ara katkılar içeren sığ denizel ortama ait kayalardan oluşmuştur. Liyas yaşlı Zimonköy Formasyonu' nun kalınlığındaki ani değişim bölgedeki riftleşme hareketlerinin belirtisidir (Gedik vd., 1996). Liyas yaşlı volkanizma çoğunlukla patlama şeklinde gelişmiş, volkanik katkılarını tüffit ve tüfler oluşturmuştur. Liyas süresince akma şeklinde volkaniklere rastlamak mümkün olup, bunlar andezit ve bazaltlardan oluşmuştur. Liyas üzerine uyumlu olarak gelen Dogger-Alt Kretase (Eren, 1983) yaşlı Berdiga Formasyonu'nda görülen karbonatlı kayalar gel-git düzlüklerinde, gel-git içi ve gel-git üstü ortamlarda gelişmiştir. Bu dönemde volkanik etkinlik yok denecek kadar azalmıştır. Karbonat kayalarında görülen dolomitleşme, diyajenez safhasında gerçekleşmiştir. Eosende yörede yaygın bir volkanizma başlamış ve yaklaşık andezitik bileşimli olan Alibaba Formasyonu, Berdiga Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmiştir. Alibaba Formasyonu içerisinde yer alan tüf ara katkılar ise volkanizmanın yavaşladığı, malzeme gelişiminin durduğu zamanlarda oluşmuştur. Güncel yaşlı oluşuklar olan alüvyonlar diğer birimleri uyumsuzlukla örtmüştür (Şekil 3.41).

Doğu Pontidler ve bölgeyi etkileyen bu fazlar sonucu magmatik kayalarda kırılmalar, tortul kayalarda ise kırıklı ve kıvrımlı yapılar olmuştur. Kırıklı yapılar, çatlaklar ve faylar şeklinde gelişmiştir. Çatlaklar hem tortul hem de magmatik kayalar içinde değişen oranlarda ve farklı doğrultularda gelişmiştir. Faylar ise genellikle normal fay tipinde olup, normal fayların yanı sıra doğrultu atımlı ve ters faylara da rastlamak mümkündür (IRAP,2021).



Şekil 3.41: Gümüşhane İli jeoloji haritası (İRAP, 2021)

Araştırma alanı, Bayburt ili ve çevresi, Doğu Pontid Güney zonunda yer almakta olup, bu bölge jeolojik açıdan oldukça çeşitlidir. Bölgedeki kayaçlar, Paleozoik, Mesozoik ve Senozoik yaşlara ait olup, farklı jeolojik dönemlere ait katmanlar açıkça gözlemlenmektedir. En eski kayaçlar, Permo-Karbonifer öncesine tarihlenen, düşük dereceli metamorfizmaya uğramış şistlerden oluşmaktadır. Mesozoik yaşlı kayaçlar, Liyas döneminde volkanik ara katkılı kırıntılı kayaçlarla başlar. Dogger ve Malm dönemlerine ait kalın tabakalı kireçtaşları, yer yer kumlu ve dolomitik kireçtaşlarıyla karışarak bu seri içinde gelişir. Alt Kretase'nin başlarında ise, kireçtaşı, kumtaşı ve marn ardışımından oluşan kayaçlar gözlemlenir. Erken Kretase'ye ait kayaçlar, derin deniz ortamlarında birikmiş mikritik kireçtaşları ile tanımlanabilir. Yanal geçişler gösteren konglomera ve kumlu kireçtaşlarıyla başlayıp türbidit karakterli kayaçlarla devam eden bu istifin yaşı Eosen olarak belirlenmiştir. Kuvaterner dönemi ise, traverten, taraça ve alüvyonlar ile temsil edilmektedir. (Şekil 3.42) (İRAP,2020).



yüksek organik madde içeriği ve asidik özellikleri ile dikkat çeker. Ayrışmanın sınırlı olduğu bu bölgelerde, organik madde toprak profiline yeterince karışmaz. Üst toprak katmanlarında hafif asidik bir pH değeri gözlemlenirken, alt katmanlarda daha belirgin bir asidik reaksiyon görülür ve bu topraklar kireç içermez. Bu toprakların bulunduğu alanlar, genellikle dik ve engebeli topoğrafyaya sahip olup, büyük bir kısmı VIII. Sınıf arazilerden oluşmaktadır (KHGM,1988). Kahverengi orman toprağı, kireç içeriğine sahip ana madde üzerinde oluşmuştur. Bu topraklar genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında oluşur. Drenajları iyidir. Çoğunlukla orman veya otlak olarak kullanılmaktadırlar. Tarım yapılanlarda verim yüksektir. Kestane rengi topraklar, ana madde kireç taşından kireççe zengin volkanik materyale kadar değişir (VEGİR, 1984).

Karadeniz bölgesinde, orman üst sınırının üzerinde, nemli ve soğuk iklim koşulları altında yetişen yüksek dağ çayırları kuşağı bulunmaktadır. Ayrı bir biyom özelliği taşıyan bu yüksek dağ çayırları, orman üst sınırını oluşturan yaklaşık 2000 metre rakımdan başlayarak dağ zirvelerine kadar uzanmaktadır. Yaz ayları boyunca genellikle sürekli yeşil kalan alpin çayırlarla kaplı bu alanlarda, toprak yapısı genellikle sıgıdır ve organik madde bakımından oldukça zengindir. Toprakların sıgı olması, düşük sıcaklık koşulları nedeniyle yılın 8 ila 10 ayı boyunca ayrışma süreçlerinin gerçekleşmemesiyle ilişkilidir. Organik madde birikiminin yüksek olması ise sıcaklık yetersizliği nedeniyle organik materyalin tam olarak ayrışamamasından kaynaklanmaktadır. Organik madde içeriği %10'un üzerinde olan Doğu Karadeniz dağlarındaki bu topraklar, genellikle asidik özellik göstermektedir (Okatan, 1987).

3.1.1.3 Genel İklim Özellikleri

Gümüşhane'nin iklimi, Kara iklimi ile Doğu Karadeniz iklimi arasında bir geçiş özelliği gösterir. Kuzeydeki dağlar soğuk ve nemli kuzey rüzgârlarını engeller. Yağışlar kışın ve ilkbaharda daha çoktur. Senelik yağış 469,9 mm civarındadır. Gümüşhane İli her yönüyle olduğu gibi iklim özellikleri bakımından da Doğu Anadolu ile Doğu Karadeniz bölümü arasında bir geçiş teşkil etmektedir. İl genelinde hem karasal hem de Karadeniz ikliminin genel özellikleri görülmesine rağmen birbirine yakın kesimlerde bile iklimde büyük farklılaşmalara rastlanır. Bu da jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Genel olarak Gümüşhane'de iklim yazları oldukça kurak, kış ve bahar ayları ise yağışlı geçen bir karaktere sahiptir. Deniz seviyesinden yükseldikçe ve Doğu Anadolu Bölgesi'ne sınır teşkil

eden yörelere ve Bayburt İl sınırına yaklaştıkça karasal iklimin kendisini bariz şekilde hissettirdiği gözlenirken, aynı durum ilin iç kesimlerinde de görülmektedir. Merkez ilçeden batı ve kuzeybatıya doğru gidildikçe Harşit Vadisi boyunca iklim elemanlarında bir geçiş özelliği gözlenir. Deniz etkisinden uzak kalındığından karaların çabuk ısınması nedeniyle temmuz ve ağustos ayları sıcak ve kurak aylardır. En yüksek sıcaklık ortalamasına ağustos ayında ulaşılır ki son beş yıllık meteorolojik veriler incelendiğinde 19,9°C'dir. Yine aynı veriler ışığı altında en soğuk ayın ocak ayı olduğu (-1,2°C) söylenebilir. Kış ve ilkbahar yağışlı mevsimlerdir. Ancak kışları yağış genellikle kar şeklindedir. Kar yağışları kasım ayı ortalarında başlar, mart ayı ortasına kadar devam eder. Fakat karın yerde kalma süresi fazla değildir. Yıllık ortalama yağış miktarı son beş yılın verilerine göre 462 mm'dir. Son altmışbeş (1950-2015) yıllık ortalamalar baz alındığında Ekstrem (en düşük-en yüksek) sıcaklıklar 22.02.1985 tarihinde -25,7°C, 30.07.2000 tarihinde 41°C olarak ölçülmüştür (ÇDR, 2022). Kelkit İlçesi'nin yıllık ortalama sıcaklık değeri 9,55°C'dir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kelkit Meteoroloji İstasyonu (2013-2023) verilerine göre ortalama sıcaklık değerleri ve maksimum sıcaklık ortalaması açısından değerlendirildiğinde 31,4 °C ile Ağustos en sıcak, 1,8 °C ile de ocak ayı en soğuk ay olarak dikkat çekmektedir. Minimum sıcaklık ortalamasında ise Ağustos 13,6 °C ile en yüksek, -7,9 °C ile Ocak en düşük değerlere sahiptir. Tablo 3.21'de Kelkit Meteoroloji İstasyonu'na ait ortalama sıcaklık verileri ile minimum ve maksimum sıcaklık ortalamaları değerleri verilmiştir.

Tablo 3.21: Araştırma alanının sıcaklık değerleri (Kelkit Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)

Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama sıcaklık (°C)	-1,8	-0,5	3,6	9,3	13,6	17,1	20,0	20,2	16,4	11,2	5,0	0,5
Maksimum sıcaklıkların ortalaması (°C)	1,8	6,5	9,6	16,1	20,3	25,7	29,5	31,4	26,5	19,4	11,7	6,6
Minimum sıcaklıkların ortalaması (°C)	-7,9	-6,0	-1,5	2,4	6,7	10,5	12,5	13,6	9,4	4,9	-0,6	-4,9

Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre ortalama nemin en yüksek olduğu ay %76,3 ile Aralık, toplam yağış ortalamasının en yüksek olduğu ay ise 56,7 mm yağış ile Mayıs'tır. Tablo 3.22'de Kelkit'e ait aylık ortalama nem ve yağış bilgileri verilmiştir.

Tablo 3.22: Araştırma alanının nem ve yağış dağılım bilgileri (Kelkit Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama nem (%)	75,6	72,9	67,1	60,0	63,0	61,9	54,8	51,2	52,2	60,4	67,1	76,8
Minimum nem (%)	36,5	32,2	18,3	12,5	12,4	12,5	9,6	7,8	8,1	11,6	18,5	33,0
Maksimum nem (%)	99,4	99,5	99,5	99,2	99,3	99,3	97,7	97,3	97,7	99,4	99,4	99,4
Toplam yağış ortalaması (mm)	15,6	13,1	33,7	42,5	56,7	42,9	25,5	17,6	20,4	23,9	16,9	15,9
Maksimum yağış (mm)	5,8	5,8	8,5	12,3	15,5	13,8	12,2	6,5	9,0	8,7	6,8	5,3
Yağışlı gün sayısı	7,8	6,7	12,6	12,1	14,9	11,4	8,9	9,1	6,8	8,5	6,4	9,4

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kelkit Meteoroloji İstasyonu 2013-2023 verilerine göre hazırlanan aylık ortalama rüzgâr hızları Tablo 3.23'te görülmektedir. Tabloya göre, Kelkit İlçesi'nde rüzgârın aylık ortalama hızının en yüksek olduğu ay Temmuz olup, 4,1 m/s olarak ölçülmüştür. En düşük rüzgâr hızı ise Ocak ayında kaydedilmiş olup, 2,1 m/s'dir.

Tablo 3.23: Araştırma alanının aylık ortalama rüzgâr hızı (Kelkit Meteoroloji İstasyonunun son 11 yıllık sonuçlarına göre)

	Rasat süresi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)	30	2,1	2,7	3,4	3,5	3,3	3,4	4,1	3,7	3,2	2,5	2,5	2,3

Şiran İlçesi'nin yıllık ortalama sıcaklık değeri 9,3°C'dir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Şiran Meteoroloji İstasyonu (2013-2023) verilerine göre ortalama sıcaklık değerleri ve maksimum sıcaklık ortalaması açısından değerlendirildiğinde 32,3°C ile Ağustos en sıcak, 2,3°C ile de ocak ayı en soğuk ay olarak dikkat çekmektedir. Minimum sıcaklık ortalamasında ise Ağustos 12,9°C ile en yüksek, -7,5°C ile Ocak en düşük değerlere sahiptir. Tablo 3.24'te Şiran Meteoroloji İstasyonu'na ait ortalama sıcaklık verileri ile minimum ve maksimum sıcaklık ortalamaları değerleri verilmiştir.

Tablo 3.24: Araştırma alanının sıcaklık değerleri (Şiran Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)

Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama sıcaklık (°C)	-3,3	-0,1	3,4	8,5	12,7	17,0	20,2	21,4	17,0	11,1	4,2	-0,3
Maksimum sıcaklıkların ortalaması (°C)	2,3	6,3	9,9	16,3	20,9	26,1	30,5	32,3	27,3	19,5	11,0	4,9
Minimum sıcaklıkların ortalaması (°C)	-7,5	-4,5	-1,6	2,3	6,3	9,9	11,9	12,9	9,1	4,9	-0,5	-4,2

Şiran Meteoroloji İstasyonu verilerine göre ortalama nemin en yüksek olduğu ay %76,3 ile Aralık, toplam yağış ortalamasının en yüksek olduğu ay ise 56,7 mm yağış ile Mayıs'tır. Tablo 3.25'te Şiran'a ait aylık ortalama nem ve yağış bilgileri verilmiştir.

Tablo 3.25: Araştırma alanının nem ve yağış dağılım bilgileri (Şiran Meteoroloji İstasyonu’nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama nem (%)	82,9	76,9	73,6	65,1	69,1	69,9	60,6	58,3	58,8	67,8	76,0	85,7
Minimum nem (%)	30	31,8	17,6	12,9	12,6	14,1	10,0	7,7	9,4	12,8	18,3	35,9
Maksimum nem (%)	99,1	99,4	99,4	99,3	99,4	99,4	98,9	98,8	98,7	99,2	99,2	99,3
Toplam yağış ortalaması (mm)	43,9	31,7	65,7	50,1	71,5	55,1	14,7	31,9	19,3	35,6	39,0	46,3
Maksimum yağış (mm)	12,1	9,7	15,2	12,1	18,0	19,8	7,2	13,9	6,7	11,5	15,5	17,2
Yağışlı gün sayısı	13,8	11,5	16,4	12,9	16,6	14,6	11,5	13,5	11,7	13,5	11,2	14,8

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Şiran Meteoroloji İstasyonu 2013-2023 verilerine dayanılarak hazırlanan aylık ortalama rüzgâr hızları Tablo 3.26’da görülmektedir. Tabloya göre Şiran İlçe’ sinde rüzgârın aylık ortalama hızın en fazla olduğu ay 2,9 m/s ile Nisan, en düşük olduğu ay ise 1,7 m/s ile Ocak ve Aralık’tır.

Tablo 3.26: Araştırma alanının aylık ortalama rüzgâr hızı (Şiran Meteoroloji İstasyonunun son 11 yıllık sonuçlarına göre).

	Rasat süresi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)	30	1,7	1,9	2,6	2,9	2,8	2,5	2,6	2,5	2,4	2,0	1,8	1,7

Bayburt İli, Doğu Karadeniz iklim kuşağı ile kurak Doğu Anadolu iklim kuşağı arasında, karasal özellikleri ağır basan bir geçiş iklimine sahiptir. Kuzeyde uzanan Karadeniz Sıra Dağları, Karadeniz iklim etkilerinin bölgeye sarkmasını engellemektedir. En fazla yağış bahar aylarında, en az yağış ise yaz mevsiminde gerçekleşmektedir. Bölgede kar yağışı çok sık görülür. İlde Karadeniz ikliminden ziyade Doğu Anadolu ikliminin etkisi daha fazladır. Bu nedenle yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Ancak gerek ortalama yüksekliğin düşüklüğü gerekse vadiler sisteminin oluşturduğu “Mikroklima” sayesinde Doğu Anadolu’ya göre iklim daha yumuşaktır. İlde yağışlı günler 102, ortalama yağış 433,4 mm’dir. En yüksek sıcaklık 36,2°C (20.07.1962) ve en düşük sıcaklık –26,2°C (29.01.1964), ortalama ısı ise 7,0°C’dir (IRAP,2022).

Bayburt İlinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 9,3°C’dir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bayburt Meteoroloji İstasyonu (2013-2023) verilerine göre ortalama sıcaklık değerleri ve maksimum sıcaklık ortalaması açısından değerlendirildiğinde 29,9°C ile Ağustos en sıcak, 1,1°C ile de Ocak ayı en soğuk ay olarak dikkat çekmektedir. Minimum sıcaklık ortalamasında ise Ağustos 12,8°C ile en yüksek, -8,2°C ile Ocak en düşük değerlere sahiptir. Tablo 3.27’de Bayburt Meteoroloji İstasyonu’na ait ortalama sıcaklık verileri ile minimum ve maksimum sıcaklık ortalamaları değerleri verilmiştir.

Tablo 3.27: Araştırma alanının sıcaklık değerleri (Bayburt Meteoroloji İstasyonu’nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)

Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama sıcaklık (°C)	-4,2	-1,9	3,0	8,2	12,6	17,0	19,8	20,9	16,2	10,4	3,8	-2,0
Maksimum sıcaklıkların ortalaması (°C)	1,1	3,9	8,8	15,4	20,1	24,8	28,3	29,9	25,5	18,6	11,2	4,6
Minimum sıcaklıkların ortalaması (°C)	-8,2	-6,2	-1,6	2,4	6,5	9,9	12,1	12,8	8,8	4,5	-0,8	-5,7

Bayburt Meteoroloji İstasyonu verilerine göre ortalama nemin en yüksek olduğu ay %71,8 ile Aralık, toplam yağış ortalamasının en yüksek olduğu ay ise 71,5 mm yağış ile Mayıs'tır. Tablo 3.28'de Bayburt'a ait aylık ortalama nem ve yağış bilgileri verilmiştir.

Tablo 3.28: Araştırma alanının nem ve yağış dağılım bilgileri (Bayburt Meteoroloji İstasyonu'nun son 11 yıllık sonuçlarına göre)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama nem (%)	70,3	66,8	61,5	55,0	56,2	53,9	48,6	45,1	47,2	54,7	62,2	71,8
Minimum nem (%)	31	27,3	15,9	10,6	9,9	10,6	7,1	6,1	7,4	10,0	17,4	31,6
Maksimum nem (%)	93,1	93,2	93,6	92,9	92,3	91,3	90,9	88,1	90,5	92,7	93,4	94,1
Toplam yağış ortalaması (mm)	43,9	31,7	65,7	50,1	71,5	55,1	14,7	31,9	19,3	35,6	39,0	46,3
Maksimum yağış (mm)	6,6	8,1	13,4	13,1	14,4	11,8	12,6	8,1	9,6	13,4	10,6	8,1
Yağışlı gün sayısı	8,1	7,5	12,8	13,1	16,7	10,5	4,5	5,0	5,6	8,6	7,5	10,2

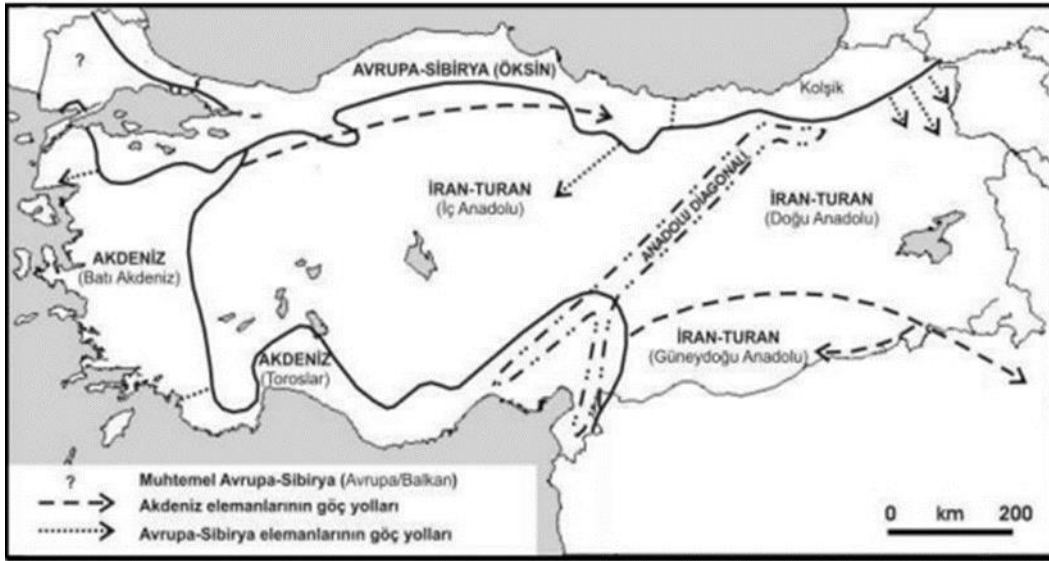
Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bayburt Meteoroloji İstasyonu 2013-2023 verilerine dayanılarak hazırlanan aylık ortalama rüzgâr hızları Tablo 29'da görülmektedir. Tabloya göre Bayburt İli'nde rüzgârın aylık ortalama hızın en fazla olduğu ay 1,5 m/s ile Mart, Nisan, Temmuz en düşük olduğu ay ise 0,9 m/s ile Kasım'dır.

Tablo 3.29: Araştırma alanının aylık ortalama rüzgâr hızı (Bayburt Meteoroloji İstasyonunun son 11 yıllık sonuçlarına göre).

	Rasat süresi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)	30	1,1	1,2	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,2	1,0	0,9	1,0

3.1.2 Araştırma Alanının Flora ve Meşcere Özellikleri

Araştırma alanları, dünya flora bölgelerinden Holarktık Bölgenin Euro-Sibirian (Avrupa-Sibirya Flora Bölgesi) flora alanında yer almaktadır (Şekil 3.43) (Davis, 1965-1988; Küçük, 1998; Donner ve Çolak, 2007).



Şekil 3.43: Türkiye Flora Bölgeleri (Avcı, 1993)

Avrupa- Sibirya floristik bölge Öksin provensi ve Hırkanien provensi olmak üzere ikiye ayrılır. Karadenize yakın batıdaki saha Öksin provensi, İran'ın kuzeyi ve Taliş yörelerinde hakim olan doğudaki saha ise Hırkanien provensi olarak isimlendirilir. Birbirinden Kafkas dağları ile ayrılan bu iki saha önemli benzerlikleri olmakla birlikte floristik kompozisyonları bakımından belirgin şekilde farklıdır.

Avrupa-Sibirya bölgesi Türkiye’de Öksin provensiyle temsil edilir. Bu saha bütün kuzey Anadolu’yu içine alarak, Kafkasların batı bölümüne kadar uzanır. Öksin provensinde yüksek kesimlerinde içine koniferlerin de karıştığı yayvan yapraklı bir orman formu yayılış gösterir. Öksin vejetasyon alanlarında, yaz aylarında gerçekleşen yağışlar nedeniyle genellikle belirgin bir yaz kuraklığı görülmez. Yıllık toplam yağış miktarı ise çoğu bölgede 1000 mm'nin üzerinde seyretmektedir.

Öksin provensi, Davis tarafından Doğu Karadeniz Bölümü ile Orta Karadeniz Bölümü'nü ayıran Melet Irmağı vadisinden geçen bir sınırla doğu ve batı olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Çalışma alanımızın da içinde yer aldığı doğuda kalan bölgeye Kolşik adı verilmiştir. Bu ayırımın temel nedeni, Öksin türlerin yoğunluğu ve yıllık yağış miktarlarının doğuya doğru gidildikçe önemli oranda artmasıdır (Davis, 1971; Avcı, 1993). Karadeniz kıyısında, batıdan doğuya doğru ilerledikçe yıllık yağış miktarlarının arttığı gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra, yaz yağışlarının yıllık yağış içindeki oranı da bu yönde artış göstermektedir.

Avrupa-Sibirya flora alanında, genellikle yaprak döken türlerden oluşan bir orman vejetasyonu egemen olup, yükselti arttıkça bu topluluğa iğne yapraklı bitki türleri de dahil olmaktadır. Türkiye’deki Avrupa-Sibirya florası bireysel ve toplumsal yapı bakımından doğuda İran’ın kuzey kesimleri ve Talik yörelerinde egemen olan bir başka flora alanı *Hyrcanian provensle*; Batıda Balkanlar, Orta Avrupa hatta Atlantik Avrupa ile sıkı floristik ilişkileri içerisinde. Bölgede bulunan *Epigaea gaultheroides* (Boiss. et Ball) Takht’de gibi taksonlar Japonya ve Kuzey Amerika’nın doğu kesimleri ile floristik benzerlik içinde olduğunu göstermektedir. *Colchis provensin* Kafkas florası ile büyük bir özdeşlik göstermekte ve bu kesimin yağışlı ve bulutlu bir iklim olup, çok sayıda Kuzey Yarı Küresi Tersiyere ilişkin relik (kalıntı) bitkiler içermektedir (Anşin, 1993).

Araştırma alanlarındaki ormanlık sahalar, ağırlıklı olarak saf meşcerelerden oluşmaktadır. Bu saf meşcereler; Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*), Meşe türleri (*Quercus* sp.), Titrek Kavak (*Populus tremula*) ve Ardiç türlerinden (*Juniperus* sp.) meydana gelmektedir. Alanda, iğne yapraklı türlerin birbirleriyle oluşturdukları karışık meşcereler, geniş yapraklı türlerin birbirleriyle oluşturdukları karışık meşcereler ve iğne yapraklı ile geniş yapraklı türlerin birbirleriyle oluşturdukları karışık meşcereler bulunmaktadır. Alanlar genellikle saf meşcereler halinde olup, ikili karışımlardan az da olsa üçlü karışımlardan söz edilebilir. Geniş yapraklı ağaç türleri

arasındaki karışım, genellikle Meşe (*Quercus* sp.) ve Titrek Kavak (*Populus tremula*) arasında görülmektedir.

Araştırma alanındaki egemen türler, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*), meşe türleri (*Quercus* sp.), titrek kavak (*Populus tremula*) ve ardıç (*Juniperus* sp.) olarak belirlenmiştir. Bunları, karaçam (*Pinus nigra*) ve akçağaç (*Acer* sp.) türleri takip etmektedir.

3.2. Metot

Bu bölüm, örnek alanların belirlenmesi, fidanların morfolojik özelliklerinin belirlenmesi, istatistiksel analizler ile iklim değişikliği senaryoları ve uygulamaları olmak üzere dört ana başlık altında ele alınmıştır.

3.2.1 Örnek Alanların Belirlenmesi

Bir örneklik alan, orman vejetasyonunun sadece bir parçasını kapsamakla birlikte bunun bütün yapısını ortaya koyar. Bütün bir bölgeyi aynı özen ve dikkatle çalışmak hem olanaksız hem gerçekten gereksizdir hem de maliyetlidir. Araştırma bölgesinin farklı yerlerine dikkatle yerleştirilen çok sayıda örneklik alan, bu bölgenin yapısı hakkında bize bilgi verebilir. Araştırma alanında tesadüfi örnekleme yöntemi uygulanmıştır. Örnekleme şekli ve örnek alan büyüklükleri araştırma amacına göre belirlenmektedir (Akman vd. 2000). Bu araştırmayla ilgili yapılan çalışmalarda farklı araştırmacıların farklı büyüklüklerde örnek alan aldığı görülmüştür. Örneğin; Tonguç ve Uçar (2021) 20 m x 25 m, Tunçtaner vd., (2007) 20 m x 20 m, Ölmez (1997) 15 m x 15 m, Tonguç ve Turan (2019) 20 m x 10 m'lik alanlarda örnekleme yapmışlardır. Bu çalışmada ise 20 m x 20 m'lik alanlarda örnekleme yapılmıştır. Örnek alanlar eş yükselti eğrilerine paralel olacak biçimde (yamaç boyunca) alınmıştır.

3.2.2 Fidanların Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Örnek alanlardaki fidanların morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için, fidan katındaki bireylerin kök boğaz çapı ($d_{0,30}$), boyu (h), tepe sürgün boyu, yan dal sayısı, doğu-batı-kuzey-güney yönlerine doğru uzanan en uzun dalın uzunluğu, türü, özellikleri ve birbirleriyle olan uzaklıkları ölçülmüştür. Çalı katında bulunan bireylerin ise; dip çapları ($d_{0,30}$), boyları, türleri

ve nitelikleri belirlenmiştir. Buna ek olarak hem fidan hem de çalı türlerinin koordinatları tespit edilmiştir (Tablo 3.30).

Tablo 3.30: Örnek alanlardaki bireylerin morfolojik özelliklerini saptamak için kullanılan arazi alım karnesi

Meşcere Tipi :					Bölme No :								
Örnek Alan No :					Yeryüzü Şekli :								
Eğim (%) :					Mevkii :								
Bakı :					Tarih :								
Kapalılık Derecesi :					Enlem :								
Yükselti (m) :					Boylam :								
		Koordinatlar				Tepe Sürgün Boy (cm)	Yan Dal Sayısı (adet)	Yaş	Dal Uzunluğu (cm)				Özellikler
Ağaç No	Ağaç Türü	X (m)	Y (m)	d ₀ (mm)	Boy (cm)				D	B	K	G	

Tablo 3.30’ da X ve Y; yatay – düşey koordinat değerleri, d₀; kök boğaz çapı, boy; fidan boyu, tepe sürgün boyu; yaş dalların başladığı yükseklik, yan dal sayısı; ana gövdeye bağlı olarak gelişen ve yatay ya da eğik şekilde büyüyen dalların sayısı, yaş, dal uzunluğu; fidanın coğrafi olarak dört yönde bulunan en uzun dallarının yatay izdüşümdeki uzunluğu (D: Doğu, B: Batı, K: Kuzey, G: Güney) ortaya konulmaktadır (Şekil 3.44-3.46).



Şekil 3.44: Fidan boy ve kök boğaz çapı ölçümü



Şekil 3.45: Örnek alan alımı



Şekil 3.46: En uzun dal uzunluğu ve tepe sürgün boyu ölçümü

3.2.3 İstatiksel Analizler

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde “SPSS Statistics (23.0)” istatistik programı kullanılarak, varyans analizi (One-Way ANOVA) ve Duncan testi yapılmıştır.

Varyans analizi: Tek yönlü varyans analizi, normal dağılım gösteren k toplumundan alınan, k bağımsız grup ortalamalarının birbirine eşitliğini test etmek için kullanılan analizdir. Varyans analizi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı ($P \leq 0,05$) farklılıkların belirlenmesi halinde, homojen grupların oluşturulabilmesi için "Duncan" testi uygulanmıştır. Bu test aracılığıyla, ölçülen özelliklere göre hangi deneme alanlarının benzer grupta yer aldığı ve hangi alanların farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Özkan, 2003; Özdamar, 1999; Ercan, 1997).

3.2.4 İklim Değişikliği Senaryoları ve Uygulamaları

Araştırmada küresel iklim değişikliğinin yüksek dağ ekosistem mıntıkası (subalpin, montan ve submontan kuşaklar) ağaçlandırmaları üzerindeki etkileri teorik olarak WorldClim veri tabanı ve tekniklerinden yararlanılarak araştırma alanının 2060 ve 2100 yıllarına ilişkin SSPs 245 ve SSPs 585 senaryoları yardımıyla incelenmiştir. Bu itibarla DeMortanne, Emberger ve Lang indisleri vasıtasıyla SSPs 245 ve SSPs 585 senaryolarına göre 2060 ve 2100 yıllarında araştırmaya konu olan Gümüşhane ve Bayburt yörelerinde kalan yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırma alanlarında meydana gelebilecek sıcaklık ve yağış değişimlerine göre olası alansal değişimler MaxEnt modeli kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, 2017 ve 2019 yıllarında ağaçlandırılan alanlardaki sarıçam fidanlarının morfolojik özellikleri, yaşama yüzdeleri, iklim değişikliği modelleri ve ilgili alt ölçütlere ilişkin bulgular ile bunların tartışmaları verilmiştir.

4.1. 2019 Yılı Ağaçlandırma Alanlarına Ait Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde, 2019 yılı ağaçlandırma alanlarına ait sarıçam fidanlarının fidan boyu, kök boğaz çapı, tepe sürgün boyu, doğu, batı, kuzey ve güney en uzun dal uzunlukları ile yan dal sayısı gibi morfolojik özelliklerine ilişkin elde edilen bulgular ve bu bulgulara dayalı tartışmalar verilmiştir.

4.1.1 Fidan Boyuna (FB) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama boy, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Dört yaşındaki fidan boylarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Fidan Boyu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	45.21	18.64	0.85
Kelkit	1026	34.58	17.25	0.54
Şiran	222	30.45	14.97	1.01
Toplam	1728	37.00	18.15	0.44

Tablo 4.1’e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama boyu 37,0 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan boyu Şiran’da 30,45 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan boyu Bayburt’ta 45,21 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.2). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01’den küçük olduğu ve ağaçlandırma sahaları arasında ortalama fidan boyları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.2: Dört yaşındaki fidan boyuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon	Kareler Toplamı	Serbestlik	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)
	Kaynağı		Derecesi		Değeri	
FB	Gruplar arası	47896.261	2	23948.131	79.288	0.000
	Gruplar içi	521021.905	1725	302.042		
	Toplam	568918.167	1727			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan boyları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.3). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.3: Dört yaşındaki fidan boylarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Fidan Boyu (cm)		
Şiran	30.45		
Kelkit		34.58	
Bayburt			45.21

Dikim sonrası arazi performansının tahmininde fidan boyu ve kök boğaz çapının gösterge olarak kullanılabileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Wakey, 1954; Cleary vd., 1978; Sutton, 1979; Chavasse, 1980, Burdet, 1983; Ritchie, 1984, Mexal ve Landis, 1990; Genç vd., 2023). Ancak, dikim ortamına veya türe özgü faktörler nedeniyle fidan boyu her zaman arazi performansı ile ilişkili olmayabilir.

Bean (1976) yaptığı çalışmada sarıçamın en iyi gelişimini ılık yazlar, kuru bir iklim ve ladin rekabetinden uzak olarak doğudaki fakir topraklar üzerinde yaptığını ifade etmiştir. Steven ve Carlisle (1959) da sarıçamın benzer toprak üzerinde doğal olarak yetiştiğini ifade etmişlerdir. Kınloch ve Page (1968) yağış ile doğru, sıcaklık ile ters ilişki gösteren denizden yüksekliğin birkaç türün büyümesi için çok önemli bir yetiştirme ortamı faktörü olduğunu ifade etmiştir. Cook vd., (1977) denizden yüksekliğin sarıçam için Strathdon'da önemli olduğunu fakat Ballater'de o kadar da önemli olmadığı söylemiştir. Yapılan çalışmada üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki, en yüksek ortalama fidan boyu

Bayburt'ta 45,21 cm olarak elde edilmiştir. Bayburt ilinin Kelkit ve Şiran ilçelerine göre yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Yukarıda verilen literatür bilgilerini destekler niteliktedir.

Genç vd., (2023) ise yüksek rakımlı alanlarda ve rüzgârın kısıtlayıcı faktör olduğu alanlarda boylu fidanlar soğuk ve rüzgâr hasarına maruz kalarak yaşam enerjilerini tükettiğini ve bu gibi alanlarda derin kök yapısına sahip ve hızlı kök gelişimi gösteren fidanların toprağa tutunma ve rüzgâr hasarına karşı daha fazla direnç gösterdiğini belirtmiştir.

4.1.2 Kök Boğaz Çapına (KBC) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama kök boğaz çapı, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Dört yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Kök Boğaz Çapı (mm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	14.42	6.78	0.31
Kelkit	1027	14.27	4.97	0.16
Şiran	222	9.95	3.92	0.26
Toplam	1729	13.76	5.61	0.13

Tablo 4.4'e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama kök boğaz çapı 13,76 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan kök boğaz çapı Şiran'da 9,95 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan kök boğaz çapı Bayburt'ta 14,42 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan kök boğaz çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.5). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan kök boğaz çapları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan kök boğaz çapları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.5: Dört yaşındaki fidan kök boğaz çapına ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon	Kareler Toplamı	Serbestlik	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)
	Kaynağı		Derecesi		Değeri	
KBÇ	Gruplar arası	3702.115	2	1851.058	62.964	0.000
	Gruplar içi	50741.750	1726	29.398		
	Toplam	54443.865	1728			

Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ve Kelkit ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran ikinci grupta yer almış olup, üç ağaçlandırma alanında iki grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.6: Dört yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Kök Boğaz Çapı (mm)		
Şiran	9.95		
Kelkit		14.27	
Bayburt			14.42

4.1.3 Tepe Sürgün Boyuna (TSB) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama tepe sürgün boyu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7: Dört yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Tepe Sürgün Boyu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	15.44	6.08	0.28
Kelkit	1026	13.53	10.32	0.32
Şiran	222	12.00	7.35	0.49
Toplam	1728	13.86	9.03	0.22

Tablo 4.7’ye bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama tepe sürgün boyu 13,86 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan tepe sürgün boyu Şiran’da 12,0 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan tepe sürgün boyu Bayburt’ta 15,44 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan tepe sürgün boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup

bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.8). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01’den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan tepe sürgün boyları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.8: Dört yaşındaki fidan tepe sürgün boyuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon	Kareler Toplamı	Serbestlik	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)
	Kaynağı		Derecesi		Değeri	
TSB	Gruplar arası	2079.853	2	1039.927	12.918	0.000
	Gruplar içi	138867.032	1725	80.503		
	Toplam	140946.885	1727			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan tepe sürgün boyları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.9). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.9: Dört yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma alanı	Tepe Sürgün Boyu (cm)		
Şiran	12.00		
Kelkit		13.53	
Bayburt			15.44

4.1.4 Doğu Dal Uzunluğuna (DDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama doğu dal uzunluğu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10: Dört yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Doğu Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	21.40	10.02	0.46
Kelkit	1027	18.08	10.05	0.31
Şiran	222	15.90	9.21	0.62
Toplam	1729	18.72	10.09	0.24

Tablo 4.10'a bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama doğu dal uzunluğu 18,72 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan doğu dal uzunluğu Şiran'da 15,90 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan doğu dal uzunluğu Bayburt'ta 21,40 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı Ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan doğu dal uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.11). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan doğu dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.11: Dört yaşındaki fidan doğu dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon	Kareler Toplamı	Serbestlik	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
	Kaynağı		Derecesi			
DU. D	Gruplar arası	5637.311	2	2818.656	28.562	0.000
	Gruplar içi	170331.090	1726	98.685		
	Toplam	175968.401	1728			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan doğu dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma sahaları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.12). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.12: Dört yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Doğu Dal Uzunluğu (cm)		
Şiran	15.90		
Kelkit		18.08	
Bayburt			21.40

4.1.5 Batı Dal Uzunluğuna (BDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama batı dal uzunluğu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13: Dört yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Batı Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	22.16	9.60	0.44
Kelkit	1027	18.55	9.73	0.30
Şiran	222	15.76	9.13	0.61
Toplam	1729	19.19	9.83	0.24

Tablo 4.13'e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama batı dal uzunluğu 19,19 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan batı dal uzunluğu Şiran'da 15,76 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan batı dal uzunluğu Bayburt'ta 22,16 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan batı dal uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.14). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan batı dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.14: Dört yaşındaki fidan batı dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon	Kareler Toplamı	Serbestlik	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi (P)
	Kaynağı		Derecesi		Değeri	
DU.B	Gruplar arası	7251.501	2	3625.751	39.188	0.000
	Gruplar içi	159691.889	1726	92.521		
	Toplam	166943.390	1728			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan batı dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.15). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.15: Dört yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Batı Dal Uzunluğu (cm)		
Şiran	15.76		
Kelkit		18.55	
Bayburt			22.16

4.1.6 Kuzey Dal Uzunluğuna (KDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama kuzey dal uzunlukları, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16: Dört yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Kuzey Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	21.67	10.62	0.48
Kelkit	1027	18.18	9.96	0.31
Şiran	222	14.87	9.23	0.62
Toplam	1729	18.72	10.28	0.25

Tablo 4.16’ya bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama kuzey dal uzunluğu 18,72 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan kuzey dal uzunluğu Şiran’da 14,87 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan kuzey dal uzunluğu Bayburt’ta 21,67 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan kuzey dal uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.17). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01’den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan kuzey dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.17: Dört yaşındaki fidan kuzey dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
DU.K	Gruplar arası	7782.702	2	3891.351	38.448	0.000
	Gruplar içi	174689.979	1726	101.211		
	Toplam	182472.681	1728			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan kuzey dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.18). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.18: Dört yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Kuzey Dal Uzunluğu (cm)		
Şiran	14.87		
Kelkit		18.18	
Bayburt			21.67

4.1.7 Güney Dal Uzunluğuna (GDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama güney dal uzunluğu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.19: Dört yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Güney Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	22.58	10.33	0.47
Kelkit	1027	18.27	9.41	0.29
Şiran	222	15.78	9.20	0.62
Toplam	1729	19.15	9.91	0.24

Tablo 4.19’a bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama güney dal uzunluğu 19,15 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan güney dal uzunluğu Şiran’da 15,78 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan güney

dal uzunluğu Bayburt'ta 22,58 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan güney dal uzunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.20). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma sahaları arasında ortalama fidan güney dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.20: Dört yaşındaki fidan güney dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
DU.G	Gruplar arası	8963.724	2	4481.862	48.127	0.000
	Gruplar içi	160733.918	1726	93.125		
	Toplam	169697.642	1728			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan güney dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.21). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.21: Dört yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Güney Dal Uzunluğu (cm)		
Şiran	15.78		
Kelkit		18.27	
Bayburt			22.58

4.1.8 Yan Dal Sayısına (YDS) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki dört yaşındaki fidanlara ait ortalama yan dal sayısı, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22: Dört yaşındaki fidan yan dal sayılarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Yan Dal Sayısı (Adet)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	480	3.64	1.16	0.05
Kelkit	1026	3.51	1.80	0.06
Şiran	222	3.40	1.38	0.09
Toplam	1728	3.53	1.60	0.04

Tablo 4.22'ye bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama yan dal sayısı 3,53 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan yan dal sayısı Şiran'da 3,40 adet olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan yan dal sayısı Bayburt'ta 3,64 adet olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan yan dal sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.23). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan yan dal sayıları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.23: Dört yaşındaki fidan yan dal sayısına ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
YDS	Gruplar arası	9.709	2	4.854	1.906	0.149
	Gruplar içi	4392.666	1725	2.546		
	Toplam	4402.374	1727			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan yan dal sayıları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.24). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, üç ağaçlandırma alanında iki grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.24: Dört yaşındaki fidan yan dal sayılarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Yan Dal Sayısı (Adet)		
Şiran	3.40		
Kelkit		3.51	
Bayburt			3.64

4.2. 2017 Yılı Ağaçlandırma Alanlarına Ait Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde, 2017 yılı ağaçlandırma alanlarına ait sarıçam fidanlarının fidan boyu, kök boğaz çapı, tepe sürgün boyu, doğu, batı, kuzey ve güney en uzun dal uzunlukları ile yan dal sayısı gibi morfolojik özelliklerine ilişkin elde edilen bulgular ve bu bulgulara dayalı tartışmalar verilmiştir.

4.2.1 Fidan Boyuna (FB) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama boy, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25: Altı yaşındaki fidan boylarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Fidan Boyu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	1229	81.33	38.68	1.10
Kelkit	195	82.99	33.31	2.39
Şiran	636	87.82	46.35	1.84
Toplam	2060	83.49	40.85	0.90

Tablo 4.25'e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama boyu 83,49 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan boyu Bayburt'ta da 81,33 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan boyu Şiran'da 87,82 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen dört yaşındaki fidanların farklı Ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.26). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve

ağaçlandırma sahaları arasında ortalama fidan boyları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.26: Altı yaşındaki fidan boyuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
FB	Gruplar arası	17715.720	2	8857.860	5.332	0.005
	Gruplar içi	3417377.804	2057	1661.341		
	Toplam	3435093.525	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda altı yaşındaki fidan boyları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.27). Buna göre en yüksek değere sahip Şiran ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Bayburt son grupta yer almış olup, üç ağaçlandırma alanında iki grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.27: Altı yaşındaki fidan boylarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Fidan Boyu (cm)		
Bayburt	81.33		
Kelkit		82.99	
Şiran			87.82

Dikim sonrası arazi performansının tahmininde fidan boyu ve kök boğaz çapının gösterge olarak kullanılabileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Wakey, 1954; Cleary vd., 1978; Sutton, 1979; Chavasse, 1980; Burdet, 1983; Ritchie, 1984; Mexal ve Landis, 1990; Genç vd., 2023). Ancak, dikim ortamına veya türe özgü faktörler nedeniyle fidan boyu her zaman arazi performansı ile ilişkili olmayabilir.

Ölmez (1997) Artvin-Ardanuç bölgesindeki sarıçam ağaçlandırma alanında gerçekleştirdiği çalışmada boy büyümesinin en yüksek kuzeyli bakıda olduğunu bunu kuzey batı, kuzey doğu, doğu ve batı bakıların izlediğini belirtmiştir. Seyis (2019) yaptığı bir çalışmada güney bakıdaki (130,3 cm) sarıçam fidanlarının kuzey bakıdaki (120,9) sarıçam fidanlardan daha boylu olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama boyu 83,49 cm olarak tespit edilmiştir ve en yüksek

ortalama fidan boyu Şiran’da 87,82 cm olarak elde edilmiştir. Bu durum Şiran ilçesindeki bakıların kuzeyli bakı, Bayburt ilindeki bakıların genel olarak güneyli bakı olmasına bağlanabilir. Nebe (1992) ise bu durumun tam tersini güney yamaçlardaki yüksek ışınlama, kurak ve sıcak aşağı alanlarda çoğunlukla bitki büyümesi üzerine olumsuz yönde etki ederken, soğuk ve nemli dağların yüksek kısımlarında bitki büyümesini teşvik ettiğini belirtmiştir.

Gençlik aşamasında tek tek bulunan küçük ağaçlar farklı boy gösterebilir. Bu boy farklılığı değişik zamanlardaki tohumlardan gelen bireylerden kaynaklanabileceği gibi büyüme açısından da farklı küçük yetiştirme ortamları üzerinde olmasından da kaynaklanabilir. Fakat bunda türün genetik özellikleri de etkilidir (Zeller, 1993).

4.2.2 Kök Boğaz Çapı (KBC) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama fidan kök boğaz çapı, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28: Altı yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Kök Boğaz Çapı (mm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	1229	30.84	14.65	0.42
Kelkit	195	34.37	11.49	0.82
Şiran	636	36.49	15.09	0.60
Toplam	2060	32.92	14.74	0.32

Tablo 4.28’e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama kök boğaz çapı 32,92 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan kök boğaz çapı Bayburt’ta 30,84 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan kök boğaz çapı Şiran’da 36,49 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen altı yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan kök boğaz çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.29). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01’den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan kök boğaz çapları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.29: Altı yaşındaki fidan kök boğaz çapına ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
KBÇ	Gruplar arası	13814.830	2	6907.415	32.753	0.000
	Gruplar içi	433806.374	2057	210.893		
	Toplam	447621.204	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda altı yaşındaki fidan kök boğaz çapları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.30). Buna göre en yüksek değere sahip Şiran ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Bayburt son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.30: Altı yaşındaki fidan kök boğaz çaplarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Kök Boğaz Çapı (mm)		
Bayburt	30.84		
Kelkit		34.37	
Şiran			36.49

Ölmez (1997) sarıçam üzerine yaptığı çalışmada, bakı ile fidan çapı arasındaki ilişkiyi fidan boyundaki ilişki gibi bulmuştur. En yüksek fidan çapını kuzey bakıda en düşük fidan çapını ise doğu bakıda bulduğunu ifade etmiştir. Seyis (2019)'da kuzey bakıdaki sarıçam fidanlarının kök boğaz çapının daha büyük olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamızda en yüksek fidan kök boğaz çapı Şiran' da çıkmıştır. Bu durum Şiran ili ağaçlandırma sahalarının kuzeyli bakıda bulunmasıyla açıklanabilir.

4.2.3 Tepe Sürgün Boyuna (TSB) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama tepe sürgün boyu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.31'de verilmiştir.

Tablo 4.31: Altı yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Tepe Sürgün Boyu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	St. Hata
Bayburt	1229	16.43	9.40	0.27
Kelkit	195	18.03	10.41	0.75
Şiran	636	13.58	10.38	0.41
Toplam	2060	15.70	9.92	0.22

Tablo 4.31'e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama tepe sürgün boyu 15,70 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan tepe sürgün boyu Şiran'da 13,58 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan tepe sürgün boyu Şiran'da 13,58 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen altı yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan tepe sürgün boyları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.32). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan tepe sürgün boyları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.32: Altı yaşındaki fidan tepe sürgün boyuna ilişkin varyans analizi sonucu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gruplar arası	4555.461	2	2277.730	23.652	0.000
Gruplar içi	198094.224	2057	96.302		
Toplam	202649.685	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan tepe sürgün boyları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.33). Buna göre en yüksek değere sahip Kelkit ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.33: Altı yaşındaki fidan tepe sürgün boylarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Tepe Sürgün Boyu (cm)		
Şiran	13.58		
Bayburt		16.43	
Kelkit			18.03

4.2.4 Doğu Dal Uzunluğuna (DDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama doğu dal uzunluğu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.34’te verilmiştir.

Tablo 4.34: Altı yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Doğu Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	1229	32.40	16.04	0.46
Kelkit	195	36.26	14.30	1.02
Şiran	636	43.75	20.84	0.83
Toplam	2060	36.27	18.25	0.40

Tablo 4.34’e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama doğu dal uzunlukları 36,27 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan boyu Bayburt’ta 32,40 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan doğu dal uzunluğu Şiran’da 43,75 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen altı yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan doğu dal uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.35). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01’den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan doğu dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.35: Altı yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
DU.D	Gruplar arası	54046.173	2	27023.087	88.043	0.000
	Gruplar içi	631356.323	2057	306.931		
	Toplam	685402.496	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda altı yaşındaki fidan doğu dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.36). Buna göre en yüksek değere sahip Şiran ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Bayburt son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.36: Altı yaşındaki fidan doğu dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Doğu Dal Uzunluğu (cm)		
Bayburt	32.40		
Kelkit		36.26	
Şiran			43.75

4.2.5 Batı Dal Uzunluğuna (BDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama batı dal uzunluğu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.37’de verilmiştir.

Tablo 4.37: Altı yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Batı Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	1229	32.09	15.81	0.45
Kelkit	195	36.92	13.84	0.99
Şiran	636	42.55	22.13	0.88
Toplam	2060	35.78	18.46	0.41

Tablo 4.37’ye bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama batı dal uzunluğu 35,78 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan batı dal uzunluğu Bayburt’ta 32,09 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan batı dal

uzunluğu Şiran’da 42,55 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen altı yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan batı dal uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.38). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01’den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan batı dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.38: Altı yaşındaki fidan batı dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
DU.B	Gruplar arası	46196.764	2	23098.382	72.524	0.000
	Gruplar içi	655140.687	2057	318.493		
	Toplam	701337.451	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda altı yaşındaki fidan batı dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.39). Buna göre en yüksek değere sahip Şiran ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Bayburt son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.39: Altı yaşındaki fidan batı dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Batı Dal Uzunluğu (cm)		
Bayburt	32.09		
Kelkit		36.92	
Şiran			42.55

4.2.6. Kuzey Dal Uzunluğuna (KDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama kuzey dal uzunluğu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.40’ta verilmiştir.

Tablo 4.40: Altı yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Kuzey Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	1229	32.52	16.70	0.48
Kelkit	195	38.24	16.08	1.15
Şiran	636	43.84	22.98	0.91
Toplam	2060	36.55	19.49	0.43

Tablo 4.40'a bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama kuzey dal uzunluğu 36,55cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan kuzey dal uzunluğu Bayburt'ta 32,52 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan kuzey dal uzunluğu Şiran'da 43,84 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen altı yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan kuzey dal uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.41). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan kuzey dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.41: Altı yaşındaki fidan kuzey dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
DU. K	Gruplar arası	54318.105	2	27159.052	76.764	0.000
	Gruplar içi	727766.846	2057	353.800		
	Toplam	782084.950	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda altı yaşındaki fidan kuzey dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.42). Buna göre en yüksek değere sahip Şiran ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Bayburt son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.42: Altı yaşındaki fidan kuzey dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Kuzey Dal Uzunluğu (cm)		
Bayburt	32.52		
Kelkit		38.24	
Şiran			43.84

4.2.7 Güney Dal Uzunluğuna (GDU) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama güney dal uzunluğu, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.43'te verilmiştir.

Tablo 4.43: Altı yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Güney Dal Uzunluğu (cm)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	1229	33.39	17.81	0.51
Kelkit	195	37.68	14.55	1.04
Şiran	636	45.35	23.12	0.92
Toplam	2060	37.49	20.08	0.44

Tablo 4.43'e bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama güney dal uzunluğu 37,49 cm olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan güney dal uzunluğu Bayburt'ta 33,39 cm olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan güney dal uzunluğu Şiran'da 45,35 cm olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen altı yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan güney dal uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.44). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan güney dal uzunlukları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.44: Altı yaşındaki fidan güney dal uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
DU. G	Gruplar arası	60028.203	2	30014.102	80.189	0.000
	Gruplar içi	769915.887	2057	374.291		
	Toplam	829944.091	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan güney dal uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.45). Buna göre en yüksek değere sahip Şiran ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Bayburt son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.45: Altı yaşındaki fidan güney dal uzunluklarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Güney Dal Uzunluğu (cm)		
Bayburt	33.39		
Kelkit		37.68	
Şiran			45.35

4.2.8 Yan Dal Sayısına (YDS) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, üç farklı ağaçlandırma alanındaki altı yaşındaki fidanlara ait ortalama yan dal sayısı, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 4.46’da verilmiştir.

Tablo 4.46: Altı yaşındaki fidan yan dal sayılarına ilişkin sonuçlar

Ağaçlandırma Alanı	Ortalama Yan Dal Sayısı (Adet)			
	Adet	Ortalama	Standart Sapma	Hata
Bayburt	1229	3.78	1.10	0.03
Kelkit	195	3.17	1.18	0.08
Şiran	636	2.88	1.57	0.06
Toplam	2060	3.44	1.33	0.03

Tablo 4.46’ya bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama yan dal sayısı 3,44 adet olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama fidan yan dal sayısı Şiran’da 2,88 adet olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan yan dal sayısı

Bayburt'ta 3,78 adet olarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında ölçümü gerçekleştirilen altı yaşındaki fidanların farklı ağaçlandırma alanlarına bağlı olarak ortalama fidan yan dal sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunup bulunmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir (Tablo 4.47). Varyans analizi sonucuna bakıldığında önem düzeyinin 0.01'den küçük olduğu ve ağaçlandırma alanları arasında ortalama fidan yan dal sayıları bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.47: Altı yaşındaki fidan yan dal sayısına ilişkin varyans analizi sonucu

Ölçülen Karakter	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
YDS	Gruplar arası	357.722	2	178.861	111.476	0.000
	Gruplar içi	3300.404	2057	1.604		
	Toplam	3658.126	2059			

Yapılan varyans analizi sonucunda dört yaşındaki fidan yan dal sayıları arasında anlamlı farklılık bulunmasından dolayı ağaçlandırma alanları arasındaki gruplandırma Duncan testi ile belirlenmiştir (Tablo 4.48). Buna göre en yüksek değere sahip Bayburt ilk grubu oluştururken, en düşük değere sahip Şiran son grupta yer almış olup, her üç ağaçlandırma alanında tek başlarına grup meydana getirmişlerdir.

Tablo 4.48: Altı yaşındaki fidan yan dal sayılarına ait Duncan testi sonuçları

Ağaçlandırma Alanı	Yan Dal Sayısı		
Şiran	2.88		
Kelkit		3.17	
Bayburt			3.78

4.3. Yaşama Yüzdesine Ait Bulgular ve Tartışma

Yüksek dağlık alanlar artan yükseklikle birlikte ekstrem iklim koşulları gösterir. Orman sınırına doğru yaklaşıldıkça sert ve orman için uygun olmayan çevre etkileri söz konusudur. Dağlık alanlardaki vejetasyon basamakları da doğrudan iklim etkilerine dayanır. Bir yüksek dağlık alanda bulunan farklı meteoroloji istasyonlarının iklim verileri karşılaştırıldığında değişimlerin sadece yükseltiyle olmadığı aynı zamanda dağ sistemi içerisindeki yerin jeolojik konumunun da önemli olduğu görülür. Ayrıca hava akımları, röliye, bakı ve diğer

etkenler etkilidir. Yüksek dağlık alanlarda küçük alanlar içerisinde iklim, çok kuvvetli derecede farklılıklar gösterir. Bu durumda fidanların yaşama yüzdesini etkilemektedir. Yetiştirme ortamı etkenleri belirtilirken bunların karşılıklı ilişkilerinden oluşan etkenler kompleksinin de dikkate alınması kaçınılmazdır (Çolak ve Pitterle, 1999).

Sarıçam, ülkemizde ve ülkemiz dışındaki yetiştirme ortamlarında ekolojik şartlar anlamında son derece ayrıcalık gösteren yerlerde yayılım göstermektedir. Step kenarındaki sıcak-kurak yazlara dayandığı kadar (+40°C), Sibiry'a'nın çok şiddetli kışlarında da (-60°C) hayatını idame ettirebilmektedir. Islak topraklardan ve kil topraklarından kurak, kaba kum topraklarına, şiddetli asit reaksiyondan alkali reaksiyona kadar farklı edafik şartlarda hayatını devam ettirebilmektedir. Deniz düzeyinden yüksek dağlık bölgelere kadar (2700 m) geniş sınırlar içinde değişen bir düşey yayılım göstermektedir (Çepel, 1976). “Gümüşhane – Kelkit Yöresi Yüksek Dağ Ekosistemi Ağaçlandırmalarının Sürdürülebilir Ormancılık İlkeleri ve İklim Değişikliği Senaryoları Kullanılarak Değerlendirilmesi” başlıklı konu kapsamında Doğu Karadeniz Bölgesi Gümüşhane ve Bayburt illerinde bulunan yüksek dağ ağaçlandırma alanları seçilmiştir. Ağaçlandırma alanlarında fidanlar 6x1,25 m ve 1,45x4 m mesafe aralıklarla dikilmiştir. Ağaçlandırma sahaları Gümüşhane ilinin Şiran ve Kelkit ilçelerinden, Bayburt ilinin merkez ilçesinden seçilmiştir. Kelkit ilçesinde 2019 ağaçlandırma yılına ait 3, 2017 ağaçlandırma yılına ait 1, Şiran ilçesi 2019 ağaçlandırma yılına ait 2, 2017 ağaçlandırma yılına ait 1, Bayburt merkez ilçesinde 2019 ağaçlandırma yılına ait 1, 2017 ağaçlandırma yılına ait 4 olmak üzere toplam 12 adet sarıçam ağaçlandırma alanında çalışılmıştır. 2019 ağaçlandırma yılına ait Kelkit ili 621 nolu bölmeden 2 adet, 622 nolu bölmeden 16 adet, 623 nolu bölmeden 2 adet, Şiran ili 143 nolu bölmeden 5 adet, 144 nolu bölmeden 3 adet, Bayburt merkez ilçesi 214 nolu bölmeden 15 adet 2017 ağaçlandırma yılına ait Kelkit ili 535 nolu bölmeden 8 adet, Şiran ili 146 nolu bölmeden 18 adet, Bayburt merkez ilçesi 178 nolu bölmeden 7 adet, 182 nolu bölmeden 15 adet, 211 nolu bölmeden 20 adet, 243 nolu bölmeden 10 adet olmak üzere toplam 121 adet örnek alan alınmıştır. Alınan örnek alanlardaki sarıçam fidanlarının yaşama yüzdesi Tablo 4.49’da verilmiştir.

Tablo 4.49: 2019 ağaçlandırma yılına ait Gümüşhane – Bayburt alanlarının yaşama yüzdeleri

Ağaçlandırma Alanı	Bölme Numarası	Örnek Alan Sayısı	Fidan Sayısı	Canlı Fidan Sayısı	Yaşama Yüzdesi	Ağaçlandırma Yılı
BAYBURT	214	15	844	480	%56.87	2019
KELKİT	621	2	120	98	%81.67	
	622	16	1129	909	%80.51	
	623	2	133	85	%63.91	
ŞİRAN	143	5	278	167	%60.07	
	144	3	212	60	%28.30	

Tablo 4.49’a bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama yaşama yüzdesi %58,81 olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama yaşama yüzdesi Şiran’da %44,19 olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan yaşama yüzdesi Kelkit’te %75,36 olarak elde edilmiştir. 2020 yılına ait yaşama yüzdeleri ise Tablo 4.50’de verilmiştir.

Tablo 4.50: 2020 ağaçlandırma yılına ait Gümüşhane – Bayburt alanlarının yaşama yüzdeleri

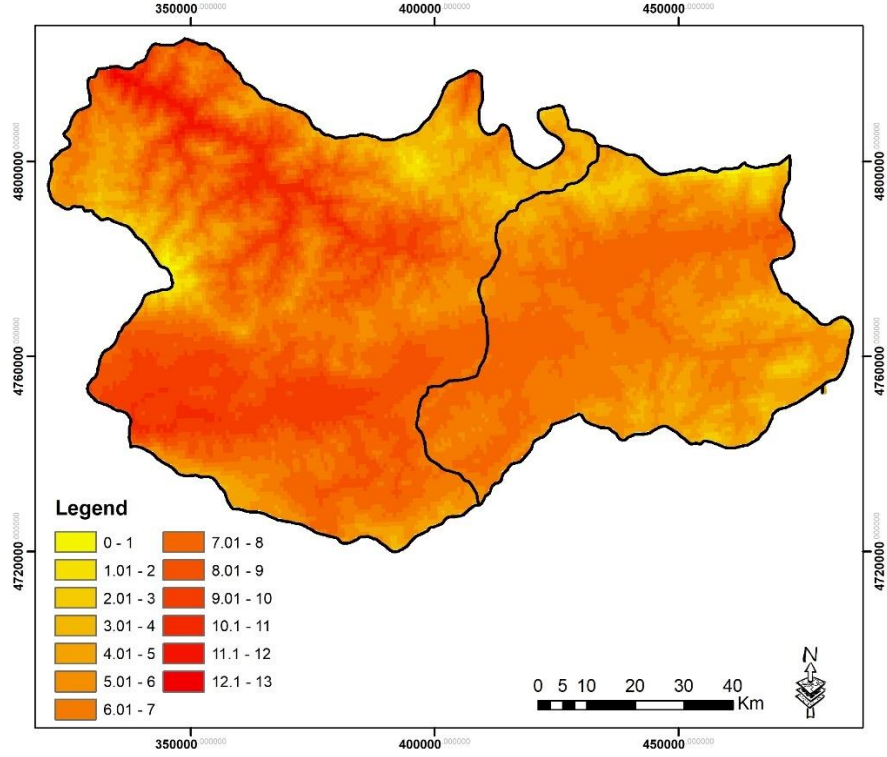
Ağaçlandırma Alanı	Bölme Numarası	Örnek Alan Sayısı	Fidan Sayısı	Canlı Fidan Sayısı	Yaşama Yüzdesi	Ağaçlandırma Yılı
BAYBURT	178	7	347	202	%58.21	2020
	182	15	564	317	%56.21	
	211	20	1107	416	%37.58	
	243	10	448	298	%66.52	
KELKİT	535	8	556	195	%35.07	
ŞİRAN	146	18	1172	636	%54.27	

Tablo 4.50’ye bakıldığında üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan altı yaşındaki fidanların ortalama yaşama yüzdesi %47,99 olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama yaşama yüzdesi Kelkit’te %35,07 olarak belirlenirken, en yüksek ortalama fidan yaşama yüzdesi Bayburt’ta %54,63 olarak elde edilmiştir. Ölmez (1997) Artvin-Ardanuç bölgesindeki sarıçam ağaçlandırma alanında gerçekleştirdiği çalışmada sarıçamın yaşama yüzdesinin en yüksek kuzeydoğu, kuzey, doğu, kuzey batı bakılarda, en düşük ise batı bakıda olduğunu belirlemiştir. Batı bakıda yaşama yüzdesinin çok düşük olmasının nedenini toprağın çok sıg ve taşlı olmasına bağlamıştır. Semercioğlu (2017) yaptığı çalışmada “Galyan Havzası Ağaçlandırma Uygulama Projesi” kapsamında, Galyan Havzasında ortalama 1850m yükseklikte 2006-2007 yıllarında 1+0 yaşında dikimi gerçekleştirilen sarıçam fidanlarının

2017 yılındaki yaşama yüzdelerinin %70-80 olduğunu ifade etmiştir. Seyis (2019) tarafından Erzincan Keklik Kayası mevki erozyon sahasında yapılan sarıçam ağaçlandırmalarının 2012-2018 yılları arasındaki başarısının %88 olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak üç farklı ağaçlandırma alanında yer alan dört yaşındaki fidanların ortalama yaşama yüzdesi %58,81 iken altı yaşındaki fidanların yaşama yüzdesinin ise %47,99 olması ağaçlandırmada yüksek bir başarı olmadığının sonucudur. Bu durumun nedeni olarak yüksek dağlık alanlarda artan yükseklikle birlikte ekstrem iklim koşullarının görülmesi ve orman sınırına doğru yaklaşıldıkça sert ve orman içi uygun olmayan çevre etkileri, dağ sistemi içerisinde yerin jeolojik konumu, rölyef, bakı, küçük alanlar içerisinde çok kuvvetli farklılıklar gösteren iklim ve diğer etkenler gösterilebilir. Ürgenç (1998), alpin sahalarda gündüz saatlerinde yüksek sıcaklıkların gözlendiğini, buna karşın geceleri ciddi düzeyde ısı kaybının meydana geldiğini ve bu durumun bitki ve ağaç yetiştirme süreçlerini zorlaştırdığını ifade etmektedir.

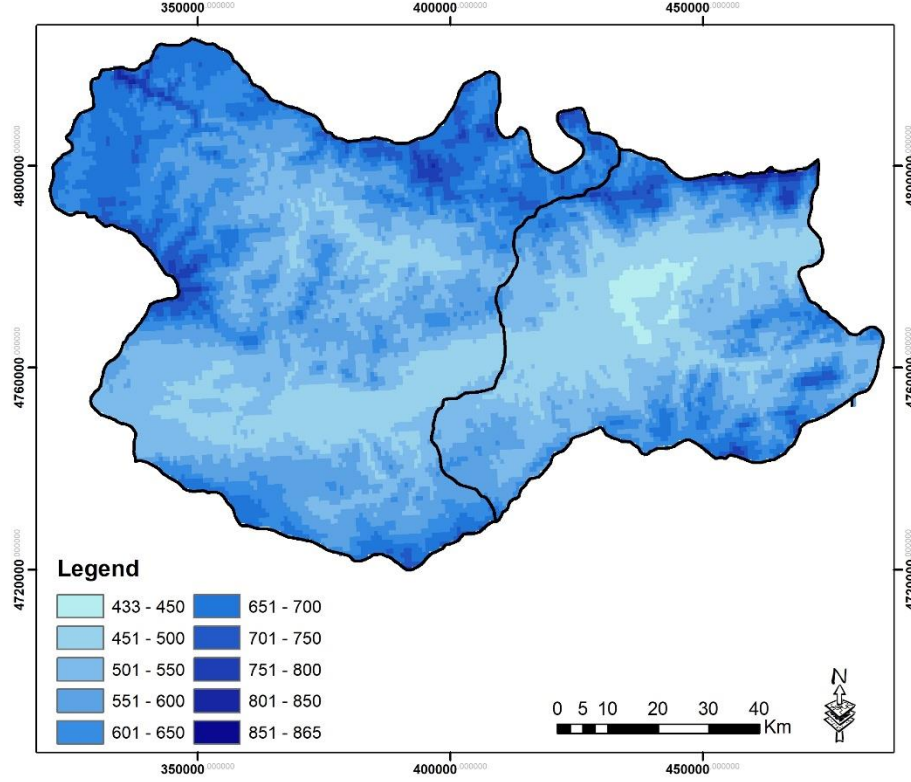
4.4. İklim Değişikliği Modellerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanını oluşturan subalpin, montan ve submontan zonlarda yer alan yüksek dağ ekosistem mıntika ağaçlandırma alanlarının yer aldığı Gümüşhane ve Bayburt yörelerindeki tüm alanlar sayısallaştırılarak küresel ısınmanın olası etkileri senaryolar vasıtasıyla oluşturulan modeller yardımıyla incelenmiş ve alansal değişimleri belirlenmiştir. Bu amaçla, toplam 10 adet Biyoklimatik Değişken (bioclimatic variables) kullanılmış ve oluşturulan modellerin çözümlenmesi sonucunda küresel ısınmanın etkilerini ortaya koyan en önemli değişkenlerin %93,52 ve %95,87 güven düzeyleri ile sıcaklık ve yağış faktörlerinin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda mevcut ağaçlandırma alanlarının ve potansiyel ağaçlandırma alanlarının aktüel durumlarına ilişkin verileri kullanılarak öncelikle güncel sıcaklık haritası oluşturulmuştur. Bu sıcaklık haritası Şekil 4.1’de verilmiştir.



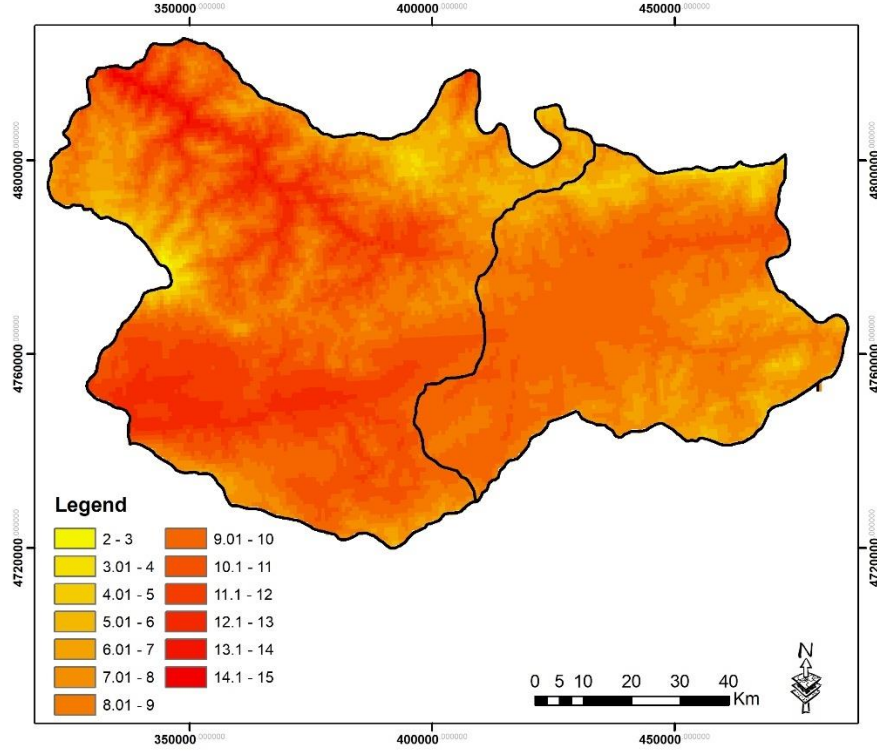
Şekil 4.1: Ağaçlandırma alanlarının günümüz sıcaklık haritası

Bu güncel sıcaklık haritasının elde edilmesini takiben, modellerin uygulanması sonucunda ikinci en yüksek güvenilirlik düzeyine sahip olan yağış değişkenine ilişkin ağaçlandırma alanlarının günümüz aktüel yağış durumuna göre günümüz yağış haritası yapılmış ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

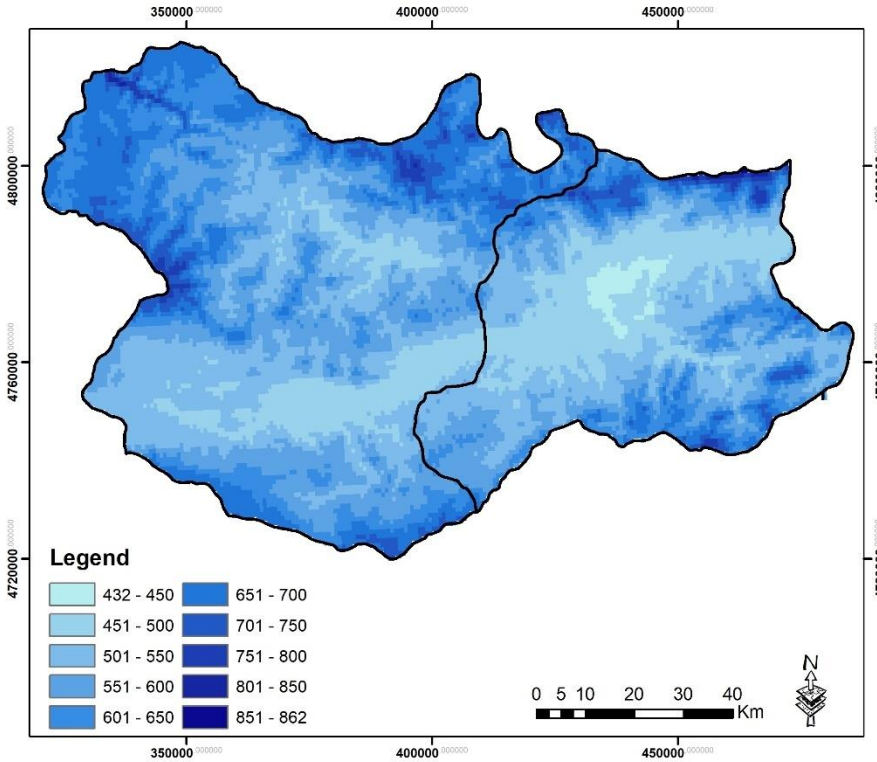


Şekil 4.2: Ağaçlandırma alanlarının günümüz yağış haritası

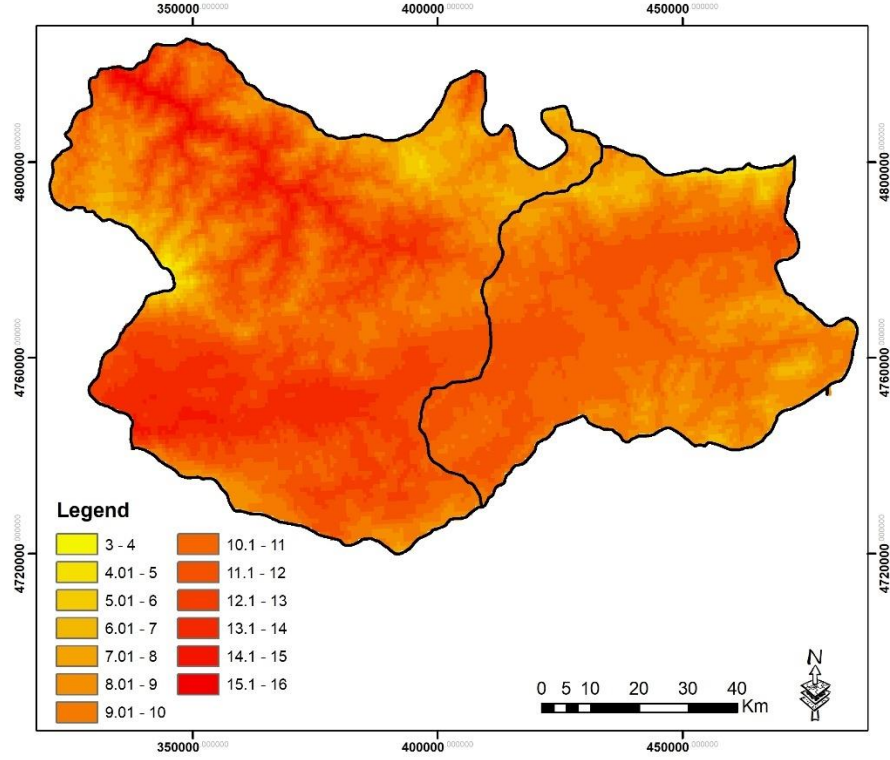
İklim değişikliğinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla küresel ısınma modellerinin oluşturularak çalıştırılması sonucunda ortaya çıkan ve en yüksek güvenilirlik düzeyine sahip bulunan sıcaklık ve yağış değişkenleri, 3 farklı iklim değerlendirme indeksine (De Martonne, Emberger ve Lang) göre hesaplanan SSPs 245 iklim senaryosunun 2060 ve 2100 yıllarına ait sıcaklık ve yağış haritaları ağaçlandırma alanlarının bulunduğu mevcut ve potansiyel alanlara göre hazırlanmış, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da belirtilmiştir.



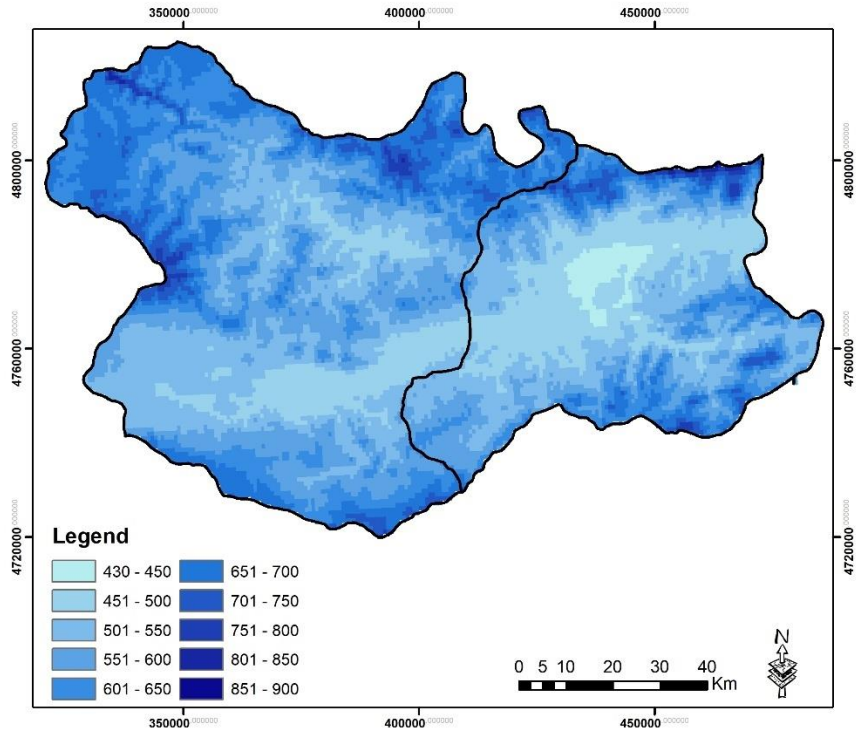
Şekil 4.3: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu



Şekil 4.4: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu



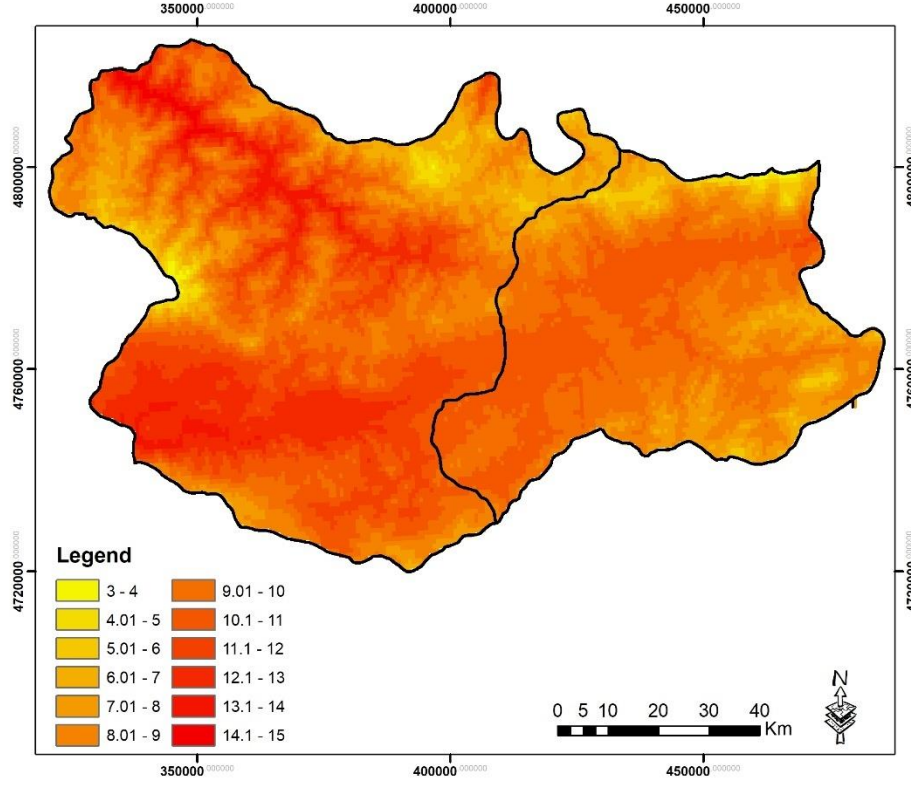
Şekil 4.5: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu



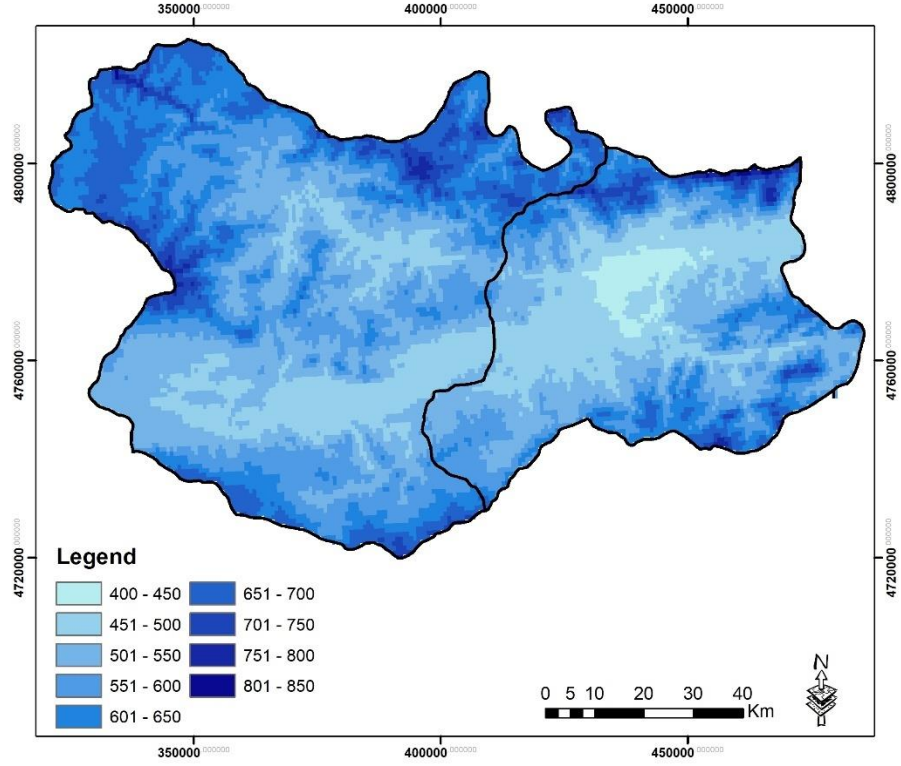
Şekil 4.6: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı yağış durumu

Araştırmada küresel ısınmanın ağaçlandırma alanlarındaki değişimi ve özellikle yarı-kurak ve kurak mntika alanlarındaki değişimlerin ortaya konulması için aynı ekolojik indeksler

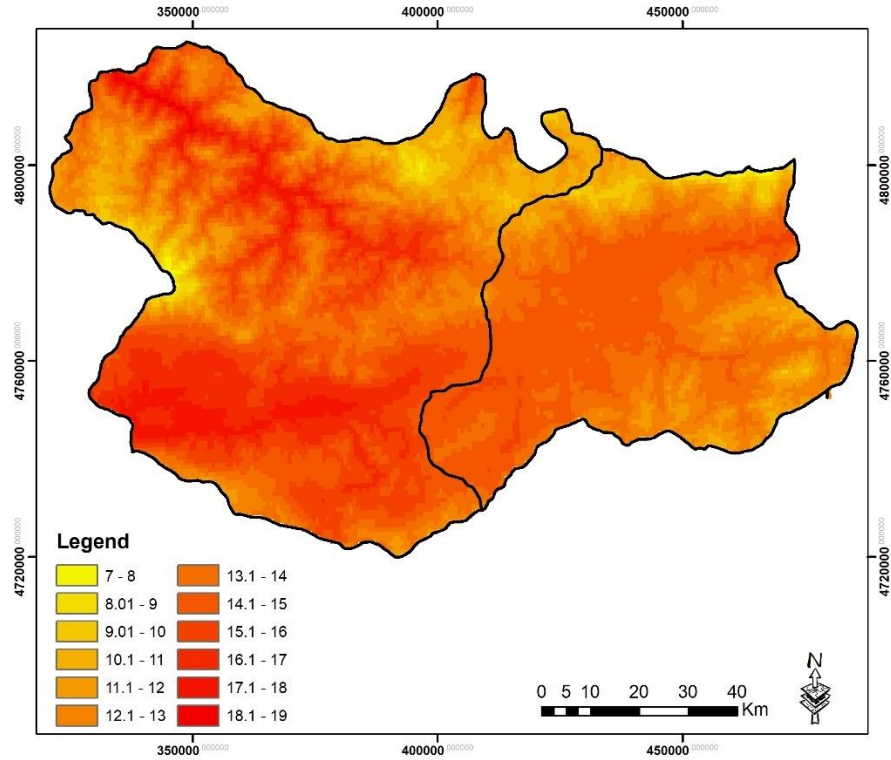
kullanılarak SSPs 585 iklim değişikliği senaryosundan da yararlanılarak bu senaryo kapsamında araştırma alanının 2060 ve 2100 yıllarına ait sıcaklık ve yağış değişkenlerine ait farklılaşma haritaları şekil 4.7, şekil 4.8, şekil 4.9 ve şekil 4.10’da gösterilmiştir.



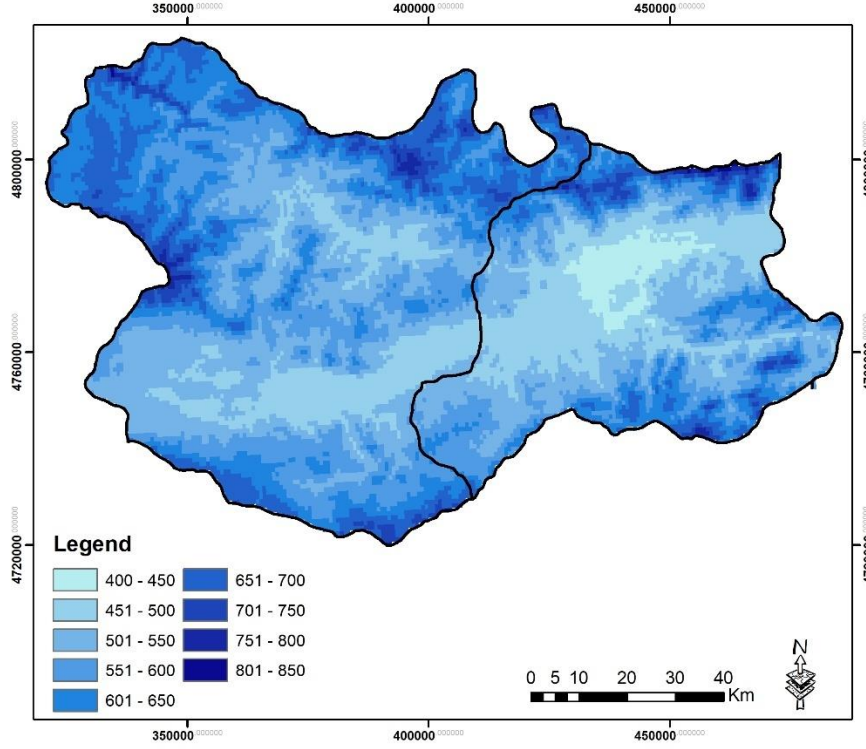
şekil 4.7: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu



Şekil 4.8: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu



Şekil 4.9: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu



Şekil 4.10: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılı yağış durumu.

Sıcaklık ve yağış değişkenleri kullanılarak 3 farklı kuraklık indeksi kullanılmak suretiyle SSPs 245 ve SSPs 585 iklim değişikliği senaryolarına göre 2060 ve 2100 yılları için araştırma alanındaki alansal ve niteliksel arazi değişimleri Tablo 4.51’de belirtilmiştir.

Tablo 4.51: İklim değişikliği senaryolarına göre araştırma alanındaki değişim

İklim Tipleri	Günümüz	SSPs 245		SSPs 585	
		2060	2100	2060	2100
	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)
Yarı Kurak		284	1818	880	8202
Kurak		7401	8742	9370	11280
Yarı Nemli	8613	6475	4733	544	375
Nemli	5132	1720	587	157	132

Tablo 4.51’deki bulgulara göre, araştırma alanı oluşturan Gümüşhane ve Bayburt illerinin sınırları içinde kalan yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırma alanlarında günümüz ekolojik koşullarında sadece 8613 ha yarı nemli ve 5132 ha nemli ekosistem koşullarından ibaret alanlar bulunmaktadır. Bu durum özellikle daha alt rejyonlarda ve yükselti kademelerinde bulunan yerleşim alanları, su kaynakları ve tarım arazileri için olumlu bir durum olarak

karşılanmakla birlikte bu ekolojik koşulların varolduğu subalpin, montan ve submontan kuşaklarda farklı yıllarda özellikle sarıçam kullanılarak gerçekleştirilen yüksek zon ağaçlandırma çalışmaları gerek yer seçimi gerekse ağaçlandırma tekniği, tür ve orijin seçimi açısından başarılı bulunmuştur. Ancak uygulanan küresel ısınma senaryolarına göre uygulanan modeller kapsamında araştırma alanında SSPs 245 sürecine göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 284 ha yarı kurak alanlar, 7401 ha kurak alanlara, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 1818 ha'a ve kurak alanlar 8742 ha'a çıkması ve dönüşmesi beklenmektedir (Tablo 4.51). SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 880ha'a, kurak alanlar 9370 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 8202ha'a ve kurak alanlar 11280 ha'a çıkması öngörülmektedir (Tablo 4.51). Bu bulgulara göre özellikle çığ, heyelan ve erozyon gibi önemli doğa olaylarının olumsuz sonuçlarının yaşanmasını engellemek ve doğal su kaynaklarının devamlılığının sağlanması açısından çok büyük öneme sahip olan yüksek dağ ekosistemi ağaçlandırma alanlarında 2060 yılından itibaren ekolojik özellikler itibarıyla yarı kurak ve kurak ekosistemlerin ortaya çıkabileceği ve bu durumun olasılık düzeyinin yüksek olduğu önemli bir bulgu olarak görülmüştür. Bu nedenle araştırma alanında orman sınırı, ağaç sınırı, kötürüm ağaç sınırı ve savaş zone gibi alpin zon sınır değerleri önemli ölçüde değişebilecektir. Bu değişimlerin yakından takip edilmesi söz konusu alandaki ağaçlandırmaların ve orman vejetasyonunun devamlılığının başarılı olarak sağlanması açısından çok önemlidir. Bu nedenle yeni ortaya çıkması muhtemel olan yarı kurak ve kurak zon kuşaklarına uygun tür ve orijinlerin şimdiden belirlenmesi ve yöreye ait doğal vejetasyona dahil olan tür ve türlerin gen kaynaklarının korunması için şimdiden önemli ve etkin koruma ve uygulama tedbirleri alınmalıdır. Nitekim yüksek zon koşullarına sahip olan Kastamonu yaylalarında gerçekleştirilen bir vejetasyon ve alansal değişim çalışmasında da gelecek dönük senaryo ve modellerin günümüz verileri kullanılarak yapılan uygulamalarında da önemli ölçüde yarı kurak ve kurak mntıka koşullarının bu araştırmadakine benzer şekilde çok yakın gelecekte bu yörede de oluşabileceği öngörülerine ulaşılmıştır (Gür vd., 2024).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yüksek dağlık alanlarda genel olarak karın erken eridiği yerler, ağaç dip kütüklerinin etrafı, gençlik gruplarının kenarı ve meşcere kenarı, küçük yamaçlar, sırtlar, arazinin sıcak yerleri ağaçlandırmaya uygun küçük yetiştirme ortamlarına elverişliyi, kar birikimi yönünden zengin ve kuvvetli rüzgârın olduğu yerler, düz yerler, ham humus tabakasının yoğun olduğu yerler, dere yatakları, kuzey bakılar, çukurluklar ise ağaçlandırmaya elverişli değildir.

Yüksek dağlık alanlarda bilhassa subalpin yaşam koşullarında ağaç kolektifi formu dayanıklılık ve stabilite sağlayarak gençleştirmedeki başarıyı artırmaktadır.

Doğal gençleşmenin olanaklı olmadığı yerlerde, dikime uygun fidan materyali için zengin tohum yıllarından yararlanılarak, tohum materyali titizlikle seçilmiş tohum meşcerelerinden temin edilerek, yüksek dağlık alanlardaki ekstrem ekolojik ve fizyolojik koşullara adapte olabilen türlerden, tohum meşceresinin yetiştirme ortamı özellikleriyle dikim yapılacak yerin özellikleri büyük ölçüde uyum gösteren yerden alınan tohumlarla şaşırtmalı fidan üretimi yapılmalı, kümelerde kullanılması gereken fidan sayısı, fidan dikim aralık mesafesi, fidan yaşı belirlenerek doğaya yakın ağaç kolektifleri şeklinde dikimler yapılmalıdır.

Doğal gençliğin gelme olanağının olmadığı yetiştirme ortamlarında ağaç kolektifleri arasında bulunan yerler ilk olarak kızılbaş, söğüt, huş, üvez, titrek kavak, dağ akcağacı, katran ardıcı gibi öncü türlerle ağaçlandırılmalıdır.

Doğal gençleşmenin beklenmediği elverişli olmayan yetiştirme ortamlarında dikime uygun fidan materyali yetiştirirken tüp içerisine tüp harcı olarak ağaçlandırma bölgesinin yakınından alınmış, iyi parçalanmış olgun orman toprağından, kabuk kompostundan ve yaşayan yüksek alan orjinli mikoriza mantarlarından meydana gelmiş nemli bir karışım oluşturulmalıdır.

Yüksek eğimin olduğu subalpin zonda, erozyon, toprak kaymaları, çığlar, seller gibi doğal afetleri önlemek için beton yapılar yerine, ağaçlandırma yapmak ya da mevcut olan ormanları koruma fonksiyonu olarak kullanmak daha az maliyetli ve uzun vadeli koruma sağlayacaktır. Sosyal baskının çok yüksek olduğu yüksek dağ ormanlarından fayda sağlayan kurum, kuruluş, kişilerle ormancılık ilkeleri kapsamında anlaşma sağlanmalıdır.

İklim değışikliği senaryolarının uygulanması elde edilen bulgular itibarıyla araştırma alanında 2060 ve 2100 yıllarında SSPs245 ve SSPs585 senaryolarında yarı kurak ve kurak mntıka koşullarının araştırma alanı gibi yüksek dağ ekosistemlerinde ortaya çıkabileceği kuvvetli muhtemel düzeyde tahmin edilmektedir. Bu durum yüksek zon orman kuşağının varlığının devamlılığı açısından önemli tedbirlerin alınmasını, uygun tür ve orijinlerin ve doğal vejetasyona ait olan diğer bitki gruplarının varlığının korunması ve devamlılığının sağlanması adına gen kaynaklarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle hem ağaçlandırma tekniği açısından hem de kullanılacak ağaçlandırma materyali açısından uygun tür ve orijinlere ait döl denemeleri bu mntıkalarda kısa sürede tesis edilmelidir. Mevcut sarıçam ağaçlandırmaları mutlaka korunmalıdır. Halkın özellikle otlatma faaliyetleri açısından tampon alanlar oluşturulmalı ve kullanımı düzenlenmelidir. Yöredeki iklim koşullarına ilişkin veriler kurulacak gelişmiş iklim istasyonlarında yapılacak ölçüm ve tespitler ile yakından takip edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ağar, Ü., (1977), Demirözü (Bayburt) ve Gümüşhane Köse Bölgesinin Jeolojisi: Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri 59 s.
- Anşın, R., (1983), Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vegetasyon Tipleri. Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi, Cilt 6, Sayı 2, 318-339.
- Avcı, M., (1993). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve "Anadolu Diagonali"ne Coğrafi Bir Yaklaşım, Türk Coğrafya Dergisi, 28, 225-248.
- Ata, C. ve Demirci, A., (1992). Silvikültürün Temel Prensipleri, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları, Trabzon.
- Aulitzky, H., Turner, H. ve Mayer, H. (1982). Bioklimatische Grundlagen einer standortsgemassen Bewirtschaftung des subalpinen Larchen-Arvenwaldes. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes. 58.
- Ayan, S. ve Akın., (2023). Orman Ağaçları Tohumlarında Oksidatif Stres ve Etkileri. Palme Yayınları Yayın. 2586, 53-71.
- Bader, M.Y., Llambi, L.D., Case, B.S., Buckley, H.L., Toivonen, J.M., Camarero, J.J., Cairns, D.M., Brown, C.D., Wiegand, T. ve Resler, L.M., (2020). A global framework for linking alpine-treeline ecotone patterns to underlying processes. *Ecography*, 44:265-292.
- Ban, M. ve Körner, C. (2003). Recent increases in summit flora caused by warming in the Alps. *Alpine Biodiversity in Europe*, 167,437.
- Barandun, J. (1983). Aufforstung in hohen Lagen. Schweiz. Zeitschr. Forstwes, 134
- Bean, W.J. (1976). Trees and Shrubs Hadry in the British Isles (8th Edition, Edited by D.L. Clarke) J. John Murray, London, Vol. 9, 978.
- Bode, W., Hohnhorst, M. 1994: Waldwenende. Von Försterwald zum Naturwald. München.
- Boydak, M. (1977c). Türkiye'de sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ile karaçam (*Pinus nigra* Arn. var. *Caramanica* Schn.) ve karaçam ile kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) türleri arasında doğal ve yapay melezleme olasılıkları. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 27, Sayı 2, s.340-357.
- Boydak, M. (1975). Eskişehir-Çatacık mıntıkası ormanlarında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın tohum verimi üzerine araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt25, Sayı 1, s.159-217.
- Boydak, M. (1979). Geliştirilmiş tohum kaynakları olan tohum bahçeleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* Seri B, Cilt 29, sayı 2, s.89-111.
- Boydak, M. (1986a). Lübnan (Toros) Sediri'nin (*Cedrus libani* A.Rich.) yayılışı, ekolojik ve silvikültürel nitelikleri, doğal ve yapay gençleştirme sorunları. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Temmuz 1986, s.7-56.

- Boydak, M. ve Ayhan, A.Ş. (1990). Anamur yöresinde çıplak karstik alanların sedir ekimleriyle ağaçlandırılması. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Cilt 36, Sayı 1, No.71, S.7-21, Ankara.
- Boydak, M., Oliver, C. ve Dirik, H. (1995). A.B.D. orijinli hızlı gelişen iğne yapraklı orman ağacı türlerinin Türkiye'ye ithal olanakları, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No.7, 55s. İzmit.
- Boydak, M. ve Çalıkoglu, M. (2008a). Toros Sediri'nin (*Cedrus libani* A. Rich.) biyolojisi ve silvikültürü. *Ormancılığı Geliştirme Ve Orman Yangınları İle Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayını*, Lazer Ofset Matbaası, 248s., Ankara.
- Breshears, D., Adams, H., Eamus, D., McDowell, N., Law D., Will, R., Williams, A. ve Zou, C. (2013). The critical amplifying role of increasing atmospheric moisture demand on tree mortality and associated regional die-off. *Frontiers in Plant Science*, 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2013.00266>
- Buğahan, B. (2012). Borçka - Balcı yöresinde montan zonda yapılan doğu ladini (*Picea orientalis* L. Link.) yaz sonu dikimlerinin başarısının araştırılması. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Artvin: Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Burdett, A.N. (1983). Quality control in the production of forest planting stock. *Forest Chronology*. 59, 132-138.
- Chavasse, C.G.R. (1980). Planting stock quality: a review of factors affecting performance. *N.Z. Journal of Forestry*, 25:145-171.
- Cleary, B.D., Greaves, R.D. ve Owsten, P.W. (1978). Seedlings. In *Regenerating Oregon's Forests. A Guide for the Regeneration Forester*; Cleary, B.D., Greaves, R.D., Hermans, R.K., Eds.; Oregon State University, Extension Service, Extension Manual 7: Corvallis, OR, USA, pp.63-97.
- Cook, A., Court, M. N. ve Macleod, D. A. (1977). The prediction of Scots pine growth in north - east Scotland using readily assessable site characteristics. *Scottish Forest* 31: 251 -264.
- Çalışkan, S., Balekoğlu, S. ve Dirik, H. (2023). Orman Ağaçlarında Kuraklık Stresi. *Palme Yayınları Yayın*. 2586, 29-51.
- Çepel, N. (1976). Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerindeki Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A*, 26 (2): 11-28
- ÇDR. (2022). Gümüşhane İli 2022 Yılı Çevre Durum Raporu. Gümüşhane Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Gümüşhane.
- Çepel, N.(1995): "Orman Ekolojisi", İ.Ü. Yayın No:3886, Orman Fakültesi Yayın No:443, İsn:975-404-398-1, İstanbul.
- Çoğulu, E. (1975) Gümüşhane ve Rize Graniyik Plütonlarının Mukayeseli. Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul, (Yayımlanmamış).

- Çolak, A. H., Pitterle, A., (1999). Yüksek Dağ Silvikültürü (Cilt I -Orta Avrupa) Genel Prensipler, 1. Baskı, OGEM-VAK Yayını, İstanbul.
- Dai, A. (2013) Increasing Drought under Global Warming in Observations and Models. *Nature Climate Change*, 3(1),Article 1, <https://doi.org/10.1038/nclimate1633>
- Daşdemir, İ. (1992), Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Carr.) Ormanlarında Yetiştirme Ortamı Faktörleri – Verimlilik İlişkisi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 64, Ankara.
- Davis, P. H., (1965-1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume one-ten, Edinburgh University Press, Great Britain.
- Donner, J. ve Çolak, A.H., (2007). Türkiye Bitkileri Yayılış Haritaları, Distribution Map to P.H. Davis, "Flora of Turkey, (1-10), Botanische Arbeitsgemeinschaft am OÖ. Landesmuseum, Linz, Avusturya.
- Dyderski M.K., PaD S., Frelich L.E. ve Jagodzinski A.M. (2018). How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology*, 24(3):1150-1163.
- Ercan, M. (1997). Bilimsel Araştırmalarda İstatistik, Genişletilmiş İkinci Baskı, Orman Bakanlığı, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 211, 6, İzmit.
- Eren, M. (1983). Gümüşhane Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi. Master Tezi, KTÜ, Trabzon.
- Eruz, E. (1984). Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşcerelerinin Boy Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 3244, O. F. Yayın No: 368, İstanbul.
- Franz, H., (1979). Ökologie der Hochgebirge. Ulmer. Stuttgart.
- Gedikoğlu, A. Özсарay, T. ve Pelin, S. (1979). The main lines of the geotectonic evolution of the Eastern Pontids in Mesozoic. *Era:geocome-1*: 555-850.
- Genç, M. (1997). Alpin Rejyon Ağaçlandırmaları, AGM. Erozyon Kontrolü, Mera Islahı ve Havza Amenajmanı Teknikleri Toplantısı, 23-27 Haziran, Eğirdir-Isparta.
- Genç, M., Deligöz, A., Yer Çelik, EN., Bayar, E. ve Gülseven, O., (2023). Ekstrem İklim Koşullara Sahip Yetiştirme Ortamları ve Bu Ortamlara Dirençli Orman Ağacı Fidanlarının Temel Özellikleri. *Palme Yayınları*. 2586, 95-118.
- Giertch,M. (1975). Seed orchard designs. Forestry Commission Bulletin No: 54, pp.25-37.
- Gougherty, A.V., Keller, S.R. ve Fitzpatrick, M.C. (2021). Maladaptation, migration and extirpation fuel climate change risk in a forest tree species. *Nature Climate Change*, 11(2), 166-171.

- Grabherr, G., Gottfried, M. ve Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369, 448.
- Grabherr, G., Gottfried, M. ve Pauli, H. (2001). Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. *Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales*, 153-177.
- GİVEG (1984). Gümüşhane İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı. Topraksu Genel Müdürlüğü. TOVEP Yayın No: 19, Ankara.
- Güner, S. (2023). İklim Değişikliğine Karşı Orman Ekosistemlerinde Silvikültürel Uygulamalar. *Palme Yayınları Yayın*. 2586, 231-239.
- Gür, E., Palta, S., Özel, H. B., Varol, T., Şevik, H., Çetin, M. ve Koçan, N. (2024). Assessment of Climate Change Impact on Highland Areas in Kastamonu, Turkey. *Anthropocene*, 46, 1-25
- Hamann, A. ve Wang, T. (2006). Potential effects of climate change on ecosystem and tree species distribution in British Columbia. *Ecology*, 8(11), 2773-2786.
- Hampton, J.G., Bolet B., Rolston M.P. ve Chastain T.G. (2013). Effects of elevated CO₂ and temperature on seed quality/*Agriculture Science.*, 151, 154-162.
- tittenschwiler S ve Korner C (1995) Responses to recent climate of *Pinus sylvestris* and *Pinus cerebra* within their montane transition zone in the Swiss Alps. *Journal of Vegetation Science* 6:375-368.
- Hlánsy, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, MJ., Seidl, R., Svoboda, M. ve Viiri, H. (2019). Living with bark beetles: impacts, Outlook and management options (No.8). European Forest Institute.
- Horvat-Marolt, S. (1984). Die Qualität der Fichtenverjüngung im subalpinen Fichtenwald der jülichen Alpen. *Allgemeine Forstzeitung*, Wien.
- Hofer, H.R. (1992). Veränderungen in der Vegetation von 14 Gipfeln des Berninagebietes zwischen 1905 und 1985. *Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule Stiftung Ruebel*, 58, 39-54.
- Holzer, K. (1964b). Feststellung der Höhenstufen bei Fichtensaatgut durch Testung in der Kulturkammer (In: SCHMIDT-VOGT 1964: Forstsamengewinnung und Pflanzenzucht für das Hochgebirge) München.
- Indermühle, M. P., (1978). Struktur, Alters- und Zuwachsuntersuchungen in Einem Fichtenplenterwald der Subalpinen Stufe. Diss. ETH Nr. 5926, Zürich.
- İRAP. (2021). Bayburt İl Afet Risk Azaltma Planı-2021. İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, <https://bayburt.afad.gov.tr/kurumlar/bayburt.afad/il-Planlari/Bayburt-IRAP.pdf>

- İRAP (2022). Gümüşhane İl Afet Risk Azaltma Planı-2021. İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, <https://gumushane.afad.gov.tr/kurumlar/gumushane.afad/E-Kutuphane/Gumushane-IRAP-pdf>
- Kalay, H. Z., Yavuz, H., Karagül, R., Altun, L. ve Tüfekçioğlu, A. (1993), “Kızılçamın Orta Karadeniz Bölümü Arazisinde Dikey ve Yatay Yayılışının Bitki Kuşakları ve Türleri Bakımından Ekolojik İncelenmesi”, Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Marmaris, 117-128.
- KHGM (1988). Rize İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu, T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, TOVEP Yayın No: 57, Ankara.
- Kinloch, D. ve Page, G. (1968). Quantitative technique for relating site conditions to the productivity of certain conifers in North Wales. In: Proc. 6th World Forestry Congress, Madrid, April 1966. Comercialy Artes Graficas, S.A., Barcelona, 1438-1441.
- Koç, İ. (2021). Küresel iklim değişikliğinin Bolu’da bazı iklim parametreleri ve iklim tiplerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 706-719.
- Kreeb, K., (1983). Vegetationskunde. Methoden und Vegetationsformen Unter Berücks. Ökosystem. Aspekte. UTP für Wissenschaft, Grosse Reihe, Stuttgart.
- Küçük, M. (1998). Kürtün (Gümüşhane)-Örümcek Ormanlarının Florası ve Saf Meşcere Tiplerinin Floristik Kompozisyonu, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları No:5, 120s.
- Lakatos, F. ve Ünal, S. (2023). Orman Ekosistemlerinde İklim Değişikliği ve İstilacı Böcekler. Palme Yayıncılık. 49844. 323-345.
- Leibundgut, H. (1982a). Die Waldpflege. 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart.
- Lescop-Siucclair K ve Payette S (1995). Recent advance of arctic treeline along the eastern coast of Hudson Bay. *Journal of Ecology* 83: 929-936.
- Lin, W.C., Lin, Y.P., Lien, W.Y., Wang, Y.C., Lin, C.T., Chiou, C.R. ve Crossman, N.D. (2014). Expansion of protected areas under climate change: an example of mountainous tree species in Taiwan. *Forests*, 5, 2882-2904.
- Lindsey, R., Campbell, J., Dukes, J.S., Huntington, T., Kathy, F., Mohan, J. ve Rodenhouse, N. (2012). Changing climate, changing forests: The impacts of climate change on forest of the northeastern United States and eastern Canada. Gen. Tech. Rep. NRS-99. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 48s.
- Lopez- Tirado, J., Nieto-Lugilde. ve De La Estralla Gonzalez, M., (2023). İklim Değişikliği ve Orman Ağaçlarında Migrasyon. Palme Yayınları Yayın. 2586, 163-172.
- Magnani, F., M. Mencuccini, M. Borghetti, P. Berbigier, F. Berninger, S. Delzon, A. Grelle, P. Hari, P. G. Jarvis, ve P. Kolari. (2007). The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature* 447:849–851.

- Martin-Benito, D., Pederson, N., Köse, N., Doğan, M., Bugmann, H. ve Mosulishvili, M., Bigler, C. (2018). Prevasive effects of drought on tree growth across a wide climatic gradient in the temperate forest of the Caucasus. *Glob Ecol Biogeogr*, 27, 1314-25.
- Mayer, H. ve Ott, E. (1991). Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. Stuttgart.
- Mexal, J.G. ve Landis, T.D. (1990). Target seedling concepts: Height and diameter. Proceedings, Western Forests Nursery Association, 13-17. <https://rngr.net/publications/proceedings/1190/mexal.pdf>
- Müller, F. ve Schultze, U. (1998). Das österreichische Programm zur Erhaltung forstgenetischer Ressourcen.
- Nather, J. (1972). Die Bedeutung der Herkunftssicherung von Saatgut für Hochlagenaufforstungen (In: Hochlagenaufforstung in Forschung und Praxis. Mitteilungen der forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, 69.Heft) Wien.
- Nebe, W. (1992). Boden und Klima als Standorts und Wachstumsfaktoren (In: Lyr, H., Fiedler, J., H., Tranquillini, W. 1992: Physiologie und Ökologie der Gehölze) Stuttgart.
- Okatan, A. (1987). Trabzon-Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar. Orman Gen. Müd. Yay. No.664, 290s., Ankara.
- Otto, H., (1994). Wald Ökologie. UTB für Wissenschaft. Grosse Reihe. Stuttgart
- Ott, E., Frehner, M., Frey, H.U. ve Leuscher, P. (1997), Gebirgs nadel wälder praxisorientierter Leitfaden fuer eine standortgerechte Waldbehandlung. P.Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 281 pp.
- Papadimitriou, A. (2015). Climate Change and its Impact on Terrestrial Ecosystems. In Issues in Forestry and Environmental and Natural Resources Management: Eds: Manolas, E.I., Protopapadakis, E.D., In: Climate Change: Interdisciplinary Approaches; Department of Forestry and Environmental and Natural Resources Management of the University of Athens, Nea Orestiada, Greece, 121-132.
- Pauli, H., Gottfried, M. ve Grabherr, G. (2001). High summits of the Alps in a changing climate: The oldest observation series on high mountain plant diversity in Europe. *"Fingerprints" of climate change : adapted behaviour and shifting species ranges*, 139-149.
- Özdamar, K. (1999). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAP, Dördüncü Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özkan, Y. (2003). Uygulamalı İstatistik 2, Sakarya Üniversitesi, Birinci Baskı, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sakarya Kitabevi, İstanbul.
- Pitterle, A. (1985). Performance of high altitude afforestation in the Alps swiss since 1865: Analysis of damages on chance of succes (In: Turner, H., Tranquillini, W.1984: Establishment and Tending of subalpine Forest. Research and Management. Proc.

3. IUFRO-workshop P.1,07-00. Eidgenössische Anstalt f. forstliches Versuchswesen, Bd.270, Zürich).
- Ritchie, G.A. (1984). Assessing seedling quality. In Forests Nursery Manual.: Production of Bareroot Seedlings; Duryea, M.L., Landis, T.D., Eds.; Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers: The Hague, The Netherlands, 243-266.
- Ruiz-Labourdette, D., Bravo D.N., Ollero Helios S., Schmitz, M.F. ve Pineda, F.D. (2012). Forest composition in Mediterranean Mountains projected to shift along the entire elevational gradient under climate change. *Journal of Biogeography*, 39, 162-176.
- Saatçioğlu, F., (1976). Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, (Silvikültür I), İÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 2187/222, İstanbul.
- Sağ, B. M. (2002). Türkiye'deki Yüksek Dağ Ormanlarının Planlama İlkeleri. Yüksek lisans tezi. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Sargıncı, M. ve Beyazyüz, F. (2002) İklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki etkisi: İklim akılcı ormancılık bakış açısı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 142-149.
- Schiechtl, H., M. (1966a):Die Physionomie der potentiellen natürlichen Waldgrenze und Folgerungen für die Praxis der Aufforstung in der alpinen Stufe (In: Ökologie der alpinen Waldgrenze). Mitt der forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien.
- Schiechtl, H., M. (1973): Wiederbewaldung von Extremstandorten –Grundlagen und Voraussetzungen in den Hochlagen und auf Rohböden, Allg. Forstz.84.
- Schönenberger, W. (1978). Ökologie der Natürlichen Verjüngung von Fichte und Bergföhre in Lawenzügen der Nördlichen Voralpen. *Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes. Mitt.* 54, 3, 215-361
- Schönenberger, W., Frey, W. ve Leuenberger, F.1990: Ökologie Und Technik der Aufforstung im Gebirge: Anregungen für die Praxis. Ber. Eidg. Forsch Anst. f. Wald, Schnee u. Landschaft 325.
- Schönenberger, W. ve Wasem, U. (1999). Cluster Afforestation For Better Mountain Forest Structure- A Review. International Workshop. Structure of The Mountain Forests, Assesment, Impacts, Management, Modelling. September 6-10, Davos, Switzerland.
- Schönenberger, W. ve Brang, P. (2001). Structure of Mountain Forests Assesment, Impacts, Management, Modelling, *Forest Ecology and Management*, 145, 1-2.
- Semercioğlu., A. (2017). Yüksek Dağ Ağaçlandırmalarının İncelenmesi: Galyan Örneği, Yüksek Lisans Tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2017.
- Seyis, Y. (2019). Erzincan Keklik Kayası Mevkiindeki Erozyon Sahalarında Yapılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ağaçlandırmalarının Uzun Dönem Başarı/Büyüme Durumları İle Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisinin İrdelenmesi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Artvin.

- Sowell, J. B. (1985). Influence of soil temperature on root respiration and water uptake of subalpine conifers from low and high elevations (Alpine timberline, *Abies asiocarpa*, *Picea engelmannii*, treeline, root resistance) Thesis (PhD), University of Idaho.
- Steven, H. M. Ve Carlisie, A. (1959). The Native Pine woods of Scotland. Oliver and Boyd, London, 368 pp.
- Stockdale, C.A., Macdonald, S.E. ve Higgs, E. (2019). Forest closure and encroachment at the grassland interface: a century-scale analysis using oblique repeat photography. *Ecosphere* 10(6), e022774. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2774>
- Sutton, R.F. (1979). Planting stock quality and grading. *Forest Ecology and Management*, 2, 123-132. Uğuz, M. F., Bilgin, A. Z., Tunçdemir, V., Atıcı, G., Gündoğdu, E. A. 2011. Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi (Bayburt-Gümüşhane-Trabzon). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11452.
- Üçler, A.Ö. (2002). Alpin Zon Ağaçlandırmaları ve Doğu Karadeniz Bölgesi Uygulamaları İçin Yaklaşımlar, II Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı, II Cilt 15-18 Mayıs 2012, Artvin.
- Ürgenç, S. (1967). Türkiye’de çam türlerinde tohum tedarikine esas teşkil eden problemlere ait araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No.468/44, İstanbul.
- Ürgenç, S. (1998). Ağaçlandırma Tekniği (Yenilenmiş ve genişletilmiş ikinci baskı).İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No.3994/441, 600s.,İstanbul.
- Tieffenbacher, H., (1992). Stecklingsfichten für die Hochlagenaufforstung? Österreichische Forstzeitung, 3.
- Tonguç, F., ve Turan, H. (2019). Afyonkarahisar-Başmakçı Yöresi Marjinal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Populasyonlarındaki Gençleştirme Çalışmalarının 7 Yıllık Sonuçlarının İncelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(1), 172-181.
- Tonguç, F ve Uçar, S. (2021) Kurak ve yarıkurak alanlarda tüplü ve çıplak köklü dikilen karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) fidanlarının 5 yıllık dikim başarısının değerlendirilmesi; Kütahya-Tavşanlı örneği, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 139-149
- Türkeş, M. (2022). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) Yeni Yayımlanan İklim Değişikliğinin Etkileri, Uyum ve Etkilenebilirlik Raporu Bize Neler Söylüyor?. *Resilience*, 197-207.
- Türker, M.F., Yılmaz, C., Sarıtaş E., Yeşilyurt, E. ve Karahalil, U. (2023). Süreçleri, Etkileri ve Kurguları İle Küresel İklim Değişikliği Ve Türkiye Ormancılık Sektörü. *Palme Yayıncılık*. 49844. 384-430.
- Varol, H.N. (2023). İklim değişikliğinin Ilgaz dağı göknar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) ormanlarının büyümesi ve meşcere dinamikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi. Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bartın.

- VEGR (1984). Gümüşhane İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. Toprak Etüdleri Ve Haritalama Dairesi Başkanlığı. TOVEP 19. Ankara
- Wakeley, P.C. (1954). Plating the Southern Pines; Agriculture Monograph No.18; U.S. Department of Agriculture, Forest Service: Washington, DC, USA.
- Wald, K., Hildebradt, M., Holst, U. (1991). Die Pflanzung im Schutzwald. Österreichische Forstzeitung 6.
- Yücesan, Z., Üçler, A. Ö. ve Oktan, E. (2013). Fırtına Vadisi Yüksek Dağ Ormanlarında Stabilitate ve Meşcere Değeri. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 13(1), 117-128.



ÖZGEÇMİŞ

