



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

EGE BÖLGESİ KURAK/YARI KURAK MINTIKA AĞAÇLANDIRMALARININ
SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BU AĞAÇLANDIRMALAR ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN MODELLER YARDIMIYLA İNCELENMESİ

GÜLLİZAR ÖZYURT

DANIŞMAN

PROF. DR. HALİL BARIŞ ÖZEL

BARTIN-2025



T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

EGE BÖLGESİ KURAK/YARI KURAK MINTIKA AĞAÇLANDIRMALARININ
SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BU AĞAÇLANDIRMALAR ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN MODELLER YARDIMIYLA İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Güllizar ÖZYURT

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 “EGE BÖLGESİ KURAK/YARI KURAK MINTIKA AĞAÇLANDIRMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BU AĞAÇLANDIRMALAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLER YARDIMIYLA İNCELENMESİ” 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.

16.01.2025

Güllizar ÖZYURT

ÖN SÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübelerinin yanı sıra 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 ile doktora çalışmama katkı sağlayan değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Hakan ŞEVİK' e ve sayın Doç. Dr. Şahin PALTA' ya şükranlarımı sunarım. Kütahya ve Eskişehir Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı Kütahya ve Afyonkarahisar Orman İşletme Müdürlükleri ağaçlandırma sahalarında yaptığım arazi çalışmaları sırasında katkısı ve emeği geçen tüm personele teşekkürlerimi sunarım. Afyonkarahisar Orman İşletme Müdür Yardımcısı Yiğit ŞİMŞEK' e çalışmalarımı yaparken göstermiş olduğu özveri ve ilgiden dolayı teşekkür ederim. Tez çalışması süresince bana çalışmalarımda yardımcı olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Orman Yüksek Mühendisi Nazlı AK' a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Orman Mühendisi Ahmet İlhan DURAK ve Orman Mühendisi Rahman SANDIKÇI' ya tüm yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL' in danışmanlığında hazırlanan “Ege Bölgesi Kurak/Yarı Kurak Mıntıka Ağaçlandırmalarının Sürdürülebilir Ormancılık Açısından Değerlendirilmesi ve İklim Değişikliğinin Bu Ağaçlandırmalar Üzerindeki Etkilerinin Modeller Yardımıyla İncelenmesi” isimli bu doktora tezi YÖK 100/2000 Sürdürülebilir Ormancılık Doktor Burs Programı kapsamında Yükseköğretim Kurumu tarafından desteklenmiştir.

Bütün eğitim hayatım boyunca bana her türlü desteği veren canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Güllizar ÖZYURT

ÖZET

Doktora Tezi

EGE BÖLGESİ KURAK/YARI KURAK MINTIKA AĞAÇLANDIRMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BU AĞAÇLANDIRMALAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN MODELLER YARDIMIYLA İNCELENMESİ

Güllizar ÖZYURT

**Bartın Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2025, sayfa: 79

Afyonkarahisar ve Kütahya illerindeki yarı kurak ve kurak mintika ağaçlandırma alanlarında aynı yılda dikilmiş olan yani aynı yaşta olan ağaçlandırma sahaları içinden alınan örnek alanlarda belirlenen kantitatif özellikler olan ortalama boy, ortalama dip kütük çapı ($d_{0,30}$), ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) (m) ve ortalama son yıl sürgün uzunluğu (cm) değişkenlerine ilişkin verilere uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre söz konu bu kantitatif özellikler yönünden ağaçlandırma alanları arasında %99 güven düzeyinde istatistiki açıdan önemli farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir. Yapılan tespitlere göre, Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde toplam 38 örnek alanda ölçülen 1969 bireyde yaşayan birey sayısı 1681 adettir. 1681 adet bireyin 1541 adeti sağlıklı ve 140 adedi sağlıklı bireyden oluşmaktadır. Afyonkarahisar ilinde seçilen ağaçlandırma sahalarında ölçülen 990 adet bireyin 853 (%86,16) adedi yaşamakta olup sağlıklı birey sayısı 767 (%89,92) ve sağlıklı birey sayısı 86 (%10,08) adettir. Kütahya ilinde ölçülen 979 adet bireyin 828 (%84,58) adedi yaşamakta olup bu bireylerin 774 (%93,48) adeti sağlıklı bireyden oluşurken 54 (%6,52) adedi sağlıklı bireyden oluşmaktadır. Genel olarak tüm kantitatif karakterlere uygulanan Duncan Testi sonucunda Dişli ve Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanları ilk

iki grubu oluştururken, Andız, Pusan ve Geven ağağlandırma alanları son grubu oluşturmuştur. Bu durumun genel olarak Kütahya yöresindeki ağağlandırma alanlarının daha sığ ve yüzeysel taşlılık oranı daha yüksek bir arazide tesis edilmiş olması, buna karşın Afyonkarahisar'daki ağağlandırma alanlarının hem daha korunaklı hem de orman rejyonlarına daha yakın daha verimli alanlarda tesis edilmiş olması gösterilebilir. Araştırma alanını oluşturan yarı-kurak ve kurak mıntıka ağağlandırma alanlarının yer aldığı Afyonkarahisar ve Kütahya yörelerindeki tüm alanlar sayısallaştırılarak küresel ısınmanın olası etkileri senaryolar vasıtasıyla oluşturulan modeller yardımıyla incelenmiş ve alansal değişimleri belirlenmiştir. Bu amaçla, toplam 11 adet Biyoklimatik Değişken kullanılmış ve oluşturulan modellerin çözümlenmesi sonucunda küresel ısınmanın etkilerini ortaya koyan en önemli değişkenlerin %98,74 ve %96,33 güven düzeyleri ile sıcaklık ve yağış faktörlerinin olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulanan küresel ısınma senaryolarına göre uygulanan modeller kapsamında araştırma alanında SSPs 245 sürecine göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 176310 ha'a, kurak alanlar 132770 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 247870 ha'a ve kurak alanlar 193430 ha'a artması beklenmektedir. SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 271750 ha'a, kurak alanlar 256460 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 344879 ha'a ve kurak alanlar 329160 ha'a çıkması öngörülmektedir. Ancak SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılında araştırma alanında ağağlandırılması mümkün olamayacak olan ve tamamen farklı bir ekosistem koşullarının hüküm sürdüğü 3154 ha büyüklüğünde çöl vejetasyonunun yörede oluşacağı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağağlandırma, iklim değişikliği, kantitatif karakterler, kurak, modelleme, yarı kurak.

Bilim Alanı Kodu

120517

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EVALUATION OF ARID / SEMI-ARID AREA AFFORESTATIONS IN THE AEGEAN REGION IN TERMS OF SUSTAINABLE FORESTRY AND INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THESE AFFORESTATIONS WITH THE HELP OF MODELS

Güllizar ÖZYURT

**Bartın University
Graduate School
Department of Forest Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2025, pp: 79

According to the results of variance analysis applied to the data related to the variables of average height, average root stump diameter ($d_{0.30}$), average crown height (crown length) (m) and average last year shoot length (cm), which are quantitative parameters determined in the experimental areas taken from the afforestation areas planted in the same year, i.e. of the same age in semi-arid and arid zone afforestation areas in Afyonkarahisar and Kütahya provinces, it was determined that there were statistically significant differences at the 99% confidence level among the afforestation areas in terms of these quantitative parameters. According to the findings, the number of living individuals in 1969 individuals measured in a total of 38 sample areas in Afyonkarahisar and Kütahya provinces was 1681. Of the 1681 individuals, 1541 were healthy and 140 were unhealthy. In Afyonkarahisar province, 853 (%86.16) of 990 individuals measured in selected afforestation areas are alive, the number of healthy individuals is 767 (%89.92) and the number of unhealthy individuals is 86 (%10.08). In Kütahya province, 828 (%84.58) of 979 individuals measured are alive, 774 (%93.48) of these individuals are healthy and 54 (%6.52) are unhealthy. As a result of Duncan Test applied to all quantitative characters in general, Dişli and Gevrekseydi+Doğa

afforestation areas constitute the first two groups, while Andız, Pusan and Geven afforestation areas constitute the last group. This situation can be shown as the fact that the afforestation areas in Kütahya region are generally established in shallower and superficial stony land, whereas the afforestation areas in Afyonkarahisar are established in more protected and more productive areas closer to the forest regions. All areas in Afyonkarahisar and Kütahya regions where semi-arid and arid zone afforestation areas constituting the research area are located were digitized and the possible effects of global warming were examined with the help of models created through scenarios and the areal changes were determined. For this purpose, a total of 11 Bioclimatic Variables were used and as a result of the analysis of the created models, it was revealed that the most important variables revealing the effects of global warming were temperature and precipitation factors with 98.74% and 96.33% confidence levels. According to the applied global warming scenarios, within the scope of the applied models, in the research area, according to the SSPs 245 process, it is expected that semiarid areas will increase to 176310 ha, arid areas to 132770 ha in 2060, and according to the same scenario, semiarid areas to 247870 ha and arid areas to 193430 ha in 2100. According to the SSPs 585 scenario, it is expected that semiarid areas will increase to 271750 ha, arid areas to 256460 ha in 2060, and according to the same scenario, semiarid areas to 344879 ha and arid areas to 329160 ha in 2100. However, according to the SSPs 585 scenario, it is seen that 3154 ha of desert vegetation will be formed in the region in 2100, where afforestation will not be possible in the research area and where completely different ecosystem conditions prevail.

Keywords: Afforestation, arid, climate change, modeling, semi-arid, quantitative characters.

Scientific Field Code

120517

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖN SÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Özeti.....	1
1.2. Tez çalışmasının amacı ve kapsamı.....	10
2. MATERYAL VE METOT.....	12
2.1. Materyal.....	12
2.2. Metot.....	40
2.2.1 Örnek Alanların Seçimi.....	40
2.2.2 Kantitatif Özelliklerin Ölçülmesi ve Tespiti.....	40
2.2.3 Verilerin İstatistik Analizi.....	42
2.2.4 İklim Değişikliği Senaryolarının Uygulanması.....	43
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	44
3.1. Ağaçlandırmaların Adaptasyon Yeteneğine Ait Bulgular.....	44
3.2. Kantitatif Özelliklere Ait Bulgular.....	50
3.3. İklim Değişikliği (Küresel Isınma) Senaryolarına İlişkin Bulgular.....	56
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
5. KAYNAKLAR.....	69
6. BİBLİYOGRAFYA.....	77
7. ÖZGEÇMİŞ.....	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
2.1: Ağaçlandırma sahalarının genel dağılımı.....	13
2.2: Fethibey sahasının Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğrafı.....	14
2.3: Fethibey sahasında alınan örnek alanlar.....	15
2.4: Işıklar sahasının Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	16
2.5: Işıklar sahasında alınan örnek alanların genel görünümü	17
2.6: Karacaahmet sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	18
2.7: Karacaahmet sahasından alınan örnek alanlar	19
2.8: Dipevler sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf	20
2.9: Dipevler sahasında alınan örnek alanlar.....	21
2.10: Dişli sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	22
2.11: Dişli sahasındaki örnek alanlar	23
2.12: Pusan sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	24
2.13: Pusan sahasındaki örnek alanlar.....	25
2.14: Aykırıkçı sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	26
2.15: Aykırıkçı sahasındaki örnek alanlar	27
2.16: Andız sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	28
2.17: Andız sahasındaki örnek alanlar	29
2.18: Erenköy sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	30
2.19: Erenköy sahasındaki örnek alanlar.....	31
2.20: Geven sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	32
2.21: Geven sahasındaki örnek alanlar.....	33
2.22: Gevrekseydi+Doğa sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf.....	34
2.23: Gevrekseydi+Doğa sahasında alınan örnek alanların genel görünümü	35
2.24: Andız ağaçlandırma sahasından genel görünüm.....	36
2.25: Aykırıkçı ağaçlandırma sahasından genel görünüm	36
2.26: Dipevler ağaçlandırma sahasından genel görünüm.....	37
2.27: Dişli ağaçlandırma sahasından genel görünüm.....	37
2.28: Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma sahasından genel görünüm	37

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

Şekil No	Sayfa No
2.29: Erenköy ağaçlandırma sahasından genel görünüm	38
2.30: Fethibey ağaçlandırma sahasından genel görünüm.....	38
2.31: Geven ağaçlandırma sahasından genel görünüm	38
2.32: Işıklar ağaçlandırma sahasından genel görünüm	39
2.33: Karacaahmet ağaçlandırma sahasından genel görünüm.....	39
2.34: Pusan ağaçlandırma sahasından genel görünüm	39
2.35: Çalışma sahalarında örnek alan çevreleme	40
2.36: Boy ölçümü	41
2.37: Örnek alanlardaki bireylerde yapılan çap, yaş ve son yıl sürgün uzunluğu ölçümü,.....	41
3.1: Ağaçlandırma alanlarının günümüz sıcaklık haritası	56
3.2: Ağaçlandırma alanlarının günümüz yağış haritası	57
3.3: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu.....	58
3.4: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu.....	58
3.5: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu.....	59
3.6: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı yağış durumu.....	59
3.7: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu.....	60
3.8: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu.....	61
3.9: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu.....	61
3.10: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılı yağış durumu.....	62

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
1.1: Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde geçmişten günümüze kadar yapılan ağaçlandırma faaliyetleri.....	9
2.1: Fethibey sahasına ait genel bilgiler	14
2.2: Fethibey sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu.....	15
2.3: Fethibey sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri.....	15
2.4: Işıklar sahasına ait genel bilgiler	16
2.5: Işıklar sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu	17
2.6: Işıklar sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri.....	17
2.7: Karacaahmet sahasına ait genel bilgiler	18
2.8: Karacaahmet sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu	19
2.9: Karacaahmet sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri	19
2.10: Dipevler sahasına ait genel bilgiler	20
2.11: Dipevler sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu.....	21
2.12: Dipevler sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri.....	21
2.13: Dişli sahasına ait genel bilgiler	22
2.14: Dişli sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu.....	23
2.15: Dişli sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri	23
2.16: Pusan sahasına ait genel bilgiler.....	24
2.17: Pusan sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu	25
2.18: Pusan sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri	25
2.19: Aykırıkçı sahasına ait genel bilgiler	26
2.20: Aykırıkçı sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu	27
2.21: Aykırıkçı sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri	27
2.22: Andız sahasına ait genel bilgiler	28
2.23: Andız sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu.....	29
2.24: Andız sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri	29
2.25: Erenköy sahasına ait genel bilgiler.....	30
2.26: Erenköy sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu	31
2.27: Erenköy sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri	31

TABLolar DİZİNİ (devam ediyor)

Tablo	Sayfa
No	No
2.28: Geven sahasına ait genel bilgiler.....	32
2.29: Geven sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu	33
2.30: Geven sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşçere tipi bilgileri	33
2.31: Gevrekseydi+Doğa sahasına ait genel bilgiler	34
2.32: Gevrekseydi+Doğa sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu	35
2.33: Gevrekseydi+Doğa sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşçere tipi bilgileri	35
3.1: Afyonkarahisar ilindeki ağaçlandırma alanlarında adaptasyon durumu	45
3.2: Kütahya ilindeki ağaçlandırma alanlarında adaptasyon durumu	46
3.3: Araştırma alanlarında adaptasyon durumunun karşılaştırılması	47
3.4: Afyonkarahisar ilindeki ağaçlandırma alanlarında gövde sağlık durumu.....	48
3.5: Kütahya ilindeki ağaçlandırma alanlarında gövde sağlık durumu	49
3.6: Araştırma sahalarında gövde sağlık durumunun karşılaştırılması	50
3.7: Değişken parametrelerine uygulanan Varyans Analiz Testi sonuçları	50
3.8: Ortalama Boya İlişkin Duncan Testi Sonuçları.....	51
3.9: Ortalama Kök Boğaz Çapına İlişkin Duncan Testi Sonuçları.....	52
3.10: Ortalama Tepe Yüksekliği İlişkin Duncan Testi Sonuçları	53
3.11: Ortalama Son Yıl Sürgün Uzunluğu İlişkin Duncan Testi Sonuçları	54
3.12: İklim değişikliği Senaryolarına Göre Araştırma Alanındaki Değişim.....	62

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Çk	: Anadolu karaçamı
S	: Toros sediri
Ha	: hektar
M	: metre
Cm	: santimetre
P	: önem düzeyi
R	: serbestlik derecesi

KISALTMALAR

BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
FAO	: (<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>) Birleşmiş Milletler'in Gıda ve Tarım Örgütü
IPCC	: (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>) Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
ITTO	: (<i>International Tropical Timber Organization</i>) Uluslararası Tropikal Kereste Organizasyonu
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
MCPFE	: (<i>Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe</i>) Avrupa Ormanlarının Korunmasına Dair Bakanlar Konferansı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	: Maden Tetkik Arama
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
UNFCCC	: (<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>) Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
UNEP	: (<i>United Nations Environment Programme</i>) Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNCED	: (<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>) Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı
WMO	: (<i>World Meteorological Organization</i>) Dünya Meteoroloji Örgütü

1.GİRİŞ

İlkel çağlarda insanlığın doğaya olan tahribatı hem daha az hem de günümüze oranla çok daha yavaştı. Sanayileşme süreciyle artan ihtiyaçlarımızı karşılamak için yaptığımız hammadde arayışı hem doğanın tahribatını hem de küresel ısınmayı arttırarak iklim krizinin büyümesine yol açmıştır. Küresel iklim değişikliği Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında; “Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ve dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan değişiklik” olarak tanımlanmaktadır (UNFCCC, 1992). Gelişen sanayi ile birlikte fabrikalaşmanın getirdiği artan sera gazı emisyonu iklim değişimini hızlandırarak küresel boyutta değişimlere neden olmuştur. Ciddi sorunlara neden olan ekolojik problemlerden biri olan sera gazı emisyonu içindeki en büyük payı %82 ile başta Karbondioksit almaktadır (Akın, 2006). Bunun yanı sıra Türkes ve diğerlerinin 2000 yılındaki çalışmalarında; fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, arazi kullanımı değişiklikleri ve sanayi süreçleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, sanayi devriminden beri hızla artmaktadır. Bu ise, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehirleşmenin de katkısı ile dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Öyle ki, 2014 yılında yayınlanan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC) Beşinci Değerlendirme Sentez Raporu'nda; küresel iklimdeki ısınmanın olağandışı olduğu, 1951-2010 döneminde küresel sıcaklıklardaki artışın kesin olarak insan etkinliklerinden kaynaklandığını ve son 30 yılın her 10 yılı, 1850 yılından bugüne kadar yaşanan en sıcak yıllar olduğunu açıklamıştır. Ayrıca Kuzey Yarımkürede son 1400 yılın en sıcak 30 yılının 1983-2012 yılları arasında olduğunu açıklamıştır. Kara ve okyanus yüzeylerinde 0.85°C derece artan sıcaklık farkının son 20 yılda Grönland ve Arktik buz kütlelerinin hacim kaybetmesine neden olmuş ve Kuzey Yarımkürede ilkbahar kar örtüsünü azalmıştır (Topçu, 2018). Yine IPCC (2014) raporuna göre; küresel yüzey sıcaklığı değişikliği, 21. yüzyılın sonuna kadar sanayi öncesi döneme göre 1.5°C'yi ve yeni senaryoya göre 2°C'yi aşacağı yönünde olmuştur.

1.1. Literatür Özeti

İklim yasasının geliştirilmesinde Çerçeve Sözleşmesi ve ona bağlı Kyoto Protokolü olsa da, iklim değişikliği ulusal veya uluslararası düzeyde farklılık göstermektedir. Bu nedenle iklim

yasalarının geliştirilmesi ve güncellenmesi ihtiyacı doğmaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliğinin bu günümüze kadar yarattığı ve yaratacağı olumsuz etkileri araştırmak ve bu olumsuz etkilerin önüne geçebilmek için birçok girişimlerde bulunulmuş, dünya ülkelerince çeşitli yükümlülükler içeren anlaşmalar imzalanmıştır. Bolat (2021) bir çalışmasında, iklim değişikliği üzerine ulusal veya uluslararası düzeyde yapılan düzenlemelerin kronolojik sıralaması şöyledir:

- Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından (1979) 1. Dünya İklim Konferansı düzenlenmiştir
- 1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) kurulmuştur.
- Yine 1988 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda küresel iklimin insanlığın ortak mirası olduğu, iklim değişikliğinin ise insanlığın ortak sorunu olduğu belirtilmiştir.
- 1989 yılında Nordwijk'te Atmosferik ve İklimsel Değişiklik konulu Bakanlar Konferansı düzenlenmiştir. 1990 yılında Cenevre'de 2. Dünya İklim Konferansı düzenlenmiştir. Bakanlar Deklarasyonu 137 ülke tarafından onaylanmıştır. Deklarasyonu Türkiye'de onaylamıştır.
- 1992 yılında Rio'da Yerküre Zirvesi (UNCED) gerçekleştirilmiş ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmış ve 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Sözleşmeye bugüne kadar 196 ülke ve Avrupa Birliği ülkeleri katılmıştır. Türkiye ise sözleşmeye 2004 yılında taraf olmuştur.
- 1997 yılında 3.COP gerçekleştirilmiş ve Kyoto Protokolü kabul edilmiştir. 2005 yılında protokol yürürlüğe girmiş ve Türkiye 2009'da protokole taraf olmuştur.
- 1998'de Buenos Aires İklim Zirvesi gerçekleştirilmiştir.
- 2000 yılında Lahey Konferansı düzenlenmiştir.
- 2001'de Marakeş Antlaşması imzalanmıştır.
- 2007'de Bali İklim Değişikliği Konferansı gerçekleştirilmiştir.
- 2008'de Ponzan İklim Konferansı düzenlenmiştir.
- 2009 Kopenhag İklim Zirvesi gerçekleştirilmiştir.
- 2010 Cancun Dünya İklim Zirvesi yapılmıştır.
- 2011 yılında Durban İklim Değişikliği Taraflar Konferansı gerçekleştirilmiş ve Kyoto Protokolü'nün 2020 yılına kadar uzatılması, sanayileşme öncesi döneme göre

küresel sıcaklıkların sadece 2°C artış ile sınırlandırılması için bir uluslararası anlaşma imzalanmıştır.

- 2012 yılında Doha İklim Değişikliği Konferansı düzenlenmiştir.
- 2013 yılında Varşova İklim Değişikliği Zirvesi gerçekleştirilmiştir.
- 2014'te Lima İklim Değişikliği Konferansı düzenlenmiştir.
- 2015 yılında Paris Antlaşması kabul edilmiş ve 2016 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye anlaşmayı 2016 tarihinde imzalamıştır.
- 2016 yılında Marakeş İklim Değişikliği Zirvesi gerçekleştirilmiştir.
- 2017 yılında Bonn Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı düzenlenmiştir.
- 2018 yılında Katowice İklim Değişikliği Konferansı gerçekleştirilmiştir.
- 2019 yılında New York İklim Değişikliği Zirvesi gerçekleştirilmiştir.
- 2020 yılında Paris Anlaşması uygulanmaya başlanmıştır.

En yenisi 2021 yılında çıkarılan Europe Avrupa İklim Kanunudur. Avrupa Yeşil Mutabakatının bir parçası olarak, 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyonuna ulaşmak için bu yasa çıkarılmıştır (Erbach, 2021). Tüm bu yapılan çalışmalar ve alınan yasal yükümlülükler bize aslında dünyamızın en büyük sorunu olan iklim krizinin dikkate alınmasının, ülkelerin bu krizin yönetiminde alacağı ulusal tedbirlerin küresel çapta etkisinin önemine vurgu etmektedir.

İklim değişikliği, geleceğe yönelik yapılan iklim senaryolarında elde edilen verilere göre daha yıkıcı ve güçlü doğal afetlere sebebiyet vermektedir. Artan sıcaklığın etkisiyle kuraklık, seller ve şiddetli rüzgârlar gibi ekstrem hava olaylarının yaşanmasına, okyanus ve deniz su seviyelerinde yükselmelere, kutup bölgelerinde ki buzulların erimesine, ormansızlaşmaya, çölleşmeye yönelim gibi birçok ekosistem parçasının bozulmasına yol açmaktadır (IPCC, 2022). Tüm bu olumsuz etkilerin yönetimi ve kontrolünde; iklim değişikliğine dayanıklı, insan etkisinin minimize edildiği, sera gazı salınımının minimal seviyede olduğu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının devamlılığının olduğu sürdürülebilir ekosistemlerin önemi en büyük paya sahiptir. Bu bağlamda bu çalışma, sürdürülebilir ekosistem parçası olan ormanlarımızın iklim değişikliğini sürecindeki rolünü ortaya koyacaktır.

Sürdürülebilir Ormancılık Yönetimi (SOY) küresel boyutta da oldukça önemlidir. Helsinki sürecinde yapılan tanıtımda sürdürülebilir ormanlık açıklanırken, bölgesel ve ülkeleri

kapsayacak genel ve açık terimlerden oluşturulmuştur. Türkiye'nin de kabul etmiş olduğu bu kavram, "Orman alanlarının ve kaynaklarının yerel, ulusal ve küresel düzeylerde, biyolojik çeşitliliğini, verimliliğini, kendini yenileme kabiliyetini ve yaşama enerjisini, ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonlarını yerine getirebilme potansiyelini şimdi ve gelecekte koruyacak ve diğer ekosistemlere zarar vermeyecek bir şekilde düzenleme ve yararlanma biçimi" şeklinde tanımlamıştır (MCPFE, 2002). Sürdürülebilir kavramının küresel boyutta yedi temel kuralı, SOY kavramının ülkeler arasında dünyamız ve üzerindeki ekosistemlerin korunması için elbirliği ve işbirliği ile geleceğe taşınması için kesinleşmiştir. Bu kurallar şöyledir: orman kaynaklarının kapsamı, biyolojik çeşitlilik, orman ekosistemlerinin sağlık ve canlılığı, ormanların koruyucu fonksiyonları, ormanların üretim fonksiyonları, sosyo-ekonomik fonksiyonları, yasal, kurumsal ve politik yapıdır (CICI, 2003; ITTO, 2005; MCPFE, 2006). Sürdürülebilir Ormancılık Yönetiminin yedi temel kuralından biri olan orman kaynakları, çok fonksiyonlu olarak kullanılmaktadır. Bu kullanımlar örnek olarak; rehabilitasyon sahaları, rekreasyon alanları, ekoturizm alanları, odun ve odun dışı orman ürünleri üretim sahaları, otlak ve avlanma gibi birçok fonksiyondan faydalanılmaktadır. Ormanlardan faydalanma çok yönlü olup ülke ekonomisi ve ekolojisine katkısı düşünüldüğünde sürdürülebilir olması elzemdir. Bozuk ormanlar, kurak ve yarı kurak bölgelerde açık orman sahaları, sosyal baskı nedeni ile açılmış orman alanları, yüksek dağ ekosistemleri ve endüstriyel ağaçlandırma gibi sahalarımızda ağaçlandırma faaliyetleri yürütülmektedir. Orman sınırları içinde veya orman sınırları dışında her türlü arazide; ağaçlandırma, erozyon kontrolü, çölleşme ile mücadele çalışmaları hem sürdürülebilirlik hem de global bir sorun olan iklim krizine karşı önlem almak amacıyla ormancılık açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) SOY kavramını ülkemizin sosyal, ekonomik, kültürel ve ekolojik farklılıklarını göz önünde tutarak yaptığı çalışmalarda uygulamaya almıştır. Ülkemiz ormanlarında faydalanma şeklimiz ekonomik tabanlı planlar ile yapılırken son yıllarda ekolojik tabanlı, sosyo-kültürel fonksiyonlu çok amaçlı plan yapılmaya başlandı. OGM 2022 yılı verilerine göre ülkemiz orman varlığı;

- **1973:** 20.199.296 ha (Ülke genelinin %26,1'i),
- **1999:** 20.763.248 ha (Ülke genelinin %26,7'si),
- **2004:** 21.188.747 ha (Ülke genelinin %27,2'si),

- **2012:** 21.678.134 ha (Ülke genelinin %27,7'si),
- **2015:** 22.342.935 ha (Ülke genelinin %28,6'sı),
- **2020:** 22.933.000 ha (Ülke genelinin %29,4'ü),
- **2022:** 23.245.000 ha (Ülke genelinin %29,8'ü).

2022 yılı itibariyle Türkiye'nin toplam orman alanı 23.245.000 ha'dır. Bu orman alan miktarı ülke genel alan toplamının 29,8%'i kadardır. Ancak bu alanın 59%'u normal kapalı, 41%'i boşluklu kapalıdır. 2022 yılı itibariyle Türkiye ormanlarının ağaç serveti 1.736.402.000 m³'dür. Bunun 96%'sı normal kapalı orman alanlarına, 4%'ü ise boşluklu kapalı orman alanlarına aittir. 1973 ile 2022 yılları arasında ülke ormanlarının ağaç servetinde 800 milyon m³ artış olmuştur. Türkiye'de 1999 yılında orman alan miktarı ülke yüzölçümünün 26,7%'si iken, 2022 yılında bu oran 29,8%'e yükselmiştir (URL-1, 2024). Normal kapalı ormanlarımız aynıyaşlı veya değişik yaşlı olarak işletilmektedir. Aynıyaşlı olarak işletilen normal kapalı ormanlarımızın “d” ve “e” çağındaki ormanlar ile değişik yaşlı olarak işletilen ormanlarımızın “A” kuruluş tipindeki ormanlar yaşlı orman olarak değerlendirilmiştir. Bu kriterlere göre normal kapalı ormanlarımızın yaklaşık 1.246.096 ha'ı yaşlı ormanlardan oluşmaktadır. Buna göre normal kapalı ormanların 9%'u yaşlı ormanlardan oluşmaktadır (URL-2, 2024).

Ülkemiz ormanları her geçen yılı varlığını arttırmakla birlikte Bilir ve Gülcü'nün (2015) bir çalışmasında elde ettiği sonuç; bozuk orman alanlarının varlığının rehabilitasyon çalışmaları ile birlikte azaldığı yönündedir. Orman içi veya orman dışı bozuk sahalar rehabilitasyon çalışmaları ile ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan faydalanılabilir hale getirmek bir ormancılık faaliyetidir. Rehabilitasyon genellikle ekim veya dikim yoluyla doğa uygun uygun ormancılık anlayışı çerçevesinde ekolojik denge gözetilerek yapılır (Sungur ve Bilir, 2015; Bilir, 2021). Ülkemiz ormancılığında ağaçlandırma anlayışı: “Orman ve orman kaynaklarını korumak, doğaya yakın bir anlayışla geliştirmek, ekosistem bütünlüğü içinde sürdürülebilir ve topluma çok yönlü faydalar sağlayacak şekilde yönetmek” olarak tanımlanır (URL-3, 2023). Ağaçlandırma faaliyetlerinin yürütüldüğü bozuk orman veya orman içi/dışı açık alanlar zamanla insan etkisi ya da doğal sebeplerden dolayı üzerinde bitki örtüsü varlığının azalması ya da alandan tamamen uzaklaşması sonucunda olan sahalardır. Ormancılık lügatinde %11-100 arası kapalılığı olan ormanlar verimli orman olarak, %1-10 arası kapalılığa sahip olan yerler ise bozuk orman olarak tanımlanır. Bu sahalarda genellikle amacın uygun kullanılmadığında, sel ve erozyon, yangın, antropojenik etkilere bağlı, orman

zararlıların yarattığı etki ve küresel ısınmadan kaynaklı kuraklığın etkisiyle bozuk vasfına dönmüştür. Dünya üzerinde geniş alanlar kaplayan kurak ve yarı kurak alanlar, daima ormancılık çalışmaları için zor ve karmaşık çalışmaları gerektirmekte özellikle silvikültür çalışmalarında belirleyici bir rol oynamaktadır. Çünkü bu gibi alanlarda toprak özellikleri kötüleşmekte, yağışın önemli bir bölümü büyüme dönemi dışında düşmekte ve büyüme süresince de üst toprakta su açığı meydana gelmekte dolayısıyla bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Çeşitli ülkelerde, özel koşulları nedeniyle bu gibi alanların ağaçlandırılması gerek deneme ölçüsünde ve gerekse geniş uygulama planları şeklinde ele alınmış ve bu çalışmaların sonucunda söz konusu alanlar için farklı ağaçlandırma teknikleri geliştirilmiştir (Beşkök, 1958; FAO, 1989). Öner vd. (2016) yılında yaptıkları çalışmada; kurak ve yarı kurak alanlardaki planlanan ağaçlandırma çalışmalarında, rüzgâr ve su erozyonuna engel olmak adına üst toprak profilinin belirlenip ve organik maddece beslenmesi gerektiğini, ekonomik amaçlı faydalanmanın öncelik olmaması gerektiğini vurgulamışlardır. Bir başka çalışmada ise kurak-yarı kurak bölgelerdeki ağaçlandırma çalışmaları sadece ormancılık uygulaması değil, aynı zamanda arazi kullanımını ifade etmektedir (Berthe, 1997).

Küresel ısınmanın en olumsuz etkilerinden biri olan kuraklığın dünya üzerinde alansal boyutu kuraklık indis değerlerine göre (0,05-0,65 arasında kalan alanlar) %34,7 olarak belirlenmiştir. Çöl alanlarında eklenmesiyle birlik bu rakam %41,3 oranına ulaşmaktadır (UNCCD, 2011). Türkiye, Akdeniz Havzası'ndaki diğer ülkeler gibi iklim değişikliğinden en çok etkilenecek ülke olarak görülmektedir. Öngörülen değişim, yıllık ortalama sıcaklıklarda bir artış ve yağışlarda düşüş şeklinde olduğu yöndedir (Dalfes vd., 2007; Demir vd., 2008; Önel ve Semazzi, 2009). Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgeleri İç Anadolu Bölgesinin iç kesimlerinde yer alan bozkırlık alanlardır. Dünyada ki kuraklık hesaplamaları farklı birçok yöntemle belirlenmeye çalışılmıştır. "Potansiyel evopotranspirasyon (pet)" toprak neminin ve vejetasyonun ideal olduğu koşullarda atmosfere verilen su buharıdır (Thornthwaite, 1948). Thornthwaite'e (1948) göre yarı kurak iklim tipinin nemlilik indeksinin -20 ile -40 arasında, kurak iklim tipinin ise -40 ile -60 arasında olduğunu belirtmiştir. Penman (1948) ise "belli bir zaman aralığında yeri örten, kısa, yeşil, yeknesak bir bitki örtüsünden toprak profilinin yeterli su miktarına sahip olduğu bir alanda- atmosfere verilen su miktarı" olarak tanımlamıştır. Bu yaklaşımla yıllık yağışı 100 mm'ye kadar olan alanlar aşırı kurak; 250 mm'ye kadar olanlar kurak ve 250-500 mm. arasında bulunanlar yarı

kurak alanlar olarak tanımlanmıştır (Verheye, 2008). UNESCO AI indisini kullanarak iklim sınıflandırması yapmış ve 0.20'den küçük değere sahip alanları “kurak alanlar” olarak tanımlamıştır. Aynı sınıflandırmada yarı kurak alanlar ise 0.20 ila 0.50 değerleri arasında kalan alanlar olarak tanımlanmıştır (Maliva ve Missimer, 2012). Erinç' e (1965) göre; yıllık ortalama yağışın ortalama maksimum sıcaklık değerine bölümünden elde edilen indis kullanılarak yapılan çalışmalarda sonuç 8'den küçük ise alan tam kurak kabul edilmektedir. 8-15 arası kurak, 15-23 arası yarı kurak, 23-40 arası yarı nemli, 40-55 arası nemli ve 55'ten büyük değerler için alan çok nemli kabul edilmektedir (Özyuvacı, 1999). Aydeniz (1988) tarafından iklim parametrelerinde nispi nem ve güneşlenme sürelerini kullanarak “Aydeniz iklim sınıflandırması” metodunu geliştirilmiştir (Erol, 1993; Şensoy vd., 2007). Oluşturulan birçok formülde temel olarak yağışın sıcaklık ve buharlaşma ile oranına, bu oranlara göre belirlenen su eksikliğine ve yağış rejimine göre hesaplamalar yapılmaktadır (Erinç, 1965). Türkiye koşullarını en iyi yansıtan ve birçok çalışmada kullanılıp yağış indisi haritalarının yapıldığı formül Erinç Yağış Etkinlik İndisidir (Erinç, 1965; Ertürk ve Bayar, 1984; Türkeş, 1990; MGM, 2017; Bölük, 2016). Aylık ve mevsimlik olarak farklı zaman ölçeklerine uygulanan indis, uygulandığı yerin kuraklık ve iklim özelliklerinin ortaya konmasında ulusal ve uluslararası kabul görmüş ve uygulanmıştır (Avcı, 1990; Öztürk, 2010; Türkeş ve Tatlı, 2010; Bacanlı vd., 2012, Leech, 2014; Haider ve Adnan, 2014).

Değişen iklimin küresel bazda yarattığı etkiyi ortaya koymak için farklı branşlarda farklı iklim modellemeleri yapılmıştır. Yapılan tüm araştırmalar zaman, işgücü ve para gerektirdiğinden iklim modellemeleri geleceğe yönelik yapılacak olan çalışmalara altlık niteliğinde olup çalışmalarda tasarruf sağlayacaktır. Ülkemiz biyoçeşitlilik açısından çok zengin bir yapıya sahip ve birçok endemik türe ev sahipliği yapmaktadır. Dolayısıyla ülkemiz iklim krizinden en çok etkilenecek ülkelerden biridir (Bilgin ve Türkeş, 2008). İklim modellemeleri yapabilmek için iklim değişikliğini anlamak, izlemek ve uyum sağlamaktır. Ormanlar iklim değişikliği sürecinin etkilerinin azaltılmasında ve mücadele noktasında en önemli dayanağımızdır. Yaklaşık üç milyar ton karbon tutması ve atmosfere salınan sera gazı tutulumunda en ağır yükü ormanlarımız sırtlanır (Canadel vd., 2007; Canadel ve Raupach, 2008; Magnani vd., 2007). Bu nedenle ormanlarımızın iklim adaptasyonu sürecinde ormanlarımızın değişen iklime adaptasyonunu gözlemlemek ve iklim değişikliği üzerinde yaptığı etkileri ortaya koymak ve geleceğe yönelik tahminler yapabilmek için modelleme yöntemlerini araştırmalara ve çalışmalara entegre etmek gerekir. Yapılan birkaç

çalışmaya örnek vermek gerekirse; İTÜ (İstanbul Teknik Üniversitesi) Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nden bir grup araştırmacının TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) ve BM (Birleşmiş Milletler) kaynakları ile Türkiye için iklim değişikliği senaryoları geliştirmeleri aynı ekibin ve MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)'nin bölgesel iklim modelleri kurmaların ve ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi) Biyoloji Bölümü Biyolojik Çeşitliliği Koruma Laboratuvarı gelecekteki tür yayılışları üzerine modellemeler sayılabilir (Dalfes vd., 2007; Demir vd., 2008). Yapılan bu modelleme örneklerinde iklim parametrelerinden olan yağış, sıcaklık ve buharlaşma modellemeye uygulanmıştır. Değişen iklim şartları altında, ormancılığın sürdürülebilir olması için; iklim sisteminin nasıl değişeceğinin modellenmesi ve değişen iklim sistemine göre ormanların yayılışındaki değişimin modellenmesi çalışmaları yapılmalıdır. Ormanların ve türlerin doğal yayılış alanları ve potansiyel yayılış alanları saptanarak uygulayıcı kaynakların ve yöneticilerin uygulayabileceği detaya ve niteliğe sahip olmalıdır (Millar vd., 2007; Pilkey ve Pilkey-Jarvis, 2007). İklim krizi sürecinde sürdürülebilir dirençli orman formları oluşturmak iklim değişikliği ile mücadelede en önemli yaklaşımdır (Agee ve Skinner, 2005). Sürdürülebilir ormancılık için en önemli yöntemlerden biri ağaçlandırma çalışmalarıdır. Dünyada kendini yenileyebilen tek doğal kaynak olarak bilenen ormanlarda küresel ısınma, biyotik ve abiyotik zararlılar, plansız ve yanlış faydalanma gibi edenlerden dolayı ormansızlaşma görülmeye başlanmıştır (İlter ve Ok, 2004). Ormanlar, ülkelerin ekolojik denge ve ekonomik katkısı için oldukça önemlidir. Ormansızlaşmanın arttığı son yıllarda, ormansızlaşma ile mücadelede iki temel yol bulunmaktadır. Birinci yolun var olan orman varlıklarının korunarak ve değişen koşullara uygun işletilerek verim gücünün artırılmasıdır. İkinci yolun ise değişen iklim ve yetişme koşullarına uygun olabilecek yerli ve yabancı türlerden oluşan endüstriyel plantasyon sahalarının kurulması yönündedir. Doğal ormanların korunarak işletilmesi uzun vadeli düşünüldüğünde en doğal ve sağlıklı yöntem olarak değerlendirilebilir. Fakat gelişen sanayi ve artan insan ihtiyaçlarını karşılama noktasında yetersiz kalabilir. Bu noktada endüstriyel plantasyon sahaları kurarak artan ihtiyaçlara kısa vadede hızlı bir şekilde cevap verebilir. Öner vd. yapılacak ağaçlandırma faaliyetlerinde göz önünde tutulması gereken en önemli hususun yetişme ortamı değişen iklim koşullarına adaptasyon yeteneği yüksek hızlı gelişebilen türler olduğunu dile getirmişlerdir. Ayrıca doğaya uygun ormancılık anlayışıyla ağaçlandırma yapılacak bölgede kalıntı ormanlar, münferit ağaç toplulukları ve hayatta kalmış bireyler özellikle kurak ve yarı kurak ağaçlandırma çalışmalarında dikkate alınmalıdır. Doğal türlerin yanı sıra adaptasyon

yeteneği yüksek yabancı türler, yöre halkına ekonomik açıdan destekleyici, ülke ekonomisine katkı sağlayıcı, odun dışı gelir getirici, yaban hayatına besin kaynağı ve toprağı bitki besin elementleri açısından zenginleştirici türler de kullanılmalıdır. Ülkemizde kurak ve yarı kurak alanların ağaçlandırması, hızlı gelişen türlerle oluşturulan endüstriyel plantasyon ağaçlandırması, toprak koruma ve hidrolojik fonksiyonlu ağaçlandırmalar, erozyon (su, rüzgâr, toprak vb.) kontrol amaçlı ağaçlandırmalar, kumul alanların ağaçlandırılması ve yüksek dağ ekosistemlerinin ağaçlandırması gibi çok çeşitli ağaçlandırma tipleri uygulanmaktadır. Tüm bu ağaçlandırma çalışmaları zaman, emek, para ve iş gücünü kapsar. Bu yüzden yapılması planlanan ağaçlandırma projelerinde; zemin etüdü, uygulanacak arazinin ön hazırlığı, tür seçimi, orijin temini, ekim veya dikim yöntemlerinin belirlenmesi ve piyasa koşullarının en iyi şekilde araştırılması gerekmektedir. Bu faktörler doğru ve düzgün bir şekilde uygulandığında, yapılan ağaçlandırma yatırımlarını uzun vadede garanti altına alarak amacına uygun bir şekilde büyüme gelişmesini sağlayacaktır. Üçler ve Turna ağaçlandırma çalışmalarının en genel kapsamda nasıl olmalı diye sorgulandığında; ekolojik ve teknik açıdan sağlıklı, sosyal açıdan kabul edilebilir ve ekonomik açıdan güvenilir olmalı şeklinde cevabı ifade etmişlerdir.

Türkiye ormanlarının 41%'i boşluklu kapalı orman alanı olup verimsizdir. Rehabilitasyon çalışmaları kapsamında 2022 yılında; 30.183 ha alanda ağaçlandırma, 55.107 ha alanda rehabilitasyon, 19.850 ha alanda erozyon kontrolü, 16.238 ha alanda sel kontrolü, 12.893 ha alanda mera ıslahı, 6.537 ha alanda özel ağaçlandırma, 27.800 ha alanda suni tensil çalışması olmak üzere toplam 168.608 ha alanda orman tesis çalışması yapılmıştır (URL-2, 2024). Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde geçmişten günümüze kadar yapılan ağaçlandırma faaliyetlerinin alansal dökümü Tablo 1.1'de gösterilmiştir. Geçmişte sadece odun üretimi olarak ekonomik bakış açısı ile işletilmesi günümüzde artık ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel olarak çok fonksiyonlu amenajman planları yapılarak işletilmektedir.

Tablo 1.1: Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde geçmişten günümüze kadar yapılan ağaçlandırma faaliyetleri

Ağaçlandırma faaliyetleri, 1946-2022				
		TÜRKİYE	Afyonkarahisar	Kütahya
1946-1991		1550511.00	22607.00	6302.00
1992-2002		301745.00	39850.00	6660.00

Tablo 1.1: (devam ediyor)

2010		41856.842	1666.00	804.11
2020	OGM	28522.71	211.00	651.2.00
	DİĞER	109.00	-	-
	TOPLAM	28631.71	211.00	651.20
2021	OGM	35372.35	185.00	1028.00
	DİĞER	1514.35	-	-
	TOPLAM	36886.7	185.00	1028.00
2022	OGM	29631.03	290.00	600.00
	DİĞER	552.15	-	70.00
	TOPLAM	30183.18	290.00	670.00
2023	OGM	15194.64	10.00	317.00
	DİĞER	292.92	-	9.00
	TOPLAM	15487.56	10.00	326.00
(1) İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması.				
Not: Verilere Endüstriyel Plantasyon verileride dahil edilmiştir.				

1.2. Tez çalışmasının amacı ve kapsamı

Doktora tez çalışması olarak gerçekleştirilen bu araştırmanın amacı; sürdürülebilir ormancılık açısından Ege Bölgesinde geçmiş yıllarda kurak ve yarı kurak yörelerde tesis edilen ağaçlandırma sahalarında kullanılan türlerin özel adaptasyonun ortaya konulması ve önceden belirlenen biyoklimatik veriler kullanılarak araştırma alanında iklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkileri ile ortaya çıkabilecek kurak ve yarı kurak mntıkların ve bu amaçla gerçekleştirilecek ağaçlandırma alanlarının durumundaki değişimin modeller vasıtasıyla belirlenmesidir. Bu kapsamda hazırlanan doktora tez çalışması aşağıda detaylı olarak açıklanan bölümler itibarıyla hazırlanmıştır;

Giriş bölümünde; küresel iklim değişikliği konusu, küresel iklim değişikliği sürecinde ülkelerin yapmış olduğu yasal yükümlülükler, sürdürülebilir ormancılık yönetimi gibi genel konularda ulusala ve uluslararası literatür taraması yapılmıştır. Sürdürülebilir ormancılık çalışmalarında ağaçlandırma çalışmalarının önemi, kurak ve yarı kurak bölgelerin tanımı,

kurak ve yarı kurak bölge ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi, küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği sürecinde ağaçlandırma sahalarının uygunluğu ve adaptasyonu, iklim modellemeleri ve bu modellemelerin gelecek senaryolarındaki rolü araştırılmıştır. Bu çalışmaya altlık olabilecek ulusal ve uluslararası kitap, makale, dergi vb. yayın ürünleri detaylıca taranmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümü olan Malzeme ve Metot; araştırmanın hipotezleri, modeli ve alanı, ilgi gruplarının tanıtımı, yapılan iş ve işlemlerin dökümü hakkında bilgi verilmiştir. Bunlara ek olarak bu bölümde araştırmada kullanılan veri toplama teknikleri ile verilerin analizinde kullanılan yöntemler ve yapılan analizlerden bahsedilmiştir.

Çalışmanın Bulgular ve Tartışma bölümünde ilk olarak; Türkiye’de iklim değişikliği konusuna verilen önemin, iklim değişikliği sürecinde yapılan ağaçlandırma faaliyetlerinin uygunluğu elde edilen veriler istatistiksel testler aracılığıyla değerlendirilmiş ve tartışılmıştır. Mevcut yapının durumu ortaya konarak iklim değişikliği sürecine adaptasyonu değerlendirilmiştir. İklim verileri istatistiki analize sokularak değerlendirilmiştir. İklim değişikliği sürecinde ağaçlandırma çalışmalarının adaptasyon yeteneği; illere, örnek alanlara, türlere, türlerin büyüme-gelişme parametrelerine, eğim, baki, yükselti gruplarına göre kıyaslama yapılarak ortaya konmuş ve tartışılmıştır. Tüm elde edilen sonuçlar iklim verileri kıyaslamaya sokularak yapılan ağaçlandırma çalışmalarının adaptasyon yeteneği ve iklim sürecinden etkilenme durumunu ortaya konmuştur. Toplanan tüm verilerle iklim modellemeleri kullanılarak sahaların geleceğe yönelik tahminleri yapılarak iklim senaryoları modellenmiştir. Bu bölümde elde edilen veriler tablo ve grafikler yardımıyla daha ayrıntılı bir biçimde açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın son kısmını oluşturan Sonuç ve Öneriler bölümünde bulgularda elde edilen veriler benzer çalışmalardaki sonuçlar ile karşılaştırılarak, verilerin geniş ölçekte yorumlanmasına çalışılmıştır. Ayrıca bu bölümde elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkarılan araştırma sonuçlarına dayalı olarak çeşitli öneriler verilerek geleceğe yönelik yapılacak olan ağaçlandırma faaliyetleri için tahmin senaryoları geliştirilmiştir.

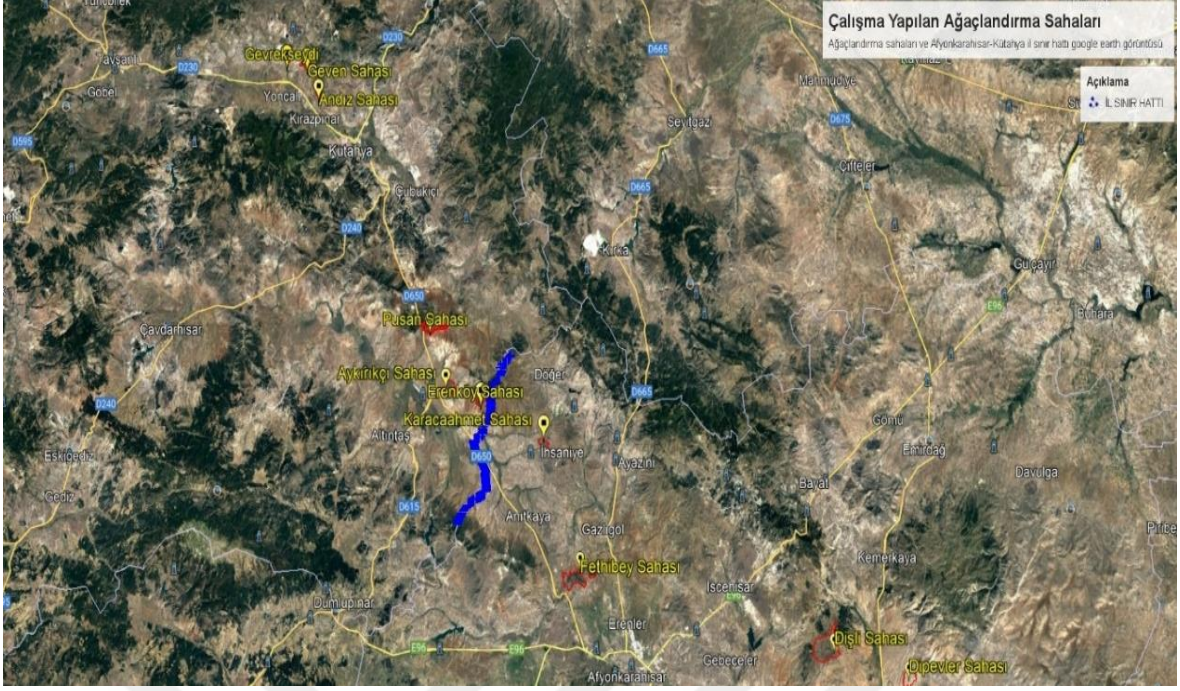
2. MATERİYAL VE METOT

Bu bölümde; tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalarda kullanılan materyal ve çalışma için uygun görülen yöntemler detaylı olarak açıklanmıştır.

2.1. Materyal

Araştırma konusu olan “Ege Bölgesinde Tesis Edilen Kurak-Yarı Kurak Mıntika Ağaçlandırmalarının Sürdürülebilir Ormancılık Açısından Yöreye ve İklim Adaptasyonunun Değerlendirilmesi Bununla Birlikte İklim Değişikliğinin Bu Ağaçlandırmalar Üzerindeki Etkilerinin Modeller Yardımıyla Araştırılması” için tercih edilen ağaçlandırma sahaları Afyonkarahisar ve Kütahya illerinden seçilmiştir. Bu sahaların genel yapısı ağaçlandırma projelerinden, kapsamlı literatür ve arşiv taramalarından elde edilmiştir. Çalışma öncesinde Orman Genel Müdürlüğü’nden gerekli izinler alınarak ilgili Orman İşletme Müdürlüğü ile koordinasyon sağlanmıştır.

Afyonkarahisar Orman İşletme Müdürlüğü’nün ağaçlandırma sahalarından; Dişli, Işıklar, Fethibey, Karacaahmet ve Dipevler Ağaçlandırma Uygulamaları ve Erozyon Kontrolü Projelerinin uygulandığı sahalar seçilmiştir. Kütahya ilinde ise, Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü’nün Kütahya Orman İşletme Müdürlüğü ağaçlandırma sahalarından; Andız, Geven ve Doğa/Dedik/Gevrekseydi Ağaçlandırma Uygulamaları ve Erozyon Kontörlü Projelerinin olduğu sahalar seçilmiştir. Yine Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı Altıntaş Orman İşletme Müdürlüğü ağaçlandırma sahalarından Aykırıkçı, Pusan ve Erenköy Ağaçlandırma Uygulamaları Projesi sahaları seçilmiştir (Şekil 2.1).



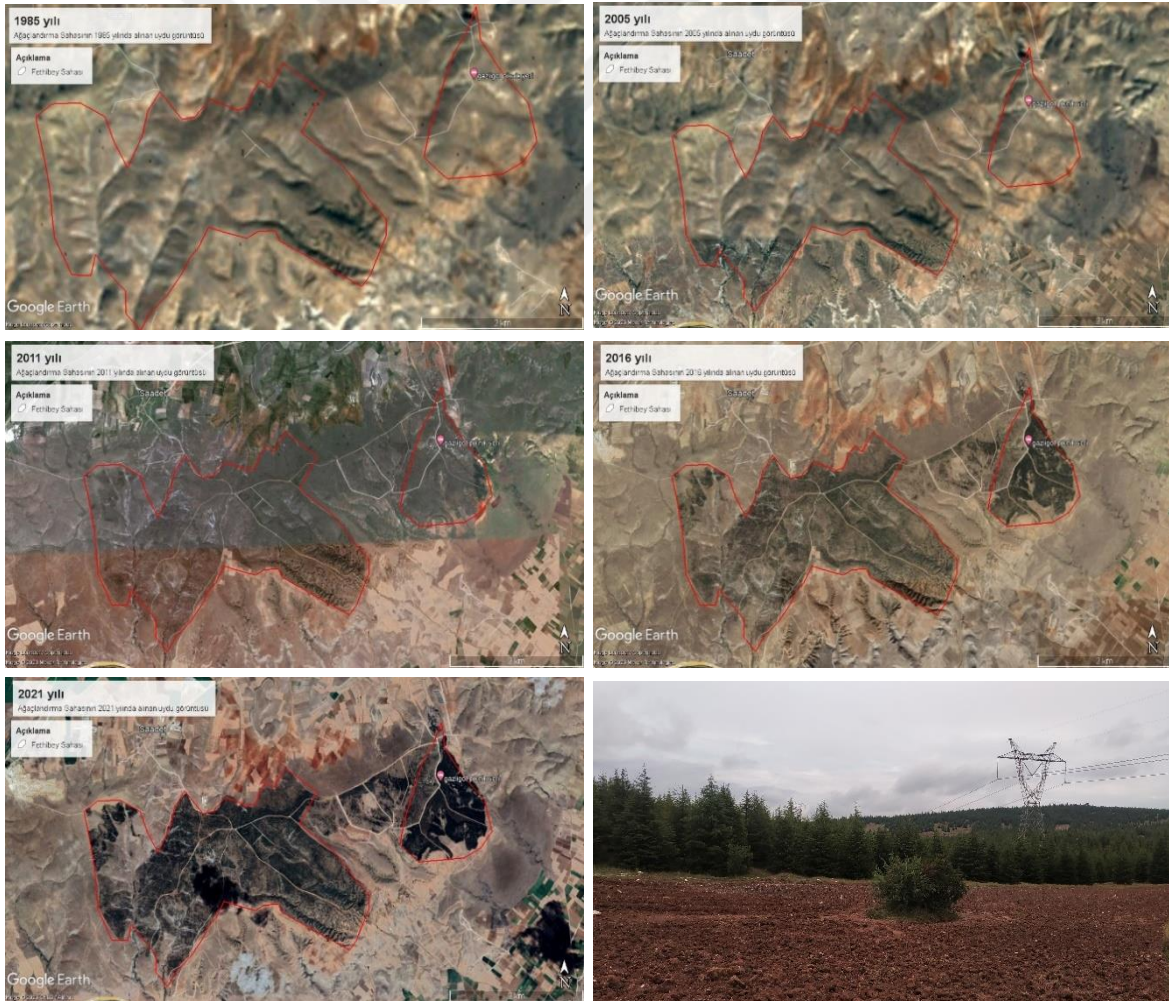
Şekil 2.1: Ağaçlandırma sahalarının genel dağılımı

Ağaçlandırma çalışmalarına ait bilgiler bölge müdürlükleri veya işletme müdürlüklerinin arşivinde detaylı tarama yapılarak temin edilmiştir. Sahaların eğim, yükselti, meşcere tipi ve bakı gibi parametreleri amenajman planlarından alınarak oluşturulmuştur. Yine bu sahalarla ait toprak ve anakaya özellikleri ilgili orman bölgelerinde yapılan amenajman planları ve bilimsel araştırmalarının taranması sonucunda temin edilmiştir. Sahaya dikilen fidan adedi arazi çalışmalarında dikim mesafesinden arazinin büyüklüğüne oranla tahmin edilerek yaklaşık değer bulunmuştur. Ağaçlandırma tarihi ise bireylere artım burgusu atılarak bulunmuştur. Tüm bu işlemlerin ardından sahaların genel durumu hakkında elde edinilen bilgiler genel bir tabloda toplanmıştır. Ağaçlandırma sahalarının genel görünümü yıllara göre değişimi Google Earth üzerinden alınan haritalarla gösterilmiştir. Örnek alanlarının koordinatları tablo şeklinde oluşturulmuştur. Her sahaya ait genel bilgi tablosu, koordinat tablosu ve Google Earth haritası verilerek sahaların geçmiş ve mevcut durumu oluşturulmuştur.

Afyonkarahisar ilinde seçilen Fethibey ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalar ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.1-2.2 ve Şekil 2.2-2.3' de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.1: Fethibey sahasına ait genel bilgiler

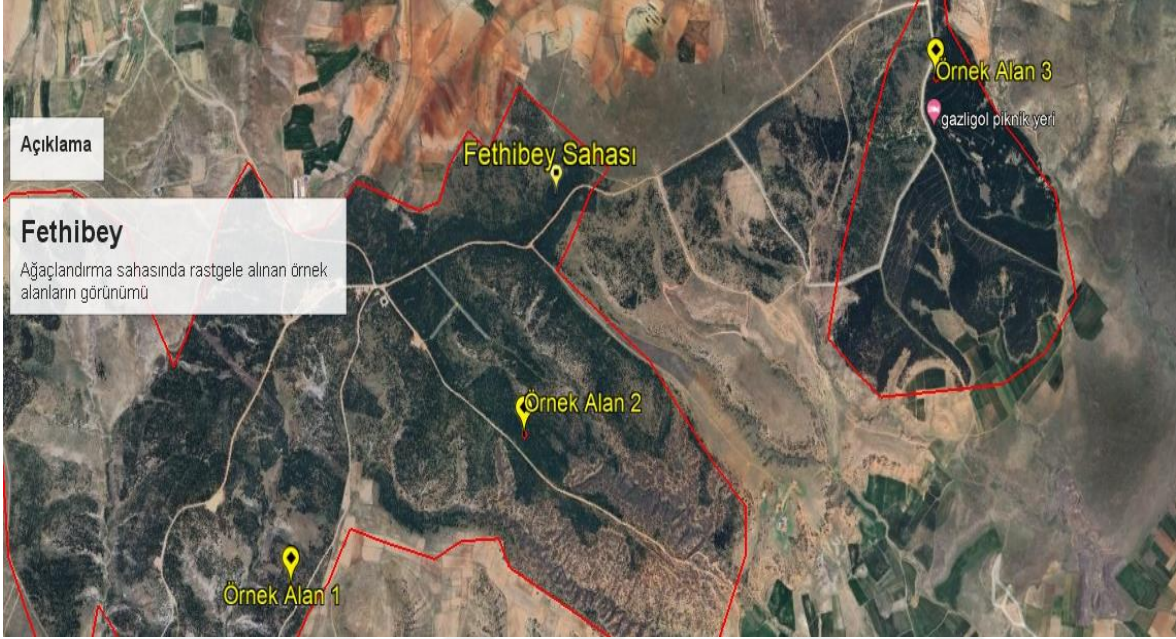
İl	Afyonkarahisar
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Afyonkarahisar
İşletme Şefliği	Afyonkarahisar
Ağaçlandırma Tarihi	1994
Alanın Büyüklüğü	2438,30 ha
Fidan Türü	Toros sediri-Anadolu karaçamı
Fidan Adeti	7.354.110
Dikim Aralığı	3*2 ve 3*1,5 m
Yükselti	1274 m
Bakı	D-KB-KD-GB-GD
Eğim	%0-20 ve 21-40
Yaş	2+0,1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık-Kumlu Kil
Toprak Derinliği	0-30/31-60/61-120 cm
Anakaya Türü	Kalker



Şekil 2.2: Fethibey sahasının Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğrafı

Tablo 2.2: Fethibey sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

FETHİBEY	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	K24b3	278547.09	4306122.59
Örnek Alan 2	K24b2	280818.13	4307573.26
Örnek Alan 3	K24b2	277286.85	4305528.96



Şekil 2.3: Fethibey sahasında alınan örnek alanlar

Fethibey ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik (bakı, eğim ve yükselti) ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.3'te verilmiştir.

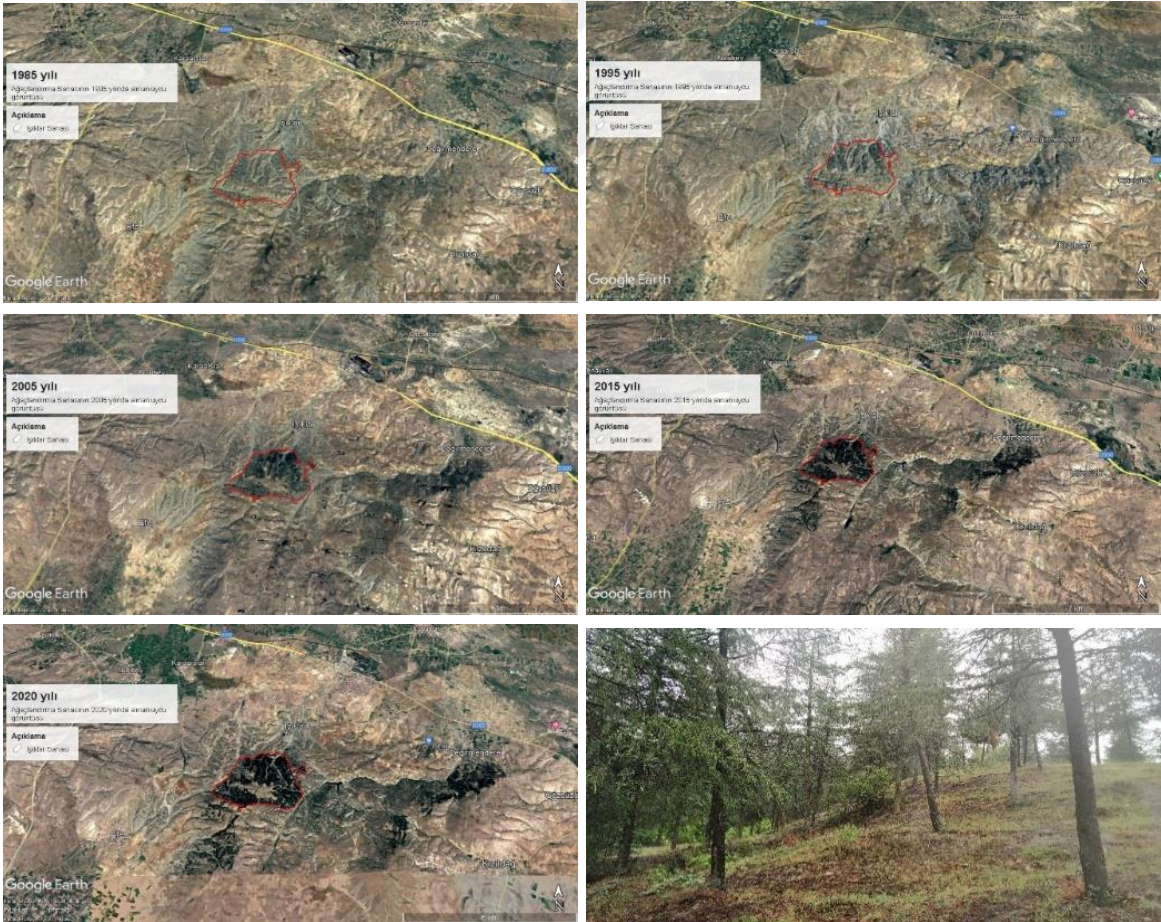
Tablo 2.3: Fethibey sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

FETHİBEY	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	D	%11-20	1200	Sa3
Örnek Alan 2	KB	%0-10	1200	Sa3
Örnek Alan 3	GD	%21-30	1240	Çka3-2

Afyonkarahisar ilinde seçilen Işıklar ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.4-2.5 ve Şekil 2.4-2.5'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.4: Işıklar sahasına ait genel bilgiler

İl	Afyonkarahisar
İlçe	Çay
İşletme Müdürlüğü	Afyonkarahisar
İşletme Şefliği	Şuhut
Ağaçlandırma Tarihi	1990
Alanın Büyüklüğü	223 ha
Fidan Türü	Anadolu karaçamı-Toros sediri
Fidan Adeti	245,672
Dikim Aralığı	6*1,5-6*3-3*1,5 ve 3*3 m
Yükselti	1550-1250 m
Bakı	G-GD-K-KD-KB-B
Eğim	%0-20, 20-40 ve 40-60
Yaş	2+0,1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık-Kumlu Kil
Toprak Derinliği	0-30/31-60/61-120 cm
Anakaya Türü	Kalker-Mermer-Neojen



Şekil 2.4: Işıklar sahasının Google Earth'de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.5: Işıklar sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

İŞIKLAR	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	K25d2	299650.00	4277677.00
Örnek Alan 2	K25d3	299960.19	4276980.62
Örnek Alan 3	K25d3	299859.01	4276986.83
Örnek Alan 4	K25d3	300129.69	4276790.84



Şekil 2.5: Işıklar sahasında alınan örnek alanların genel görünümü

Işıklar ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.6’da verilmiştir.

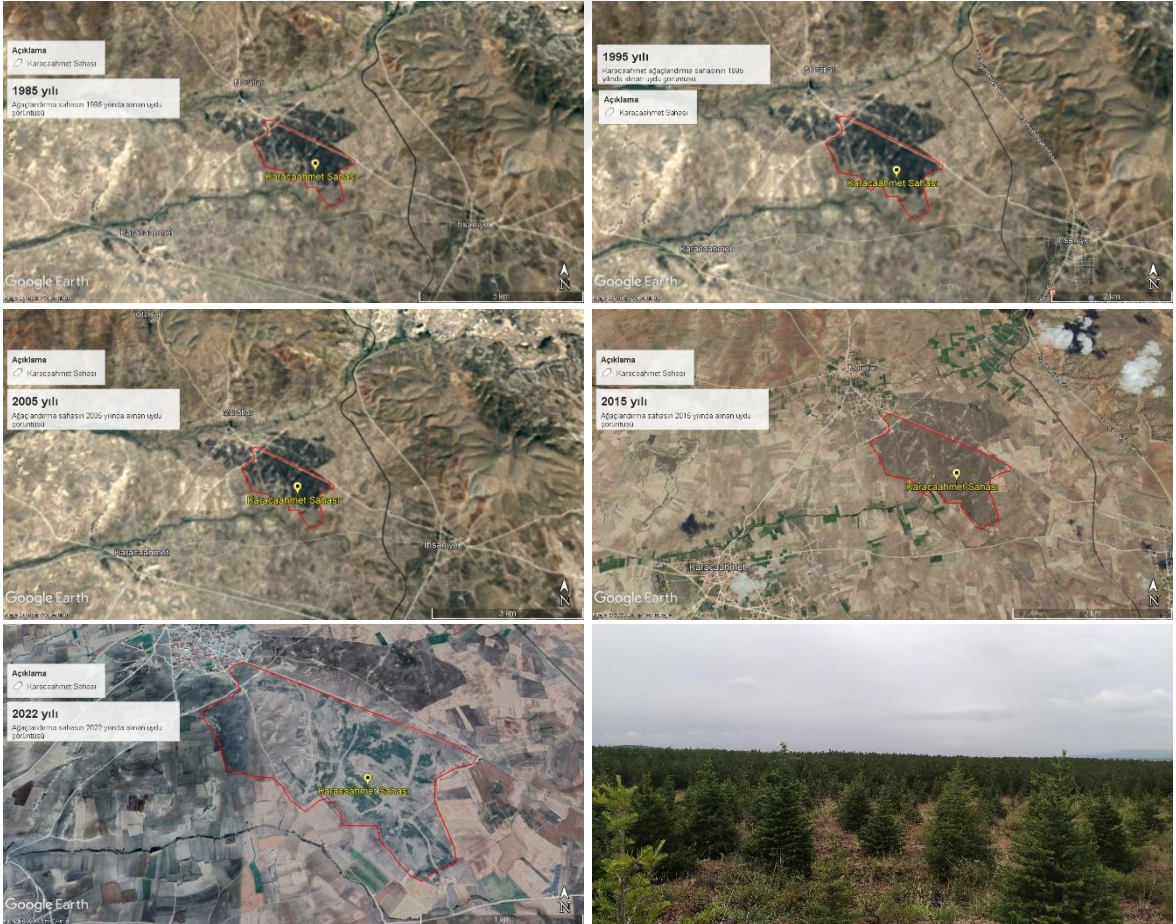
Tablo 2.6: Işıklar sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

İŞIKLAR	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	B	%41-50	1340	ÇkSb3-2
Örnek Alan 2	KD	%21-30	1410	ÇkSb3-2
Örnek Alan 3	KB	%21-30	1405	ÇkSb3-2
Örnek Alan 4	GB	%11-20	1430	ÇkSb3-2

Afyonkarahisar ilinde seçilen Karacaahmet ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.7-2.8 ve Şekil 2.6-2.7’de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.7: Karacaahmet sahasına ait genel bilgiler

İl	Afyonkarahisar
İlçe	İhsaniye
İşletme Müdürlüğü	Afyonkarahisar
İşletme Şefliği	İhsaniye
Ağaçlandırma Tarihi	2010
Alanın Büyüklüğü	876,75 ha
Fidan Türü	Toros sediri-Anadolu karaçamı
Fidan Adeti	896.677
Dikim Aralığı	3*2 ve 3*1,5 m
Yükselti	1085 m
Bakı	GB-B-D-GD
Eğim	%0-20
Yaş	2+0,1+0
Toprak Türü	Kumlu Kill Balçık- Balçık
Toprak Derinliği	0-30/31-60/61-120 cm
Anakaya Türü	Kalker



Şekil 2.6: Karacaahmet sahasında Google Earth'de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.8: Karacaahmet sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

KARACAAHMET	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	J24c4	273423.07	4325172.41
Örnek Alan 2	J24c3	273118.38	4325325.17
Örnek Alan 3	J24c3	273042.57	4325014.61
Örnek Alan 4	J24c3	272985.58	4325126.25
Örnek Alan 5	J24c3	272726.86	4325175.56



Şekil 2.7: Karacaahmet sahasından alınan örnek alanlar

Karacaahmet ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.9’da verilmiştir.

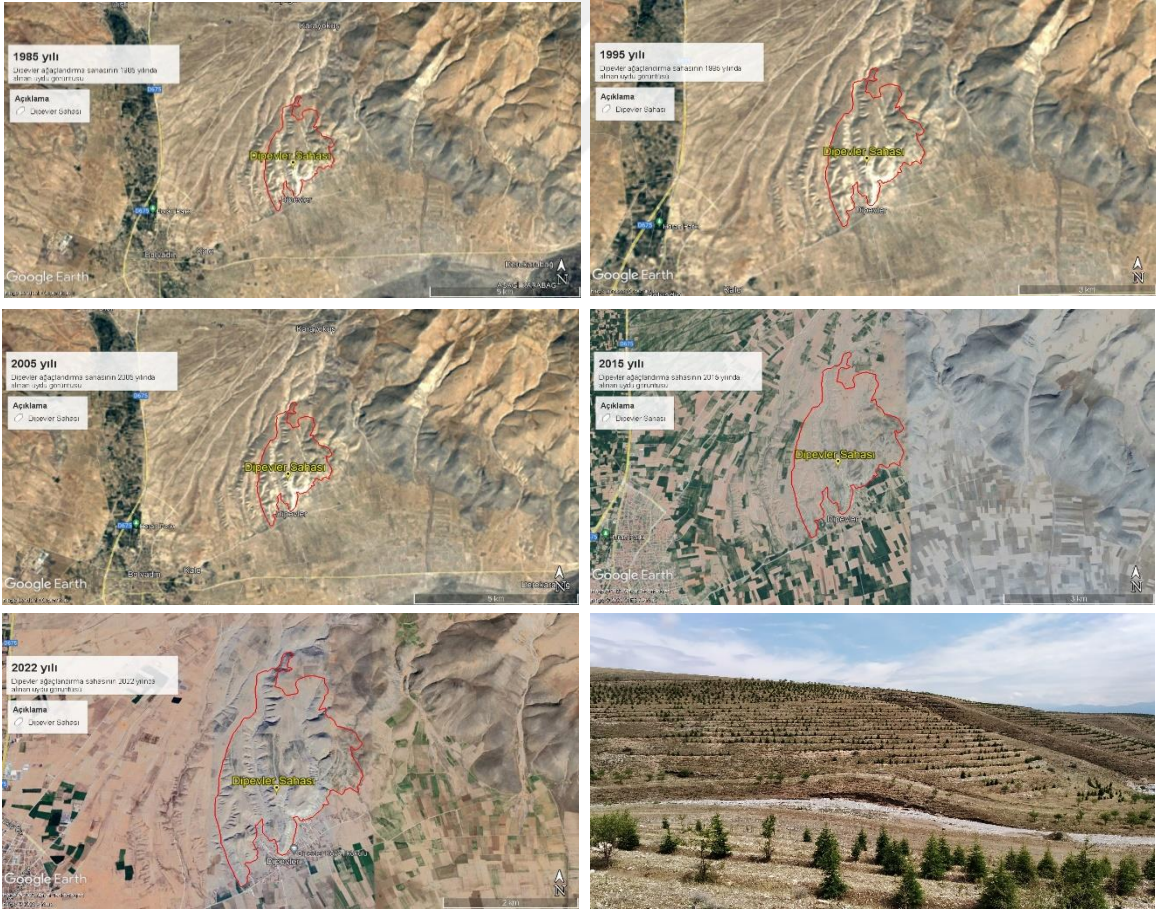
Tablo 2.9: Karacaahmet sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

KARACAAHMET	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	B	%0-10	1080	SÇka0-2
Örnek Alan 2	D	%0-10	1080	SÇka0-2
Örnek Alan 3	GD	%0-10	1080	SÇka0-2
Örnek Alan 4	GB	%0-10	1080	SÇka0-2
Örnek Alan 5	G	%0-10	1075	SÇka0-2

Afyonkarahisar ilinde seçilen Dipevler ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.10-2.11 ve Şekil 2.8-2.9’da ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.10: Dipevler sahasına ait genel bilgiler

İl	Afyonkarahisar
İlçe	Bolvadin
İşletme Müdürlüğü	Afyonkarahisar
İşletme Şefliği	Çay
Ağaçlandırma Tarihi	2000
Alanın Büyüklüğü	342,50 ha
Fidan Türü	Toros sediri-Anadolu karaçamı-Badem
Fidan Adeti	300.000
Dikim Aralığı	3*2,3*1,5 ve 5*5 m
Yükselti	1200 m
Bakı	G-GB-K
Eğim	%0-20, 21-40 ve 41-60
Yaş	2+0,1+0,2+1
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	61-120 cm
Anakaya Türü	Neojen Depo – Mermer-Kalker



Şekil 2.8: Dipevler sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.11: Dipevler sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

DİPEVLER	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	K26d1	334747.52	4289867.63
Örnek Alan 2	K26d1	334742.74	4290200.56
Örnek Alan 3	K26a4	334799.06	4290735.38



Şekil 2.9: Dipevler sahasında alınan örnek alanlar

Dipevler ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalarına ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.12’de verilmiştir.

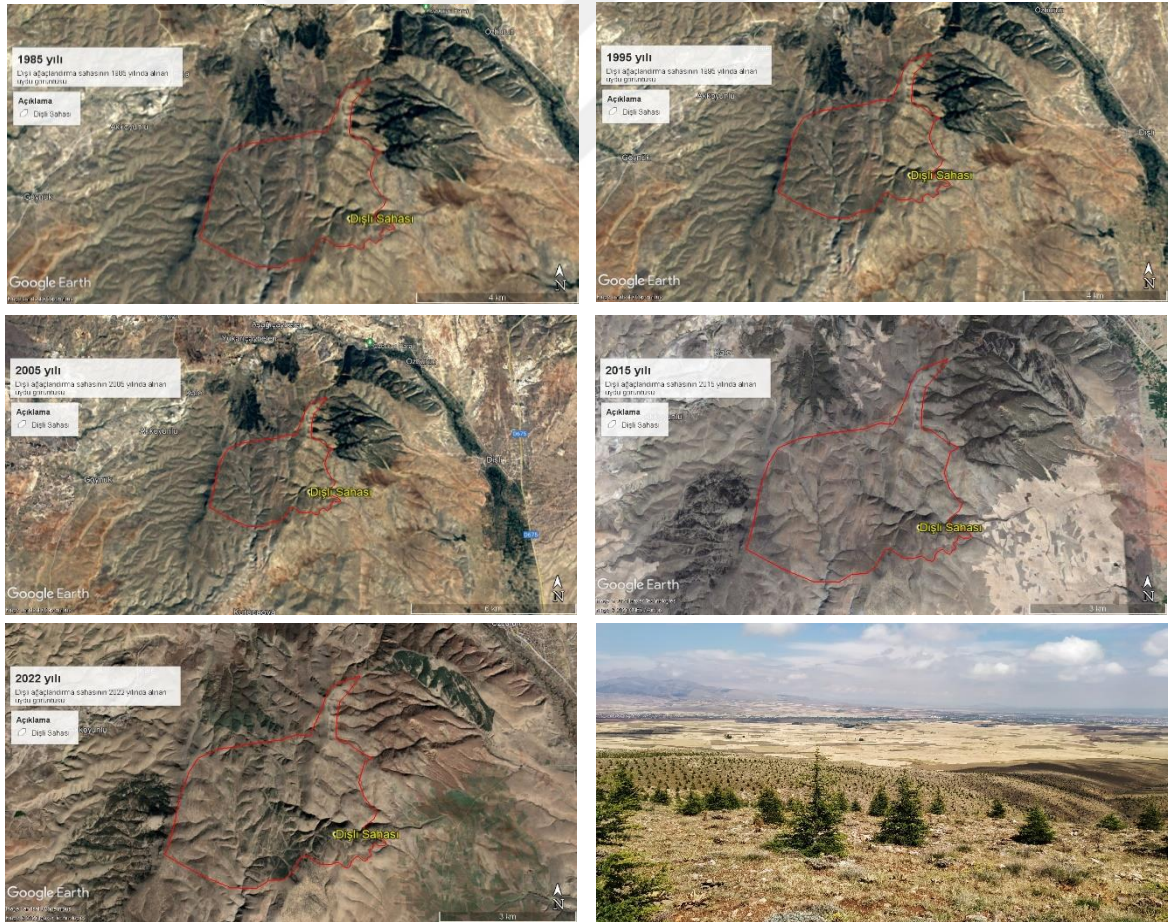
Tablo 2.12: Dipevler sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

DİPEVLER	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	GB	%31-40	1135	ÇkSa0
Örnek Alan 2	K	%0-10	1145	ÇkSa0
Örnek Alan 3	G	%11-20	1165	Endüstriyel Ağaçlandırma

Afyonkarahisar ilinde seçilen Dişli ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalar ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.13-2.14 ve Şekil 2.10-2.11’de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.13: Dişli sahasına ait genel bilgiler

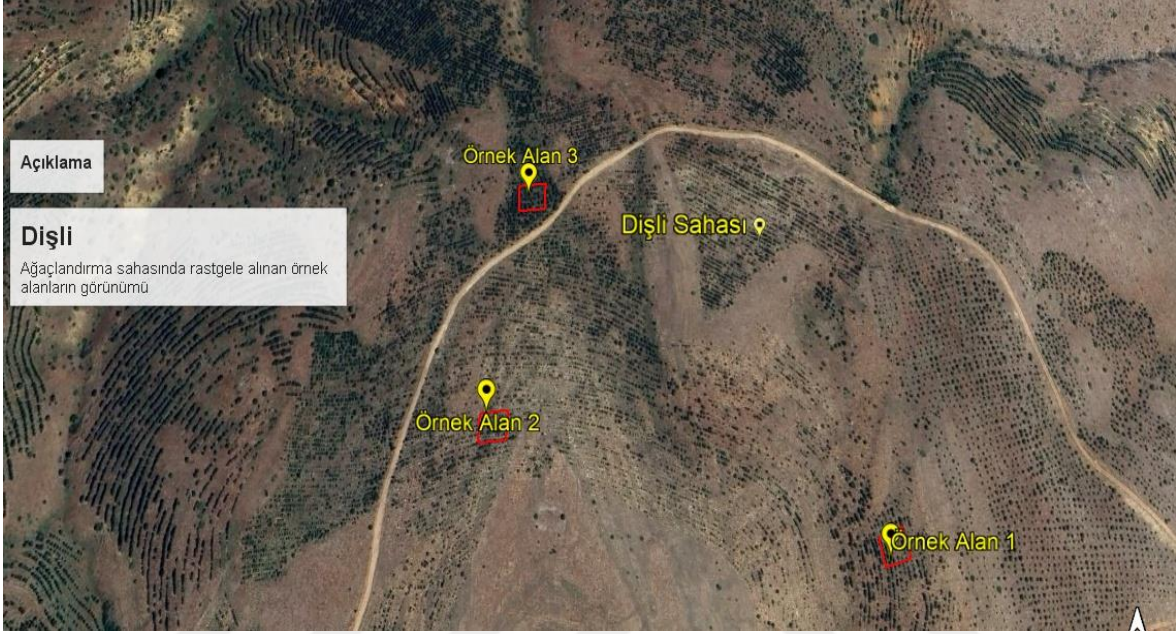
İl	Afyonkarahisar
İlçe	Bolvadin
İşletme Müdürlüğü	Afyonkarahisar
İşletme Şefliği	Çay
Ağaçlandırma Tarihi	2010
Alanın Büyüklüğü	1623,35 ha
Fidan Türü	Toros sediri-Anadolu karaçamı
Fidan Adeti	850.500
Dikim Aralığı	3*2 ve 3*1,5 m
Yükselti	1450 m
Bakı	K-KB-DÜZ
Eğim	%0-20 ve 21-40
Yaş	2+0,1+0
Toprak Türü	Balçık
Toprak Derinliği	61-120 cm
Anakaya Türü	Kalker-Fillat+Şist-Mikaşist



Şekil 2.10: Dişli sahasında Google Earth'de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.14: Dişli sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

DİŞLİ	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	K25b3	322130.46	4293785.33
Örnek Alan 2	K25b3	321849.00	4293884.00
Örnek Alan 3	K25b3	321879.00	4294045.00



Şekil 2.11: Dişli sahasındaki örnek alanlar

Dişli ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.15'te verilmiştir.

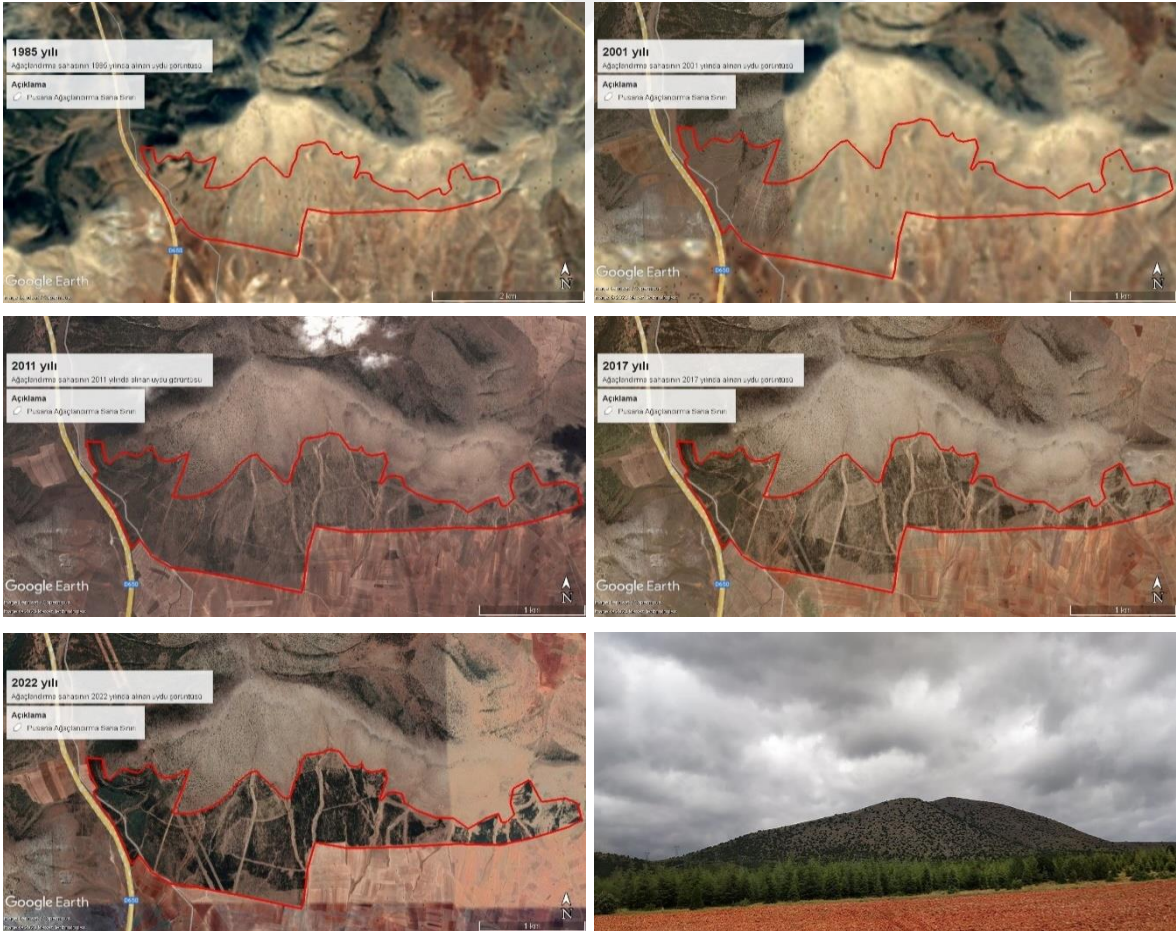
Tablo 2.15: Dişli sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

DİŞLİ	Bakı	Eğim	Yükselti
Örnek Alan 1	D	%11-20	1415
Örnek Alan 2	DÜZ	%0-10	1450
Örnek Alan 3	KB	%0-10	1425

Kütahya ilinde seçilen Pusan ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.16-2.17 ve Şekil 2.12-2.13'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.16: Pusan sahasına ait genel bilgiler

İl	Kütahya
İlçe	Altıntaş
İşletme Müdürlüğü	Altıntaş
İşletme Şefliği	Altıntaş
Ağaçlandırma Tarihi	2010
Alanın Büyüklüğü	96,35 ha.
Fidan Türü	Anadolu karaçamı
Fidan Adeti	159.520
Dikim Aralığı	6*1,5-6*3-3*1,5 ve 3*3 m
Yükselti	1140-1200 m
Bakı	G
Eğim	%5-10
Yaş	2+0,1+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık-Kumlu Kil
Toprak Derinliği	0-30/31-60/61-120 cm
Anakaya Türü	Kalker



Şekil 2.12: Pusan sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.17: Pusan sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

PUSAN	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	J24d2	252971.00	4341610.00
Örnek Alan 2	J24d2	252790.33	4341679.49
Örnek Alan 3	J24d2	253813.92	4341395.44
Örnek Alan 4	J24d2	253696.73	4341347.89



Şekil 2.13: Pusan sahasındaki örnek alanlar

Pusan ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.18’de verilmiştir.

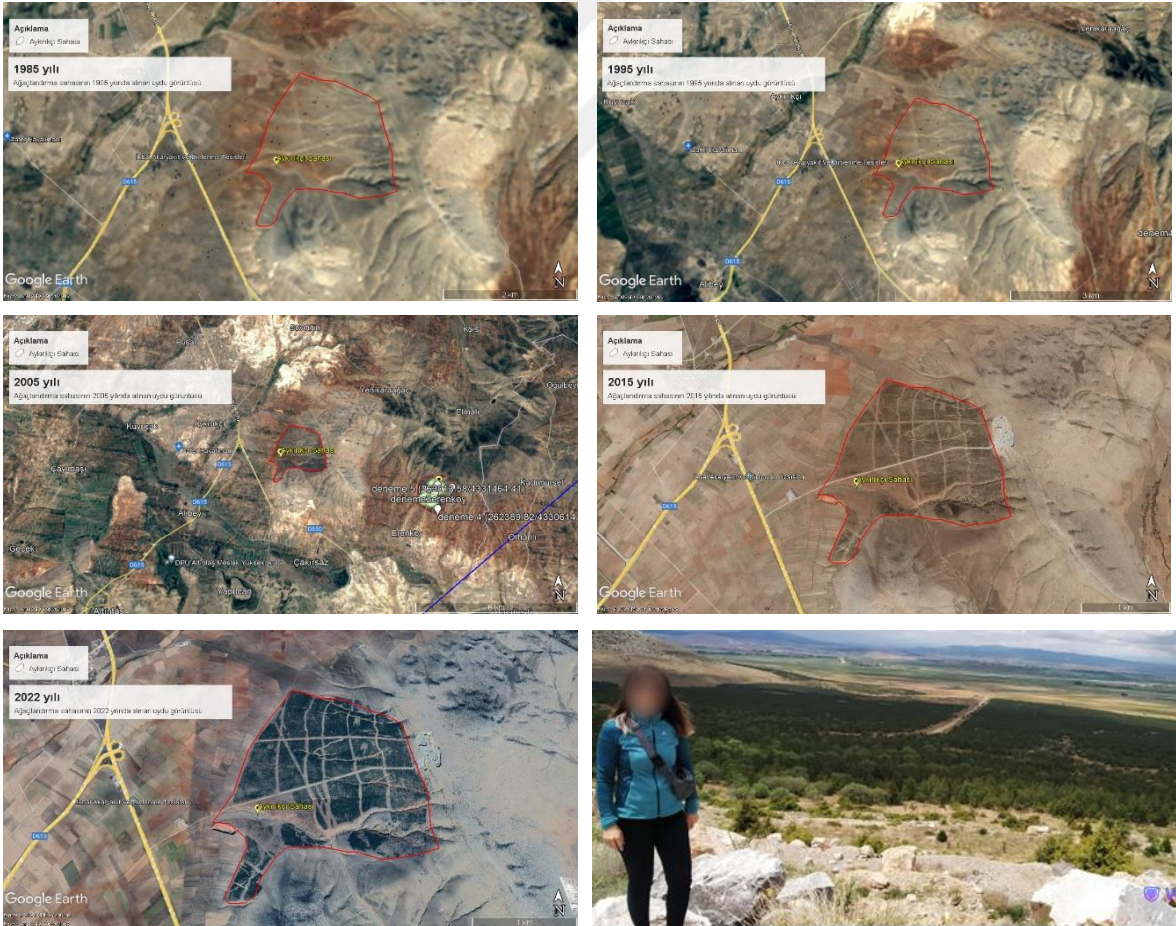
Tablo 2.18: Pusan sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

PUSAN	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	G	%0-10	1135	Sa3
Örnek Alan 2	G	%0-10	1135	Çkb3-1
Örnek Alan 3	G	%0-10	1130	Çkab3
Örnek Alan 4	G	%0-10	1125	Sa-2

Kütahya ilinde seçilen Aykırıkçı ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.19-2.20 ve Şekil 2.14-2.15’te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.19: Aykırıkçı sahasına ait genel bilgiler

İl	Kütahya
İlçe	Altıntaş
İşletme Müdürlüğü	Kütahya
İşletme Şefliği	Yeşildağ
Ağaçlandırma Tarihi	2010
Alanın Büyüklüğü	876,75 ha
Fidan Türü	Anadolu karaçamı-Toros sediri
Fidan Adeti	896.677
Dikim Aralığı	3 *2 ve 3 *1,5 m
Yükselti	1085 m
Bakı	GB-GD-B
Eğim	%0-20
Yaş	2+0,1+0,2+0
Toprak Türü	Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	31-60 m
Anakaya Türü	Kloritşist, Tüf, Kalker



Şekil 2.14: Aykırıkçı sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.20: Aykırıkçı sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

AYKIRIKÇI	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	J24d3	257239.35	4333127.59
Örnek Alan 2	J24d3	257209.24	4334077.62



Şekil 2.15: Aykırıkçı sahasındaki örnek alanlar

Aykırıkçı ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.21’de verilmiştir.

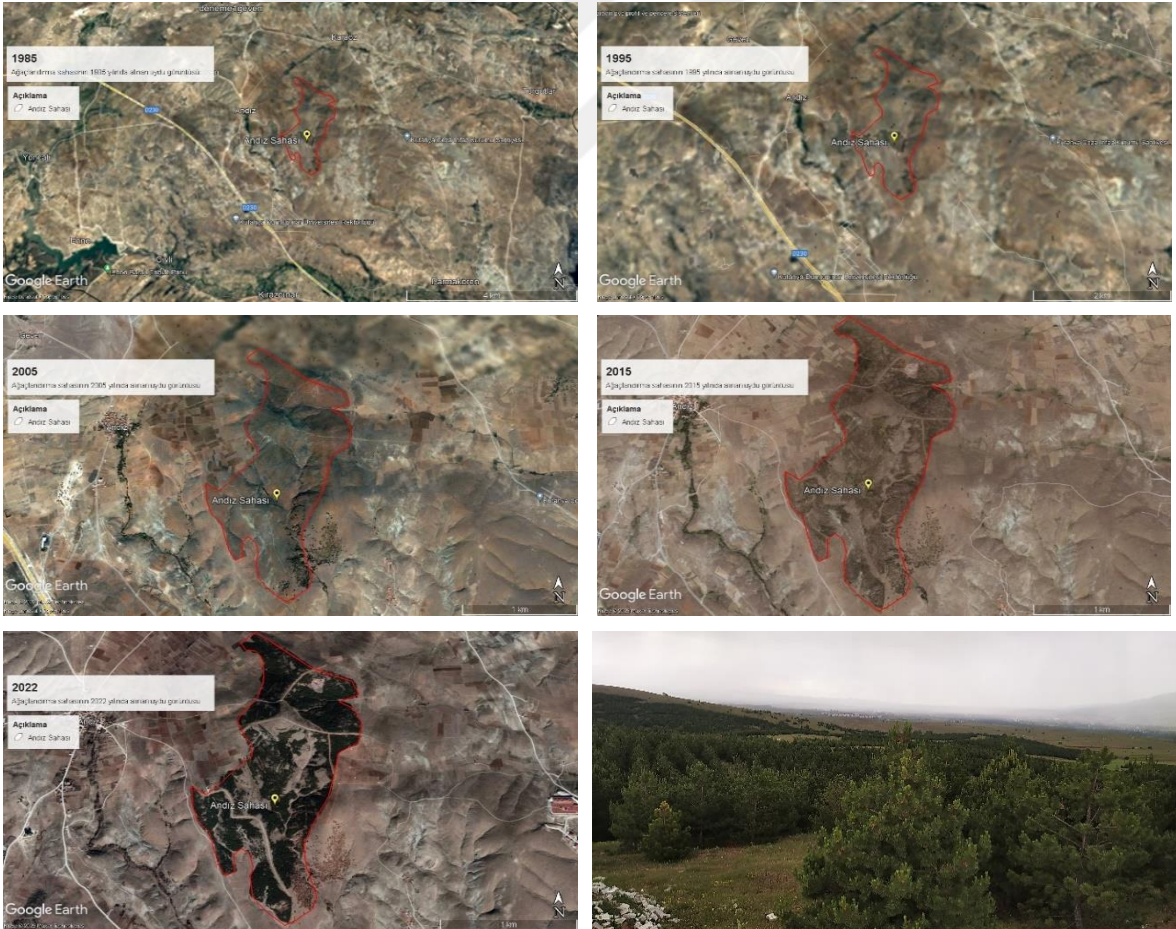
Tablo 2.21: Aykırıkçı sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

AYKIRIKÇI	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	B	%0-10	1110	ÇkSa
Örnek Alan 2	B	%0-10	1110	ÇkSa

Kütahya ilinde seçilen Andız ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.22-2.23 ve Şekil 2.16-2.17’de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.22: Andız sahasına ait genel bilgiler

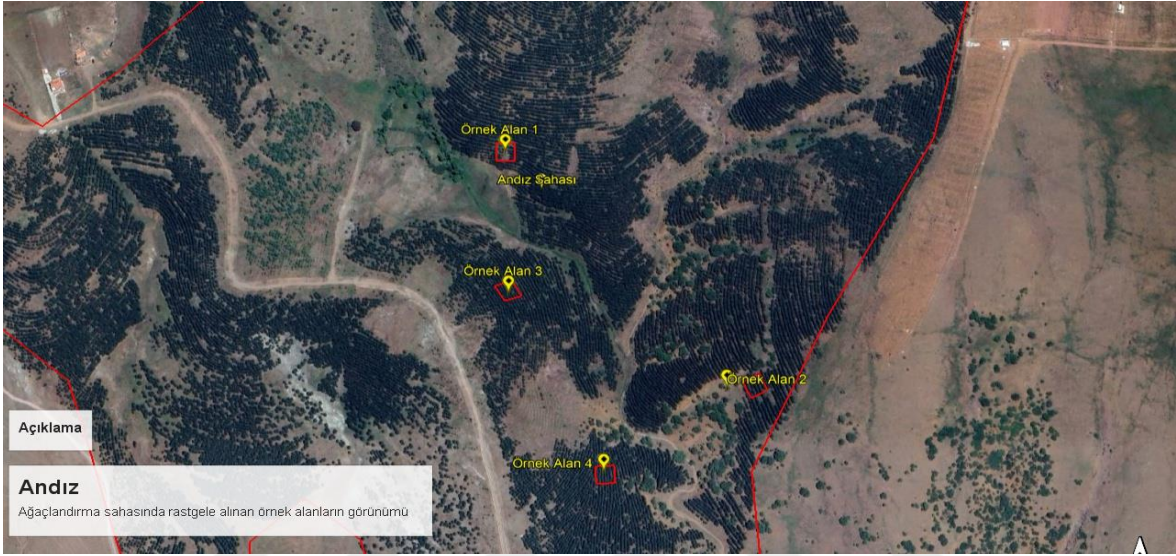
İl	Kütahya
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Altıntaş
İşletme Şefliği	Altıntaş
Ağaçlandırma Tarihi	2001
Alanın Büyüklüğü	56 ha
Fidan Türü	Anadolu karaçamı-Mahlep-Yalancı Akasya-Badem
Fidan Adeti	55.567
Dikim Aralığı	3*2, 3*1,5 ve 5*5 m
Yükselti	1100 m
Bakı	G-GB-GD-K-KD
Eğim	%0-20, 21-40
Yaş	2+0,1+0,2+1
Toprak Türü	Killi Balçık
Toprak Derinliği	30-60/61-120 cm
Anakaya Türü	Bazalt-Kalker



Şekil 2.16: Andız sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.23: Andız sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

ANDIZ	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	J23b2	750916,12	4376070,28
Örnek Alan 2	J23b2	751163,32	4375800,02
Örnek Alan 3	J23b2	750924.12	4375900,63
Örnek Alan 4	J23b2	751036,17	4375700,34



Şekil 2.17: Andız sahasındaki örnek alanlar

Andız ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.24’de verilmiştir.

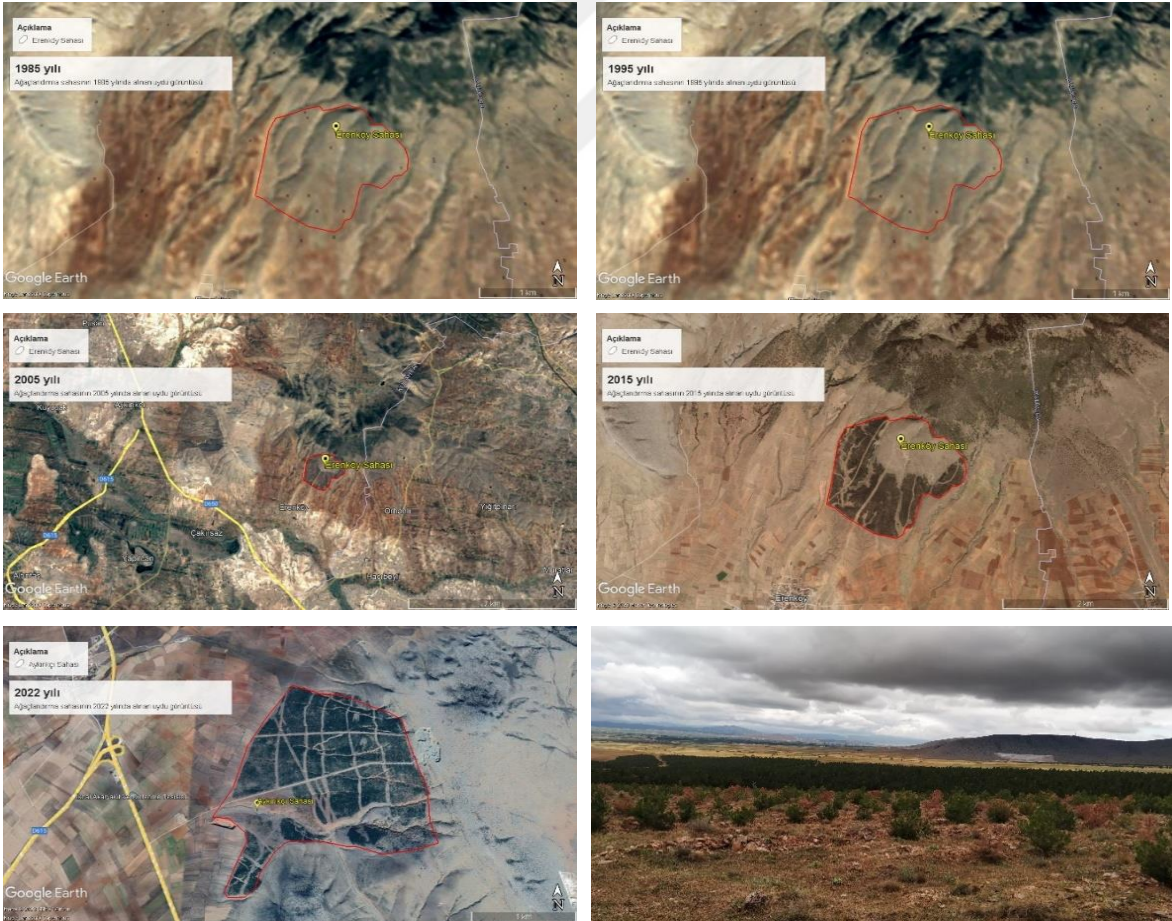
Tablo 2.24: Andız sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

ANDIZ	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	G	%21-30	1110	Çka
Örnek Alan 2	B	%21-30	1100	Çka
Örnek Alan 3	K	%11-20	1100	Çka
Örnek Alan 4	KD	%11-20	1085	Çka

Kütahya ilinde seçilen Erenköy ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.25-2.26 ve Şekil 2.18-2.19’da ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.25: Erenköy sahasına ait genel bilgiler

İl	Kütahya
İlçe	Altıntaş
İşletme Müdürlüğü	Altıntaş
İşletme Şefliği	Altıntaş
Ağaçlandırma Tarihi	2015-2005
Alanın Büyüklüğü	229,66 ha
Fidan Türü	Anadolu karaçamı
Fidan Adeti	219656
Dikim Aralığı	6*1,5 ve 3*3 m
Yükselti	1140-1500 m
Bakı	G-GB-GD-DÜZ
Eğim	%0-20 ve 21-40
Yaş	2+0,1+0
Toprak Türü	Killi Balçık-Kumlu Killi Balçık
Toprak Derinliği	31-60/61-120 cm
Anakaya Türü	Kalker



Şekil 2.18: Erenköy sahasında Google Earth'de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.26: Erenköy sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

ERENKÖY	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	J24d3	261943.88	4331137.94
Örnek Alan 2	J24c4	262194.50	4331060.99
Örnek Alan 3	J24c4	262503.50	4331573.29
Örnek Alan 4	J24c4	262331.03	4331660.53



Şekil 2.19: Erenköy sahasındaki örnek alanlar

Erenköy ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalarına ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.27’de verilmiştir.

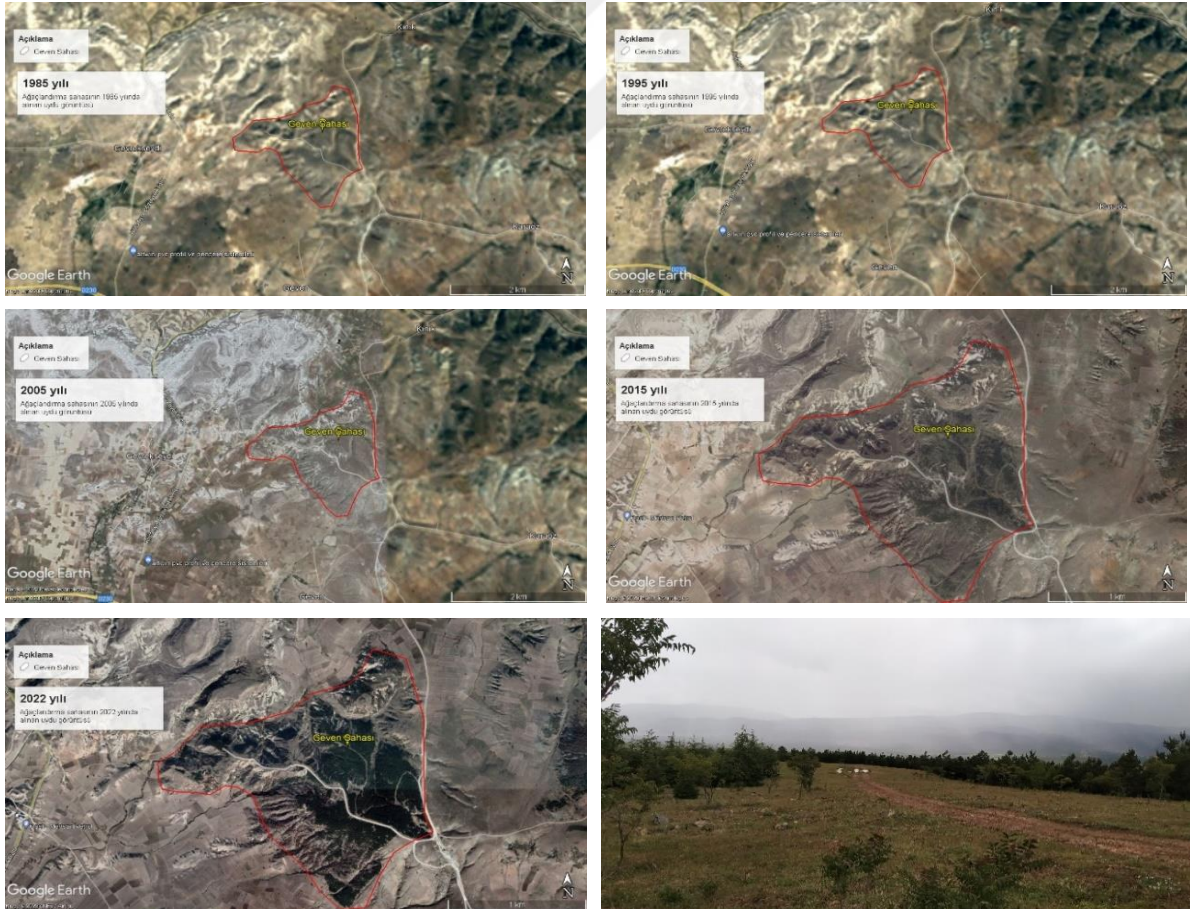
Tablo 2.27: Erenköy sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

ERENKÖY	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	B	% 11-20	1110	Çkb3-2
Örnek Alan 2	DÜZ	%0-10	1120	Çkb3-2
Örnek Alan 3	GD	%21-30	1155	OT-1
Örnek Alan 4	G	%0-10	1150	OT-1

Kütahya ilinde seçilen Geven ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalar ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.28-2.29 ve Şekil 2.20-2.21’de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.28: Geven sahasına ait genel bilgiler

İl	Kütahya
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Kütahya
İşletme Şefliği	Merkez
Ağaçlandırma Tarihi	2010
Alanın Büyüklüğü	205 ha
Fidan Türü	Anadolu karaçamı-Toros sediri
Fidan Adeti	215.340
Dikim Aralığı	3*2 ve 3x*,5 m
Yükselti	1150 m
Bakı	B, KB, G, GD
Eğim	%0-20 ve 21-40
Yaş	2+0,1+0
Toprak Türü	Kumlu Kil, Killi Balçık
Toprak Derinliği	0-20/21-40 cm
Anakaya Türü	Kalker



Şekil 2.20: Geven sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.29: Geven sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

GEVEN	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	I23c3	748492.02	4379760.78
Örnek Alan 2	I23c3	748676,15	4379790.12
Örnek Alan 3	I23c3	748402.03	4379880.13



Şekil 2.21: Geven sahasındaki örnek alanlar

Geven ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.30'de verilmiştir.

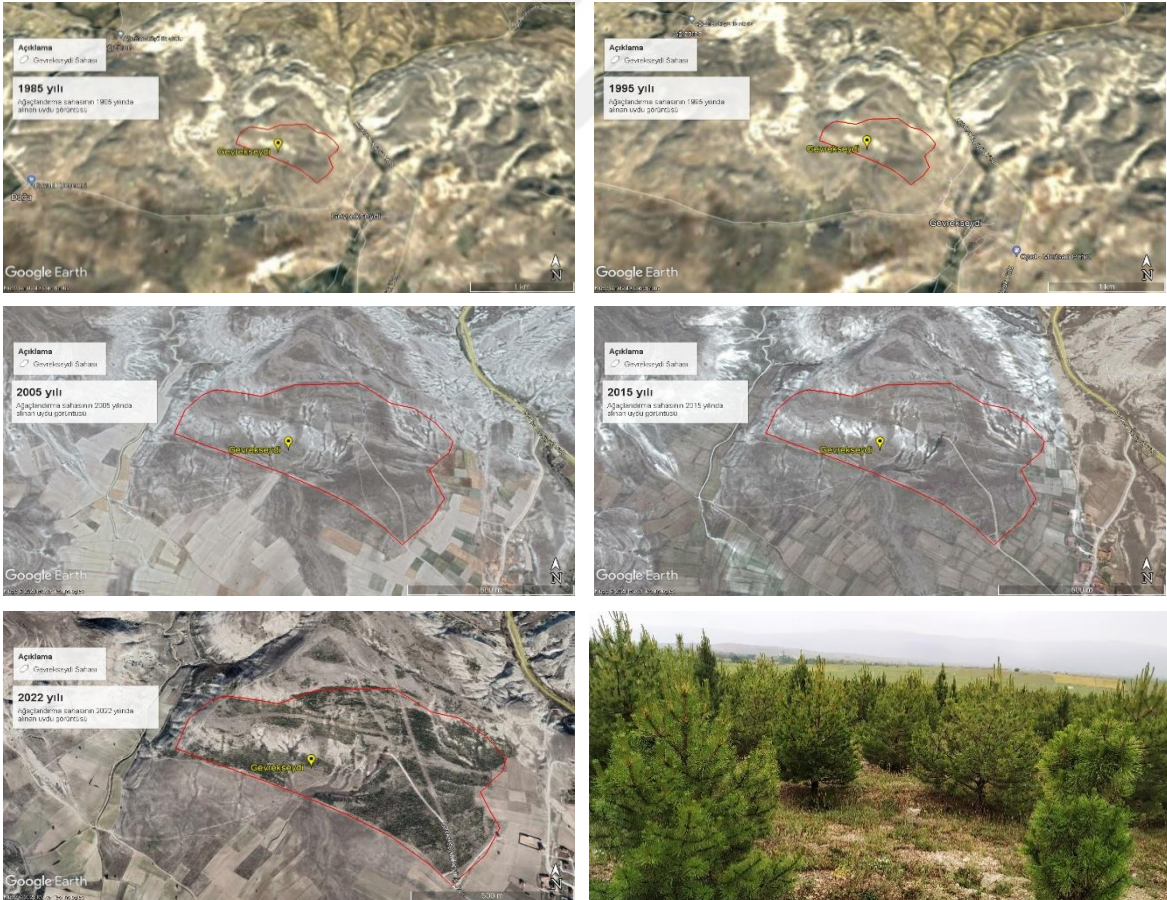
Tablo 2.30: Geven sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

GEVEN	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	B	%21-30	1180	Çka
Örnek Alan 2	KB	%0-10	1190	Çka
Örnek Alan 3	KB	%11-20	1165	Çka

Kütahya ilinde seçilen Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma sahasına ait genel bilgilerin yer aldığı tablo, geçmiş yıllara ait Google Earth görüntüsü, örnek alanlarının koordinat tablosu, sahalara ve örnek alanların fotoğrafları Tablo 2.31-2.32 ve Şekil 2.22-2.23'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 2.31: Gevrekseydi+Doğa sahasına ait genel bilgiler

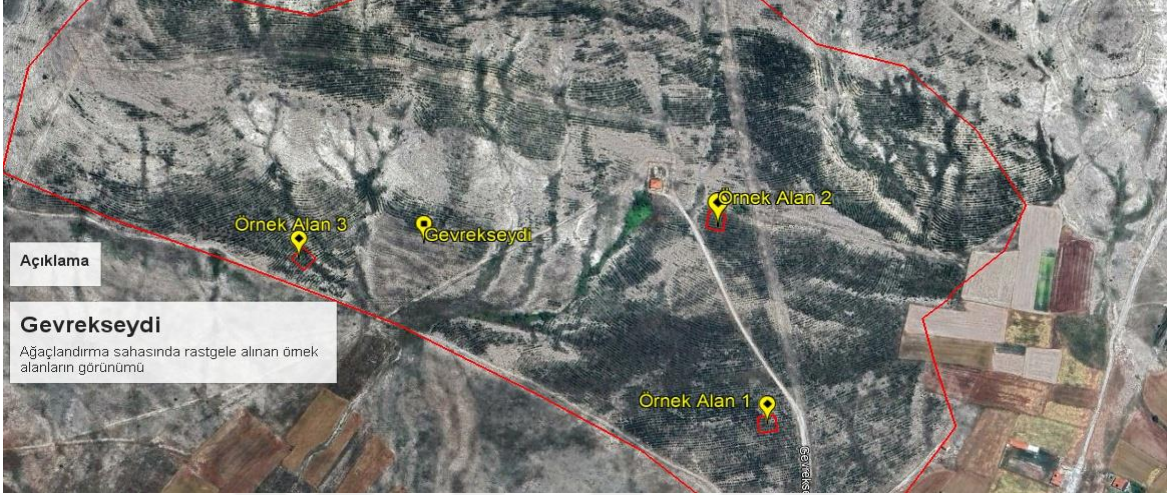
İl	Kütahya
İlçe	Merkez
İşletme Müdürlüğü	Kütahya
İşletme Şefliği	Merkez
Ağaçlandırma Tarihi	2010
Alanın Büyüklüğü	341,36 ha
Fidan Türü	Anadolu karaçamı-Toros sediri-Badem-Ehrami Çamı
Fidan Adeti	671.884
Dikim Aralığı	3*1,5 ve 3* 3 m
Yükselti	1110 m
Bakı	B-D-K-KB-G-GD-GB
Eğim	%0-20 ve 21-40
Yaş	2+0,1+0,2+1
Toprak Türü	Kumlu Kil, Kil
Toprak Derinliği	31-60 cm
Anakaya Türü	Kalker



Şekil 2.22: Gevrekseydi+Doğa sahasında Google Earth’de yıllara göre değişimi ve genel fotoğraf

Tablo 2.32: Gevrekseydi+Doğa sahasında alınan örnek alanların koordinat tablosu

GEVREKSEYDİ-DOĞA	Pafta No	X	Y
Örnek Alan 1	I23c4	745403.00	4380453.00
Örnek Alan 2	I23c4	745337.00	4380695.00
Örnek Alan 3	I23c4	744860.00	4380641.00



Şekil 2.23: Gevrekseydi+Doğa sahasında alınan örnek alanların genel görünümü

Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma sahasında alınan örnek alanların amenajman sahalara ait amenajman planından yararlanılarak elde edilen fizyografik ve meşcere tipini gösterir bilgiler Tablo 2.33'te verilmiştir.

Tablo 2.33: Gevrekseydi+Doğa sahasında alınan örnek alanların fizyografik ve meşcere tipi bilgileri

GEVREKSEYDİ-DOĞA	Bakı	Eğim	Yükselti	Meşcere Tipi
Örnek Alan 1	GD	% 11-20	1095	AgÇk0a
Örnek Alan 2	G	% 11-20	1105	AgÇk0a
Örnek Alan 3	K	% 11-20	1100	AgÇk0a

Çalışmaya konu edilen sahalarda ağaçlandırma ilmi ağaçlandırma şefliğinden Orman Genel Müdürlüğü'nden alınan araştırma izni dahilinde ağaçlandırma projeleri temin edilmiştir. Bu projeler incelenerek ağaçlandırma sahaları hakkında ön etütler (ofis ve arazi incelemesi) yapılarak örnek alanlar rastgele seçilmiştir.

Çalışma kapsamında Afyonkarahisar ve Kütahya illerinin farklı bölgelerinden rastgele seçilmiş Anadolu karaçamı ve Toros sediri türlerinin kullanıldığı ağaçlandırma

sahalarından; Afyonkarahisar'dan 5 adet ve Kütahya'dan 6 adet olmak üzere toplamda 11 adet ağaçlandırma sahası seçilmiştir. Ağaçlandırma sahalarının rastgele farklı yerlerinden toplam 38 adet örnek alan çevrilmiştir. Bu örnek alanların 18 adedi Afyonkarahisar ilinde seçilen ağaçlandırma sahalarından ve 20 adedi Kütahya ilinde seçilen ağaçlandırma sahalarından seçilmiştir. Afyonkarahisar ilinde sırasıyla; 3 adet Dipevler, 3 adet Dişli, 3 adet Fethibey, 3 adet Işıklar ve 3 adet Karacaahmet ağaçlandırma sahasında toplam 18 adet örnek alan çevrilmiştir. Kütahya iline baktığımızda sırasıyla; 4 adet Pusan, 4 adet Erenköy, 2 adet Aykırıkçı, 4 adet Andız, 3 adet Gevrekseydi+Doğa ve 3 adet Geven ağaçlandırma sahasında toplam 20 adet örnek alan çevrilmiştir. Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde seçilen çalışma sahalarında toplam 38 örnek alanda çalışılmıştır. Bu örnek alanlarda toplam 1969 adet birey olmak bu bireylerin, 990 adedi Afyonkarahisar ilinden ve 979 adedi Kütahya ilinden alınmıştır (Şekil 2.24-2.34).



Şekil 2.24: Andız ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.25: Aykırıkçı ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.26: Dipevler ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.27: Dişli ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.28: Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.29: Erenköy ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.30: Fethibey ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.31: Geven ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.32: Işıklar ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.33: Karacaahmet ağaçlandırma sahasından genel görünüm



Şekil 2.34: Pusan ağaçlandırma sahasından genel görünüm

2.2. Metot

Araştırma konusu kapsamında; örnek alanların seçimi, kantitatif özelliklerin ölçülmesi ve tespiti, istatistik analizi, verilerin istatistik analizi ve iklim değişikliği senaryolarının uygulanması konuları bu bölümde açıklanmıştır.

2.2.1 Örnek Alanların Seçimi

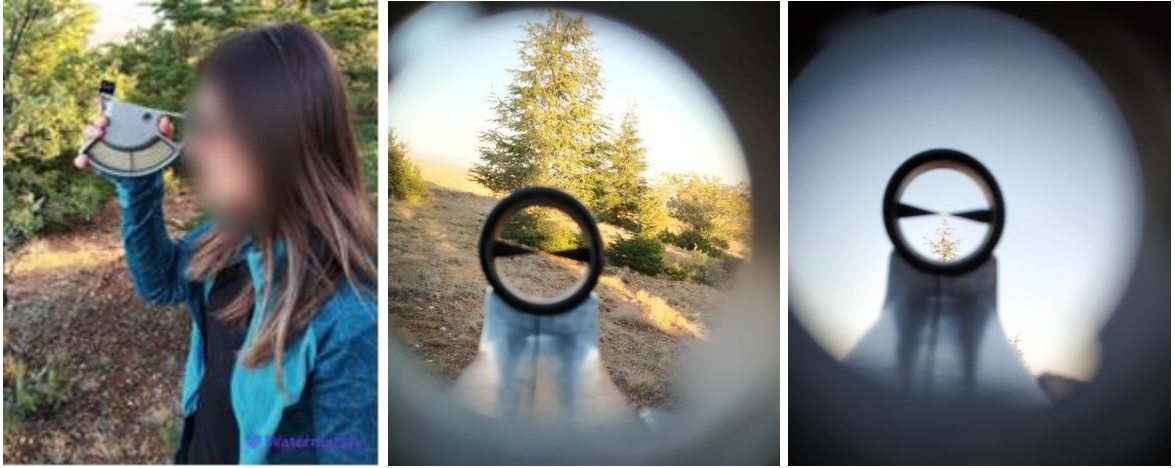
Doktora tez çalışması kapsamında gerekli büyüme, gelişim ve adaptasyon performanslarının belirlenmesi için gerekli olan kantitatif karakterlere ilişkin ölçüm ve tespitlerin gerçekleştirilmesi için araştırma materyalini oluşturan Kütahya ve Afyonkarahisar illerinin sınırları içinde kalan yarı kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırma alanlarından rastgele alınan örnek alana göre araştırmanın amaç ve hedeflerine uygun olarak 20x20 m büyüklüğünde çalışma alanlarının alınması planlanmış ve bu alanların Şekil 2.35'te görüldüğü gibi köşe koordinatları GPS yardımıyla koordinatları alınarak araziye apliance edilmiştir.



Şekil 2.35: Çalışma sahalarında örnek alan çevreleme

2.2.2 Kantitatif Özelliklerin Ölçülmesi ve Tespiti

Arazide şerit bantlarla çevrilen alan içerisine giren tüm bireylerde; yaş, çap, boy, tepe yüksekliği (tepe boyu) ve son yıl sürgün uzunluğu gibi gerekli kantitatif özellikler ölçülerek bireylerin gelişimleri incelenmiştir (Şekil 2.36 ve 2.37). Ayrıca yaşama fonksiyonlarını kaybetmekte veya kaybetmiş olan tüm bireyler kayıt altına alınmıştır.



Şekil 2.36: Boy ölçümü



Şekil 2.37: Örnek alanlardaki bireylerde yapılan çap, yaş ve son yıl sürgün uzunluğu ölçümü,

Alanlarının genel yapısı, yetişme ortamı özellikleri, toprak özellikleri, iklim özellikleri ve flora özellikleri incelenmiştir. Toprak ve anakaya türü özelliklerine bağlı bulunduğu orman işletme şefliklerinin amenajman planlarından, bilimsel yayınlardan ve MTA (Maden Tetkik Arama) verilerinden ulaşılmıştır. ArcGIS programında amenajman verilerinden yararlanılarak çalışma alanlarının; fizyografik (bakı, eğim ve yükselti) ve meşcere haritalarının oluşturulmuştur. Ağaçlandırma sahalarının bağlı bulunduğu meteoroloji istasyonundan alınan yağış, sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi iklim verileri alınmıştır. Bu iklim verileri R programında analize konularak iklim modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller yardımıyla olası iklim değişikliği ve gelecekteki iklim senaryoları hakkında tahminler yapılmıştır.

2.2.3 Verilerin İstatistik Analizi

Verilerin analizi yapılmadan önce normal dağılım sergileyip sergilemedikleri test edilir. Normal dağılımı sınamada yardımcı olan testler Shapiro Wilk ve Kolmogorov-Smirnov, testleridir. Örneklem büyüklüğü 30'dan küçük ($n < 30$) olan durumlarda Shapiro Wilk testi ile örneklem büyüklüğü 30 ve üstü ($n \geq 30$) olan durumlarda ise Kolmogorov Smirnov testi ile verilerin normal dağılıma uygunluğu sınanabilir. Diğer bir normal dağılıma uygunluğun belirlenmesinde kullanılan diğer yöntem Skewness (çarpıklık) ve Kurtosis (basıklılık) kat sayı değerleridir. Çarpıklık ve basıklık değerleri sıfıra en yakın değer aralıklarıdır. Bazı kaynaklarda bu aralıkların ± 1 , $\pm 1,5$ ve ± 2 olduğu öne sürülmektedir. Ayrıca bazı kaynaklar çarpıklık katsayısının ± 2 aralığının dışında ve basıklık katsayısının ± 7 aralığının dışında olması durumunda normallik varsayımının karşılanmadığını ifade ederken başka kaynaklarda ise bu aralıklar çarpıklık katsayısı için ± 3 ve basıklık katsayısı için ± 10 olarak kabul görmüştür (Bryne, 2010; Bulmer, 1979; Demir, 2022; Field, 2013; George ve Mallery, 2010; Gravetter ve Wallnau, 2014; Hair vd., 2010; Tabachnick ve Kline, 2011; Trochim ve Donnelly, 2006;). Bu testlerin dışında değerlerin histogram dağılımları (dağılımlar çan eğrisi şeklinde olmalı) ve Normal Q-Q Plot grafiği (noktaların 45 derecelik doğru üstünde ya da çok yakınında olmalı)dir. Tüm bunlara bakıldıktan sonra verilerin normal dağılıma uygunluğuna ya da uygun olmayışına göre verilerin istatistiği parametrik veya parametrik olmayan testlere tabi tutularak yapılır (Cevahir, 2020).

Afyonkarahisar ve Kütahya illerindeki yarı kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırma alanlarında aynı yılda dikilmiş olan yani aynı yaşta olan ağaçlandırma sahaları içinde rastgele alınan örnek alanlarda belirlenen kantitatif özellikler olan; ortalama boy, ortalama dip kütük çapı ($d_{0.30}$) (cm), ortalama tepe yüksekliği (m) ve ortalama son yıl sürgün uzunluğu (cm) değişkenleri arasında ağaçlandırma alanları ve türler itibarıyla istatistiki açıdan anlamlı bir farklılığın bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü Varyans Analizi uygulanmıştır. Uygulanan varyans analizi sonucunda istatistiki açıdan anlamlı bir farklılığın belirlenmesi durumunda homojen grupları belirlemek için %99 güven düzeyinde Duncan Gruplandırma Testi gerçekleştirilmiştir (Gülsoy vd., 2014; Güner vd., 2016; Özel vd., 2010; Özel, 2018; Özkan vd., 2008; Tanişman, 2017; Yazıcı ve Turan, 2016). Kantitatif özelliklere uygulanan tüm istatistik analizler R paket istatistik programında istatistiki açıdan değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

2.2.4 İklim Değişikliği Senaryolarının Uygulanması

Araştırmada küresel iklim değişikliğinin kurak ve yarı-kurak mntıka 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 Afyonkarahisar ve Kütahya illeri sınırları içerisinde kalan yarı-kurak ve kurak mntıka ağaçlandırma alanlarındaki olası alansal değişimler MaxEnt modeli üzerinden tespit edilmiştir.



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma alanı bulguları, ağaçlandırmaların adaptasyon yeteneğine ait bulgular, kantitatif özelliklere ait bulgular ve iklim değişikliği (küresel ısınma) senaryolarına ilişkin bulgular açıklanmıştır.

3.1. Ağaçlandırmaların Adaptasyon Yeteneğine Ait Bulgular

İklim değişikli küresel boyutta tüm dünyanın ortak sorunu haline gelmiştir. Gelişen sanayi, yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevreye verdiği zararlar ve doğal kaynakların aşırı tüketimi iklim krizini gün geçtikçe artırmaktadır. İklim değişikliğinin önlenmesinde temel kaynak olan ormanlardır. Var olan orman varlığımızı korumak ve biyotik veya abiyotik zararlar yüzden orman varlığı yok olmuş veya olmakta olan alanların yeniden ağaçlandırılması bu süreçte yapılması en doğru ilk adımlardan biridir. Ülkemiz ormanlarının yaklaşık %19’nu oluşturan Anadolu karaçamı türü; kanaatkâr yönü yüksek, soğuğa karşı direnci yüksek, 2150 metrelere kadar çıkabilen ve stebe en çok sokulan tür olması nedeniyle özellikle İç Anadolu ve Ege bölgesinin iç taraflarında ağaçlandırma faaliyetlerinde en çok tercih edilen türdür. Bu bölgelerde Anadolu karaçamının yanı sıra tercih edilen Toros sediri, derin kazık kök sistemi ile kalkerli ve çatlaklı anakayalarda kendine yetişme ortamı bulabilen adaptasyon yeteneği yüksek olan türdür (Değirmenci ve Zengin, 2016; Kandemir ve Mataracı, 2018; Kantarcı, 1990; Karatepe, 2004; Sevim, 1955; Saatçioğlu, 1969; Seki vd., 2017; Tolunay ve Çömez, 2008; Tolunay, 2015).

“Ege Bölgesinde Tesis Edilen Kurak/Yarı Kurak Mıntıka Ağaçlandırmalarının Sürdürülebilir Ormancılık Açısından Yöre ve İklim Adaptasyonunun Değerlendirilmesi Bununla Birlikte İklim Değişikliğinin Bu Ağaçlandırmalar Üzerindeki Etkilerinin Modeller Yardımıyla Araştırılması” konulu bu doktora tezi araştırmasında, Ege Bölgesi’nden Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde bulunan ağaçlandırma sahaları tercih edilmiştir. Bu türlerin fidan yaşı 1+0 ve 2+0 olan fidanlardan seçilmiştir. Çalışmaya konu edilen bu iki ilin farklı bölgelerinden rastgele seçilmiş Anadolu karaçamı ve Toros sediri türlerinin kullanıldığı (saf Anadolu karaçamı, saf Toros sediri veya Anadolu karaçamı+Toros sediri); Afyonkarahisar’dan 5 adet ve Kütahya’dan 6 adet ağaçlandırma sahası üzerinde çalışılmıştır. Ağaçlandırma sahalarının rastgele farklı yerlerinden toplam 38 adet örnek alan çevrilmiştir.

Bu örnek alanların 18 adedi Afyonkarahisar ilinde seçilen ağaçlandırma sahalarından ve 20 adedi Kütahya ilinde seçilen ağaçlandırma sahalarından seçilmiştir. Afyonkarahisar ilinde sırasıyla; 3 adet Dipevler, 3 adet Dişli, 3 adet Fethibey, 3 adet Işıklar ve 3 adet Karacaahmet ağaçlandırma sahasında toplam 18 adet örnek alan çevrilmiştir. Kütahya iline baktığımızda sırasıyla; 4 adet Pusan, 4 adet Erenköy, 2 adet Aykırıkçı, 4 adet Andız, 3 adet Gevrekseydi+Doğa ve 3 adet Geven ağaçlandırma sahasında toplam 20 adet örnek alan çevrilmiştir. Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde seçilen çalışma sahalarında toplam 38 örnek alanda çalışılmıştır. Bu örnek alanlarda toplam 1969 adet bireyin 990 adedi Afyonkarahisar ilinden ve 979 adedi Kütahya ilinden alınmıştır. (Tablo 3.1-3.2 ve 3.3).

Tablo 3.1: Afyonkarahisar ilindeki ağaçlandırma alanlarında adaptasyon durumu

İl	Ağaçlandırma Saha	Örnek Alan	Ağaç Sayısı	Adaptasyon Durumu					
				Yaşayan		Ölü		Bakım	
				Ağaç Türü		Ağaç Türü		Ağaç Türü	
				Çk	S	Çk	S	Çk	S
Afyonkarahisar	Dipevler	1	80	0	80	0	0	0	0
		2	68	0	68	0	0	0	0
		3	66	0	66	0	0	0	0
	Toplam	3	214	0	214	0	0	0	0
					214	0	0	0	0
	Dişli	1	61	18	43	0	0	0	0
		2	20	0	20	0	0	0	0
		3	70	70	0	0	0	0	0
	Toplam	3	151	88	63	0	0	0	0
					151	0	0	0	0
	Fethibey	1	70	0	70	0	0	0	0
		2	54	54	0	0	0	0	0
		3	33	16	17	0	0	0	0
	Toplam	3	157	70	87	0	0	0	0
					157	0	0	0	0
	Işıklar	1	29	18	0	0	0	11	0
		2	58	22	8	0	0	20	8
		3	62	8	27	0	0	4	23
		4	36	20	1	0	0	15	0
	Toplam	4	185	68	36	0	0	50	31
					104	0	0	0	0
	Karacaahmet	1	71	70	0	1	0	0	0
		2	55	1	54	0	0	0	0
		3	51	19	1	31	0	0	0
4		51	46	2	3	0	0	0	
5		55	0	34	2	19	0	0	
Toplam	5	283	136	91	37	19	0	0	
				227	56	0	0	0	

Tablo 3.1: (devam ediyor)

İl	Ağaçlandırma Saha	Örnek Alan	Ağaç Sayısı	Adaptasyon Durumu					
				Yaşayan		Ölü		Bakım	
				Ağaç Türü		Ağaç Türü		Ağaç Türü	
				Çk	S	Çk	S	Çk	S
Afyonkarahisar				362	491	37	19	50	31
TOPLAM	5	18	990	853		56		81	

Tablo 3.2: Kütahya ilindeki ağaçlandırma alanlarında adaptasyon durumu

İl	Ağaçlandırma Saha	Örnek Alan	Ağaç Sayısı	Adaptasyon Durumu						
				Yaşayan		Ölü		Bakım		
				Ağaç Türü		Ağaç Türü		Ağaç Türü		
				Çk	S	Çk	S	Çk	S	
Kütahya	Pusan	1	37	0	37	0	0	0	0	
		2	48	33	0	0	0	15	0	
		3	43	0	42	0	1	0	0	
		4	45	28	0	0	0	17	0	
	Toplam	4	173	61	79	0	1	32	0	
					140		1		32	
	Erenköy	1	47	32	0	0	0	0	15	
		2	48	32	0	0	0	0	16	
		3	63	29	0	34	0	0	0	
		4	70	46	0	24	0	0	0	
	Toplam	4	228	139	0	58	0	0	31	
					139		58		31	
	Aykırıkçı	1	42	42	0	0	0	0	0	
		2	39	39	0	0	0	0	0	
	Toplam	2	81	81	0	0	0	0	0	
					81		0		0	
	Andız	1	60	47	0	0	0	13	0	
		2	56	56	0	0	0	0	0	
		3	57	44	0	0	0	13	0	
		4	40	0	0	0	3	0	0	
	Toplam	4	213	147	0	0	3	26	0	
					184		3		26	
	Gevrekseydi+D oğa	1	47	47	0	0	0	0	0	
		2	57	23	34	0	0	0	0	
3		47	0	47	0	0	0	0		
Toplam	3	151	70	81	0	0	0	0		
				151		0		0		
Geven	1	47	47	0	0	0	0	0		
	2	45	0	45	0	0	0	0		

Tablo 3.2: (devam ediyor)

İl	Ağaçlandırma Saha	Örnek Alan	Ağaç Sayısı	Adaptasyon Durumu					
				Yaşayan		Ölü		Bakım	
				Ağaç Türü		Ağaç Türü		Ağaç Türü	
Kütahya	Geven	3	41	0	41	0	0	0	0
	Toplam	3	133	47	86	0	0	0	0
				133		0		0	
				545	283	58	4	89	0
TOPLAM	6	20	979	828		62		89	

Tablo 3.3: Araştırma alanlarında adaptasyon durumunun karşılaştırılması

İl	Ağaçlandırma Sahası	Örnek Alan	Ağaç Sayısı	Top. Yüzde (%)	Ağaç Türü (Adet)		Yüzde (%)	
					Çk	S	Çk	S
Afyonkarahisar	5	18	990	50,28	449	541	45,35	54,65
Kütahya	6	20	979	49,72	692	287	70,68	29,32
Toplam	11	38	1969	100,00	1141	828	57,95	42,05

Tablo 3.3’de verilen veriler incelendiğinde ölçülen bireylerin illere göre dağılımı, bireylerin tür sayısı, türlerin illere göre dağılımı ve tüm bu dağılımların yüzdesel oranlarını görmekteyiz. Bu veriler ışığında, toplam ölçüm yapılan birey sayısında 990 adet ile %50,28 oranında Afyonkarahisar ili çoğunluk oranı sağlamaktadır. Bir diğer çalışma sahalarının bulunduğu Kütahya ilinde ölçülen birey sayısının 979 adet olduğu ve %49,72 oranını sağladığı tespit edilmiştir.

Fiziksel, çevresel ve iklim koşullarına bağlı olarak bireylerin her zaman istenilen kalite ve nitelikte gövde formu oluşturması beklenemez. Saatçioğlu’nun (1971) yayınladığı orman bakımı ders notlarında yer alan Heck (1898) tarafından yapılan gövde sınıfları kullanılarak sağlıklı veya sağlıklı gövde ayrımı yapılmıştır. Sahalara ve örnek alanlara ait sağlıklı sağlıklı birey sayısı illere göre tablolara ayrılmış olarak Tablo 3.4-3.5 ve 3.6’da ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 3.4: Afyonkarahisar ilindeki ağaçlandırma alanlarında gövde sağlık durumu

İl	Ağaçlandırma Sahası	Örnek Alan	Yaşayan		Sağlık Durumu			
			Ağaç Türü		Sağlıklı		Sağlıksız	
			Çk	S	Çk	S	Çk	S
Afyonkarahisar	Dipevler	1	0	80	0	80	0	0
		2	0	68	0	65	0	3
		3	0	66	0	66	0	0
	Toplam	3	0	214	0	211	0	3
			214	211	3			
	Dişli	1	18	43	12	38	6	5
		2	0	20	0	18	0	2
		3	70	0	60	0	10	0
	Toplam	3	88	63	72	56	16	7
			151	128	23			
	Fethibey	1	0	70	0	70	0	0
		2	54	0	50	0	4	0
		3	16	17	14	17	2	0
	Toplam	3	70	87	64	87	6	0
			157	151	6			
	Işıklar	1	18	0	17	0	1	0
		2	22	8	22	7	0	1
		3	8	27	6	27	2	0
		4	20	1	20	1	0	0
	Toplam	4	68	36	65	35	3	1
			104	100	4			
Karacaahmet	1	70	0	59	0	11	0	
	2	1	54	1	51	0	3	
	3	19	1	16	1	3	0	
	4	46	2	41	2	5	0	
	5	0	34	0	6	0	28	
Toplam	5	136	91	117	60	19	31	
		227	177	50				
			362	491	318	449	44	42
TOPLAM	5	18	853	767		86		
				853				

Tablo 3.5: Kütahya ilindeki ağaçlandırma alanlarında gövde sağlık durumu

İl	Ağaçlandırma Sahası	Örnek Alan	Yaşayan		Sağlık Durumu			
			Ağaç Türü		Sağlıklı		Sağlıksız	
			Çk	S	Çk	S	Çk	S
Kütahya	Pusan	1	0	37	0	34	0	3
		2	33	0	33	0	0	0
		3	0	42	0	38	0	4
		4	28	0	28	0	0	0
	Toplam	4	61	79	61	72	0	7
			140		133		7	
	Erenköy	1	32	0	32	0	0	0
		2	32	0	32	0	0	0
	Erenköy	3	29	0	14	0	15	0
		4	46	0	34	0	12	0
	Toplam	4	139	0	112	0	27	0
			139		112		27	
	Ayrkırıkçı	1	42	0	37	0	5	0
		2	39	0	36	0	3	0
	Toplam	2	81	0	73	0	8	0
			81		73		8	
	Andız	1	47	0	47	0	0	0
		2	56	0	56	0	0	0
		3	44	0	44	0	0	0
		4	0	37	0	34	0	3
Toplam	4	147	37	147	34	0	3	
		184		181		3		
Gevrekseydi+Doğa	1	47	0	45	0	2	0	
	2	23	34	23	34	0	0	
	3	0	47	0	43	0	4	
Toplam	3	70	81	68	77	2	4	
		151		145		6		
Geven	1	47	0	45	0	2	0	
	2	0	45	0	44	0	1	
	3	0	41	0	41	0	0	
Toplam	3	47	86	45	85	2	1	
		133		130		3		
TOPLAM	6	20	828		774		54	
			828					

Tablo 3.6: Araştırma sahalarında gövde sağlık durumunun karşılaştırılması

İl	Yaşayan			Yüzde (%)					
				Sağlıklı			Sağlıksız		
	Ağaç Türü		Top.	Ağaç Türü		Top.	Ağaç Türü		Top.
	Çk	S		Çk	S		Çk	S	
Afyonkarahisar	36,57	49,60	86,16	87,85	91,45	89,92	12,15	8,55	10,08
Kütahya	55,67	28,91	84,58	92,84	94,70	93,48	7,16	5,30	6,52
Toplam	46,06	39,31	85,37	90,85	92,64	91,67	9,15	7,36	8,33

Yapılan tespitlere göre, Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde toplam 38 örnek alanda ölçülen 1969 bireyde yaşayan birey sayısı 1681 adettir. 1681 adet bireyin 1541 adeti sağlıklı ve 140 adedi sağlıksız bireyden oluşmaktadır. Afyonkarahisar ilinde seçilen ağaçlandırma sahalarında ölçülen 990 adet bireyin 853 (%86,16) adedi yaşamakta olup sağlıklı birey sayısı 767 (%89,92) ve sağlıksız birey sayısı 86 (%10,08) adettir. Kütahya ilinde ölçülen 979 adet bireyin 828 (%84,58) adedi yaşamakta olup bu bireylerin 774 (%93,48) adeti sağlıklı bireyden oluşurken 54 (%6,52) adedi sağlıksız bireyden oluşmaktadır (Tablo 3.6).

3.2. Kantitatif Özelliklere Ait Bulgular

Afyonkarahisar ve Kütahya illerindeki yarı kurak ve kurak mıntika ağaçlandırma alanlarında aynı yılda dikilmiş olan yani aynı yaşta olan ağaçlandırma sahaları içinden alınan örnek alanlarda belirlenen kantitatif özellikler olan ortalama boy, ortalama dip kütük çapı ($d_{0,30}$), ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) (m) ve ortalama son yıl sürgün uzunluğu (cm) değişkenlerine ilişkin ham verilere uygulanan tek yönlü varyans analizi ve homojen grupları belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Duncan Testine ilişkin bulgular ve bu bulgulara ait değerlendirmeler verilmiştir. Buna göre söz konusu bu kantitatif özelliklere uygulanan varyans analizinin sonuçları Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

Tablo 3.7: Değişken parametrelerine uygulanan Varyans Analiz Testi sonuçları

Varyans Kaynağı		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Ortalama Boy	Gruplara arası	4305,411	10	430,541	265,960**
	Gruplar içi	2703,431	1670	1,619	
	Toplam	7008,842	1680		

Tablo 3.7: (devam ediyor)

Ortalama Kök Boğaz Çapı (d _{0.30})	Gruplara arası	3,509	10	,351	189,476
	Gruplar içi	3,093	1670	,002	
	Toplam	6,602	1680		
Ortalama Tepe Yüksekliği (m)	Gruplara arası	237,472	9	26,386	133,100
	Gruplar içi	157,204	793	,198	
	Toplam	394,676	802		
Ortalama Son Yıl Sürgün Uzunluğu (cm)	Gruplara arası	6,247	10	,625	60,982
	Gruplar içi	17,109	1670	,010	
	Toplam	23,356	1680		

** : %99 güven düzeyinde anlamlı farklılık

Varyans analizi sonucunda, ortalama boy değişkeni yönünden ağaçlandırma sahalarında istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuş ve bu kapsamda uygulanan Duncan Testi göre elde edilen homojen gruplar Tablo 3.8’de açıklanmıştır.

Tablo 3.8: Ortalama Boya İlişkin Duncan Testi Sonuçları

İl	Ağaçlandırma Sahası	Önem Düzeyine Göre Gruplandırma (P>0.05)				
		1	2	3	4	5
Afyonkarahisar	Dişli	2,0232				
Kütahya	Gevrekseydi+Doğa		2,3299			
Kütahya	Aykırıkçı		2,4444			
Kütahya	Erenköy		2,5022			
Afyonkarahisar	Dipevler			2,9017		
Afyonkarahisar	Karacaahmet			2,9378		
Kütahya	Andız				4,2788	
Kütahya	Pusan				4,3293	
Kütahya	Geven					5,1241

Bu itibarla, Dişli, Geven ve Işıklar ağaçlandırma sahaları ortalama boy değerleri açısından farklı grupları oluştururken; Gevrekseydi+Doğa, Aykırıkçı ve Erenköy ağaçlandırma sahaları aynı grubu, Dipevler ve Karacaahmet ağaçlandırma sahaları aynı grubu, Pusan ve Andız ağaçlandırma sahaları diğer grubu oluşturmuştur. Bozkır alanlarda sınırlayıcı faktör olan su açığı yükseltiye bağlı olarak yağışın artması, boy büyümesinin yükselti ile artmasına yol açmıştır. Ayrıca yükseltideki artış, sıcaklığın düşmesine, buharlaşmanın azalmasına ve beraberinde daha nemli yetiştirme ortamlarının oluşmasına sebep olacaktır (Çepel ve Dündar, 1980; Özkan vd., 2008). Ancak sarıçam, ladin ve sahil çamında (Çepel vd., 1977; Daşdemir,

1992; Ercanlı vd., 2008; Kalay, 1989; Romanya ve Vallejo, 2004;) yapılan çalışmalarda yükselti ile boy gelişimi arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Yükseltideki artışa bağlı olarak kötüleşen edafik şartlar ve artan rüzgâr-fırtına zararları da kuşkusuz, boy gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Genç, 2004). Kartal ve Bilir (2022) bir çalışmada, Anadolu karaçamının çalışmaya konu özellikler bakımından, ehrami karaçam ve Toros sedirine göre daha yüksek büyüme performansı gösterdiği bulunmuştur (Kartal ve Bilir, 2022; Özel, 2018;).

Ortalama kök boğaz çapı gelişimi ($d_{0,30}$) araştırma kapsamında aynıyaşlı ağaçlandırma alanlarında incelenen bir diğer önemli büyüme parametresidir. Bu kapsamda gerçekleştirilen tek yönlü varyans analizi sonucunda aynıyaşlı ağaçlandırma alanları arasında istatistiki açıdan %99 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılıkla bulunmuştur (Tablo 3.7). Bu kapsamda oluşan homojen grupları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda 5 farklı homojen grup ortaya çıkmıştır (Tablo 3.9).

Tablo 3.9: Ortalama Kök Boğaz Çapına İlişkin Duncan Testi Sonuçları

İl	Ağaçlandırma Sahası	Önem Düzeyine Göre Gruplandırma (P>0.05)				
		1	2	3	4	5
Afyonkarahisar	Dişli	16,54				
Kütahya	Gevrekseydi+Doğa		14,27			
Kütahya	Aykırıkçı			13,58		
Kütahya	Erenköy			13,41		
Afyonkarahisar	Dipevler				12,83	
Afyonkarahisar	Karacaahmet				12,65	
Kütahya	Andız					11,92
Kütahya	Pusan					11,78
Kütahya	Geven					11.63

Bu itibarla Dişli ve Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanları ilk iki grubu oluştururken, Andız, Pusan ve Geven ağaçlandırma alanları son grubu oluşturmuştur. Bu durumun genel olarak Kütahya yöresindeki ağaçlandırma alanlarının daha sığ ve yüzeysel taşlılık oranı daha yüksek bir arazide tesis edilmiş olması, buna karşın Afyonkarahisar'daki ağaçlandırma alanlarının hem daha korunaklı hem de orman rejyonlarına daha yakın daha verimli alanlarda tesis edilmiş olması gösterilebilir. Bu durum ile ilgili olarak yörede daha önceki yıllarda gerçekleştirilen bir başka araştırma çalışmasında da özellikle karaçam ağaçlandırma alanlarının yetişme ortamı koşullarının oldukça fakir olmasına karşın toprak oluşumu,

organik madde içeriği ve yan sırtların özellikle koruyucu kuşakta meydana getirdikleri yan meşcere siper etkisi ile nispeten daha iyi bir büyüme ve adaptasyon performansı sergilediği bildirilmektedir (Kartal ve Bilir, 2022). Bu durum araştırmadan elde edilen bulgular ile önemli ölçüde uyum göstermektedir.

Araştırma kapsamında aynıyaşlı karaçam ağaçlandırma alanlarında ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) de incelenmiştir. Bu amaçla alınan örnek alanlarda gerçekleştirilen ölçümlerden elde edilen verilerin ortalamalarına uygulanan varyans analiz sonucunda ağaçlandırma alanları arasında ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) değişkeni yönünden $P>0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.7). Bu kapsamda ağaçlandırma alanları arasında homojen grupların nasıl oluştuğunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Duncan Testi sonucunda ulaşılan bulgular Tablo 3.10’da gösterilmiştir.

Tablo 3.10: Ortalama Tepe Yüksekliği İlişkin Duncan Testi Sonuçları

İl	Ağaçlandırma Sahası	Önem Düzeyine Göre Gruplandırma ($P>0.05$)				
		1	2	3	4	5
Afyonkarahisar	Dişli	3,35				
Kütahya	Gevrekseydi+Doğa		3,17			
Kütahya	Aykırıkçı			2,36		
Kütahya	Erenköy				2,23	
Afyonkarahisar	Dipevler				2,21	
Afyonkarahisar	Karacaahmet				2,19	
Kütahya	Andız					1,95
Kütahya	Pusan					1,87
Kütahya	Geven					1,64

Tablo 3.10’da yer alan bulgulara göre karaçam türüyle 2 farklı yörede tesis edilen ağaçlandırma alanlarından aynıyaşlı olanlar arasında gerçekleştirilen karşılaştırmalar sonucunda, Afyonkarahisar yöresinde yer alan Dişli yöresinde gerçekleştirilen ağaçlandırmalar ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) yönünden ilk sırada yer alırken, Kütahya yöresindeki Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanı ikinci grupta, yine Kütahya yöresinde bulunan Andız, Pusan ve Geven ağaçlandırma alanları ise son grupta yer almışlardır. Bu durumun nedeni olarak özellikle Afyonkarahisar ilinin sınırları içerisinde yer alan Dişli ağaçlandırma alanının diğer ağaçlandırma alanlarına göre daha korunaklı olması ve buna bağlı olarak başta kar ve fırtına gibi abiyotik faktörlerin zararlı etkilerinden dikimle

alana getirilen bireylerin tepe yapılarının daha az zarar görmesi gösterilebilir. Nitekim araştırma alanında önceki yıllarda gerçekleştirilen bir başka ağaçlandırma alanı değerlendirme çalışmasında da, Afyonkarahisar ilimizin sınırları içinde kalan ağaçlandırma alanlarının özellikle iç bükey sahalarda gerçekleştirilmesi olması nedeniyle ve bilhassa kullanılan fidanların yöre koşullarına daha iyi adapte olması nedeniyle kantitatif karakterlerini daha iyi geliştirerek büyüme ve gelişim yönünden ve özellikle yaşama kabiliyeti açısından pozitif olarak değerlendirmesi şeklinde açıklanmıştır (Kartal ve Bilir, 2022). Benzer bulgular doktora tez olarak hazırlanan bu çalışmada da elde edilmiş olup özellikle kurak ve yarı-kurak mıntika ağaçlandırmaları açısından çok önemli olan rüzgâr perdelerinin tesis edilmesinde Afyonkarahisar ilimizdeki ekolojik koşulların daha uygun şartlar sergilediği söylenebilir.

Afyonkarahisar ve Kütahya illerinin farklı lokasyonlarında tesisi edilen ve aynıyaşlı olduğu belirlenen karaçam yarı-kurak ve kurak mıntika ağaçlandırmalarında yapılan kantitatif karakter değerlendirmeleri kapsamında ölçülerek ortalama değerler yönünden ağaçlandırma alanları itibarıyla karşılaştırılan son parametre ortalama son yıl sürgün uzunluğu olmuştur. Bu kapsamda elde edilen ham verilerin ortalaması üzerinden gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda aynıyaşlı karaçam ağaçlandırma alanları arasında ortalama son yıl sürgün uzunluğu yönünden $P > 0,01$ güven düzeyinde istatistiki anlamda farklılık tespit edilmiştir (Tablo 3.7). Bu itibarla ortalama son yıl sürgün uzunluğu değişkenine göre ağaçlandırma alanlarının oluşturduğu homojen grupların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Duncan Testinin sonuçları Tablo 3.11’de belirtilmiştir.

Tablo 3.11: Ortalama Son Yıl Sürgün Uzunluğu İlişkin Duncan Testi Sonuçları

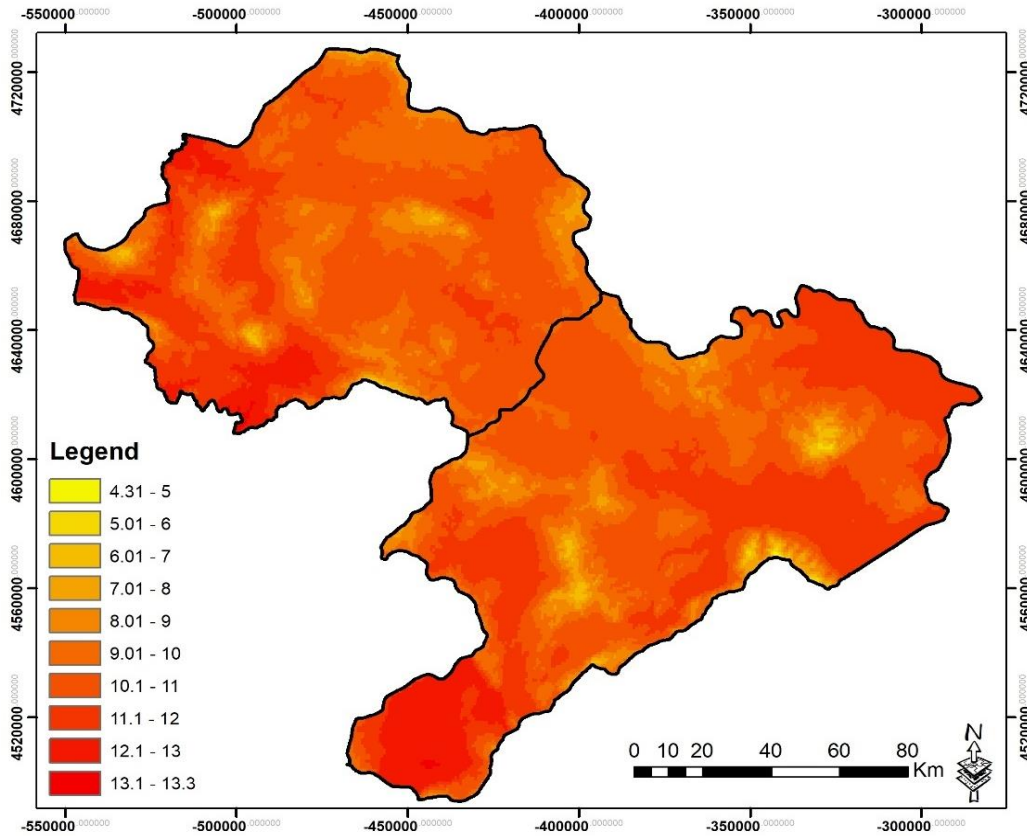
İl	Ağaçlandırma Sahası	Önem Düzeyine Göre Gruplandırma ($P > 0.05$)				
		1	2	3	4	5
Afyonkarahisar	Dişli	1,46				
Kütahya	Gevrekseydi+Doğa	1,41				
Kütahya	Aykırıkçı		1,37			
Kütahya	Erenköy		1,32			
Afyonkarahisar	Dipevler			1,28		
Afyonkarahisar	Karacaahmet			1,25		
Kütahya	Andız			1,23		
Kütahya	Pusan				1,18	
Kütahya	Geven					1,10

$P > 0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan Testi sonuçlarına göre, ağaçlandırma alanlarına dikilen fidanların özellikle boy büyümesi, topraktaki su ve organik besin maddelerinden yararlanma düzeylerinin belirlenmesi yönünden çok önemli bir değişken olan ortalama son yıl sürgün uzunluğu değişkeni açısından birinci grubu Dişli ve Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanları oluşturmuş, bu grubu Aykırıkçı ve Erenköy ağaçlandırma alanları takip etmiştir. Son grupta ise ortalama 1,10 cm son yıl sürgün uzunluğu ile Geven ağaçlandırma alanı yer almıştır (Tablo 3.11). Bu bulgular itibarıyla, Dişli ve Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanlarında fidanların alana adapte olma yetenekleri ve büyüme performansları mevcut ekolojik koşulların özellikle toprak koşullarının diğer alanlara göre özellikle nem ve organik madde açısından daha iyi koşullar gösterebildiği ihtimalinin güçlendirmekte ve buna bağlı olarak bu yörelerdeki karaçam ağaçlandırmaları hem yaşama kabiliyeti açısından hem de büyüme eğilimleri yönünden diğer ağaçlandırma alanlarına göre daha iyi bir performans sergilemektedirler. Bu durum söz konusu yarı-kurak ve kurak mıntika ağaçlandırmalarında özellikle küresel ısınmanın meydana getirdiği olumsuz etkilerde dikkate alındığında özellikle karaçamın başarıyla kullanılabileceğini reel ortamda da kanıtlamaktadır. Nitekim Sungur ve Bilir (2015) bir araştırmada özellikle yarı-kurak mıntikalarda ve nemli-kurak geçiş zonlarında gerçekleştirilen ağaçlandırma çalışmalarında karaçamın iyi bir büyüme performansı sergilediği ancak Akdeniz iklimi ve karstik saha özelliklerine sahip alanlara doğru ilerlendikçe İç Anadolu koşullarından, Akdeniz ekolojik koşullarına geçişte yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında alçak zonlarda kızılçamın, yüksek zonlarda ise sedir ve ardıç türlerinin de düşünülmesi ve kullanılabileceği bildirilmektedir. Öner vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir diğer araştırmada, Çankırı ve çevresindeki ekolojik koşullarda gerçekleştirilecek yarı-kurak ağaçlandırma uygulamalarında hem yaşama yüzdesi hem de boy, çap ve son yıl sürgün gelişimi açısından en başarılı türün yüksek tesis değerine sahip olduğu Anadolu Karaçamı belirtilmektedir. Özel (2018) tarafından Göller Bölgesinde gerçekleştirilen bir diğer araştırmada da, başta rüzgar perdesi olmak üzere yarı-kurak ve kurak mıntika ağaçlandırma çalışmalarında karaçamın öncelikli olarak kullanılması gerektiği bildirilmektedir. Kartal ve Bilir (2022) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırma çalışmasından elde edilen orijinal verilerde de, araştırma alanındaki ekolojik koşullar dikkate alındığında özellikle Afyonkarahisar ilimiz başta olmak üzere Kütahya ve Bilecik yörelerinde gerçekleştirilecek kurak ve yarı-kurak mıntika ağaçlandırma çalışmalarında bilhassa zayıf toprak koşullarına olan kanaatkar davranışı ve uyumu ile karaçamın ön plana çıkan tür olduğu

vurgulanmaktadır. Bu karşılaştırmalar bilgiler ışığında ortaya çıkan değerlendirme sonuçlarına göre araştırma alanındaki yarı-kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırma alanlarında özellikle karaçam ve sedirin yaşama ve gelişim performansı açısından oldukça yüksek bir performansa sahip olabileceği ortaya çıkmıştır.

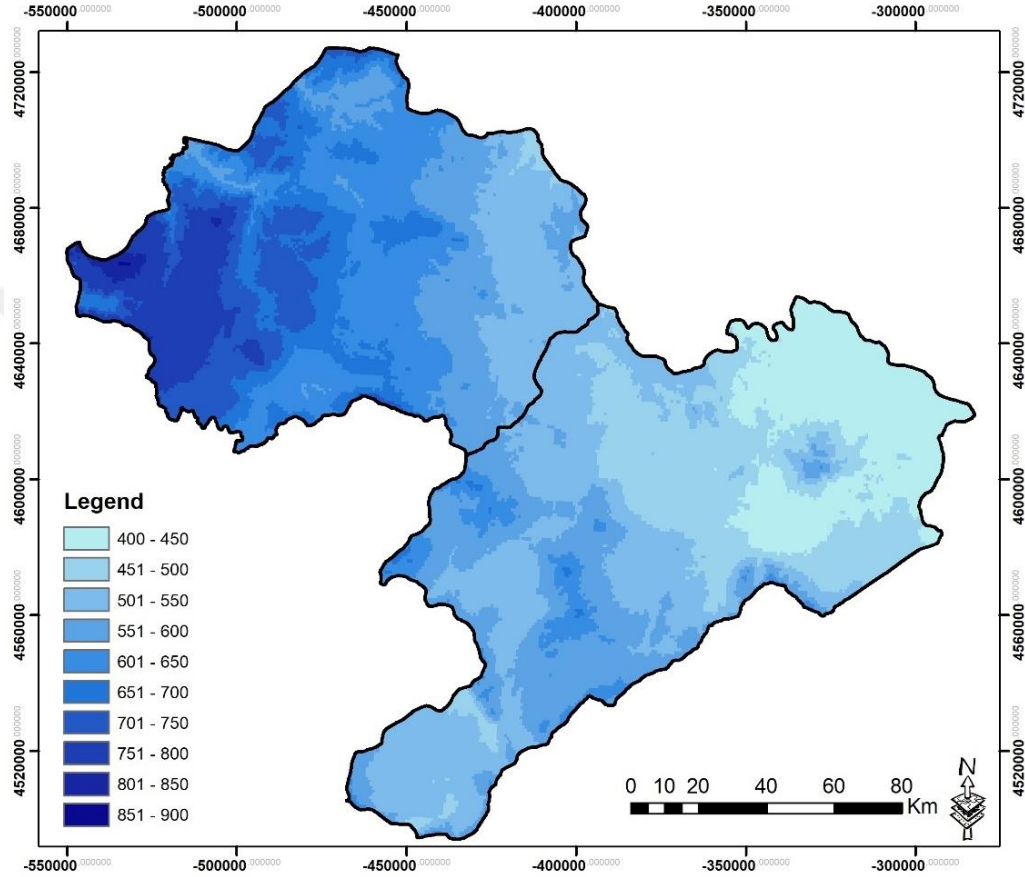
3.3. İklim Değişikliği (Küresel Isınma) Senaryolarına İlişkin Bulgular

Araştırma alanını oluşturan yarı-kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırma alanlarının yer aldığı Afyonkarahisar ve Kütahya yörelerindeki tüm alanlar sayısallaştırılarak küresel ısınmanın olası etkileri senaryolar vasıtasıyla oluşturulan modeller yardımıyla incelenmiş ve alansal değişimleri belirlenmiştir. Bu amaçla, toplam 11 adet Biyoklimatik Değişken kullanılmış ve oluşturulan modellerin çözümlenmesi sonucunda küresel ısınmanın etkilerini ortaya koyan en önemli değişkenlerin %98,74 ve %96,33 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 3.1’de verilmiştir.



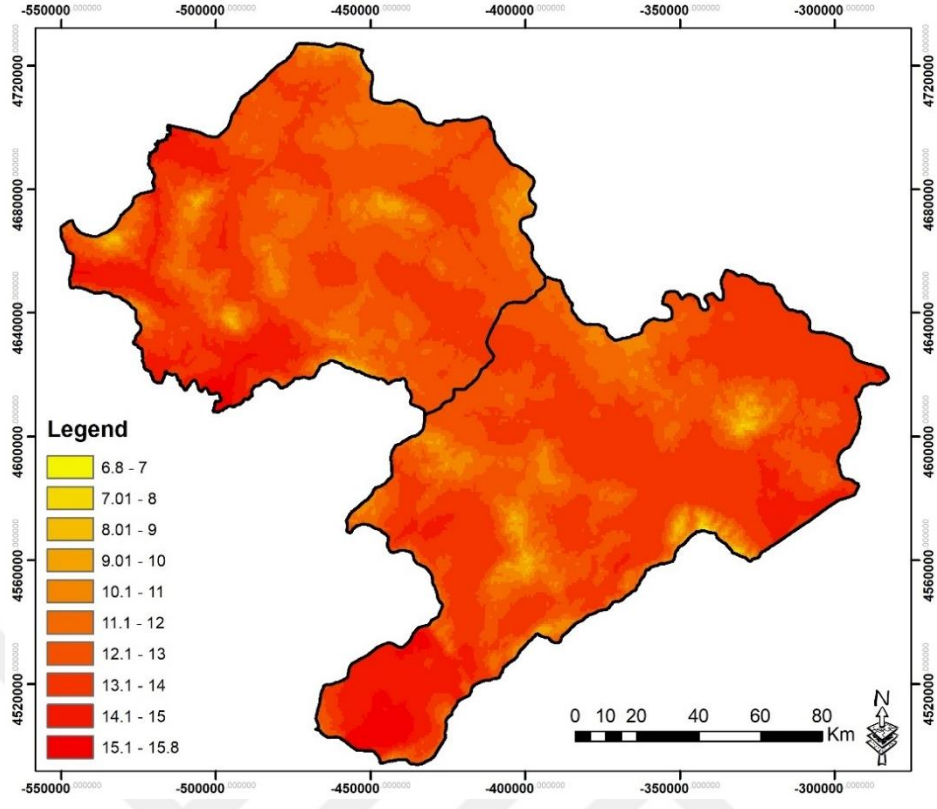
Şekil 3.1: Ağaçlandırma alanlarının güncel sıcaklık haritası

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 3.2’de gösterilmiştir.

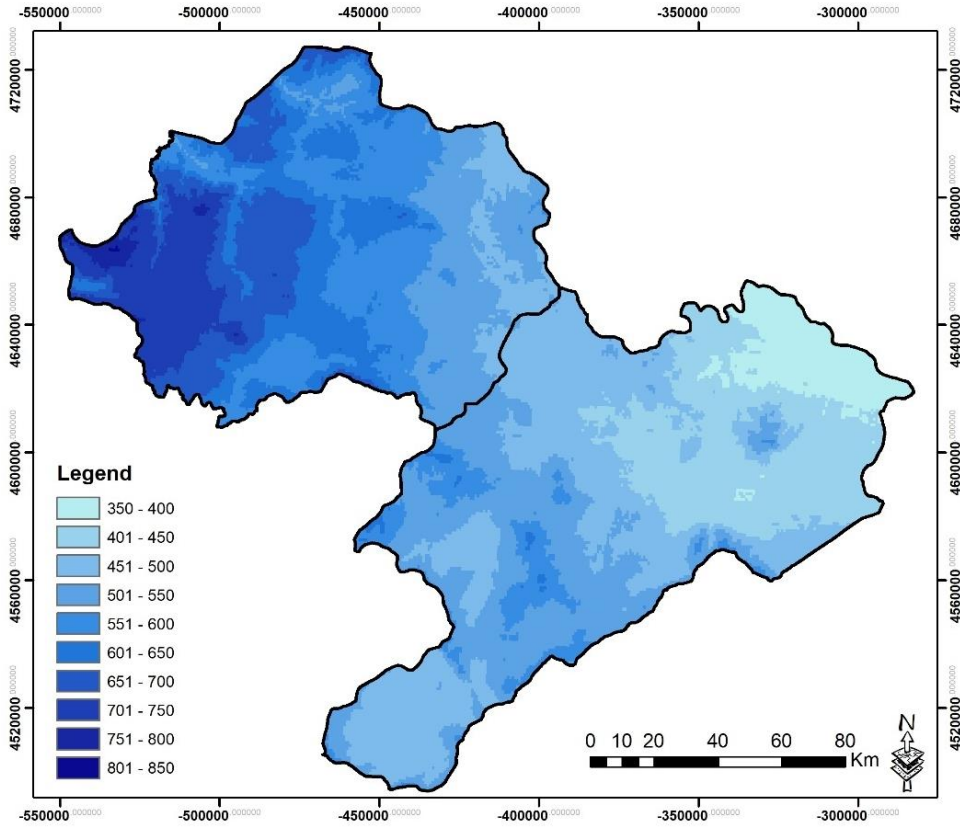


Şekil 3.2: Ağaçlandırma alanlarının günümüz yağış haritası

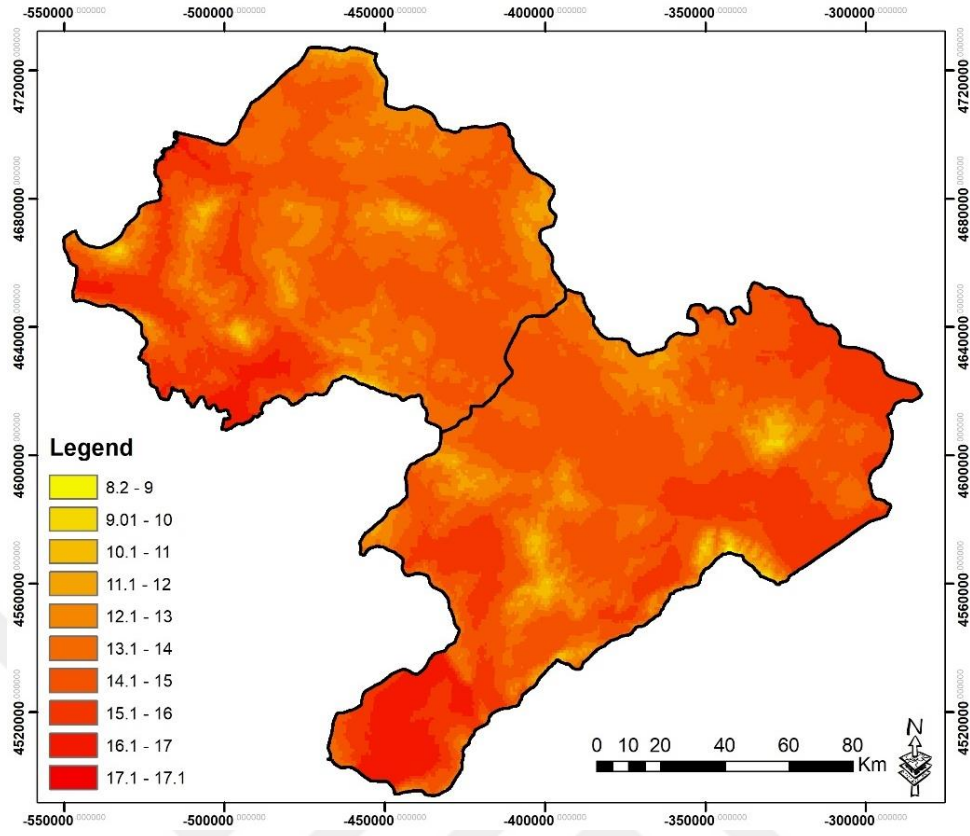
İklim değişikliğinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla küresel ısınma modellerinin oluşturularak çalıştırılması sonucunda ortaya çıkan ve en yüksek güvenilirlik düzeyine sahip bulunan sıcaklık ve yağış değişkenleri, 3 farklı iklim değerlendirme indeksine (De Martonne, Emberger ve Lang) göre hesaplanan SSPs 245 iklim senaryosunun 2060 ve 2100 yıllarına ait sıcaklık ve yağış haritaları ağaçlandırma alanlarının bulunduğu mevcut ve potansiyel alanlara göre hazırlanmış, Şekil 3.3-3.4-3.5 ve 3.6’da belirtilmiştir.



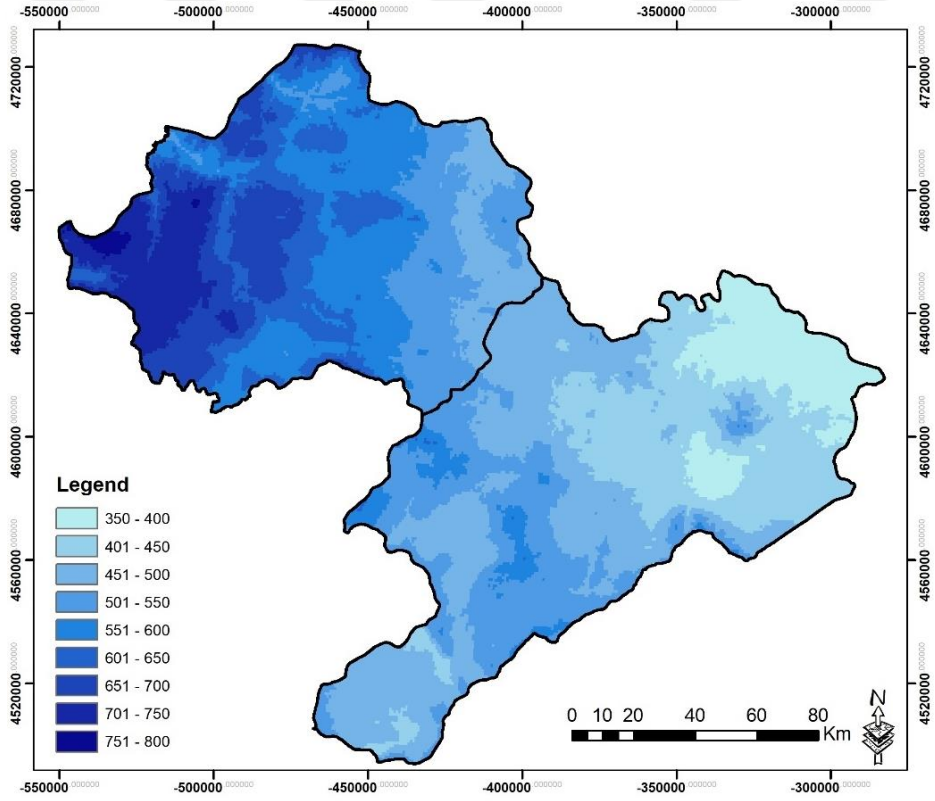
Şekil 3.3: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu.



Şekil 3.4: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu.

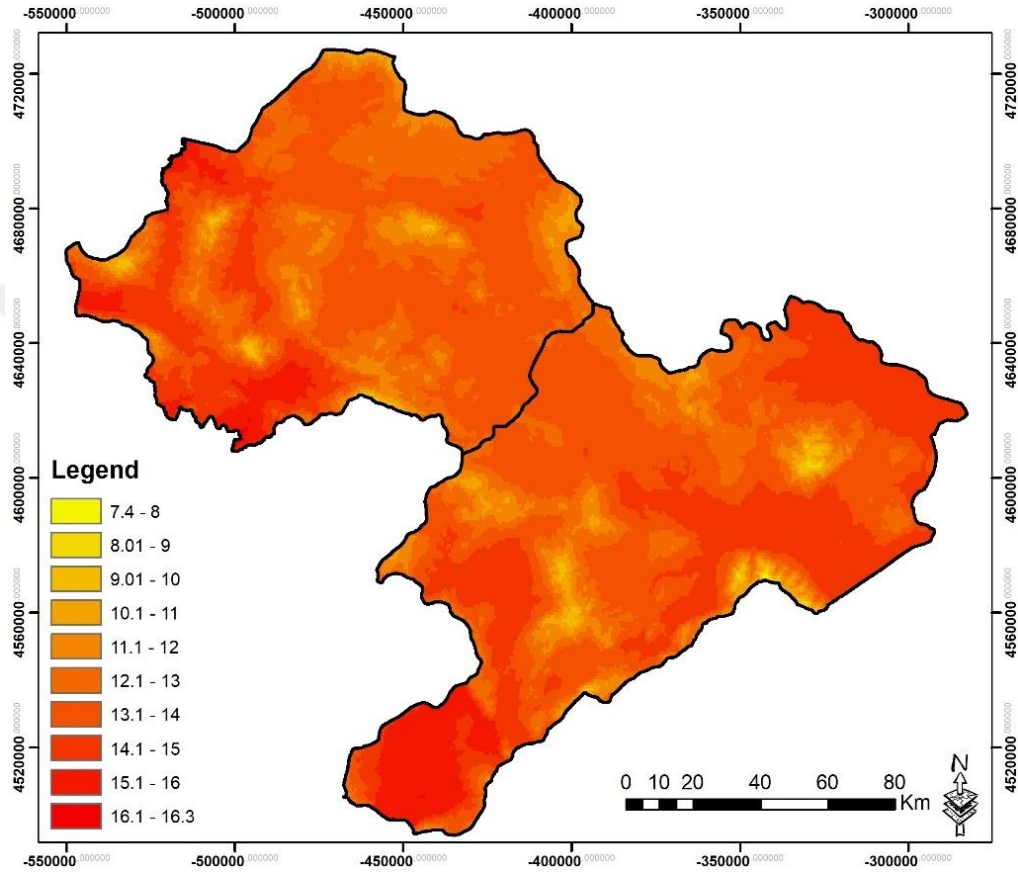


Şekil 3.5: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu.

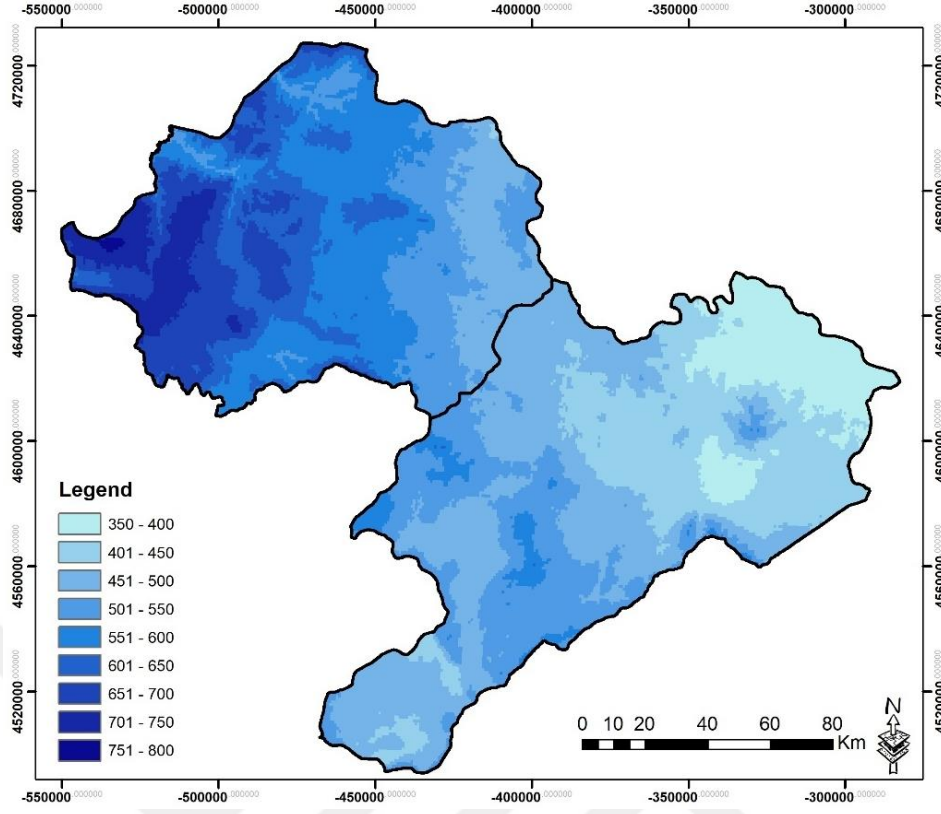


Şekil 3.6: Araştırma alanının SSPs 245 senaryosuna göre 2100 yılı yağış durumu.

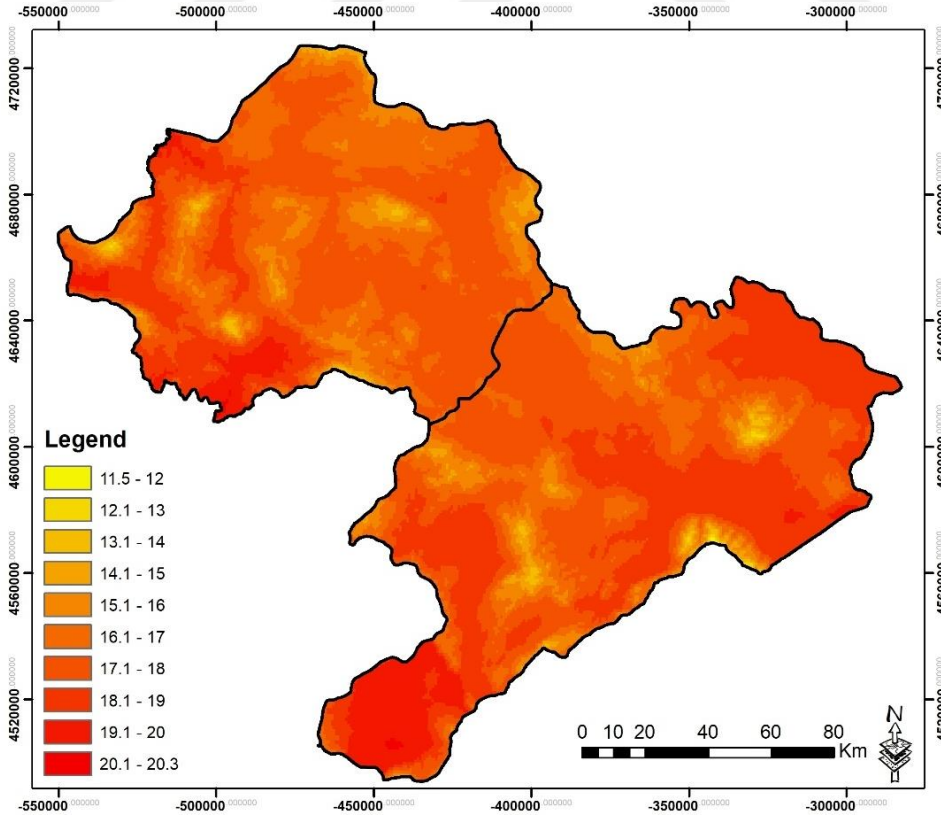
Araştırmada küresel ısınmanın ağaçlandırma alanlarındaki değişimi ve özellikle yarı-kurak ve kurak mntika alanlarındaki değişimlerin ortaya konulması için aynı ekolojik indeksler kullanılarak SSPs 585 iklim değişikliği senaryosundan da yararlanılarak bu senaryo kapsamında araştırma alanının 2060 ve 2100 yıllarına ait sıcaklık ve yağış değişkenlerine ait farklılaşma haritaları Şekil 3.7- 3.8-3.9 ve 3.10'da gösterilmiştir.



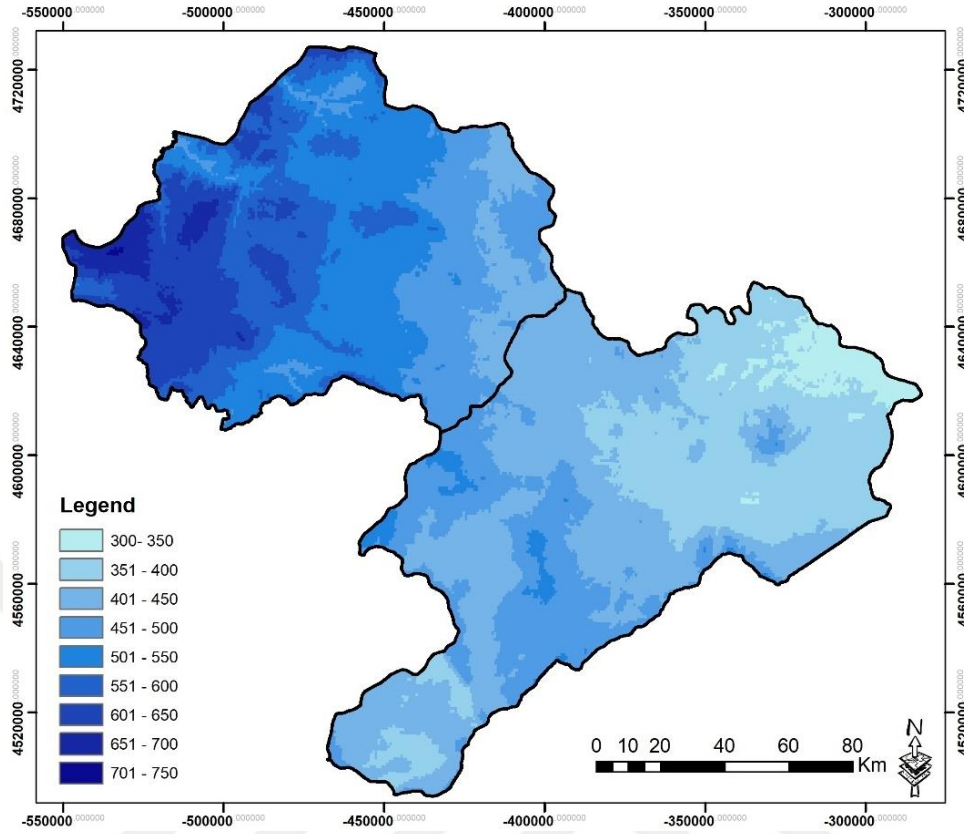
Şekil 3.7: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı sıcaklık durumu.



Şekil 3.8: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılı yağış durumu.



Şekil 3.9: Araştırma alanının SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılı sıcaklık durumu.



Şekil 3.10: 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 3.12’de belirtilmiştir.

Tablo 3.12: 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)
Çöl					3154
Yarı Kurak	3597	176310	247870	271750	344879
Kurak	22381	132770	193430	256460	329160
Yarı Nemli	12392	1396	306	249	
Nemli					

Tablo 3.12’deki bulgulara göre, araştırma kapsamında örnek alanlar alınarak ölçüm ve tespitlerle değerlendirmelerin yapıldığı yarı-kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırmalarının

bulunduğu arazi koşulları sırasıyla 3597 ha ve 22381 ha'dır. Bu alanların önemli bir kısmında Anadolu karaçamı ve Toros sediri kullanılarak gerçekleştirilen ağaçlandırma uygulamaları Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde iklim değişikliğinin olası etkilerinin görüldüğü günümüz şartlarında yabanlaşma eğiliminde olan alanların ıslahı ve verim gücü azalan orman alanlarının iyileştirilmesi açısından oldukça önemli bir olumsuzluğun ortaya çıkmasına engellemek adına oldukça değerli bir teknik ve silvikültürel adım olarak nitelendirilmiştir. Bununla birlikte özellikle araştırma alanlarındaki tarım arazileri ve yerleşim alanlarının küresel ısınma ile ortaya çıkan ve yaşamsal öneme sahip olan tehdidin etkilerinin zayıflatılmasında ve yeni karbon depolama alanlarının kazanımında bu ağaçlandırma alanlarının başarılı uygulamalar olduğu açıktır. Ancak uygulanan küresel ısınma senaryolarına göre uygulanan modeller kapsamında araştırma alanında SSPs 245 sürecine göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 176310 ha'a, kurak alanlar 132770 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 247870 ha'a ve kurak alanlar 193430 ha'a artması beklenmektedir (Tablo 3.12). SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 271750 ha'a, kurak alanlar 256460 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 344879 ha'a ve kurak alanlar 329160 ha'a çıkması öngörülmektedir (Tablo 3.12). Ancak SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılında araştırma alanında ağaçlandırılması mümkün olmayacak olan ve tamamen farklı bir ekosistem koşullarının hüküm sürdüğü 3154 ha büyüklüğünde çöl vejetasyonunun yörede oluşacağı düşünülmektedir (Tablo 3.12). Bu konuda iklim değişikliği senaryoları uygulanarak gerçekleştirilen çok sayıda çalışma ve araştırma olmakla birlikte araştırma alanının da içerisinde yer aldığı bazı önemli çalışmalarda, küresel ısınmanın etkileri ile özellikle Akdeniz, Akdeniz ardı ve karasal iklim tipi özelliklerine sahip alanlarda özellikle sıcaklıklardaki artışlar ve yağış dönemlerindeki azalışlara bağlı olarak yeni yarı-kurak ve kurak mntıkların oluşacağı ve hatta bazı noktalarda çöl vejetasyonunun ve ekosisteminin dahi ülkemizin farklı lokasyonlarında ortaya çıkmasına bağlı olarak ormansızlaşmanın geri dönülemeyecek bir şekilde gerçekleşeceği ve ortaya çıkacağı bildirilmektedir. Bu durum özellikle türler bazında düşünüldüğünde yeni marjinal lokasyonların oluşmasına ve türlerin doğal coğrafi varyasyonlarında önemli daralmaların ve kopmaların ortaya çıkmasına neden olacağı vurgulanmaktadır (Akyol vd., 2020; Akyol vd., 2023; Gür vd., 2024; Varol vd., 2021).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Afyonkarahisar ve Kütahya illerindeki yarı kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırma alanlarında aynı yılda dikilmiş olan yani aynı yaşta olan ağaçlandırma sahaları içinden alınan örnek alanlarda belirlenen kantitatif özellikler olan ortalama boy, ortalama dip kütük çapı ($d_{0,30}$), ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) (m) ve ortalama son yıl sürgün uzunluğu (cm) değişkenlerine ilişkin verilere uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre söz konusu bu kantitatif özellikler yönünden ağaçlandırma alanları arasında %99 güven düzeyinde istatistiki açıdan önemli farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.7). Buna göre ağaçlandırma alanları arasındaki homojen grupları belirlemek amacıyla Duncan Testi uygulanmıştır. Buna göre, Varyans analizi sonucunda, ortalama boy değişkeni yönünden ağaçlandırma sahalarında istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmuş ve bu kapsamda uygulanan Duncan Testi göre elde edilen homojen gruplar Tablo 3.8’de açıklanmıştır. Bu itibarla, Dişli, Geven ve Işıklar ağaçlandırma sahaları ortalama boy değerleri açısından farklı grupları oluştururken; Gevrekseydi+Doğa, Aykırıkçı ve Erenköy ağaçlandırma sahaları aynı grubu, Dipevler ve Karacaahmet ağaçlandırma sahaları aynı grubu, Pusan ve Andız ağaçlandırma sahaları diğer grubu oluşturmuştur (Tablo 3.8).

Yapılan tespitlere göre, Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde toplam 38 örnek alanda ölçülen 1969 bireyde yaşayan birey sayısı 1681 adettir. 1681 adet bireyin 1541 adeti sağlıklı ve 140 adedi sağlıklısız bireyden oluşmaktadır. Afyonkarahisar ilinde seçilen ağaçlandırma sahalarında ölçülen 990 adet bireyin 853 (%86,16) adedi yaşamakta olup sağlıklı birey sayısı 767 (%89,92) ve sağlıklısız birey sayısı 86 (%10,08) adettir. Kütahya ilinde ölçülen 979 adet bireyin 828 (%84,58) adedi yaşamakta olup bu bireylerin 774 (%93,48) adeti sağlıklı bireyden oluşurken 54 (%6,52) adedi sağlıklısız bireyden oluşmaktadır (Tablo 3.6).

Ortalama kök boğaz çapı gelişimi ($d_{0,30}$) araştırma kapsamında aynıyaşlı ağaçlandırma alanlarında incelenen bir diğer önemli büyüme özelliğidir. Bu kapsamda gerçekleştirilen tek yönlü varyans analizi sonucunda aynıyaşlı ağaçlandırma alanları arasında istatistiki açıdan %99 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı farklılıkla bulunmuştur (Tablo 3.7). Bu kapsamda oluşan homojen grupları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda 5 farklı homojen grup ortaya çıkmıştır (Tablo 3.9). Bu itibarla Dişli ve Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanları ilk iki grubu oluştururken, Andız, Pusan ve Geven ağaçlandırma alanları son grubu oluşturmuştur. Bu durumun genel olarak Kütahya yöresindeki

ağaçlandırma alanlarının daha sığ ve yüzeysel taşlılık oranı daha yüksek bir arazide tesis edilmiş olması, buna karşın Afyonkarahisar'daki ağaçlandırma alanlarının hem daha korunaklı hem de orman rejyonlarına daha yakın daha verimli alanlarda tesis edilmiş olması gösterilebilir (Tablo 3.9).

Araştırma kapsamında aynıyaşlı Anadolu karaçamı ağaçlandırma alanlarında ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) de incelenmiştir. Bu amaçla alınan örnek alanlarda gerçekleştirilen ölçümlerden elde edilen verilerin ortalamalarına uygulanan varyans analiz sonucunda ağaçlandırma alanları arasında ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) değişkeni yönünden $P>0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.7). Bu kapsamda ağaçlandırma alanları arasında homojen grupların nasıl oluştuğunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Duncan Testi sonucunda ulaşılan bulgular Tablo 3.10'da gösterilmiştir. Tablo 3.10'da yer alan bulgulara göre Anadolu karaçamı türüyle 2 farklı yörede tesis edilen ağaçlandırma alanlarından aynıyaşlı olanlar arasında gerçekleştirilen karşılaştırmalar sonucunda, Afyonkarahisar yöresinde yer alan Dişli yöresinde gerçekleştirilen ağaçlandırmalar ortalama tepe yüksekliği (tepe boyu) yönünden ilk sırada yer alırken, Kütahya yöresindeki Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanı ikinci grupta, yine Kütahya yöresinde bulunan Andız, Pusan ve Geven ağaçlandırma alanları ise son grupta yer almışlardır. Bu durumun nedeni olarak özellikle Afyonkarahisar ilinin sınırları içerisinde yer alan Dişli ağaçlandırma alanının diğer ağaçlandırma alanlarına göre daha korunaklı olması ve buna bağlı olarak başta kar ve fırtına gibi abiyotik faktörlerin zararlı etkilerinden dikimle alana getirilen bireylerin tepe yapılarının daha az zarar görmesi gösterilebilir.

Afyonkarahisar ve Kütahya illerinin farklı lokasyonlarında tesisi edilen ve aynıyaşlı olduğu belirlenen Anadolu karaçamı yarı-kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırmalarında yapılan kantitatif karakter değerlendirmeleri kapsamında ölçülerek ortalama değerler yönünden ağaçlandırma alanları itibarıyla karşılaştırılan son parametre ortalama son yıl sürgün uzunluğu olmuştur. Bu kapsamda elde edilen ham verilerin ortalaması üzerinden gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda aynıyaşlı Anadolu karaçamı ağaçlandırma alanları arasında ortalama son yıl sürgün uzunluğu yönünden $P>0,01$ güven düzeyinde istatistiki anlamda farklılık tespit edilmiştir (Tablo 3.7). Bu itibarla ortalama son yıl sürgün uzunluğu değişkenine göre ağaçlandırma alanlarının oluşturduğu homojen grupların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Duncan Testinin sonuçları Tablo 3.11'de belirtilmiştir. $P>0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan Testi sonuçlarına göre,

ağaçlandırma alanlarına dikilen fidanların özellikle boy büyümesi, topraktaki su ve organik besin maddelerinden yararlanma düzeylerinin belirlenmesi yönünden çok önemli bir değişken olan ortalama son yıl sürgün uzunluğu değişkeni açısından birinci grubu Dişli ve Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanları oluşturmuş, bu grubu Aykırıkçı ve Erenköy ağaçlandırma alanları takip etmiştir. Son grupta ise ortalama 1,10 cm son yıl sürgün uzunluğu ile Geven ağaçlandırma alanı yer almıştır (Tablo 3.11). Bu bulgular itibarıyla, Dişli ve Gevrekseydi+Doğa ağaçlandırma alanlarında fidanların alana adapte olma yetenekleri ve büyüme performansları mevcut ekolojik koşulların özellikle toprak koşullarının diğer alanlara göre özellikle nem ve organik madde açısından daha iyi koşullar gösterebildiği ihtimalinin güçlendirmekte ve buna bağlı olarak bu yörelerdeki Anadolu karaçamı ağaçlandırmaları hem yaşama kabiliyeti açısından hem de büyüme eğilimleri yönünden diğer ağaçlandırma alanlarına göre daha iyi bir performans sergilemektedirler.

Araştırma alanını oluşturan yarı-kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırma alanlarının yer aldığı Afyonkarahisar ve Kütahya yörelerindeki tüm alanlar sayısallaştırılarak küresel ısınmanın olası etkileri senaryolar vasıtasıyla oluşturulan modeller yardımıyla incelenmiş ve alansal değişimleri belirlenmiştir. Bu amaçla, toplam 11 adet Biyoklimatik Değişken kullanılmış ve oluşturulan modellerin çözümlenmesi sonucunda küresel ısınmanın etkilerini ortaya koyan en önemli değişkenlerin %98,74 ve %96,33 güven düzeyleri ile sıcaklık ve yağış faktörlerinin olduğu ortaya çıkmıştır. 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 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da belirtilmiştir. Araştırmada küresel ısınmanın ağaçlandırma alanlarındaki değişimi ve özellikle yarı-kurak ve kurak mıntıka alanlarındaki değişimlerin ortaya konulması için aynı ekolojik indeksler kullanılarak SSPs 585 iklim değişikliği senaryosundan da yararlanılarak bu senaryo kapsamında araştırma alanınının 2060 ve 2100 yıllarına ait sıcaklık ve yağış değişkenlerine ait farklılaşma haritaları Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'da gösterilmiştir. 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 3.12'de belirtilmiştir. Tablo 3.12'deki bulgulara göre, araştırma kapsamında örnek

alanlar alınarak ölçüm ve tespitlerle değerlendirmelerin yapıldığı yarı-kurak ve kurak mıntika ağaçlandırmalarının bulunduğu arazi koşulları sırasıyla 3597 ha ve 22381 ha'dır. Bu alanların önemli bir kısmında Anadolu karaçamı ve Toros sediri kullanılarak gerçekleştirilen ağaçlandırma uygulamaları Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde iklim değişikliğinin olası etkilerinin görüldüğü günümüz şartlarında yabancılaşma eğiliminde olan alanların ıslahı ve verim gücü azalan orman alanlarının iyileştirilmesi açısından oldukça önemli bir olumsuzluğun ortaya çıkmasına engellemek adına oldukça değerli bir teknik ve silvikültürel adım olarak nitelendirilmiştir. Bununla birlikte özellikle araştırma alanlarındaki tarım arazileri ve yerleşim alanlarının küresel ısınma ile ortaya çıkan ve yaşamsal öneme sahip olan tehdidin etkilerinin zayıflatılmasında ve yeni karbon depolama alanlarının kazanımında bu ağaçlandırma alanlarının başarılı uygulamalar olduğu açıktır. Ancak uygulanan küresel ısınma senaryolarına göre uygulanan modeller kapsamında araştırma alanında SSPs 245 sürecine göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 176310 ha'a, kurak alanlar 132770 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 247870 ha'a ve kurak alanlar 193430 ha'a artması beklenmektedir (Tablo 3.12). SSPs 585 senaryosuna göre 2060 yılında yarı kurak niteliğine sahip olan alanlar 271750 ha'a, kurak alanlar 256460 ha'a, 2100 yılında ise aynı senaryoya göre yarı kurak nitelikteki alanlar 344879 ha'a ve kurak alanlar 329160 ha'a çıkması öngörülmektedir (Tablo 3.12). Ancak SSPs 585 senaryosuna göre 2100 yılında araştırma alanında ağaçlandırılması mümkün olamayacak olan ve tamamen farklı bir ekosistem koşullarının hüküm sürdüğü 3154 ha büyüklüğünde çöl vejetasyonunun yörede oluşacağı görülmektedir (Tablo 3.12).

Bu araştırmadan elde edilen veriler doğrultusunda, araştırmanın gerçekleştirildiği Afyonkarahisar ve Kütahya yörelerinde gerçekleştirilen yarı-kurak ve kurak mıntika ağaçlandırmaları tekniğine uygun olarak gerçekleştirilmiş ve başta iyi bir rüzgâr perdesi oluşturup daha arka kısımlarda bulunan tarım arazileri ve yerleşim alanlarının özellikle kuraklık tehdidinden korunması aşamasında tesis yılından itibaren on yıllık süreç içerisinde önemli olumlu etkiler meydana getirmiştir. Diğer taraftan günümüzün en önemli çevre sorunu olan küresel iklim değişikliği ve özellikle bu değişikliğin son versiyonu olan küresel ısınma karşısında hem iklim özellikleri değişmekte hem de vejetasyon ve ekosistem nitelikleri önemli farklılaşmalara uğramaktadır. Bu itibarla araştırma alanı gibi ülkenin önemli ekosistemlerinden birisi olan Akdeniz ve Ege Havzalarının degrade orman alanlarına sahip olmasının önüne geçmek ve yeni karbon tutma noktaları olan verimli orman kazanımlarını artırmak için yarı-kurak ve kurak mıntika ağaçlandırmalarına her dönemde

gereken önem verilmeli ve bu konuda gerek arazi seçimi gerekse başta ekim ve dikim materyali olmak üzere kullanılacak ağaçlandırma tekniklerinin her zaman doğru bir şekilde yapılmasına her zamankinden daha çok ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kapsamda özellikle Anadolu karaçamı, kızılçam, halepçamı, Toros sediri, ardıç ve andız gibi türlere ilişkin uygun orijinlerin ve döllerin gerekli test programları ile genetik açıdan belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle ülkemizde küresel ısınmanın tehditkâr olacağı ilk ve öncelikli yöreler teorik ve uygulamalı dijital yöntemlerden ve modelleme tekniklerinden yararlanılarak kısa sürede belirlenmeli ve bu yörelerde farklı yükselti kademelerinde denemeler tesisi edilmeli ve yakından takip edilmelidir. Ayrıca özel nitelikli ağaçlandırmalar içinde değerlendirilen yarı-kurak ve kurak mıntıka ağaçlandırmalarında teknikleri doğru bir şekilde uygulamak başta olmak üzere karar mekanizmasında önemli görevleri yerine getirecek olan teknik elemanların tüm yönleriyle yetiştirilmesi ve uygulamada çalışmaya başlaması gerekmektedir. Bu nedenle başta küresel ısınma süreçlerine ilişkin güncel veri ve değişkenleri iyi bilen, modelleme uygulamalarına doğru bir şekilde dahil edebilen teknik elemanlarının doktora derecelerinde özgün çalışmalar yapması sağlanarak yetiştirilmeleri ve eğitim almaları yararlı olacaktır. Diğer taraftan verilerin çokluğu ve doğruluğu doğru karar verme süreçlerinin izlenmesinde ve küresel ısınma süreçlerinde doğru kararların verilmesinde çok önemlidir. Bu nedenle ülkenin her noktasında başta iklim verileri olmak üzere modern ekoloji takip ve tespit istasyonları kurulmalı ve tüm indikatör değişkenler yakından izlenerek bunların başta orman ekosistemi olmak üzere tüm özel yaşam birliklerine etkisi her zaman periyodik olarak takip edilmelidir.

....

5. KAYNAKLAR

- Agee, J. K. ve Skinner, C. N. (2005). Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management* 211:83–96.
- Akın, G. (2006). Global Warming, Causes and Results, *Journal of Language and History Geography*, 46(2): 29-43.
- Akkemik, Ü. (2020). Türkiye'nin bütün ağaçları ve çalıkları (Ed., Akkemik, Ü.), İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 56-58.
- Akyol, A., Örucü, Ö. K ve Arslan, E. S. (2020). Habitat suitability mapping of stone pine (*Pinus pinea* L.) under the effects of climate change. *Biologia*, 75, 2175-2187.
- Akyol, A., Örucü, Ö. K., Arslan, E. S., ve Sarıkaya, A. G. (2023). Predicting of the current and future geographical distribution of *Laurus nobilis* L. under the effects of climate change. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(4):1-18.
- Atalay, İ. (1983). Türkiye vejetasyon coğrafyasına giriş, İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 48-49.
- Atalay, İ. (1994). Türkiye vejetasyon coğrafyası. Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, İzmir, 68-69.
- Avcı, M. (1990). Göller yöresi batı kesiminin bitki coğrafyası. (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 8-9.
- Avcu, A. ve Karabulut, M. (2019). Başkonuş Dağında (Kahramanmaraş) bitki örtüsü dağılışının ekolojik şartlarının CBS kullanılarak incelenmesi. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi. İstanbul, Türkiye, 19-31.
- Bacanlı, U. G., Dikbas, F. ve Baran, T. (2012). Kuraklık analizinde entropi yöntemi. VII. Ulusal Hidroloji Kongresi 26-27, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 12-13.
- Barry Cox, C., Peter, D.M. ve Richard J.L. (2017). Biogeography an ecological and evolutionary approach, (Editör: Gök, A.). Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. 26-27.
- Berthe, Y. (1997). The Role of Forestry in Combating Desertification: World Forestry Congress, Antalya, 23-25.
- Beşkök, T. (1958). Kurak Mıntikalarda Ağaçlandırma Tekniği (FAO Çeviri). Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınları Serisi No: 6, Ankara, 11-14.
- Bilgin, C.C. ve Türkeş, M. (2008). Country report for Turkey. Changing climate, changing biodiversity in South-East Europe. 18-19 Haziran 2008, Belgrat, Sırbistan, 32-36.
- Bilir, N. (2021). Türkiye'deki ağaçlandırma faaliyetlerinin alansal irdelenmesi. *Theoretical and Applied Forestry* 1:1-4.

- Bilir, N. ve Gülcü, S. (2015). General over view of forest establishment in Turkish forestry. Reforestation Challenges, 3-6 June, Belgrade, 159-163.
- Bilir N., Çatal Y., Tekocak S. ve Çercioglu M. (2017). Fertility Variation in Endemic Populations of Ehlami Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* var. *pyramidata*). *Journal of Forestry Reserch*, 28(4), 683–686.
- Bolat, M. (2021). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Baklagil Tarımına Ekonomik Etkisi Ve Uyum Politikaları: Nohut Örneği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara, 176.
- Boydak, M. ve Çalikoğlu, M. (2008). Toros sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) biyolojisi ve silvikültürü, Lazer Ofset Matbaa, 1. Baskı, Ankara, 284.
- Bölük, E. (2016). Erinç iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, 24-25.
- Byrne, B. M. (2010). Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming. Taylor and Francis Group Publication, 21-22.
- Canadell, J. G., Le Quéré, C., Raupach, M. R., Field, C. B., Buitenhuis, E. T., Ciais, P., ... & Marland, G. (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104(47), 18866-18870.
- Canadell, J. G. ve Raupach, M. R. (2008). Managing Forests for Climate Change Mitigation. *Science* 320:1456–1457.
- Cevahir, E. (2020). SPSS ile nicel veri analizi rehberi, Kibebe, 12-11.
- CICI (2003). Report of the international conference on the contribution of criteria and indicators for sustainable forest management: The way forward. Volume 2, February 3–7 2003, Guatemala City, Guatemala, <http://www.fao.org/docrep/005/J0077E/J0077E00.htm#TopOfPage>, 23.10.2009.
- Çepel, N., Dündar, M. ve Günel, A., (1977). Türkiye’nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimiyle Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler. TÜBİTAK Yayınları, Yayın No: 354/65, Ankara, 99.
- Çepel, N. ve Dündar, M., (1980). Bolu- Aladağ Orman Ekosistemlerinde Sarıçam’ın (*Pinus sylvestris* L.) Boy Artımı ile Reliyef ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 30(1): 129-140.
- Dalfes, H. N., Karaca, M. ve Şen, Ö, L. (2007). Climate change scenarios for Turkey. İçinde: Ç. Güven (Editör) Climate Change and Turkey Impacts, Sectoral Analyses, Socio-Economic Dimensions. 11-18, Ankara: United Nations Development Programme (UNDP) Turkey, 125.
- Daşdemir, İ. (1992). Türkiye’deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Carr.) Ormanlarında

Yetiştirme Ortamı Faktörleri– Verimlilik İlişkisi. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Yayın No: 64, Ankara, 97.

- Değirmenci, A.S. ve Zengin, H. (2016). Ormanlardaki karbon birikiminin konumsal ve zamansal değişiminin incelenmesi: Daday planlama birimi örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2): 177-187.
- Demir, İ. G. ve Kılıç Coşkun M. (2008). Climate predictions for Turkey using PRECIS Regional Climate Model: Scenario HaDAMP3 SRES A2. Proceedings of the International Fourth Symposium on Atmospheric Sciences, 25-28 Mart 2008, İstanbul, 25.
- Demir, S. (2022). Comparison of Normality Tests in Terms of Sample Sizes under Different Skewness and Kurtosis Coefficients *International Journal of Assessment Tools Education*, Vol. 9, No. 2: 397–409.
- Erbach, G. (2021). European climate law. Regulation (EU), 1119.
- Ercanlı, İ., Günlü, A., Altun, L. ve Başkent, E.Z., (2008). Relationship between site index of oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) and ecological variables in Maçka, Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 319- 329.
- Erinç, S. (1965). Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları* No: 41. İstanbul, 26.
- Ertürk, A. K. ve Bayar, F. A. (1984). Türkiye'nin iklim tasnifi Erinç kuraklık indis formülüne göre. Ankara: T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 101.
- Eruz, E. (1984). Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Anadolu karaçamı Meşcerelerinin Boy Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3244/368, İstanbul, 78.
- FAO, (1989). Arid Zone Forestry a Guide for Field Technicians. Food and Agriculture Organization of the United Nations Publication. Rome. Genç, M. (2004). Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 44, Isparta, 75.
- Field, A. (2013). Discovering statistics using SPSS. Sage Publications.
- George, D. ve Mallery, M. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0. Pearson, 25.
- Gravetter, F. ve Wallnau, L. (2014). Essentials of statistics for the behavioral sciences. Wadsworth, 26.
- Guisan, A., Theurillat, J. P. ve Kienast, F. (1998). Predicting the potential distribution of plant species in an Alpine environment. *Journal of Vegetation Science*, 9, 65–74.

- Gülsoy, S., Suel, H., Celik, H., Özdemir, S. ve Özkan, K., (2014). Modelling site productivity of Anatolian black pine stands in response to site factors in Buldan District, Turkey. *Pakistan Journal of Botany* 46(1): 213-220.
- Güner, Ş.T., Özkan, K., Çömez, A. ve Çelik, N. (2011). İç Anadolu Bölgesi'nde Anadolu Anadolu karaçamının (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) verimli olabileceği potansiyel alanların odunsu gösterge türleri. *Ekoloji*, 51-58.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R. ve Çelik, N. (2016). Türkiye'deki Anadolu karaçamı ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66(1): 159-172.
- 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
- Haider, S. ve Adnan, S. (2014). "Classification and assessment of aridity over Pakistan provinces (1960-2009)". *International Journal of Environment*, 3(4), 24-35.
- Hair, J. F., Black, W.C., Babin, B.J. ve Anderson, R.E. (2010). Multivariate data analysis: A global perspective. Prentice Hall, 21.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 13.
- IPCC (2021). Summary for policymakers. in: climate change 2021: The physical science basis. contribution of working group i to the sixth assessment report (ar6 wg i) of the intergovernmental panel on climate change. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (Eds.). New York, NY & Cambridge: Cambridge University Press., 98.
- ITTO (2005). Revised ITTO criteria and indicators for the sustainable management of tropical forests including reporting format. ITTO Policy Development Series No 15.
- İlter, E. ve Ok, K. (2004). Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi, Form Ofset Matbaacılık, Ankara, 488.
- Kandemir, A. ve Mataracı, T. (2018). Resimli Türkiye Florası, Cilt 2. (Edt: Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I., Çimen, A. Ö.). TEMAVakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul. 324-354.
- Kalay, Z. (1989). Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında Saf Doğu Ladini (Dorukağaç) (*Picea orientalis* (L.) LINK.) Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak Özelliklerinin ve Fizyografik Etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Doçentlik Tezi, Trabzon, 58.

- Karatepe, Y. (2004). Gölcük (Isparta)' te Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A(2): 1-16.
- Kartal, R. ve Bilir, N. (2022.) Bartın University International *Journal of Natural and Applied Sciences JONAS*, 2022, 5(1): 10-17
- Katranç, M. D. (1990). Türkiye'de Toros sediri ormanlarının yayılış alanında ekolojik ilişkiler. Uluslararası Toros sediri Sempozyumu, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Muhtelif Yayın* No: 59, s. 12-25.
- Kline, R. B. (2011). Principles and practice of structural equation modeling. (2nded.), New York: The Guilford Press, 13-14.
- Koçaş, A. (2011). Seydişehir yöresindeki Toros sedirii (*Cedrus Libani*) ağaçlandırmalarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 76.
- Leech, G. (2014). Classification of arid & semi-arid areas: A case study in western Australia. Erişim linki: http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/n1673/pdf/guy_leech.pdf, erişim tarihi 20.04.2018.
- Magnani, F., Mencuccini, M., Borghetti, M., Berbigier, P., Berninger, F., Delzon, S., Grelle, A., Hari, P., Jarvis, P. G. ve Kolari, P. (2007). The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature* 447:849–851.
- Maliva, R. ve Missimer, T. H. (2012). Aridity and Drought, Arid Lands Water Evaluation and Management, Springer Publisher, 21-37.
- MCPFE (2002). Improved Pan-European indicators for sustainable forest management. MCPFE Expert Level Meeting, 7-8 October, Vienna, Austria. http://www.foresteurope.org/filestore/mcpfe/Publications/pdf/improved_indicators.pdf. Erişim Tarihi: 25.10.2009.
- MCPFE (2006). Inter-criteria and indicators (C&I) process collaboration workshop. A Collaborative Effort by the ITTO, the MCPFE, the Montreal Process, the FAO, the UNECE and the U.S. Forest Service, 8–10 June 2006, Bialowieza, Warszawa, Poland, 98-100.
- MGM (2017). http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf. (29.03.2021).
- Millar, C. I., Stephenson, N. ve Stephens, S. L. (2007). Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications* 17:2145–2151.
- OGM, (2021). Ormancılık İstatistikleri 2019. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (29.03.2021).

- Öner, N., Erşahin, S., Ayan S. ve Özel, H. B. (2016). İç Anadolu'da Yarıkurak Alanların Rehabilitasyonu, *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2016, 2 (1-2) 32-44.
- Önol, B. ve Semazzi, F. M. (2009). Regionalization of Climate Change Simulations over the Eastern Mediterranean. *Journal of Climate* 22: 1944-1961.
- Özel, H. B., Ertekin, M. ve Tufanoğlu G. Ç. (2010). Devrek-Akçasu Yöresindeki Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ağaçlandırmalarında Boy Artımı ile Bazı İklim Faktörleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Ecological Life Science*, 5(4), 376-389.
- Özel, S. (2018). Isparta-Yalvaç Yöresi Ağaçlandırma Çalışmalarının Silvikültürel Değerlendirilmesi. Y. Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 56.
- Özkan, K., Gülsoy, S. ve Mert, A., (2008). Interrelations between height growth and site characteristics of *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. *Journal of the Malaysian Forester* 71: 9-16.
- Öztürk, M. Z. (2010). Uludağ (zirve) ve Bursa meteoroloji istasyonlarının karşılaştırmalı iklimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (55). 13-24.
- Özyuvacı, N. (1999), Meteoroloji ve Klimatoloji, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 975-404-544-5.
- Penman, H. L. (1948), Natural Evapotranspiration from open water, bare soil and grass, *Proceedings of the Royal Society of London. Series A*, Vol 193 (1032), 120-145.
- Pilkey, O. H. ve Pilkey-Jarvis, L. (2007). Useless arithmetic: why environmental scientists can't predict the future. Columbia Univ Press, New York, 87.
- Romanyà, J. ve Vallejo, V. R. (2004). Productivity of *Pinus radiata* plantations in Spain in response to climate and soil. *Forest Ecology and Management*, 195(1-2), 177-189.
- Saatçioğlu, F. (1969). Silvikültür I, silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 323.
- Sevim, M. (1955-a). Lübnan Toros sedirinin Türkiye'deki tabii yayılışı ve ekolojik şartları. Orman Genel Müdürlüğü. Yayın No: 143, 98.
- Sungur, N. ve Bilir, N. (2015). Isparta-Senirkent yöresi orman rehabilitasyon sahalarının başarı durumu. Süleyman Demirel Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 19(1): 107-111.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics*. Pearson Hill Publication.
- Tanişman V. (2017). Başkomutan Tarihi Milli Parkında Uygulanan ve Potansiyel Silvikültürel Müdahalelerin İrdelenmesi. Y. Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta 76.

- Thornthwaite, C.W. (1948) An approach toward a rational classification of climate, *Geographical Review*, 38 (1): 55-94.
- Tolunay, D. (2015). Türkiye’de ormansızlaşma ile kaybedilen karbon miktarları. 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu,7-9 Ekim 2015, İzmir, 21
- Tolunay, D. ve Çömez, A. (2008). Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye’deki durum. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar. 13-14 Aralık 2007, İstanbul, 97-108.
- Topçu, F. H. (2018). Düşük karbon ekonomisine geçmeme: İklim değişikliği ve enerji politikaları bağlamında bir bakış. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 18(2018 Özel Sayısı), 115-154.
- Trochim, W. M. ve Donnelly, J. P. (2006). The research methods knowledge base. Atomic Dog. Oxford Press.
- Tunçtaner, K., Özel H. B. ve Ertekin, M. (2007). Bartın Yöresindeki Ağaçlandırma Alanlarında Kullanılan Yerli ve Yabancı Türlerin Adaptasyon Yetenekleri Üzerine Araştırmalar. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. Cilt:9 Sayı:11 Yıl: 2007.
- Türkeş, M. (1990). Türkiye’de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar. (Doktora Tezi) İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul, 76
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). ‘Global Climate Change and Possible Effects’, Ministry of Environment, The United Nations Framework Contract on Climate Change Seminar Notes (13 April 2000, İstanbul Chamber of Industry), 7-24, ÇKÖK General Directorate, Ankara, 24.
- Türkeş, M. ve Tatlı, H. (2010). Kuraklık ve yağış etkinliği indislerinin çölleşmenin belirlenmesi, nitelenmesi ve izlenmesindeki rolü. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17- 18 Haziran 2010. 2045-263.
- UNFCCC (1992) United Nations Framework Convention on Climate Change, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>, (19.03.2021).
- URL-1 (2024). Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, ”Orman İstatistikleri 2022” <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler,2023> (25.09.2024).
- URL-2 (2024). Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü,2023 (25.09.2024).
- URL-3 (2021). <https://www.ogm.gov.tr/tr/kurulusumuz/merkez-birimleri/agaclandirma-dairesi-baskanligi> (19.03.2021).
- Üçler, A. Ö., ve Turna, İ. (2003). Ağaçlandırma Tekniği. KT Ü Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın, (69). Trabzon.

- Varol, T., Cantürk, U., Çetin, M., Özel, H. B. ve Sevik, H. (2021). Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 491:119-199.
- Verheye, W. (2006), Dry Lands and desertification, in: Verheye W. (ed.), Land Use, Land Cover And Soil Sciences ,[Ed.Willy H. Verheye],in Encyclopedia of Life Support Systems(EOLSS), Developed un-der the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK 30, 21-24.
- Westoby, M., Wright, I. J. (2006). Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 261–268.
- Yazıcı N., Turan A. (2016). Effect of Forestry Afforestation on Some Soil Properties: A Case Study from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25 (7), 2509-2513.



6. BİBLİYOGRAFYA

Gunes, Y., Cik, Y., & Gedik Sari, S. (2023) Investigation of tree and shruc species in and around Firnız Valley, Kahramanmaras, with geographic information systems (GIS), *ArtGRID*, 5(2), 172-193.



7. ÖZGEÇMİŞ

