

**ARDAHAN YÖRESİ SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNİN VERİMLİLİĞİ İLE
BAZI EKOLOJİK FAKTÖRLER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN
ARAŞTIRILMASI**

Cabbar GÜLTEKİN

**Yüksek Lisans Tezi
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi İsmet YENER**

2019

Artvin

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ARDAHAN YÖRESİ SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNİN VERİMLİLİĞİ İLE
BAZI EKOLOJİK FAKTÖRLER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cabbar GÜLTEKİN

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi İsmet YENER**

Artvin 2019

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Ardahan Yöresi Saf Sarıçam Meşcerelerinin Verimliliği İle Bazı Ekolojik Faktörler Arasındaki İlişkilerin Araştırılması’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi İsmet YENER’ in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim..../.../2019

Cabbar GÜLTEKİN

İmza

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARDAHAN YÖRESİ SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNİN VERİMLİLİĞİ İLE
BAZI EKOLOJİK FAKTÖRLER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI

Cabbar GÜLTEKİN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20/06/2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 05/07/2019

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İsmet YENER

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ömer KARA

ONAY:

Bu Yüksek Lisans, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2019 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2019 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2019

Doç. Dr. Hilal TURGUT
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Ardahan Yöresi Saf Sarıçam Meşçerelerinin Verimliliği ile Bazı Ekolojik Faktörler Arasındaki İlişkilerin Araştırılması” konusunda yapılan bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın planlamasında, arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde ve yazım aşamalarına kadar her türlü konuda beni yönlendiren bilgi ve deneyimiyle yardımcı olan Dr. İsmet YENER’ e teşekkür ederim.

Ayrıca laboratuvar analizlerinde ve diğer konularda yardımını esirgemeyen Dr. Ahmet DUMAN, Dr. Mehmet KÜÇÜK ve Arş. Gör. Mustafa ACAR’ a; arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve laboratuvar analizlerinin yapılmasında yanımda olan Ardahan Orman İşletme Müdürü Metin KAYA ve ekibine, Mesut ÖZKAN’ a ve verilerin analizinde önemli katkılar sunan Dr. Aydın KAHRİMAN’ a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmaya 2016.F10.02.15 kodlu proje ile maddi destek sağlayan Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine katkılarından dolayı teşekkür ederim. Son olarak hayatımın her aşamasında maddi ve manevi destekleriyle hep yanımda olan aileme de çok teşekkür ederim.

Araştırmanın ilgilenenlere bilimsel ve teknik açıdan yararlı olmasını dilerim.

Cabbar GÜLTEKİN

Artvin- 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ	I
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	V
SUMMARY.....	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris var. L</i>) Hakkında Genel Bilgiler	2
1.2. Literatür Çalışması.....	5
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
2.1. Materyal	10
2.2. Araştırma Alanının Tanıtımı	10
2.2.1. Coğrafi Konum	10
2.2.2. İklim.....	11
2.2.3. Bitki Örtüsü.....	14
2.2.4. Jeoloji.....	15
2.3. Yöntem.....	16
2.3.1. Hazırlık Çalışmaları	17
2.3.2. Arazi Çalışmaları	17
2.3.2.1. Örnek Alanların Belirlenmesi	18
2.3.2.2. Konum Özelliklerinin Belirlenmesi (Yükselti, Bakı, Eğim ve Reliyef)	18
2.3.2.3. Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi (Çap, Üst Boy, Yaş).....	20
2.3.2.4. Toprak Örnekleme.....	21
2.3.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	21
2.3.3.1. Toprakların Hazırlanması	21
2.3.3.2. Hacim Ağırlığı	22
2.3.3.3. İskelet Miktarı.....	22
2.3.3.4. Mekanik Analiz (Tekstür).....	22

2.3.3.5. Toprak Reaksiyonu (pH).....	23
2.3.3.6. Elektriksel İletkenlik (EC)	24
2.3.3.7. Organik Karbon	24
2.3.3.8. Toplam Azot	25
2.3.3.9. C/N Oranı.....	26
2.3.4. İklim Değişkenleri	27
2.3.5. Meşcere Verim Gücü (Bonitet Endeksi, BE).....	28
2.3.6. İstatistik Yöntemler.....	28
2.3.6.1. Korelasyon Analizi	28
2.3.6.2. Çoklu Doğrusal Regresyon	28
2.3.6.3. Regresyon Ağacı.....	29
3. BULGULAR.....	30
3.1. Bonitet Endeksine İlişkin Bulgular	30
3.2. Konum Etmenleri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular	30
3.2.1. Enlem ve Boylam.....	30
3.2.2. Yükselti.....	30
3.2.3. Eğim.....	31
3.2.4. Bakı.....	32
3.2.5. Sırttan Uzaklık	33
3.3. İklim Etmenleri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular	35
3.3.1. Sıcaklık	35
3.3.2. Yağış	35
3.4. Toprak Özellikleri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular.....	36
3.4.1. Toprak Tekstürü (Kum, Kil, Toz İçerikleri)	36
3.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH).....	38
3.4.3. Elektriksel İletkenlik (EC)	39
3.4.4. İskelet Miktarı.....	40
3.4.5. Hacim Ağırlığı	40
3.4.6. Toplam Azot	41
3.4.7. Organik Madde	42
3.4.8. C/N Oranı.....	43
3.5. Çoklu Doğrusal Regresyon ve Regresyon Ağacı Modeline İlişkin Bulgular	44

3.5.1.	Konum.....	44
3.5.2.	İklim.....	45
3.5.3.	Toprak.....	45
3.5.4.	Bütünleşik	46
4.	TARTIŞMA	50
4.1.	Konum Etmenlerine İlişkin Bulguların Tartışılması	50
4.1.1.	Enlem ve boylam	50
4.1.2.	Yükselti.....	50
4.1.3.	Eğim.....	51
4.1.4.	Bakı.....	51
4.1.5.	Sırttan Uzaklık	52
4.2.	İklimsel Etmenlere İlişkin Bulguların Tartışılması	52
4.2.1.	Sıcaklık	52
4.2.2.	Yağış	53
4.3.	Toprak Özelliklerine İlişkin Bulguların Tartışılması	53
4.3.1.	Toprak Tekstürü (Kum, Toz, Kil İçerikleri)	53
4.3.2.	Toprak Reaksiyonu (pH).....	54
4.3.3.	Elektriksel İletkenlik (EC)	54
4.3.4.	İskelet Miktarı.....	54
4.3.5.	Hacim Ağırlığı	55
4.3.6.	Toplam Azot	55
4.3.7.	Organik Karbon	55
4.3.8.	C/N Oranı.....	56
4.4.	Çoklu Doğrusal Regresyon ve Regresyon Ağacına İlişkin Bulguların Tartışılması.....	56
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
	EKLER.....	61
	KAYNAKLAR.....	67
	ÖZGEÇMİŞ.....	74

ÖZET

ARDAHAN YÖRESİ SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNİN VERİMLİLİĞİ İLE BAZI EKOLOJİK FAKTÖRLER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada bazı ekolojik faktörlerin (konum, iklim, toprak) Ardahan yöresinde doğal olarak yayılış gösteren saf sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) meşcerelerinin verimliliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Bu kapsamda Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki meşcerelerden toplam 60 adet örnek alan belirlenerek alınmıştır. Her örnek alanda bazı konum özellikleri (enlem-boylam, yamaç konumu, yükselti, bakı, eğim) ve bazı meşcere özellikleri (yaş, boy, çap) belirlenmiştir. Sonra yaş-üst boy verileri kullanılarak her bir örnek alan için bonitet endeksleri (meşcere verim gücü) hesaplanmıştır. Ayrıca her alanda bir adet toprak çukuru açılarak üst topraktan birer adet bozulmuş (torba) ve bozulmamış (silindir) toprak örneği alınmıştır. Her bir toprak örneği üzerinde bazı fiziksel (kum, kil, toz, hacim ağırlığı, taşlılık) ve kimyasal (pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, toplam azot, karbon/azot oranı) özellikler belirlenmiştir.

Meşcerelerin verimliliği ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişki basit korelasyon analizi ile belirlenmiş; sonra meşcere verim gücü ekolojik faktörlerden yararlanılarak çoklu doğrusal regresyon ve regresyon ağacı yöntemleri ile modellenmiştir. Oluşturulan çoklu doğrusal regresyon modeli bonitet endeksindeki değişimi %15 ile %70 arasında değişen oranlarda açıklarken, regresyon ağacı modeli ise bu değişimi %24 ile %76 arasında açıklamıştır. Ardahan yetişme ortamı bölgesinde bonitet endeksini etkileyen en önemli etmenler (büyükten küçüğe doğru) eğim, bakı, sırttan uzaklık, boylam, toplam yağış, ortalama sıcaklık ve kil içeriği şeklinde ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Pinus sylvestris L.*, yetişme ortamı faktörleri, çoklu doğrusal regresyon, bonitet endeksi, regresyon ağacı

SUMMARY

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN SITE FACTORS AND THE GROWTH OF PURE SCOTCH PINE STANDS IN ARDAHAN REGION

The aim of the study was to determine the effects of some ecological factors (e.g. physiographic, climatic and edaphic) on the growth of pure scotch pine stands naturally growing in Ardahan.

For this purpose 60-sample plot were selected. In each sample plot, some physiographic features (e.g. latitude-longitude, distance to the ridge, elevation, aspect and slope) and some stand characteristics (e.g. age, height and diameter at breast height) were determined. Then, the site index was calculated using stand age-top-height data. A disturbed and an undisturbed top-soil sample were taken by digging a soil pit on each plot. On each soil sample, some physical (sand, silt and clay, bulk density and soil skeleton) and chemical (pH, EC, organic matter, total nitrogen, C/N ratio) properties were determined.

First, the growth of scotch pine was correlated with ecological factors by pearson correlation. Then, the site index was modeled using the ecological factors by multiple linear regression (MLR) and regression tree (RT). As a result, while the MLR model accounted for the variation in site index as between 15% and 70%, RT model accounted it as between 24% and 76%. The most important factors affecting the growth of scotch pine were slope, aspect, distance to the ridge, longitude, precipitation, annual mean temperature and clay content, respectively.

Key Words: *Pinus sylvestris L.*, growth factors, correlation analysis, site index, regression tree method, multiple linear regression.

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Ardahan iline ait 1958-2018 yılları arasında ölçülen ortalama iklim verileri (URL-2).....	12
Tablo 2. Thornthwaite yöntemine göre çalışma alanının 1800 m ortalama yükselti için su bilançosu.....	13
Tablo 3. Eğim sınıfları ve reliyef tanıtımı (Çepel, 1978)	19
Tablo 4. Hacim ağırlığının sınıflandırması (Hazelton and Murpy, 2007)	22
Tablo 5. İskelet miktarı sınıflandırması (FAO, 2007).....	22
Tablo 6. pH sınıflandırması (Kaçar, 2009)	23
Tablo 7. EC sınıflandırması (Hazelton and Murphy, 2007).....	24
Tablo 8. Toprak organik maddesinin tanıtımı (Çepel 1978).....	25
Tablo 9. Azot sınıflandırması (Hazelton ve Murpy, 2007).....	26
Tablo 10. C/N sınıflandırması (Kantarıcı, 2000).....	27
Tablo 11. Örnek alanların bakı grubu, yükselti kuşakları ve verimlilik sınıflarına dağılımı.....	31
Tablo 12. Örnek alanların bakı grubu, eğim ve verimlilik sınıflarına dağılımı	32
Tablo 13. Örnek alanların bakı grubu, yamaçta bulunma durumu ve verimlilik sınıfına dağılımı.....	34
Tablo 14. Örnek alanların toprak türleri, bakı grubu ve verimlilik sınıflarına dağılımı.....	37
Tablo 15. Örnek alanların pH, bakı grubu ve verimlilik sınıfları dağılımı	39
Tablo 16. EC, bakı grubu ve verimlilik arasındaki ilişki	39
Tablo 17. Taşlılık sınıfı, bakı grubu ile verimlilik sınıflarına dağılımı	40
Tablo 18. Örnek alanların bakı, hacim ağırlığı ve verimlilik sınıflarına dağılımı	41
Tablo 19. Örnek alanların bakı, azot sınıfı ve verimlilik sınıflarına dağılımı	42
Tablo 20. Örnek alanların bakı grubu, verimlilik sınıflarına dağılımı	43
Tablo 21. C/N oranı, bakı ve verimlilik arasındaki ilişki	43
Tablo 22. Ardahan YOB konum modellerine ilişkin parametreler	44
Tablo 23. Ardahan YOB iklim modellerine ilişkin parametreler	45
Tablo 24. Ardahan YOB toprak modellerine ilişkin parametreler	46

Tablo 25. Ardahan YOB bütünleşik modele ilişkin parametreler	46
Tablo 26. Tanımlayıcı istatistikler	48
Tablo 27. Korelasyon matrisi	49



ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Sarıçamın dünyadaki yayılışı (URL-1).....	3
Şekil 2. Ardahan sarıçam meşçerelerinden (ÖA:34) görünüm	4
Şekil 3. Örnek Alanların araştırma alanındaki yerlerini gösterir harita	11
Şekil 4. Çalışma alanına (1800 m) ilişkin iklim diyagramı	12
Şekil 5. a: Üvez (<i>Sorbus aucuparis L.</i>), b: Ayı üzümü (<i>Vaccinium arctostaphylos</i>), c: Sarıçiçekli orman gülü (<i>Rhododendron luteum</i>), d: Katkat çalısı (<i>Viburnum orientale</i>).....	14
Şekil 6. Örnek alanların jeoloji haritasında dağılımı	15
Şekil 7. Çalışmanın aşamaları	17
Şekil 8. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımı	18
Şekil 9. Örnek alanların yükselti kuşaklarına dağılımı	19
Şekil 10. Örnek alanların eğim sınıflarına dağılımı	20
Şekil 11. 27 no.lu örnek alanda açılan toprak çukuru	21
Şekil 12. pH analizi	23
Şekil 13. Organik karbon tespiti için Titre edilmiş ve edilecek olan örnekler.	25
Şekil 14. Kjeldahl yöntemine göre azot tayini.	26
Şekil 15 . Örnek alanların bonitet sınıflarına dağılımı	30
Şekil 16. Eğim ile bonitet endeksi arasındaki ilişki	32
Şekil 17. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımı	33
Şekil 18. Bakı ile bonitet endeksi arasındaki ilişki	33
Şekil 19. Sırttan uzaklık ile bonitet endeksi arasındaki ilişki	35
Şekil 20. Toprak türlerine göre örnek alanların dağılımı.	36
Şekil 21. Kum değerleri ile bonitet endeksi arasındaki ilişki.....	37
Şekil 22. Kil değerleri ile bonitet endeksi arasındaki ilişki	38
Şekil 23. Örnek alanların iskelet miktarına dağılımı	40
Şekil 24. Örnek alanların azot sınıflarına dağılımı	41
Şekil 25. Konum etmenlerine ilişkin regresyon ağacı modeli	44
Şekil 26. İklim etmenlerine ilişkin regresyon ağacı modeli.....	45
Şekil 27. Toprak etmenlerine ilişkin regresyon ağacı modeli	46
Şekil 28. Bütünleşik regresyon ağacı modeli	47

KISALTMALAR DİZİNİ

BK	Balçıklı Kil
B	Balçıklı kum
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
BE	Bonitet Endeksi
EC	Elektriksel İletkenlik
GBG	Güney Bakı Grubu
gr	Gram
ha	Hektar
K	Kil (ağır kil)
KB	Killi Balçık
KuB	Kumlu Balçık
KuK	Kumlu Kil
KuKB	Kumlu Killi Balçık
KBG	Kuzey Bakı Grubu
m	Metre
mm	Milimetre
ÖA	Örnek Alan
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
pH	Toprak Reaksiyonu
YOB	Yetiştirme Ortamı Bölgesi

1. GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de gelişen sanayi ve teknoloji hızlı nüfus artışıyla birleşerek başta kirlilik ve neden olduğu küresel iklim değişimi olmak üzere doğal kaynaklar üzerinde yoğun bir baskı oluşturmaktadır. Bu doğal kaynaklardan biri olan ormanlar da bu baskıdan kendine düşen payı almaktadır. Bir yandan hızlı nüfus artışı karşısında artan ihtiyaçlar (yapacak ve yakacak odun, rekreasyon, maden-HES gibi ihtiyaçlar vb.), diğer yandan ekoturizm ve avcılık gibi etkinlikler nedeniyle ormanlar üzerindeki baskının giderek artacağı düşünülmektedir. İşte bu nedenlerle ülke olarak ormanlardan faydalanmanın planlanması önemlidir (Konukcu, 2001).

Bir ekosistem olarak orman, sadece bir ağaç topluluğu olarak değil, aralarında karşılıklı etki ve ilişkiler bulunan otsu ve odunsu bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve cansız çevre faktörlerinin birlikte oluşturdukları canlı bir organizmadır (Çepel, 1978). Öte yandan orman, ekolojik (su ve toprak koruma, su sağlama, biyoçeşitliliğin korunması, ekosistemdeki besin döngüsü), ekonomik (yapacak-yakacak odun, odun dışı ürünler, turizm) ve sosyokültürel (rekreasyon, estetik, toplum sağlığı) işlevleri olan doğal bir kaynak olarak ta tanımlanabilmektedir (Nunez ve ark., 2006; Anonim, 2014).

Ülkemizin en önemli yenilenebilir doğal kaynaklarından biri olan ormanlarda, yetişme şartlarına uygun ve süreklilik esasına bağlı bir işletmecilik yapabilmek için meşcerelerin kalitesini ve verimini araştırmak ve ortaya koymak son derece önemlidir. Dolayısıyla, ülkemizdeki ormanları temsil eden asli ağaç türleri detaylıca ele alınarak, bunların verim güçleri ve gelişimleri hakkında elde edilen toplu bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır (Şenyurt, 2011).

Yetişme ortamı verim gücü diğer adıyla bonitet “normal kapalılıkta, normal silvikültürel müdahale görmüş, belirli bir yaş sınıfindaki meşcerenin belirli bir ağaç türü için gelişim derecesini ifade etmektedir. Orman alanlarının yetişme ortamı verim gücünün belirlenmesindeki asıl amaç, gelecekteki potansiyel büyümeyi tayin etmek

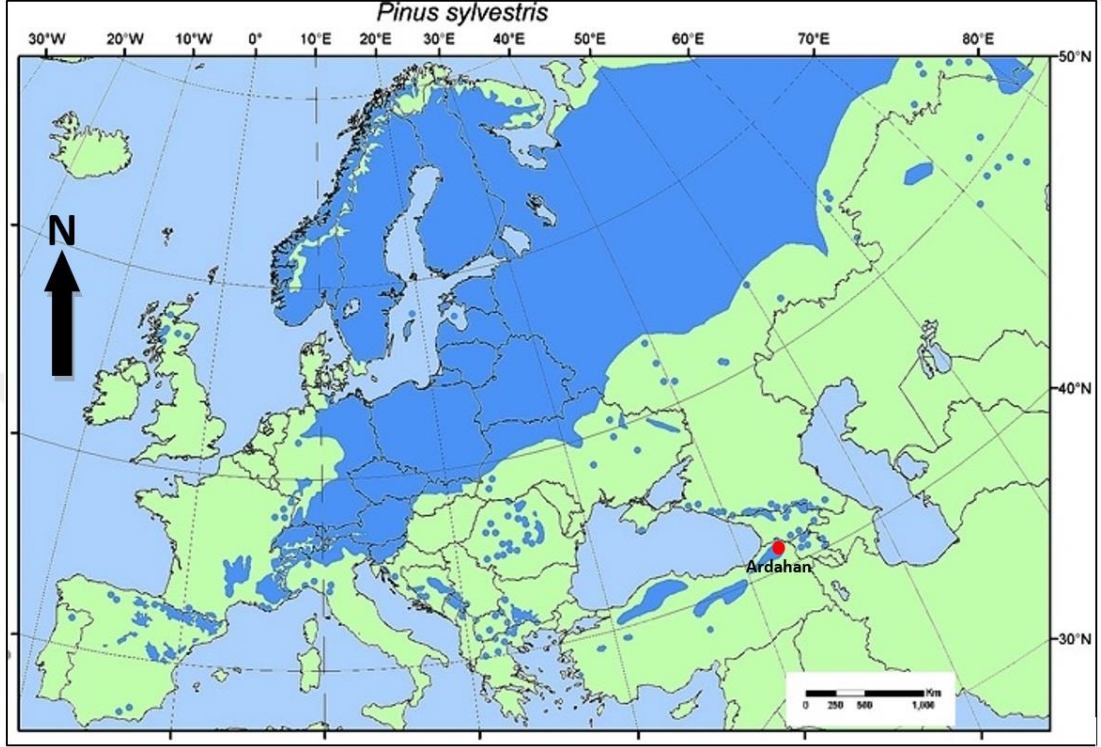
ve ormanın gelişimine dair çözüm önerileri sunarak meşcere yönetimi için veri oluşturmaktır (Şenyurt ve Saraçoğlu, 2012). Bu kapsamda yeni yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında seçilen türün en iyi büyüme performansını göstermesi gerekir. Çünkü ağaçlandırma faaliyetleri yüksek maliyetli işler olup etüt çalışmalarının doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Etüt çalışmalarının yapılması esnasında ise yetiştirme ortamının bileşenleri olan iklim (ışık, sıcaklık, yağış, hava nemi vb.), toprak (tekstür, strüktür, toprak reaksiyonu, toprak nemi, bitki besin elementleri vb.); konum (eğim, bakı, yükselti, relief vb.) ve canlılara ilişkin özelliklerin bilinmesi hem uygun türün ve orijinin belirlenmesinde hem de dikim yapıldıktan sonraki aşamada fidanların büyümesinin incelenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır (Özel ve ark. 2010).

Bu araştırmanın amacı, Ardahan yetiştirme ortamı bölgesinde doğal olarak yayılış gösteren saf sarıçam meşcerelerinin verimliliğini etkileyen fizyografik, edafik ve iklimik faktörlerle meşcere gelişimi arasındaki ilişkilerden yararlanarak meşcere verim gücünün (bonitet endeksinin) tahmin edilmesidir.

1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris var. L*) Hakkında Genel Bilgiler

Sarıçam, en geniş doğal yayılış alanına sahip çam türüdür. Kuzey sınırı Birleşik Krallığın kuzeyindeki İskoçya'dan başlayıp burada Norveç, İsveç, Alpler'den devam eder. Güneyde İspanya Pirene dağlarının yüksek yerlerinden başlayarak, Karpatları geçer ve Bulgaristan'dan Türkiye'ye giriş yapar. Buradan Kırım ve Kafkaslardan geçerek Sibiryaya'ya kadar uzanır. Bu kesimlerde yukarı orman sınırına ulaştığı gibi, Kuzeyde 70. Enlemde de son orman sınırını oluşturur (Anşin ve Özkan, 1997). Avrupa ve Asya'da 37°-70° kuzey enlemleri ile 7°-137° doğu boylamları arasında yayılış gösterir (Şekil 1). Ülkemizde ise Eskişehir'de Yeşil dağ'dan başlayarak doğuya doğru kuzey dağları boyunca ilerler. Ege Bölgesinde Uşak Murat dağı ile Kütahya Türkmendağı saf sarıçamın yoğun olarak yayılış gösterdiği bölgelerdir. İç Anadolu bölgesinde Akdağmadeni boyunca 2000 metreyi aşan bölgelerde yoğun olarak bulunur. Kayseri Pınarbaşı Kahramanmaraş Göksun, Malatya Hekimhan yöresinde küçük adacıklar halinde bulunur. Bu bölge sadece Türkiye'de değil dünyadaki doğal yayılışının en güney noktalarından biridir. Karadeniz bölgesinde Sinop, Kastamonu dolaylarında devam ederek Giresun'un güney dağlarını aşır

Koyulhisar, Niksar'ı takip ederek Zara, Hafik dolaylarına kadar devam eder. Trabzon'da Of ve Sürmene'de deniz kıyısına kadar inerek Artvin, Rize çevrelerinde 2100 metreye kadar çıkar Zigana dağlarını takip eder (Atalay ve Efe, 2012).



Şekil 1. Sarıçamın dünyadaki yayılışı (URL-1)

Doğu Anadolu bölgesinde Erzurum Kars platosunun güneyinde Karakurttan başlayarak Sarıkamış güzergâhını takip edip, Oltu, Olur, Göle havzalarından Ardahan Yalnızçam sıradağlarını takip ederek son olarak Posof havzasında doğu ladini ve doğu Karadeniz göknarı ile karışık ormanlar yaparak ülkemizden çıkar. Sarıçam ülkemizde saf ormanlar oluşturduğu gibi doğu kayını, meşe, doğu ladini, göknar ve titrek kavak türleriyle de karışık ormanlar oluşturmaktadır (Giray, 1993). Çalışma alanı içerisindeki 34 nolu örnekleme alanına ait fotoğraflar Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Ardahan yöresi sarıçam meşcerelerinden (ÖA:34) görünüm

Türkiye 2015 yılı itibariyle 22.342.935 ha ormanlık alana sahiptir. Bu alan ülke genelinin %28,6'sıdır. 22,3 milyon hektarın %48'i iğne yapraklı (ibrelî), %33'ü yapraklı ormanlar, %19'u ise karışık ormanlardan meydana gelmektedir. Türkiye'de sarıçam ormanlarının kapladığı alan 1.518.929 ha olup türler içindeki payı %6,8'dir. 1.518.929 ha olan sarıçam ormanlarının 882.231 ha (%58) verimli, 636.698 ha (%42) bozuk ormanlardan oluşmaktadır (Anonim, 2015).

Sarıçam uygun yetişme ortamlarında 20-40 m kadar boy ve 170 cm kadar çap yapabilen bir türdür. Gövdesi düzgün, tepe ucu sivri, herdem yeşil, tepesi yayvan bir ağaçtır. Gövdesi sarı, kırmızımsı ve kırmızıya yakın bir kahverengi renktedir. Yapraklar grimsi-yeşil ve yukarı kısımlarına doğru sarımsı bir renk alır. Yaprakları boyları yerine göre 3-8 cm ve kendi eksenine etrafında 180° bir dönüş yapmaktadırlar. Yaprakları kışın dökülmez. Kozalakları saplıdır, aşağı doğru sarkar, asimetrik ve 3-6 cm uzunluğa sahiptirler. Ortalama büyüklük olarak kozalağı en küçük olan çam türüdür (Anşin, 2001, Atalay ve Efe, 2012, Giray, 1993).

Sarıçam kazık kök sistemi yapar. Sert rüzgârlara ve soğuğa karşı dayanıklıdır. Kurak, hafif kumlu, kumlu topraklarda ve kayalık olan yerlerde bile yaşayabilirler. Işık isteği oldukça yüksektir. Besin maddesi ve su bakımından kanaatkâr bir türdür. Genel olarak deniz seviyesinden başlayarak 2700 m yükseltiye kadar yayılış gösterir. Sarıçam ülkemizde Karadeniz iklimi, İç Anadolu step iklimi ve Doğu Anadolu iklimi olmak üzere 3 makro iklim tipinde de yetişebilmektedir (Giray, 1993).

Kozalağın olgunlaşması yaklaşık 2 yıl sürmektedir. Sarıçamın yetişme ortamı bakımından 2 ile 9 ay arasında bir vejetasyon süresi olup yıllık ortalama sıcaklık ise 4-15 derece arasında değişmektedir. Yıllık yağış miktarı isteği ortalama 400-600

mm'dir. Genellikle kırıntılı, gevşek kumlu, geçirgen killi toprakları sever. Genel olarak derin topraklarda yayılış gösterir (Anşin, 2001, Atalay ve Efe, 2012, Giray, 1993).

Sarıçam, Sanayi Devrimi öncelerinde reçine üretiminde kullanılmış ve bu özelliğini asırlar boyu devam ettirmiştir. Odunu geniş bir öz odun kısmına sahip olduğundan dolayı dayanma süresi diğer ağaç türlerine göre daha uzundur. Mantarlara karşı dayanma gücü bakımından diğer ağaç türlerine göre üstünlük sağlar. Odunu değerli ve kullanım alanları çok geniştir. Avrupa ülkelerinde ve ABD'de % 30 oranında Noel ağacı olarak satılmaktadır. Bol reçineli olduğundan dolayı inşaat sektöründe yoğunlukta kullanılır. Selüloz ve kâğıt hamuru yapımında, kontrplak üretiminde, mobilya sanayinde, telefon, telgraf direkleri, demiryolu traversleri, döşeme, çatı, lambri, plastik ve selofan yapımı, maden direği ve birçok sayamadığımız sektörde kullanılmaktadır. Sarıçam odunundan destilasyon yolu ile katran ve petrol üretimi de yapılır. Bu da gemi, mavnalı, halat ziftlenmesinde, kauçuk üretiminde kullanılır (Anşin, 2001, Atalay ve Efe, 2012, Giray, 1993).

1.2. Literatür Çalışması

Çepel ve Dündar (1980), Bolu Aladağ'da sarıçamda boy artımı ile arazi yüzü şekli ve toprak özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada; yamaç üst kenarından uzaklaştıkça ve topraktaki azot miktarı arttıkça bonitet endeksinin (BE) arttığını, pH miktarının artması ile de BE'nin azaldığını belirtmişlerdir.

Çepel, (1976) "Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ve Bazı Edafik ve Fizyografik Etkiler Arasındaki İlişkiler" adlı çalışmada, denizden yükseklik arttıkça BE'nin azaldığını, yamaç üst kenarından uzaklaştıkça ve güneye doğru gidildikçe BE'nin arttığını tespit etmiştir.

Daşdemir (1992) Doğu İtalyan ormanlarında yetişme ortamı verimliliği üzerine yaptığı çalışmada, kumlu balçık ve balçık sınıfındaki topraklar üzerinde yer alan meşcerelere ilişkin BE'nin ağır balçık ve kil sınıfına göre daha düşük olduğunu ve denizden yüksekliğe çıktıkça BE'nin azaldığını belirlemiştir.

Kantarıcı ve Karaöz (1991) “Belgrad Ormanı Bölme 77’deki Sarıçam Meşcerelerinin Yapısı ve Boy Büyümesi ile Fiziksel Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler” adlı çalışmalarında; sarıçamın ince toprak oranının yüksek olduğu durgunsu horizonlarındaki pek sıkı topraklarda sık bir kök sistemi geliştiremediğini ve bu nedenle kısa boy büyümesi yaptığını; gevşek ve süzek topraklarda ise daha derin kök sistemi geliştirip daha fazla boy büyümesi yaptığını saptamışlardır.

Şentürk ve ark. (2014) Aydınca (Amasya) yöresinde yaptıkları çalışmada saçlı meşe türünün yetişme ortamı ile ilgili faktörleri araştırmış ve elde ettiği değişken verilerine regresyon ağacı tekniğini kullanarak potansiyel dağılım alanı belirlemişlerdir. Elde edilen istatistiklere göre saçlı meşe türleri ile yükselti arasında sıkı bir ilişki olduğu görülmüştür. Yükseltinin artmasıyla meşe alanlarının azaldığı saptamışlardır.

Kuzugüdenli (2006) Sütçüler (Isparta) yöresinde yaptığı çalışmada, kızılçamın boy gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre yükseltinin artması sonucu sıcaklık azalması ile kızılçamın boy gelişiminin olumsuz yönde etkilendiğini, sırttan alt yamaca doğru inildikçe toprak derinliğinin artması ile boy gelişiminin arttığını belirlemiştir.

Maden (2015) “Göller bölgesinde karaçam ağaçlandırmalarındaki yetişme ortamı farklılığının meşcere gelişimine etkisi” adlı çalışmada toprak derinliğinin arttığı yerlerde daha iyi kök gelişimi nedeniyle boy gelişimi artmıştır. Toprakların pH değeri ve karaçamın gelişimi arasında negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca ağır bünyeli topraklarda karaçamın yeterince kendini geliştiremediği de tespitler arasındadır.

Çelik ve Özkan (2015) Antalya ovacık yöresinde yapılan çalışmada korelasyon analizi ve regresyon ağacı yöntemleri sonucunda kızılçamın gelişimindeki en önemli etmenlerin sıcaklık indisi, enlem ve boylam olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada regresyon ağacı yöntemi ile bonitet endeksindeki değişimin %36’sı açıklanmıştır.

Sürücü (2012) Göller Bölgesinde Toros Sedirinde yaptığı çalışmada topraktaki kum miktarı ile ağaçların göğüs çapı arasında pozitif bir ilişki olduğunu bulmuştur. Diğer yandan toprakların organik karbon içeriği ile çap ve boy arasında ise negatif ilişkiler tespit edilmiştir.

Gülsoy (2006) Sütçüler (Isparta) yöresinde karaçamda boy gelişimi ve yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri incelediği çalışmasında yapılan boy gelişimi üzerinde etkili olan en önemli faktörleri sırasıyla eğim, bakı, yükselti ve Ah katmanındaki organik madde olarak belirlemiştir. Kuzey bakılar karaçamın ideal gelişim gösterdiği yerlerdir. Eğimin artması ile boy gelişiminin de arttığı tespit edilmiştir. Buna sebep ise alt ve orta dağlık yerlerden alınan deneme alanlarının eğim derecelerinin yüksek, dağlık yerlerden alınan deneme alanlarının eğim derecelerinin ise düşük olmasıdır.

Karataş (2014) Afyonkarahisar ve Ankara yörelerinde sedir üzerine yapmış olduğu çalışmasında, meşcerenin üst boyu ile enlem arasında negatif, yamaç konumu ile arasında pozitif bir ilişki olduğunu bulmuştur.

Karataş ve ark.nın (2013) Göller bölgesinde kasnak meşesi üzerine yaptıkları çalışmada çoklu doğrusal regresyonla kasnak meşesinin boy gelişimindeki değişimin %54,7'sinin, regresyon ağacı modeli ile ise %61,1'nin açıklanabildiği belirlenmiştir.

Yener (2013) doğu ladininde yapmış olduğu çalışmada konum iklim ve toprak etmenlerinin verimlilik üzerindeki etkilerini araştırmış ve enlem-boylam, yükselti, sıcaklık, yağış ve toprak derinliği gibi faktörlerin bonitet endeksi üzerinde etkili olduğunu belirlemiştir.

Polat ve ark. (2014) Mersin Kadıncık havzasında sedir ve karaçam meşcerelerinde farklı yükselti, bakı ve anakaya gibi değişkenlerin meşcerelerin boy gelişimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak gölgeli bakılardaki ağaçların boy gelişimlerinin güneşli bakılara göre daha iyi olduğunu belirlemişlerdir.

Karatepe ve ark. (2017), Isparta yöresinde Akdeniz iklimi etkisi altındaki doğal kızılçam gençleştirme sahalarında anakaya ve toprak özelliklerinin ağaç gelişimi üzerindeki etkisini incelemiş ve fizyolojik toprak derinliği arttıkça ağacın gelişiminin arttığını bulmuşlardır.

Saraçoğlu (1989) Değişik yaşlı göknar meşcerelerinin bonitet ve yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemiş; göknarın, K, KD, D bakılardan çok, nemli ve daha sıcak olan GB, B, KB bakıları tercih ettiğini ve eğimin artması ile göknarın

gelişiminin olumsuz yönde etkilendiğini saptamıştır. Bu türün en iyi gelişimini dere tabanı ve serbest drenajlı yerlerde yaptığı ve toprak derinliği ile birlikte BE'nin de arttığı tespitler arasındadır.

White'nin (1982) İngiltere'de sarıçamın boy büyümesi ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler adlı çalışmasında, güneş radyasyonu en önemli yetiştirme ortamı değişkeni olarak ortaya çıkmış ve bu türün güneş ışığının bol olduğu batı bakılı yerlerdeki nemli ortamlarda en iyi gelişimini yaptığı tespit edilmiştir.

Akgün ve ark. (2019) Elazığ yöresindeki badem ağaçlarının yetiştirme ortamı özelliklerinin belirlenmesi adlı çalışmalarında sıcaklık artışı ile badem ağaçlarının verimliliklerinde bir artış olduğunu, derin ve hafif alkali topraklarda ise türün daha iyi geliştiğini belirlemişlerdir.

Kuzugüdenli (2014) Batı Akdeniz Bölgesindeki Boylu Ardıç (*Juniperus excels bieb*) üzerine yapmış olduğu çalışmada, boylu ardıcın boy gelişimi ile bazı ekolojik faktörler arasındaki ilişkileri incelemiştir. Sonuç olarak, yüzey taşlılığı ile boy gelişmesi arasında negatif bir ilişkinin olduğu ve güney bakılarda yetişen ardıçların daha iyi geliştiği saptanmıştır.

Şenol (2015) Türkmen dağında saçlı meşe türünde yapmış olduğu çalışmada yükselti, ana kaya ve radyasyon indeksi değişkenlerinin tür dağılımında en etkili çevresel etmenler olduğunu bulmuştur.

Altun ve ark. (2007), Murat dağında yayılış yapan ağaç türlerinin verimliliğini etkileyen bazı ekolojik etmenleri inceledikleri çalışmalarında kızılçamda BE'nin kum ile negatif, organik madde ile pozitif; karaçamda kum ve kil ile pozitif, ve pH ve toz ile negatif; sarıçamda ise pH ile pozitif ve organik madde ile negatif ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Günlü ve ark. (2006) Artvin Genya dağında saf doğu ladini üzerine yapmış oldukları çalışmada, BE'nin eğim ve toprakların kum içeriği ile negatif ve kil içeriği ile pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Corona ve ark. (1998) İtalya'da duglas plantasyonlarında yaptıkları çalışmada, BE'deki değişimin yaklaşık %58'nin yıllık yağış, su fazlası, kil içeriği, kireç ve

boyla değişkenlerini içeren çoklu doğrusal regresyon modeli ile açıklanabildiğini tespit etmişlerdir.

Mitsuda ve ark. (2001), Japon karaçamı üzerine yaptıkları çalışmada, BE'deki değişimin %75'i eğim ve bakı değişkenlerini kullanan model ile 1,75'lik standart hata ile açıklanmıştır.

Romanya ve Vallejo (2004), İspanya'da monteri çamı üzerine yaptıkları çalışmada toprak ve iklim faktörlerinin bonitet endeksi üzerindeki etkilerini araştırmış ve sonuç olarak toprak derinliği, toplam yağış, sıcaklık ve yüksekliği gibi etmenlerin bonitet endeksi üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

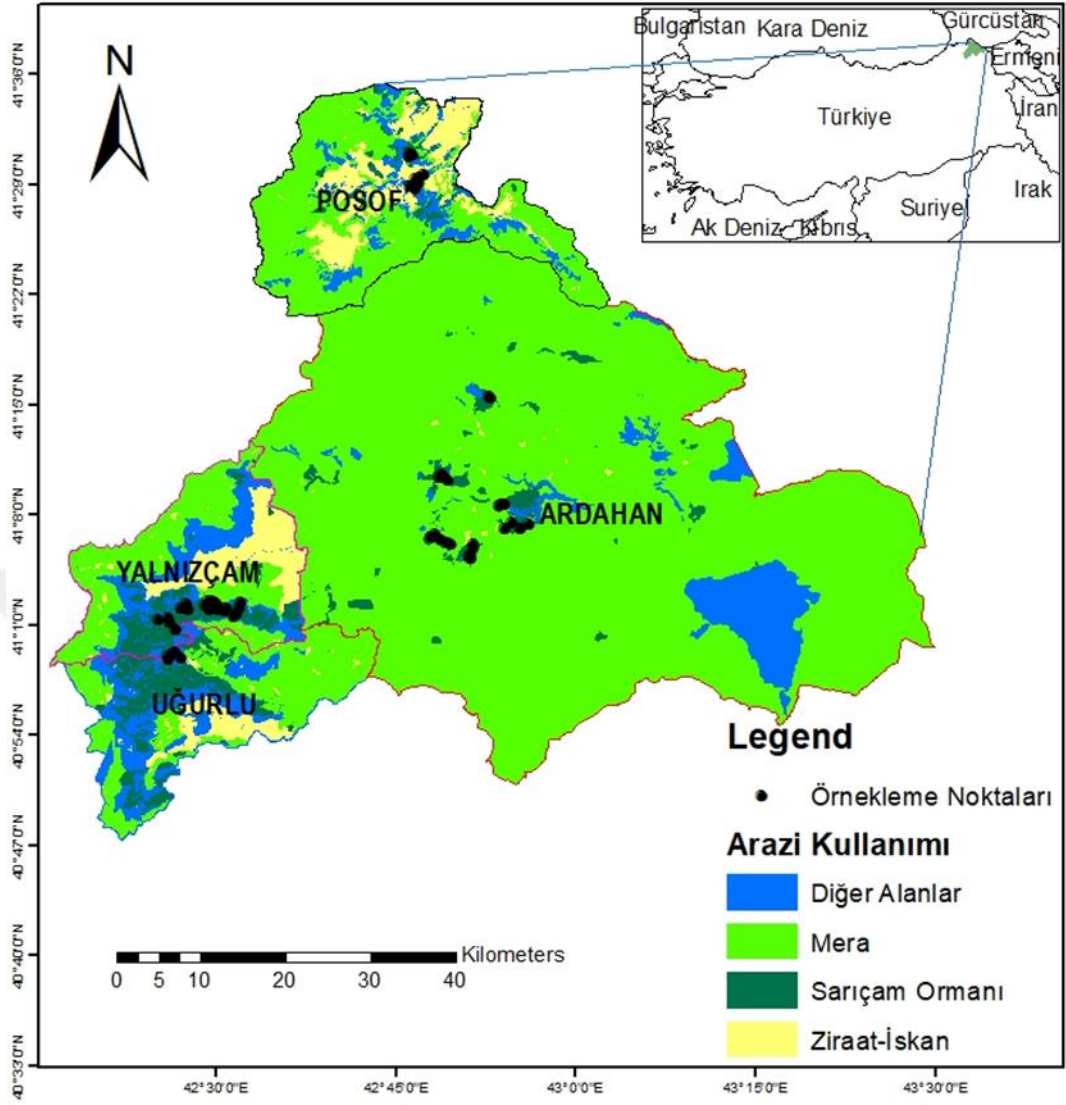
Araştırmanın materyalini 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar ve meşcere haritaları, 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası, araştırma alanındaki 60 adet örnek alandan alınan toplam 120 adet toprak örneği (torba ve silindir) ile alanlarda yapılan bazı ölçüm ve gözlemler oluşturmaktadır.

2.2. Araştırma Alanının Tanıtımı

2.2.1. Coğrafi Konum

Araştırma alanı, Türkiye'nin kuzeydoğusunda, 40°47'36''- 41°36'00'' Kuzey enlemleri ile 42°15'00''- 43° 15'00'' Doğu boylamları arasında bulunmakta olup kuzeydoğusunda Gürcistan ve Ermenistan, güneydoğusunda Kars, güneybatısında Erzurum ve batısında ise Artvin illeri bulunmaktadır (Şekil 3).

Kuzeyinde Türkgözü sınır kapısı, doğusunda Aktaş sınır kapısı olmak üzere toplam iki adet sınır kapısı bulunmaktadır. Kura nehri genel alanın ortasından geçmekte ve sınırı geçerek Hazar gölüne dökülmektedir. Genel olarak il, ortalama denizden yüksekliğin 1800-2100 m'ler arasında olduğu, içerisinde ovaların da yer aldığı dalgalı bir yapıya sahip plato görünümündedir. Bu plato yüzeylerinde merkezi püskürmelerle oluşan Cin Dağı (2957 m), Kel Dağı (3033 m), Ilgar Dağı (2918 m), Kısır Dağı (3197 m) gibi volkan konilerini de içermektedir. İlin güney doğusunu Allahuekber dağları, kuzey batısını Yalnızçam sıradağları oluşturur. Çıldır ilçesinde Çıldır ve Aktaş gölleri bulunmaktadır (Anonim, 2018).



Şekil 3. Örnek Alanların araştırma alanındaki yerlerini gösterir harita

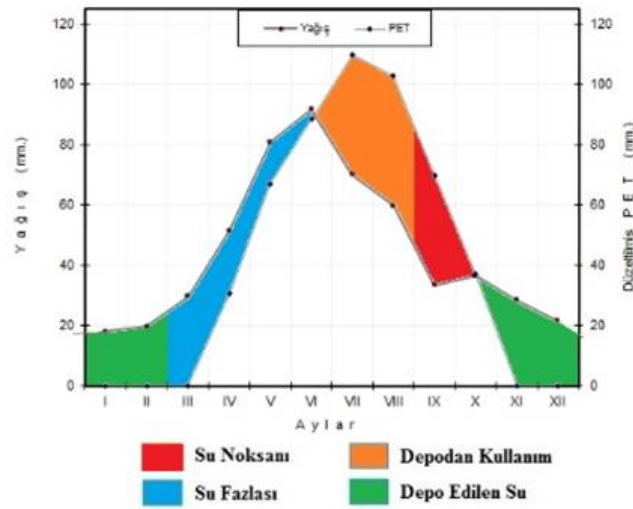
2.2.2. İklim

Ardahan ilinin genelinde, ortalama denizden yüksekliğin yaklaşık 1900 metre olması buna bağlı olarak yüzey şekillerinin değişkenlik göstermesi nedeniyle, sert karasal bir iklim hâkimdir. Kışları uzun ve kar yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 3,9 °C olup yöredeki en yüksek sıcaklık 34,3°C Temmuz ayında, en düşük sıcaklık ise -39,8°C ile Ocak ayında gözlenmiştir. Yörenin kuzeyinde (Posof) ise daha çok Karadeniz ikliminin özellikleri görülür (Anonim, 2018) (Tablo 1).

Tablo 1. Ardahan iline ait 1958-2018 yılları arasında ölçülen ortalama iklim verileri (URL-2)

Aylar	Ortalama Sıcaklık °C	Ort. Maks. Sıcaklık °C	Ort. Min. Sıcaklık °C	Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	Ort. Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Ort. (mm)	Maks. Sıcaklık °C	Min. Sıcaklık °C
OCAK	-11,2	-5	-16,8	2,5	9,6	19,8	11	-39,8
ŞUBAT	-9,8	-3,3	-15,9	3,4	9,8	20,5	11	-38,7
MART	-3,3	2,7	-8,9	4,7	11,6	31	18,4	-33,2
NİSAN	4,6	10,8	-1,2	5,1	13,7	51,2	25	-22,2
MAYIS	9,5	16,1	3,2	6,3	17,1	83,6	26,4	-8,5
HAZİRAN	13	20,1	5,8	7,9	15,5	93,7	29,1	-4,5
TEMMUZ	16,4	23,9	8,8	8,3	11,5	69,9	34,3	-2,2
AĞUSTOS	16,3	24,6	8,5	8	11	62,6	35	-2,8
EYLÜL	12,3	20,7	4,3	7,1	7,7	35,3	31,3	-5,8
EKİM	6,7	14,3	-0,1	5,1	9,8	37,5	26	-15
KASIM	-0,1	6,3	-5,5	3,7	9	27,9	18,2	-28,9
ARALIK	-7,6	-2	-12,7	2,4	9,8	22,8	14	-36,3
YILLIK	3,9	10,8	-2,5	64,5	136,1	555,8	35	-39,8

Yağışların büyük bir bölümü Nisan – Eylül arasında düşmektedir. Kar yağışı Ekim ayı sonlarında başlayıp Nisan ayı sonlarına kadar sürmektedir. Çalışma alanında sadece Eylül ayında bir su açığı bulunmaktadır (Şekil 4). Çalışma alanının Thornthwaite yöntemine göre iklim tipi C2 C'2 r b'2 ile sembolize edilen “Yarı Nemli, Düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Karasal iklime yakın iklim” olarak belirlenmiştir (Tablo 2).



Şekil 4. Çalışma alanına (1800 m) ilişkin iklim diyagramı

Tablo 2. Thornthwaite yöntemine göre çalışma alanının 1800 m ortalama yükselti için su bilançosu.

İli		ARDAHAN												Enlemi : 41,11		
Rakım (m)		1800												Boylamı : 42,71		
Ölçme yılları		1961-2017														
Bilanço elemanları		A Y L A R												Vejetasyon		YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı	
Sıcaklık	°C	-11,3	-10,1	-3,5	4,5	9,4	12,8	16,1	16,2	12,2	6,6	-0,1	-7,7			3,8
Sıcaklık indisi	i	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	4,2	5,9	5,9	3,9	1,5	0,0	0,0			24,9
Düzeltilmemiş PE	mm.	0,0	0,0	0,0	27,5	53,2	70,1	86,2	86,7	67,2	38,7	0,0	0,0			
Düzeltilmiş PE	PET	0,0	0,0	0,0	30,6	67,0	88,5	109,6	103,0	69,7	37,0	0,0	0,0	370,8	134,5	505,4
Yağış	y	18,2	19,7	29,8	51,3	81,0	91,8	70,2	59,8	33,4	36,5	28,5	21,6	255,2	286,5	541,7
Depo Değişikliği	Dd	18,2	19,7	12,1	-	-	-	-39,4	-43,2	-17,3	-	28,5	21,6			
Depolama	D	68,3	88,0	100,0	100,0	100,0	100,0	60,6	17,3	-	-	28,5	50,1			100,0
Gerçek Evapotransprasyon	GET	-	-	-	30,6	67,0	88,5	109,6	103,0	50,7	36,5	-	-	351,9	134,0	485,9
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	0,5	-	-	19,0	0,5	19,5
Su Fazlası	Sf	-	-	17,7	20,7	14,0	3,3	-	-	-	-	-	-	3,3	52,5	55,7
Yüzeysel Akış	Yül	-	-	8,9	19,2	17,4	8,6	1,6	-	-	-	-	-	10,3	45,5	55,7
İklim Tipi		C2 C'2 r b'2: Yarı Nemli, Düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Karasal iklime yakın iklim														

2.2.3. Bitki Örtüsü

Ardahan ili Damal, Hanak, Çıldır ve Göle İlçelerinde saf sarıçam (*Pinus sylvestris ssp L.*) türü hâkim olup bunun yanında huş (*Betula litwinowi*) ve titrek kavak (*Populus tremula*) türleri karışıma katılmaktadır. Posof ilçesinde ise Karadeniz iklim tipinin de görülmesinden dolayı asli ağaç türleri sarıçam ve ladindir (*Picea orientalis*). Yapraklı türlerden ise kavak (*Populus alba*, *Populus nigra*, *Populus tremula*), kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus ssp.*), Söğüt (*Salix alba*), kıızılağaç (*Alnus glutinosa*), dişbudak (*Fraxinus ssp.*), akçağaç, huş (*Betula ssp.*), ve meşe (*Quercus*) türleridir. (Anonim, 1992-1, Anonim 1992-2).

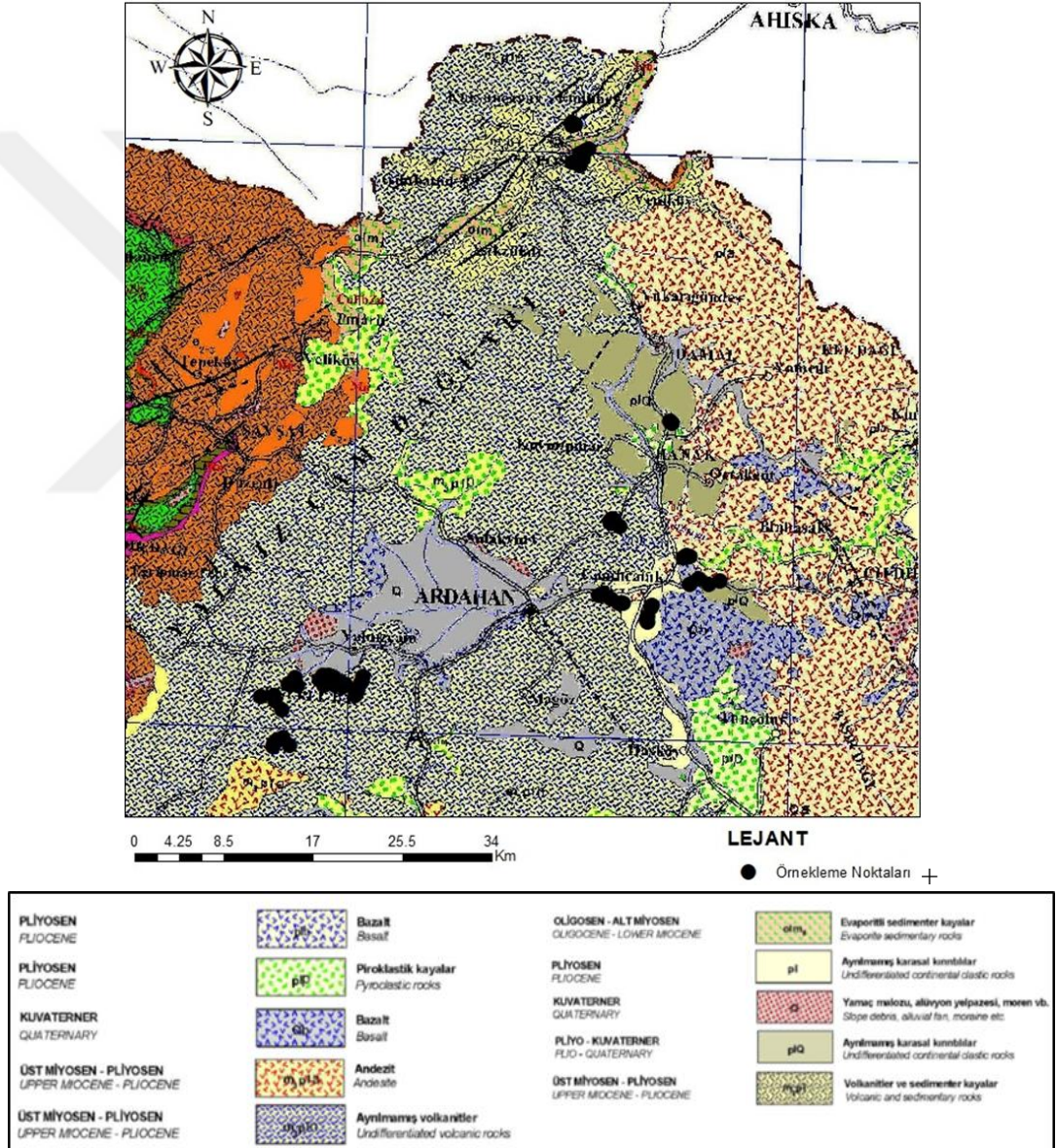
Ardahan yöresi yetişme ortamında otsu bitki türleri olarak; üçgül, çançiçeği, kuzukulağı, salkımotu, ballıbaba, geven (*Astragalus microcephalus*), aslanpençesi, kekik, şifaotu, kurtboğan, gelincik, diri örtü olarak; ahlat (*Pyrus communis*), üvez (*Sorbus aucuparis L.*), laden, ahududu (*Rubus idaeus*), kuşburnu (*Rosa canina*), yabani gül, yabani fındık (*Corylus avellana*), orman gülü (Zifin) (*Rhododendron luteum*), adi ardıç (*Juniperus communis var. Saxatilis*), kat kat çalısı (*Viburnum orientale*) ayıüzümü (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium arctostaphylos*) bulunmaktadır (Özhatay ve ark., 2010) (Şekil 5).



Şekil 5. a: Üvez (*Sorbus aucuparis L.*), b: Ayıüzümü (*Vaccinium arctostaphylos*), c: Sarıçiçekli orman gülü (*Rhododendron luteum*), d: Katkat çalısı (*Viburnum orientale*).

2.2.4. Jeoloji

Alınan örnek alanların jeoloji yapısı incelendiğinde genel olarak pliyosen zamanlı bazalt, piroklastik kayalar, ayrışmamış karasal kıvrımlar, üst miyosen-pliyosen zamanlı andezit, ayrışmamış volkanitler, volkanitler ve sedimenter kayalar, kuvaterner zamanlı bazalt, yamaç malozu alüvyon yelpazesi, moren vb., oligosen-alt miyosen zamanlı evaporitli sedimenter kayalar ve son olarakta pliyo-kuvaterner zamanlı ayrışmamış karasal kıvrımlardan oluşmaktadır. (Şekil 6)



Şekil 6. Örnek alanların jeoloji haritasında dağılımı

2.3. Yöntem

Araştırmada farklı bakılardan (gölgeli ve güneşli) ve farklı yükselti basamaklarından ((1300m-1600m), (1600-1900), (1900>x)) olmak üzere 60 adet örnek alan alınmıştır. Bu örnek alanların her biri 400m² 'lik (20m x 20m) ve 600 m²'lik (20m x 30m) alanlardır. Bu örnek alanların her birinden birer adet toprak (0-30 cm) örneği alınmıştır. Örnek alanlarına ilişkin eğim, bakı, arazi yüzü biçimi (reliyef), yükselti gibi konum etmenleri ile ortalama meşçere boyu, ortalama meşçere çapları, ortalama meşçere yaşı gibi özellikleri de belirlenmiştir.

Tez çalışması Ardahan ili Merkez, Çıldır, Hanak, Posof ve Göle ilçelerindeki saf sarıçam meşçerelerinde gerçekleştirilmiştir. Örnek alanlarının metrekaresini belirlemek için şerit metre kullanılmış, toprak örneklerini açmak için kazma, kürek ve kalın kökleri kesmek için bağ budama makası kullanılmıştır. Toprak profili örneklerini koymak için 40x70 cm ebatlarında beyaz şeffaf polietilen poşetler kullanılmıştır. Arazi eğimlerini belirlemek için eğimölçer (klizimetre), yükseltiyi metre cinsinden bulmak ve toprak örnekleri alınacak alanın konumunu X, Y koordinatları cinsinden bulunması için GPS aleti kullanılmıştır.

Araştırma alanının yeri ile ilgili belgeler Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Ardahan Orman İşletme Müdürlüğündeki 1/25000 ölçekli sayısallaştırılmış amenajman haritaları ve amenajman planları ile Meteorolojik veriler; Ardahan Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır. Diğer kullanılan materyaller ise ağaçların kuturlarını ölçmek için çapölçer (kompas), ağaç boylarının ölçülmesi için lazer boyölçer, ağaçların yaşlarının tayini için yaşölçer (artım burgusu), örneklerin konulduğu şeffaf polietilen poşetler ve ağaçlara ayna açılması için balta kullanılmıştır.

Arazide alınan toprak örneklerinin analizleri için Artvin Çoruh Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı Laboratuvarı ile Artvin Üniversitesi Bilim-Teknoloji Araştırma Merkezi Laboratuvarı kullanılmıştır.

Bu çalışma hazırlık, arazi, laboratuvar, büro ve istatistik yöntemler olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Çalışmanın aşamaları

2.3.1. Hazırlık Çalışmaları

Öncelikle örnek alan alınabilecek alanları belirlemek için Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü amenajman haritasından uygun meşcereler belirlenerek tek tek kayıtları çıkarılmıştır. Örnek alanlar seçilirken alanların mümkün olduğunca farklı yükseltiler, farklı bakılar ve farklı eğimlere sahip olmasına dikkat edilmiştir. Bu süreçte hem konu ile ilgili farklı çalışmalar (tezler, makaleler vb.) araştırılmış hem de gerek arazi gerekse büro çalışmaları sırasında gerekli olacak araç-gereçler (haritalar, çapölçer ve boy ölçerler, artım burgusu vb.) temin edilmiştir.

2.3.2. Arazi Çalışmaları

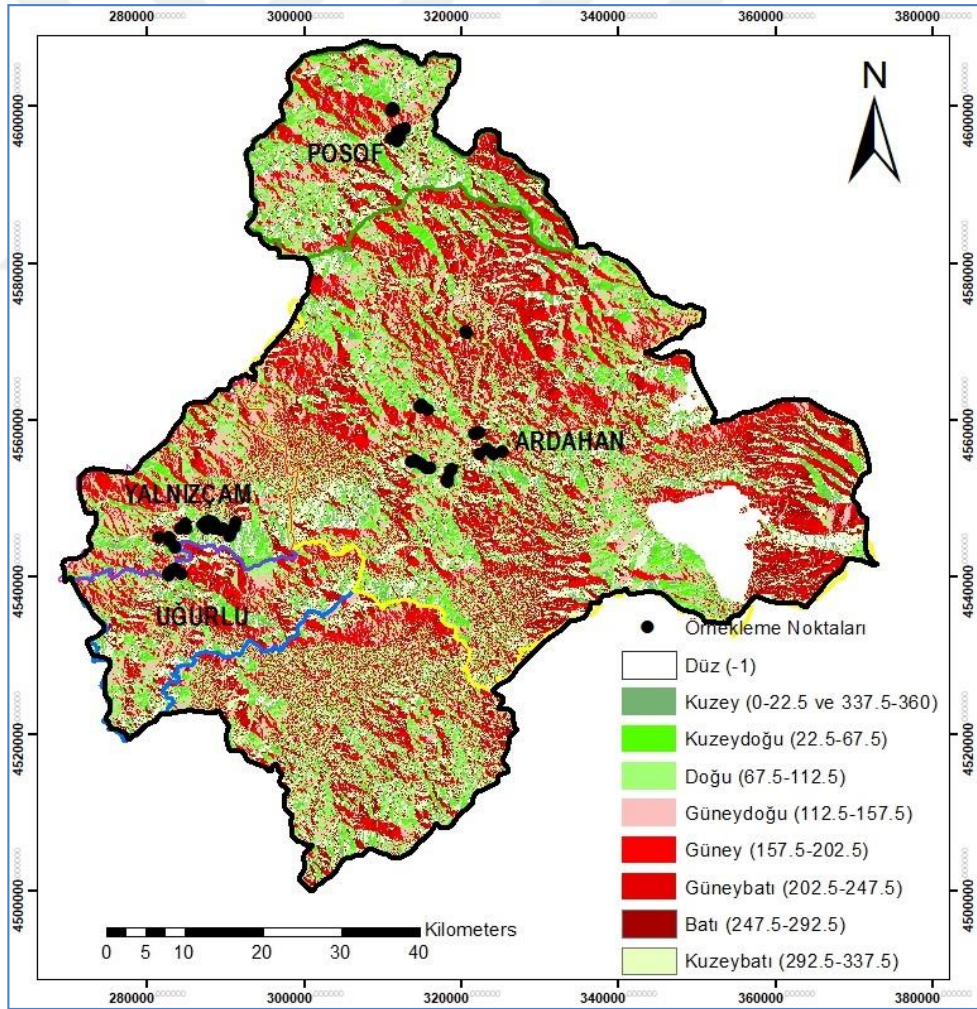
Arazi çalışmaları yörede iklimin uygun olduğu 2016 yılı temmuz-ağustos aylarında yapılmıştır. Bu kapsamda Ardahan Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı, sırasıyla Ardahan Orman İşletme Şefliği, Yalnızçam Orman İşletme Şefliği, Posof Orman İşletme Şefliği, Uğurlu Orman İşletme Şefliklerinde bulunan saf sarıçam (*Pinus sylvestris*) doğal meşcerelerinde çalışılmıştır.

2.3.2.1. Örnek Alanların Belirlenmesi

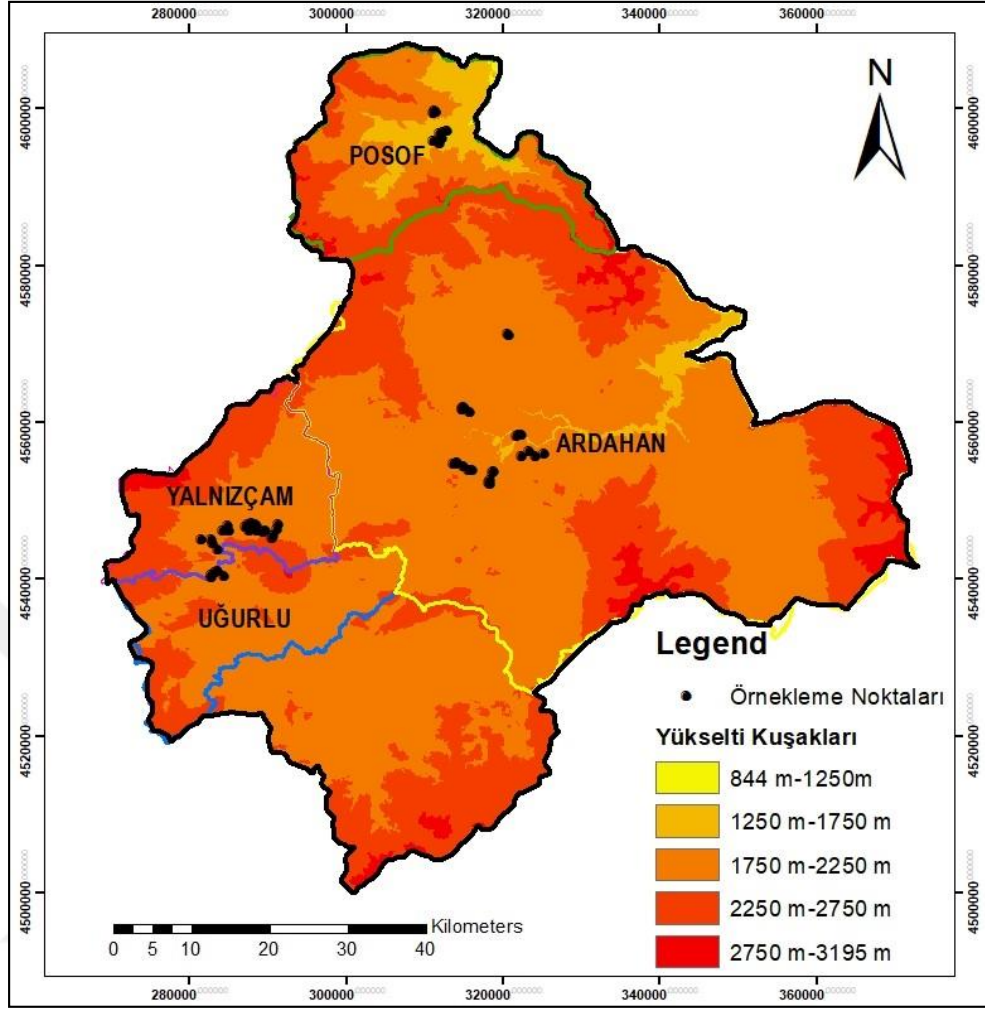
Araştırma yöresindeki örnek alanlar farklı yükselti basamaklarından (1300-1600, 1600-1900, >1900 m) ve farklı bakılardan (güneşli-gölgeli), saf, normal kapalı, herhangi bir mantar, böcek zararı, yangın gibi olaylara rastlanmayan saf sarıçam meşcerelerinden alınmıştır.

2.3.2.2. Konum Özelliklerinin Belirlenmesi (Yükselti, Bakı, Eğim ve Reliyef)

Örnek alanlardaki enlem-boylam, denizden yükseklik ve bakı GPS (küresel konum belirleme sistemi) cihazı ile, eğim klizimetre ile, reliyef ise Çepel (1978) tarafından belirlenen esaslara göre belirlenmiştir. Alana ilişkin bakı ve yükselti haritaları sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımı

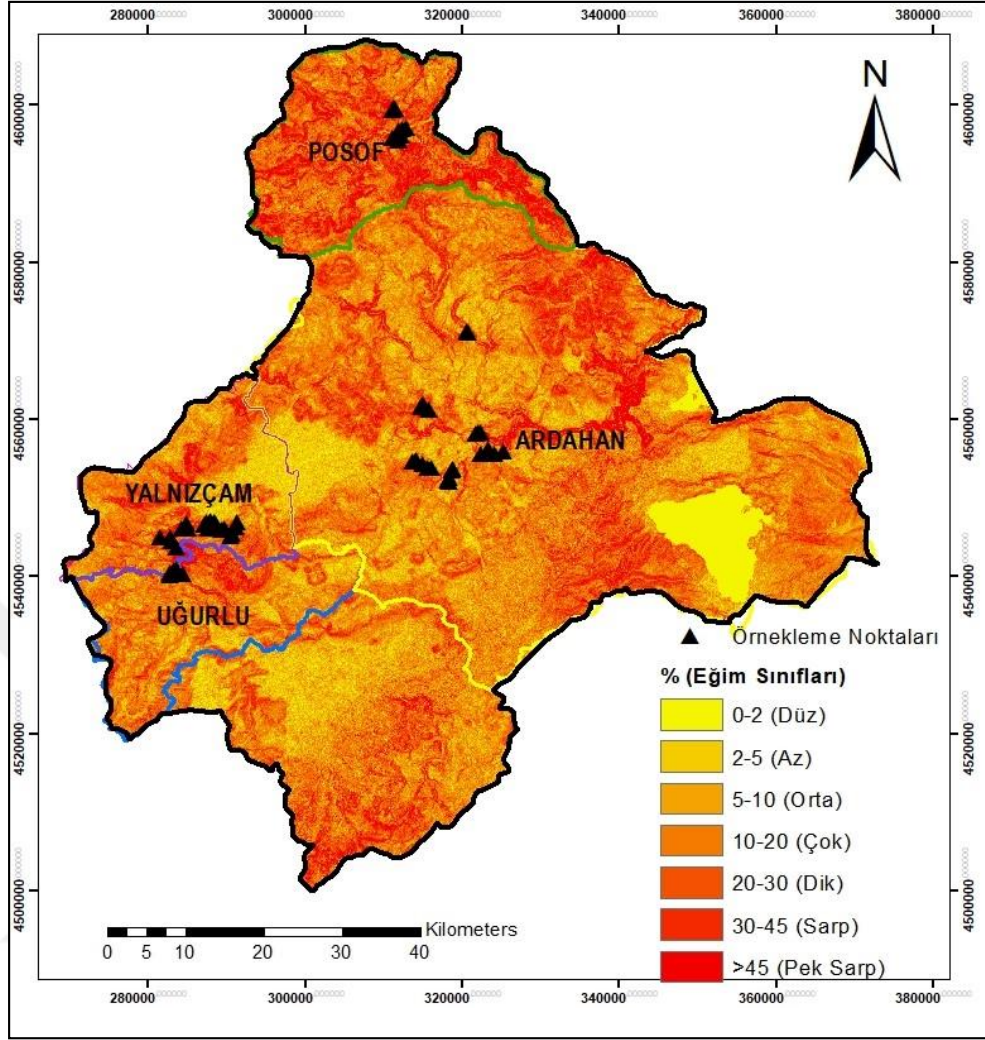


Şekil 9. Örnek alanların yükselti kuşaklarına dağılımı

Eğim arazinin engebeli olan durumunu ifade eder. Arazinin yatayla yaptığı açının derece veya grad biriminden ifadesi ise o yerin eğim derecesini verir. Reliyef ise arazinin sırt çizgisine olan uzaklığını yüzde olarak ifade etmektedir. Eğim ve reliyef sınıfları Çepel'e (1978) göre belirlenmiştir (Tablo 3). Çalışma alanının eğim sınıfları haritası Şekil 10'da verilmiştir.

Tablo 3. Eğim sınıfları ve reliyef tanıtımı (Çepel, 1978)

Arazi eğim tanıtımı	Eğim (°)	Eğim (%)	Reliyef Tanıtımı	Sırt Çizgisine Olan Uzaklık
Düz	0-2	0-3	Sırt	0%
Az Eğimli	2-5	3-9	Üst yamaç	%12,5 (0-25)
Orta Eğimli	5-10	9-17	Yukarı orta yamaç	%37,5 (25-50)
Çok Eğimli	10-20	17-36	Aşağı orta yamaç	%62,5 (50-75)
Dik	20-30	36-58	Alt yamaç	%87,5 (75-100)
Sarp	30-45	58-100	Etek düzlüğü	100%
Pek Sarp	>45	>100		



Şekil 10. Örnek alanların eğim sınıflarına dağılımı

2.3.2.3. Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi (Çap, Üst Boy, Yaş)

Her deneme alanında çap, meşcere üst boyu, meşcere orta yaşı gibi özellikler belirlenmiştir. Üst boy, hektardaki 100 ağaçtan hareketle 400 m² büyüklüğünde bir örnek alandaki en boylu 4 ağaç ölçülüp ortalaması alınarak belirlenmiştir (Kalıpsız, 1982). Belirlenen bu ağaçların boyları Vertex-III lazer boyölçer ile ölçülmüştür (Haglöf, 2002).

Meşcere yaş ölçümü için belirlenen ağaçların göğüs yüksekliğinden (1,3 m) artım burgusu ile artım kalemlerindeki halkalar sayılıp, ağacın 1,3 m yüksekliğe gelinceye kadar geçen yıl sayısı eklenerek bulunmuş ve 4 ağacın ortalaması alınmıştır (Kalıpsız, 1982).

2.3.2.4. Toprak Örnekleme

Toprak örnekleri her örnek alanda açılan toprak çukurundan (Şekil 11) sadece üst topraktan (0-30 cm derinlikten) bozulmuş (torba) ve bozulmamış (silindir) şekilde alınmıştır. Alınan toprak örnekleri çift katlı polietilen torbalara uygun şekilde konup etiketlenerek laboratuvara taşınmıştır. Açılan her bir toprak çukurundaki topraklar için drenaj, strüktür, nem ve kök yayılımı gibi özellikler Çepel'e (1978) göre belirlenerek kaydedilmiştir.



Şekil 11. 27 no.lu örnek alanda açılan toprak çukuru

2.3.3. Laboratuvar Çalışmaları

2.3.3.1. Toprakların Hazırlanması

Araziden alınan toprak örnekleri kurutma odalarında gazete kağıtlarının üzerine serilerek hava kurusu ortamda kuruyana kadar bekletilir. Bu esnada örneklerin karışmaması için ayrı ayrı etiketlenir o şekilde kurutma dolaplarına konulur. Hava kurusu haline gelen topraklar porselen havanlarda uygun şekilde öğütülmüş ve sonrasında 2 mm lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

Her bir toprak örneği üzerinde organik madde içeriği, tekstür (kum, kil, toz içerikleri), pH, EC, hacim ağırlığı, toplam azot, C/N oranı gibi toprak özellikleri belirlenmiştir. Bütün laboratuvar analizleri iki tekrarlı olarak yapılmış ve ortalamalar değerlendirilmiştir.

2.3.3.2. Hacim Ağırlığı

Hacmi belirli olan çelik bir silindir çakmak suretiyle belirli bir derinlikte toprağa sokulur itina ile çıkarılır örnek 105 °C derecede fırında kurutulur ve tartılır. Hacim ağırlığı fırın kuru ağırlığın silindir hacmine bölünmesi ile bulunur (Gülçur 1974). Hacim ağırlığının sınıflandırması Hazelton and Murpy'ye (2007) göre yapılmıştır (Tablo. 4).

Tablo 4. Hacim ağırlığının sınıflandırması (Hazelton and Murpy, 2007)

Sınıfı	HA (gr/cm ³)
Çok düşük	<1,0
Düşük	1,0-1,3
Orta	1,3-1,6
Yüksek	1,6-1,9
Çok yüksek	<1,9

2.3.3.3. İskelet Miktarı

Silindir örneğindeki toprak tamamıyla tartılır 2 mm'lik elekten geçirilir. Eleğin üstünde kalan parçalar toplam toprağa oranlanarak yüzde olarak iskelet miktarı (taşlılık) belirlenir (Çepel, 1988). İskelet miktarının sınıflandırması ise Tablo 5'te verilmiştir (FAO, 2007).

Tablo 5. İskelet miktarı sınıflandırması (FAO, 2007).

Sınıfı	Taşlılık (%)
Yok	0
Çok az	0-2
Az	2-5
Yaygın	5-15
Çok	15-40
Bol	40-80
Baskın	>80

2.3.3.4. Mekanik Analiz (Tekstür)

Tekstür tayininde amaç toprakta kum, toz, kil oranlarının belirlenmesidir. Çalışmada mekanik analiz Bouyoucos hidrometre yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle hafif topraklardan 100 gr ağır bünyeli topraklardan ise 50 gr olmak üzere 2 mm'lik elekten geçirilen topraklar 600 mm'lik beherlere konularak 400 mm saf su eklenmiştir. Topraklardaki çimento maddelerinin (kireç, organik madde vb.) etkisini gidermek için %5 oranında calgon çözeltisi konmuş ve karıştırılarak ve bir gece

boyunca bekletilmiştir. Bir sonraki gün hazır olan çözelti beherden elektrikli mikserin bardağına piset yardımıyla tamamen aktarılmıştır. 5 dk. kadar mikserde tutulan örnek Bouyoucos silindirlerine boşaltılır ve üzerlerine ağır bünyeli topraklar için 1130 ml, hafif bünyeli topraklar için 1205 ml' ye gelecek şekilde saf su eklenir. Eklendikten sonra hidrometre içine atılır ve 4',48'' okuması yapılır. Sıcaklık derecesi de ölçüldükten sonra çözeltilerimiz 2 saat boyunca bırakılır 2. saatin sonunda hidrometre tekrar çözeltilerin içine atılır ve sıcaklık derecesi ölçülür, kaydedilir ve ilgili hesaplamalar yapılarak yüzde olarak kum, kil ve toz içeriği belirlenmiş olur (Gülçur 1974, Karaöz 1989).

2.3.3.5. Toprak Reaksiyonu (pH)

Çalışmamızda cam elektrotlu pH metre kullanılarak 1:2,5 oranında saf suda bir gece bekletilen örnekler üzerinde ölçümler yapılmıştır (Şekil 12) (Gülçur, 1974, Kaçar, 2009). Toprak asitliği sınıfları Kaçar'a (2009) göre belirlenmiştir (Tablo 6).



Şekil 12. pH analizi

Tablo 6. pH sınıflandırması (Kaçar, 2009)

pH	Sınıfı
4,5-5,5	Kuvvetli asit
5,6-6	Asit
6,1-6,8	Hafif asit
6,9-7,6	Nötr
7,7-8,3	Alkalin

2.3.3.6. Elektriksel İletkenlik (EC)

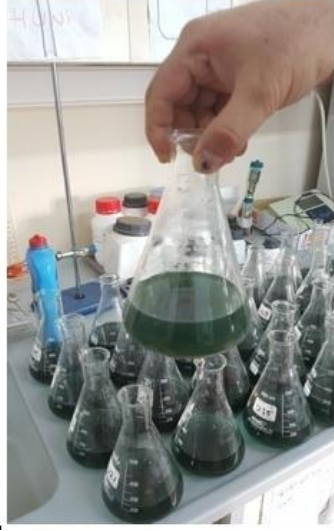
Toprak tuzluluğu toprak çözeltilisindeki elektrik iletkenliğinin ölçülmesi ile belirlenir. Toprak örneklerine ilişkin EC EC-metre ile 1:2,5 toprak/su oranları ile $\mu\text{S/cm}$ cinsinden belirlenmiştir. Hazelton and Murphy'nin (2007) yapmış olduğu sınıflandırma (Tablo 7) kullanılmıştır.

Tablo 7. EC sınıflandırması (Hazelton and Murphy, 2007)

Sınıfı	EC ($\mu\text{S/cm}$)
Tuzsuz	0-2000
Az tuzlu	2000-4000
Orta derecede tuzlu	4000-8000
Çok tuzlu	8000-16000
Ekstrem derecede tuzlu	>16000

2.3.3.7. Organik Karbon

Toprakların organik karbon içeriği değiştirilmiş Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle belirlenmiştir. Öncelikle 2 mm elekten geçmiş 1 gr toprak numunesi alınır. 500-ml'lik erlenlere konur. Bundan sonra erlene 10 ml $\text{1NK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Potasyum dikromat) ilave edilerek toprakla karıştırılır. Karıştırıldıktan sonra erlene 20 ml H_2SO_4 (Sülfirik asit) ilave edilir çok hızlı olmamak kaydı ile hafifçe karıştırılır. Bu arada karışımdan yüksek ısı açığa çıkacaktır. Bu yüzden çeker ocakta 15-20 dakika bekletilerek soğuması sağlanır. Çeker ocaktan alınan çözeltiliye 150 ml saf su, 10 ml H_3PO_4 (%85'lik Fosforik Asit) ve 7-8 damla difenilamin eklenir. Bu karışıma FeSO_4 (Demir sülfat) büretten akıtılarak titrasyon yapılır. Bu işlem çözeltili yeşil renge dönene kadar devam eder (Şekil 13). Çözeltili yeşil rengi aldıktan sonra titrasyon durdurulur ve okunan değer yazılarak yüzde olarak hesaplaması yapılır. Hesaplanan organik karbon 1,72 katsayısı ile çarpılarak organik madde hesaplanmıştır (Karaöz, 1991). Toprak organik maddesinin sınıflandırması Çepel'e göre yapılarak Tablo 8'de verilmiştir.



Şekil 13. Organik karbon tespiti için titre edilmiş ve edilecek olan örnekler.

Tablo 8. Toprak organik maddesinin tanıtımı (Çepel 1978)

Organik Madde Sınıfı	Organik Madde Miktarı (%)
Fakir	<1
Zayıf	1-2
Orta	2-4
Kuvvetli	4-8
Çok Kuvvetli	8-15
Zengin	15-30

2.3.3.8. Toplam Azot

Topraktaki azotun önemli bir kısmı üst toprakta ve ölü örtüde birikmiştir. Toprakta organik maddeye dayalı azot proteinlerin yapı taşı olan aminoasitler şeklindedirler. Azot tayinindeki amacımız azot içeren organik maddelerin içermiş olduğu azotun amonyağa dönüştürüp azot oranının bulunmasını sağlamaktır. Azot tayini yapılırken Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Bir yaş yakma yöntemi olarak kabul edilen Kjeldahl toprak numunesindeki azotun sülfürik asitle yakılarak amonyuma dönüştürülmesidir (Kaçar, 2009, Karaöz, 1991). Azotun sınıflandırması Hazelton and Murphy'ye göre yapılarak Tablo 9'da verilmiştir.

2 mm lik elekten geçirilip hazırlanan toprak örneğinden 1 gr tartılır. Alınan numune yakma tüpünün içine dökülür. Tüpler Kjeldahl aletinin yakma ünitesine konulduktan sonra asit tahliye vanası takılıp işleme başlanır. Cihaz çalıştırılır önce düşük sıcaklıkta (150-200 °C), ardından 420 °C sıcaklıkta 4-5 saat yakma işlemi uygulanır. Yakma işlemi bittikten sonra numuneler soğumaya bırakılır. Tüpler üzerine yavaş bir

biçimde 25 ml saf su ilavesi yapılır. Bu anda ısı yükselmesi olacaktır. Soğuma işlemi bittikten sonra tüpler destilasyon cihazına yerleştirilir. Destilasyon cihazındaki işlem bittikten sonra titre edilen numunelerde menekşe rengini alınca işlem durdurulur ve okunan değer yazılır (Şekil 14).

Tablo 9. Azot sınıflandırması (Hazelton ve Murpy, 2007)

Sınıfı	N (%)
Çok düşük	$X < 0,05$
Düşük	0,05-0,15
Orta	0,15-0,25
Yüksek	0,25-0,50
Çok yüksek	$0,50 < X$



Şekil 14. Kjeldahl yöntemine göre azot tayini.

2.3.3.9. C/N Oranı

Topraktaki azot miktarı ile organik madde miktarı arasında sıkı bir ilişki vardır. Organik maddenin ayrışma hızının üzerinde etkili olan faktörlerden biri de azottur. C/N oranı bir ölçüt olarak alınmaktadır. C/N oranı % cinsinden bulunan organik karbonun yine % cinsinden olan toplam azota oranlanmasıyla belirlenmiştir. Sınıflandırılması ise Kantarcı'ya (2000) göre yapılmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. C/N sınıflandırması (Kantarıcı, 2000)

Sınıflandırma	C/N Oranı
Ayrışma hızlı	<15
Orta derecede ayrışma	15-20
Ayrışma yavaş	25-30
Ayrışma engelleniyor	>30

2.3.4. İklim Değişkenleri

Bonitet endeksi ile ilişkilendirilecek ve modelde kullanılacak bir diğer faktör de iklimdir. Ancak çalışma alanına yakın meteoroloji istasyonu olmadığı için örnek alanlardaki iklim değişkenlerini (sıcaklık, minimum ve maksimum sıcaklık ve toplam yağış) belirleyebilmek için iki farklı yöntem vardır.

İlk yöntemde araştırma alanlarına en yakın meteoroloji istasyonlarının verileri araştırma alanlarına uyarlanmıştır (ekstrapolasyon). Burada yağış için denklem I kullanılmıştır (Erinç, 1969).

$$P_h = P_o \pm 54h \quad (I)$$

P_h : Yükseltisi bilinen ve üzerinde meteoroloji istasyonu bulunmayan yörenin hesaplanacak yıllık yağış miktarı (mm)

P_o : Yükseltisi bilinen yerin ölçülen yıllık yağış miktarı (mm)

h : İki yükselti arasındaki fark (hm olarak)

Ancak bu çalışmada Erinç (1969)'in Türkiye için 45 mm'yi önermesi nedeniyle 54 yerine 45 kullanılmıştır. Sıcaklık için ise her 100 m yükselişte 0,5 °C soğuma dikkate alınmıştır.

İkinci yöntemde ise Fick ve Hijmans (2017) tarafından geliştirilen ve www.worldclim.org sayfasında sunulan veriler indirilmiş ve ARCGIS programında örnek alan koordinatlarına bağlı olarak belirlenmiştir.

2.3.5. Meşcere Verim Gücü (Bonitet Endeksi, BE)

BE'nin belirlenmesi için daha önce meşcere üst-boyu ve ortalama yaşının belirlenmesinde elde edilen üst-boy ve yaş değerleri bir koordinat eksenine taşınır ve bir nokta bulutu oluşturulur. Daha sonra en küçük kareler yöntemine göre bu noktaların içinden bir "kılavuz eğri" geçirilir. Sonra bu eğriden yararlanılarak oluşturulan regresyon denklemi ile en yüksek ve en düşük BE değerleri arasındaki fark bulunup 5' e bölünerek bulunan değerlerden yararlanılarak diğer BE eğrileri geçirilmiştir. Burada I en yüksek verim sınıfını, V ise en düşük verim sınıfını ifade etmektedir (Fırat, 1972; Kalıpsız, 1982).

Örnek alanlara ilişkin bonitet endeksleri Erdemir'in (1974) Sarıkamış, Göle yöreleri için geliştirmiş olduğu denklem ve katsayılarından yararlanılarak belirlenmiştir.

2.3.6. İstatistik Yöntemler

Çalışmadan elde edilen veriler değerlendirilirken; BE ile ekolojik faktörler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile, BE'nin ekolojik faktörler yardımı ile tahmin edilmesi (modellenmesi) çoklu doğrusal regresyon ve regresyon ağacı yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir.

2.3.6.1. Korelasyon Analizi

İki değişkenin arasındaki doğrusal ilişkiyi veya bir değişkenin iki veya daha fazla değişken (bağımlı ve bağımsız) ile aralarında bir ilişki bulunup bulunmadığını test eden ve bu ilişkinin derecesini belirleyen bir yöntemdir. Bu ilişkinin yönünü ve derecesini gösteren katsayıya korelasyon katsayısı denir ve "r" ile ifade edilir. Bu katsayısı -1 ile +1 arasında değerler alır, katsayının 0 değerini alması ise değişkenler arasında bir ilişki çıkmadığını gösterir (Kalaycı, 2010).

2.3.6.2. Çoklu Doğrusal Regresyon

Bir bağımlı değişken ile iki ya da daha fazla bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkilerin bir matematik model ile açıklanması sürecidir Yani burada birden çok açıklayıcı değişken söz konusudur. Çoklu doğrusal regresyon aşağıdaki gibi formüle edilebilir (II)

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (\text{II})$$

Formüldeki y bağımlı değişkeni, X_i bağımsız değişkeni, β tahmin edilecek parametreyi, ε ise hata terimini ifade etmektedir (Kalaycı, 2010).

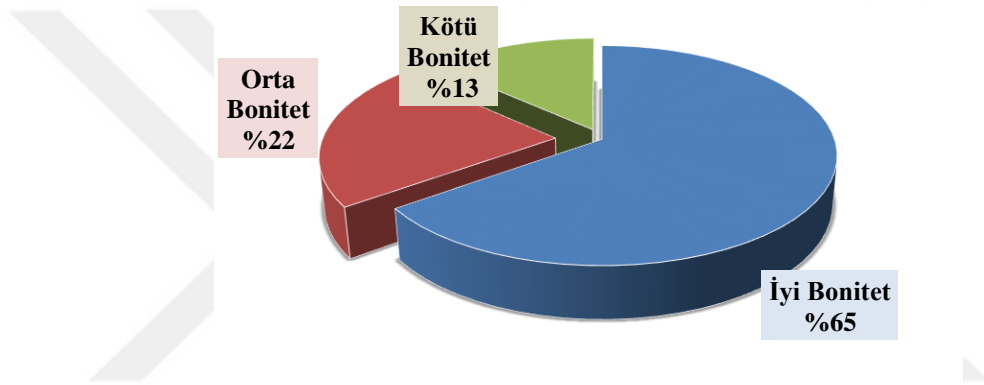
2.3.6.3. Regresyon Ağacı

Regresyon ağacı tekniği parametrik olmayan kural tabanlı bir tekniktir. Asıl amacı bağımlı bir değişkene göre bağımsız değişkenler matrisini homojen alt gruplara ayırmaktır. Alt grupların oluşturulmasında veriler dallanan bir ağaç biçiminde hiyerarşik bir düzende sunulur (Özkan, 2012). Regresyon ağacı yöntemi esasında tahminsel bir modeldir. Bu yöntem kullanılırken bağımlı değişken yapılarına göre karar ağacı ve modelinin ismi değişmektedir. Bağımlı değişken kategorik olduğu zaman ismi “sınıflandırma ağacı”, sürekli değişken olduğu zaman ise “regresyon ağacı” modeli olarak isimlendirilir (Aktürk ve ark., 2017). Bazı varsayımları gerektirmemesi (parametrik olmayan), sadece doğrusal değil doğrusal olmayan (üstel, logaritmik, parabolik vb.) ilişkileri de modelleyebilmesi ve modelin görsel olarak ifade edilebilmesi bu yöntemin avantajlarındandır.

3. BULGULAR

3.1. Bonitet Endeksine İlişkin Bulgular

Tez kapsamında toplamda 60 adet örnek alan alınmıştır. Bonitet endeksleri 18,08 m ile 33,30 m arasında değişmekte olup ortalaması 25,36 m olarak bulunmuştur (Tablo 26). 60 örnek alanının 39 adedi (%65'i) iyi bonitet, 13 adedi (%22'si) orta bonitet ve diğer kalan 8 adedi ise kötü bonitet sınıfında yer almıştır (Şekil 15).



Şekil 15 . Örnek alanların bonitet sınıflarına dağılımı

3.2. Konum Etmenleri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular

3.2.1. Enlem ve Boylam

Çalışma alanı 45,40° - 45,99° kuzey enlemleri ile 28,15° - 32, 51° doğu boylamları arasında yer almaktadır (Tablo 26). Yapılan korelasyon analizinde enlem ve boylam dereceleri ile bonitet endeksleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, enlem için $r=-0,219$, boylam için $r=-0,232$) (Tablo 27).

3.2.2. Yükselti

Çalışma alanının yükselti 1344 m ile 2256 m arasında değişmekte olup, ortalama yükselti 1913,1 m'dir (Tablo 26). Ortalama yükselti göz önüne alındığında çalışma alanının yüksek dağlık arazi özelliği gösterdiği görülmektedir. Örnek alanların 5

adedinin (%8,3) 1300-1600 m, 15 adedinin (%25) 1600-1900 m, geriye kalan 40 adedinin (%66,7) ise >1900 m yükselti kuşağında yer aldığı görülmüştür. İyi bonitette yer alan alanların büyük bir kısmı ise >1900 m yükselti kuşağında yer almıştır (Tablo 11). Yapılan korelasyon analizi sonucunda yükselti ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, $r=-0,123$) (Tablo 27).

Tablo 11. Örnek alanların bakı grubu, yükselti kuşakları ve verimlilik sınıflarına dağılımı

Bakı	Yükselti Kuşağı(m)	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	1300-1600	3	-	-	3	72
	1600-1900	3	2	4	9	14
	1900<x	24	4	2	30	14
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14	-	100
Güney	1300-1600	1	1	-	2	50
	1600-1900	3	2	1	6	39
	1900<x	5	4	1	10	11
Toplam		9	7	2	18	100
Oran		50	39	11	-	100
Genel Toplam		39	13	8	60	-
Genel Oran (%)		65	22	13	-	100

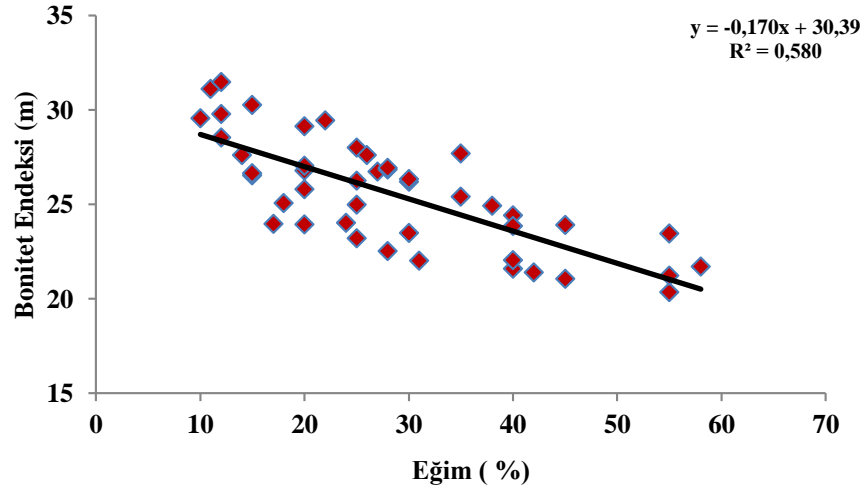
3.2.3. Eğim

Çalışma alanının eğimi %10 ile %60 arasında değişmekte olup ortalama eğimi %27,2'dir (Tablo 26). Bölge çok eğimli araziler grubuna girmektedir. KBG'deki örnek alanların 2 adedi (%5) orta eğimli, 13 adedi (%31) çok eğimli, 18 adedi (%43) dik eğimli, 6 adedi (%14) sarp eğimli ve 3 adedi (%7) pek sarp eğimli sınıfta yer alırken GBG'deki örnek alanların 1 adedi (%6) orta eğimli, 6 adedi (%33) çok eğimli, 3 adedi (%17) dik eğimli, 6 adedi (%33) sarp eğimli ve 2 adedi (%11) pek sarp eğim sınıfında yer almıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Örnek alanların bakı grubu, eğim ve verimlilik sınıflarına dağılımı

Bakı	Eğim Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Düz	-	-	-	-	-
	Az Eğimli	-	-	-	-	-
	Orta Eğimli	1	1	-	2	5
	Çok Eğimli	12	1	-	13	31
	Dik Eğimli	13	3	2	18	43
	Sarp Eğimli	3	1	2	6	14
	Pek Sarp Eğimli	1	-	2	3	7
	Toplam	30	6	6	42	100
Oran (%)	72	14	14		100	
Güney	Düz	-	-	-	-	-
	Az Eğimli	-	-	-	-	-
	Orta Eğimli	-	1	-	1	6
	Çok Eğimli	5	-	1	6	33
	Dik Eğimli	1	1	1	3	17
	Sarp Eğimli	3	3	-	6	33
	Pek Sarp Eğimli	-	2	-	2	11
	Toplam	9	7	2	18	100
Oran	50	39	11		100	
Genel Toplam	39	13	8	60		
Genel Oran (%)	65	22	13		100	

Yapılan korelasyon analizi sonucunda eğim ile BE arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde negatif yönlü bir ilişki ($r = 0,762$) bulunmuştur (Tablo 27, Şekil. 16).

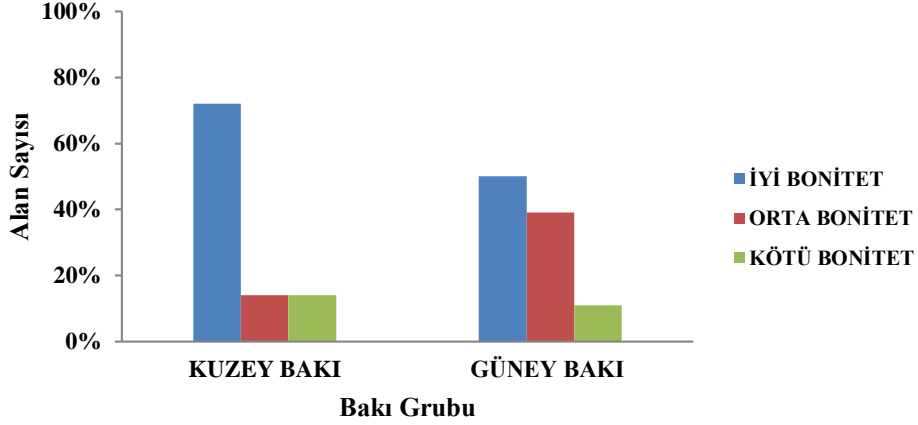


Şekil 16. Eğim ile bonitet endeksi arasındaki ilişki

3.2.4. Bakı

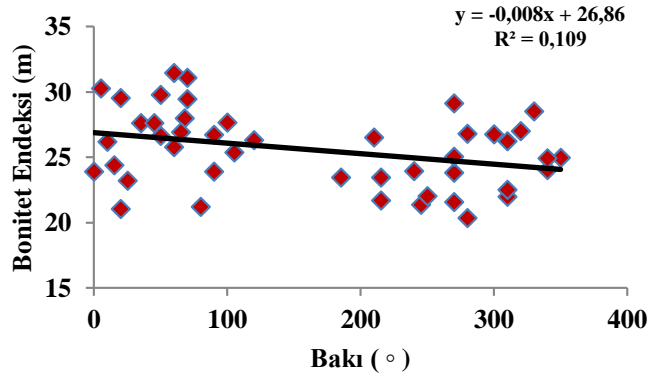
Çalışma alanının %70'i (42 adet) kuzey bakı grubunda, %30'u (18 adet) ise güney bakı grubunda yer almaktadır. KBG'de bulunan örnek alanların %72'si iyi, %14'ü

orta ve %14'ü ise kötü bonitet sınıfında yer almaktadır. GBG'de ise %50'si iyi, %39'u orta ve %11'i ise kötü bonitet sınıfında yer almaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımı

Yapılan korelasyon analizi sonucunda bakı ile BE arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde negatif yönlü bir ilişki ($r = 0,331$) bulunmuştur (Tablo 27, Şekil 18).



Şekil 18. Bakı ile bonitet endeksi arasındaki ilişki

3.2.5. Sırttan Uzaklık

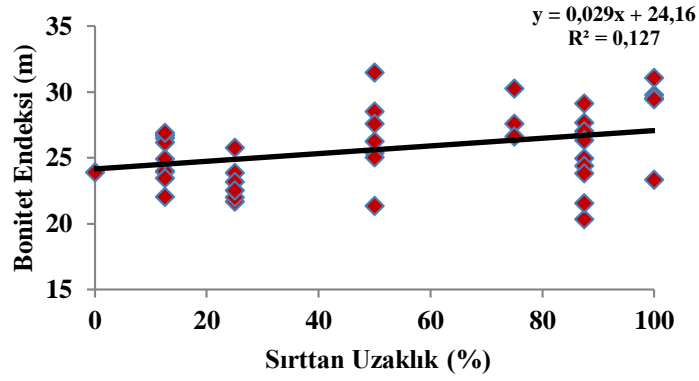
Araziden alınan örnek alanların bakı, arazi yüzü şekli ve verimlilik sınıflarına dağılımı Tablo 13'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde kuzey bakı grubundaki örnek alanlarının 5 adedi (%12) etek düzlüğü, 17 adedi (%41) alt yamaç, 6 adedi (%14) orta yamaç, 13 adedi (%31) üst yamaç ve 1 adedi (%2) sırtta bulunurken, güney bakı grubundaki örnek alanlarının 1 adedi (%6) etek düzlüğünde, 6 adedi (%33) alt yamaçta, 2 adedi (%11) orta yamaçta, 9 adedi (%50) üst yamaçta bulunmaktadır.

KBG’de etek düzlüğünde yer alan 5 adet örnek alanının 4 adedi iyi, 1 dedi orta bonitet, alt yamaçta yer alan 17 adet örnek alanının 10 adedi iyi, 1 adedi orta, 6 adedi kötü, orta yamaçta yer alan 6 adet örnek alanının 5’i iyi, 1’i orta bonitette, üst yamaçta yer alan 13 adet örnek alanının 10 adedi iyi, 3 adedi orta bonitette ve son olarak sırtta yer alan 1 adet örnek alanı ise iyi bonitet sınıfında yer almaktadır. GBG’deki etek düzlüğünde yer alan 1 adet örnek alanı iyi bonitet, alt yamaçta yer alan 6 adet örnek alanının 4 adedi iyi, 1 adedi orta, 1 adedi kötü, orta yamaçta yer alan 2 adet örnek alanının 1’i iyi, 1’i orta bonitette, üst yamaçta yer alan 9 adet örnek alanının 4 adedi iyi, 4 adedi orta bonitet ve 1 adedi ise kötü bonitet sınıfında bulunmaktadır (Tablo 13).

Tablo 13. Örnek alanların bakı grubu, yamaçta bulunma durumu ve verimlilik sınıfına dağılımı

Bakı	Reliyef Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Etek Düzlüğü	4	1	-	5	12
	Alt Yamaç	10	1	6	17	41
	Orta Yamaç	5	1	-	6	14
	Üst Yamaç	10	3	-	13	31
	Sırt	1	-	-	1	2
	Toplam		30	6	6	42
	Oran (%)	72	14	14		100
Güney	Etek Düzlüğü	-	1	-	1	6
	Alt Yamaç	4	1	1	6	33
	Orta Yamaç	1	1	-	2	11
	Üst Yamaç	4	4	1	9	50
	Sırt	-	-	-	-	-
	Toplam		9	7	2	18
	Oran	50	39	11		100
	Genel Toplam	39	13	8	60	
	Genel Oran (%)	65	22	13		

Yapılan korelasyon analizinde sırttan uzaklık ile BE arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki ($r=0,366$) bulunmuştur (Tablo 27, Şekil. 19).



Şekil 19. Sırttan uzaklık ile bonitet endeksi arasındaki ilişki

3.3. İklim Etmenleri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular

Ardahan yetiştirme ortamı biriminde yer alan meteoroloji istasyonlarından alınan yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağışa ilişkin veriler örnek alanlarının bulunduğu yükseltilere göre tahmin edilmiştir. İklim verilerinden yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama minimum sıcaklık, yıllık ortalama maksimum sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlendirilmiştir.

3.3.1. Sıcaklık

Yetiştirme ortamlarından alınan deneme alanlarında yıllık ortalama sıcaklık $1,5\text{ C}^\circ$ ile $6,0\text{ C}^\circ$ arasında değişmekte ve yıllık ortalama sıcaklık $3,2\text{ C}^\circ$ 'dir (Tablo 26). Yapılan korelasyon analizinde sıcaklık ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p > 0,05$, $r = 0,123$) (Tablo 27).

3.3.2. Yağış

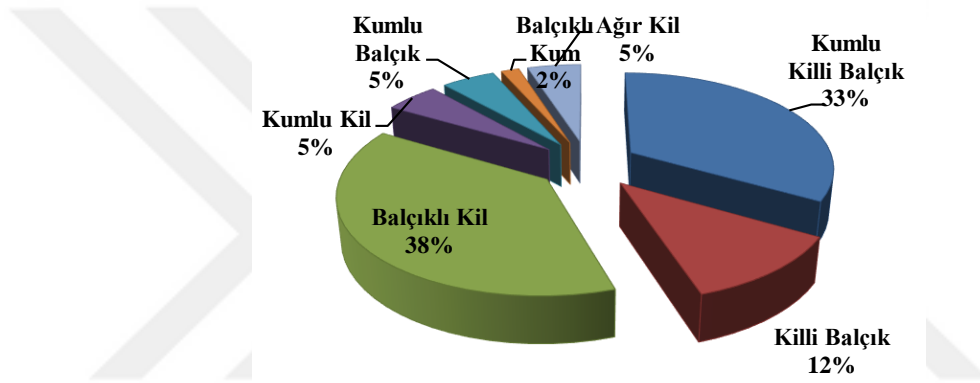
Yıllık toplam yağış ise $364,5\text{ mm}$ ile $729,3\text{ mm}$ arasında olup ortalaması $592,1\text{ mm}$ civarındadır (Tablo 26). Yapılan korelasyon analizinde yağış ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p > 0,05$, $r = -0,123$) (Tablo 27).

3.4. Toprak Özellikleri ile Verimlilik Arasındaki İlişkilere Ait Bulgular

Örnek alandan alınan toprak örnekleri üzerinde hacim ağırlığı, pH, EC, kum, toz, kil özellikleri, organik madde, toplam azot ve C/N oranı olmak üzere 8 toprak özelliği belirlenmiştir.

3.4.1. Toprak Tekstürü (Kum, Kil, Toz İçerikleri)

Yetiştirme ortamında yer alan örnek alanların bakı, toprak türü ve verimlilik sınıflarına dağılımı tablo 14’ te verilmiştir. Ortalama kum, toz, kil değerlerinin yüzdeleri sırasıyla %55,2, %27,7, %17,1 olarak bulunmuştur (Tablo 26).



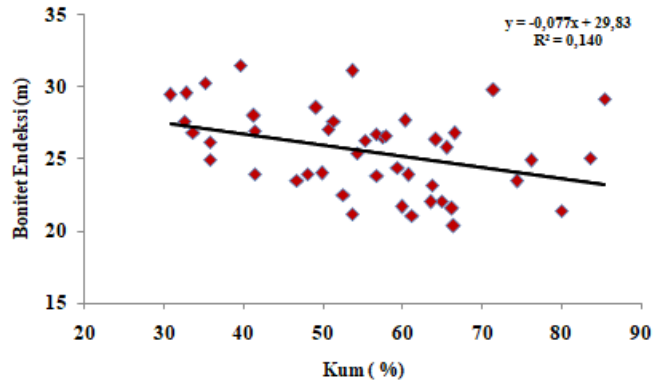
Şekil 20. Toprak türlerine göre örnek alanların dağılımı.

KBG’deki 42 adet örnek alanının 9 adedi (%21) KuKB, 6 adedi (%14) KiB, 20 adedi (%48) BK, 3 adedi (%7) KuK, 1 adedi (%3) KuB, 3 adedi (%7) K türündeki topraklar üzerinde yer almaktadır GBG’deki 18 adet örnek alanının 11 adedi (%61) KuKB, 1 adedi (%6) KiB, 3 adedi (%16) BK, 2 adedi (%11) KuB, 1 adedi (%6) BK türündeki topraklar üzerinde dağılım göstermiştir (Tablo 14).

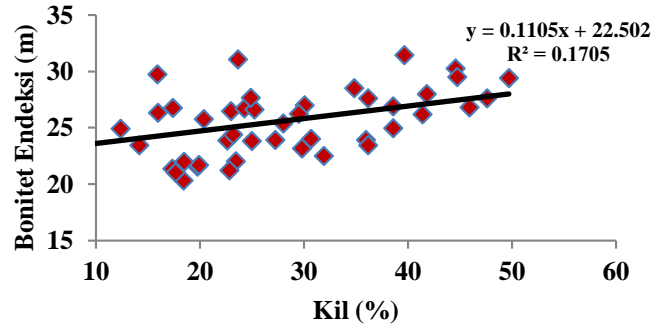
Tablo 14. Örnek alanların toprak türleri, bakı grubu ve verimlilik sınıflarına dağılımı

Bakı	Toprak Türü	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Kumlu-Killi Balçık	6	1	2	9	21
	Killi Balçık	2	2	2	6	14
	Balçıklı Kil	16	2	2	20	48
	Kumlu Kil	2	1	-	3	7
	Kumlu Balçık	1	-	-	1	3
	Balçıklı Kum	-	-	-	0	0
	Ağır Kil	3	-	-	3	7
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14		
Güney	Kumlu-Killi Balçık	5	4	2	11	61
	Killi Balçık	-	1	-	1	6
	Balçıklı Kil	2	1	-	3	16
	Kumlu Kil	-	-	-	0	0
	Kumlu Balçık	1	1	-	2	11
	Balçıklı Kum	1	-	-	1	6
	Ağır Kil	-	-	-	0	0
Toplam		9	7	2	18	100
Oran (%)		50	39	11		100
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran (%)		65	22	13		100

Yapılan korelasyon analizi sonucunda kum ile BE arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde negatif yönlü bir ilişki ($r = 0,374$) (Şekil 21), kil ile BE arasında $p < 0,01$ önem düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki ($r = 0,413$) (Şekil 22) bulunmuştur. Toz ile BE arasında ise anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p > 0,05$, $r = 0,156$) (Tablo 27).



Şekil 21. Kum değerleri ile bonitet endeksi arasındaki ilişki



Şekil 22. Kil değerleri ile bonitet endeksi arasındaki ilişki

3.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH)

Analiz sonuçlarına göre, pH derecesi en düşük 5,6 en yüksek 6,8 bulunmuş olup pH ortalaması 6,2'dir (Tablo 26). Örnek alanların bakı, pH ve verimlilik sınıflarına dağılımı Tablo 15' te verilmiştir. Tablo incelendiğinde kuzey bakı grubu ile güney bakı grubunda yer alan toprak örneklerinin asidik ve hafif asit özelliğinde bulunan topraklar olduğu görülmektedir. KBG' de yer alan 42 adet örnek alanın 31 adedi hafif asit, 11 adedi asidik topraklar sınıfında olduğu bulunmuştur. KBG' de yer alan 42 adet örnek alanın 30 adedi iyi bonitet, 6 adedi orta bonitet, 6 adedi ise kötü bonitette GBG' da yer alan 18 adet örnek alanın ise 9 adedi iyi bonitet, 7 adedi orta bonitet, 2 adedi ise kötü bonitettir. Yapılan korelasyon analizinde ise pH ile verimlilik arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p > 0,05$, $r = -0,242$) (Tablo 27).

Tablo 15. Örnek alanların pH, bakı grubu ve verimlilik sınıfları dağılımı

Bakı	pH Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Kuvvetli Asit	-	-	-	-	-
	Asit	8	3	-	11	26
	Hafif Asit	22	3	6	31	74
	Nötr	-	-	-	-	-
	Alkalin	-	-	-	-	-
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14	100	100
Güney	Kuvvetli Asit	-	-	-	-	-
	Asit	3	2	1	6	33
	Hafif Asit	6	5	1	12	67
	Nötr	-	-	-	-	-
	Alkalin	-	-	-	-	-
Toplam		9	7	2	18	
Oran (%)		50	39	11	100	100
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran (%)		65	22	13		100

3.4.3. Elektriksel İletkenlik (EC)

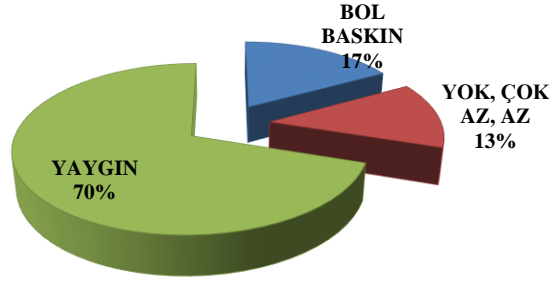
Çalışma sahasındaki topraklara ilişkin elektriksel iletkenlik 35,8 ile 275,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olup ortalama olarak 110,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur (Tablo 26). Yapılan korelasyon analizinde elektriksel iletkenlik ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, $r=0,063$) (Tablo 27). Örnek alanların elektriksel iletkenlik özelliğine bağlı olarak dağılımı Tablo 16’ da verilmiştir.

Tablo 16. EC, bakı grubu ve verimlilik arasındaki ilişki

Bakı	EC Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Tuzsuz	28	6	6	40	95
	Az tuzlu	2	-	-	2	5
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14		
Güney	Tuzsuz	9	7	2	18	100
	Az tuzlu	-	-	-	0	0
Toplam		9	7	2	18	100
Oran		50	39	11		100
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran (%)		65	22	13		100

3.4.4. İskelet Miktarı

Toprak taşlılığı, bakı ve verimlilik arasındaki ilişki Tablo 17’ de verilmiştir. Tablo incelendiğinde örnek alanların çoğunluğunun yaygın taşlılık sınıfında (%5-15) yer aldığı görülmektedir (Şekil 23). Yapılan korelasyon analizinde iskelet miktarı ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, $r=0,136$) (Tablo 27).



Şekil 23. Örnek alanların iskelet miktarına dağılımı

Tablo 17. Taşlılık sınıfı, bakı grubu ile verimlilik sınıflarına dağılımı

Bakı	Taşlılık Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Yok, çok az, az	3	-	-	3	7
	Yaygın, çok	20	5	5	30	72
	Bol, baskın	7	1	1	9	22
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14		
Güney	Yok, çok az, az	4	-	1	5	28
	Yaygın, çok	5	6	1	12	66
	Bol, baskın	-	1	-	1	6
Toplam		9	7	2	18	100
Oran		50	39	11		
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran (%)		65	22	13		100

3.4.5. Hacim Ağırlığı

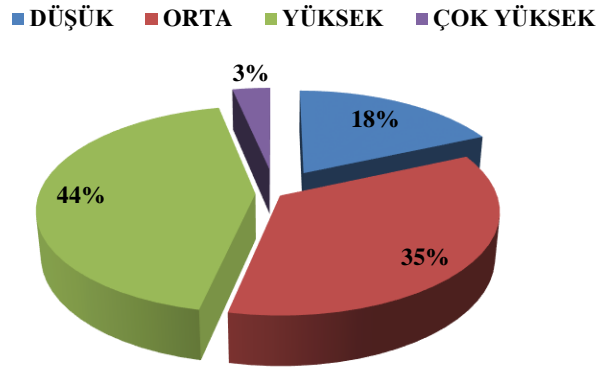
Yapılan çalışmada örnek alanlardaki hacim ağırlığı en düşük $0,42 \text{ r/cm}^3$, en yüksek $1,2 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmekte olup ortalama $0,8 \text{ gr/cm}^3$ 'tür (Tablo 26). Hacim ağırlığının verimlilik ile bakı gruplarına dağılımı Tablo 18’ de verilmiştir Yapılan korelasyon analizi sonucunda hacim ağırlığı ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, $r=-0,144$) (Tablo 27).

Tablo 18. Örnek alanların bakı, hacim ağırlığı ve verimlilik sınıflarına dağılımı

Bakı	Hacim Ağırlığı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Çok düşük	30	4	5	39	93
	Düşük	-	2	1	3	7
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14	-	100
Güney	Çok düşük	5	4	2	11	61
	Düşük	4	3	-	7	39
Toplam		9	7	2	18	100
Oran (%)		50	39	11	-	100
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran (%)		65	22	13	-	100

3.4.6. Toplam Azot

Toplam azot miktarı %0,07 ile %0,56 olarak değişmekte olup ortalaması %0,27'dir (Tablo 26). Örnek alanların %44'ü yüksek, %35'i orta, %18'i düşük %3'ü çok yüksek azot sınıfında bulunmaktadır (Şekil 24). Azot sınıflarının bonitet ile bakı gruplarına dağılımı Tablo 19'da verilmiştir. Yapılan korelasyon analizinde toplam azot miktarı ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, $r=0,263$) (Tablo 27).



Şekil 24. Örnek alanların azot sınıflarına dağılımı

Tablo 19. Örnek alanların bakı, azot sınıfı ve verimlilik sınıflarına dağılımı

Bakı	Azot Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Çok düşük	-	-	-	-	-
	Düşük	4	1	1	6	14
	Orta	8	2	2	12	29
	Yüksek	17	3	2	22	52
	Çok yüksek	1	-	1	2	5
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14	-	100
Güney	Çok düşük	-	-	-	-	-
	Düşük	2	3	-	5	28
	Orta	4	4	1	9	50
	Yüksek	3	-	1	4	22
	Çok yüksek	-	-	-	-	-
Toplam		9	7	2	18	1
Oran (%)		50	39	11	-	100
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran (%)		65	22	13	-	100

3.4.7. Organik Madde

Toprak organik maddesinin bakı ve verimlilik sınıflarına dağılımı Tablo 20' de gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde örnek alanlarının orta ve kuvvetli organik madde sınıfında yer aldığı görülmüştür.

KBG'deki 42 adet örnek alanının 9 adedi (%22) orta, 32 adedi (%76) kuvvetli, 1 adedi (%2) çok kuvvetli organik madde sınıfında olduğu görülmüştür. Bunların 30 adedi iyi bonitet, 6 adedi orta bonitet ve 6 adedi ise kötü bonitet sınıfında yer almaktadır. GBG'deki 18 adet örnek alanının 1 adedi (%6) fakir, 2 adedi (%11) zayıf, 6 adedi (%33) orta ve 9 adedi (%50) kuvvetli organik madde sınıfında yer almaktadır. GBG'deki 18 adet örnek alanının ise 9 adedi iyi bonitet, 7 adedi orta bonitet ve 2 adedi ise kötü bonitet sınıfında yer almaktadır. Yapılan korelasyon analizinde ise organik madde ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki ($p>0,05$, $r=0,248$) bulunamamıştır (Tablo 27).

Tablo 20. Örnek alanların bakı gurubu, verimlilik sınıflarına dağılımı

Bakı	Organik Madde Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Fakir OM	-	-	-	-	-
	Zayıf OM	-	-	-	-	-
	Orta OM	6	1	2	9	22
	Kuvvetli OM	23	5	4	32	76
	Çok Kuvvetli OM	1	-	-	1	2
	Zengin OM	-	-	-	-	-
Toplam		30	6	6	42	100
Oran (%)		72	14	14		100
Güney	Fakir OM	-	1	-	1	6
	Zayıf OM	1	1	-	2	11
	Orta OM	4	2	-	6	33
	Kuvvetli OM	4	3	2	9	50
	Çok Kuvvetli OM	-	-	-	-	-
	Zengin OM	-	-	-	-	-
Toplam		9	7	2	18	
Oran (%)		50	39	11		100
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran(%)		65	22	13		100

3.4.8. C/N Oranı

Topraktaki azot miktarı ile organik madde miktarı arasında sıkı bir ilişki vardır. Örnek alanların çoğunda ayrışmanın orta derecede ve hızlı sınıfında yer aldığı görülmektedir (Tablo 21). Yapılan korelasyon analizinde C/N oranı ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Tablo 21. C/N oranı, bakı ve verimlilik arasındaki ilişki

Bakı	C/N Sınıfı	Verimlilik Sınıfları			Toplam	Oran (%)
		İyi	Orta	Kötü		
Kuzey	Hızlı Ayrışma	28	6	6	40	95
	Orta derecede ayrışma	2	-	-	2	5
Toplam		30	6	6	42	
Oran (%)		72	14	14		100
Güney	Hızlı Ayrışma	9	7	2	18	100
	Orta derecede ayrışma	-	-	-	0	0
Toplam		9	7	2	18	100
Oran		50	39	11		100
Genel Toplam		39	13	8	60	
Genel Oran (%)		65	25	13		

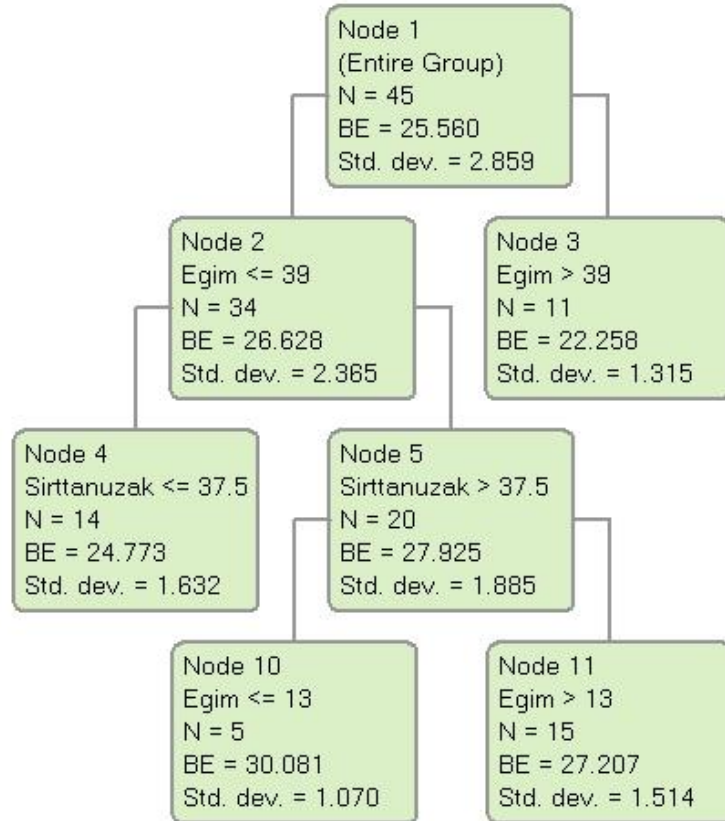
3.5. Çoklu Doğrusal Regresyon ve Regresyon Ağacı Modeline İlişkin Bulgular

3.5.1. Konum

Regresyon ağacı modeline konum etmenlerinden olarak eğitim, sırttan uzaklık, boylam girerek 1,5 RMSE ile bonitet endeksindeki değişimi %76 oranında (Tablo 22, Şekil 25) açıklarken çoklu doğrusal regresyon modeline eğitim, sırttan uzaklık ve bakı denkleme girerek 1,7 RMSE ile bonitet endeksindeki değişimi %70 oranında açıklanmıştır (Tablo 22).

Tablo 22. Ardahan YOB konum modellerine ilişkin parametreler

Eşitliğe Giren Değişkenler	R^2_{adj}	RMSE	MAE	AICc
Regresyon Ağacı Modeli				
Eğim, Sırttan uzaklık, Y	0,76	1,5	1,4	33,2
Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli				
Eğim, Sırttan uzaklık, Bakı	0,70	1,7	1,6	44,0



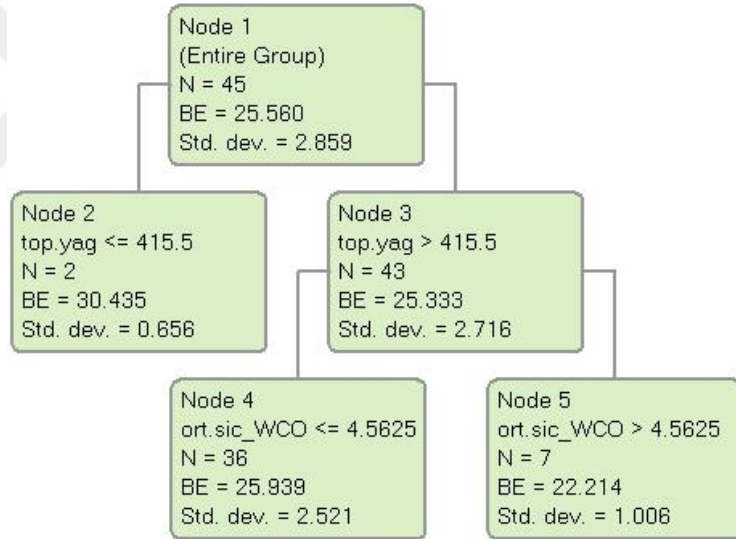
Şekil 25. Konum etmenlerine ilişkin regresyon ağacı modeli

3.5.2. İklim

Araştırma alanında yapılan çalışmalarla regresyon ve regresyon ağacı istatistik analizinde iklim etmenleri olarak toplam yağış, ortalama sıcaklık verileri ile denkleme girerek RMSE 2,6 ve bonitet endeksinin %33'ü ile açıklanmıştır (Tablo 23, Şekil 26). Çoklu doğrusal regresyon modeli istatistik analizinde anlamlı herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 23)

Tablo 23. Ardahan YOB iklim modellerine ilişkin parametreler

Eşitliğe Giren Değişkenler	R ² _{adj}	RMSE	MAE	AICc
	Regresyon Ağacı Modeli			
Top. Yağ., Ort.Sıc_WCO	0,33	2,6	2,2	79,0
Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli				
Herhangi Bir Değişken Modele Giremedi				



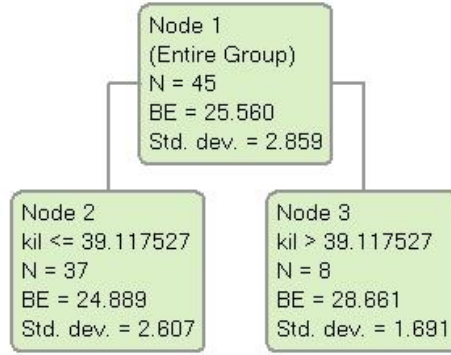
Şekil 26. İklim etmenlerine ilişkin regresyon ağacı modeli

3.5.3. Toprak

Regresyon ağacı modeline toprak etmenlerinden sadece kil girerek 2,8 RMSE ile BE'deki değişimi %24 oranında açıklarken (Tablo 24; Şekil 27) çoklu doğrusal regresyon modeline yine kil girerek 2,9 RMSE ile BE'deki değişimi %15 oranında açıklamıştır (Tablo 24).

Tablo 24. Ardahan YOB toprak modellerine ilişkin parametreler

Eşitliğe Giren Değişkenler	R^2_{adj}	RMSE	MAE	Regresyon Ağacı Modeli	
				AIC	AICc
Kil	0,24	2,8	2,6	83,4	
				Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli	
Kil	0,15	2,9	2,7	88,2	



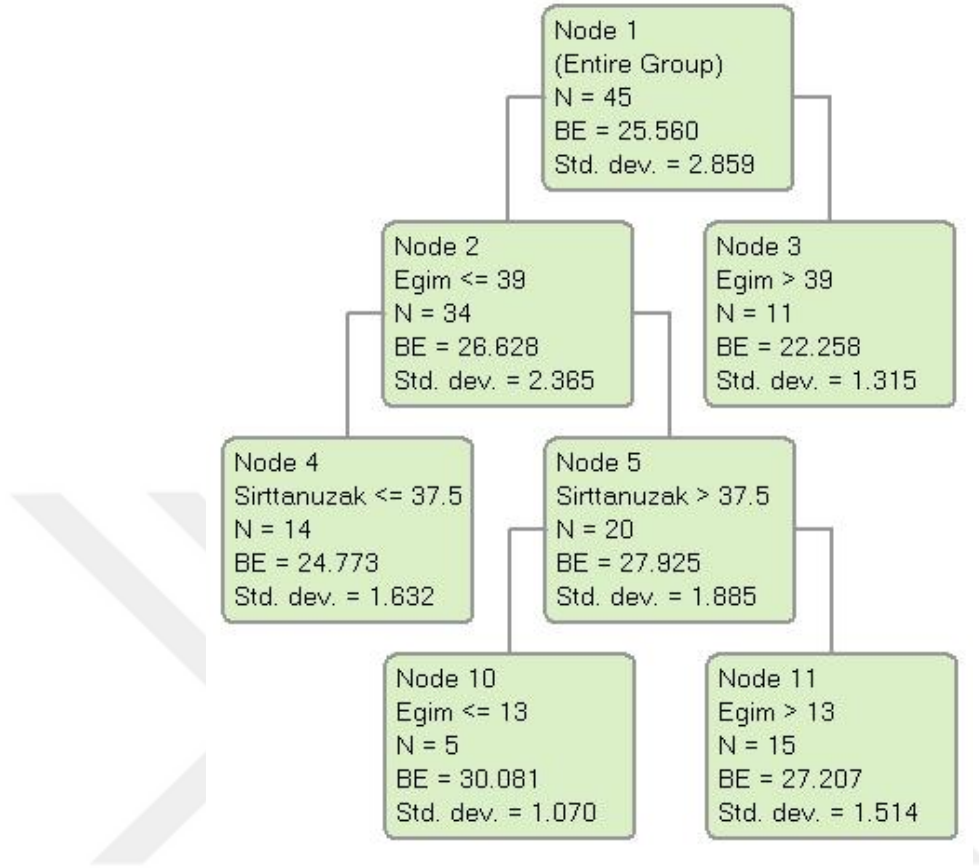
Şekil 27. Toprak etmenlerine ilişkin regresyon ağacı modeli

3.5.4. Bütünleşik

Regresyon ağacı modeline eğim, sırttan uzaklık girerek BE'deki değişimi 1,7 RMSE ile %70 oranında açıklarken (Tablo 25; Şekil 28) çoklu doğrusal regresyon modeline eğim, sırttan uzaklık yanında bakı da girerek BE'deki değişimi 1,7 RMSE ile %70 oranında açıklamıştır (Tablo 25).

Tablo 25. Ardahan YOB bütünleşik modele ilişkin parametreler

Eşitliğe Giren Değişkenler	R^2_{adj}	RMSE	MAE	Regresyon Ağacı Modeli	
				AIC	AICc
Eğim, Sırttan uzaklık	0,70	1,7	1,7	42,6	42,9
				Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli	
Eğim, Sırttan uzaklık, Bakı	0,70	1,7	1,6	43,4	44,0



Şekil 28. Bütünleşik regresyon ağacı modeli

Tablo 26. Tanımlayıcı istatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler / Descriptive Statistics						
Değişkenler	Birim	Min	Maks	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma
BE	m	18,1	33,3	25,4	,5	3,6
X	m	281513,0	325182,0	303920,0	1991,5	15426,3
Y	m	4540312,0	4599822,0	4559101,5	2421,5	18757,0
Yük.	m	1344,0	2256,0	1913,1	25,1	194,4
Eğim	%	10,0	60,0	27,2	1,7	13,1
Bakı	°	0,0	350,0	151,7	15,9	123,2
Sırttan uzaklık	%	0,0	100,0	54,8	4,6	33,8
Ölü örtü	cm	0,0	9,5	3,5	,2	1,8
Kum	%	30,8	85,4	55,2	1,6	12,7
Kil	%	6,5	49,7	27,7	1,3	10,2
Toz	%	2,7	27,9	17,2	,6	4,7
OM	%	,7	8,8	5,2	,2	1,7
pH	-	5,6	6,8	6,2	,0	,2
Eİ	µS/cm	35,8	275,0	110,4	6,3	49,1
HN	%	,2	8,7	3,9	,3	2,4
TA	%	,1	,6	,3	,0	,1
İskelet	%	0,0	55,8	23,6	2,0	15,4
HA	gr/cm ³	0,0	1,2	,8	,0	,2
Ort. sic	°C	1,5	6,0	3,2	,1	1,0
Ort. min. sic	°C	-4,7	-,2	-3,0	,1	1,0
Ort. maks. sic	°C	8,6	13,1	10,3	,1	1,0
Top. yağ	mm	364,5	729,3	592,1	10,0	77,8
Bakı_RB	-	,0	2,0	1,1	,1	,7
tort_WCO	°C	2,1	8,1	4,2	,2	1,3
tmin_WCO	°C	-3,0	2,3	-1,3	,2	1,3
tmaks_WCO	°C	6,8	14,0	9,8	,2	1,5
ptop_WCO	mm	515,0	915,0	639,4	11,1	86,3

BE: Bonitet endeksi, Yük: Yükselti, HN: Higroskopik Nem, TA: Toplam Azot, HA: Hacim Ağırlığı, Eİ: Elektrik İletkenliği, OM: Organik Madde, pH: toprak Asitliği, X: Enlem, Y: Boylam, Ort. sic: Ortalama Sıcaklık, top. yağ: Toplam Yağış, ort. min. sic: Ortalama Minimum Sıcaklık, ort. maks. sic: Ortalama Maksimum Sıcaklık

...

Tablo 27. Korelasyon matrisi

	X	Y	Yükselti	Eğim	Baki	Sırttan uzaklık (%)	Ölü Örtü Kalınlığı (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	OM	pH	EC	HN	TN	İskelet (%)	HA	ort.sic	ort.min.sic	ort.maks.sic	top.yağ	baki_RB	tort_WCO	tmin_WCO	tmaks_WCO
BE	-,219	-,232	-,123	-,762**	-,331*	,366*	,102	-,374*	,413**	,156	,248	-,242	,063	,376*	,263	,136	-,144	,123	,123	,123	-,123	-,078	,039	,014	,060
X	1	,466**	-,197	,133	,427**	-,007	,351*	,367*	-,376*	-,216	-,579**	-,116	-,002	-,434**	-,679**	,051	,444**	,197	,197	,197	-,197	-,106	,245	-,024	,462**
Y		1	-,419**	,188	,185	-,193	,229	,226	-,264	-,064	-,314*	-,048	-,213	-,279	-,455**	,413**	,339*	,419**	,419**	,419**	-,419**	,159	,685**	,692**	,601**
Yükselti			1	-,014	-,055	-,577**	,075	-,092	,116	,007	,142	-,176	,144	,120	,032	-,347*	-,059	-,1000**	-,1000**	-,1000**	1,000**	,013	-,852**	-,741**	-,860**
Eğim				1	,113	-,082	,050	,324*	-,365*	-,120	-,259	,355*	-,011	-,366*	-,168	-,120	,125	,014	,014	,014	-,014	-,010	,024	,051	-,005
Baki					1	-,119	-,050	,294*	-,293	-,191	-,293	-,221	,031	-,140	-,333*	-,035	,092	,055	,055	,055	-,055	-,008	,109	,048	,155
Sırttan uzaklık						1	-,034	-,076	,092	,013	-,012	,229	-,038	-,017	,097	,134	,043	,577**	,577**	,577**	-,577**	-,122	,304*	,176	,389**
Ölü örtü							1	,107	-,118	-,044	-,016	,023	,259	-,150	-,150	,131	,096	-,075	-,075	-,075	,075	-,066	-,002	-,086	,074
Kum								1	-,951**	-,745**	-,608**	,248	-,233	-,693**	-,573**	-,175	,381**	,092	,092	,092	-,092	,109	,236	,165	,273
Kil									1	,501**	,562**	-,292	,183	,675**	,525**	,192	-,357*	-,116	-,116	-,116	,116	-,141	-,218	-,150	-,255
Toz										1	,488**	-,064	,258	,482**	,471**	,076	-,295*	-,007	-,007	-,007	,007	,001	-,189	-,139	-,215
OM											1	,025	,403**	,650**	,793**	,128	-,581**	-,142	-,142	-,142	,142	-,002	-,248	-,124	-,333*
pH												1	-,079	-,234	,175	-,195	,206	,176	,176	,176	-,176	,202	,090	,050	,115
Eİ													1	,493**	,330*	-,162	-,212	-,144	-,144	-,144	,144	-,029	-,307*	-,341*	-,244
HN														1	,658**	,065	-,391**	-,120	-,120	-,120	,120	-,027	-,235	-,148	-,289
TA															1	-,019	-,599**	-,032	-,032	-,032	,032	-,068	-,253	-,125	-,341*
İskelet																1	-,117	,347*	,347*	,347*	-,347*	-,118	,444**	,476**	,363*
HA																	1	,059	,059	,059	-,059	,076	,111	,033	,170
ort.sic																		1	1,000**	1,000**	-,1000**	-,013	,852**	,741**	,860**
ort.min.sic																			1	1,000**	-,1000**	-,013	,852**	,741**	,860**
ort.maks.sic																				1	-,1000**	-,013	,852**	,741**	,860**
top.yağ																					1	,013	-,852**	-,741**	-,860**
baki_RB																						1	,107	,161	,046
tort_WCO																							1	,937**	,948**
tmin_WCO																								1	,777**
tmaks_WCO																									1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Açıklamalar; BE. Bonitet endeksi, X. Enlem, Y. Boylam, OM. Organik madde, Ph. Toprak reaksiyonu, EC. Elektriksel iletkenlik, HN. Higroskopik nem, TN. Toplam azot, HA. Hacim ağırlığı, ort. Sic. Ortalama sıcaklık, ort.min.sic. Ortalama Minimum sıcaklık, ort. maks.sic. Ortalama maksimum sıcaklık, top.yağ. Toplam Yağış.

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

4. TARTIŞMA

4.1. Konum Etmenlerine İlişkin Bulguların Tartışılması

4.1.1. Enlem ve boylam

Enlem ekvatorun hem güney kısmında hem de kuzey kısmında bulunan bir noktanın açıl mesafesini ifade eder. Enlem özellikle sıcaklık, yağış, nem üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ekvatordan kuzeye doğru gidildikçe sıcaklık düşmektedir. Buna bağlı olarak yağış miktarı ve nemlilikte artmaktadır (Çepel, 1988). Yapılan çalışmada korelasyon analizi sonucunda enlem ve boylam değerleri ile verimlilik arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, enlem için $r=-0,219$, boylam için $r=-0,232$). Sedir üzerinde yapılan bir çalışmada $p<0,05$ önem seviyesinde enlemle BE arasında negatif yönlü bir ilişki ($r=-0,328$) bulunurken (Karataş, 2014) ise pozitif ilişkiler bulan araştırmalar da vardır (Güner ve ark., 2011; Çelik, 2015). Yani kuzeye doğru gidildikçe boy gelişimi gerilemektedir. Diğer çalışmalarda boylam ile bonitet endeksi arasında negatif ilişkiler bulunmuştur (Güner ve ark., 2011). Yapılan başka bir çalışmada ise boylam ile verimlilik arasında bir ilişki belirlenememiştir (Karataş, 2014).

4.1.2. Yükselti

Yükselti bakı ve eğim gibi faktörlerle birlikte düşünüldüğünde sıcaklık, yağış, radyasyon, rüzgâr gibi bazı iklim faktörlerini etkisi altında bulundurmakta bu da özellikle bitkilerin tür bileşimi ve verimliliğini etkilemektedir. Özellikle yükseklere çıkıldıkça yağışın belli oranda artmasına karşın sıcaklığın azalması nedeniyle toprak derinliğinin azalması, pH'ın düşmesi, ayrıştırıcıların etkinliklerindeki azalma, kil, FSK ve besin elementlerindeki azalmalar verimde düşüşe neden olmaktadır (Çepel, 1978; Yener, 2013).

Çalışmada yapılan korelasyon analizinde yükselti ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Günlü ve ark. (2006) doğu ladini üzerine yaptıkları çalışmada

benzer şekilde bir ilişki bulamamışlardır. Yükselti ile BE arasındaki ilişkiyi inceleyen diğer çalışmalarda; sarıçamda Çepel (1976), kızılçamda Kuzugüdenli (2006), ladinde Daşdemir (1992), monteri çamında Romanya ve Vallejo (2004) ve ladinde Ercanlı ve ark. (2008) negatif ilişkiler bulurken sarıçamda Güner (2006), Çepel ve Dündar, (1980), göknarda Saraçoğlu (1989) ve doğu kayınında Güvendi (2013) ise BE ile yükselti arasında pozitif ilişkiler bulmuşlardır.

4.1.3. Eğim

Çalışma alanında yer alan örnek alanların eğimleri yüzde olarak %10 ile %60 arasında değişmekte olup eğim ortalaması %27,2'dir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda BE ile eğim arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde negatif yönlü bir ilişki ($r = -0,762$) bulunmuştur. Benzer ilişkiler diğer araştırmacılar (Günlü ve ark., 2006; Çepel ve ark., 1975; Yener, 2013;) tarafından da belirlenmiştir. Eğim ile BE arasındaki negatif ilişkinin nedeni olarak; eğim arttıkça toprak aşınım ve taşınımı artmakta, buna bağlı olarak toprağın ince kısmı, organik madde, toprak derinliği ve FSK azalmakta, kaba kısım ve taşlılık ise artmaktadır (Çepel, 1978). BE ile eğim arasında pozitif ilişkiler belirleyen araştırmacılar (Gülsoy, 2006; Güner, 2016; Güner, 2006; Saraçoğlu, 1989; Yılmaz, 2004; Güvendi, 2013) eğim ile BE arasında pozitif ilişki bulmuştur) da vardır. Bazı araştırmacılar (Altun ve ark, 2006; Daşdemir, 1992, Özkan ve ark., 2011; Karataş, 2011) ise iki değişken arasında herhangi anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

4.1.4. Bakı

Bakı bir alanın 8 parçalı rüzgârgülü yönünden hangi tarafa baktığını ifade eden bir terimdir. Bakı bir yerin sıcaklık ve yağış iklimini etkiler. Kuzey yarıkürede K, KD, KB ve D yönündeki bakılar “gölgeli”; G, GD, GB ve B yönündeki bakılar ise “güneşli” bakılardır. Ülkemiz kuzey yarı kürede yer almasından dolayı gölgeli bakılar daha serin, güneşli bakılar daha sıcaktır (Çepel, 1988). Yapılan çalışmada bakı ile verimlilik arasında $p = 0,05$ önem düzeyinde ($r = -0,33$) negatif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda Çepel (1976) sarıçamda ($r = -0,443$), Daşdemir (1992) doğu ladininde, ($r = -0,032$) ve Karataş (2014) ise sedirde benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bakı, sıcaklık ve nem üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kuzeyden güneye gidildikçe verim düşmektedir. Bu durum kuzey bakıların daha nemli olması nedeniyle bazı toprak özelliklerinin (organik madde, ince tekstür, FSK, toprak derinliği vb.) bitki gelişimi bakımından daha olumlu olmasıyla açıklanabilir. Bazı araştırmacılar (Çepel, 1980; Güner, 2008; Yılmaz, 2004) ise BE ile bakı değişkeni arasında herhangi anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

4.1.5. Sırttan Uzaklık

Çalışmamızda BE ile arazi yüzü şekli arasında 0,05 önem düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki ($r=0,366$) bulunmuştur. Sarıçamda yapılan diğer çalışmalarda arazi yüzü şekli ile verimlilik arasında Çepel ve Dündar, (1980), 0,01 önem düzeyinde ($r=0,420$); yine aynı şekilde Çepel, (1976), ($r=0,403$); Çepel ve ark., (1977); Altun ve ark., (2006) pozitif yönlü ilişkiler tespit etmişlerdir. Farklı türler üzerine yapılan benzer çalışmalarda (Karataş, 2014; Yılmaz, 2004; Günlü ve ark., 2006; Daşdemir, 1992) da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sırttan dereye doğru inildikçe, genel olarak verimlilik artmaktadır. Bunun nedeni alt yamaca doğru inildikçe toprak derinliği, ince kısım, FSK ve toprak organik maddesinde artış; iskelet miktarı, kaba tekstürlü kısım ve erozyonda ise bir azalmanın gerçekleşmesidir (Çepel, 1978).

4.2. İklimsel Etmenlere İlişkin Bulguların Tartışılması

4.2.1. Sıcaklık

Sıcaklık canlı varlıkların yeryüzündeki dağılımında ve gelişimlerinde etkili olan en önemli iklim faktörlerindedir. Enlem dereceleri arttıkça güneş ışınlarının dünyaya daha dar açılarla gelmesi nedeniyle kutuplara doğru gidildikçe sıcaklık düşmektedir. Aynı şekilde güney bakılardaki güneşlenme süresi ve şiddeti kuzey bakılara göre daha fazladır. Denizden yükseklerle doğru çıkıldıkça her 100 m.'de sıcaklık 0,5 °C düşmektedir. Sıcaklığın düşmesine bağlı olarak vejetasyon süresi de kısalmakta ve yükselti iklim kuşaklarına bağlı olarak düşey orman zonları oluşmaktadır (Irmak, 1968; Çepel, 1988). Yapılan çalışmada sıcaklık ile bonitet endeksi arasında anlamlı

bir ilişki bulunamamıştır. Her ne kadar ilgili çalışmada sıcaklık ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamış olsa da diğer bazı çalışmalarda (Corona ve ark., 1998; Yener, 2013, Karataş ve ark., 2013). farklı ilişkiler bulunmuştur.

4.2.2. Yağış

Yağış, bitkilerin gelişimini, yayılışını ve tür bileşimini etkileyen bir diğer önemli faktördür (Çepel, 1978). Yapılan çalışmada yağış ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Her ne kadar bu çalışmada yağış ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamış olsa da bazı çalışmalarda (Corona ve ark., 1998; Özel ve ark., 2010) pozitif; bazılarında (Yener, 2013; Güner, 2016) ise negatif ilişkiler bulunmuştur.

4.3. Toprak Özelliklerine İlişkin Bulguların Tartışılması

4.3.1. Toprak Tekstürü (Kum, Toz, Kil İçerikleri)

Yapılan çalışmada BE ile kum içeriği arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde negatif yönlü ($r = -0,374$), kil içeriği ile pozitif yönlü ($r = 0,413$) bir ilişki olduğu bulunmuştur. BE ile toprakların toz içeriği arasında ise anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p > 0,05$, $r = 0,156$). Toprakların kil içeriği ile BE arasındaki pozitif ilişki diğer başka araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Altun ve ark., 2017; Çepel, 1976; Çelik, 2015; Günlü ve ark., 2006; Corona ve ark., 1998).

Toprakların kum içeriği arttıkça verimlilik düşmekte, kil ve toz içeriğinin artması ile de verimlilik yükselmektedir. Kil ile BE arasındaki bu pozitif ilişki, daha fazla kil içeriğine sahip toprakların daha fazla bitki besin maddesi, daha fazla FSK ve daha fazla organik madde içeriğine sahip olması ile açıklanabilir (Çepel, 1988; Günlü ve ark., 2006; Ercanlı ve ark., 2008). Kum ile BE arasındaki negatif ilişki ise kum tanelerinin daha az besin ve daha az su tutma kapasiteleri ile açıklanabilir.

4.3.2. Toprak Reaksiyonu (pH)

Önemli toprak özelliklerinden biri olan toprak asitliği (pH) topraktaki birçok özelliği (yıkama, bitki besin maddesi alımı, toprak canlıları vb.) ve dolayısıyla bitki gelişimini etkilediği gibi kendisi de birçok faktör (yağış, bitki örtüsü, kolloid maddeler) tarafından da etkilenmektedir (Irmak, 1966; Çepel, 1978).

Yapılan çalışmada toprak reaksiyonu ile verimlilik arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise BE ile pH arasında negatif (Erkan, 1998; Yavuz ve ark., 2004; Altun ve ark., 2007) ve pozitif ilişkiler (Ercanlı vd., 2008, Çepel vd., 1975; Yılmaz, 2005) bulunmuştur.

4.3.3. Elektriksel İletkenlik (EC)

EC topraktaki tuzluluğun bir göstergesi olarak ifade edilen EC, suda çözünebilir tuzlarla bazı klorlu, sülfatlı ve karbonlu bazı bileşiklerin toplamını ifade eder. Fazlalığı halinde ozmotik basınç nedeniyle bitkilerde su stresi yaratabildiği gibi Na' ya bağlı fazlalığında kilin dispersleşmesine ve dolayısıyla havalanma ve geçirgenlik koşullarının olumsuz etkilenmesine neden olabilir (Yener, 2013). Yapılan çalışmada elektriksel iletkenliği ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Diğer taraftan Güner (2008), Yılmaz, (2005) yaptıkları çalışmalarda EC ile verimlilik arasında anlamlı ilişkiler tespit etmişlerdir.

4.3.4. İskelet Miktarı

Topraklar ana kayanın özelliğine göre farklı ölçülerde taş içerirler. Topraktaki iskelet miktarı ise topraktaki su ve besin miktarı hakkında önemli bir etkiye sahiptir. Taşlılık topraklaşma derecesi hakkında bazı bilgiler verir. Taşlılık toprağın besin ekonomisini, havalanma derecesini, geçirgenliğini ve su tutma kapasitesini etkilemektedir (Kantarıcı, 2000). Yapılan çalışmada iskelet miktarı ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Yapılan diğer çalışmalarda Daşdemir (1992), Kalay (1989), Çepel ve ark., (1975), Murat (2004), Yener (2013) iskelet miktarı ile verimlilik arasında negatif yönlü ilişki tespit etmişlerdir. Yani iskelet miktarının artmasına bağlı olarak verimlilikte azalmaktadır. Yapılan korelasyon analizinde iskelet

miktarı ile yükselti arasında negatif, boylam ve ortalama sıcaklık arazında pozitif ilişki tespit edilmiştir.

4.3.5. Hacim Ağırlığı

Hacim ağırlığı toprak gözenekleri ve katı taneciklerin toplamını ifade eden bir terimdir. Toprak tekstürü ve toprakların organik madde içerikleri hacim ağırlığının belirleyicilerindendir. Yapılan çalışmada hacim ağırlığı ile bonitet endeksi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Konuyla ilgili yapılan diğer çalışmalarda hacim ağırlığı ile BE arasında anlamlı ilişkiler de bulunmuştur (Yılmaz, 2004; Karataş ve ark., 2013).

4.3.6. Toplam Azot

Azot, özellikle bitkilerin toprak üstü kısımlarının gelişiminde, yaprakların yeşil renk kazanmasında, K, P ve diğer bazı elementlerin alımının düzenlenmesinde ve kök gelişiminde önemli etkileri olan besin elementlerinden biridir (Kantarcı, 2000). Yapılan çalışmada toplam azot ile verimlilik arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda (Güner, 2008; Özkan, 2004; Polat ve ark., 2014) bonitet endeksi ile toplam azot miktarı arasında pozitif yönlü ilişkiler tespit edilmiştir.

4.3.7. Organik Karbon

Gerek birçok bitki besin maddesinin önemli kaynaklarından bir olması gerekse toprak özellikleri üzerindeki önemli etkileri (su ve besin maddesi kapasitesini artırması, strüktürü düzenlemesi, toprak canlılarına besin ve barınma sağlaması vb.) nedeniyle bitki gelişimindeki önemli toprak faktörlerinden birisidir (Kantarcı, 2000). Yapılan çalışmada organik madde ile verimlilik arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Konuyla ilgili yapılan diğer çalışmalarda (Çepel, 1976; Altun ve ark., 2007; Özkan ve Gülsoy, 2009).

4.3.8. C/N Oranı

Organik karbonun azota oranını ifade eden “C/N” ölü örtü ve organik madde ayrışmasının bir göstergesidir (Kantarcı, 2000). Yapılan çalışmada C/N miktarı ile verimlilik arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Yamakura and Sahunalu (1990) Japonya da herdem yeşil ormanlarda yaptıkları çalışmada verimlilik ile C/N oranı arasında anlamlı ilişkiler bulmuşlardır ($p < 0,01$, $r = -0,790$).

4.4. Çoklu Doğrusal Regresyon ve Regresyon Ağacına İlişkin Bulguların Tartışılması

Yapılan çalışmada, çoklu doğrusal regresyon ile oluşturulan modellerden, konum modeline eğim, bakı ve sırttan uzaklık; toprak modeline kil, bütünleşik modele eğim, sırttan uzaklık ve bakı dahil olmuş ancak iklim modelinde ise herhangi bir değişken modele girememiştir. Bu modellerde ise BE’deki değişimi açıklama oranları konumda %70, toprakta %15, bütünleşik modelde ise %70 olarak belirlenmiştir.

Regresyon ağacı modellerinden ise konum modeline eğim, sırttan uzaklık ve boylam; iklim modeline toplam yağış ve ortalama sıcaklık; toprak modeline kil ve bütünleşik modele ise eğim ve sırttan uzaklık katılmaktadır. Açıklama payları ise konum modelinde %76, iklim modelinde %33, toprak modelinde %24, bütünleşik modelde ise %70’dir.

Toprak etmeni için oluşturulan regresyon ağacı modelinde 3 adet düğüme sahip ağaç modeli oluşturulmuştur. Modelde sadece kil değişkeni yer almış olup kil içeriği %39,1’den küçük ise BE 24,9 m; bu değerden büyük ise BE 28,7 m olmaktadır.

İklime ilişkin regresyon ağacı modelinde 5 adet düğüme sahip ağaç modeli oluşturulmuştur. Modelde toplam yağış ve ortalama sıcaklık değişkenleri yer almıştır. Toplam yağışın 415,5 mm’den küçük olduğu yerlerde bonitet endeksi 30,4 m, büyük olduğu yerlerde bonitet endeksi 25,3 m olmuştur. Toplam yağışın 415,5 mm’den büyük olduğu yerlerde bu sefer modele ortalama sıcaklık etmeni de katılmaktadır ve düğüm noktası 4,6’dır. Ortalama sıcaklığın 4,6’dan küçük olduğu yerlerde bonitet endeksi 25,9 m, büyük olduğu yerlerde ise bonitet endeksi 22,2 m olarak belirlenmiştir.

Konuma ilişkin modelde etmenlerine ilişkin regresyon ağacı modelinde 9 adet düğüme sahip ağaç modeli oluşturulmuştur. Düğümlerde etkili olan birinci faktör eğimdir. Eğimin düğüm noktası %39 olarak belirlenmiştir. Eğimin 39'dan büyük olduğu yerlerde BE 22,3 m; küçük veya eşit olduğu yerlerde BE 26,628 olarak ölçülecektir. Eğimin %39'dan küçük veya eşit olduğu yerlerde ise modele sırttan uzaklık faktörü de katılmaktadır ve düğüm noktası %37,5'tir. Sırttan uzaklığın %37,5' ten küçük ve eşit olduğu yerde BE 24,7 m olarak ortaya çıkmaktadır. Bu noktada boylam faktörü modele katılmaktadır. Boylam faktörünün düğüm noktası 4562003,5 m olup bu değer altında olan yerlerde BE 25,7 m, üstünde olan yerlerde ise bonitet endeksi 23,2 m olarak ölçülecektir. Sırttan uzaklığın %37,5'ten büyük olduğu yerlerde modele tekrar eğim faktörü katılmaktadır ve düğüm noktası %13'tür. Eğimin %13'ten küçük ve eşit olduğu yerlerde BE 30,1 m olarak ölçülecektir. Eğimin %13'ten büyük olduğu yerlerde bonitet endeksi 27,2 olarak ölçülecektir.

Bütünleşik regresyon ağacı modelinde 7 adet düğüme sahip ağaç modeli oluşturulmuştur. Düğümlerde etkili olan birinci faktör eğimdir. Eğimin düğüm noktası %39'dur. Eğimin %39'dan küçük veya eşit olduğu yerlerde bonitet endeksi 26,6 m, büyük olduğu yerlerde bonitet endeksi 22,3 m olarak ölçülecektir. Eğimin %39'dan küçük ve eşit olduğu yerlerde modele sırttan uzaklık faktörü katılmaktadır ve düğüm noktası %37,5'tir. Sırttan uzaklık %37,5'ten küçük ve eşit olan yerlerde bonitet endeksi 24,8 olarak ölçülecektir. Sırttan uzaklığın 37,5'ten büyük olan yerlerde ise eğim faktörü tekrar modele girmekte ve düğüm noktası %13 olarak belirlenmektedir. Eğimin 13'ten büyük olduğu yerlerde bonitet endeksi 27,2, küçük ve eşit olduğu yerlerde ise bonitet endeksi 30,1 olarak belirlenmektedir.

Bu modeller hem regresyon belirtme katsayıları (R^2_{adj}) hem de model performans kriterleri (RMSE, MAE, AICc) dikkate alındığında; konum, iklim ve toprak modellerinde hem belirtme katsayılarının daha yüksek olması hem de diğer performans kriterlerinin daha düşük olması nedenleriyle regresyon ağacı modellerinin kullanımının doğrusal regresyon modellerine göre daha avantajlı olabileceği düşünülmektedir. Bütünleşik modelde ise belirtme katsayılarının her ikisinde de %70 gibi bir değer alması ve diğer kriter değerlerinin de birbirine yakın olması nedeniyle birinin diğerine bir üstünlüğü görülmemiştir.

Yener'in (2013) Doğu Karadeniz'de yaptığı çalışmada çoklu doğrusal regresyon modellerinde doğu ladininin BE' sindeki değişim en düşük %10,5 en yüksek %49,6 oranı ile açıklanırken; regresyon ağacı modellerinde en düşük %30, en yüksek %70 oranında açıklanmıştır. Karataş ve ark. (2013) yükselti ve bazı toprak toprak özelliklerini kullanan çoklu regresyon modelinde boy gelişimini %54,7 oranında açıklarken regresyon ağacı modelinde bu oran %61,1 olarak belirlenmiştir. Güner ve ark. (2011) regresyon ağacı yöntemi ile üst boydaki değişimi %90,9 oranında açıklamıştır. Karataş (2014) tarafından geliştirilen modellerde ise sedirin boy gelişimi doğrusal regresyon ile %31,5 ve regresyon ağacı modeli ile %65,6 oranlarında açıklamıştır. Yani yapılan çalışmalar regresyon ağacı yönteminin çoklu doğrusal regresyon modeline göre daha avantajlı ve doğruluk payının daha yüksek olduğunu göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma ile Ardahan yöresi sarıçam ormanlarında bonitet endeksi ile ekolojik faktörler arasındaki ilişkiler araştırılarak modellenmesi yapılmıştır. Sonuç olarak;

Yapılan korelasyon analizi sonucunda bonitet endeksi ile $p < 0,01$ önem düzeyinde eğim ile negatif ($r = 0,762$), kil ile pozitif yönlü ($r = 0,413$), $p < 0,05$ önem düzeyinde bakı ile negatif ($r = -0,331$), kum ile negatif ($r = -0,374$) yönlü ilişki bulunmuştur.

Geliştirilen modelde regresyon ağacı modeline katılan değişkenler konum için eğim, sırttan uzaklık ve boylam; iklim için toplam yağış ve ortalama sıcaklık; toprak için kil ve bütünleşik model için ise eğim ve sırttan uzaklıktır.

Çoklu doğrusal regresyon modeline katılan değişkenler konum için eğim, sırttan uzaklık ve bakı; toprak için kil; bütünleşik model için eğim, sırttan uzaklık ve bakı ve iklim modeli için ise herhangi bir değişken modele girememiştir.

Çalışma alanında yer alan saf sarıçam meşcerelerinin toprak yapısı incelendiğinde sarıçamların genellikle balçıklı kil, kumlu killi balçık, killi balçık sınıfında yer aldığı görülmüştür.

Regresyon ağacı modelinin bonitet endeksini açıklama payı çoklu doğrusal regresyon modeline oranla daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan iklim analizi sonucunda çalışma bölgesinde yaz kurallığı eylül ayında görülmektedir. Ancak toprakta depolanan su ile yaz kuraklığı giderilebilmektedir.

Çalışma alanının tamamında bonitet endeksini tahmin etmek amacıyla konum, iklim, toprak ve bütünleşik model için regresyon ağacında 4 adet çoklu doğrusal regresyon modelinde ise 3 adet model geliştirilmiştir.

Bu denklemler aşağıda belirtilmiştir;

Konum;

$$BE = 29,664 - 1,60 * \text{eğim} + 0,024 * \text{sırttan uzaklık} - 0,005 * \text{bakı}$$

İklim;

Anlamalı bir eşitlik oluşturulamadı

Toprak;

$$BE = 22,502 + 0,110 * \text{kil}$$

Bütünleşik;

$$BE = 29,664 - 1,60 * \text{eğim} + 0,024 * \text{sırttan uzaklık} - 0,005 * \text{bakı}$$

Çalışma sonunda oluşturulan modeller Ardahan yöresinde kullanılarak sarıçam ile ağaçlandırılacak sahaların potansiyel verim güçleri paradan, emekten, zamandan tasarruf edilerek kolayca belirlenebilecektir. Böylece yapılacak ağaçlandırmaların başarısı da artacaktır.

EKLER

Ek Tablo 1. Araştırma alanına ilişkin bazı konum özellikleri

Deneme Alanı No	X	Y	Yükseklik	Eğim	Bakı	Bakı_RB	Yamaç	Sırttan uzaklık
ARD1	322336	4558484	1710	60	25	1,4081	Alt yamaç	87,5
ARD2	322022	4558546	1760	40	10	0,0963	Alt yamaç	87,5
ARD3	321696	4558321	1699	55	280	0,1858	Alt yamaç	87,5
ARD4	320666	4571158	2066	20	90	1,5253	Sırt	0,0
ARD5	320512	4571318	2050	45	0	1,5253	Üst-orta yamaç	25,0
ARD6	316039	4553960	1960	20	60	0,2403	Üst-orta yamaç	25,0
ARD7	315640	4553999	1569	25	350	0,0350	Alt yamaç	87,5
ARD8	314885	4554461	2041	20	300	0,1377	Üst yamaç	12,5
ARD9	314978	4562093	2105	17	240	1,9756	Üst yamaç	12,5
ARD10	315144	4561914	2103	15	210	0,9337	Üst yamaç	12,5
ARD11	314740	4561800	2136	27	90	1,5253	Üst yamaç	12,5
ARD12	314850	4561660	2096	35	105	0,0476	Orta yamaç	50,0
ARD13	315672	4561350	2031	40	15	1,1543	Alt yamaç	87,5
ARD14	318653	4553598	1843	20	270	1,3673	Alt yamaç	87,5
ARD15	291290	4547068	2015	12	330	0,3667	Orta yamaç	50,0
ARD16	291068	4546433	2097	15	70	1,9912	Orta yamaç	50,0
ARD17	289605	4546324	2086	25	25	1,4081	Üst orta yamaç	25,0
ARD18	288315	4547023	1924	24	40	1,2837	Alt yamaç	87,5
ARD19	288495	4546891	1934	28	60	0,2403	Alt yamaç	87,5
ARD20	287934	4547153	1925	22	350	0,0350	Alt orta yamaç	75,0
ARD21	287469	4547111	1946	12	0	1,5253	Orta yamaç	50,0
ARD22	287156	4546709	1997	14	35	0,1609	Alt orta yamaç	75,0
ARD23	287555	4546188	2077	15	50	1,2837	Alt orta yamaç	75,0
ARD24	288625	4546188	2113	12	270	1,3673	Üst orta yamaç	25,0
ARD25	289354	4546039	2153	24	340	1,9524	Üst yamaç	12,5
ARD26	290475	4545272	2235	30	10	0,0963	Üst yamaç	12,5
ARD27	290720	4545666	2256	38	340	1,9524	Üst yamaç	12,5
ARD28	318771	4553819	1835	40	270	1,3673	Alt yamaç	87,5
ARD29	318393	4552736	1874	40	270	1,3673	Alt yamaç	87,5
ARD30	318199	4552380	1908	35	100	1,0221	Alt yamaç	87,5

Ek Tablo 1'in devamı. Araştırma alanına ilişkin bazı konum özellikleri

Deneme Alanı No	X	Y	Yükseklik	Eğim	Bakı	bakı_RB	Yamaç	Sırttan uzaklık
ARD31	318374	4552216	1922	42	245	1,4872	Orta Yamaç	50
ARD32	322408	4555797	1882	28	280	0,1858	Alt Yamaç	87,5
ARD33	323261	4556389	1922	20	320	1,1104	Alt Yamaç	87,5
ARD34	324157	4555784	1932	25	310	1,4480	Orta Yamaç	50
ARD35	325182	4556143	1967	18	270	1,3673	Üst Yamaç	50
ARD36	311874	4596861	1373	10	260	1,1978	Etek Düzlüğü	100
ARD37	312352	4597091	1374	12	50	1,2837	Etek Düzlüğü	100
ARD38	312784	4597303	1344	11	70	1,9912	Etek Düzlüğü	100
ARD39	311136	4599505	1932	40	250	0,3008	Üst Yamaç	12,5
ARD40	311453	4599627	1966	30	215	1,9380	Üst Yamaç	12,5
ARD41	311453	4599627	1966	58	215	1,9380	Üst-Orta Yamaç	25
ARD42	311190	4599822	1974	31	310	1,4480	Üst-Orta Yamaç	25
ARD43	312166	4596296	1462	19	0	1,5253	Üst-Orta Yamaç	12,5
ARD44	311876	4595688	1657	55	185	0,8022	Üst-Orta Yamaç	
ARD45	311134	4596023	1637	28	310	1,4480	Üst-Orta Yamaç	25
ARD46	313664	4554719	2038	28	325	0,0783	Üst-Orta Yamaç	25
ARD47	313909	4554711	2059	22	10	0,0963	Üst Yamaç	12,5
ARD48	314099	4555008	1966	15	5	0,3331	Alt-Orta Yamaç	75
ARD49	282784	4545180	1827	30	120	1,9218	Alt Yamaç	87,5
ARD50	282867	4544680	1862	55	80	0,0963	Alt Yamaç	87,5
ARD51	284324	4540498	1870	10	40	1,2837	Alt Yamaç	100
ARD52	283604	4541164	1900	45	20	1,9912	Orta Yamaç	
ARD53	282689	4540312	1892	30	240	1,9756	Etek	
ARD54	282819	4540675	1920	21	40	1,2837	Etek	
ARD55	283264	4540951	1865	25	68	0,4672	Etek	
ARD56	281513	4545079	1935	10	20	1,9912	Etek	100
ARD57	283513	4543868	1984	12	60	0,2403	Orta yamaç	50
ARD58	284845	4546869	1946	26	45	2,0000	Orta yamaç	50
ARD59	284219	4546314	1900	22	70	1,9912	Etek	100
ARD60	285029	4546230	1965	28	65	1,4081	Üst yamaç	12,5

Ek Tablo 2. Araştırma alanına ilişkin bazı toprak özellikleri

Deneme Alanı No	Ölü Örtü Kalınlığı	Kum	Kil	Toz	Organik Karbon	pH	Eİ	Higroskopik Nem	Toplam Azot	İskelet	Hacim Ağırlığı	Tekstür
	cm	%	%	%	%	-	µS/cm	%	%	%	Gr/cm ³	
ARD1	9,5	58,19	21,36	20,45	3,67	6,43	64	1,8	0,16	20,26	0,94	Killi Balçık
ARD2	1,2	61,99	23,73	14,29	3,25	6,31	111	2,05	0,15	28,46	0,92	Kumlu Killi Balçık
ARD3	0,5	66,44	18,43	15,14	2,64	6,22	129	2,55	0,14	18,22	1,02	Kumlu Killi Balçık
ARD4	0	41,39	35,98	22,63	5,24	6,26	138	6,64	0,21	8,15	0,84	Balçıklı Kil
ARD5	7	60,66	22,63	16,71	3,71	6,4	101	3,35	0,15	22,06	0,89	Kumlu Killi Balçık
ARD6	2	65,48	20,35	14,17	2,92	6,47	47	1,6	0,15	3,05	0,99	Kumlu Killi Balçık
ARD7	2,5	35,76	38,6	25,64	6,63	6,12	206	6,6	0,37	28,79	0,66	Balçıklı Kil
ARD8	5,5	66,53	17,4	16,07	6,35	5,99	212	7,7	0,31	46,58	0,51	Kumlu Killi Balçık
ARD9	3,7	48,11	27,26	24,63	5,41	6,3	71	2,8	0,21	28,6	1,1	Balçıklı Kil
ARD10	4,5	57,47	23,01	19,52	5,33	6,02	161	3,5	0,26	5,06	0,79	Kumlu Killi Balçık
ARD11	8	56,67	24,28	19,04	6,2	6,25	275	3,65	0,28	0,58	0,96	Kumlu Killi Balçık
ARD12	6,5	54,27	28	17,73	3,01	6,19	63	2,5	0,17	23,81	1,15	Balçıklı Kil
ARD13	6	59,39	23,2	17,41	7,73	6,54	201	4,45	0,32	35,45	0,97	Kumlu Killi Balçık
ARD14	4,5	85,43	9,91	4,66	2,62	6,38	77	0,35	0,13	6,05	1,23	Balçıklı Kum
ARD15	3	49,14	34,84	16,02	6,62	6,17	118	6,35	0,36	36,6	0,76	Balçıklı Kil
ARD16	2,5	51,92	34,44	13,64	4,88	6,45	113	4,95	0,24	22,33	0,88	Balçıklı Kil
ARD17	2	63,72	29,8	6,48	6,29	6,04	152	4,75	0,41	22,33	0,49	Kumlu Kil
ARD18	4,5	45,84	38,04	16,12	6,6	6,35	130	5,5	0,34	38,42	0,86	Balçıklı Kil
ARD19	2,5	44,18	40,06	15,76	5,16	6,24	124	6,5	0,22	42,33	1	Balçıklı Kil
ARD20	4	51,4	32,73	15,87	5,2	6,22	119	4,4	0,21	9,66	0,91	Balçıklı Kil
ARD21	3,5	54,22	32,55	13,23	2,74	6,39	94	3,2	0,14	17,36	1,2	Balçıklı Kil
ARD22	2	51,33	36,17	12,5	4,9	6,28	74	4,3	0,24	17,98	0,97	Balçıklı Kil
ARD23	1,7	57,89	25,23	16,88	6,67	6,13	85	3,4	0,16	34,8	1	Kumlu Kil
ARD24	3	64,07	21,75	14,18	5,94	6,08	71	7,85	0,31	4,4	0,64	Kumlu Killi Balçık
ARD25	2,5	49,8	30,68	19,52	7,5	6,14	136	8,65	0,43	2,65	0,57	Balçıklı Kil
ARD26	2	35,78	41,4	22,83	6,52	5,65	56	3,86	0,33	24,8	0,55	Balçıklı Kil
ARD27	1	76,2	12,37	11,43	4,14	6,03	136	3,5	0,12	6,48	0,48	Kumlu Balçık
ARD28	4,5	56,78	24,97	18,24	3,23	6,03	175	6,9	0,17	0,2	0,96	Kumlu Killi Balçık
ARD29	5	66,26	19,78	13,96	4,22	6,32	150	1,45	0,22	15,75	0,72	Kumlu Killi Balçık
ARD30	5,5	60,25	24,91	14,85	5,99	6,35	155	2,9	0,26	4,61	0,91	Kumlu Killi Balçık

Ek Tablo 2'nin devamı. Araştırma alanına ilişkin bazı toprak özellikleri

Deneme Alanı No	Ölü Örtü Kalınlığı cm	Kum %	Kil %	Toz %	Organik Karbon %	pH -	Eİ µS/cm	Higroskopik Nem %	Toplam Azot %	İskelet %	Hacim Ağırlığı Gr/cm ³	Tekstür
ARD31	0,5	79,96	17,34	2,7	3,71	6,59	48	0,95	0,19	14,41	1,1	Kumlu Killi Balçık
ARD32	3	33,69	45,93	20,38	6,36	5,94	114	5,75	0,29	52,83	0,68	Ağır Kil
ARD33	0,5	50,69	30,04	19,27	3,95	5,9	72	3,2	0,23	7,12	0,79	Balçıklı Kil
ARD34	5,5	55,24	29,52	15,24	3,73	6,16	69	0,2	0,18	10,15	0,59	Kumlu Kil
ARD35	4,5	83,6	6,54	9,86	1,22	5,98	63	0,25	0,07	36,4	1,03	Kumlu Balçık
ARD36	4,5	62,2	22,98	14,82	0,73	6,19	63	2	0,07	37,13	1,16	Kumlu Killi Balçık
ARD37	4	71,43	15,89	12,68	3,16	6,08	69	1,25	0,12	45,18	0,76	Kumlu Killi Balçık
ARD38	2,5	53,69	23,64	22,67	6,39	6,27	89	6,6	0,37	41,16	0,8	Killi Balçık
ARD39	6	64,98	23,47	11,55	5,75	6,07	66	3,35	0,22	28,13	0,83	Kumlu Killi Balçık
ARD40	3,5	46,72	36,17	17,1	5,21	5,91	120	5,45	0,19	43,16	0,91	Balçıklı Kil
ARD41	4	59,92	19,9	20,18	3,59	6,38	82	0,8	0,14	34,75	0,96	Killi Balçık
ARD42	3,5	63,51	18,45	18,04	4,45	6,32	85	3,4	0,22	21,04	1,03	Kumlu Killi Balçık
ARD43	3,5	66,13	15,36	18,51	3,94	6,22	66	1,65	0,23	-	-	Kumlu Killi Balçık
ARD44	3	74,41	14,16	11,43	1,84	6,27	40	0,35	0,08	39,27	1,13	Kumlu Balçık
ARD45	4	52,56	31,93	15,51	6,25	6,19	107	2,1	0,21	50,67	0,71	Balçıklı Kil
ARD46	3,5	48,29	32,91	18,8	6,42	6,27	157	5,4	0,41	53,76	0,66	Balçıklı Kil
ARD47	3,5	40,02	38,63	21,35	6,28	6,28	181	4,7	0,38	55,8	0,84	Balçıklı Kil
ARD48	6	35,18	44,59	20,23	6,2	6,03	126	4,4	0,29	47,46	0,42	Balçıklı Kil
ARD49	3	64,2	15,95	19,86	7,29	6,68	81	2,65	0,46	20,48	0,57	Kumlu Killi Balçık
ARD50	2,3	53,68	22,81	23,51	6,24	6,76	143	3,25	0,56	15,37	0,52	Killi Balçık
ARD51	3,2	61,65	16,88	21,47	6,33	6,05	87	2,1	0,45	10,85	0,48	Killi Balçık
ARD52	1,7	61,2	17,65	21,16	6,5	6,34	70	1,75	0,35	13,01	0,57	Killi Balçık
ARD53	4	60,57	22,79	16,64	6,35	6,24	36	1,6	0,24	14,92	0,73	Kumlu Killi Balçık
ARD54	3,7	51,87	20,26	27,86	6,77	6,06	76	1,05	0,39	11,91	0,66	Killi Balçık
ARD55	4,5	41,31	41,83	16,86	8,78	6,3	87	7,05	0,48	22,38	0,43	Balçıklı Kil
ARD56	3	32,74	44,71	22,55	6,32	6,3	78	7,2	0,37	25,17	0,78	Balçıklı Kil
ARD57	2	39,55	39,63	20,82	6,31	6,05	143	7,4	0,5	18,17	0,73	Balçıklı Kil
ARD58	2,5	32,64	47,62	19,74	6,11	6,38	110	8,35	0,53	39,93	0,6	Ağır Kil
ARD59	2,8	30,83	49,69	19,49	6,09	6,17	173	6,5	0,31	22,18	0,86	Ağır Kil
ARD60	2,5	41,35	38,56	20,09	7,05	6,16	183	7,9	0,48	9,21	0,85	Balçıklı Kil

Ek Tablo 3. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim özellikleri

Deneme Alanı No	ort.sic C°	ort.min.sic C°	ort.maks.sic C°	top.yağ mm	tort_WCO	tmin_WCO	tmaks_WCO	ptop_WCO
ARD1	4,2	-2,0	11,3	510,9	4,3000	-1,6583	10,2667	532
ARD2	3,9	-2,3	11,0	530,9	4,5833	-1,2750	10,4417	522
ARD3	4,2	-2,0	11,3	506,5	4,5917	-1,3000	10,4750	515
ARD4	2,4	-3,8	9,5	653,3	3,7083	-2,3833	9,8083	648
ARD5	2,5	-3,7	9,6	646,9	3,4583	-2,5083	9,4000	672
ARD6	2,9	-3,3	10,0	610,9	4,2750	-1,8333	10,4000	545
ARD7	4,9	-1,3	12,0	454,5	3,8000	-2,1833	9,7833	580
ARD8	2,5	-3,7	9,6	643,3	3,8167	-2,0917	9,7167	588
ARD9	2,2	-4,0	9,3	668,9	2,8417	-2,8750	8,5667	667
ARD10	2,2	-4,0	9,3	668,1	2,8417	-2,8750	8,5667	667
ARD11	2,1	-4,1	9,2	681,3	2,7167	-2,9833	8,4333	681
ARD12	2,3	-3,9	9,4	665,3	2,8417	-2,8750	8,5667	667
ARD13	2,6	-3,6	9,7	639,3	3,0917	-2,7083	8,8917	638
ARD14	3,5	-2,7	10,6	564,1	4,5417	-1,6417	10,7250	526
ARD15	2,7	-3,5	9,8	632,9	3,7083	-1,4917	8,9167	637
ARD16	2,3	-4,0	9,4	665,7	3,7083	-1,4917	8,9167	637
ARD17	2,3	-3,9	9,4	661,3	3,0583	-1,9500	8,0583	693
ARD18	3,1	-3,1	10,2	596,5	4,1000	-1,2167	9,4083	624
ARD19	3,1	-3,1	10,2	600,5	4,2167	-1,1333	9,6000	611
ARD20	3,1	-3,1	10,2	596,9	4,1000	-1,2167	9,4083	624
ARD21	3,0	-3,2	10,1	605,3	4,0167	-1,2750	9,2917	630
ARD22	2,8	-3,5	9,9	625,7	4,0167	-1,2750	9,2917	630
ARD23	2,4	-3,9	9,5	657,7	3,4333	-1,7167	8,5833	674
ARD24	2,2	-4,0	9,3	672,1	3,2500	-1,8333	8,3250	681
ARD25	2,0	-4,2	9,1	688,1	3,0583	-1,9500	8,0583	693
ARD26	1,6	-4,6	8,7	720,9	2,0583	-2,6417	6,7917	753
ARD27	1,5	-4,7	8,6	729,3	2,9250	-2,0083	7,8750	691
ARD28	3,6	-2,6	10,7	560,9	4,5417	-1,6417	10,7250	526
ARD29	3,4	-2,8	10,5	576,5	4,1750	-1,9833	10,3583	547
ARD30	3,2	-3,0	10,3	590,1	4,1750	-1,9833	10,3583	547

Ek Tablo 3'ün devamı. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim özellikleri

Deneme Alanı No	ort.sıc C°	ort.min.sıc C°	ort.maks.sıc C°	top.yağ mm	tort_WCO	tmin_WCO	tmaks_WCO	ptop_WCO
ARD31	3,1	-3,1	10,2	595,7	4,1750	-1,9833	10,3583	547
ARD32	3,3	-2,9	10,4	579,7	4,2417	-1,9750	10,4667	548
ARD33	3,1	-3,1	10,2	595,7	4,0500	-2,0500	10,1667	566
ARD34	3,1	-3,1	10,2	599,7	4,1833	-1,8750	10,3000	556
ARD35	2,9	-3,3	10,0	613,7	4,0583	-1,7583	9,8667	572
ARD36	5,9	-0,3	13,0	376,1	8,0417	2,3167	13,7750	621
ARD37	5,9	-0,3	13,0	376,5	8,1333	2,2583	13,9833	615
ARD38	6,0	-0,2	13,1	364,5	8,1333	2,2583	13,9833	615
ARD39	3,1	-3,1	10,2	599,7	5,7667	0,6417	10,8917	800
ARD40	2,9	-3,3	10,0	613,3	4,5833	-0,3667	9,5083	915
ARD41	2,9	-3,3	10,0	613,3	4,5833	-0,3667	9,5083	915
ARD42	2,9	-3,3	10,0	616,5	4,5833	-0,3667	9,5083	915
ARD43	5,4	-0,8	12,5	411,7	7,7000	2,2000	13,2083	605
ARD44	4,5	-1,8	11,6	489,7	6,6500	1,5000	11,8083	664
ARD45	4,6	-1,7	11,7	481,7	7,8083	2,3000	13,3250	608
ARD46	2,5	-3,7	9,6	642,1	3,5583	-2,3083	9,4083	606
ARD47	2,4	-3,8	9,5	650,5	3,5583	-2,3083	9,4083	606
ARD48	2,9	-3,3	10,0	613,3	4,1083	-2,0250	10,2000	560
ARD49	3,6	-2,6	10,7	557,7	4,0000	-1,1917	9,2250	658
ARD50	3,4	-2,8	10,5	571,7	4,0667	-1,2083	9,3250	647
ARD51	3,4	-2,8	10,5	574,9	4,0000	-1,3667	9,3667	627
ARD52	3,2	-3,0	10,3	586,9	4,0083	-1,3583	9,3500	638
ARD53	3,3	-2,9	10,4	583,7	3,7750	-1,5333	9,1083	647
ARD54	3,1	-3,1	10,2	594,9	3,7750	-1,5333	9,1083	647
ARD55	3,4	-2,8	10,5	572,9	3,7750	-1,5333	9,1083	647
ARD56	3,1	-3,1	10,2	600,9	3,8417	-1,2917	9,0083	671
ARD57	2,8	-3,4	9,9	620,5	3,2583	-1,7667	8,3417	702
ARD58	3,0	-3,2	10,1	605,3	4,0500	-1,2000	9,2917	648
ARD59	3,2	-3,0	10,3	586,9	4,1667	-1,1333	9,4750	645
ARD60	2,9	-3,3	10,0	612,9	3,1083	-1,8833	8,1167	705

KAYNAKLAR

- Akgün, T.D., Tüfekçioğlu, M., Küçük, M., 2019. Elâzığ Yöresinde Yetişen Badem Ağaçlarının (*Prunus Amygdalus Batsch*) Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Belirlenmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Issn: 2146-1880, E-Issn: 2146-698x, Cilt:20, Sayı:1.
- Aktürk ve ark., 2017, Aktürk, D, Bayramoğlu, Z., Savran, F., sınıflandırma ve regresyon ağacı yönteminin örnek veri seti ile uygulaması, tarım, yoksulluk ve kalkınma, syf; 817-823.
- Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M., Bakkaloğlu, M., 2007. “Murat Dağı (Uşak) Yöresinde Yayılış Gösteren Ağaç Türlerinin (Kızılcım, Karaçam ve Sarıçam) Verimliliğini Etkileyen Kimi Ekolojik Etmenlerin Araştırılması, K.T.Ü. Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi, cilt:7, No: 1, ISSN: 1303-2399 Kastamonu.
- Anonim 2018. Ardahan İli 2017 Çevre Durum Raporu, Ardahan Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, ÇED ve Çevre Hizmetleri Şube Müdürlüğü, Ardahan.
- Anonim, 1992-1, Orman Genel Müdürlüğü Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü, Ardahan Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Amenajman Planı.
- Anonim, 1992-2, Orman Genel Müdürlüğü Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü, Posof Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Amenajman Planı.
- Anonim, 2014, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Yayın no: 115, Envanter serisi No: 17, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi Ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anşin, R., 2001, Tohumlu bitkiler, gymnospermae, açık tohumlular, 1. Cilt 3. Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi K.T.Ü. Basımevi, sayfa: 137-140.
- Anşin, R., Özkan, Z.C., 1997, Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, KTÜ yayınları, Trabzon.
- Atalay, İ., ve Efe, R., 2012 “Sarıçam (*Pinus Sylvestris var. Sylvestris*) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması” Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitü Müdürlüğü Çeşitli Yayınlar Serisi: 5, Ankara.

- Corona, P., Scotti, R., Torchioni, N., 1998. Relationship Between Environmental Factors And Site Index in Douglas-Fir Plantations in Central Italy, Forest Ecology and Management 110, 195-207.
- Çelik, H., 2015, “Antalya Ovacık Dağı Yöresinde Kızılçam (*Pinus Brutia Ten.*)’ın Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Çelik, H. ve Özkan, K., 2015. Antalya Ovacık Dağı Yöresi’nde kızılçam (*Pinus brutia Ten.*)’ın gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(2), 190-197.
- Çepel, N., 1976. “Türkiye’nin Önemli Yetiştirme Bölgelerindeki Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt:25, Sayı:2, İstanbul.
- Çepel, N., 1978. Orman Ekolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2479, Orman Fak. Yayın No: 257, Taş Matbaası, İstanbul.
- Çepel, N., 1988. Orman ekolojisi. İ.Ü. Yay. No. 3518, O.F. Yay No. 399, ISBN No. 975-404-061-3, Gençlik Basımevi, İstanbul 536 s.
- Çepel, N., 1988. Toprak ilmi. İ.Ü. O.F. Yay. No. 3416, O.F. Yay. No. 389, İstanbul.
- Çepel, N., Dündar, M., 1980. “Bolu-Aladağ Orman Ekosistemlerinde Sarıçamın (*Pinus silvestris L.*) Boy Artımı ile Reliyef ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 30, Sayı: 1, İstanbul.
- Çepel, N., Dündar, M., 1985. “Tipik Orman Yetiştirme Bölgesinde Sarıçam ve Kızılçam Meşcerelerinin Boy Artımı ile İğne Yapraklarındaki Besin Maddesi Düzeyleri Arasındaki İlişkiler”, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 5, Sayı:1, İstanbul.
- Daşdemir, İ., 1992. Türkiye’deki Doğu Ladini (*Picea orientalis L. Carr.*) Ormanlarında Yetiştirme Ortamı Faktörleri Verimlilik İlişkisi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Muhtelif Yayınlar Serisi No: 64, Ankara.
- Eraslan İ., 1982. Orman Amenajmanı, İstanbul üniversitesi, orman fakültesi, kutulmuş matbaası, yayın no. 5645, fakülte yayın no. 589.
- Erdemir, Ö., 1974. Sarıkamış, Otlu ve Göle Mıntıkları Saf Sarıçam Meşcerelerinde Hasılat Araştırması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 59. Ankara.
- Erinç, S., 1969. Klimatoloji ve Metotları, .U.Yayın No: 994, Coğrafya Enst. .Yay. No: 35 Taş Matbaası, İstanbul, 538 sayfa.

- Erkan, N., 1998. Elâzığ Yöresindeki Sedir ve Karaçam Ağaçlandırmalarında Büyüme Analizleri, Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 3, Elâzığ.
- FAO, 2007. Guidelines of Soil Description, ISBN: 92-5-105521-1, Chief, Publishing Management Service, Information Division, FAO Viale delle Terme di Caracalla, Rome, Italy.
- FIRAT, F. 1972: Orman Hasılat Bilgisi. İ. Ü. Orman Fak., Yayın No:1642/166, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Fick, S.E. and R.J. Hijmans, 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology.
- Giray, N., 1993, Sarıçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi: 67, Ankara, 285 s.
- Gülçur, F. (1974). Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Methodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 1970, O.F. Yayın No. 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Gülsoy, S., 2006. Sütçüler (Isparta) Yöresinde Karaçamın (*Pinus nigra Arn. subsp. Pallasiana* (Lamb.) Holmboc) Boy Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., Karataş, R., Çelik, N., Özkan, K., 2011. “Eskişehir ve Afyonkarahisar illerindeki Anadolu karaçamı (*Pinus nigra Arnold. Subsp. Pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ağaçlandırmalarının gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri”. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 1, Bakanlık Yayın No: 434, 83s., Eskişehir.
- Güner, T. Ş., 2008. “Bozkıra Geçiş Bölgesindeki Sarıçam (*Pinus sylvestris L. Ssp. Hamata. (Steven) Fomin*) Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler”, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 3 T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir/Türkiye.
- Günlü, A., Yılmaz, M., Altun, L., Ercanlı, İ., Küçük, M., 2006. “Artvin Genya Dağı Bölgesinde Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis (L.) Linka*) Meşcerelerinin Verimliliği ile Bazı Edafik ve Fizyografik Faktörler Arasındaki İlişkiler”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı:1, ISSN. 1302-7085, Syf:1-10, Isparta.
- Güvendi, E., 2013. “Saf Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*) Ormanlarının Ekolojik Tabanlı İdare Sürelerinin Belirlenmesi (Sinop- Ayancık- Türkeli Örneği)” Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Hagl f, A. B., 2002. Users guide Vertex III and Transponder T3. L ngsele, Sweden: Hagl f Sweden, AB.
- Hazelton, P.A. ve Murphy, B.W., 2007. Interpreting soil test results, Csiro Publishing, Australia, 169s.
- Irmak, A., 1968. Toprak ilmi. İ. . O.F. Yay. No. Becid Basımevi, İstanbul 290 s.
- Kaçar, B., 2009, Toprak Analizleri, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 44 Ostim-Ankara.
- Kalay, H. Z., 1989. Trabzon Orman Bölge M d rl g  Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis (L.) Link*) B klerinin Gelişimi ile Bazı Toprak  zelliklerinin ve Fizyografik Etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Genel Olarak Araştırılması, Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Kalaycı, ř., 2010. SPSS Uygulamalı çok değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ltd. şti, ISBN: 975-9091-14-3, Ankara.
- Kalıpsız A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi, Orman fakültesi yayınları, 349 s., İstanbul.
- Kalıpsız, A., 2000. Dendrometri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Kantarcı, D., 2000. Toprak İlmi. İ. . O.F. Yay. No. 4261, O.F. Yay. No. 462, İstanbul. 296 s.
- Kantarcı, M. D., 1987. Toprak İlmi, İ. . Orman Fakültesi Yayınları, İ. . Yayın No: 3444, Orman Fak. Yayın No: 387, İstanbul.
- Kantarcı, M.D., Karaöz, M.  ., 1991. “Belgrad Ormanı Bölme 77’deki Sarıçam Meşcerelerinin Yapısı ve Boy Büyümesi İle Fiziksel Toprak  zellikleri Arasındaki İlişkiler”. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri. A, Cilt. 41, Sayı.2.
- Karaöz, M.  ., 1991. Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analiz yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri. B, Cilt.39, Sayı.3, syf. 64-82.
- Karaöz, M.,  ., 1989. Toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuarda belirlenmesi yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri. B, Cilt. 39, Sayı. 2, syf. 133-144.
- Karataş, R., 2014. “Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara İllerindeki Sedir (*Cedrus libani A. Rich.*) Ağaçlandırmalarının Gelişimi ile Bazı Yetişme Ortamı  zellikleri Arasındaki İlişkiler”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

- Karataş, R., Arslan, M., Güner, Ş.T., Çömez, A., Özkan, K., 2013. Göller Bölgesindeki Doğal Yayılış Alanlarında Kasnak Meşesinin (*Quercus vulcanica* Boiss. And Heldr. Ex. Kischy) Boy Gelişimi ile Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Türkiye Cumhuriyeti, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten No: 5, 82s. Eskişehir.
- Karatepe, Y., Koyun, E., 2017. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz İklimi Etkisi Altındaki Kızılçam (*Pinus Brutia Ten.*) Doğal Gençleştirme Sahalarında Anakaya-Toprak Özelliklerinin Ağaç Gelişimine Etkisi, Türkiye Ormanlık Dergisi, 18 (1): 30-36.
- Konukcu, M., 2001. Ormanlar ve Ormanlığımız, Faydaları, İstatistik Gerçekler, Anayasa, Kalkınma Planları, Hükümet Programları ve Yıllık Programlarda Ormanlık, ISBN 975-19-2875-3 Yayın No. DPT:2630.
- Kuzugüdenli, E., 2006. "Sütçüler (Isparta) Yöresi'nde Kızılçamın (*Pinus brutia Ten.*) Boy Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler", Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kuzugüdenli, E., 2014. Batı Akdeniz Bölgesinde Boylu Ardıçın (*Juniperus Excelsa Bieb.*) Boy Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Faktörleri Arasındaki İlişkiler, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Küçük, M., 2013. Farklı eğim ve bakı gruplarında bulunan meşe meşcerelerinde ve mera alanlarında azot mineralizasyonu ve toprak solunumunun belirlenmesi, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Maden, E., 2015. "Göller Bölgesindeki Karaçam (*Pinus nigra Arnold*) Ağaçlandırmalarında Yetiştirme Ortamı Farklılığının Meşcere Gelişimine Etkisi" Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Mitsuda, Y., Yoshida, S., Imada, M., 2001. Use of GIS-derived Environmental Factor in Predicting Site Indices in Japanese Larch Plantations in Hokkaido, J. For. Res. 6: 87-93.
- Núñez, D. ve Nahuelhual, L. ve Oyarzún, C., 2006. Forests and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption. Ecological Economics, 58:606-616.
- Özel, H.B., Ertekin, M., Tufanoğlu, G.Ç., 2010. Devrek-Akçasu Yöresindeki Karaçam (*Pinus nigra Arnold ssp. Pailastana* (Lamb) Holmboe) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) Ağaçlandırmalarında Boy Artımına Bazı İklim Faktörleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Ecological Life Science, 5(4), 376-389.

- Özhatay, N., Eminağaoğlu, Ö., Esen, S., 2010. Karlı yaylaların saklı bahçesi “Ardahan’ın doğal bitkileri” Basım Yayın San. Ve Tic. A. Ş., İstanbul, 128 s.
- Özkan, K. ve Gülsoy, S., 2009. Effect of Environmental Factors on the Productivity of Crimean Pine (*Pinus nigra* ssp. *Pallasiana*) in Sütcüler, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 30, 6, 965-970.
- Özkan, K., 2004. “Beyşehir Gölü Havzasında Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra* Arnold) Yayılışı ile Fizyografik Yetiştirme Ortamı Faktörleri Arasındaki İlişkiler”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı:2, Yıl:2004 ISSN: 1302-7085, Sayfa:30-47.
- Özkan, K., 2012. Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) ile ekolojik verinin modellenmesi. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 13: 1-4. [Özkan, K., 2012. Modelling ecological data using classification and regression tree technique (CART). Faculty of Forestry Journal, 13: 1-4.]
- Polat, S., Polat, O., Kantarcı, M., D., Tüfekçi, S., Aksay, Y., 2014, “Mersin Kadıncık Havzasındaki Sedir (*Cedrus Libani* A. Rich.) ve Karaçam (*Pinus Nigra* Arnold) Ağaçlandırmalarının Boy Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkileri” *Ormanlık Araştırma Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1A Syf: 22-37, 2014.
- Romanya, J., Vallejo, V.R., 2004. Productivity of *Pinus radiata* plantations in Spain in response to climate and soil. *Forest Ecology and Management* 195, 177-189.
- Saraçoğlu, Ö., 1989. Değişik Yaşlı Gökmar Meşcerelerinde Bonitet ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İkili İlişkiler. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri. A, 122-138.
- Sarıyıldız.T., Savacı, G., Maral, Z., 2017. Effect of Different Land Uses (Mature and Young Fir Stands-Pasture and Agriculture Sites) on Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stock Capacity in Kastamonu Region. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 2017, 17 (1): 132-142, Kastamonu/Turkey.
- Sürücü, Z., 2012, “Göller Bölgesindeki Bazı Toros Sediri (*Cedrus Libani* A. Rich.) Ağaçlandırmalarında Yetiştirme Ortamı Farklılığının Meşcere Gelişimine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Şenol, A., 2015. Türkmen Dağı’nda Saçlı Meşe (*Quercus Cerris* L.) Ve Tüylü Meşe (*Quercus Pubescens* Willd.) Türlerinin Potansiyel Dağılım Modelleri, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Şentürk, Ö., Gülsoy, S., Tümer, İ., 2014. Aydınca Yöresi (Amasya) Ormanlarında Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) Türünün Dağılımı ile Yetiştirme Ortamı

Faktörleri Arasındaki İlişkiler. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi Dergisi, 5 (2): sayfa: 13-21.

Şenyurt ve Saraçoğlu, Ö., 2012. “Batı Karadeniz Bölgesi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcereleri İçin Bonitet Tablosunun Düzenlenmesi”, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Syf: 102-112, Kastamonu.

Şenyurt, M., 2011. Batı Karadeniz yöresi Sarıçam meşcerelerinde artım ve büyüme, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

URL-1. <http://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/> (3 Mayıs 2019, 22.00)

URL-2. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=ARDAHAN> (01 Ocak 2019, 22.30)

White, E. J. 1982. Relationship Between Height Growth of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Site Factors in Great Britain, *Forest Ecology and Management*, vol. 4, p. 225-245.

Yamakura T., Sahumalu, P., 1990. Soil carbon/nitrogen ratio as a site quality index for some South-east Asian forests. *Journal of Tropical Ecology* Vol. 6 No:3 pp.71-378, Published by: Cambridge University Press.

Yener, İ. 2013, “Yetiştirme Ortamı Bölgelerinde Yayılış Gösteren Saf Doğu Ladini Ormanlarında Bazı Ekolojik Faktörler ile Büyüme Arasındaki İlişkilerin Araştırılması”, doktora tezi, 2013 K.T.Ü Orman Fakültesi, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜLTEKİN, Cabbar
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 29.04.1990 Tarsus
Medeni hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce, İspanyolca
Telefon : 04782113702
Faks : 04782113528
e-posta :cabbargultekin@ogm.gov.tr

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lise	Tarsus Atatürk Lisesi	15.06.2007
Lisans	KTÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	21.06.2013