

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ARDANUÇ YÖRESİ DOĞU LADİNİ ORMANLARININ VERİMLİLİĞİNİ
ETKİLEYEN BAZI EKOLOJİK KOŞULLARIN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hayrullah BAŞTAN

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

ARTVİN-2023

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans

Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ardanuç Yöresi Doğu Ladini Ormanlarının Verimliliğini Etkileyen Bazı Ekolojik Koşulların Araştırılması” konulu bu çalışmayı başından itibaren danışmanım Dr. Öğr. Üyesi İsmet YENER’in sorumluluğunda bitirdiğimi, örnekleri ve verileri kendim topladığımı, deney ve analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada tam olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim. /02/2023



Hayrullah BAŞTAN

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARDANUÇ YÖRESİ DOĞU LADİNİ ORMANLARININ VERİMLİLİĞİNİ
ETKİLEYEN BAZI EKOLOJİK KOŞULLARIN ARAŞTIRILMASI

Hayrullah BAŞTAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23/02/2023

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 15/03/2023

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 Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../04/2023
Doç. Dr. Mustafa Çağatay
KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Ardanuç Yöresi Doğu Ladini Ormanlarının Verimliliğini Etkileyen Bazı Ekolojik Koşulların Araştırılması” adlı bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanmasından sonuçlandırılmasına kadar olan tüm aşamalarda beni yönlendiren ve yardımcı olan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi İsmet YENER’e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca laboratuvar analizlerinde ve diğer konularda yardımını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUMAN’a, bonitet endekslerinin hesaplanmasındaki katkısından dolayı Doç. Dr. Aydın KAHRİMAN’a ve arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve laboratuvar analizlerinin yapılmasında yanımda olan İsrail CELİK’e çok teşekkür ederim. Son olarak her daim yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Hayrullah BAŞTAN
Artvin – 2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1 GİRİŞ	1
1.1 Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> (L.) Link) Hakkında Genel Bilgiler	2
1.2 Literatür Çalışması	4
2 MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
2.1 Materyal.....	9
2.1.1 Araştırma Alanın Coğrafi konumu	9
2.1.2 İklim	11
2.1.3 Jeolojik Yapı.....	13
2.1.4 Topoğrafik yapı	14
2.1.5 Bitki Örtüsü	16
2.2 Yöntem	17
2.2.1 Hazırlık Çalışmaları.....	17
2.2.2 Arazide Yapılan Çalışmalar	18
2.2.2.1 Örnek Alanların ve Alandaki Konum Özelliklerinin Belirlenmesi	18
2.2.2.2 Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi	19
2.2.2.3 Toprak Örnekleme si	19
2.2.3 Laboratuvarda Yapılan Çalışmalar	20
2.2.3.1 Toprakların Analize Hazırlanması	20
2.2.3.2 Tekstür (Mekanik) Analizi	21
2.2.3.3 Hacim Ağırlığı.....	22
2.2.3.4 İskelet Miktarı	22
2.2.3.5 Toprak Asitliği (pH)	23

2.2.3.6 Elektriksel İletkenlik (EC).....	23
2.2.3.7 Organik Madde	24
2.2.4 Meşçere Verim Gücünün Belirlenmesi (Bonitet Endeksi, BE).....	25
2.2.5 Kullanılan İstatistik Yöntemler	26
2.2.5.1 Korelasyon Analizi.....	26
2.2.5.2 Çoklu Doğrusal Regresyon.....	26
2.2.5.3 Regresyon Ağacı	26
3 BULGULAR.....	27
3.1 Bonitet Endeksi	27
3.1.1 Saf Meşçereler	27
3.1.2 Karışık Meşçereler.....	27
3.2 Fizyografik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler.....	28
3.2.1 Enlem-Boylam.....	28
3.2.2 Yükselti.....	29
3.2.3 Eğim	30
3.2.4 Bakı.....	31
3.3 Klimatik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler	32
3.3.1 Sıcaklık	33
3.3.2 Yağış.....	33
3.4 Edafik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler.....	34
3.4.1 Toprak Tekstürü	34
3.4.2 Toprak Reaksiyonu (pH)	37
3.4.3 Elektriksel İletkenlik (EC).....	39
3.4.4 İskelet Miktarı	40
3.4.5 Hacim Ağırlığı.....	42
3.4.6 Organik Madde	44
3.5 Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) ve Regresyon Ağacı (RA) Modeline İlişkin Bulgular ..	47
4 TARTIŞMA.....	57
4.1 Saf ve Karışık Meşçerelerin BE Ait Bulguların Tartışılması	57
4.2 Fizyografik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler.....	57
4.2.1 Enlem ve Boylam	57
4.2.2 Yükselti.....	58
4.2.3 Eğim	59

4.2.4	Bakı.....	59
4.3	Klimatik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler	60
4.3.1	Sıcaklık	60
4.3.2	Yağış.....	60
4.4	Edafik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler.....	61
4.4.1	Toprak Tekstürü	61
4.4.2	Toprak Reaksiyonu (pH)	61
4.4.3	Elektriksel İletkenlik (EC).....	61
4.4.4	İskelet Miktarı	62
4.4.5	Hacim Ağırlığı.....	62
4.4.6	Organik Madde	63
4.5	Çoklu Doğrusal Regresyon ve Regresyon Ağacı Modelleri.....	63
5	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
	EKLER	68
	KAYNAKLAR.....	75

ÖZET

ARDANUÇ YÖRESİ DOĞU LADİNİ ORMANLARININ VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEN BAZI EKOLOJİK KOŞULLARIN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada Ardanuç yöresi saf ve karışık doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) meşcerelerinin verimliliğini etkileyen bazı ekolojik faktörler (toprak, iklim, konum) araştırılmıştır.

Bu kapsamda Ardanuç yöresindeki saf ve karışık ladin meşcerelerinden 53 adet örnek alan belirlenmiştir. Her alanda coğrafi konum (X, Y), reliyef, yükselti, bakı ve eğim gibi konum özellikleri ile meşcereye ilişkin yaş, üst boy ve göğüs çapı gibi özellikler belirlenmiştir. Sonra yaş - üst boy verileri kullanılarak bonitet endeksi (BE) hesaplanmıştır. Her örnek alanda bir toprak profili alınarak alt ve üst topraklardan torba ve silindir olmak üzere birer adet toprak örneği alınmıştır. Bu örnekler üzerinde; kum, kil ve toz içerikleri, hacim ağırlığı ve taşlılık, pH, elektriksel iletkenlik ve organik madde içeriği gibi özellikler belirlenmiştir.

Meşcerelere ilişkin BE ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için önce Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiş; sonra BE'yi tahmin etmek için çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) ve regresyon ağacı (RA) modelleri geliştirilmiştir. ÇDR modeli bonitet endeksindeki değişimin %49-60' ını açıklarken, RA modeli değişimin %36-55'ini açıklamıştır. Ardanuç yöresi meşcerelerinde BE'yi etkileyen en önemli ekolojik faktörler sırasıyla yağış, bakı, hacim ağırlığı, boylam (X) ve iskelet miktarı olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Picea orientalis*, yetiştirme ortamı, çoklu doğrusal regresyon, bonitet endeksi, regresyon ağacı

SUMMARY

INVESTIGATION OF SOME ECOLOGICAL CONDITIONS AFFECTING THE PRODUCTIVITY OF EASTERN SPRUCE FORESTS IN ARDANUÇ DISTRICT

The study has investigated the effect of some ecological conditions (soil, climate, and location) on the productivity of pure and mixed stands of oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) in the Ardanuç district.

In this context, 53 sample sites were selected from pure and mixed spruce stands within the borders of Ardanuç district. In each sample plot, some site and stand characteristics were measured. Then, the site index (SI) showing the productivity of stands was calculated using age and top height for each sample plot. A disturbed and undisturbed soil sample was taken from subsoil and topsoil digging a soil pit in each sample plot. Physical (sand, clay, and silt contents, bulk density, and skeleton) and chemical (pH, electrical conductivity, and organic carbon) properties of soils were analyzed on each sample.

Pearson correlation between the SI of spruce stands and site factors was performed first. Then, multilinear regression (MLR) and regression tree (RT) models were developed to predict SI. MLR and RT accounted for 49-60% and 36-55% of the variation in SI, respectively. The most important environmental factors affecting the SI in Ardanuç forests were precipitation, aspect, soil bulk density, longitude (X), and soil skeleton content.

Keywords: *Picea orientalis*, multiple linear regression, site index, regression tree.

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Ardanuç meteoroloji istasyonu iklim verileri (2013-2020)	11
Tablo 2. Çalışma alanının alt yükselti kuşağına ait Thornthwaite su bilançosu	11
Tablo 3 Çalışma alanının üst yükselti kuşağına ait Thornthwaite su bilançosu.....	12
Tablo 4. Arazi Eğim Sınıfları (Çepel, 1978)	15
Tablo 5. Toprakların hacim ağırlığı sınıflandırması.....	22
Tablo 6. Toprak iskelet miktarının sınıflandırması	22
Tablo 7. pH sınıflandırma tablosu	23
Tablo 8. EC Sınıflandırma Tablosu.....	24
Tablo 9. Organik Madde sınıflandırma Tablosu	24
Tablo 10. Bonitet Sınıflandırma Tablosu	25
Tablo 11. Saf meşcerelerin bakı, yükselti ve bonitete göre dağılımı	30
Tablo 12. Karışık meşcerelerin bakı, yükselti ve bonitete göre dağılımı	30
Tablo 13. Saf meşcerelerin bakı, eğim ve bonitete göre dağılımı	31
Tablo 14. Karışık meşcerelerin bakı, eğim ve bonitete göre dağılımı.....	31
Tablo 15. Saf meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı ve bonitete göre dağılımı	35
Tablo 16. Saf meşcerelere ilişkin 15-30 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı ve bonitete göre dağılımı	35
Tablo 17. Karışık Meşcerelere ilişkin 0-15 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı, bonitete göre dağılımı	36
Tablo 18. Karışık meşcerelere 15-30 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı, bonitete göre dağılımı	37
Tablo 19. Saf meşcerelerdeki 0-15 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete göre dağılımı	37
Tablo 20. Saf meşcerelerdeki 15-30 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete	

göre dağılımı	38
Tablo 21. Karışık meşcerelerdeki 0-15 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete göre dağılımı	38
Tablo 22. Karışık meşcerelerdeki 15-30 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete göre dağılımı	39
Tablo 23. Saf meşcerelerde iskelet miktarının 0-15 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı	40
Tablo 24. Saf meşcerelerde iskelet miktarının 15-30 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı	40
Tablo 25. Karışık meşcerelerde iskelet miktarının 0-15 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı	41
Tablo 26. Karışık meşcerelerde iskelet miktarının 15-30 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı	42
Tablo 27. Saf meşcerelerde hacim ağırlığının 0-15 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı	42
Tablo 28. Saf meşcerelerde hacim ağırlığının 15-30 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı	43
Tablo 29. Karışık meşcerelerde hacim ağırlığının 0-15 cm derinlik kademesinde , bakı ve bonitete göre dağılımı	44
Tablo 30. Karışık meşcerelerde hacim ağırlığının 0-15 cm derinlik kademesinde , bakı ve bonitete göre dağılımı	44
Tablo 31. Saf meşcerelerde toprak organik maddesinin, 0-15 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı	45
Tablo 32. Saf meşcerelerde toprak organik maddesinin, 15-30 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı	45
Tablo 33. Karışık meşcerelerde toprak organik maddesinin 0-15 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı.....	46
Tablo 34. Karışık meşcerelerde toprak organik maddesinin 15-30 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı.....	46
Tablo 35. Saf meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler	47
Tablo 36. Saf meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler ...	48
Tablo 37. Karışık meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler	48

Tablo 38. Karışık meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler	49
Tablo 39. Tanımlayıcı İstatistikler	50
Tablo 40. 0-15 cm saf meşcereler korelasyon matrisi	53
Tablo 41. 15-30 cm saf meşcereler korelasyon matrisi	54
Tablo 42. 0-15 cm karışık meşcereler korelasyon matrisi	55
Tablo 43. 15-30 cm karışık meşcereler korelasyon matrisi	56



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Doğu ladinin Türkiye'deki yayılışı	3
Şekil 2. Doğu ladininin dünya üzerindeki yayılış alanları	3
Şekil 3. Çalışma Sahası Ovacık Şefliği ladin meşcerelerinden bir görünüm	4
Şekil 4. Çalışma alanının konumu ve sayısal yükselti haritası.....	10
Şekil 5. Üst yükselti kuşağı (>1700 m) su bilançosu	12
Şekil 6. Alt yükselti kuşağı (<1700 m) su bilançosu.....	13
Şekil 7. Araştırma alanı jeoloji haritası	14
Şekil 8. Araştırma Alanı Eğim Haritası.....	15
Şekil 9. Araştırma alanı bakı haritası (K: Kuzey, KD: Kuzeydoğu, D: Doğu, GD: Güneydoğu, G: Güney, GB: Güneybatı, B: Batı, KB: Kuzeybatı)	16
Şekil 10. Tez çalışmasının aşamaları.....	17
Şekil 11. Artım burgusu ile yaş belirleme	20
Şekil 12. Deneme alanından alınan toprak örneği.....	20
Şekil 13. Tekstür Analizi (Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre)	21
Şekil 14. pH ölçümü için hazırlanmış toprak örnekleri.....	23
Şekil 15. Organik madde belirlemek için titre edilen toprak örnekleri.	25
Şekil 16. Saf meşcerelere ilişkin bonitetler	27
Şekil 17. Karışık meşcerelere ilişkin bonitetler.....	28
Şekil 18. Saf meşcerelerde enlem ile BE arasındaki ilişki	29
Şekil 19. Karışık meşcerelerde enlem ile BE arasındaki ilişki.....	29
Şekil 20. Meşcerelerin bonitet sınıfları ve bakı gruplarına dağılımı	32
Şekil 21. Saf meşcerelerde bakı ile BE arasındaki ilişki	32
Şekil 22. Saf meşcerelerde yağış ile BE ilişkisi	33
Şekil 23. Karışık meşcerelerde yağış ile BE ilişkisi.....	34

Şekil 24. Saf meşcerelerdeki örnek alanlara ilişkin toprak türleri.....	34
Şekil 25. Karışık meşcerelerdeki örnek alanlara ilişkin toprak türleri	36
Şekil 26. Saf meşcerelerde iskelet miktarı ile BE arasındaki ilişki.....	41
Şekil 27. Saf meşcerelerde hacim ağırlığı ile bonitet arasındaki ilişki.....	43
Şekil 28. Karışık meşcerelerde organik madde ile bonitet arasındaki ilişki.....	46
Şekil 29. Saf meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli	47
Şekil 30. Saf meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli	48
Şekil 31. Karışık meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli.	49
Şekil 32. Karışık meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli	50

KISALTMALAR DİZİNİ

AIC	Akaike bilgi kriteri
BE	Bonitet endeksi
BIC	Bayesian bilgi kriteri
ÇDR	Çoklu doğrusal regresyon
cm	Santimetre
EC	Elektriksel iletkenlik
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
gr	Gram
ha	Hektar
m	Metre
MAE	Ortalama mutlak hata
ME	Ortalama hata
mm	Milimetre
MT	Ortalama sıcaklık
pH	Toprak reaksiyonu
R ²	Belirtme katsayısı
R ² _{adj}	Düzeltilmiş R ²
RA	Regresyon ağacı
RMSE	Ortalama hata karekökü
TPI	Topografik konum indeksi
°C	Santigrat derece

1 GİRİŞ

Orman; ağaçlar ile birlikte canlı ve cansız bütün organizmaların oluşturduğu bir ekosistemdir. Ormanlar insanlığa birçok hizmet ve hammadde sunmaktadır. Odun hammaddesi, odun dışı ürünler (çıra, reçine, bitki çayları, mantar vb), temiz ve kaliteli su, rekreasyon, hayvanlar için barınma, erozyon önleme, iklimi düzenleme, sağlık turizmi, ulusal savunma vb. ormanların sunduğu başlıca hizmetler arasındadır (Daşdemir, 2011).

Dünyadaki toplam orman alanı 4,03 milyar hektar civarında olup karasal alanlar toplamının %31'ini oluşturmaktadır. Toplam orman alanı dünya nüfusuna oranlandığında kişi başına 0,6 hektar düşmektedir. Dünya orman alanları toplamının %25'ine sahip olan Avrupa bu oran ile en zengin kıta durumundadır. (FAO, 2011). Dünyadaki verimli ormanların %22,4 üne sahip Rusya orman kaynakları zenginliği bakımından ilk sırada yer almakta Rusya'yı sırası ile Brezilya, Kanada, Amerika, Çin ve Avusturalya takip etmektedir (İlter ve Ok, 2012).

İnsanoğlu artan nüfusa bağlı olarak ihtiyaçları karşılayabilmek için sürekli bir yarış halindedir. Devam eden bu yarış içerisinde de enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Önemli enerji kaynaklarından olan fosil yakıtlar ise iklim krizinin temel nedenlerindendir. Bu krizin atlatılmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önemlidir. Yenilenebilir kaynaklar arasında yer alan biyokütlenin önemli bir kısmını ormanlar oluşturmaktadır. Hem yenilenebilir olması hem de ekosisteme sağladığı hizmetler nedeniyle ormanların korunup geliştirilmesi gerekmektedir. Ormanların sürekliliğinin sağlanması ile atmosferdeki sera gazlarının etkisi de azalacaktır (Geray, 2006). Ormanların sunduğu bütün hizmetlerden sürekli ve yeterli derecede faydalanabilmek için ormanların kalitesini ve verimini belirlemek gerekmektedir (Şenyurt, 2011).

Ormanların verim gücü “bonitet” kavramı ile ifade edilmektedir. Bonitet, bir yetişme ortamının belirli bir tür için verimliliği olarak da bilinir. Bonitet aktüel ve potansiyel olarak iki başlıkta incelenmektedir. Aktüel verimlilik meşcerenin mevcut durumdaki verimliliğini ifade ederken potansiyel verimlilik gerçek verim kapasitesini kullanarak

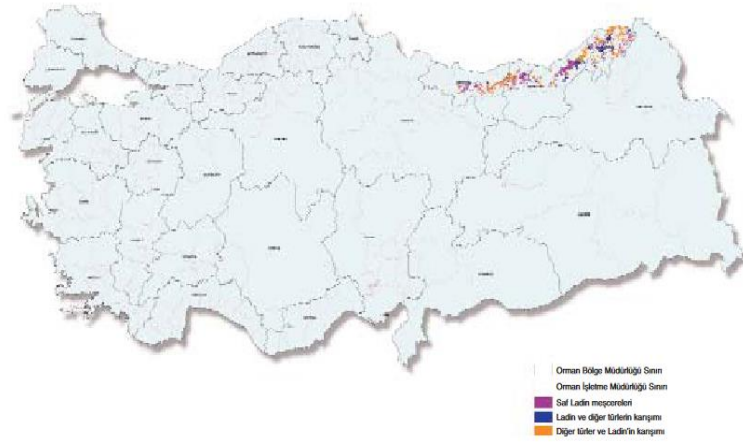
normal kuruluştaki meşcereden elde edilen verimi göstermektedir. Yani aktüel ve potansiyel bonitet meşcerelerdeki müdahalenin kalitesi oranında birbirine yaklaşıır. Yeni ormanların kurulması ve gençleştirme çalışmalarında bonitetin belirlenmesi ormanların devamlılığı ve yeterli hizmet alabilmek için son derece önemlidir (Eler, 2002).

Yetiştirme ortamı özelliklerine göre verimlilik değişebilmektedir. Verimliliği belirlemek için biyotik, edafik, fizyografik ve iklimik faktörler ile bonitet endeksi arasındaki ilişkileri anlamak önemlidir. Bu ilişkiler istatistiksel olarak incelenerek verimliliği etkileyen faktörler hakkında değerlendirmeler yapılabilmektedir. Verimlilik meşcere üst boyuna göre değerlendirilse de her zaman potansiyeli yansıtmamaktadır. Birçok yetiştirme ortamı faktörü incelenerek yapılacak orman yetiştirme ortamı haritaları ormancılık çalışmaları bakımından son derece faydalı olacaktır (Altun ve arkadaşları, 2007).

Yapılan bu çalışmadaki amaç, Ardanuç Orman İşletme Müdürlüğü içerisindeki saf ve karışık ladin ormanlarının verimliliğini etkileyen ekolojik koşulların (edafik, iklimik, fizyografik) belirlenmesi ve bu koşullar ile verimlilik arasındaki ilişkiden yola çıkarak çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) ve regresyon ağacı (RA) yöntemleri ile bonitet endeksinin modellenmesidir.

1.1 Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Hakkında Genel Bilgiler

Ülkemizde bulunan asli ağaç türlerinden birisi olan doğu ladini ekonomik açıdan oldukça değerlidir. Ülkemiz 22.933.000 hektar toplam orman alanına sahiptir. Bu ormanların 273.032 ha'ı normal, 92.813 ha'ı boşluklu kapalılıkta olmak üzere 365.845 ha'lık bir alan doğu ladini ormanları ile örtülüdür. Bu da ülkemiz ormanlarının %1,60' ını oluşturmaktadır. Yayılış alanı büyüklüğü bakımından meşe, kızılçam, karaçam, kayın, ardıç, sarıçam, göknar ve sedirden sonra gelmektedir (OGM, 2021). Ülkemizde doğu ladini Ordu Melet Irmağından başlayıp Gürcistan sınırına kadar (Şekil 1) ulaşır (Anşın, 1994). Dünyada ise, Kuzey Doğu Anadolu'nun sahilinde ve Kafkasya'nın 40°23' - 43°50' enlemleri ile 37° 40' - 44°13' boylamları arasında (Şekil 2) doğal yayılışını yapmaktadır (Anonim, 1989).



Şekil 1. Doğu ladinin Türkiye'deki yayılışı



Şekil 2. Doğu ladininin dünya üzerindeki yayılış alanları

Doğu Ladininin tepe yapısı sivridir. Düzgün ve dolgun gövdeli olan bu ağaç yer yer 60 m'ye kadar boy ve 1,5-2 m kadar çap yapabilmektedir (Konukçu 2001). Ladin ağacı gölgeye dayanıklı olup yarı gölge ağaçları arasında yer alır. Doğu ladin yaprakları diğer ladin türlerine göre daha kısadır (6-11 mm). Yapraklarında 1-4 stoma çizgisi taşıyan doğu ladininin kozalakları silindirik veya oval olup enine kesitleri dört köşelidir. Bu tür ilk yıllarda yavaş sonraki yıllarda daha hızlı gelişim gösterir (Anşın ve Özkan ,1997).

Türün yayılış alanında yıllık ortalama sıcaklık 5-10 °C arasındadır. Sıcaklık yaz aylarında nadiren 30 °C 'nin üzerine çıkmaktadır (Atalay, 1984). Doğu ladini yayılış alanlarında arazi eğimli ve sarpdır. Bu alanlarda ortalama eğim genellikle %30'un üzerindedir. Ancak %60-70 eğime sahip olup bonitetin iyi olduğu meşcerelere de rastlanmaktadır (Akgül, 1975).

Doğu Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren ladin meşcerelerinde toprak çoğunlukla kumlu balçık, balçık ve tozlu balçık tekstüründedir. Bu topraklarda iskelet miktarı fazla olduğundan su tutma kapasitesi düşüktür. Ancak bu alanlarda yağış yeterli olduğundan bu durum bir sorun yaratmamaktadır (Çepel, 1978).



Şekil 3. Çalışma Sahası Ovacık Şefliği ladin meşcerelerinden bir görünüm

1.2 Literatür Çalışması

Ercanlı ve Yavuz (2006) , Artvin yöresinde doğu ladini meşcerelerinin sıklığa bağlı hasılat tablolarını inceledikleri çalışmada sıklık ve yaşın eşit olduğu ancak bonitet endeksinin arttığı meşcerelerde ağaç sayısının azaldığını, buna karşın göğüs yüzeyi, hacim, çap ve boyun arttığı sonucuna varmışlardır.

Eroğlu ve arkadaşları (2010), ladin ormanlarındaki bölmeden çıkarma çalışmalarının toprakta ne gibi değişimlere sebep olduğunu incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre

toprak yüzeyine uygulanan basınç nedeniyle topraktaki gözeneklerin küçülerek geçirgenliğin azaldığını, hacim ağırlığının arttığını bunlara bağlı olarak da ağaç gelişiminin olumsuz etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Duman (2008), Artvin yöresi ladin ormanlarında bazı konum etmenlerinin toprak ve ölü örtü ayrışmasına olan etkilerini incelediği çalışmada; üst yükseltilerde alt yükseltilere oranla toprağın daha fakir ve kuzey bakıların toprak özelliklerinin güney bakılara oranla daha zengin olduğunu belirtmiştir.

Ölmez ve Arkadaşları (2019), tohum toplanan alanların yükseltisinin artması ile tohum hacminin ve tohum ağırlığının azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca Karadeniz sahilinde genel olarak deniz seviyesinden uzaklaştıkça yükseltinin hızlı bir şekilde artması nedeniyle tohum kalitesinin de düştüğünü ifade etmişlerdir.

Tüfekçioğlu ve diğerleri (2010), Hatila Vadisi Milli Parkı'ndaki ladin meşcerelerinde görülen kurumaların; çok şiddetli asit ve asit topraklar nedeniyle bazı bitki besin maddelerinin yeterince alınamamasına ve bu nedenle fizyolojik olarak zayıf düşen ağaçların böcek saldırısına maruz kalmasına bağlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Daşdemir (1987), ladin ormanlarının gelişimine etki eden bazı ekolojik faktörleri incelediği yüksek lisans tez çalışmasında BE ile toprak derinliği, B horizonunun kalınlığı ve yeryüzü şekilleri arasında pozitif, yükselti ile de negatif bir ilişki belirlemiştir.

Sharma ve arkadaşları (2012), Sarıçam ve Avrupa Ladininin gelişimi ile bazı ekolojik faktörler arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmada; sarıçam ve Avrupa ladininin boy gelişiminde coğrafi konum, bakı, eğim, bazı toprak özellikleri ve yıllık ortalama sıcaklığın yanında, yetişme ortamındaki vejetasyon tipi ve türün orijininin de etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Doğan (2012), Artvin-Kafkasör'deki ladin ormanları ve hemen yanındaki çayırılık alanlarda azot mineralleşmesini araştırmıştır. Sonuçta genç meşcereler altındaki toprakların pH'ının yaşlı meşcerelerden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Yaşlı meşcereler altındaki toprakların organik madde, maksimum su tutma kapasitesi ve toplam azot içeriğinin ise genç meşcerelerden daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Altun ve arkadaşları (2012), Artvin - Genya dağı ladin ormanlarında ekolojik toprak serileri ile BE arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışmada ana kayanın andezit ve bazalt olduğu pek derin, çok taşlı ve kumlu killi balçık topraklar üzerindeki kayın meşcereleri ile pek derin, çok taşlı ve killi balçık topraklar üzerindeki ladin meşcerelerinin verimlilikleri karşılaştırılmıştır. Kayın meşcerelerinin %31'i I. ve II. Bonitet, %25'i III. bonitet ve %44'ü ise IV ve V. bonitet sınıfında; Ladin meşcerelerinin ise %72'si I. ve II. bonitet, %14'ü II. ve III. bonitet ve kalan %14'ünün ise IV. ve V. bonitet sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Kocamanoglu (2022), "Karadağ kütlesi doğu ladini (*Picea orientalis* (L) Link.) ağaçlandırma alanlarında yaptığı doktora tez çalışmasında eğime bağlı olarak fizyolojik toprak derinliği, % kil, toz, kum, pH ve EC arasında anlamlı ilişkiler tespit etmiştir. Çalışmada bu durumun nedeni olarak eğimin artması ile yüzeysel akışın artması ve sıcaklık farklarının ortaya çıkması gösterilmiştir. Aynı çalışmada ölü örtü miktarının meşcere gelişimi ile birlikte arttığı bunun da artan kapalılık nedeniyle meşcere içerisindeki sıcaklık ve ışığın azalmasına bağlı olduğu belirtilmiştir.

Cebi (2017), Trabzon, Düzköy'de yaptığı çalışmada gölgeli bakılarda topraktaki kumun, güneşli bakılarda ise toz ve kilin daha fazla olduğunu belirlemiştir. Aynı çalışmada kayın gençlik sahalarındaki toprak pH'ı ladin gençlik sahalarına göre daha düşük çıkmıştır. Organik madde ve toplam azot miktarları ise ladin gençlik sahalarında daha düşük bulunmuştur.

Ritter ve arkadaşları (2003), meşe ve Avrupa ladini ağaçlandırma alanlarının toprak özelliklerini değerlendirdikleri çalışmada, tarım alanlarının ağaçlandırılmasıyla toprak özelliklerinin değişiminin oldukça yavaş bir şekilde gerçekleştiğini ve nispeten hızlı değişen toprak özelliğinin ise pH olduğunu ifade etmişlerdir.

Yener (2013), Doğu Karadeniz Bölgesindeki üç farklı yetişme ortamı bölgesinde ladin meşcerelerine ilişkin BE'nin en çok enlem-boylam, yükselti, sıcaklık, yağış, GET, toprak derinliği ve değişebilir katyonlar tarafından etkilendiğini ifade etmektedir.

Özkan ve Kuzugüdenli (2010), Akdeniz bölgesi Sütçüler yöresinde kızılçam üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında, meşcere üst boyu üzerinde etkili olan en önemli

değişkenleri eğim, toprak derinliği, reliyef ve yükselti olarak ifade etmiş ve ayrıca yapılan analizde üç bonitet sınıfına göre yapılan ayırım sonuçlarının beş bonitete göre daha iyi sonuç verdiği sonucuna varmışlardır.

Güner ve arkadaşları (2011), Türkmen dağı yöresinde gerçekleştirdikleri çalışmada sarıçamın boy gelişiminin iyi olmadığı alt yükseltilerde karaçam, titrek kavak, meşe, laden gibi türlerin daha çok yayılış gösterdiğini belirlemişlerdir. Yine çalışmada çayır otları ve bitki çeşitliliğinin artması ile sarıçamın verimliliğinin de arttığı ortaya konulmuştur.

Özkan (2006), Beyşehir Gölü Havzası'nda yaptığı araştırmada; anakayanın kireç olduğu topraklarda ağaç ve çalı türü çeşitliliğinin daha fazla olduğunu; toplam azot ve organik karbon miktarının artışı ile de ağaç ve çalı tür çeşitliliğinin arttığını ifade etmiştir.

Nougeira ve arkadaşları (2006), Brezilya'nın güneyinde doğal olarak yetişmiş orman ve ormana bitişik olarak bulunan tarım arazisi ve otlak olarak kullanılan ancak sonradan ormana dönüştürülmüş üç arazi üzerinde yaptıkları çalışmada, toprağın mikrobiyolojik kalitesinin toprağın karbon ve azot oranına bağlı olarak değiştiği sonucuna varmışlardır. Topraktaki mikrobiyolojik faaliyetler ve toprak özelliklerinin toprağa yapılan müdahalelerden etkilendiğini belirlemişlerdir.

Polat ve arkadaşları (2014), Mersin yöresi sedir ve karaçam ağaçlandırma alanlarında türün gelişimi ile çevresel koşullar arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre sedirin güney bakılardaki dolomit anakayaları üzerinde en yüksek üst boya ulaştığını buna karşın karaçamın yine güney bakılarda kalkışist anakayalar üzerinde en yüksek üst boya ulaştığı görülmüştür.

Socha (2008), Polonya'da yaptığı çalışmada Avrupa ladininin gelişimini etkileyen en önemli faktörün yükselti olduğunu, bunun yanı sıra anakaya, bakı ve eğimin de BE üzerinde etkili olduğunu belirlemiştir.

Karataş ve Özkan (2017), Toros sediri ağaçlandırma sahalarında gerçekleştirdikleri çalışmada bonitet endeksi ile yetiştirme ortamı arasındaki ilişkiyi korelasyon, aşamalı regresyon ve regresyon ağacı modeli yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Boy büyümesi en çok enlem, yamacın konumu, potansiyel evapotranspirasyon, sıcaklık, topraktaki su

fazlası ve toprağın toz içeriğinden etkilenmiştir. Büyümedeki değişimi en iyi açıklayan model ise %65,6'lık pay ile regresyon ağacı olmuştur.

Yener ve Altun (2018), doğu ladinine ilişkin boy gelişimindeki değişimi regresyon ağacı modeli ile %70, çoklu regresyon modeli ile %53 oranında açıklamışlardır.



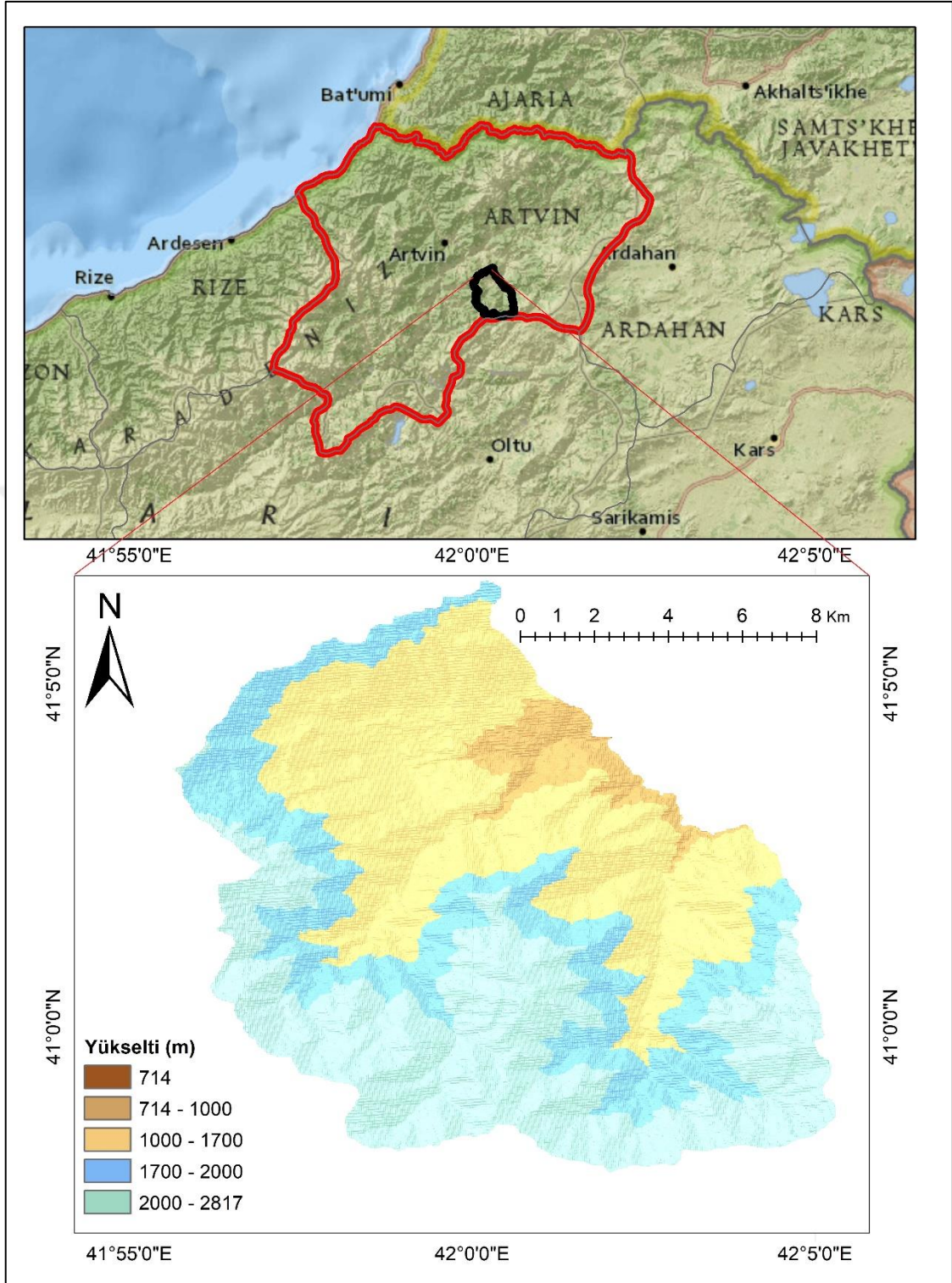
2 MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Yükselti kuşağı (<1700 m, >1700 m), karışım durumu (saf, karışık), bakı grubu (gölgeli, güneşli) ve eğim sınıfı (<%30, >%30) faktörlerine bağlı olarak 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerden alınan silindir ve torba örnekleri, örnek alanlarda yapılan bazı ölçümler ve gözlemler ile bazı sayısal haritalar (meşcere haritası, topoğrafik haritalar ve jeoloji haritası) araştırmada kullanılan materyalleri oluşturmaktadır.

2.1.1 Araştırma Alanın Coğrafi konumu

Çalışma alanı Artvin ili Ardanuç ilçesi Ovacık Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Sakarya, Bereket, Ovacık ve Meşeköy ise çalışma alanı sınırları içerisinde kalan köylerdir. Çalışma alanının Kuzey ve Doğusunda yine Ardanuç ilçesinin Köyleri ve Ardanuç ilçe merkezi, Batısında Artvin merkeze bağlı köyler, Güneyinde ise Erzurum ili Olur ilçesi bulunmaktadır. Çalışma alanı Türkiye'nin kuzeydoğusunda Karadeniz bölgesinde 41°58'40'' - 42°0'37'' doğu boylamları ile 40°58'14'' - 41°6'24'' Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Çalışma alanı sınırlarındaki köylerin konum bilgileri Şekil 4' de verilmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanının konumu ve sayısal yükselti haritası

2.1.2 İklim

Tablo 1. Ardanuç meteoroloji istasyonu iklim verileri (2013-2020)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık	
Aylık ort. max sıcaklık	8,07	12,2	16,4	21,1	25,9	30,2	31,4	32,4	28,9	22,6	14,9	8,5	21,04	
Aylık ort.min sıcaklık	-1,4	0,3	3,7	6,4	11,8	15,9	19,1	19,7	15,1	3,3	3,2	-0,6	8,04	
Aylık ortalama sıcaklık	2,4	5,4	9,2	12,9	17,9	22,2	24,4	25,1	21,2	15,0	8,0	3,1	13,9	
Aylık yağış	top.	22,5	14,2	23,1	30,1	56,9	46,4	22,5	28,9	31,2	32,3	37,1	33,4	378,6

Çalışma alanımızda alt ve üst rakımlarda Thornthwaite yöntemi göre su açığı bulunmamaktadır. Üst ve alt yükselti kuşaklarında iklim tipi çok nemli, düşük sıcaklıkta, su noksanı olmayan veya pek az olan karasal iklime yakın iklimdir (Tablo 2, 3).

Tablo 2. Çalışma alanının alt yükselti kuşağına ait Thornthwaite su bilançosu

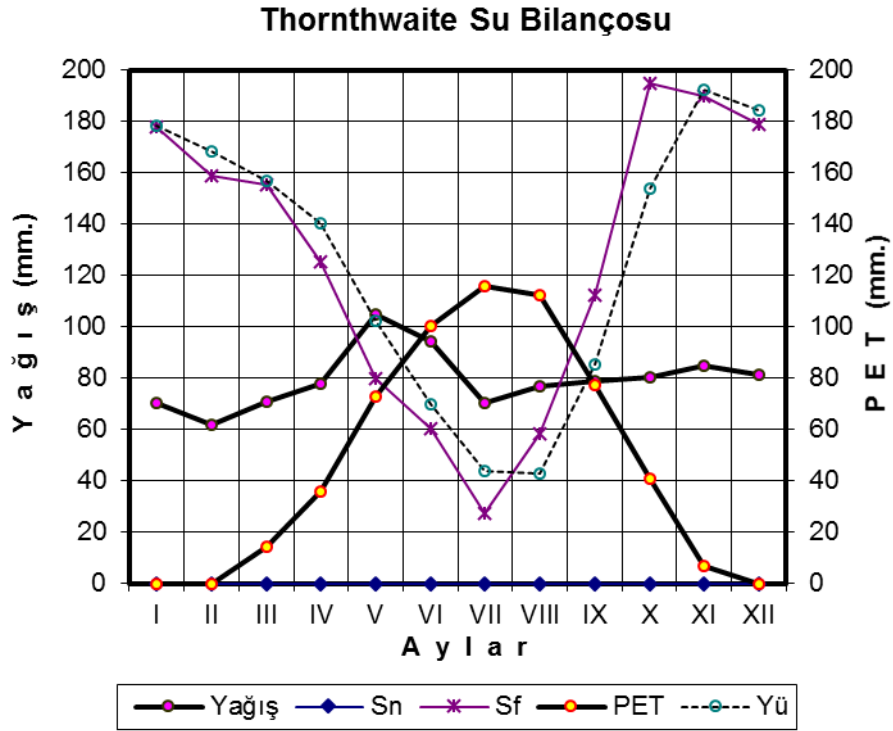
İli: Artvin													
İlçesi : Ardanuç													
Rakım (m) :1500													
Ölçme yılları: 2013-2020													
Enlemi: 41,12647													
Boylamı: 42,05731													
			A	Y	L	A	R						
İklim Parametreleri	Sembol	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII YILLIK
Sıcaklık	°C	-2,2	0,7	4,7	8,4	13,4	17,6	19,8	20,5	16,6	10,4	3,5	-1,5 9,3
Sıcaklık indisi	i	0,0	0,1	0,9	2,2	4,4	6,7	8,0	8,5	6,1	3,0	0,6	0,0 40,5
Düzeltilmemiş PE	mm	0,0	2,3	18,8	36,4	62,1	84,8	97,2	101,1	79,4	46,8	13,4	0,0
Düzeltilmiş PE	PET	0,0	1,9	19,3	40,5	78,3	107,1	123,6	120,1	82,4	44,8	11,0	0,0 629,0
Yağış	y	57,2	48,8	57,7	64,7	91,5	81,0	57,1	63,6	65,8	67,0	71,6	68,1 794,1
Depo Değişikliği	Dd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depolama	D	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Gerçek Evapotranspirasyon	GET	-	-	-	23,5	53,3	83,2	101,5	96,8	69,2	45,1	21,4	5,2 499,2
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Su Fazlası	Sf	178,0	158,7	155,3	125,4	79,6	60,1	27,1	58,2	112,3	194,8	190,0	178,8 1518,4
Günlük PET		0,0	0,1	0,6	1,4	2,5	3,6	4,0	3,9	2,7	1,4	0,4	0,0 1,7
Kuraklık indisi In=12*GET/Tom							67,6	68,9	63,9	55,0			21,3
D.Kantarıcı (İklim)							Ç.N	Ç.N	Ç.N	Ç.N			Y.K
İ k l i m T i p i		A C'2 r b'2 : Çok nemli, Düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Karasal iklim'e yakın iklim											
Y : Yarı	Ç : Çok	T : Tam	K : Kurak	S : Serin	N : Nemli								

The graph displays the monthly distribution of precipitation and evaporation for Samsun. The x-axis represents the months (Aylar) from I to XII. The left y-axis represents precipitation (Yağış) in mm, ranging from 0 to 200. The right y-axis represents evaporation (PET) in mm, ranging from 0 to 200. The legend indicates five data series: Yağış (solid black line with orange circles), Sn (solid blue line with blue diamonds), Sf (solid purple line with purple asterisks), PET (solid black line with orange circles), and Yü (dashed black line with blue circles). The graph shows that precipitation is highest in winter (I, II, III) and lowest in summer (VII, VIII, IX). Evaporation is highest in summer (X, XI, XII) and lowest in winter (I, II, III).

Aylar	Yağış (mm.)	Sn (mm.)	Sf (mm.)	PET (mm.)	Yü (mm.)
I	0	0	178	56	178
II	2	0	160	48	168
III	18	0	155	58	158
IV	40	0	125	65	140
V	78	0	90	80	102
VI	108	0	60	80	80
VII	125	0	25	56	42
VIII	120	0	60	62	42
IX	82	0	112	65	85
X	45	0	195	65	155
XI	10	0	190	72	192
XII	0	0	178	68	185

Tablo 3 Çalışma alanının üst yükselti kuşağına ait Thornthwaite su bilançosu

İli: Artvin														
İlçesi : Ardanuç														
Rakım (m) :1850														
Ölçme yılları: 2013-2020														
Enlemi: 41,12647														
Boylam: 42,05731														
				A	Y	L	A	R						
İklim Parametreleri	Sembol	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
Sıcaklık	°C	-4,0	-1,0	2,9	6,6	11,6	15,8	18,1	18,7	14,8	8,7	1,7	-3,3	7,6
Sıcaklık indisi	i	0,0	0,0	0,4	1,5	3,6	5,7	7,0	7,4	5,2	2,3	0,2	0,0	33,3
Düzeltilmemiş PE	mm	0,0	0,0	13,9	32,4	57,8	79,5	91,1	94,6	74,4	42,8	8,0	0,0	
Düzeltilmiş PE	PET	0,0	0,0	14,3	36,0	72,8	100,3	115,8	112,4	77,1	40,9	6,6	0,0	576,4
Yağış	y	70,3	61,9	70,8	77,9	104,7	94,2	70,2	76,7	78,9	80,1	84,8	81,2	951,6
Depo Değişikliği	Dd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Depolama	D	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Gerçek Evapotranspirasyon	GET	-	-	-	23,5	53,3	83,2	101,5	96,8	69,2	45,1	21,4	5,2	499,2
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Su Fazlası	Sf	178,0	158,7	155,3	125,4	79,6	60,1	27,1	58,2	112,3	194,8	190,0	178,8	1518,4
Günlük PET		0,0	0,0	0,5	1,2	2,3	3,3	3,7	3,6	2,6	1,3	0,2	0,0	1,6
Kuraklık indisi ln=12*GET/Tom							67,6	68,9	63,9	55,0				21,3
D.Kantarıcı (İklim)							Ç.N	Ç.N	Ç.N	Ç.N				Y.K
İklim Tipi		A C'2 r b'2 : Çok nemli, Düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), Su noksanı olmayan veya pek az olan, Karasal iklime yakın iklim												
Y: Yarı	Ç : Çok	T : Tam	K : Kurak	S : Serin	N : Nemli									

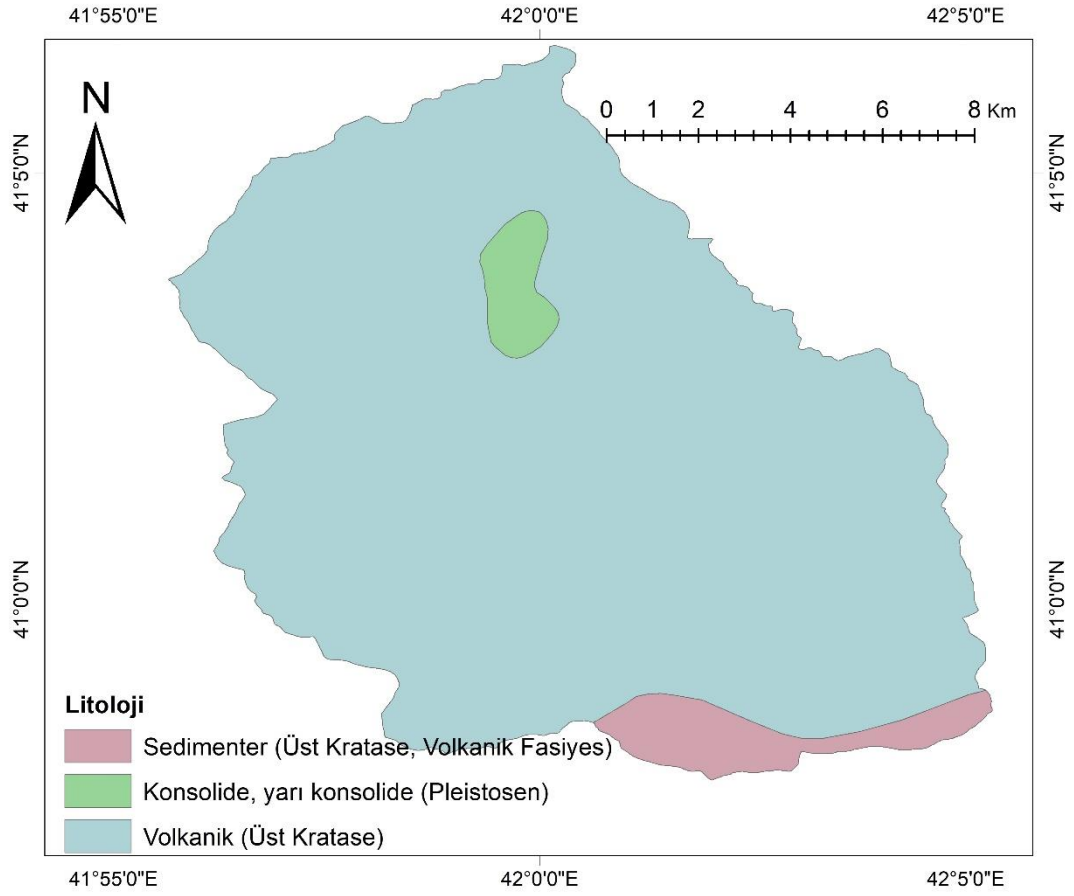


Şekil 6. Üst yükselti kuşağı (>1700 m) su bilançosu

Çalışmamızın modelleme kısmında kullanılan örnek noktalara ilişkin iklim verileri (yağış, yıllık ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık) Yener'in (2022) tüm Türkiye için hazırladığı yaklaşık 600 m (0,005° x 0,005°) çözünürlükteki iklim haritalarından alınmıştır. Bu işlem ArcMap 10.2 (ESRI, 2014) konumsal analiz (spatial analyst) modülündeki çoklu değerleri noktaya atama (extract multivalues to points) aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.1.3 Jeolojik Yapı

Ardanuç İlçesi Ovacık Orman İşletme Şefliği Sakarya, Bereket, Ovacık ve Meşeköy Köyleri Ormanlarındaki çalışma alanı jeolojik yapısı, Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) tarafından hazırlanan haritaya bakıldığında (MTA, 2019), Üst kratese volkanitler ve sedimenter kayalardan meydana gelmiştir (Şekil 7). Ana kaya genellikle volkanik kayalardan oluşmakta yer yer kireç taşı gibi sedimenter kayalara da rastlanmaktadır. (Anonim 2007).



Şekil 7. Araştırma alanı jeoloji haritası

2.1.4 Topoğrafik yapı

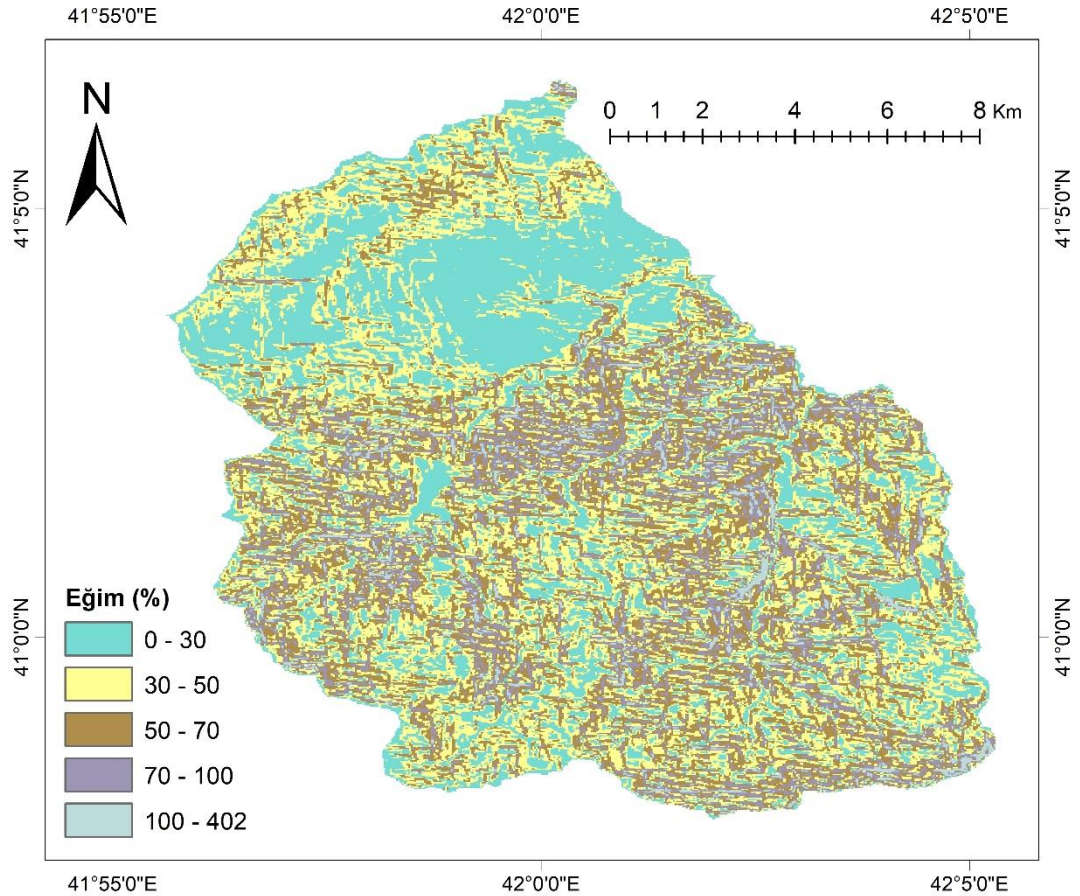
Çalışma sahası olan Sakarya, Bereket ve Ovacık Köyü Ormanları genellikle dalgalı sırtlardan ve tepeciklerden oluşmaktadır. Meşeköy Ormanları ise dalgalı sırtlar yanında daha yüksek tepelerden oluşan bir topoğrafik yapıya sahiptir. Şeflik sınırlarında yükselti 714 m ile 2817 m arasında değişmektedir (Şekil 4). Çalışmamıza konu Ovacık Şefliği saf ve karışık ladin ormanları 950 m ile 2100 m yükseltiler arasında yayılım göstermektedir (Anonim 2007).

Çalışma sahamızın eğim grupları haritası CBS sisteminden faydalanılarak çıkartılmıştır. Sakarya, Bereket ve Ovacık köyleri Ormanları genellikle düz, hafif eğimli ve orta eğimli eğim gruplarında, Meşeköy ise dik, çok dik ve sarp eğim gruplarında yer almaktadır (Şekil 8). Çalışma sahasının eğim grupları sınıflandırması Çepel'e (1978) göre yapılmıştır. Çalışma sahamızda Kuzey, Güney, Doğu, Batı ve bütün ara yönlerde bakılar

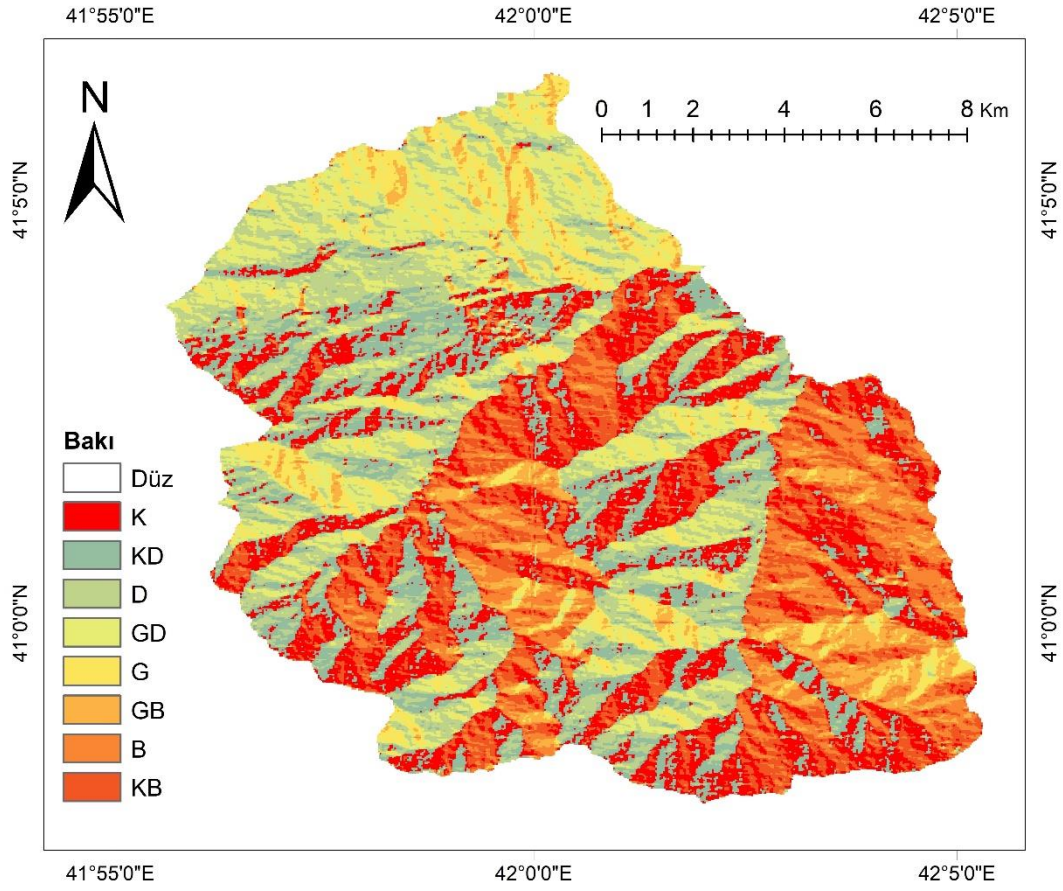
mevcuttur (Şekil 9). Sakarya ve Bereket köyü ormanlarının çoğu güneşli bakılarda, Ovacık ve Meşeköy Ormanları ise güneşli ve gölgeli bakıların ikisinde de yer almaktadır.

Tablo 4. Arazi Eğim Sınıfları (Çepel, 1978)

Arazi Eğim Tanımı	Eğim(°)	Eğim (%)
Düz	0-2	0-3
Az Eğimli	2-5	3-9
Orta Eğimli	5-10	9-17
Çok Eğimli	10-20	17-36
Dik	20-30	36-58
Sarp	30-45	58-100
Pek Sarp	>45	>100



Şekil 8. Araştırma Alanı Eğim Haritası



Şekil 9. Araştırma alanı bakı haritası (K: Kuzey, KD: Kuzeydoğu, D: Doğu, GD: Güneydoğu, G: Güney, GB: Güneybatı, B: Batı, KB: Kuzeybatı)

2.1.5 Bitki Örtüsü

Ovacık Orman İşletme Şefliği 3132,30 ha'ı normal ve 1680,90 ha'ı bozuk olmak üzere toplam 4813,20 ha'lık bir orman alanına sahiptir. Ovacık Orman işletme şefliği sınırlarında 900 m yükseltiye kadar genellikle meşe ve diğer yapraklı türlerin karışımıyla oluşan bozuk ve kısa boylu, maki görünümlü ormanlar hakim iken, 900-2100 m'ler arasında iğne yapraklı türlerin oluşturduğu ormanlar egemen durumdadır. Bu ormanlarda ladin, sarıçam, göknar, akasya, meşe, üvez, akçaağaç, dişbudak, çınar, gürgen, huş, kavak, kayacık gibi ağaç formundaki türler ile yabani kiraz, orman gülü, orman sarmaşığı, ahlat, yabani armut, elma, kızılıçık ve alıç gibi çalı ve ağaççık formundaki türler bulunmaktadır (Anonim 2007).

2.2 Yöntem

Yapılan bu yüksek lisans tez çalışmasının aşamaları hazırlık (bilgi belge-araç gereç temini), arazi çalışmaları, laboratuvar analizleri, büro çalışmaları ve istatistiklerin hazırlaması olarak dört aşamadan oluşmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Tez çalışmasının aşamaları

2.2.1 Hazırlık Çalışmaları

Ardanuç yöresi saf ve karışık doğu ladini meşcerelerinin gelişimini etkileyen ekolojik faktörlerin araştırıldığı bu çalışmada öncelikle geniş bir literatür çalışması yapılarak uygun yöntem belirlenmiştir. Bu kapsamda Ardanuç Orman işletme müdürlüğü, Ovacık orman işletme şefliğine ait topoğrafik, meşcere ve jeoloji haritalarına ulaşılmıştır. Ayrıca yöreye ilişkin sayısal yükselti modelinden (DEM) (NASA JPL, 2020) yararlanılarak yükselti, eğim ve bakı haritaları oluşturulmuş, daha sonra bu haritalar meşcere haritaları ile çakıştırılarak örnek alanlar belirlenmiştir. İlgili etmenler göz önünde bulundurularak örnek alanlar mümkün olduğunca dengeli bir şekilde dağıtılmıştır. Yine bu aşamada çalışmada kullanılacak bazı materyaller (kazma, kürek, naylon torba, poşet, envanter karnesi vb.) yanında artım burgusu, boy-ölçer, çap-ölçer ve GPS gibi araçlar da hazırlanmıştır.

2.2.2 Arazide Yapılan Çalışmalar

Arazi çalışmaları orman yollarının tamamen açık olduğu, ulaşımın kolayca sağlanabildiği ve mevsim şartlarının çalışmaya elverişli olduğu haziran-temmuz aylarında gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.1 Örnek Alanların ve Alandaki Konum Özelliklerinin Belirlenmesi

Örnek alanlar için iki yükselti kuşağı (<1700 m ve >1700 m), iki bakı grubu (gölgeli ve güneşli), iki eğim sınıfı (<%30 ve >%30) ve karışım durumu (saf ve karışık) dikkate alınarak saf ve karışık, eşit yaşlı, normal kapalı ve herhangi bir zarara uğramamış ladin meşcereleri seçilmiştir. Örnek alanların büyüklüğü 400 m² olarak belirlenmiştir.

Alınan örnek alanlarda arazi eğimi klizimetre, bakı pusula ve GPS, reliyef gözlem yoluyla ve yükselti ise GPS ile Çepel (1978) ve Schoeneberger vd.'ne (2002) göre belirlenmiştir.

Gerek korelasyon analizi gerekse regresyonlarda (çoklu doğrusal ve regresyon ağacı) bakı Beers vd.'ne (1966) göre dönüştürülerek analizlere alınmıştır (Eşitlik 1).

$$A' = \cos (A_{\max} - A) + 1 \quad (1)$$

A' : Dönüştürülen bakı, A_{max}: Bitki gelişimi üzerine etki eden en olumlu bakı değeri, A : Kuzeyle yapılan açı

Araştırmada ayrıca Topografik ıslaklık indeksi (TWI) ve topografik konum indeksi (TPI) gibi göstergeler de ArcMap 10.2 programında ilgili araçlar kullanılarak hesaplanmış ve haritalanmıştır. Daha sonra yine aynı ortamda örnek noktaların koordinatları yardımıyla ilgili indexler haritalardan çekilmiştir.

TWI belirli bir alan veya ekosistemin uzun zamanlı toprak nemi göstergelerinden biridir. Aşağıdaki şekilde formüle edilir (Eşitlik 2).

$$TWI = \ln (A_s / \tan \beta) \quad (2)$$

Burada A_s belirli bir su toplama alanını ifade etmektedir (Haritada eş yükselti eğrilerinin genişliğince bölünmüş bir piksel boyunca drene olan yukarı yamaç). β ise o pikseldeki

eğimi ifade etmektedir (Kopecky and Cizkova, 2010).

Öte yandan TPI haritadaki her hangi bir pikselin yükseltisi ile etrafındaki piksellerin ortalama yükseltisi arasındaki farkı ifade etmektedir. Bu gösterge bir yerin yamaç pozisyonunun belirlenmesine yardımcı olur. Eğer bir yerin TPI'sı çevresinden yüksekse orası olasılıkla bir tepe veya sırtı, eğer alçaksa olasılıkla vadi veya eteği gösterir. Eğer TPI sıfır veya sıfıra yakınsa o zaman da orta yamaç veya düzlüklerden söz edilebilir (Jenness, 2006).

2.2.2.2 Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi

Belirlenen meşcerelerde yaş, üst boy ve göğüs çapları ölçülmüştür. Üst boy ve yaşı belirlemek üzere hektardaki 100 ağaçtan hareketle ilgili alan büyüklüğü olan 400 m² için en çaplı/boyu 4-adet ağaçta ölçümler gerçekleştirilmiştir (Kalıpsız, 1982). Boylar, Vertex-III lazer boy-ölçer cihazı ile Haglöf 'e (2002) göre ölçülerek dört ağacın ortalaması alınarak bulunmuştur. Yaşlar ise ağaçların 1,3 m yüksekliğinden artım burgusu ile elde edilen artım kalemlerindeki yıllık halkaların sayılması ve bulunan değere ağacın göğüs yüksekliğine gelme yaşının eklenmesiyle bulunmuş ve ortalaması alınmıştır (Eler, 2003). Örnek alanlardaki tüm ağaçların göğüs çapları çap-ölçer aracılığıyla çift yönlü ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

2.2.2.3 Toprak Örnekleme

Örnek alanların her birinde Çepel'in (1978) belirttiği esaslara (eğim yönüne dik, profil yüzeyi ışıık alacak şekilde, vb.) dikkat edilerek bir adet toprak çukuru açılmış ve iki derinlik kademesinden (0-15 cm ve 15-30 cm) birer adet torba (bozulmuş) ve silindir (bozulmamış) toprak örneği alınmıştır. Alınan örnekler çift katlı polietilen torbalara konulmuş ve toprak örneklerinin karışmaması için etiketlenerek laboratuvara taşınmıştır.



Şekil 11. Artım burgusu ile yaş belirleme



Şekil 12. Deneme alanından alınan toprak örneği

2.2.3 Laboratuvarda Yapılan Çalışmalar

2.2.3.1 Toprakların Analize Hazırlanması

Belirlenen örnek alanlardan alınan ve etiketlenen toprak örnekleri laboratuvara getirilmiştir. Getirilen toprak örnekleri hava kurusu hale gelmesi için gazeteler üzerinde kurutma odasına serilmiştir. İki hafta kadar bekletilen topraklar hava kurusu hale geldikten sonra havanda öğütülmüş ve devamında 2 mm'lik elekte elenerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Bütün toprak örnekleri analize hazır hale geldikten sonra her bir

örneğin tekstürü (kum, toz ve kil içerikleri), organik madde miktarı, hacim ağırlığı, iskelet miktarı, pH ve EC gibi özellikleri tespit edilmiştir. 106 adedi torba 106 adedi de silindir örneği olmak üzere toplam 212 adet toprak örneği işlem görmüştür.

2.2.3.2 Tekstür (Mekanik) Analizi

Yapılan tekstür analizi ile topraktaki kil, kum ve toz miktarı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan analiz yöntemi Bouyoucos (1962). hidrometre yöntemidir. Tekstür sınıflarının belirlenmesinde ise Tommerup'un tekstür üçgeni kullanılmıştır.(Gülçur, 1974).



Şekil 13. Tekstür Analizi (Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre)

2mm lik elekten elenen hafif bünyeli topraklardan 100 gr ve ağır bünyeli topraklardan 50 gr alınıp 600 mm'lik beherlere konulmuştur. Toprak örnekleri üzerine 400 mm saf su ve topraktaki çimento maddelerinden olan kirecin etkisini gidermek için %5 oranında kalgon çözeltisi ilave edilmiş ve hazırlanan örnekler 24 saat boyunca bekletilmiştir. 24 saat sonra mikserle alınan örnekler 5 dk boyunca karıştırılarak silindire alınmıştır. Ağır toprak örneklerinin bulunduğu silindirlere 1130 mm ye, hafif toprak örneklerinin bulunduğu silindirlere ise 1205 mm ye gelene kadar su eklenerek mekanik karıştırıcı ile

25-30 kez karıştırılmıştır. Daha sonra 4'48" ve 120' süreleri hidrometre okumaları yapılmış ve kayda alınmıştır.

2.2.3.3 Hacim Ağırlığı

Toprak örneklerine ilişkin hacim ağırlıklarını belirlemek için silindir örnekleri fırın kurusu hale getirilmiş ve tartılmıştır. Fırın kurusu ağırlığın silindir hacmine oranlanması sonucu hacim ağırlığı “gr/cm³” olarak belirlenmiştir (Gülçur, 1974). Çıkan hacim ağırlığı değerlerinin sınıflandırılması ise Tablo 5’e göre yapılmıştır (Hazelton and Murpy, 2016).

Tablo 5. Toprakların hacim ağırlığı sınıflandırması

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

2.2.3.4 İskelet Miktarı

Toprakların içerdikleri taş (iskelet) miktarı toprak oluşum faktörlerine (reliyef, iklim, canlılar, anakaya, zaman) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Topraktaki iskelet miktarını belirlemek için hacim ağırlığında olduğu gibi silindir örnekleri kullanılmaktadır. Silindir toprak örnekleri tamamıyla tartılıp daha sonra 2 mm’lik elekten geçirilir, elekten geçmeyerek elek üzerinde kalan kısım (>2 mm) toplam ağırlığa oranlanarak yüzde (%) cinsinden iskelet miktarı belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır (Çepel, 1998, FAO, 2007) (Tablo 6).

Tablo 6. Toprak iskelet miktarının sınıflandırması

Sınıfı	İskelet miktarı (%)
Yok	0
Çok az	0-2
Az	2-5
Yaygın	5-15
Çok	15-40
Bol	40-80

2.2.3.5 Toprak Asitliği (pH)

1: 2,5 oranındaki toprak: saf su karışımı hazırlanarak 24 saat beklenmiş ve daha sonra cam elektrotlu pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Gülçur, 1974, Kaçar, 2009). Sınıflandırmada Kaçar'ın (2009) pH sınıflandırma tablosu kullanılmıştır (Tablo 7).



Şekil 14. pH ölçümü için hazırlanmış toprak örnekleri

Tablo 7. pH sınıflandırma tablosu

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	Alkalın

2.2.3.6 Elektriksel İletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik, 1/ 2,5 toprak saf su oranı ile hazırlanan çözeltilerden pH/EC metre cihazı kullanılarak $\mu\text{S}/\text{cm}$ cinsinden belirlenmiştir (Sarkar ve Haldar, 2005). Tuzluluk sınıfı Hazelton ve Murphy'nin (2016) hazırlamış olduğu EC sınıflandırma tablosuna

göre belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. EC Sınıflandırma Tablosu

Sınıfı	EC(μS/cm)
Tuzsuz	0-2000
Az tuzlu	2000-4000
Orta Derece tuzlu	4000-8000
Çok Tuzlu	8000-16000
Ekstrem Derece Tuzlu	>16000

2.2.3.7 Organik Madde

Toprak örneklerine ilişkin organik madde miktarı belirlenirken Walkley- Black ıslak yakma yöntemi kullanılmıştır (Kaçar, 2009). 0,2 mm lik elekten geçirdiğimiz ve hassas terazi ile tartılan 0,5 gramlık topraklar kullanılmıştır. Yönteme göre toprak örneği, bir erlen içerisinde 10 ml potasyum dikromat ve 20 ml sülfirik asit ile işleme tabi tutulur. Sülfirik asitle yakılan örnekler çeker ocakta 30 dak. bekletildikten sonra 150 mm su, 10 ml H₃PO₄ ve 7-8 damla difenilamin eklenir ve Mohr tuzu ile titre edilir. Çözeltinin rengi yeşile dönünceye kadar titrasyona devam edilir. Yeşil renge ulaşıncaya kadar harcanan mohr tuzu kaydedilir ve buradan hareketle organik karbon; bunun 1,72 ile çarpılması sonucunda ise topraktaki organik madde miktarı bulunur. Organik maddeye ilişkin sınıflandırma Scheffer ve Schachtschabel'e (2007) göre yapılmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Organik Madde sınıflandırma Tablosu

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



Şekil 15. Organik madde belirlemek için titre edilen toprak örnekleri.

2.2.4 Meşcere Verim Gücünün Belirlenmesi (Bonitet Endeksi, BE)

Çalışmamızda BE'yi belirlemek için, meşcere üst-boy ve yaş değerlerini taşıdığımız koordinat ekseninde bir nokta bulutu oluşturulmuştur. Daha sonra koordinat eksenine taşınan noktaların içerisinde bir eğri (klavuz eğri) geçirilmiştir. Bu geçirilen eğri kullanılarak regresyon denklemi oluşturulmuştur. Daha sonra en yüksek ve en düşük BE değerlerinin farkı alınarak 5'e bölünmüş ve elde edilen değerlerden yararlanılarak diğer eğriler oluşturulmuştur. Oluşturulan değerlerden I en yüksek BE değerini sırası ile II, III, IV, ve V diğer BE sınıfı (BS) değerlerini göstermektedir (Fırat1972, Kalıpsız 1982). Araştırma alanındaki bonitet endeksleri Akalp'e (1978) göre belirlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Bonitet Sınıflandırma Tablosu

Bonitet sınıfı	Sınıf Sınırları(m)	Sınıf Ortalaması(m)
I	32,1-37	34,5
II	27,1-32	29,5
III	22,1-27	24,5
IV	17,1-22	19,5
V	12,1-17	14,5

2.2.5 Kullanılan İstatistik Yöntemler

Çalışmamızda amaç, Ardanuç Ovacık şefliği saf ve karışık doğu ladini meşcerelerinin verim gücü (BE) ile bazı ekolojik etmenlerin arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Arazide iki derinlik kademesinden örnekleme yapılmış ve elde edilen veriler kullanılmıştır. Yapılan ölçümler ve elde edilen analiz sonuçlarını değerlendirirken, BE'nin ekolojik faktörler ile olan ilişkisi korelasyon analizi, modellenmesi ise regresyon ağacı ve çoklu doğrusal regresyon yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.5.1 Korelasyon Analizi

Çalışmamızda uyguladığımız korelasyon analizi, bir değişkenin başka bir değişkenle veya daha fazla değişkenle arasındaki doğrusal ilişkiyi ortaya koyan istatistiki bir yöntemdir. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini belirlemek amacıyla kullanılan yöntemde elde edilen “r” ile ifade edilen katsayıya korelasyon katsayısı denir. Bu katsayı -1 ile +1 arasında değerlerdir. Katsayının 0 olması değişkenler arasında ilişkinin olmadığı, 0 dan uzaklaşması ise ilişkinin arttığı anlamını taşımaktadır (Kalaycı, 2010).

2.2.5.2 Çoklu Doğrusal Regresyon

Çoklu doğrusal regresyon modeli, bağımlı bir değişkenin iki veya daha fazla bağımsız değişken ile arasındaki doğrusal ilişkilerin açıklanmasıdır. Burada açıklayıcı değişken birden fazla olup $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon$ şeklinde formüle edilebilir. Formülde y açıklanan değişken, x_i açıklayıcı değişken, β tahmin edilecek parametre, ε ise hatayı göstermektedir (Kalaycı, 2010).

2.2.5.3 Regresyon Ağacı

Bu tekniğin amacı açıklanan bir değişkene göre açıklayıcı değişken matrislerinden yeknesak alt gruplar oluşturmaktır. Oluşturulan alt gruplar bir ağaç gibi dallanır ve aşamalı olarak düzenlenir. (Özkan, 2012).

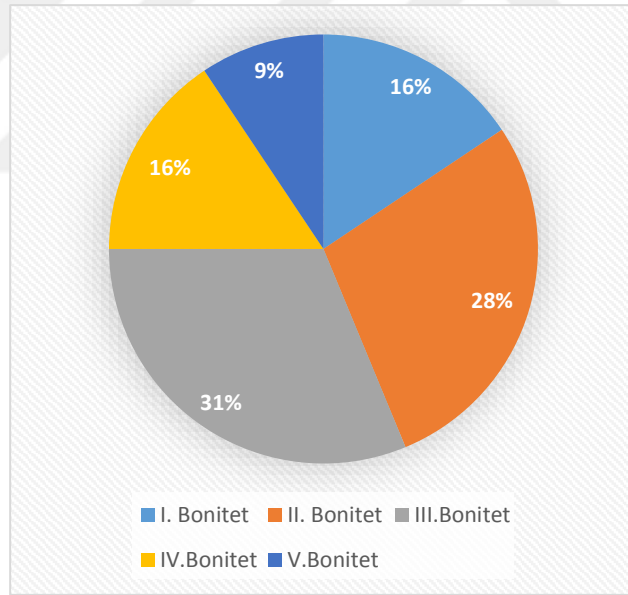
3 BULGULAR

Çalışmaya ilişkin bulgular bonitet endeksi, fizyografik, edafik ve iklimik faktörlerle BE arasındaki ilişkiler ve modelleme olmak üzere farklı başlıklar altında verilmiştir. Korelasyon matrisleri ise farklı tablolarda: 0-15 cm – saf (Tablo 40), 15-30 cm – saf (Tablo 41), 0-15 cm –karışık (Tablo 42) ve 15-30 cm – karışık (Tablo 43) verilmiştir.

3.1 Bonitet Endeksi

3.1.1 Saf Meşcereler

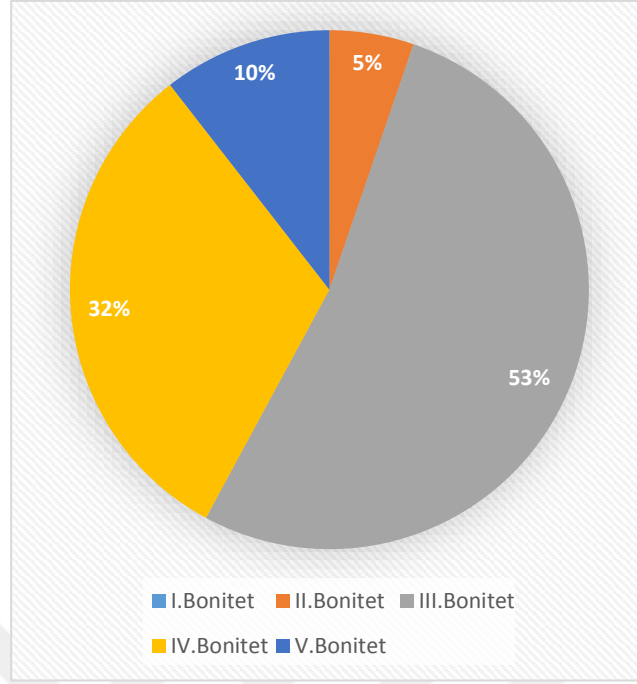
Tez çalışması kapsamında 53 adet örnek alan alınmıştır. Saf meşcerelerde, BE’ler 12,97 m ile 38,95 m arasındadır. BE ortalaması ise 25,83 m olarak bulunmuştur. Tablo 11’de gösterildiği gibi 32 adet örnek alanın 5 adedi I. bonitet, 9 adedi II. bonitet, 10 adedi III. bonitet, 5 adedi IV. bonitet ve 3 adedi V. bonitet sınıfındadır (Şekil 16).



Şekil 16. Saf meşcerelere ilişkin bonitetler

3.1.2 Karışık Meşcereler

Karışık meşcerelerde BE’ler 16,49 m ile 30,24 m arasındadır. Ortalama BE ise 22,01 m olarak bulunmuştur. Tablo 12’ de gösterildiği gibi 19 adet örnek alanın 1 adedi II. bonitet, 10 adedi III. bonitet, 6 adedi IV. bonitet ve 2 adedi ise V. bonitet sınıfındadır (Şekil 17).



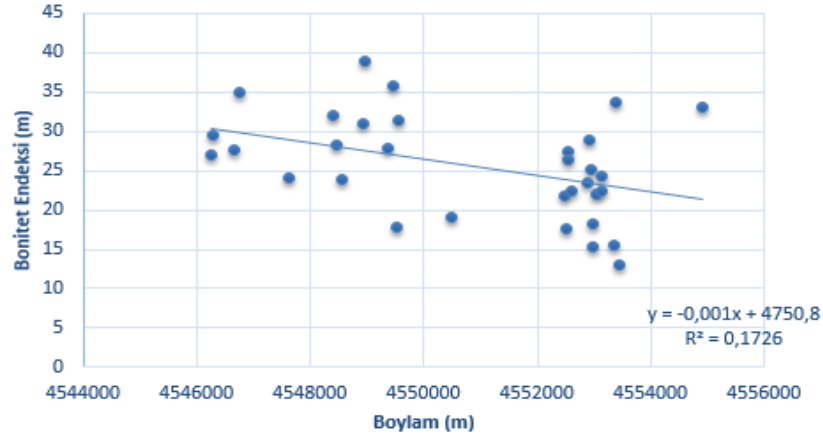
Şekil 17. Karışık meşcerelere ilişkin bonitetler

3.2 Fizyografik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler

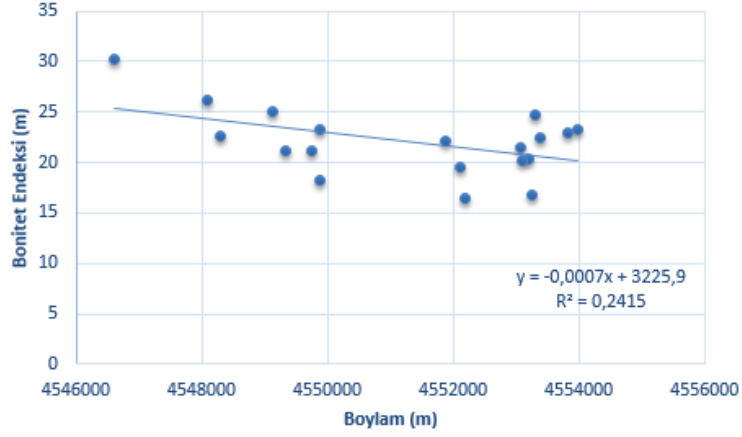
3.2.1 Enlem-Boylam

Çalışma alanı X değerleri 746669-751578 arasında yer alırken Y değerleri 4546251-4554919 arasında bulunmaktadır (Tablo 39). Yapılan korelasyon analizi sonucuna göre saf ve karışık meşcerelere ilişkin BE'ler X (boylam) ile ilişkili değildir (saf meşcereler: $p>0,05$, $r=-0,17$; karışık meşcereler: $p>0,05$, $r=0,13$).

Yapılan korelasyon analizinde BE ile Y (enlem) arasında saf ve karışık meşcerelerde $p<0,05$ önem düzeyinde sırasıyla $r= -0,42$ (Şekil 18) ve $r= -0,56$ (Şekil 19) korelasyon katsayısına sahip negatif yönlü ilişkiler belirlenmiştir.



Şekil 18. Saf meşcerelerde enlem ile BE arasındaki ilişki



Şekil 19. Karışık meşcerelerde enlem ile BE arasındaki ilişki

3.2.2 Yükselti

Çalışma alanımızın yükseltisi 1469 m ile 1905 m arasında ve ortalama yükselti 1694 m'dir (Tablo 39). Çalışma alanı yüksek dağlık arazilerden oluşmaktadır. Saf meşcerelerin 16 adedi (%50) <1700 m yükselti kuşağında, 16 adedi (%50) ise >1700 m kuşağındadır (Tablo 11). Korelasyon analizi sonucuna göre yükselti ile BE arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p > 0,05$, $r = 0,21$)

Tablo 11. Saf meşcerelerin bakı, yükselti ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Yükselti (m)	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran
		I	II	III	IV	V		
Güneşli	>1700	-	1	1	2	3	7	54
	<1700	-	1	4	1	-	6	46
Toplam		-	2	5	3	3	13	100
Oran(%)			16	38	23	23	-	100
Gölge	>1700	3	4	2	-	-	9	47
	<1700	2	3	3	2	-	10	53
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		26	38	26	10	-	-	100
Genel Toplam		5	9	10	5	3	32	100
Genel Oran(%)		15	28	31	15	11	-	100

Karışık meşcerelerde çalışma alanımızda örnek alanların 11 adedi (%58) <1700 m yükselti kuşağında 7 adedi (%42) >1700 m kuşağındadır (Tablo 12). Korelasyon analizi sonucuna göre yükselti ile BE arasında karışık meşcerelerde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. ($p>0,05$, $r=0,06$)

Tablo 12. Karışık meşcerelerin bakı, yükselti ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Yükselti (m)	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran
		I	II	III	IV	V		
Güneşli	>1700	-	-	5	1	1	7	64
	<1700	-	-	1	3	-	4	36
Toplam		-	-	6	4	1	11	100
Oran(%)		-	-	55	36	9	-	100
Gölge	>1700	-	-	1	-	-	1	13
	<1700	-	1	3	2	1	7	87
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	13	50	25	12	-	100
Genel Toplam		-	1	10	6	2	19	100
Genel Oran(%)		-	5	52	32	11	-	100

3.2.3 Eğim

Çalışma alanında eğim %10 ile %85 arasında olup ortalama eğim %41'dir. (Tablo 39). Çalışma alanındaki saf meşcerelerin 21 adedi (%65) %30'dan büyük, 11 adedi (%35) ise %0-30 eğim arasındadır (Tablo 13). Çalışma alanımızdaki örnek alanlar Çepel'e (1978) göre yapılan sınıflandırmaya göre çoğunlukla orta, çok, dik ve sarp eğimli sınıfa girmektedir. Korelasyon analizi sonucuna göre eğim ile BE arasında saf meşcerelerde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($p>0,05$, $r=-0,05$).

Tablo 13. Saf meşcerelerin bakı, eğim ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Eğim Sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran
		I	II	III	IV	V		
Güneşli	0-30 (%)	-	1	2	-	2	5	38
	>30 (%)	-	1	3	3	1	8	62
Toplam		-	2	5	3	3	13	100
Oran(%)		-	16	38	23	23	-	100
Gölgeli	0-30(%)	2	4	-	-	-	6	32
	>30 (%)	3	3	5	2	-	13	68
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		26	37	26	11	-	-	100
Genel Toplam		5	9	10	5	3	32	100
Genel Oran(%)		15	28	32	15	10	-	100

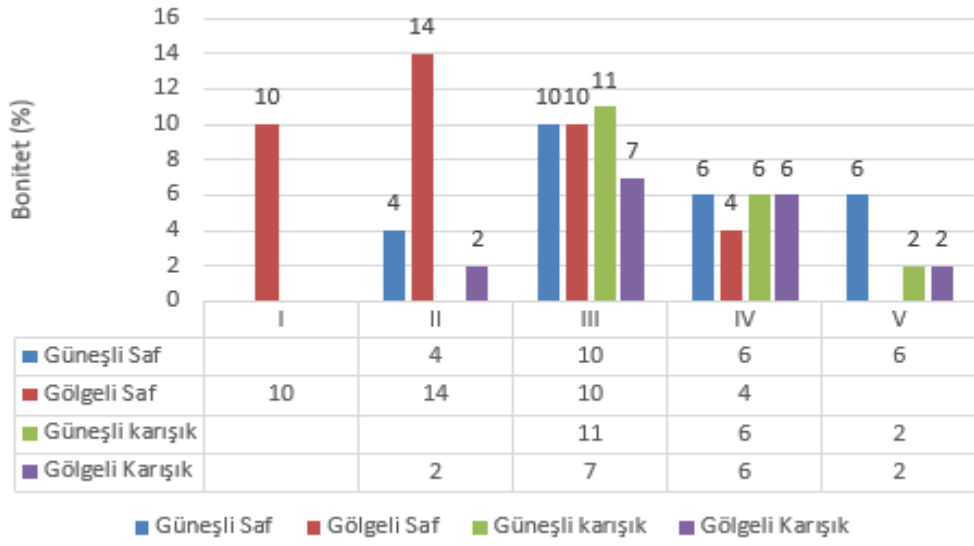
Karışık meşcerelerde alınan örnek alanlarının ise 10 adedinin (%52) eğimi %30'dan büyük, 9 adedininki (%48) ise %0-30 arasındadır (Tablo 14). Korelasyon analizi sonucuna göre eğim ile BE arasında karışık meşcerelerde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($p>0,05$, $r=0,26$).

Tablo 14. Karışık meşcerelerin bakı, eğim ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Eğim Sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran
		I	II	III	IV	V		
Güneşli	0-30 (%)	-	-	3	-	1	4	
	>30 (%)	-	-	3	4	-	7	
Toplam		-	-	6	4	1	11	100
Oran(%)								100
Gölgeli	0-30(%)	-	-	3	1	1	5	
	>30 (%)	-	1	1	1	-	3	
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-						100
Genel Toplam		-	1	10	6	2	19	100
Genel Oran(%)		-	5	53	32	10	-	100

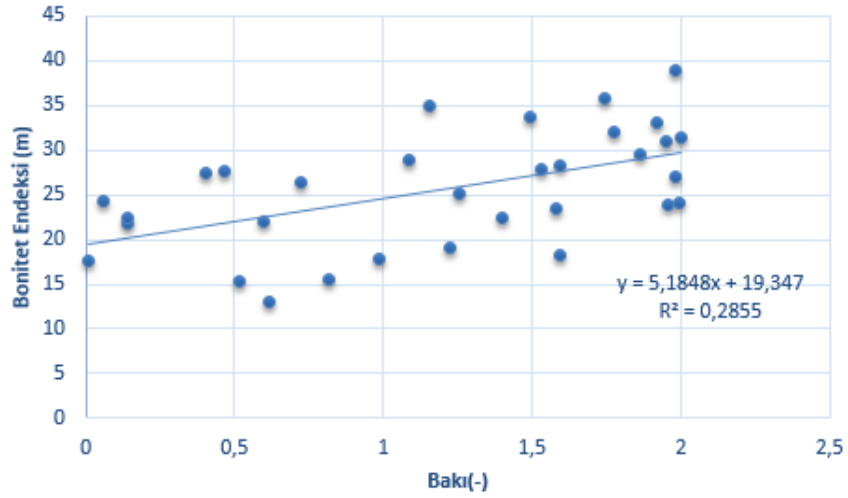
3.2.4 Bakı

Çalışma alanında alınan deneme alanlarının 28 adedi (%55) gölgeli bakılarda, 23 adedi (%45) güneşli bakılardadır. Saf ve karışık kuruluştaki meşcerelerin bonitet sınıflarına ayrılışı % olarak Şekil 20'de gösterilmiştir. Korelasyon analizi sonucuna göre bakı ile BE arasında karışık meşcerelerde bir ilişki tespit edilememiştir. ($p>0,05$, $r=0,23$).



Şekil 20. Meşcerelerin bonitet sınıfları (%) ve bakı gruplarına dağılımı

Saf meşcerelerde ise bakı ile BE arasında $p < 0,01$ önem düzeyinde pozitif yönlü ($r = 0,57$) bir ilişki (Şekil 21) belirlenmiştir.



Şekil 21. Saf meşcerelerde bakı ile BE arasındaki ilişki

3.3 Klimatik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler

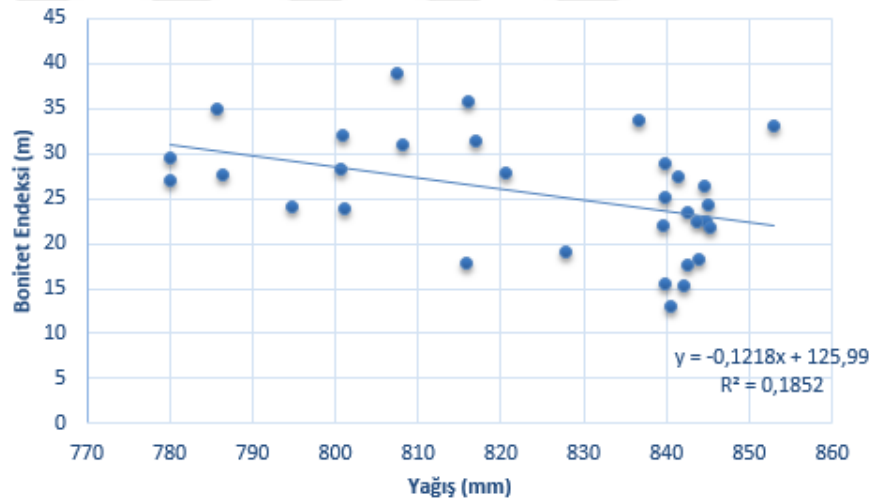
Çalışmamızın modelleme kısmında kullanılan örnek noktalara ilişkin iklim verileri Yener'in (2022) tüm Türkiye için hazırladığı yaklaşık 600 m ($0,005^\circ \times 0,005^\circ$) çözünürlükteki iklim haritalarından alınmıştır.

3.3.1 Sıcaklık

Örnek alanlara ilişkin yıllık ortalama sıcaklık 4,71 °C ile 6,97 °C arasında olup ortalama sıcaklık 5,91 °C dir. Yine minimum ortalama sıcaklık 1,5 °C ve maksimum ortalama sıcaklık 11,9 °C dir. (Tablo 39). Yapılan korelasyon analizi sonucuna göre sıcaklık ve BE arasında saf ve karışık meşcerelerde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. ($p > 0,05$, $r = -0,16$ saf meşcereler, $p > 0,05$, $r = -0,17$ karışık meşcereler).

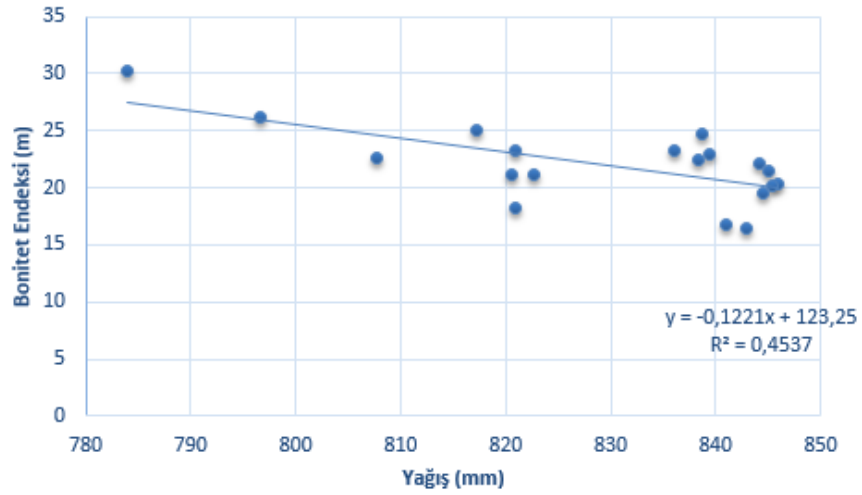
3.3.2 Yağış

Çalışma alanımızda yıllık toplam yağış miktarı 780 ile 846 mm arasında olup yıllık ortalama yağış 823 mm dir (Tablo 39). Yapılan korelasyon analizi sonucunda saf kuruluştaki meşcerelerde yağış ile BE arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde negatif yönlü ($r = -0,43$) bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. Saf meşcerelerde yağış ile BE ilişkisi

Korelasyon analizi sonucuna göre karışık kuruluştaki meşcerelerde yağış ile BE arasında $p < 0,01$ önem düzeyinde negatif yönlü ($r = -0,74$) bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 23).



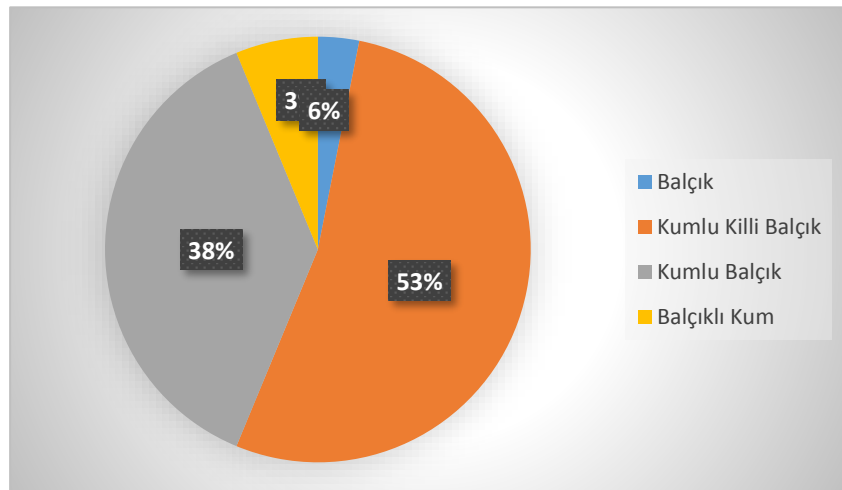
Şekil 23. Karışık meşcerelerde yağış ile BE ilişkisi

3.4 Edafik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler

Örnek alanlardan alınan toprak örneklerinden yapılan analizler sonucu toprak özelliklerinden tekstür, hacim ağırlığı, iskelet miktarı, pH(toprak reaksiyonu), EC (elektriksel iletkenlik) ve organik madde gibi özellikler tespit edilmiştir

3.4.1 Toprak Tekstürü

Örnek alanlardaki saf meşcerelerde toprak tekstürünün bakı ve bonitet sınıflarına dağılımı Tablo 15 ve 16'da gösterilmiştir. Saf meşcerelerde ortalama kum, kil ve toz oranları sırasıyla %62, %20 ve %18 olarak belirlenmiştir.



Şekil 24. Saf meşcerelerdeki örnek alanlara ilişkin toprak türleri

Tablo 15. Saf meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Toprak Türü	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Balçık	1	-	-	-	-	1	5
	Kumlu Killi Balçık	2	4	4	-	-	10	52
	Kumlu Balçık	2	3	3	-	-	8	43
	Balçıklı Kum	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		5	7	7	-	-	19	100
Oran(%)		26	37	37	-	-	-	100
Güneşli	Kumlu Killi Balçık	-	2	2	2	1	7	58
	Kumlu Balçık	-	2	1	-	2	5	42
	Balçıklı Kum	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		-	4	3	2	3	12	100
Oran(%)		-	33	25	17	25	-	100
Genel Toplam		5	11	10	2	3	31	100
Genel Oran(%)		16	35	32	6	11	-	100

Tablo 16. Saf meşcerelere ilişkin 15-30 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı ve bonitete göre dağılımı

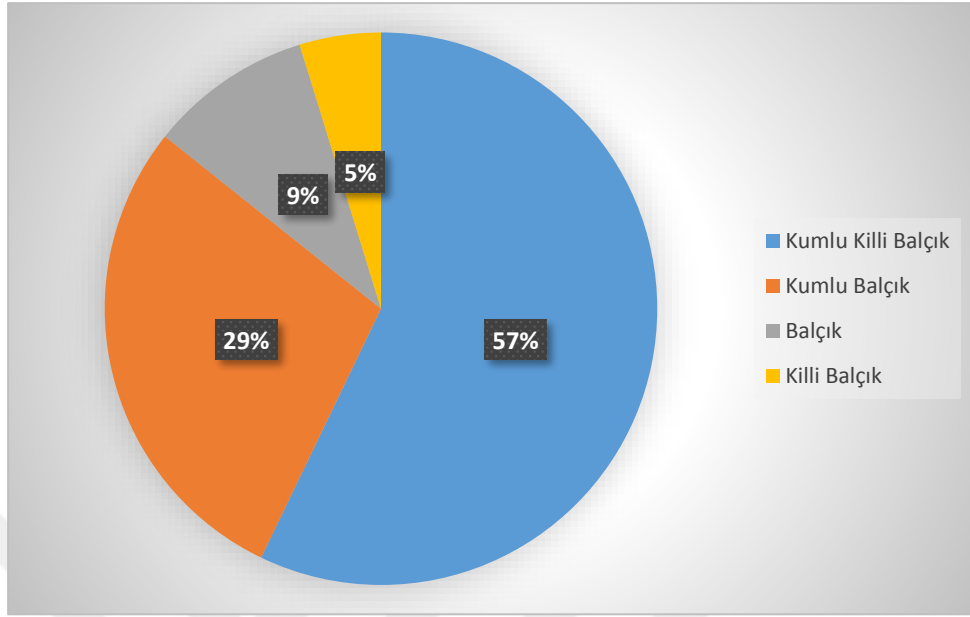
Bakı	Toprak Türü	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Balçık	1	-	-	-	-	1	5
	Kumlu Killi Balçık	3	5	1	1	-	10	53
	Kumlu Balçık	-	2	4	1	-	7	37
	Balçıklı Kum	1	-	-	-	-	1	5
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		26	37	26	11	-	-	100
Güneşli	Kumlu Killi Balçık	-	-	4	1	3	8	58
	Kumlu Balçık	-	1	1	2	-	4	33
	Balçıklı Kum	-	1	-	-	-	1	9
Toplam		-	2	5	3	3	13	100
Oran(%)		-	15	39	23	23	-	100
Genel Toplam		5	9	10	5	3	32	100
Genel Oran(%)		15	28	32	15	10	-	100

Korelasyon analizi sonucuna göre saf meşcerelerde topraktaki kil, kum ve toz oranları ile BE arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$, 0-15 cm: kil $r=-0,17$; kum $r=0,29$; toz $r=-0,05$; 15-30 cm: kil $r=0,18$; kum $r=0,03$; toz $r=0,23$).

Örnek alanlardaki karışık meşcerelerde toprak tekstürünün bakı ve bonitet sınıflarına dağılımı Tablo 17 ve 18’de gösterilmiştir. Karışık meşcerelerde ortalama kum, kil ve toz oranları sırasıyla %61, %23 ve % 16 olarak belirlenmiştir.

Korelasyon analizi sonucuna göre karışık meşcerelerde topraktaki kil, kum ve toz oranları ile BE arasında anlamlı bir ilişki yoktur. ($p>0,05$, 0-15cm: kil $r=0,43$; kum

$r=0,18$; toz $r=0,33$; 15-30: cm: kil $r=-0,05$; kum $r=0,34$; toz $r=-0,28$).



Şekil 25. Karışık meşcerelerdeki örnek alanlara ilişkin toprak türleri

Tablo 17. Karışık Meşcerelere ilişkin 0-15 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı, bonitete göre dağılımı

Bakı	Toprak Türü	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Balçık	-	-	-	-	-	-	-
	Kumlu Killi Balçık	-	-	2	1	1	4	50
	Kumlu Balçık	-	1	1	1	-	3	37
	Killi Balçık	-	-	1	-	-	1	13
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	12	50	25	13	-	100
Güneşli	Kumlu Killi Balçık	-	-	3	2	1	6	66
	Kumlu Balçık	-	-	2	1	-	3	34
Toplam		-	-	5	3	1	9	100
Oran(%)		-	-	55	33	17	-	100
Genel Toplam		-	1	9	5	2	17	100
Genel Oran(%)		-	6	52	30	12	-	100

Tablo 18. Karışık meşcerelere 15-30 cm derinlik kademesi toprak türlerinin bakı, bonitete göre dağılımı

Bakı	Toprak Türü	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Balçık	-	-	-	1	-	1	11
	Kumlu Killi Balçık	-	1	3	-	-	4	50
	Kumlu Balçık	-	-	-	2	1	3	38
	Killi Balçık	-	-	1	-	-	1	12
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)			12	50	26	12	-	100
Güneşli	Kumlu Killi Balçık	-	-	5	3	1	9	81
	Kumlu Balçık	-	-	1	1	-	2	19
Toplam		-	-	6	4	1	11	
Oran(%)		-	-	55	36	9	-	100
Genel Toplam		-	1	10	6	2	19	100
Genel Oran(%)		-	5	52	32	11	-	100

3.4.2 Toprak Reaksiyonu (pH)

Saf meşcerelerde pH derecesi en düşük 4,3 en yüksek 7,03 ve ortalama pH 5,34 olarak belirlenmiştir (Tablo 39). Saf meşcerelerdeki topraklar çoğunlukla asit topraklardır. Saf meşcerelerdeki pH nin bakı ve bonitet sınıflarına dağılımı tablo 19 ve 20’de verilmiştir.

Tablo 19. Saf meşcerelerdeki 0-15 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	pH sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Kuvvetli asit	2	4	3	2	-	12	63
	Asit	1	1	1	-	-	3	16
	Hafif asit	1	1	1	-	-	3	16
	Nötr	-	1	-	-	-	1	5
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		25	45	25	5	-	-	100
Güneşli	Kuvvetli asit	-	1	2	2	3	8	66
	Asit	-	1	1	-	-	2	17
	Hafif asit	-	-	1	1	-	2	17
	Nötr	-	-	-	-	-	-	-
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		-	2	4	3	3	12	100
Oran(%)		-	17	33	25	25	-	100
Genel Toplam		5	9	9	5	3	31	100
Genel Oran(%)		16	29	29	16	10	-	100

Tablo 20. Saf meşcerelerdeki 15-30 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	pH sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Kuvvetli asit	3	4	3	2	-	12	63
	Asit	1	1	1	-	-	3	16
	Hafif asit	1	1	1	-	-	3	16
	Nötr	-	1	-	-	-	1	5
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		25	45	25	5	-	-	100
Güneşli	Kuvvetli asit	-	1	3	2	3	9	70
	Asit	-	1	1	-	-	2	15
	Hafif asit	-	-	1	1	-	2	15
	Nötr	-	-	-	-	-	-	-
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		-	2	5	3	3	13	100
Oran(%)		-	16	38	23	23	-	100
Genel Toplam		5	9	10	5	3	32	100
Genel Oran(%)		16	28	31	16	9	-	100

Korelasyon analizinde saf meşcerelerde topraktaki pH ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, 0-15 cm: $r=0,2$ ve 15-30 cm: $r=0,27$).

Karışık meşcerelerde pH derecesi en düşük 4,57 en yüksek 7,62 ve ortalama pH 5,38 olarak belirlenmiştir (Tablo 39). Karışık meşcerelerdeki topraklar çoğunlukla kuvvetli ve asit özelliktedir. Karışık meşcerelerdeki pH nin bakı ve bonitet sınıflarına dağılımı Tablo 21 ve 22 'de verilmiştir.

Tablo 21. Karışık meşcerelerdeki 0-15 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	pH sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Kuvvetli asit	-		3	1		4	50
	Asit	-	1	1	1	1	4	50
	Hafif asit	-	-	-	-	-	-	100
	Nötr	-	-	-	-	-	-	-
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	12	50		12	-	100
Güneşli	Kuvvetli asit	-	-	6	1	-	7	77
	Asit	-	-	-	-	-	-	-
	Hafif asit	-	-	-	-	-	-	-
	Nötr	-	-	-	1	1	2	23
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		-	-	6	2	1	9	100
Oran(%)		-	-	55	36	9	-	100
Genel Toplam		-	1	10	4	2	17	100
Genel Oran(%)		-	6	58	23	13	-	100

Tablo 22. Karışık meşcerelerdeki 15-30 cm derinlik kademesindeki pH nin bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	pH sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Kuvvetli asit	-		3	1		4	50
	Asit	-	1	1	1	1	4	50
	Hafif asit	-	-	-	-	-	-	100
	Nötr	-	-	-	-	-	-	-
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	12	50		12	-	100
Güneşli	Kuvvetli asit	-	-	6	3	-	9	82
	Asit	-	-	-	-	-	-	-
	Hafif asit	-	-	-	-	-	-	-
	Nötr	-	-	-	1	1	2	18
	Alkalın	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		-	-	6	4	1	11	100
Oran(%)		-	-	55	36	9	-	100
Genel Toplam		-	1	10	6	2	19	100
Genel Oran(%)		-	5	52	32	11	-	100

Korelasyon analizinde karışık meşcerelerde topraktaki pH ile BE arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$, 0-15 cm: $r=-0,16$ ve 15-30 cm: $r=-0,06$).

3.4.3 Elektriksel İletkenlik (EC)

Çalışma alanımızdaki örnek alanlarda yapılan ölçümler sonucu saf meşcerelerde tuzluluk en düşük $21,8\mu\text{S}/\text{cm}$ en yüksek $193\mu\text{S}/\text{cm}$ ortalama tuzluluk ise $71\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 39). Çalışma alanındaki saf meşcereler tuzsuz topraklar sınıfındadır.

Korelasyon analizine göre ise saf meşcerelerde ölçülen EC ile BE arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$, 0-15cm: $r=0,22$ ve 15-30 cm: $r=0,34$).

Çalışma alanındaki karışık meşcerelerde ise en düşük tuzluluk $28\mu\text{S}/\text{cm}$, en yüksek tuzluluk ise $185,4\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Ortalama tuzluluk $80\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 39). Çalışma alanındaki bütün karışık meşcereler tuzsuz topraklar sınıfındadır. Yapılan korelasyon analizinde topraktaki EC ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, 0-15r=0,1 ve 15-30 r=-0,02).

3.4.4 İskelet Miktarı

Saf meşcerelerde taşlılık ile bakı ve bonitet arasındaki ilişki tablo 23 ve 24’de gösterilmiştir. Saf meşcerelerde taşlılık sınıfı, çok ve yaygın olarak ağırlık göstermektedir.

Tablo 23. Saf meşcerelerde iskelet miktarının 0-15 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı

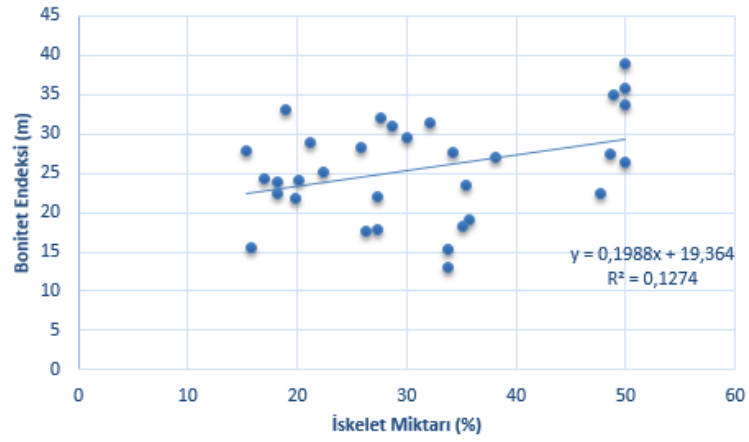
Bakı	Taşlılık Sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Yok-çok az-az	-	-	-	-	-	-	
	Yaygın-çok	2	7	5	2	-	16	84
	Bol-baskın	3	-	-	-	-	3	16
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		26	38	26	10	-	-	100
Güneşli	Yok-çok az-az	-	-	-	-	-	-	
	Yaygın-çok	-	1	3	3	2	10	83
	Bol-baskın	-	1	2	-	-	3	17
Toplam		-	2	5	3	2	12	100
Oran(%)		-	16	38	23	23	-	100
Genel Toplam		5	9	10	5	2	31	100
Genel Oran(%)		16	29	33	16	6	-	100

Tablo 24. Saf meşcerelerde iskelet miktarının 15-30 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Taşlılık Sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Yok-çok az-az	-	-	-	-	-	-	
	Yaygın-çok	2	7	5	2	-	16	84
	Bol-baskın	3	-	-	-	-	3	16
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		26	38	26	10	-	-	100
Güneşli	Yok-çok az-az	-	-	-	-	-	-	
	Yaygın-çok	-	1	3	3	3	10	76
	Bol-baskın	-	1	2	-	-	3	24
Toplam		-	2	5	3	3	13	100
Oran(%)		-	16	38	23	23	-	100
Genel Toplam		5	9	10	5	3	32	100
Genel Oran(%)		16	28	31	16	9	-	100

Korelasyon analizi sonucuna göre saf kuruluştaki meşcerelerde iskelet miktarı ile BE arasında 0-15 cm derinlik kademesinde anlamlı bir ilişki yokken $p>0,05$, $r=0,07$),

15-30 cm derinlik kademesinde $p<0,05$ önem düzeyinde pozitif yönlü ($r=0,36$) bir ilişki vardır (Şekil 26).



Şekil 26. Saf meşcerelerde iskelet miktarı ile BE arasındaki ilişki.

Karışık meşcerelerde taşlılık ile bakı ve bonitet sınıfları arasındaki ilişki Tablo 25 ve 26’da verilmiştir. Karışık meşcerelerde taşlılık ağırlıklı olarak çok ve yaygın sınıftadır.

Tablo 25. Karışık meşcerelerde iskelet miktarının 0-15 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Taşlılık Sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Yok-çok az-az	-	-	-	-	-		
	Yaygın-çok	-	-	3	-	1	4	50
	Bol-baskın	-	1	1	2	-	4	50
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)			12	50	26	12	-	100
Güneşli	Yok-çok az-az	-	-	-	1	-	1	9
	Yaygın-çok	-	-	5	3	1	9	82
	Bol-baskın	-	-	1	-	-	1	9
Toplam		-	-	6	4	1	11	100
Oran(%)		-	-	55	36	9	-	100
Genel Toplam		-	1	10	6	2	19	100
Genel Oran(%)			6	52	32	10	-	100

Tablo 26. Karışık meşcerelerde iskelet miktarının 15-30 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Taşlılık Sınıfı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Yok-çok az-az	-	-	-	-	-		
	Yaygın-çok	-	-	3	-	1	4	50
	Bol-baskın	-	1	1	2	-	4	50
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)			12	50	26	12	-	100
Güneşli	Yok-çok az-az	-	-	-	1	-	1	11
	Yaygın-çok	-	-	4	2	1	7	78
	Bol-baskın	-	-	1	-	-	1	11
Toplam		-	-	5	3	1	9	100
Oran(%)		-	-	55	36	9	-	100
Genel Toplam		-	1	9	5	2	17	100
Genel Oran(%)			6	52	29	13	-	100

Korelasyon sonucuna göre karışık meşcerelerdeki iskelet miktarı ile BE arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($p>0,05$ 0-15cm -0,03 ve 15-30 cm $r= 0,27$).

3.4.5 Hacim Ağırlığı

Saf meşcerelerde hacim ağırlığı 0,24 gr/cm³ ile 1,39 gr/cm³ arasındadır. Ortalama hacim ağırlığı ise 0,815 gr/cm³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 39). Hacim ağırlığının verimlilik ve bakı gruplarına dağılımı Tablo 27 ve 28’de gösterilmiştir.

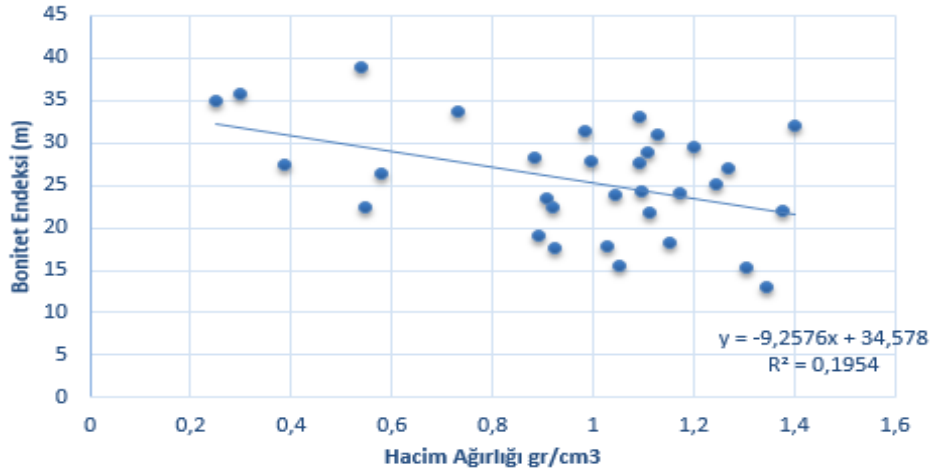
Tablo 27. Saf meşcerelerde hacim ağırlığının 0-15 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Hacim Ağırlığı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Çok düşük- düşük	5	6	5	2	-	18	95
	Orta - yüksek	-	1	-	-	-	1	5
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		26	37	26	11	-	-	100
Güneşli	Çok düşük- düşük	-	2	3	3	1	9	75
	Orta - yüksek	-	-	1	-	2	3	25
Toplam		-	2	4	3	3	12	100
Oran(%)		-	16	38	23	23		100
Genel Toplam		5	9	9	5	3	31	
Genel Oran(%)		16	29	29	16	10		100

Tablo 28. Saf meşcerelerde hacim ağırlığının 15-30 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Hacim Ağırlığı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Çok düşük- düşük	5	6	5	2	-	18	95
	Orta - yüksek	-	1	-	-	-	1	5
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		26	37	26	11	-	-	100
Güneşli	Çok düşük- düşük	-	2	4	3	1	10	77
	Orta - yüksek	-	-	1	-	2	3	33
Toplam		-	2	5	3	3	13	100
Oran(%)		-	16	38	23	23		100
Genel Toplam		5	9	10	5	3	32	
Genel Oran(%)		16	28	31	16	9		100

Yapılan ölçümler sonucunda saf meşcerelerde hacim ağırlığının genellikle çok düşük ve düşük sınıflarda toplandığı belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucu saf kuruluştaki meşcerelerde hacim ağırlığı ile BE arasında 0-15 cm derinlik kademesinden alınan örneklerde anlamlı bir ilişki yokken ($p>0,05$, $r= -0,25$), 15-30 cm derinlik kademesinde $p<0,05$ önem düzeyinde negatif yönlü bir ilişki ($r=-0,44$) belirlenmiştir (Şekil 27).



Şekil 27. Saf meşcerelerde hacim ağırlığı ile bonitet arasındaki ilişki

Karışık meşcerelerde hacim ağırlığı 0,28 gr/cm³ ile 1,30 gr/cm³ arasında ve ortalama hacim ağırlığı ise 0,93 g/cm³'tür (Tablo 39). Hacim ağırlığının verimlilik ve bakı gruplarına dağılımı Tablo 29 ve 30'da gösterilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda

karişik meşcerelerde hacim ağırlığının genellikle çok düşük ve düşük sınıflarda olduğu belirlenmiştir.

Tablo 29. Karişik meşcerelerde hacim ağırlığının 0-15 cm derinlik kademesinde , bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Hacim Ağırlığı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Çok düşük- düşük	-	1	4	2	1	8	100
	Orta - yüksek	-	-	-	-	-	0	0
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	12	50	26	12		100
Güneşli	Çok düşük- düşük	-	-	5	3	1	9	100
	Orta - yüksek	-	-	-	-	-	0	0
Toplam		-	-	5	3	1	9	100
Oran(%)		-	-	55	36	9		100
Genel Toplam		-	1	9	5	2	17	
Genel Oran(%)		-	6	53	30	11		100

Tablo 30. Karişik meşcerelerde hacim ağırlığının 0-15 cm derinlik kademesinde , bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Hacim Ağırlığı	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölgeli	Çok düşük- düşük	-	1	4	2	1	8	100
	Orta - yüksek	-	-	-	-	-	0	0
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	12	50	26	12		100
Güneşli	Çok düşük- düşük	-	-	6	4	1	11	100
	Orta - yüksek	-	-	-	-	-	0	0
Toplam		-	-	6	4	1	11	100
Oran(%)		-	-	55	36	9		100
Genel Toplam		-	1	10	6	2	19	
Genel Oran(%)		-	6	52	32	10		100

Yapılan korellasyon analizi sonucu karişik meşcerelerde hacim ağırlığı ile BE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$, 0-15 cm $r= 0,2$ ve 15-30 $r=0,13$).

3.4.6 Organik Madde

Saf kuruluştaki meşcerelerde Tablo 31 ve 32’de gösterildiği üzere toprak organik maddesi tamamında kuvvetli ve orta sınıftadır. Saf kuruluştaki meşcerelerde toprak organik maddesi içeriği %2,80 ile %6,56 arasında değişmekte olup ortalama % 4,68 dir (Tablo 39).

Tablo 31. Saf meşcerelerde toprak organik maddesinin, 0-15 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Organik madde	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Orta OM		4	2	2	-	8	42
	Kuvvetli OM	5	3	3	-	-	11	58
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		27	36	27	10	-		100
Güneşli	Orta OM	-	-	1	-	1	2	16
	Kuvvetli OM	-	2	3	3	2	10	84
Toplam		-	2	4	3	3	12	100
Oran(%)			15	39	23	23		100
Genel Toplam		5	9	9	5	3	31	
Genel Oran(%)		16	29	29	16	10		100

Tablo 32. Saf meşcerelerde toprak organik maddesinin, 15-30 cm derinlik kademesinde bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Organik madde	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Orta OM		4	2	2	-	8	42
	Kuvvetli OM	5	3	3	-	-	11	58
Toplam		5	7	5	2	-	19	100
Oran(%)		27	36	27	10	-		100
Güneşli	Orta OM	-	-	1	-	1	2	15
	Kuvvetli OM	-	2	4	3	2	11	85
Toplam		-	2	5	3	3	13	100
Oran(%)			15	39	23	23		100
Genel Toplam		5	9	10	5	3	32	
Genel Oran(%)		16	28	31	16	9		100

Yapılan korellasyon analizi sonucu saf meşcerelerde organik madde ile BE arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir ($p>0,05$, 0-15 cm $r=-0,1$ 15-30 cm $r=0,16$).

Karışık meşcerelerde yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerin büyük çoğunluğu kuvvetli organik madde sınıfında iken küçük bir kısmı ise orta derece organik madde sınıfındadır. Karışık kuruluştaki meşcerelerde organik madde içeriği %2,91 ile %6,54 arasında değişmekte olup ortalama %4,47 dir (Tablo 39). Organik maddenin bakı ve bonitet sınıflarına dağılımı Tablo 33 ve 34’de gösterilmiştir.

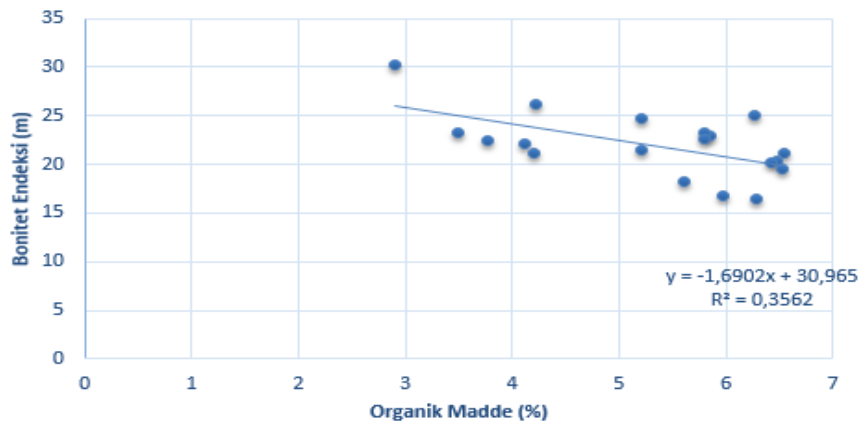
Yapılan korelasyon analizi sonucu karışık kuruluştaki meşcerelerde organik madde içeriği ile BE arasında 0-15 cm derinlik kademesinde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($p>0,05$, $r=0,15$). 15-30 cm derinlik kademesinde ise $p<0,01$ önem düzeyinde negatif yönlü ilişki ($r=-0,60$) belirlenmiştir (Şekil 28).

Tablo 33. Karışık meşcerelerde toprak organik maddesinin 0-15 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Organik madde	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Orta OM	-	1	-	-	-	1	12
	Kuvvetli OM	-	-	4	2	1	7	88
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	12	50	25	13		100
Güneşli	Orta OM	-	-	2	-	-	2	18
	Kuvvetli OM	-	-	3	3	1	7	82
Toplam		-	-	5	3	1	9	100
Oran(%)		-	-	55	33	9	12	100
Genel Toplam			1	9	6	2	19	
Genel Oran(%)			6	49	33	12		100

Tablo 34. Karışık meşcerelerde toprak organik maddesinin 15-30 cm derinlik kademesinde, bakı ve bonitete göre dağılımı

Bakı	Organik madde	Bonitet Sınıfı					Toplam	Oran(%)
		I	II	III	IV	V		
Gölge	Orta OM	-	1	-	-	-	1	12
	Kuvvetli OM	-	-	4	2	1	7	88
Toplam		-	1	4	2	1	8	100
Oran(%)		-	12	50	25	13		100
Güneşli	Orta OM	-	-	2	-	-	2	18
	Kuvvetli OM	-	-	4	4	1	9	82
Toplam		-	-	6	4	1	11	100
Oran(%)		-	-	55	36	9		100
Genel Toplam			1	10	6	2	19	
Genel Oran(%)			5	52	33	10		100



Şekil 28. Karışık meşcerelerde organik madde ile bonitet arasındaki ilişki.

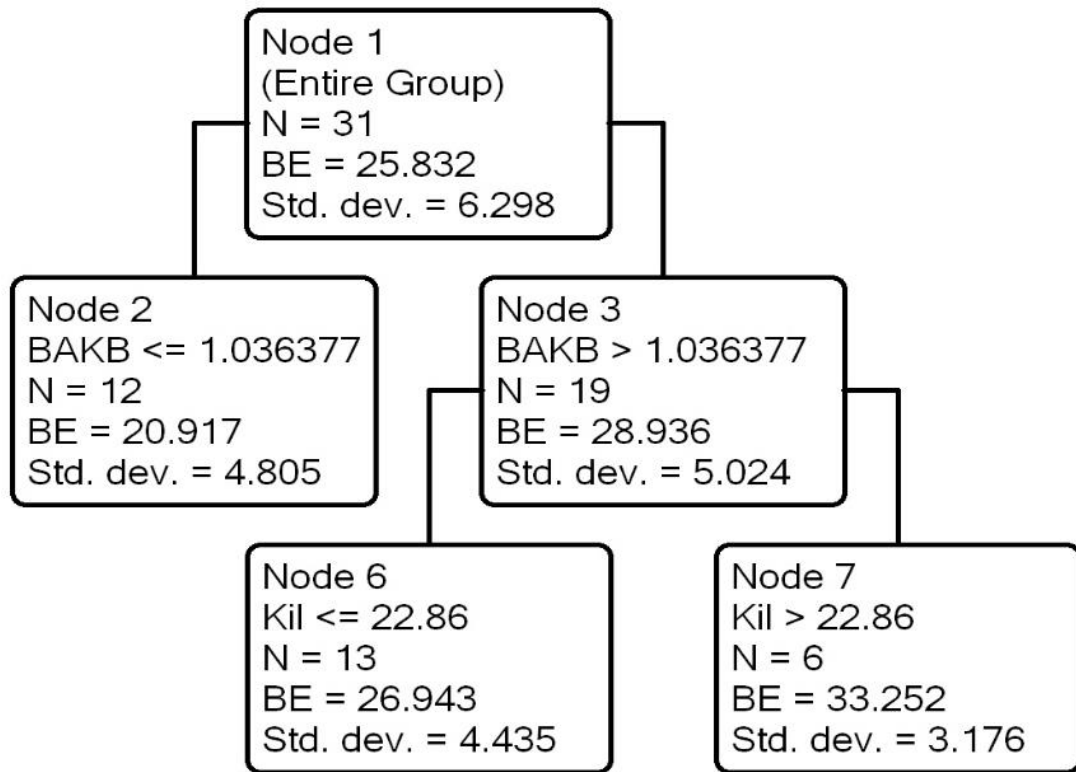
3.5 Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) ve Regresyon Ağacı (RA) Modeline İlişkin Bulgular

0-15 cm toprak derinlik kademesinde saf meşcerelerde BE'deki değişim RA modeline giren bakı ve kil içeriği değişkenleri tarafından %48 oranında ve 4,37 RMSE ile açıklanırken (Tablo 35, Şekil 29), ÇDR modeli ise bu değişimi %49 oranında ve 4,26 RMSE ile modele giren bakı, hacim ağırlığı ve yağış değişkenleri ile açıklamıştır (Tablo 35).

Tablo 35. Saf meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler

Eşitliğe Giren değişkenler	R ² adj	RMSE	MAE	AIC	AICc	ME
Regresyon Ağacı Modeli (RA)						
Bakı, Kil	0,48	4,37	3,70	95,49	95,92	0,00
Çoklu Doğrusal Regresyon (CDR)						
Bakı, HA, Yağış	0,49	4,26	3,61	95,85	96,74	0,00

R²adj-Düzeltilmiş R², RMSE-Ortalama hata karekökü, MAE-Ortalama mutlak hata, AIC-Akaike bilgi kriteri, ME-Ortalama hata.



Şekil 29. Saf meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli

15-30 cm toprak derinlik kademesinde saf meşcerelerde BE'deki değişim RA modeline giren bakı değişkeni tarafından %36 oranında ve 4,96 RMSE ile açıklanırken (Tablo 36,

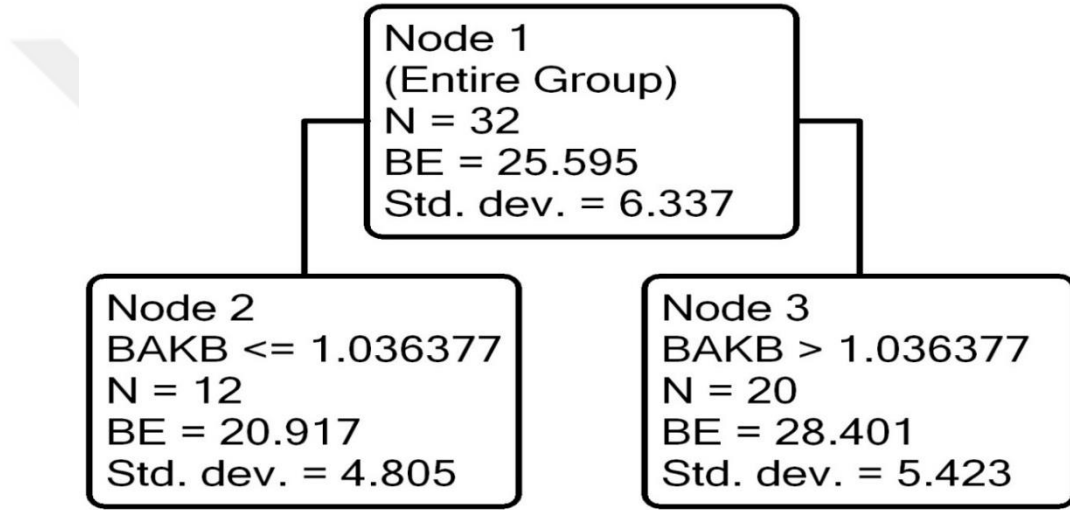
Şekil 30), ÇDR modeli ise bu değişimi %58 oranında ve 3,86 RMSE ile modele giren bakı, hacim ağırlığı ve pH değişkenleri ile açıklamıştır (Tablo 36).

Tablo 36. Saf meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler

Eşitliğe Giren değişkenler	R ² adj	RMSE	MAE	AIC	AICc	ME
Regresyon Ağacı Modeli (RA)						
Bakı	0,36	4,96	4,21	101,25	101,38	0,33
Çoklu Doğrusal Regresyon (CDR)						
Bakı, Hacim Ağırlığı, pH	0,58	3,86	3,33	89,71	90,60	0,26

R²adj-Düzeltilmiş R², RMSE-Ortalama hata karekökü, MAE-Ortalama mutlak hata,

AIC-Akaike bilgi kriteri, ME-Ortalama hata.



Şekil 30. Saf meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli

0-15 cm toprak derinlik kademesinde karışık meşcerelerde BE'deki değişim RA modeline giren yağış ve toz içeriği değişkenleri tarafından %55 oranında ve 1,98 RMSE ile açıklanırken (Tablo 37, Şekil 31), ÇDR modeli ise bu değişimi %52 oranında ve 2,12 RMSE ile modele giren yağış değişkeni ile açıklamıştır (Tablo 37).

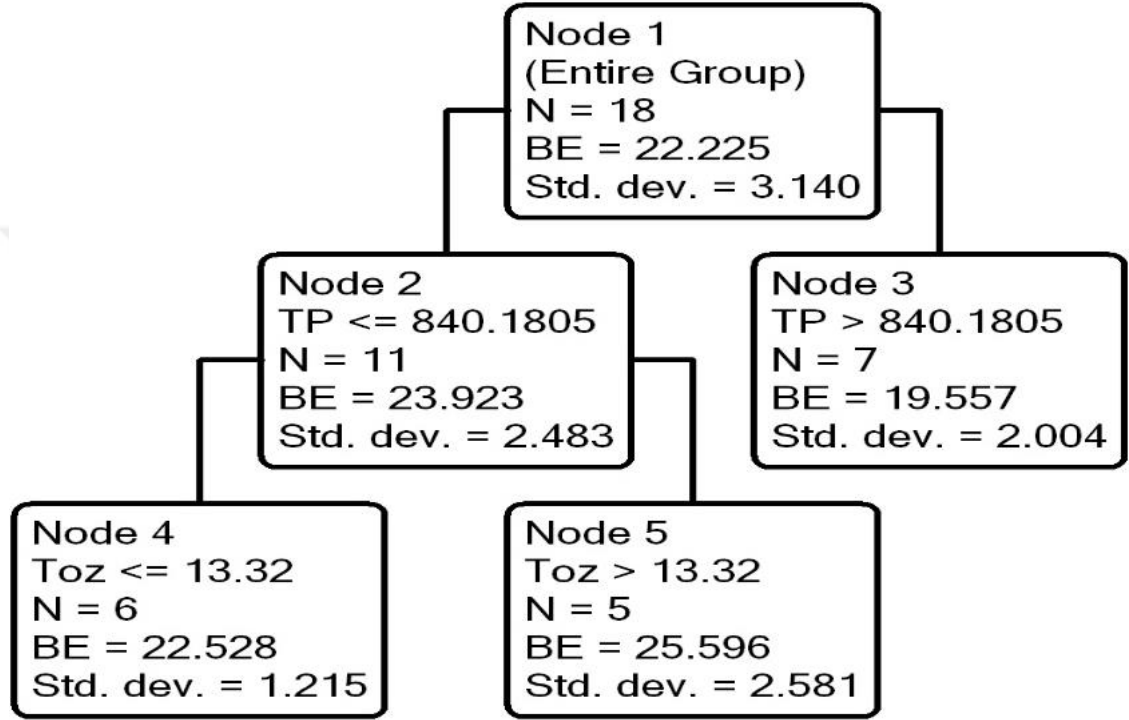
Tablo 37. Karışık meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler

Eşitliğe Giren değişkenler	R ² adj	RMSE	MAE	AIC	AICc	ME
Regresyon Ağacı Modeli(RA)						
Yağış, Toz	0,55	1,98	1,54	28,50	29,30	0,00
Çoklu Doğrusal Regresyon(CDR)						
Yağış	0,52	2,12	1,73	28,97	29,22	0,00

R²adj-Düzeltilmiş R², RMSE-Ortalama hata karekökü, MAE-Ortalama mutlak hata,

AIC-Akaike bilgi kriteri, ME-Ortalama hata.

15-30 cm toprak derinlik kademesinde karışık meşcerelerde BE'deki değişim RA modeline giren enlem ve yükselti değişkenleri tarafından %41 oranında ve 2,26 RMSE ile açıklanırken (Tablo 38, Şekil 32), ÇDR modeli ise bu değişimi %60 oranında ve 1,88 RMSE ile modele giren yağış ve organik madde değişkenleri ile açıklamıştır (Tablo 38).

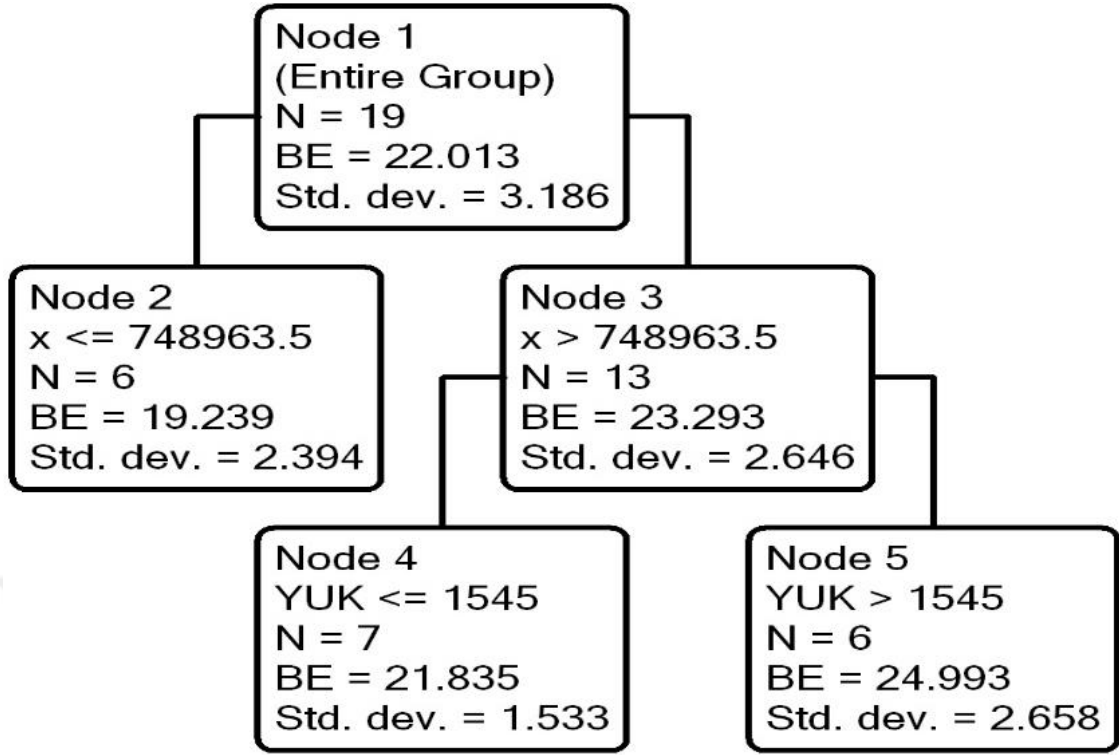


Şekil 31. Karışık meşcereler 0-15 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli.

Tablo 38. Karışık meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait parametreler

Eşitliğe Giren değişkenler	R ² adj	RMSE	MAE	AIC	AICc	ME
Regresyon Ağacı Modeli(RA)						
Enlem, Yükseklik	0,41	2,26	1,83	33,39	34,19	0,06
Çoklu Doğrusal Regresyon(CDR)						
Yağış, Organik Madde	0,60	1,88	1,42	26,64	27,44	0,24

R²adj-Düzeltilmiş R², RMSE-Ortalama hata karekökü, MAE-Ortalama mutlak hata, AIC-Akaike bilgi kriteri, ME-Ortalama hata.



Şekil 32. Karışık meşcereler 15-30 cm derinlik kademesi örneklerine ait regresyon ağacı modeli

Tablo 39. Tanımlayıcı İstatistikler

		Değişkenler	Birimi	Min.	Max.	Ort.	Std. Hata	Std Sapma
Karışık	0-15	BE	m	16,49	30,24	22,29	0,80	3,31
		x	m	747313	751578	749620	272,48	1123,47
		y	m	4546600	4553973	4551442,2	572,78	2361,64
		YUK	m	1469	1886	1655	39,04	160,97
		EGM	%	20	75	38,65	4,21	17,38
		BAK	°	30	330	173,24	22,36	92,22
		Kum	%	59,72	81,28	69,05	1,62	6,69
		Kil	%	6	28,36	19,00	1,49	6,14
		Toz	%	0	22	11,94	1,30	5,38
		OM	%	3,08	6,58	5,44	0,20	0,86
		pH	-	4,57	7,07	5,37	0,14	0,61
		EC	µS/cm	30,03	149,2	79,19	8,58	35,41
		HA	gr/cm3	0,39	1,24	0,84	0,06	0,27
		ISK	%	15,69	50,00	33,54	2,98	12,30
		MT	°C	4,67	6,97	5,93	0,21	0,89
		MINMT	°C	0,57	3,02	1,93	0,23	0,95
		MAXMT	°C	11,01	13,28	12,25	0,20	0,86
		TP	mm	783,87	845,88	829,89	4,59	18,95
		BAKB	-	0,0024	1,99	0,98	0,20	0,84

		Değişkenler	Birimi	Min.	Max.	Ort.	Std. Hata	Std Sapma
Karışık	15-30	BE	m	16,49	30,24	22,01	0,75	3,27
		x	m	747313	751578	749438,58	274,93	1198,40
		y	m	4546600	4553973	4551270,4	524,29	2285,36
		YUK	m	1469	1886	1657,84	35,28	153,78
		EGM	%	20	75	40,89	4,13	18,03
		BAK	°	30	330	169,47	20,22	88,15
		Kum	%	46,56	76,56	60,92	2,00	8,73
		Kil	%	12,72	35,72	23,28	1,54	6,72
		Toz	%	7	33,72	15,78	1,56	6,83
		OM	%	2,91	6,54	5,29	0,26	1,15
		pH	-	4,61	7,62	5,40	0,17	0,76
		EC	µS/cm	28,1	185,4	80,31	9,73	42,42
		HA	gr/cm3	0,28	1,30	0,93	0,06	0,28
		ISK	%	4,71	49,80	27,63	3,16	13,80
		MT	°C	4,67	6,97	5,91	0,19	0,85
		MINMT	°C	0,57	3,02	1,91	0,20	0,91
		MAXMT	°C	11,01	13,28	12,23	0,18	0,82
		TP	mm	783,87	845,88	829,04	4,14	18,05
		BAKB	-	0,0024	1,99	1,03	0,19	0,83
Saf	0-15	BE	m	12,97	38,95	25,83	1,14	6,40
		x	m	746669	751356	749061,61	206,23	1148,27
		y	m	4546251	4554919	4550780,8	465,02	2589,16
		YUK	m	1498	1905	1722,19	21,1	117,47
		EGM	%	10	85	41,29	3,46	19,27
		BAK	°	0	340	118,65	15,78	87,90
		Kum	%	47,56	81,28	67,22	1,56	8,71
		Kil	%	6,72	30	18,48	1,09	6,12
		Toz	%	2	25,16	14,29	0,91	5,07
		OM	%	2,01	6,56	5,45	0,20	1,15
		pH	-	4,14	6,77	5,26	0,13	0,74
		EC	µS/cm	32,07	253	87,26	7,70	42,92
		HA	gr/cm3	0,32	1,33	0,87	0,04	0,27
		ISK	%	17,64	49,99	32,04	1,75	9,75
		MT	°C	4,71	6,77	5,58	0,11	0,65
		MINMT	°C	0,64	2,81	1,56	0,12	0,69
		MAXMT	°C	11,07	13,01	11,93	0,11	0,62
		TP	mm	779,97	852,93	823,32	4,09	22,82
		BAKB	-	0,01	1,99	1,19	0,12	0,67
Saf	15-30	BE	m	12,97	38,95	25,59	1,13	6,43
		x	m	746669	751356	749109,59	205,37	1161,75
		y	m	4546251	4554919	4550849,2	455,42	2576,26
		YUK	m	1498	1905	1717,13	21,04	119,07

Değişkenler	Birimi	Min.	Max.	Ort.	Std. Hata	Std Sapma
EGM	%	10	85	41,56	3,36	19,01
BAK	°	0	340	117,59	15,32	86,67
Kum	%	44,56	79,28	62,57	1,55	8,81
Kil	%	6,72	34	20,06	1,13	6,41
Toz	%	1,28	41,44	17,36	1,08	6,15
OM	%	2,80	6,49	4,81	0,20	1,14
pH	-	4,3	7,03	5,34	0,13	0,74
EC	µS/cm	21,08	193	71,00	7,44	42,12
HA	gr/cm3	0,24	1,39	0,97	0,05	0,30
ISK	%	15,38	50,00	31,34	2,04	11,56
MT	°C	4,71	6,77	5,61	0,11	0,66
MINMT	°C	0,64	2,81	1,59	0,12	0,70
MAXMT	°C	11,07	13,01	11,95	0,11	0,62
TP	mm	779,97	852,93	823,97	4,02	22,74
BAKB	-	0,01	1,99	1,20	0,11	0,66

BE: Bonitet endeksi, Yük: Yükselti, HA: Hacim Ağırlığı, Eİ: Elektrik İletkenliği, OM: Organik Madde, pH: toprak Asitliği, X: Boylam, Y: Enlem, MT: Ortalama Sıcaklık, TP: Toplam Yağış, M N MT: Ortalama Minimum Sıcaklık, MAXMT: Ortalama Maksimum Sıcaklık, İSK: İskelet Miktarı.

Tablo 40. 0-15 cm saf meşcereler korelasyon matrisi

	BE	x	y	YUK	EGM	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	MT	MINMT	MAXMT	TP	BAKB	TWI	TPI
BE	1	-0,17	-.42*	0,06	-0,05	0,2	0,22	-0,1	-0,25	0,07	-0,17	0,29	-0,05	-0,12	-0,12	-0,07	-.43*	.57**	0,07	-0,28
x		1	0,32	-.66**	0,07	0,14	-0,08	-0,12	0,06	-0,01	.44*	-0,34	-0,35	.70**	.69**	.68**	0,27	-0,23	-0,13	-0,09
y			1	-0,05	-0,26	-0,12	-.38*	0,11	0,07	-0,14	0,2	-0,32	0,04	0,08	0,08	-0,03	.98**	-.49**	-0,14	0,23
YUK				1	-0,24	-0,29	-0,15	0,03	0,13	-0,04	-0,27	0,23	0,2	-.98**	-.98**	-.97**	-0,15	0,27	-0,04	.44*
EGM					1	0,23	0,34	-.49**	0,15	-0,12	0,3	-0,12	-.38*	0,23	0,22	0,25	-0,22	0,05	0,15	-0,31
pH						1	.48**	0,17	-0,33	-0,05	0,23	-0,11	-0,26	0,34	0,33	0,35	-0,07	-0,01	0	-0,14
EC							1	0,14	-0,03	-.37*	-0,18	0,27	-0,03	0,15	0,15	0,19	-0,34	0,3	0,04	-0,15
OM								1	-0,27	-0,15	-0,24	0,24	0,11	0,03	0,03	0,01	0,15	-0,16	-0,17	0,19
HA									1	-.50**	-0,2	0,14	0,17	-0,14	-0,14	-0,14	0,02	0,19	0,35	0,09
ISK										1	0,26	-0,35	-0,03	0,01	0,01	0,03	-0,14	-0,21	-0,23	-0,02
Kum											1	-.82**	-.73**	0,28	0,27	0,26	0,17	-.50**	-0,3	-0,17
Kil												1	0,2	-0,22	-0,22	-0,19	-0,3	.43*	0,31	-0,03
Toz													1	-0,21	-0,21	-0,22	0,07	0,33	0,14	0,33
MT														1	1.00**	.99**	0,18	-0,3	-0,01	-.40*
MINMT															1	.99**	0,19	-0,3	-0,01	-.41*
MAXMT																1	0,07	-0,24	0	-.43*
TP																	1	-.54**	-0,12	0,16
BAKB																		1	0,04	0,05
TWI																			1	-0,15
TPI																				1

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

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

BE: Bonitet endeksi, Yü: Yükselti, HA: Hacim Ağırlığı, Eİ: Elektrik İletkenliği, OM: Organik Madde, pH: toprak Asitliği, X: Boylam, Y: Enlem, MT: Ortalama Sıcaklık, TP: Toplam Yağış, MİN MT: Ortalama Minimum Sıcaklık, MAXMT: Ortalama Maksimum Sıcaklık, İSK: İskelet Miktarı.

Tablo 41. 15-30 cm saf meşcereler korelasyon matrisi

	BE	x	y	YUK	EGM	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	MT	MINMT	MAXMT	TP	BAKB	TWI	TPI
BE	1	-0,17	-.42*	0,11	-0,05	0,27	0,34	0,16	-.44*	.36*	-0,18	0,03	0,23	-0,16	-0,16	-0,12	-.43*	.57**	0	-0,25
x		1	0,34	-.68**	0,09	-0,07	-0,2	0,17	0,11	-0,2	0,22	-.40*	0,1	.72**	.71**	.70**	0,3	-.02	-0,05	-0,12
y			1	-0,08	-0,24	-0,21	-.55**	0,13	0,06	-0,12	-0,09	-0,04	0,17	0,11	0,12	0,01	.98**	-.47**	-0,09	0,21
YUK				1	-0,25	-0,19	-0,05	-0,27	0,15	0,07	-0,26	0,32	0,04	-.98**	-.98**	-.98**	-0,19	0,24	-0,11	.46**
EGM					1	0,25	0,26	0,03	-0,05	-0,19	0,17	0,09	-0,34	0,24	0,24	0,26	-0,2	0,06	0,17	-0,32
pH						1	0,34	.40*	0,02	-0,1	0,32	-0,25	-0,2	0,15	0,15	0,17	-0,16	-0,01	.40*	-.38*
EC							1	0,06	-0,32	0,15	0,07	0,11	-0,21	0,04	0,04	0,09	-.51**	0,15	0,09	-0,1
OM								1	-.36*	0,13	0,29	-0,34	-0,06	0,32	0,32	0,31	0,18	-0,21	-0,16	-0,2
HA									1	-.67**	-0,08	0,07	0,05	-0,12	-0,12	-0,12	0	0,06	0,27	0,09
ISK										1	0,21	-0,12	-0,18	-0,14	-0,14	-0,13	-0,11	-0,02	-0,14	0,08
Kum											1	-.72**	-.69**	0,27	0,27	0,28	-0,08	-0,33	-0,07	-0,17
Kil												1	-0,02	-0,34	-0,34	-0,35	-0,03	0,26	0,19	0,28
Toz													1	-0,03	-0,03	-0,04	0,14	0,2	-0,1	-0,05
MT														1	1,00**	.99**	0,21	-0,26	0,06	-.42*
MINMT															1	.99**	0,22	-0,27	0,06	-.42*
MAXMT																1	0,11	-0,21	0,07	-.44*
TP																	1	-.51**	-0,06	0,13
BAKB																		1	0,07	0,03
TWI																			1	-0,19
TPI																				1

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

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

BE: Bonitet endeksi, Yü: Yükselti, HA: Hacim Ağırlığı, Eİ: Elektrik İletkenliği, OM: Organik Madde, pH: toprak Asitliği, X: Boylam, Y: Enlem, MT: Ortalama Sıcaklık, TP: Toplam Yağış, MIN MT: Ortalama Minimum Sıcaklık, MAXMT: Ortalama Maksimum Sıcaklık, İSK: İskelet Miktarı.

Tablo 42. 0-15 cm karışık meşçelerler korelasyon matrisi

	BE	x	y	YUK	EGM	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	MT	MINMT	MAXMT	TP	BAKB	TWI	TPI
BE	1	0,13	-.56*	0,21	0,26	-0,16	0,1	-0,15	0,2	-0,03	-0,43	0,18	0,33	-0,17	-0,17	-0,12	-.74**	0,23	-0,01	-0,17
x		1	0,34	-0,36	0,04	.52*	.51*	-0,39	-0,06	0,29	.47*	-0,27	-0,28	0,39	0,38	0,37	0,25	-0,07	0,2	-0,2
y			1	0,26	-0,18	0,06	0,03	0,12	-0,27	0,06	0,25	0,15	-.49*	-0,28	-0,28	-0,34	.92**	-.72**	0,03	0,46
YUK				1	0,1	-.49*	-0,26	0,4	0,14	0,02	-.54*	0,35	0,27	-1.00**	-1.00**	-.99**	-0,04	-.55*	-0,23	.71**
EGM					1	-0,22	0,04	0,2	-0,36	.54*	-0,3	0,29	0,04	-0,09	-0,09	-0,07	-0,26	0,19	-0,22	-0,24
pH						1	.56*	-0,02	0,38	0,01	0,23	-0,34	0,11	.50*	.50*	.49*	0,14	0,05	0,41	-0,46
EC							1	-0,32	0,02	0,2	0,17	-0,33	0,16	0,26	0,26	0,26	0	-0,06	0,15	-0,34
OM								1	0,21	0,11	-0,4	0,2	0,27	-0,41	-0,4	-0,41	0,08	-0,3	-0,2	0,2
HA									1	-.48*	-0,39	-0,16	.67**	-0,11	-0,11	-0,09	-0,36	0,09	0,26	0,27
ISK										1	0,22	-0,19	-0,07	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	0	-0,39	-0,2
Kum											1	-.65**	-.50*	.52*	.52*	.49*	0,39	0,12	-0,04	-0,17
Kil												1	-0,32	-0,34	-0,34	-0,35	0,1	-0,2	-0,15	0,09
Toz													1	-0,26	-0,26	-0,22	-.60**	0,08	0,22	0,11
MT														1	1.00**	1.00**	0,02	.56*	0,25	-.71**
MINMT															1	1.00**	0,02	.56*	0,24	-.71**
MAXMT																1	-0,05	.59**	0,24	-.73**
TP																	1	-.56*	0,08	0,26
BAKB																		1	0	-0,4
TWI																			1	-0,16
TPI																				1

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

BE: Bonitet endeksi, Yü: Yükselti, HA: Hacim Ağırlığı, Eİ: Elektrik İletkenliği, OM: Organik Madde, pH: toprak Asitliği, X: Boylam, Y: Enlem, MT: Ortalama Sıcaklık, TP: Toplam Yağış, MİN MT: Ortalama Minimum Sıcaklık, MAXMT: Ortalama Maksimum Sıcaklık, İSK: İskelet Miktarı.

Tablo 43. 15-30 cm karışık meşcelere korelasyon matrisi

	BE	x	y	YUK	EGM	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	MT	MINMT	MAXMT	TP	BAKB	TWI	TPI
BE	1	0,13	-.56*	0,15	0,26	-0,06	-0,02	-.60**	0,13	0,27	-0,05	0,34	-0,28	-0,12	-0,12	-0,07	-.74**	0,23	0,02	-0,15
x		1	0,36	-0,39	-0,01	.67**	0,44	-0,02	-0,15	0,4	0,26	-0,33	0	0,41	0,4	0,4	0,27	-0,06	0,22	-0,17
y			1	0,24	-0,2	0,21	-0,05	0,21	-0,25	-0,04	0,12	-0,09	-0,07	-0,25	-0,25	-0,31	.92**	-.71**	0,04	.46*
YUK				1	0,12	-.48*	-.58**	-0,35	0,12	-0,11	0,08	0,25	-0,35	-1,00**	-1,00**	-.99**	-0,05	-.55*	-0,24	.69**
EGM					1	-0,12	0,12	0,06	-.66**	.52*	-0,1	-0,33	.46*	-0,1	-0,11	-0,09	-0,27	0,19	-0,23	-0,24
pH						1	.83**	0,13	0,07	0,1	.49*	-0,43	-0,19	.49*	.49*	.48*	0,24	-0,15	0,4	-.50*
EC							1	0,24	0,03	0,19	0,27	-0,34	-0,01	.58**	.58**	.58**	0,06	0,08	0,37	-.59**
OM								1	-0,32	-0,05	-0,11	-0,32	0,45	0,34	0,34	0,31	0,41	-0,08	0,33	-0,18
HA									1	-.48*	0,15	0,25	-0,43	-0,11	-0,11	-0,09	-0,3	0,05	0,14	0,31
ISK										1	-0,03	-0,08	0,12	0,14	0,13	0,15	-0,11	0,05	-0,23	-0,28
Kum											1	-.64**	-.65**	-0,09	-0,09	-0,09	0,02	-0,36	-0,14	-0,18
Kil												1	-0,17	-0,25	-0,24	-0,24	-0,11	0,02	0,23	0,32
Toz													1	0,36	0,36	0,35	0,08	0,44	-0,04	-0,09
MT														1	1,00**	1,00**	0,03	.55*	0,26	-.70**
MINMT															1	1,00**	0,04	.55*	0,26	-.70**
MAXMT																1	-.03	.59**	0,25	-.71**
TP																	1	-.56*	0,09	0,26
BAKB																		0	-0,4	
TWI																			-0,15	
TPI																				1

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

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

BE: Bonitet endeksi, Yükl: Yükselti, HA: Hacim Ağırlığı, Eİ: Elektrik İletkenliği, OM: Organik Madde, pH: toprak Asitliği, X: Boylam, Y: Enlem, MT: Ortalama Sıcaklık, TP: Toplam Yağış, MIN MT: Ortalama Minimum Sıcaklık, MAXMT: Ortalama Maksimum Sıcaklık, İSK: İskelet Miktarı.

4 TARTIŞMA

4.1 Saf ve Karışık Meşcerelerin BE'sine İlişkin Bulguların Tartışılması

BE ortalaması saf meşcerelerde 25,83 m iken karışık meşcerelerde 22,01 m olarak belirlenmiştir. Saf meşcerelerde bonitet, ağırlıklı olarak II. ve III. bonitet sınıflarında dağılım gösterirken, karışık meşcerelerde III. ve IV. bonitet sınıflarında dağılım göstermektedir. Yener'in (2013) Doğu Karadeniz'in denize bakan yamaçlarında gerçekleştirdiği çalışmada doğu ladini meşcerelerinde ortalama BE Canik-Giresun Dağları YOB'de 20,3 m, Trabzon Dağları YOB'de 25,3 m ve Rize-Kaçkar Dağları YOB'de 23,5 m olarak bulunmuştur. Ercanlı ve ark ise Trabzon Maçka yöresinde aynı türde BE ortalamasını 22,5 m olarak tespit etmişlerdir.

4.2 Fizyografik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler

4.2.1 Enlem ve Boylam

Enlem yeryüzündeki herhangi bir yer ile ekvator çizgisi arasında kalan yayın derece, dakika ve saniye cinsinden açı değerini gösterir. Enlemin UTM koordinat sistemindeki karşılığı olan Y ise aynı noktanın metre cinsinden ekvatora olan uzaklığını ifade etmektedir. Enlemler ekvatorundan kuzey ve güney kutuplarına doğru daire şeklinde paralel olarak sıralanır (Efe, 2002). Enlemin iklim özellikleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Genel olarak ekvatorundan kutuplara doğru gidildikçe sıcaklık ve yağış azalmaktadır (Çepel, 1988). Yaptığımız çalışmada saf ve karışık meşcerelerin BE'si ile enlem (Y) arasında negatif yönlü anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0,05$ düzeyinde $r = -0,42$ saf meşcereler ve $r = -0,56$ karışık meşcereler). Benzer sonuçlar Yener (2013)'e atfen diğer araştırmacılar (Klinka ve ark., 1996; Farr ve Harris, 1979) tarafından da bulunmuştur. Avrupa ladini, göknar ve Sıtka ladinlerinin gelişimleri üzerine yapılan bu çalışmalarda enlemdeki bir derecelik azalmayla birlikte sırasıyla BE'de 2,9 m, 2,5 m ve 1 m'lik azalmaların olduğu ifade edilmiştir. Negatif ilişkiler yanında pozitif ilişkiler bulan çalışmalar da vardır. Bunlardan Yener (2013), Trabzon ve Rize dağları yetişme ortamı bölgelerinde yetişen doğu ladini ve Güner ve ark. (2011) Eskişehir ve Afyonkarahisar yörelerinde karaçamın boy gelişimi ile enlem dereceleri arasında pozitif yönlü ilişkiler tespit etmiş ve bunu denizel iklime geçilmesi

ve dolayısıyla sıcaklık ve yağış gibi özelliklerin iyileşmesiyle değişen ekolojik koşullara bağlamışlardır. Bunun yanı sıra enlem ile BE arasında anlamlı ilişkilerin belirlenemediği çalışmalar da vardır (Yener, 2013; Karataş, 2014; Gültekin, 2019).

Boylam yeryüzündeki herhangi bir yerin veya noktanın başlangıç meridyeni ile arasında kalan yayın derece dakika ve saniye cinsinden açı değerini ifade eder. Bu değer cinsi açıdır. Boylamın UTM koordinat sistemindeki karşılığı olan X ise aynı noktanın metre cinsinden başlangıç meridyenine olan uzaklığını ifade etmektedir (Efe, 2002). Yaptığımız çalışma sonucuna göre bonitet endeksi ile boylam (X) arasında anlamlı bir ilişki yoktur (Saf meşcereler $p>0,05$, $r=-0,17$, karışık meşcereler $p>0,05$, $r=0,13$). Bu çalışmada her ne kadar boylam ile BE arasında anlamlı ilişkiler belirlenememiş olsa da anlamlı ilişkiler bulan çalışmalar da vardır. Bunlardan Yener (2013) bulduğu negatif ilişkiyi çalışma alanındaki boylam artışına bağlı olarak fenalaşan iklim koşullarına bağlarken, Genç (2004) ve Ercanlı ve ark. (2008) bu ilişkiyi boylamdaki değişimle paralel giden yükselti nedeniyle sıcaklığın azalması ve vejetasyon süresinin azalması ve fenalaşan toprak özelliklerine bağlamışlardır.

4.2.2 Yükselti

Yaptığımız çalışmada korelasyon analizi sonucu yükselti ile bonitet endeksi arasında saf ve karışık meşcerelerde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($p >0,05$, saf meşcerelerde $r=0,21$ ve karışık meşcerelerde $r=0,06$). Benzer sonuçlar Günlü ve ark. (2006) tarafından da bulunmuştur. Yükselti ile birlikte düşen sıcaklıkla birlikte toprak özelliklerinde bir takım olumsuz değişiklikler (azalan derinlik, kil içeriğinde ve organik madde ve besin içeriğinde düşüş, iskelet miktarında artış,) meydana gelmektedir. Bunun yanında yükseklerle çıkıldıkça azalan mikroorganizma faaliyeti nedeniyle ayrışma oranı da düşmektedir. Bütün bunlar BE’de önemli azalmalara neden olmaktadır (Çepel, 1978). Bazı araştırmacılar yükselti ile BE arasında negatif ilişkiler bulmuşlardır (Kalay, 1989; Yener 2013). Bunun tam tersi yönde; Çepel ve Dündar (1980) ve Güner (2006) sarıçamda, Saraçoğlu (1989) göknarda ve Güvendi (2013) doğu kayınında yükselti ile BE arasında pozitif yönlü ilişkiler belirlemişlerdir.

4.2.3 Eğim

Örnek alanlara ilişkin eğimler %10 ile %85 arasında değişmektedir. Ortalama eğim ise %41'dir. Yaptığımız çalışmada eğim ile bonitet arasında saf ve karışık meşcerelerde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($p>0,05$, saf meşcerelerde $r=-0,05$ ve karışık meşcerelerde $r=0,26$). Yapılan bazı çalışmalarda çalışmamızda olduğu gibi bonitet ile eğim arasında anlamlı ilişki tespit edilememiştir (Altun ve ark., 2006; Daşdemir, 1992, Özkan ve ark., 2011). Güner (2006) sarıçamda yapılan araştırmada, Saraçoğlu (1989) göknarda, Güner ve ark. (2016) karaçamda eğim ile BE arasında pozitif ilişkiler tespit etmişlerdir. Bunların tam aksi yönde sonuçlarla karşılaşan araştırmalar da vardır. Örneğin, Kalay (1989) Günlü ve ark. (2006) ve Ercanlı ve ark. (2008) doğu ladininde, Yılmaz (2005) ise doğu kayınında eğim ile BE arasında negatif ilişkiler tespit etmişlerdir.

4.2.4 Bakı

Bakı, bir arazi parçasının dört ana ve dört ara yön olmak üzere hangi yöne baktığını ifade eden önemli yetiştirme ortamı faktörlerindendir ve yerel iklim özelliklerinin ve buna bağlı olarak diğer ekolojik koşulların (ayrışma, toprak oluşum ve gelişimi, mikroorganizma faaliyeti, vb.) önemli belirleyicilerinden biridir (Çepel, 1988). Bakılar gölgeli (K, KB, KD, D) ve güneşli (G, GB, GD, B) olarak iki grupta incelenmektedir. Korelasyon analizi sonucuna göre karışık meşcerelerde bakı ile BE arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$, $r=0,23$). Ancak saf meşcerelerde $p < 0,01$ önem düzeyinde pozitif yönde ilişkiler ($r=0,57$) tespit edilmiştir.

Karışık meşcerelerde bulunan sonuçlara benzer sonuçlar Çepel (1980), Güner (2008) ve Yılmaz (2004) tarafından da bulunmuştur. Bunun yanında Çepel (1976) sarıçamda ($r=-0,443$), Daşdemir (1992) doğu ladininde ($r=-0,32$), Yener (2013) doğu ladininde ve Karataş ve Özkan (2014) sedir meşcerelerinde bakı ile BE arasında negatif yönlü ilişkiler belirlemişlerdir. Bu çalışmada bulunan bakı ile BE arasındaki pozitif ilişki güneşli bakılardan gölgeli bakılara gidişi (değişimi) ifade etmektedir. Bu değişim ile birlikte yerel iklim özelliklerindeki iyileşmeye bağlı olarak bazı toprak özelliklerinde (derinlik, organik madde, bitki besin maddesi, tekstür, su tutma kapasitesi) de iyileşmeler olmaktadır. Bütün bunlar ise BE'de olumlu karşılık bulmaktadır. Benzer

sonuçlar bazı araştırmacıların doğu ladini meşcerelerinde yaptığı çalışmalarda da (Daşdemir, 1987; Kalay,1989 ;Ercanlı ve arkadaşları, 2008) bulunmuştur.

4.3 Klimatik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler

4.3.1 Sıcaklık

Sıcaklık canlıların yaşam alanlarını belirlemede ve yaşamlarını sürdürmelerinde etkili olan önemli iklim faktörlerinden biridir. Sıcaklık enlem derecelerinin artmasına (ekvatordan kutuplara doğru) düşmektedir. Enlem derecelerindeki artışa benzer şekilde denizden yükseklerle çıkıldıkça sıcaklık her 100 m’de 0,5 °C kadar düşmektedir. Sıcaklığın düşmesi ile birlikte büyüme periyodu azalmakta ve yükselti iklim kuşakları oluşmaktadır (epel, 1988; Irmak, 1968). Çalışmamızda yapılan korelasyon analizi sonucunda sıcaklıkla BE arasında anlamlı ilişki tespit edilememiştir. Ancak sıcaklık ile BE arasında anlamlı ilişkiler tespit eden çalışmalar da vardır. Örneğin, Günlü (2003) ve Yener (2013) doğu ladini meşcerelerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarda sıcaklık artışına bağlı olarak BE’de anlamlı pozitif ilişkiler bulmuş ve bu değişimi sıcaklık artışına bağlı olarak bir takım ekolojik özelliklerde gerçekleşen iyileşmelere bağlamışlardır. Sıcaklık ile farklı türlere ilişkin BE’ler arasında anlamlı ilişkiler belirleyen alışmalar (Karataş ve ark., 2013; Corona ve ark., 1988) da vardır.

4.3.2 Yağış

Çalışma alanında yıllık toplam yağış 780 mm ile 846 mm arasında ortalama yağış ise 846 mm dir. Çalışmada yağış ile bonitet arasında önemli negatif ilişkiler bulunmuştur. (Karışık meşcerelerde $p < 0,05$ önem düzeyinde $r = -0,43$ ve saf meşcerelerde $p < 0,01$ önem düzeyinde $r = -0,74$). Benzer sonuçlar Yener (2013) tarafından da belirlenmiş ve bu durum yükseltiye bağlı olarak azalan sıcaklıkla açıklanmıştır. Ancak bizim çalışmamızda sıcaklık ile anlamlı ilişki tespit edilememiş olup; yağışla birlikte oluşan yıkanma sonucu toprak özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin BE’yi olumsuz etkilemiş olabileceği düşünölmektedir. Ayrıca yağışın yüksek olduğu yerler güneşli bakılardır, yağışla bakı arasındaki negatif ilişkiden dolayı bonitet endeksi de negatif etkilenmiştir. Notjdurf vd. (2012) fazla yağışın toprağın havalanmasını engelleyip

verimliliğin düşmesine neden olabileceğini belirtmişlerdir. Yağış ile BE arasında pozitif ilişkiler belirleyen çalışmalar da vardır (Özel ve ark., 2010; Corona ve ark., 1988).

4.4 Edafik Faktörler ile BE Arasındaki İlişkiler

4.4.1 Toprak Tekstürü

Tekstür havalanma, geçirgenlik, su tutma kapasitesi, organik madde, mikroorganizma faaliyeti ve besin içeriği gibi bir çok toprak özelliğini etkisi altında bulunduran önemli etmenlerden biridir (Kantarcı, 2000). Bu çalışmada BE ile toprak tekstürü elemanları arasında her hangi anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Ancak anlamlı ilişkilerin olduğu birçok çalışma vardır. Örneğin Çepel (1976), Altun ve ark. (2017), Günlü ve ark. (2006), Çelik (2015), ve Corona ve ark. (1998) kil içeriği arttıkça BE’de anlamlı artışlar tespit etmişlerdir. Bazı araştırmacılar (Çepel, 1988; Ercanlı ve arkadaşları, 2008; Günlü ve arkadaşları, 2006) bu durumu toprak organik maddesi, su tutma kapasitesi ve bitki besin maddesi içeriğindeki iyileşmelerle açıklamışlardır. Gültekin (2019) ise Ardahan yöresi sarıçam meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada kum içeriği ile BE arasında negatif yönlü bir ilişki bulmuştur.

4.4.2 Toprak Reaksiyonu (pH)

pH başta bitkilerin besin maddesi alımı, mikroorganizma faaliyeti, kilin taşınması, ayrışma ve toksisite olmak üzere birçok toprak özelliği ve dolayısıyla bitki gelişmesinde önemli etkileri olan bir toprak özelliğidir (Çepel, 1988; Kantarcı, 2000). Bu çalışmada pH ile BE ilişkili değildir. Benzer sonuç Gültekin (2019) tarafından da bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda ise hem pozitif (Ercanlı ve ark., 2008, Çepel ark., 1975; Yılmaz, 2005; Yener, 2013) hem de negatif ilişkiler (Yavuz ve arkadaşları, 2004; Erkan, 1998; Altun ve arkadaşları, 2007) tespit edilmiştir.

4.4.3 Elektriksel İletkenlik (EC)

EC alkali (Na, K) ve toprak alkali (Ca, Mg) ile klor, sülfat ve karbonat gibi bileşiklerin toplamını ifade eder. Fazla tuzluluk osmotik basıncı artıracağından bitkilerde su

stresine neden olabileceği gibi Na fazlalığına bağlı olarak kilin dispersleşmesine ve dolayısıyla bazı toprak özelliklerinin (toprak geçirgenliği ve havalanması) fenalaşmasına da neden olabilir (Yener, 2013). Korelasyon analizi sonucuna göre elektriksel iletkenlik ile BE anlamlı bir şekilde ilişkili değildir. Çalışma alanımızdaki topraklar tuzsuz topraklar sınıfındadır. Yener (2013) de Doğu Karadeniz Bölgesi doğu ladini ve Gültekin (2019) Ardahan yöresi sarıçam meşcerelerinde yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Her iki araştırmacı da ilişkinin olmamasını çalışma alanlarındaki toprakların tuzluluğunda önemli bir değişkenlik olmamasına bağlamışlardır. Güner'e göre (2008) ise BE EC tarafından etkilenmektedir.

4.4.4 İskelet Miktarı

Toprak taşlılığı, topraktaki besin maddesi miktarı, toprağın geçirgenliği, toprağın havalanması ve toprağın su tutma kapasitesi gibi birçok toprak özelliği üzerinde etkilidir (Kantarci, 2000). Yaptığımız çalışmada saf ve karışık meşcerelerde taşlılık sınıfı çok ve yaygın olarak ağırlık göstermektedir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre karışık meşcerelerde taşlılık BE üzerinde anlamlı bir değişime neden olmamaktadır. Saf meşcerelerde ise 0-15 cm derinlik kademesinde anlamlı bir ilişki tespit edilememiş ancak 15-30 cm derinlik kademesinde pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$; $r = 0,36$). Öte yandan Kalay (1989), Daşdemir (1992), Çepel ve ark. (1975), Yılmaz (2005) ve Yener (2013), iskelet miktarı ile BE arasında negatif ilişkiler belirlemişlerdir. Çalışma alanımızdaki topraklar genellikle kumlu killi balçık topraklardır.

4.4.5 Hacim Ağırlığı

Birim hacimdeki (cm^3) fırın kurusu toprak ağırlığını (gr) ifade eden hacim ağırlığı topraktaki organik madde miktarı ve tekstür gibi bazı özelliklere ilişkin bilgiler sunmaktadır. Çalışmamızda örnek alanlardaki toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu hacim ağırlığının çok düşük ve düşük sınıflarda olduğu belirlenmiştir. Yüksek hacim ağırlığına sahip topraklarda infiltrasyon düşer, yüzeysel akış artar ve bitki kök gelişimi kısıtlanır. (Özdemir, 2010). Yapılan korelasyon analizinde ise saf kuruluştaki

meşcerelerde hacim ağırlığı ile bonitet arasında 0-15 cm derinlik kademesinde anlamlı ilişki bulunamamış olup, 15-30 cm derinlik kademesinde $p < 0,05$ önem düzeyinde negatif ilişki ($r = -0,44$) tespit edilmiştir. Karışık meşcerelerde ise anlamlı bir ilişki yoktur. Bu durum hacim ağırlığındaki artışla birlikte su tutma kapasitesindeki düşüş ve diğer toprak özelliklerindeki fenalaşmayla açıklanabilir (Eroğlu ve ark., 2010). Hacim ağırlığı ile BE arasında anlamlı ilişkiler tespit eden başka çalışmalar (Yılmaz, 2004; Karataş ve ark., 2013) da vardır.

4.4.6 Organik Madde

Birçok bitki besin maddesinin kaynağı olan organik madde toprak özellikleri üzerinde de büyük öneme sahiptir. Dolayısı ile bitki gelişimi için son derece önemli bir toprak faktörüdür (Kantarcı, 2000). Toprak özellikleri organik maddenin türünden ve miktarından da etkilenmektedir Çepel ve Dünder (1987). Çalışma alanımızdaki örnek alanlardan aldığımız toprak örnekleri üzerinde yapılan analizler sonucunda çalışma alanı topraklarının kuvvetli ve orta derecede kuvvetli topraklar sınıfında olduğu belirlenmiştir. Saf meşcerelerde 0-15 ve 15-30 cm derinlik kademelerinde organik madde ile bonitet arasında anlamlı ilişki belirlenememiştir. Ancak karışık meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesinde anlamlı ilişki yokken 15-30 cm derinlik kademesinde önem düzeyi $p < 0,01$ ve negatif yönlü ilişki ($r = -0,60$) belirlenmiştir. Benzer sonuçlar bazı araştırmalarda (Yener, 2013; Altun ve ark. 2007; Özkan ve Gülensoy, 2009) da bulunmuştur. Yener (2013), bu negatif ilişkiyi aşırı yağmurun olduğu yörede organik asitlerin toprağın alt kısmına doğru yıkanarak taşınması ve böylece pH'nin azalmasına bağlı olarak kilin ayrışması ve geçirimsiz bir tabaka oluşmasıyla açıklamıştır. Özkan ve Gülensoy (2009) ise bu negatif ilişkiyi olumsuz hava şartlarından dolayı ayrışmanın olmamasına bağlamıştır.

4.5 Çoklu Doğrusal Regresyon ve Regresyon Ağacı Modelleri

Çalışmamızda çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) modeline saf meşcerelerdeki 0-15 cm derinlik kademesinde bakı, hacim ağırlığı ve topoğrafik konum indeksi girmiştir. Bu modelde BE'deki değişimin % 49'unu açıklamıştır. Saf meşcerelerde 15-30 cm derinlik kademesindeki örnek alanlara uygulanan ÇDR modeline ise bakı, hacim

ağırlığı ve pH girmiş ve BE'deki değişimin %58'ini açıklamıştır. Karışık meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesinde uygulanan ÇDR modeline yağış girmiş ve BE'deki değişimin %52'sini açıklamıştır. Yine karışık meşcerelerde 15-30 cm derinlik kademesindeki örneklere uygulanan ÇDR modeline yağış ve organik madde girmiş ve BE'deki değişimin %60'ını açıklamıştır.

Regresyon ağacı (RA) modelinde saf ve karışık meşcerelerin 0-15 ve 15-30 cm derinlik kademeleri için geliştirilen modellerde; saf meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesindeki modelde 5 adet düğüm noktası bulunmaktadır. Bu düğümlerde etkili olan ilk faktör Beers ve ark.'na (1966) göre cosinüs dönüşümü yapılan bakındır. Dönüşüm sonucu bulunan değer 0-2 arasında değişmekte olup değerdeki artış kuzeye doğru yaklaşmayı ifade etmektedir. Bakının $\leq 1,04$ olduğu 12 adet noktanın BE'si 20,9 m'ye eşittir. Bakının $>1,04$ olduğu 19 adet noktada ise BE= 28,4 m'dir. Bakının $> 1,04$ olduğu noktalarda modele kil de katılmaktadır ve kilit noktası %22,86 olmaktadır. Kil içeriğinin bu değerden küçük olduğu 13 noktada BE= 26,943 m'dir. Kil içeriğinin bu değerden daha yüksek olduğu yerlerde ise (6 adet noktada) BE= 33,82 m. olarak ölçülmüştür. Bu modelin anlamı bakının 1,03'ün üzerine çıktığı ve aynı zamanda kil içeriğinin %22,86'nın üzerine çıktığı yerlerde BE'nin en yüksek değerine ulaştığıdır. Saf meşcerelerdeki 15-30 cm derinlik kademesine ilişkin geliştirilen RA modelinde ise 3 adet düğüm noktası vardır. Bu modelde de 0-15 cm derinlik kademesindeki RA modeline benzer şekilde bakının 1,04'ün üzerine çıktığı noktadan sonra BE en yüksek değerine (28,4 m) ulaşmaktadır.

Karışık meşcereler için geliştirilen RA modellerinde; 0-15 cm derinlik kademesinde 5 adet düğüm noktası vardır, ilk düğüm noktası yağışın kilit noktası 840,18 mm dir. Yağışın $>840,18$ mm olduğunda 7 adet noktada BE= 19,55 m dir. $\leq 840,18$ olduğu 11 noktada ise BE= 23,92 m dir ve devreye % toz oranı girmektedir. Tozun kilit noktası ise %13,32 dir. Toz oranının $\leq$ %13,32 olduğu 6 adet noktada BE= 22,528 m ve $>$ %13,32 olduğu 5 noktada BE=25,596 m olarak tahmin edilmektedir. Modelin anlamı yıllık toplam yağışın 840,2 mm'nin altında ve toz içeriğinin %13,32'nin altında olduğu durumda BE'nin en yüksek değerine ulaşmasıdır. Karışık meşcerelerin 15-30 cm derinlik kademesi için geliştirilen RA modelinde de 5 adet düğüm noktası bulunmaktadır. İlk düğüm noktasını $X=748963,5$ m'dir. Oluşturmaktadır. Bu değer

altında BE=19,2 m ve üstünde ise BE= 23,3 m olarak tahmin edilmektedir. X'in bu değerden yüksek olduğu yerde yükselti faktörü de modele girmektedir. Burada yükseltinin 1545 m'den daha yüksek olduğu yerlerde BE en yüksek değeri olan 25,0 m olarak tahmin edilmektedir.

Yaptığımız çalışmada ÇDR ve RA modellerinde 0-15 cm saf meşcerelerde belirtme katsayılarının %48 ve %49 olarak belirlenmesi ve hata değerleri (RMSE, MAE) arasında önemli bir fark olmaması nedeniyle her iki modelin performansı birbirine yakındır. 15-30 cm derinlik kademesinde ÇDR modelinde %58, RA'da %36 belirtme katsayısı belirlenmiştir. Daha yüksek açıklama oranı yanında daha düşük RMSE ve MAE nedeniyle ÇDR'nin saf meşcerelerin 15-30 derinlik kademesinde daha avantajlı ve belirleyici olduğu söylenebilir. Karışık meşcerelerde ise 0-15 cm derinlik kademesinde ÇDR %52 ve RA %55 oranı ile boy gelişimini açıklamış ve RA daha belirleyici olmuştur. Yine karışık meşcerelerde 15-30 cm derinlik kademesinde ÇDR %60 ve RA %41 oranı ile boy gelişimini açıklamıştır.

Benzer sonuç Gültekin'in (2019) Ardahan yöresi sarıçam meşcerelerinde yaptığı çalışmada da bulunmuştur. Araştırmacı ÇDR ve RA modelleri için açıklama payını %70 olarak belirlemiştir. Çalışmamızda RA'da belirleyici olan etmenler yağış, bakı ve boylam, ÇDR'de ise yağış ve bakı olarak ortaya çıkmıştır. Yener'in (2013) çalışmasında bütünleşik RA modelinde belirleyici olan enlem, boylam ve büyüme dönemindeki yağışın bu çalışmadaki RA modelinde belirleyici olan değişkenlerle paralellik gösterdiği söylenebilir. Ercanlı ve ark. (2008) Maçka yöresi doğu ladini meşcerelerinin BE'sinde etkili olan etmenleri % 65,6 lık oranla eğim, yükselti ve bakı olarak; Kalay (1989) ise %51'lik açıklama payı ile eğim ve reliyefin olarak ifade etmişlerdir. Karataş ve ark (2013) çalışmalarında BE'deki değişimi ÇDR'de %54,7 oranı ile açıklarken RA'da bu oran %61,1 olarak belirlenmiştir.

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Doğu Karadeniz'in iç kesimlerinde yer alan Artvin ili Ardanuç ilçesi Ovacık Orman işletme şefliği saf ve karışık doğu ladini meşcerelerinin verimliliğini etkileyen ekolojik faktörler (konum, iklim ve toprak) araştırılmıştır. Araştırmada korelasyon analizi, regresyon ağacı modeli ve çoklu doğrusal regresyon modellerinden faydalanılmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1- Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre $p < 0,01$ önem düzeyinde saf meşcerelerde bakı ile pozitif ($r=0,57$), organik madde ile karışık meşcerelerde 15-30 cm derinlik kademesinde negatif ($r=-60$), karışık meşcerelerde yağış ile negatif ($r=-0,74$), $p < 0,05$ önem düzeyinde saf meşcerelerde boylam ile negatif ($r=-0,42$), karışık meşcerelerde boylam ile negatif ($r=-0,56$), saf meşcerelerde yağış ile negatif ($r=-0,43$), saf meşcerelerde 15-30 cm derinlik kademesinde iskelet miktarı ile pozitif ($r=0,36$), saf meşcerelerde 15-30 cm derinlik kademesinde hacim ağırlığı ile negatif ($r=-0,44$) yönlü ilişkiler bulunmuştur.

2- Uygulanan modellerde regresyon ağacı modeline saf meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesine bakı ve %kil, 15-30 cm derinlik kademesinde bakı değişkenleri, karışık kuruluştaki meşcerelere 0-15 cm derinlik kademesinde yağış ve %toz, 15-30 cm derinlik kademesinde enlem ve yükseklik değişkenleri girmiştir.

3- Uygulanan çoklu doğrusal regresyon modeline saf meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesinde bakı hacim ağırlığı ve topoğrafik konum indeksi, 15-30 cm derinlik kademesinde bakı, hacim ağırlığı ve pH değişkenleridir. Karışık meşcerelerde 0-15 cm derinlik kademesinde yağış, 15-30 cm derinlik kademesinde yağış ve organik madde değişkenleridir.

4- Çalışma alanında saf ve karışık ladin meşcerelerinin toprak yapısı incelendiğinde her iki meşcere tipinin de toprak sınıfının büyük çoğunluğunun kumlu killi balçık ve kumlu balçık olduğu görülmüştür.

5- Regresyon ağacı modeli ile çoklu doğrusal regresyon modellerinde her iki modelinde bonitet endeksindeki değişimi açıklama paylarının yakın olduğu görülmüştür.

6- Çalışma alanında yapılan iklim analizinde alanın tamamında su açığı yoktur. Çalışma alanının iklim tipi çok nemli, düşük sıcaklıkta, su noksanı olmayan veya pek az olan karasal iklime yakın iklimdir.

7- Çoklu doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak 4 adet denklem geliştirilmiştir. Bu denklemler aşağıda verilmiştir.

0-15 saf meşcereler; $BE=25.686+6.218*BAKB-8.062*HA-0.05*TPI$

15-30 saf meşcereler; $BE=15.796+5.475*BAKB-10.055*HA+2.423*pH$

0-15 karışık meşcereler; $BE=131.661-0.132*TP$

15-30 karışık meşcereler; $BE=25.686+6.218*BAKB-8.062*HA-0.05*TPI$

Çalışma sonucunda Ardanuç yöresinde yapılacak doğu ladini saf ve karışık ağaçlandırma sahalarının verim gücü kolayca tahmin edilebilecek ve verim gücü yüksek sahaların tercih edilmesi kolaylaşacaktır.

EKLER

Ek Tablo 1. Saf meşcereler araştırma alanına ait bazı konum özellikleri

No	X	Y	YÜKSEKLİK	EĞİM	BAKİ	BAKB	TPI	TWI
74	751331	4554919	1700	22	10	1,91	-10,61	5,91
77	749542	4553374	1859	35	340	1,49	61,26	5,72
80	749083	4553053	1790	50	160	0,60	-2,22	8,38
81	748986	4552959	1781	55	150	1,25	1,51	7,77
82	748708	4552922	1813	28	90	1,08	33,07	4,18
83	749006	4553453	1905	27	90	0,61	73,62	5,25
84	748799	4553337	1856	50	0	0,81	74,27	6,03
87	748526	4552991	1807	20	28	0,51	32,14	4,16
88	748794	4552549	1714	25	150	0,40	15,30	4,61
91	751356	4553143	1498	55	90	1,39	-17,30	4,08
93	750699	4553142	1569	35	85	0,06	-36,24	6,65
94	750597	4552969	1560	50	85	1,59	-24,13	8,43
95	750526	4552886	1585	28	75	1,58	10,83	5,19
96	749800	4552504	1591	40	260	0,01	6,94	6,79
97	749704	4552494	1591	45	170	0,13	-13,89	5,60
98	749617	4552605	1601	10	260	0,14	-19,92	5,77
99	749304	4552532	1595	70	160	0,72	-11,89	5,42
101	748407	4550497	1638	37	70	1,22	37,00	5,81
105	746669	4549534	1889	45	120	0,98	-13,28	6,136
106	747120	4549558	1800	15	40	1,99	-7,16	5,67
109	747462	4549450	1782	70	150	1,74	13,82	6,58
110	747279	4548972	1863	15	120	1,97	-5,72	5,15
111	747416	4548936	1808	30	120	1,95	-11,73	10,55
112	748015	4548406	1811	28	20	1,77	-36,52	4,83
113	748399	4548454	1800	65	0	1,59	3,455	4,77
114	748854	4548572	1871	43	20	1,95	57,34	4,75
116	749394	4547638	1685	85	60	1,99	-74,03	5,64
117	749749	4546758	1657	50	120	1,15	-35,80	4,66
118	749757	4546662	1654	65	180	0,46	-50,37	7,14
120	749871	4546251	1662	45	140	1,98	54,15	5,87
121	749783	4546295	1689	20	75	1,86	40,16	7,451
123	748954	4549358	1524	72	325	1,52	-20,75	7,96

Ek 2. Karışık meşcereler araştırma alanına ait bazı konum özellikleri

No	X	Y	YÜKSEKLİK	EĞİM	BAKİ	BAKB	TPI	TWI
75	750428	4553973	1886	35	330	0,28	80,45	5,52
76	750193	4553808	1834	55	280	0,00	22,55	5,71
78	749237	4553295	1842	37	300	0,03	34,83	4,93
79	749168	4553387	1861	30	200	0,33	47,88	5,86
86	748674	4553240	1842	32	270	0,16	64,09	4,57
89	751578	4553079	1469	25	160	0,01	-22,25	4,21
90	751415	4553208	1494	35	245	0,61	-47,30	10,88
92	751397	4553090	1484	65	70	1,79	-22,04	3,88
100	748716	4552175	1608	30	90	1,25	-11,26	4,64
102	747484	4549869	1752	50	110	0,98	-3,25	4,82
103	747313	4549879	1780	25	180	0,17	-9,00	5,49
115	749257	4548073	1748	55	50	1,98	31,30	4,99
119	749566	4546600	1697	75	140	1,84	-71,33	4,06
122	748309	4549751	1612	70	165	1,99	1,21	5,76
124	749088	4549329	1519	25	30	1,90	-15,26	5,20
125	749424	4549111	1512	28	75	1,97	-3,94	8,79
126	750159	4548285	1469	20	125	1,99	-10,77	6,06
128	749020	4551884	1522	20	180	1,86	2,06	4,90
129	748907	4552101	1568	65	220	0,52	-15,68	5,44

Ek 3. Saf meşcereler araştırma alanına ait bazı iklim özellikleri

No	MT	MINMT	MAXMT	TP
74	5,93	1,91	12,17	852,93
77	4,76	0,68	11,1	836,66
80	5,12	1,06	11,43	839,52
81	5,17	1,12	11,48	839,88
82	5,06	1,00	11,37	839,7
83	4,75	0,67	11,07	840,41
84	4,76	0,67	11,08	839,82
87	5,11	1,06	11,42	842
88	5,63	1,61	11,91	841,47
91	6,77	2,81	13,01	844,73
93	6,47	2,50	12,72	844,90
94	6,45	2,47	12,71	843,92
95	6,37	2,38	12,63	842,53
96	6,38	2,40	12,64	842,56
97	6,58	2,62	12,82	845,31
98	6,24	2,26	12,51	843,54
99	6,22	2,24	12,48	844,58
101	6,03	2,04	12,34	827,91
105	4,71	0,64	11,11	815,85
106	5,05	1,00	11,43	816,94
109	5,22	1,18	11,6	816,06
110	4,75	0,68	11,17	807,50
111	4,96	0,89	11,37	808,22
112	4,99	0,92	11,42	800,93
113	5,12	1,06	11,55	800,63
114	5,31	1,26	11,73	801,14
116	5,8	1,77	12,22	794,75
117	5,83	1,80	12,28	785,63
118	6,02	2,00	12,46	786,44
120	5,8	1,77	12,27	779,97
121	5,74	1,70	12,2	780,05
123	6,61	2,66	12,93	820,46

Ek 4. Karışık meşcereler araştırma alanına ait bazı iklim özellikleri

No	MT	MINMT	MAXMT	TP
75	4,67	0,57	11,01	836,01
76	4,99	0,91	11,31	839,33
78	4,91	0,84	11,23	838,69
79	4,71	0,62	11,04	838,27
86	4,89	0,82	11,21	841,02
89	6,97	3,02	13,2	845,09
90	6,88	2,92	13,11	845,88
92	6,92	2,96	13,15	845,41
100	6,04	2,05	12,31	842,90
102	5,35	1,32	11,71	820,89
103	5,26	1,22	11,62	820,89
115	5,51	1,47	11,94	796,68
119	5,73	1,70	12,19	783,87
122	6,13	2,14	12,45	822,62
124	6,72	2,77	13,03	820,55
125	6,78	2,83	13,1	817,27
126	6,94	2,99	13,28	807,72
128	6,65	2,70	12,9	844,10
129	6,38	2,42	12,64	844,5

Ek 5. Saf meşcereler araştırma alanına 0-15cm derinlik kademesine ait bazı toprak özellikleri

No	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	TUR
1	4,99	66	5,70	0,94	28,49	63,28	24,72	12	Kumlu killi balçık
2	4,83	49,5	4,89	0,89	25,95	78,56	10,72	10,72	Kumlu balçık
3	5,13	77,2	5,44	1,13	25,23	67	20	13	Kumlu killi balçık
4	4,76	48,6	2,01	1,17	25,23	72	13,28	14,72	Kumlu balçık
5	4,81	52,5	5,89	1,02	18,59	63,36	21,28	15,36	Kumlu killi balçık
6	4,39	61,2	5,87	1,24	39,98	69,28	16,72	14	Kumlu balçık
7	4,45	32,07	6,18	0,99	39,58	67,72	14,36	17,92	Kumlu balçık
8	4,55	51	6,04	0,82	31,22	66,44	20,72	12,84	Kumlu killi balçık
9	5,48	68,8	5,44	0,37	49,99	78,56	6,72	14,72	Balçıklı kum
10	4,83	97	5,21	0,84	22,54	72,28	14	13,72	Kumlu balçık
11	6,26	109,6	6,04	1,02	25,06	75	14	11	Kumlu balçık
12	5,66	137	6,12	0,96	18,94	59,28	22,72	18	Kumlu killi balçık
13	6,77	87,5	6,31	0,62	35,40	76,56	10,72	12,72	Kumlu balçık
14	5,35	69,2	6,16	1,03	26,47	76	10	14	Kumlu balçık
15	4,78	66,4	6,09	0,42	48,50	66	16	18	Kumlu balçık
16	6,3	48,4	3,86	0,56	48,86	77	16	7	Kumlu balçık
17	4,82	74,9	6,21	1,04	32,97	53,28	22	24,72	Kumlu killi balçık
18	4,6	128,3	6,54	0,74	17,64	68,64	20	11,36	Kumlu killi balçık
19	4,14	67,5	6,22	0,96	30,66	50,28	27,28	22,44	Kumlu killi balçık
20	6,5	253	6,56	0,86	19,13	55	30	15	Kumlu killi balçık
21	4,96	64,9	6,29	0,34	48,31	55,92	23	21,08	Kumlu killi balçık
22	4,86	51,3	4,59	1,25	28,65	47,56	27,28	25,16	Balçık
23	6,28	88,3	5,96	1,05	31,56	76	17,44	6,56	Kumlu killi balçık
24	5,65	135,9	2,87	0,63	36,82	67	17,64	15,36	Kumlu balçık
25	6,6	82,8	6,43	0,65	27,32	62	22	16	Kumlu killi balçık
26	5,14	125	3,51	1,33	32,81	71,28	13,36	15,36	Kumlu balçık
27	5,67	89,9	5,87	0,32	49,98	81,28	12	6,72	Kumlu balçık
28	4,28	62,8	4,52	0,92	34,75	68	30	2	Kumlu killi balçık
29	4,64	105	3,81	1,23	40,81	70,28	13,36	16,36	Kumlu balçık
30	5,93	143	6,40	0,80	26,94	59	26	15	Kumlu killi balçık
31	5,82	110,7	5,89	0,74	24,94	70	19,64	10,36	Kumlu balçık

Ek 5. Saf meşcereler araştırma alanına 15-30cm derinlik kademesine ait bazı toprak özellikleri

No	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	TUR
1	5,13	21,08	4,53	1,09	18,89	44,56	14	41,44	Balçık
2	4,8	40,3	5,47	0,73	49,99	63,56	22	14,44	Kumlu killi balçık
3	5,33	40,05	3,60	1,37	27,34	57,28	26,72	16	Kumlu killi balçık
4	6,78	28,2	6,23	1,24	22,40	66	13	21	Kumlu balçık
5	4,56	44,2	3,53	1,10	21,10	58	24,72	17,28	Kumlu killi balçık
6	4,3	34,08	4,23	1,34	33,75	62,72	20	17,28	Kumlu killi balçık
7	4,48	72	3,46	1,05	15,76	57,44	28,72	13,84	Kumlu killi balçık
8	4,64	28,3	4,04	1,30	33,69	64,72	20,72	14,56	Kumlu killi balçık
9	5,53	64,5	5,32	0,38	48,59	76,56	7,72	15,72	Kumlu balçık
10	4,72	23,8	5,67	0,92	18,11	49,28	26,72	24	Kumlu killi balçık
11	6,24	88	5,70	1,09	16,93	60	22	18	Kumlu killi balçık
12	5,55	32,1	3,84	1,15	35,09	79,28	19,44	1,28	Kumlu balçık
13	5,34	51,3	6,38	0,90	35,47	74	10	16	Kumlu balçık
14	6,27	45,5	6,49	0,92	26,25	68,56	15,72	15,72	Kumlu balçık
15	5,62	49,6	4,89	1,11	19,81	73,28	12,72	14	Kumlu balçık
16	4,66	126,4	4,90	0,54	47,67	64	16	20	Kumlu balçık
17	4,48	76,4	5,98	0,57	49,99	61,64	20	18,36	Kumlu killi balçık
18	4,82	50,2	3,81	0,89	35,71	55,28	22,72	22	Kumlu killi balçık
19	5,42	68,4	4,98	1,02	27,37	58	22	20	Kumlu killi balçık
20	4,74	28,04	4,39	0,98	32,05	48	30	22	Killi balçık
21	6,7	193	5,25	0,29	50,00	53,64	34	12,36	Kumlu killi balçık
22	4,87	50,07	5,29	0,53	49,97	52,56	26,72	20,72	Kumlu killi balçık
23	5,83	62,4	3,20	1,12	28,71	54,28	25,28	20,44	Kumlu killi balçık
24	7,03	120,4	5,96	1,39	27,66	72	12	16	Kumlu balçık
25	5,51	125	2,80	0,88	25,80	65	20	15	Kumlu killi balçık
26	4,78	93,4	6,35	1,04	18,14	64	24	12	Kumlu killi balçık
27	4,6	80	3,08	1,17	20,09	63,28	18	18,72	Kumlu balçık
28	5,68	94,6	6,05	0,24	48,88	79,28	6,72	14	Balçıklı kum
29	5,84	76,9	5,46	1,09	34,24	72	17,28	10,72	Kumlu balçık
30	5,6	70	3,18	1,27	38,09	64,28	19	16,72	Kumlu balçık
31	4,87	162	3,71	1,20	30,02	56	22	22	Kumlu killi balçık
32	6,42	132	6,24	0,99	15,38	64	22	14	Kumlu killi balçık

Ek 5. Karışık meşcereler araştırma alanına 0-15cm derinlik kademesine ait bazı toprak özellikleri

No	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	TUR
33	5,43	69,8	6,18	1,20	32,28	69,28	12	18,72	Kumlu balçık
34	5,06	48,05	6,02	0,63	50,00	72,2	19,44	8,36	Kumlu balçık
35	4,57	68,2	5,24	0,56	23,54	68,56	27,44	4	Kumlu killi balçık
36	4,76	83,5	5,23	0,84	21,20	59,92	28,36	11,72	Kumlu killi balçık
37	5,1	37,4	6,05	1,08	29,72	64,28	22,36	13,36	Kumlu killi balçık
38	6,24	149,2	5,56	0,97	30,56	75,28	14,72	10	Kumlu balçık
39	7,07	147,3	4,70	0,99	27,67	69,84	16,44	13,72	Kumlu balçık
40	5,26	71,8	4,70	0,39	49,99	74,56	25,44	0	Kumlu killi balçık
41	5,53	96,4	6,36	0,53	48,80	80,56	8,72	10,72	Balçıklı kum
42	5,09	58	6,05	0,94	18,85	59,72	24	16,28	Kumlu killi balçık
43	5,3	125,7	5,38	1,19	45,34	61,28	16,72	22	Kumlu balçık
44	5,44	96,3	5,59	0,80	48,40	61	22	17	Kumlu killi balçık
45	6,04	30,03	6,58	1,24	26,52	67,28	20,72	12	Kumlu killi balçık
46	5,1	37,1	5,54	1,03	15,69	67,28	18,72	14	Kumlu balçık
47	5,02	83,04	3,08	0,80	27,64	81,28	6	12,72	Balçıklı kum
48	5,54	76,04	4,33	0,77	24,10	74,28	20	5,72	Kumlu killi balçık
49	4,79	68,4	5,90	0,39	49,91	67,28	20	12,72	Kumlu killi balçık

Ek 5. Karışık meşcereler araştırma alanına 15-30 cm derinlik kademesine ait bazı toprak özellikleri

No	pH	EC	OM	HA	ISK	Kum	Kil	Toz	TUR
33	5,36	35	3,49	1,07	13,85	68,56	22,72	8,72	Kumu killi balçık
34	4,97	42,9	5,85	0,64	49,80	68,56	18,44	13	Kumlu balçık
35	5,34	65,8	5,21	0,92	19,58	62,28	26	11,72	Kumlu killi balçık
36	4,91	54,3	3,76	1,11	18,93	49,2	35,72	15,08	Kumlu killi balçık
37	4,85	38,9	5,96	1,07	29,67	63	24	13	Kumlu killi balçık
38	7,06	158,7	5,20	1,16	30,68	76,56	12,72	10,72	Kumlu balçık
39	7,62	185,4	6,47	0,91	25,79	67,28	20,72	12	Kumlu killi balçık
40	5,61	64,3	6,41	0,28	46,67	50,56	15,72	33,72	Balçık
41	5,66	98,6	6,28	0,94	22,26	71,28	18	10,72	Kumlu balçık
42	4,61	28,1	5,60	0,79	4,71	63,64	15	21,36	Kumlu balçık
43	5,07	51,7	5,79	1,14	18,12	60,36	30,72	8,92	Kumlu killi balçık
44	4,82	89,6	4,22	1,27	45,38	51,28	30	18,72	Kumlu killi balçık
45	5,66	98,4	2,91	0,69	49,08	72	21	7	Kumlu killi balçık
46	5,25	127,7	6,54	0,97	12,71	57,56	16	26,44	Kumlu balçık
47	5,83	89,1	4,19	1,30	28,81	58,56	22,72	18,72	Kumlu killi balçık
48	5,14	61,1	6,26	1,03	18,71	46,56	32,72	20,72	Killi balçık
49	5,19	80,05	5,79	1,22	21,73	65,28	20,72	14	Kumlu killi balçık
50	4,68	47,3	4,11	0,88	20,39	54,56	32,72	12,72	Kumlu killi balçık
51	5,04	109	6,53	0,30	48,11	50,56	26,72	22,72	Kumlu killi balçık

KAYNAKLAR

- Akalp, T. (1978). Türkiye'deki doğu ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) ormanlarında hasılat araştırmaları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 26(1).
- Akgöl, E. , Türkiye'de Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr.)'nın Yayılış Sahası Topraklarından Tespit Edilen Başlıca Özelliklerle Bunlar Arasındaki İlişkiler, Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülteni Serisi No: 71, Ankara (1975).
- Altun, L., Günlü, A., Yılmaz, M., & Usta, A. (2006). Genya Dağı (Artvin) Yöresinde Ayırt Edilen Ekolojik Toprak Serileri İle Verimlilik Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2), 202-212.
- Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Ayhan, U. S. T. A., Yılmaz, M., & Bakkaloğlu, M. (2007). Murat Dağı (Uşak) yöresinde yayılış gösteren ağaç türlerinin (kızılçam, karaçam ve sarıçam) verimliliğini etkileyen kimi ekolojik etmenlerin araştırılması. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 7(1), 71-92.
- Anonim, 2007 Ardanuç, Ovacık İşletme şefliği amenajman planı.
- Atacar, Y. (2019). Erzurum-Artvin-Bayburt yörelerinde yapılan ağaçlandırma çalışmalarının bazı toprak özellikleri üzerine etkileri (Master's thesis, Artvin Çoruh Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Atalay, İ. , Doğu Ladini Tohum Transfer Rejyonlaması, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Enstitüsü. Yayın No: 2, (1984). 65 S.
- Atalay, İ., Efe, R., 2012, Sarıçam Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Nakli Açısından bölgelere ayrılması, Meta Basım ve Matbaacılık, Ankara
- Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy journal 54:464-465.
- Cebi, İ.,(2017). Düzköy (Trabzon) yöresinde yapılan ağaçlandırmaların bazı toprak özellikleri ve azot mineralleşmesi üzerinde etkileri. Yüksek lisans tezi
- Çepel, N. , Orman Ekolojisi, İ.Ü. Orman Fakóltesi, Yayın No: 257, İstanbul, (1978). 354 S.
- Çepel, N., 1978. Orman Ekolojisi, İ.Ü. Orman Fakóltesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2479, Orman Fak. Yayın No: 257, Taş Matbaası, İstanbul.
- Çepel, N., 1988. Toprak ilmi. İ.Ü. O.F. Yay. No. 3416, O.F. Yay. No. 389, İstanbul.
- Çepel, N., 1998. Toprak ilmi. İ.Ü. O.F. Yay. No. 3416, O.F. Yay. No. 389, İstanbul.
- Çepel, N., DüNDAR, M., 1980. Bolu- Aladağ Orman Ekosistemlerinde Sarıçam'ın

(*Pinus sylvestris* L.) Boy Artımı ile Reliyef ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 30(1): 129-140.

Daşdemir, İ. (2011). Orman Mühendisliğine Giriş. Bartın Üniversitesi, Bartın.

Daşdemir, İ., 1992. Türkiye’deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Carr.) Ormanlarında Yetiştirme Ortamı Faktörleri–Verimlilik İlişkisi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 64, Ankara.

Demirci, A., Yavuz, H., Üçler, A. Ö., Oktan, E., & Yücesan, Z. (2003). Ülkemizdeki saf doğu ladini ormanlarında meşcere kuruluşları, büyüme ve artım ilişkileri ve silvikültürel öneriler.

Doğan, Y. (2012). Artvin-Kafkasör yöresi yaşlı ve genç ladin meşcerelerinde ve bitişindeki çayırılık alanlardaki azot mineralizasyonunun belirlenmesi (Master's thesis, Artvin Çoruh Üniversitesi).

Duman, A. (2017). Artvin, Erzurum ve Bayburt illerindeki bazı mikro havzalarda bozuk orman ve mera alanlarında bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi, uydu görüntüleri ile ilişkilendirilmesi ve modellenmesi.

Duman, A. (2008). Artvin Hatila Yöresindeki Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Yükselti ve bakı etmenlerine göre ölü örtü ayrışması ve bazı toprak özelliklerinin araştırılması.

Dündar, M. (1987). Toprak organik maddesi ve ekolojik yönden önemi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 37(1), 99-108.

Ercanlı, İ., Günlü, A., Altun, L., Başkent, E.Z., 2008. Relationship between site index of oriental spruce [*Picea orientalis* (L.) Link] and ecological variables in Mačka, Turkey. Scandinavian Journal of Forest Research 23: 319-329.

Ercanlı, İ., Keleş, S., Sivrikaya, F., Çakır, G., Günlü, A., Karahalil, U., ... & Selahattin, K. Ö. S. E. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcereleri için Yöresel (Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme Şeflikleri) Sıklığa bağlı hasılat Tablolarının düzenlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 8(2), 78-101.

Eroğlu, H., Sarıyıldız, T., Küçük, M., & Sancal, E. (2010). Doğu ladini meşcerelerinde bölmeden çıkarma çalışmalarının orman toprağının fiziksel özellikleri üzerine etkileri.

ESRI, (2014), ArcMap 10.2. Redlands, USA.

FAO, 2007. Guidelines of Soil Description, ISBN: 92-5-105521-1, Chief, Publishing

FAO, 2011. State of the World’s Forests, 164 sy., ISBN: 978-92-5-106750-5, Roma, Italy.

Fırat, F. 1972: Orman Hasılat Bilgisi. İ. Ü. Orman Fak., Yayın No: 1642/166, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

- Fırat, F., 1972. Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 166, İstanbul.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 44, Isparta.
- Geray, P. D. U., & Biokütlesi, İ. K. E. O. (2006). Ormanların yeni işlevi yenilenebilir enerji
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, D.Ü. Yayınları Yayın No: 1970, Orman Fak. Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Güner, Ş., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R., & Çelik, N. (2016). Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 66(1), 159-172.
- Güner, T. Ş., Özkan, K., & Yücel, E. (2011). Sarıçam ormanlarının verimliliği ile vejetasyon ve tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler: Türkmen Dağı örneği.
- Günlü, A., 2003. Artvin Genya dağı yetiştirme ortamları birimlerinin ayrılması ve haritalanması üzerine araştırmalar (Artvin Orman İşletme Şefliği Örneği The research on distinguishing and mapping of forest site unity in Artvin-Genya mountain (Artvin Forest Administration Chief Office sample)
- Günlü, A., Yılmaz, M., Altun, L., Ercenli, İ., & Küçük, M. (2006). Artvin Genya Dağı bölgesinde Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link.) Meşcerelerin verimliliği ile Bazı Edafik ve Fizyografik Faktörler arasındaki ilişkiler. Turkish Journal of Forestry, 7(1), 1-10.
- Haglöf, A. B., 2002. Users guide Vertex III and Transponder T3. Långsele, Sweden: Haglöf Sweden, AB.
- Hazelton, P., and Murphy, B. 2016. Interpreting soil test results: What do all the numbers mean? CSIRO publishing.
- <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>
- https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yayinlar/turkiye_iklimi.pdf
- <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/Yayinlar/Asli%20A%C4%9Fa%C3%A7%20T%C3%BCrleri.pdf> İlter, E., Ok, K., 2012. Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi Örnek Olaylarla) III. Baskı, ISBN: 978-975-96967-5-7, 422 Sayfa. Ankara.
- Jenness, J. 2006. Topographic Position Index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.2. Jenness Enterprises. <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>.
- Kaçar, B., 2009, Toprak Analizleri, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 44 Ostim-Ankara.

- Kalay, Z., 1989. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında Saf Doğu Ladini (Dorukağaç) (*Picea orientalis* (L.) LINK.) Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak Özelliklerinin ve Fizyografik Etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Doçentlik Tezi, Trabzon.
- Kalaycı, Ş., 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., 1982. Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi, Orman fakültesi yayınları, 349 s., İstanbul.
- Karataş R. & Özkan K. (2017). Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Ormancılık Araştırma Dergisi, 4, 12-21.
- Kayacık, H., 1960. Doğu Ladininin coğrafi yayılışı, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B,2, 25-32.
- Kocamanoğlu, Y.O., (2022) Karadağ kütlesi doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ağaçlandırmalarında kök, toprak ve ölü örtüdeki karbon ve azot birikiminin ekolojik olarak değerlendirilmesi. Doktora Tezi.
- Kopecký, M., & Čížková, Š. (2010). Using topographic wetness index in vegetation ecology: does the algorithm matter?. *Applied Vegetation Science*, 13(4), 450-459.
- Management Service, Information Division, FAO Viale delle Terme di Caracalla, Rome, Italy.
- MTA (2019) Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- NASA JPL (2020). NASADEM Merged DEM Global 1 arc second V001 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Accessed 2020-12-30 from doi:10.5067/MEaSUREs/NASADEM/NASADEM_HGT.001
- Nougeira, M.A., Albino, U.B., Brandao-Junior, O., Braun, G., Cruz, M.F., Dias, B.A., Duarte, R.T.D., Gioppo, N.M.R., Menna, P., Orlandi, J.M., Raimam, M.P., Rampazo, L.G.L., Santos, M.A., Silva, M.E.Z., Vieira, F.P., Torezan, J.M.D., Hungria, M., Andrade, G., 2006. Promising indicators for assessment of agro ecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 11-22p.
- Orman Genel Müdürlüğü Silvikültür Daire Başkanlığı Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları (Tebliğ No:298)

- Özdemir, N. (2019). Farklı topoğrafik yapı ve arazi kullanım koşullarında hacim ağırlığı ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7(2), 86-91.
- Özkan, K. (2006). Beyşehir gölü havzası Çarık Saraylar yetiştirme ortamı yöreler grubunda fizyografik yetiştirme ortamı faktörleri ile ağaç ve çalı tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler analizi.
- Özkan, K., & Kuzugüdenli, E. (2010). Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) verimliliği ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A*, (1), 16-29.
- 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 Havzası'ndaki Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(1 A), 22-37.
- Recep, E. F. E. (2002). COĞRAFYA'DA BEŞ TEMEL KAVRAM VE BUNLARIN ÖĞRETİM METOT VE TEKNİKLERİ. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (5), 27-41.
- Ritter, E. Ve Ark., 2003. Meşe ve Norveç Ladin Ağaçlandırma Alanlarının Toprak Özelliklerinin Eski Dönemlere Göre Değerlendirilmesi, *Plant and Soil*, 249: 319-330
- Saatçioğlu, F. 1976 (b) Silvikültür 1. (Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri) i.ü. Or. Fak. Yayın No:2187/222
- Saraçoğlu, Ö., 1989. Değişik Yaşlı Göknaar Meşcerelerinde Bonitet ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasında İkili İlişkiler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 39(2): 122-138.
- Sarıyıldız T., Akkuzu, E., Tilki, F., Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Küçük, M., ... & Duman, A. (2008). Artvin yöresi Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ormanlarının *Ips typographus* (L.) saldırısına maruz kalmasında ağaçların fizyolojik durumu, yetiştirme ortamı ve meşcere silvikültürel özelliklerinin etkisi.
- Sharma, R.P., Brunner, A. Ve Eid, T., 2012. Site Index Prediction from Site and Climate Variables for Norway Spruce Scots Pine in Norway, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27, 619-636.
- Socha, J. (2008). Effect of topography and geology on the site index of *Picea abies* in the West Carpathian, Poland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(3), 203-213.

- Şahin, E. (2019). Erzurum yöresindeki sarıçam (*pinus sylvestris* L.) ağaçlandırmalarında yetiştirme ortamı koşullarının büyüme üzerindeki etkileri (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Şenyurt, M., Ercanlı, İ., & Saraçoğlu, Ö. (2014). Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam meşcereleri için uyumlu Gövde çapı ve Gövde hacim denklemlerinin karışık etkili modelleme ile Geliştirilmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Antalya, Bildiriler Kitabı, 601-607.
- Uçarcı, H., & Bilir, N. (2018). Giresun-İkisu doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) link.) gençleştirme sahalarının silvikültürel değerlendirmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 45-50.
- URL-1 https://orbis.ogm.gov.tr/orbis/#geoportal/geo_geoportal
- URL-2 google Earth Pro
- URL-3 <https://artvinobm.ogm.gov.tr/ArdanucOIM/Lists/OrmanVarligi/AllItems.aspx>
- URL-4 <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>
- Ünal, E. L. E. R. (2002). Bonitetin önemi. Turkish Journal of Forestry, 3(2), 1-10.
- Yazıcı, D. (2019). Ardanuç ilçesinde farklı ağaç türleri ile yapılan ağaçlandırma çalışmalarının bazı toprak özellikleri üzerine etkisi (Master's thesis, Artvin Çoruh Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Yener, İ. & Altun, L. (2018). Predicting Site Index For Oriental Spruce (*Picea Orientalis* L. (Link)) Using Ecological Factors In The Eastern Black Sea, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 27(5), 3107–3116.
- Yener, İ. (2013). Farklı Yetiştirme Ortamı Bölgelerinde Yayılış Gösteren Saf Doğu Ladini *Picea Orientalis* L.(LINK)) Ormanlarında Bazı Ekolojik Faktörler İle Büyüme Arasındaki İlişkilerin Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği ABD. Doktora Tezi. 262s. Trabzon.
- Yener, İ. (2022). Development of high-resolution annual climate surfaces for Turkey using ANUSPLIN and comparison with other methods. Atmosfera, <https://doi.org/10.20937/ATM.53189>.
- Yılmaz, M., 2005. Doğu Karadeniz Bölümü Saf Doğu Kayını Ekosistemlerinde Kimi Ortam Etmenlerinin Kayının Gelişimine Etkileri Üzerine Araştırmalar. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: BAŞTAN, Hayrullah

Eğitim

Derece Eğitim Birimi Mezuniyet Tarihi

Vakıfkebir Lisesi 2003

Lisans Bartın Üniversitesi/Orman Mühendisliği Bölümü 16.07.2013

