

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) POPÜLASYONLARINDA
ARALAMALARIN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MEŞCERE
GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Sena YAVRUOĞLU

MART 2025

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) POPÜLASYONLARINDA
ARALAMALARIN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MEŞCERE
GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ANALİZİ**

Sena YAVRUOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“DOKTOR (ORMAN MÜHENDİSLİĞİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 / 02 / 2025

Tezin Savunma Tarihi : 19 / 03 / 2025

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zafer YÜCESAN

Trabzon 2025

ÖNSÖZ

“Bazı Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Popülasyonlarında Aralamaların ve İklim Değişikliğinin Meşcere Gelişimi Üzerine Etkilerinin Analizi” adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora tezimin bilimsel danışmanlığını üstlenerek, çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, araştırmamın planlanmasında ve yürütülmesinde kıymetli katkılarıyla beni destekleyen çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Zafer YÜCESAN’a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Kıymetli zamanlarını ayırarak çalışmam süresince değerli görüşleri, önerileri ve akademik katkılarıyla bana destek olan tez izleme komitesi ve tez jüri üyesi hocalarım Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER’e, Prof. Dr. Cengiz ACAR’a, Prof. Dr. Zafer ÖLMEZ’e ve Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL’e katkı ve desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Bu süreçte, arazi, büro ve laboratuvar çalışması aşamalarında yardımlarını esirgemeyen kıymetli meslektaşlarım Öğr. Gör. Aysen KALENDER’e, Anıl AZİZOĞLU’na, Feyza BAYTAK’a, Arş. Gör. Taha Yasin HATAY’a, Gözde KIYAGAN’a, Arş. Gör. Gizem MISIRLIOĞLU’na ve Ruhi ÖZDEMİR’e ve arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde teknik destekleri ve gösterdikleri misafirperverlik için ilgili orman bölge müdürlüklerinde görev yapan tüm şef ve çalışanlara gönülden teşekkür ederim.

Doktora sürecim boyunca anlayış ve destekleriyle yanımda olan Trabzon Ortahisar Belediyesi’ndeki değerli mesai arkadaşlarıma gönülden teşekkür ederim.

Akademik hayatım boyunca bana her zaman inanan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme en derin şükranlarımı sunarım. Sevgili annem Nuray KARAPINAR’a, babam Gürsel KARAPINAR’a ve canım ablam Sebila KARAPINAR SEZGİN’e minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Son olarak, bu akademik yolculuğun her anında yanımda olan, akademik hayatımda olduğu kadar hayat yolculuğumda da en büyük güç kaynağım olan sevgili eşim Barış YAVRUOĞLU’na sonsuz teşekkür ederim.

Sena YAVRUOĞLU

Trabzon, 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Bazı Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Popölasyonlarında Aralamaların ve İklim Değişikliğinin Meşcere Gelişimi Üzerine Etkilerinin Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Zafer YÜCESAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 19/03/2025

Sena YAVRUEĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	XIV
KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Hakkında Genel Bilgiler	3
1.1.2. Yayılışı	4
1.1.3. Botanik Özellikleri	6
1.1.4. Ekolojik Özellikleri	7
1.1.5. Silvikültürel Özellikleri	9
1.2. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Türünde Merkez (Normal) ve Kenar (Marjinal) Popülasyon Kavramı	11
1.3. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Ormanlarında Bakım	13
1.4. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Türü Merkez ve Kenar Popülasyonlarında Aralamaların Meşcere Gelişimi Üzerine Etkileri	15
1.5. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Türünde Aralamalar ve İklim Değişikliği Etkileşimi	17
1.6. Literatür Özeti	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	23
2.1. Materyal	23
2.1.1. Deneme Alanlarının Genel Tanıtımı ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri	23
2.2. Yöntem	54
2.2.1. Akış Diyagramı	54
2.2.2. Deneme Alanlarının Seçimi	55
2.2.3. Örnek Alanların Alınması	57
2.2.4. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler	60

2.2.5. Müdahale Şiddetinin Belirlenmesi	63
2.2.6. Meşcere Kuruluşlarının Saptanması	63
2.2.7. Çap, Boy Dağılımlarının Belirlenmesi	65
2.2.8. Meşcere Boy Eğrilerinin Düzenlenmesi	66
2.2.9. Meşcere İstikrarlılığının (Stabilite) Hesaplanması.....	68
2.2.10. Örnek Alanlara İlişkin Göğüs Yüzeyinin Hesaplanması.....	68
2.2.11. Örnek Alanlarda Hacimlerin Hesaplanması	69
2.2.12. Çap ve Boy Artımlarının Hesaplanması.....	69
2.2.13. Dönemsel İklim Tahminleri Hesaplanması ve Küresel İklim Senaryoları....	70
2.2.14. İstatistiksel Analizler	74
3. BULGULAR	77
3.1. Meşcere Kuruluşuna İlişkin Bulgular	77
3.1.1. Çap, Boy Dağılımlarına ve Meşcere Boy Eğrilerine İlişkin Bulgular	77
3.2. Meşcere İstikrarlılığına (Stabilite) İlişkin Bulgular	197
3.3. Müdahale Şiddetine İlişkin Bulgular	202
3.4. Çap, Boy, Göğüs Yüzeyi ve Hacim Artım Değerlerine İlişkin Bulgular	206
3.5. Dönemsel İklim Tahminleri Hesaplanması ve Küresel İklim Senaryolarına İlişkin Bulgular	258
3.5.1. Model Performansı ve Çevresel Değişkenlerin Etkisi	259
3.5.2. Küresel İklim Senaryolarına Göre <i>Pinus sylvestris</i> L. Türünün Gelecekteki Potansiyel Dağılımı	262
3.6. İstatistiksel Analizlere İlişkin Bulgular	267
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	270
4.1. Meşcere Kuruluş Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar	270
4.1.1. Çap, Boy Dağılımlarına ve Meşcere Boy Eğrilerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar	270
4.2. Meşcere İstikrarlılığı (Stabilite) Değerlerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar	273
4.3. Müdahale Şiddeti ile Çap, Boy, Göğüs Yüzeyi ve Hacim Artım Değerleri Üzerine Tartışma ve Sonuçlar	278
4.4. Dönemsel İklim Tahminleri Hesaplanması ve Küresel İklim Senaryolarına İlişkin Tartışma ve Sonuçlar	293
5. ÖNERİLER	295
6. KAYNAKLAR	297
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

BAZI SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) POPÜLASYONLARINDA ARALAMALARIN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN MEŞCERE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ANALİZİ

Sena YAVRUOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Zafer YÜCESAN
2025, 340 Sayfa

Ülkemizin önemli asli orman ağacı türlerinden birisi olan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), geniş kullanım alanına sahip odunu ve yüksek dağ ormanlarında asli tür olmasıyla orman ürünleri endüstrisinde önemli bir değere sahiptir. Türün sürdürülebilirliği için yaş ve bonitet farklılıklarına göre bakım teknikleri uygulanarak dayanıklı ve sağlıklı ormanlar oluşturulmalıdır. Aralamaya konu sarıçam meşcerelerinde, normal (merkez) ve marjinal (kenar) popülasyonların iklim değişikliğine tepkisini belirlemek ve silvikültürel projeksiyonlar oluşturmak amacıyla yaş ve bonitet farklılıklarına göre örnek alanlar alınmıştır. Araştırma alanları, Sarıçamın yayılış gösterdiği ve farklı şiddette aralama müdahalelerine konu olmuş saf ve doğal meşcerelerden seçilmiş olup, Trabzon, Giresun, Amasya, Kayseri, Erzurum ve Artvin Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu meşcerelerde gerekli kantitatif ölçümler ile meşcere kuruluşları belirlenmiş olup, gövde analizleri ile büyüme ve gelişim ilişkileri hem çapa bağlı hem de boya bağlı fonksiyonlar şeklinde grafik yöntemlerle tespit edilmiştir. Araştırmaya konu olan sarıçam meşcerelerinde iklim değişikliğinin etkisinin ortaya konulmasında sarıçam meşcerelerinin belirli dönem aralıklarındaki alansal durumu ilgili projeksiyonları iklim senaryoları modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve ileri düzey modelleme teknikleri kullanılarak, Sarıçamın ekolojik nişi ve habitat seçimi belirlenmiş, çevresel değişkenlerin türün yayılım alanları üzerindeki belirleyici etkileri analiz edilmiştir. Uygulanan modellerin yüksek tahmin gücü ile, 2020-2040, 2040-2060, 2060-2080 ve 2080-2100 dönemleri arasında olası alansal değişimler ortaya konulmuş, Sarıçam meşcerelerinin gelecekteki potansiyel yayılım alanları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarıçam, Aralama, Normal ve kenar popülasyonlar, Meşcere kuruluşu, Büyüme ilişkileri, İklim Değişikliği

PhD. Thesis

SUMMARY

THE ANALYSIS OF THINNING EFFECTS AND CLIMATE CHANGE ON STAND DEVELOPMENT IN CERTAIN SCOTCH PINE (*Pinus sylvestris* L.) POPULATIONS

Sena YAVRUOĞLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Engineering Programme
Supervisor: Prof. Dr. Zafer YÜCESAN
2025, 340 Pages

Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), one of the most important primary forest tree species in our country, is of great value in the forest products industry as its wood has a wide range of uses and it is the main species in high mountain forests. For the sustainability of the species, durable and healthy forests should be created by applying maintenance techniques according to age and bonitet differences. Plots were sampled according to age and bonitet differences to determine the response of normal (centre) and marginal (edge) populations to climate change and to make silvicultural projections. The study plots were selected from pure and natural stands where Scotch pine is distributed and subjected to different levels of thinning and are located within the boundaries of the Trabzon, Giresun, Amasya, Kayseri, Erzurum and Artvin Regional Forestry Directorates. In these stands, stand establishment was determined by quantitative measurements and growth and development relationships were determined by stem analysis and graphical methods as both diameter and height dependent functions. In order to reveal the effects of climate change on the studied Scotch pine stands, the areal status of the Scotch pine stands was estimated at certain time intervals using climate scenario models. Geographical Information Systems (GIS) and advanced modelling techniques were used to determine the ecological niche and habitat selection of Scots pine and to analyse the determining effects of environmental variables on the distribution of the species. The high predictive power of the applied models allowed to identify possible spatial changes between the periods 2020-2040, 2040-2060, 2060-2080 and 2080-2100 and to determine the future potential distribution areas of Scots pine stands.

Key Words: Scots pine, Thinning, Stand structure, Normal and edge populations, Growth relation, Climate change.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Araştırma alanı olarak seçilen alanların bağlı bulunduğu Orman Bölge Müdürlükleri.....	23
Şekil 2.	Sarıçdağı Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası.....	27
Şekil 3.	Şiran Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası.....	27
Şekil 4.	Sarıçdağı Orman İşletme Şefliği eğim haritası.....	28
Şekil 5.	Şiran Orman İşletme Şefliği eğim haritası	28
Şekil 6.	Sarıçdağı Orman İşletme Şefliği bakı haritası.....	29
Şekil 7.	Şiran Orman İşletme Şefliği bakı haritası.....	29
Şekil 8.	Bölükçam Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası	32
Şekil 9.	Arpaalan Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası	33
Şekil 10.	Bölükçam Orman İşletme Şefliği eğim haritası	33
Şekil 11.	Arpaalan Orman İşletme Şefliği eğim haritası	34
Şekil 12.	Bölükçam Orman İşletme Şefliği bakı haritası	34
Şekil 13.	Arpaalan Orman İşletme Şefliği bakı haritası	35
Şekil 14.	Ayvaz Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası.....	38
Şekil 15.	Niksar Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası	38
Şekil 16.	Ayvaz Orman İşletme Şefliği eğim haritası.....	39
Şekil 17.	Niksar Orman İşletme Şefliği eğim haritası	39
Şekil 18.	Ayvaz Orman İşletme Şefliği bakı haritası.....	40
Şekil 19.	Niksar Orman İşletme Şefliği bakı haritası	40
Şekil 20.	Aydıncık Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası	43
Şekil 21.	Başçatak Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası	43
Şekil 22.	Aydıncık Orman İşletme Şefliği eğim haritası	44
Şekil 23.	Başçatak Orman İşletme Şefliği eğim haritası	44
Şekil 24.	Aydıncık Orman İşletme Şefliği bakı haritası	45
Şekil 25.	Başçatak Orman İşletme Şefliği bakı haritası.....	45
Şekil 26.	Oltu Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası.....	48
Şekil 27.	Oltu Orman İşletme Şefliği eğim haritası.....	49
Şekil 28.	Oltu Orman İşletme Şefliği bakı haritası.....	49
Şekil 29.	Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası	51

Şekil 30. Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği eğitim haritası	52
Şekil 31. Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği bakı haritası	52
Şekil 32. Tez çalışmasının akış diyagramı	54
Şekil 33. Kuraklık parametreleri	55
Şekil 34. Kuraklık parametrelerinin poligonlar şeklinde gösterimi	56
Şekil 35. Ağırlıklandırılmış poligon alanları	56
Şekil 36. Çalışma yapılan örnek alanların kuraklık haritası üzerinde gösterimi	57
Şekil 37. Sarıçdağı OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) göğüs çapı-boy ilişkisi, (c) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi	78
Şekil 38. Sarıçdağı OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) göğüs çapı-boy ilişkisi, (c) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi	80
Şekil 39. Sarıçdağı OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) göğüs çapı-boy ilişkisi, (c) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi	82
Şekil 40. Sarıçdağı OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	84
Şekil 41. Sarıçdağı OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	86
Şekil 42. Sarıçdağı OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	88
Şekil 43. Şiran OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	90
Şekil 44. Şiran OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	92
Şekil 45. Şiran OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	94
Şekil 46. Şiran OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	96
Şekil 47. Şiran OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	98
Şekil 48. Şiran OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	100
Şekil 49. Bölükçam OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	102
Şekil 50. Bölükçam OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	104
Şekil 51. Bölükçam OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	106
Şekil 52. Bölükçam OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	108

Şekil 53.	Bölükçam OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	110
Şekil 54.	Bölükçam OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	112
Şekil 55.	Arpaalan OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	114
Şekil 56.	Arpaalan OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	116
Şekil 57.	Arpaalan OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	118
Şekil 58.	Arpaalan OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	120
Şekil 59.	Arpaalan OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	122
Şekil 60.	Arpaalan OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	124
Şekil 61.	Ayvaz OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	126
Şekil 62.	Ayvaz OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	128
Şekil 63.	Ayvaz OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	130
Şekil 64.	Ayvaz OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	132
Şekil 65.	Ayvaz OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	134
Şekil 66.	Ayvaz OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	136
Şekil 67.	Niksar OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	138
Şekil 68.	Niksar OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	140
Şekil 69.	Niksar OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	142
Şekil 70.	Niksar OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	144
Şekil 71.	Niksar OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	146
Şekil 72.	Niksar OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	148

Şekil 73.	Aydıncık OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	150
Şekil 74.	Aydıncık OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	152
Şekil 75.	Aydıncık OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	154
Şekil 76.	Aydıncık OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	156
Şekil 77.	Aydıncık OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	158
Şekil 78.	Aydıncık OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	160
Şekil 79.	Başçatak OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	162
Şekil 80.	Başçatak OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	164
Şekil 81.	Başçatak OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	166
Şekil 82.	Başçatak OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	168
Şekil 83.	Başçatak OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	170
Şekil 84.	Başçatak OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	172
Şekil 85.	Oltu OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	174
Şekil 86.	Oltu OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	176
Şekil 87.	Oltu OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	178
Şekil 88.	Oltu OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	180
Şekil 89.	Oltu OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	182
Şekil 90.	Oltu OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	184
Şekil 91.	Kılıçkaya OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	186
Şekil 92.	Kılıçkaya OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi.....	188

Şekil 93. Kılıçkaya OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	190
Şekil 94. Kılıçkaya OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	192
Şekil 95. Kılıçkaya OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	194
Şekil 96. Kılıçkaya OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi	196
Şekil 97. Modelin ROC eğrisi- AUC değeri	259
Şekil 98. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) türünde çevresel değişkenlerin etkisine ilişkin grafik.....	260
Şekil 99. En sıcak ayın sıcaklığı [Bio5] değişkenine ilişkin tepki eğrisi.....	261
Şekil 100. En sıcak ayın sıcaklığı [Bio9] değişkenine ilişkin tepki eğrisi	261
Şekil 101. En sıcak ayın sıcaklığı [Bio10] değişkenine ilişkin tepki eğrisi	262
Şekil 102. SSP126 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de <i>Pinus sylvestris</i> ’in potansiyel dağılımı	263
Şekil 103. SSP245 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’deki <i>Pinus sylvestris</i> ’in potansiyel dağılımı	264
Şekil 104. SSP 585 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’deki <i>Pinus sylvestris</i> ’in potansiyel dağılımı	266

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Örnek alanlara ilişkin yaş sınıfı ve bonitet sınıfı tablosu	24
Tablo 2. Örnek Alanlara ilişkin stabilite (istikrarlılık) değerleri tablosu.....	197
Tablo 3. Örnek Alanlara ilişkin müdahale şiddeti değerleri tablosu.....	203
Tablo 4. Örnek alanlara ilişkin çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri tablosu.....	207
Tablo 5. SSP126 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de <i>Pinus sylvestris</i> ’in alansal dağılımı.....	263
Tablo 6. SSP 245 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de <i>Pinus sylvestris</i> ’in alansal dağılımı.....	265
Tablo 7. SSP 585 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de <i>Pinus sylvestris</i> ’in alansal dağılımı.....	266
Tablo 8. Shapiro-wilk normallik testi	267
Tablo 9. Bağımsız Örneklem t-Testi tablosu	268
Tablo 10. Mann-Whitney Testi tablosu.....	268
Tablo 11. Korelasyon Analiz Tablosu.....	269

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

R^2	: Belirleme katsayısı
$d_{1.30}$	: Göğüs çapı
G_i	: Hektar başına düşen göğüs yüzeyi
h	: Ağaç boyu
P	: Standart sapma değeri
S_{yx}	: Standart hata
V_i	: Hektar başına düşen hacim değeri
α	: Hata (anlamlılık düzeyi)
ArcGIS	: Arc Geographic Information System
AUC	: Area Under the Curve (Eğri Altındaki Alan)
DBH	: Diameter at breast height (çap)
GCM	: Küresel İklim Modelleri
IDW	: Inverse Distance Weighting (Ters Mesafe Ağırlıklandırma)
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
LİDAR	: Light Detection and Ranging (Işık Tespit ve Menzil Belirleme)
MaxEnt	: Maksimum Entropi
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
PRECIS	: Providing Regional Climates for Impacts Studies
ROC	: Receiver Operating Characteristic (Alıcı İşletim Karakteristiği)
SDM	: Tür Dağılım Modellemesi
SPI	: Standart Yağış İndeksi
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi)
TLS	: Karasal Lazer Tarama
UAV	: İnsansız Hava Aracı
YARDOP	: Yanan Orman Alanlarının Rehabilitasyonu Ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Küresel iklim değişikliği, günümüzün en önemli çevresel sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu durum, iklim sistemindeki uzun vadeli değişiklikler ve bu değişikliklerin ekosistemler üzerindeki etkileriyle doğrudan ilişkilidir. İklim değişikliği, sıcaklık artışları, yağış düzenlerindeki değişiklikler, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı hava olaylarının sıklığındaki artış gibi birçok olumsuz etkiyi beraberinde getirmektedir (Deligöz ve Gençler, 2020; Türkeş, 2012). Türkiye de bu etkileri ve değişimleri doğrudan hisseden ülkelerden biridir. Ülkemiz, iklim değişikliğinin etkileriyle karşı karşıya kalacak ülkeler arasında yer almakta ve bu durum, tarım, su kaynakları ve biyolojik çeşitlilik gibi alanlarda ciddi sorunlara yol açmaktadır (Deligöz ve Gençler, 2020; Selçuk vd., 2022; Türkeş, 2012).

Yaklaşık 22,9 milyon hektarlık orman alanına sahip olan Türkiye, yüzölçümünün %29'unu ormanlarla kaplı tutmaktadır ve orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi için çeşitli stratejiler geliştirmektedir (OGM, 2020). Türkiye'nin coğrafi yapısı ve farklı iklim bölgelerinin etkisiyle zengin bir bitki örtüsü çeşitliliğine sahip olan ormanları hem ekolojik hem de ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir (Demir, 2009). Türkiye ormanları, özellikle kırsal ekonomiye katkı sağlama, karbon depolama ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi açısından stratejik bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Durusoy vd., 2005). Akdeniz havzasında yer alan Türkiye ormanları, kuraklık, sıcaklık artışları ve düzensiz yağışlar gibi iklim değişikliği kaynaklı tehditler karşısında oldukça hassas durumdadır (Tuncel, 2016). Bu nedenle, Türkiye ormanlarında iklim değişikliğine bağlı ormancılık uygulamalarının ve orman koruma stratejilerinin geliştirilmesi büyük bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

Ormanlar, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynamakta ve karbondioksit emisyonlarını azaltarak atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu dengelemeye yardımcı olmaktadır. Ancak, ormanların yok edilmesi ve kötü yönetimi, bu dengeyi bozmakta ve iklim değişikliğini hızlandırmaktadır. Orman yangınları, iklim değişikliğinin bir sonucu olarak artmakta ve bu durum hem ekosistemler hem de insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Ercan, 2023; Atmış vd., 2022).

İklim değışikliği, Türkiye’deki orman ekosistemlerinin yanı sıra, bu ekosistemlerde yaşıyan türlerin de yaşam alanlarını tehdit etmektedir. İklim değışikliği ile birlikte türlerin dağılımı ve çeşitliliği üzerinde olumsuz etkiler gözlemlenmektedir. Bu durum, biyolojik çeşitliliğin korunması için gerekli önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Türkiye’nin zengin biyolojik çeşitliliği, iklim değışikliği karşısında savunmasız kalmamak için etkili koruma stratejilerine ihtiyaç duymaktadır (Sarginci ve Beyazyüz, 2022; Korkmaz ve Adıgüzel, 2021; Karacan ve Gökce, 2020).

Türkiye ormancılığında stratejik bir değere sahip olan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), soğuk iklim kuşaklarına özgü bir tür olarak geniş bir yayılım göstermekte ve Türkiye ormanları içinde yaklaşık 1,5 milyon hektar alan kaplamaktadır (Dağdaş vd., 2019). Kereste endüstrisinde de önemli bir yere sahip olan Sarıçam, hızlı büyüme yeteneği ve nitelikli odun üretimi ile ekonomik açıdan değerlidir. Sarıçam, özellikle yüksek irtifa ve zorlu iklim koşullarına dayanıklılığı ile bilinir. Bu özellikleri, Sarıçam’ı iklim değışikliğine dirençli orman ekosistemlerinin oluşturulmasında önemli bir tür haline getirmektedir. İklim değışikliği, orman ekosistemleri üzerinde derin etkiler yaratmakta ve bu durum, orman yönetimi stratejilerinin yeniden gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır (Erdönmez, 2024). Sarıçam, bu bağlamda, iklim değışikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik stratejilerde oldukça önemli bir türdür.

Bu stratejilerin oluşturulmasında, ormanların büyüme, gelişim ve verimlilik gibi özelliklerini değerlendiren silvikültürel analizler önemli bir rol oynamaktadır ve ormancılık uygulamalarının etkinliğini artırmak için kullanılan önemli bir araçtır. Bu analizler, ormanların büyüme, gelişim ve verimlilik gibi özelliklerini değerlendirerek, iklim değışikliğine karşı daha dirençli orman ekosistemleri oluşturulmasına yardımcı olmaktadır (Çerçioğlu ve Bilir, 2018). Örneğin, Türkiye’de yapılan çalışmalarda, farklı ağaç türlerinin iklim değışikliği senaryolarına karşı gösterdiği tepkiler incelenmiş ve bu türlerin yönetim stratejileri belirlenmiştir (Korkmaz ve Adıgüzel, 2021). Bu tür araştırmalar, ormancılık uygulamalarının iklim değışikliği ile mücadelede nasıl daha etkili hale getirilebileceğine dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışma ile, Türkiye’nin farklı ekolojik koşullara sahip bölgelerinde yer alan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)’ın merkez (normal) ve kenar (marjinal) popölasyonlarında Orman Genel Müdürlüğü tarafından uygulanan aralama müdahaleleri sonrasında, meşcerelerdeki aktüel kuruluşlarla bağlantılı olarak ortaya çıkan meşcere gelişimi eğilimlerinin, iklim modelleri ile ortaya konan sarıçamın yayılış alanlarındaki yatay ve

dikeyde ortaya çıkacak alansal değişimlere adaptasyon olanaklarının irdelenmesi amaçlanmaktadır. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türünün gelecekteki iklim koşulları altında sürdürülebilir yönetimi için elde edilen veriler doğrultusunda, ormancılık sektöründe iklim değişikliğine uyumlu silvikültürel uygulamaların geliştirilmesi için yol gösterici nitelikte olacaktır. Böylece, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) gibi oldukça öneme sahip türlerin popülasyonlarını tehdit eden iklim değişikliği etkilerine karşı etkili yönetim şekilleri oluşturulabileceğini söylemek mümkündür.

1.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Hakkında Genel Bilgiler

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Pinaceae (çamgiller) familyasına ait, kuzey yarımkürenin soğuk iklim bölgelerinde yayılım gösteren önemli bir kozalaklı ağaç türüdür (Sağlam vd., 2022). Tür, özellikle geniş ekolojik adaptasyon yeteneği ve farklı habitat koşullarına uyum sağlayabilmesi nedeniyle geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir. Sarıçam ormanları, karbon depolama, toprak stabilitesi ve havza yönetimi gibi ekosistem hizmetleri sağlamada önemli roller üstlenmektedir (Mısır vd., 2012).

Sarıçam, özellikle geniş bir yayılım alanına sahip olması nedeniyle farklı iklim ve toprak koşullarına uyum sağlayarak Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'nın çeşitli bölgelerinde kendine yaşam alanı bulmuştur. Orman ürünleri sanayisinde yoğun olarak tercih edilmesi ve dayanıklı kereste üretimi sağlaması nedeniyle ormancılık sektörü açısından stratejik bir tür olarak değerlendirilmektedir (Hekimoğlu, 2014). Türkiye'de ise başta Karadeniz ve İç Anadolu bölgeleri olmak üzere çeşitli yükselti ve iklim koşullarında yayılım göstermektedir (Gezer vd., 2002).

Son yıllarda iklim değişikliği ve insan faaliyetlerinin etkisiyle Sarıçam popülasyonlarında bazı ekolojik değişimler gözlemlenmiştir. İklim değişikliği ile bağlantılı olarak sıcaklık ve nem dengesindeki değişiklikler, türün meşcere yapısı ve büyüme özelliklerini doğrudan etkileyen faktörler olarak dikkat çekmektedir (Zeydanlı vd., 2011). Bu bağlamda, Sarıçam türü üzerinde yapılan araştırmalar, türün özellikle artan sıcaklık ve kuraklık gibi stres faktörlerine nasıl tepki verdiğini ortaya koymakta ve iklim değişikliğine dayanıklılığını destekleyecek yönetim stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Alaçık, 2014).

1.1.2. Yayılışı

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), yaygın olarak İskoç çamı olarak bilinen, ekolojik ve ekonomik açıdan önemli bir ağaç türüdür. Batı Avrupa'dan Doğu Sibirya'ya kadar uzanan geniş bir doğal yayılım alanına sahiptir. Çeşitli iklim ve toprak koşullarına uyum yeteneği, bu türün farklı ortamlarda dirençli ve uyumlu bir şekilde gelişmesine olanak tanır (Urbaniak ve ark., 2019; Xiao ve ark., 2006). Sarıçam, özellikle ılıman kuşak ormanlarında yaygın olarak bulunur ve geniş alanlar kaplayan meşcereler oluşturarak biyoçeşitlilik, karbon depolama ve toprak koruma gibi ekosistem hizmetlerine katkı sağlar (Giberti ve ark., 2022; Figas ve ark., 2021).

Pinus sylvestris'in yayılışı, biyocoğrafik ve ekolojik faktörlerden etkilenmektedir. Örneğin, İber Yarımadası'ndaki sarıçam popülasyonlarının parçalı ve izole dağılımlar sergilediği bilinmektedir. Türün batı sınırındaki yayılışı, biyocoğrafya açısından benzersiz bir öneme sahiptir. Bu izolasyon, genetik çeşitliliği ve adaptasyon kabiliyetini doğrudan etkiler. Relikt popülasyonlar, bulundukları yerel çevre koşullarına uyum sağlayarak özgün genetik özellikler geliştirebilir (Şofletea ve ark., 2020). Ayrıca, sarıçamın kumlu, asidik ve besin açısından fakir topraklarda da gelişebilmesi, türün ekolojik çok yönlülüğünü göstermektedir (Zavyalov ve ark., 2019).

Sarıçamın büyüme performansı, çevresel koşullar ve orman yönetim uygulamalarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Araştırmalar, iyi drene edilen, yeterli nem ve besin içeriğine sahip topraklarda sarıçamın yüksek büyüme oranlarına ve biyokütle üretimine ulaştığını ortaya koymaktadır (Tungalag ve ark., 2020). Bununla birlikte, rehabilite edilmiş maden sahaları veya yüksek kirlilik seviyelerine sahip alanlarda büyüme hızı ciddi şekilde sınırlanabilir (Kuznetsova ve ark., 2009). Sarıçam, boreal ve Akdeniz ekosistemlerinde kuraklık ve rekabet baskısına karşı geliştirdiği uyum stratejileriyle dikkat çekmektedir (Shestakova ve ark., 2017).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L. subsp. *hamata*), geniş Avrasya yayılışına sahip olan *Pinus sylvestris* türünün Anadolu'ya özgü alt türlerinden biridir. Genel tür olan *P. sylvestris*, Avrupa'nın kuzeyinden başlayarak doğuda Sibirya'ya, güneyde ise İspanya ve Portekiz'e kadar uzanan çok geniş bir coğrafyada doğal olarak yayılım gösterir (Vacek ve ark., 2023).

Alt tür *hamata*, bu geniş yayılım alanının özellikle Doğu Akdeniz ve Güney Kafkasya kesimlerinde lokalize olmuş bir varyantıdır. Türkiye, bu alt türün doğal yayılım gösterdiği

başlıca ülkedir ve özellikle Doğu Karadeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde, yüksek rakımlı dağlık alanlarda yayılış gösterir. Sarıçam ormanları, bu bölgelerde genellikle *Abies* ve *Fagus* gibi türlerle birlikte karışık yapraklı ormanlar oluşturur. Anadolu'daki bu yayılışın, hem biyoklimatik faktörlere hem de topoğrafik çeşitliliğe dayalı olduğu, çeşitli morfogenetik çalışmalarda ortaya konmuştur (Bozkurt ve Coşkunçelebi, 2021).

Türkiye’de sarıçam, orman ekosistemlerinde geniş bir yayılış alanına sahiptir. Akdeniz ikliminin etkili olduğu dağlık bölgelerde ve yüksek rakımlarda sıklıkla rastlanan sarıçam, Türkiye’nin Karadeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yayılım göstermektedir. Türkiye’nin orman varlığının önemli bir bölümünü oluşturan bu tür, hem ekolojik hem de ekonomik açıdan büyük değer taşımaktadır (Elveren ve ark., 2015).

Türkiye’de sarıçamın yayılışı, iklim ve toprak koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, Erzincan’da yapılan bir çalışmada, sarıçamın büyüme performansının yerel toprak özelliklerine ve mineral element birikimine bağlı olduğu ortaya konulmuştur (Elveren ve ark., 2015). Bununla birlikte, iklim değişikliği ve insan faaliyetleri, sarıçamın doğal yayılış alanlarını tehdit etmektedir. Türün yayılımındaki daralma, biyolojik çeşitlilik kaybına ve ekosistem fonksiyonlarının zayıflamasına yol açmaktadır (Konatowska, 2023).

Sarıçam ormanları, biyoçeşitliliği destekleyen birçok bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapar. Bu ormanlar, karbon depolama, toprak erozyonunu önleme ve su döngüsünü düzenleme gibi işlevlerle ekosistem hizmetleri sunar. Sarıçam ormanlarında bulunan mantar ve böcek türleri, orman ekosistemlerinin sağlıklı işleyişi için önemli bir rol oynamaktadır (Elveren ve ark., 2015).

Ormanların kesimi, tarım arazilerinin genişletilmesi ve kentsel gelişim gibi insan faaliyetleri, sarıçam popülasyonlarını tehdit etmektedir. Ayrıca, iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışları ve yağış düzenindeki değişiklikler, sarıçamın büyüme koşullarını olumsuz etkilemektedir (Konatowska, 2023).

Sonuç olarak, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), geniş yayılışı, ekolojik önemi ve ekonomik değeri ile dikkat çeken bir türdür. Türün genetik çeşitliliği, çevresel faktörlere adaptasyonu ve ekosistem hizmetleri üzerindeki rolü, orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği açısından büyük bir önem taşımaktadır. Sarıçamın korunması ve sürdürülebilir yönetimi için etkili ormancılık uygulamalarının geliştirilmesi gerekmektedir (Urbaniak ve ark., 2019; Giberti ve ark., 2022; Zavyalov ve ark., 2019).

1.1.3. Botanik Özellikleri

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ormancılık ve ekoloji alanında sıkça araştırılan, farklı iklim ve toprak koşullarına uyum sağlayabilen önemli bir kozalaklı ağaç türüdür. Tür, fakir topraklarda büyüebilme ve kuraklık koşullarına dayanabilme kapasitesini, gömülü stomalar ve su kaybını azaltan mumsu epidermis tabakası gibi morfolojik özelliklerle desteklemektedir (Pajtik ve ark., 2022; Garmash, 2023).

Sarıçam, genellikle düz bir gövdeye, konik bir tepeye ve çiftler halinde dizilmiş iğne yapraklara sahiptir. İğne yaprakları birkaç yıl boyunca ağaç üzerinde kalır ve fotosentez kapasitesini uzun süre korur. Bu özellik, özellikle besin maddelerince fakir topraklarda türün yaşama şansını artırır (Zavyalov ve ark., 2019). Türün büyüme dinamikleri, sıcaklık ve yağış gibi iklim faktörlerinden etkilenir ve araştırmalar, bu faktörlerin radyal büyüme ve genel canlılık üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir (Dauškane ve Elferts, 2011; Özel ve ark., 2021). Örneğin, yaz sıcaklıklarının artması, özellikle nem tutma kapasitesinin düşük olduğu kumlu topraklarda, radyal büyümeyi azaltabilir (Pajtik ve ark., 2022).

Sarıçam'ın üreme biyolojisi de oldukça dikkat çekicidir. Hem erkek hem de dişi kozalaklar üretir; erkek kozalaklar küçük ve çok sayıda, dişi kozalaklar ise daha büyük ve tohum üretiminde etkindir. Tohumlar rüzgarla yayılarak uzak mesafelere taşınır. Bu üreme stratejisi, özellikle bozulan alanlarda türün yeniden doğal yenilenmesini kolaylaştırır (Luguza ve ark., 2020; Lavnyy ve ark., 2022).

Sarıçam popülasyonları, geniş dağılım alanı nedeniyle genetik çeşitlilik açısından zengindir. Bu çeşitlilik, türün farklı çevresel koşullara uyum sağlama kapasitesini artırır. Araştırmalar, belirli genotiplerin kuraklık, don ve zararlılara karşı daha dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur (Kavaliauskas ve ark., 2022; Şofletea ve ark., 2020). Bu genetik çeşitlilik, büyüme oranları, zararlılara ve hastalıklara direnç, kuraklık ve don gibi abiyotik streslere tolerans gibi çeşitli özelliklerde kendini göstermektedir (Liu ve ark., 2022; Bastien ve Alía, 2000). Örneğin, belirli genotiplerin belirli patojenlere karşı doğal olarak dirençli olduğu tespit edilmiştir ve bu da Sarıçam ormanlarının korunması ve yönetiminde genetik çalışmaların önemini vurgulamaktadır (Liu ve ark., 2022).

Sarıçam, orman ekosistemlerinde kilit bir tür olarak işlev görür. Çeşitli yaban hayatı türlerine besin ve habitat sağlayarak biyoçeşitliliği destekler. Türün ürettiği asidik orman altı örtüsü, toprak kimyasını ve mikrobiyal aktiviteleri etkileyerek ekosistemin genel

sağlığını şekillendirir (Špulák ve ark., 2018). Ayrıca, Sarıçam ormanları yangın ve zararlılara karşı direnç göstermekte, ancak iklim değişikliğinin etkileriyle karşı karşıya kalmaktadır (Vilà-Cabrera ve ark., 2012; Наквасина ve Prozherina, 2021).

Sarıçam, derin kök sistemleri sayesinde yeraltı suyuna ulaşabilir ve kuraklıkla başa çıkabilir. Bu fizyolojik adaptasyon, su kaybını en aza indiren özelliklerle desteklenir (Pajtk ve ark., 2022; Dauškane ve Elferts, 2011).

Sarıçam türü, hızlı büyüme yeteneği ve çeşitli koşullarda gelişebilme kapasitesi nedeniyle yeniden ormanlaştırma ve ağaçlandırma projelerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, Sarıçam'ın yönetimi, ekolojik etkileşimleri ve iklim değişikliğinin büyüme modelleri ve zararlılara duyarlılık üzerindeki potansiyel etkilerini dikkate almalıdır (Lavnyy ve ark., 2022; Nilsson ve ark., 2012). Etkili yönetim stratejileri, genetik çeşitliliği korumayı ve çevresel stres faktörlerine karşı direnç geliştirmeyi hedefleyerek Sarıçam popülasyonlarının uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamalıdır (Kavaliauskas ve ark., 2022; Șofletea ve ark., 2020).

1.1.4. Ekolojik Özellikleri

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Avrasya genelinde geniş bir yayılışa sahip olup, farklı çevre koşullarına, toprak tiplerine ve nem seviyelerine uyum sağlayabilme yeteneği ile birçok bölgede baskın orman kurucu türlerden biri olmuştur. Sarıçam'ın büyümesi ve verimliliği, toprak özelliklerinden büyük ölçüde etkilenir. İyi drene edilmiş kumlu topraklarda başarılı bir şekilde gelişirken, besin içeriği düşük veya fakir topraklara da uyum sağlayabilme kapasitesi, onun ekolojik esnekliğini ortaya koyar (Kovalevskii ve ark., 2022). Toprak nemindeki değişimler, fotosentez ve besin alımı gibi fizyolojik süreçleri etkileyerek büyüme üzerinde doğrudan rol oynar (Figas ve ark., 2021). Sarıçam, yarı kurak bölgelerde kuraklık koşullarına dayanabilir, ancak aşırı kuraklık türün büyüme potansiyelini sınırlayabilir (Kovalevskii ve ark., 2022; Figas ve ark., 2021).

İklimsel adaptasyon açısından, Sarıçam, sıcaklık dalgalanmalarına ve değişen nem seviyelerine karşı dayanıklılığı ile bilinir. Araştırmalar, Sarıçam'ın kuraklık stresi koşullarında büyümeyi sürdürebildiğini ve bu özelliğin iklim değişkenliği yaşayan bölgelerde özellikle avantajlı olduğunu göstermektedir (Yasmeen ve ark., 2019; Friedrichs ve ark., 2009). Türün bu adaptasyonu, buhar basıncı ve günlük sıcaklık değişimleri gibi iklimsel faktörlere dayalı olarak farklı büyüme tepkileri sergilemesiyle kendini

göstermektedir (Yasmeen ve ark., 2019; Xiao ve ark., 2006). Bu adaptasyon, boreal ormanlardan ılıman ağaçlık alanlara kadar farklı habitatlarda hayatta kalması için önemlidir.

Sarıçam'ın ekolojik etkileşimleri, büyüme özelliklerinin ötesine geçer; biyoçeşitliliği desteklemede önemli bir rol oynar. Sarıçam ormanları, ağaçlardan besin ve barınak sağlayan kuşlar ve memeliler gibi çeşitli faunalara yaşam alanı sağlar (Lynikienė ve ark., 2020). Sarıçam meşcerelerinin yapısı, gölgelik ve örtü altı dinamikleriyle karakterize edilir ve bu durum, ilişkili flora ve fauna topluluklarının bileşimini etkileyerek genel ekosistem sağlığına katkıda bulunur (Lynikienė ve ark., 2020; Summers ve ark., 2002). Ayrıca, türün ektomikoriza mantarları ile simbiyotik ilişkiler kurduğu ve bu ilişkilerin besin alımını artırarak toprak sağlığını iyileştirdiği bilinmektedir (Lu ve ark., 2011; Ren, 2023).

Sarıçam'ın üreme stratejileri de ekolojik adaptasyonunu yansıtır. Tür, rüzgarla yayılan önemli miktarda tohum üretir ve bu, yeni alanların kolonizasyonunu sağlar (Horstmann ve ark., 2022). Bu üreme stratejisi, çeşitli çevre koşullarında yenilenme yeteneğiyle tamamlanır ve Sarıçam'ı ağaçlandırma ve yeniden ormanlaştırma çabaları için kilit bir tür haline getirir (Girona-García ve ark., 2018; Palahí ve ark., 2002). Sarıçam popülasyonlarındaki genetik çeşitlilik, değişen çevresel koşullara uyum sağlama ve zararlılar ile hastalıklara direnç gösterme kabiliyetiyle türün dayanıklılığını artırır (Tóth ve ark., 2023; Tyrmi ve ark., 2020).

Ekolojik rollerine ek olarak, Sarıçam önemli bir ekonomik değere sahiptir. İnşaat, kağıt üretimi ve diğer uygulamalar için dayanıklılığı ve çok yönlülüğü nedeniyle değer verilen başlıca kereste ve odun ürünleri kaynağıdır (Xiao ve ark., 2006; Figas ve ark., 2021). Ormancılık sektörü, Sarıçam'a dayalı olarak sürdürülebilir yönetim uygulamalarına büyük ölçüde bağımlıdır; bu uygulamalar hem popülasyonlarını hem de destekledikleri ekosistemleri korumayı amaçlar (Palahí ve ark., 2002; Carvalho ve ark., 2013). Sarıçam'ın ekonomik değeri, aynı zamanda karbon tutma kapasitesine katkıda bulunarak iklim değişikliğiyle mücadele çabalarını desteklemesiyle daha da artmaktadır (Lynikienė ve ark., 2020; Molinari ve ark., 2018).

Sarıçam ormanlarının yönetimi, sürdürülebilirliği sağlamak için hem ekolojik hem de ekonomik faktörleri dikkate almalıdır. Seçici kesim, kontrollü yanıklar ve meşcerelerde biyoçeşitliliğin korunması gibi uygulamalar, Sarıçam ekosistemlerinin dayanıklılığını artırabilir (Hancock ve ark., 2011; Shorohova ve ark., 2011). Ayrıca, Sarıçam popülasyonlarındaki genetik ve fenotipik varyasyonların anlaşılması, büyüme oranlarını ve

hastalıklara karşı direnci iyileştirmeyi amaçlayan ıslah programlarını bilgilendirebilir (Tyrmı ve ark., 2020; Chertov, 2024).

1.1.5. Silvikültürel Özellikleri

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), özellikle Avrupa ve Asya'nın bazı bölgelerinde, geniş dağılımı ve ekolojik ile ekonomik önemiyle bilinen bir kozalaklı türüdür. Silvikültürel özellikleri, genetik çeşitlilik, çevresel uyum ve yönetim uygulamalarının birleşimiyle şekillenmektedir. Bu özelliklerin anlaşılması, iklim değişikliği ve artan zararlı baskıları karşısında etkili orman yönetimi ve koruma stratejileri için oldukça önemlidir.

Sarıçam'ın temel silvikültürel özelliklerinden biri, çeşitli iklim ve toprak koşullarına uyum sağlama yeteneğidir. Araştırmalar, Sarıçam'ın Akdeniz'in kuru, kumlu topraklarından Kuzey Avrupa'nın nemli ve besin açısından zengin topraklarına kadar farklı ortamlarında gelişebildiğini göstermektedir (Mason ve Alía, 2000; Romanchuk ve ark., 2021). Bu uyum, kısmen türün genetik çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır; bu da farklı popülasyonların belirgin büyüme modelleri ve çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılık göstermesini sağlar (Linkevičius, 2024; Özel ve ark., 2021). Örneğin, genetik çalışmalar, küçük coğrafi mesafelerin bile Sarıçam popülasyonları arasında büyüme ve uyum açısından önemli farklılıklara neden olabileceğini ortaya koymuştur (Linkevičius, 2024).

Sarıçam'ın büyüme dinamikleri, meşcere yoğunluğu, rekabet ve iklim koşulları gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Aralama uygulamalarının, bireyler arasındaki rekabeti azaltarak ışık, su ve besin gibi kaynaklara erişimi artırarak ağaç büyümesini teşvik ettiği gösterilmiştir (Steckel ve ark., 2020). Ayrıca, aralama, kuraklığın etkilerini hafifletmekte ve Sarıçam meşcerelerini iklim değişkenliğine karşı daha dayanıklı hale getirmektedir (Steckel ve ark., 2020; ALRahahleh ve ark., 2018). Sarıçam'ın baskın tür olduğu güney boreal ormanlar gibi bölgelerde, huş gibi geniş yapraklı türleri içeren karışık meşcere yönetim stratejileri hem biyoçeşitliliği hem de rekreasyonel değeri artırırken kereste üretimini koruyabilir (ALRahahleh ve ark., 2018).

Sarıçam'ın silvikültürel yönetimi, zararlılar ve patojenler gibi biyotik faktörlere verdiği yanıtları anlamayı da içerir. Tür, *Heterobasidion* kök çürüklüğü ve *Lophodermium* iğne dökülmesi gibi çeşitli hastalıklara karşı hassastır; bu durum büyüme ve canlılık üzerinde önemli etkiler yaratabilir (Youssef, 2023; Jansons ve ark., 2020). Bu nedenle, etkili yönetim uygulamaları, bu patojenlerin izlenmesini ve uygun kontrol önlemlerinin

uygulanmasını içermelidir (Youssef, 2023; Jansons ve ark., 2020). Ayrıca, *Sphaeropsis sapinea* gibi fırsatçı patojenlerin hem sağlıklı hem de hasta Sarıçamlarda bulunması, entegre zararlı yönetim stratejilerinin gerekliliğini vurgulamaktadır (Blumenstein ve ark., 2020).

Sarıçam'ın silvikültürel özelliklerinin bir diğer önemli yönü, yenilenme potansiyelidir. Doğal yenilenme, toprak nemi, örtü altı bitki örtüsü ile rekabet ve erken büyüme evrelerindeki iklim koşulları gibi faktörlerden etkilenir (Lavnyy ve ark., 2022; Długosiewicz ve ark., 2019). Araştırmalar, ilk büyüme dönemindeki bol yağışın, özellikle yoğun rekabetin olduğu karışık tür meşcerelerinde, Sarıçam fidanlarının başarılı bir şekilde kurulması için önemli olduğunu göstermektedir (Lavnyy ve ark., 2022). Ayrıca, otoburların fidanların hayatta kalması ve büyümesi üzerindeki etkileri de önemlidir, çünkü Sarıçam genellikle bu hayvanlar tarafından tercih edilir ve bu durum yenilenme başarısını azaltabilir (Hajek ve ark., 2014).

Sarıçam'ın fenolojik özellikleri, sürgün uzaması ve radyal büyüme dahil olmak üzere, silvikültürel özelliklerinin anlaşılmasında önemlidir. Araştırmalar, sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlerin bu büyüme modelleri üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir (Gull ve ark., 2018; Yasmeen ve ark., 2019). Örneğin, Sarıçam'ın radyal büyüme ile iklim koşulları arasında güçlü bir korelasyon gösterdiği ve ilkbahardaki daha sıcak sıcaklıkların büyüme oranlarını artırdığı gözlemlenmiştir (Yasmeen ve ark., 2019; Fassl, 2024). Bu iklime duyarlılık, Sarıçam ormanlarının planlamasında gelecekteki iklim senaryolarını dikkate alan uyarlanabilir yönetim uygulamalarının önemini vurgulamaktadır.

Kereste kalitesi açısından, Sarıçam, dayanıklılığı ve inşaattan kağıt üretimine kadar çeşitli uygulamalardaki çok yönlülüğü nedeniyle değerlidir. Ancak, büyüme koşulları, yönetim uygulamaları ve genetik faktörlere bağlı olarak odun özellikleri önemli ölçüde değişebilir (Keleş ve ark., 2024; Hong ve ark., 2014). Örneğin, yönetilen meşcereler, yönetilmeyenlere kıyasla daha üstün odun kalitesi üretme eğilimindedir; çünkü silvikültürel müdahaleler, büyüme oranlarını ve odun yoğunluğunu artırabilir (Keleş ve ark., 2024). Bu ilişkilerin anlaşılması, ekolojik bütünlüğü korurken odun üretimini optimize etmek için önemlidir.

Sarıçam ormanlarının yapısal özellikleri üzerindeki silvikültürel uygulamaların etkisi de ilgi çekici bir konudur. Araştırmalar, meşcere yapısının, ağaç yoğunluğu ve tür kompozisyonu dahil olmak üzere, Sarıçam meşcerelerinin büyümesini ve kararlılığını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir (Špulák ve ark., 2018; Egnell, 2000).

Örneğin, karışık tür meşcerelerinin, biyokütle üretimini artırdığı ve monokültürlere kıyasla çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırdığı gözlemlenmiştir (Riofrío ve ark., 2019). Bu bulgu, sürdürülebilir orman ekosistemlerini teşvik etmek için biyoçeşitliliği ormancılık yönetim stratejilerine dahil etmenin önemini vurgulamaktadır.

Ayrıca, Sarıçam'ın karbon tutma potansiyeli, silvikültürel özelliklerinin giderek daha fazla tanınan bir yönüdür. Hızlı büyüyen bir tür olarak Sarıçam, sürdürülebilir şekilde yönetildiğinde, orman ekosistemlerindeki karbon depolamaya önemli katkılarda bulunabilir (Bravo ve ark., 2008). Karbon tutma kapasitesi, meşcere yaşı, yoğunluğu ve yönetim uygulamaları gibi faktörlerden etkilenmekte olup, karbon depolama yeteneklerini en üst düzeye çıkarmak için hedefe yönelik stratejilerin önemini vurgulamaktadır (Bravo ve ark., 2008).

1.2. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Türünde Merkez (Normal) ve Kenar (Marjinal) Popülasyon Kavramı

Sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) merkezi (normal) ve kenar (marjinal) popülasyonları kavramı, türün adaptasyon yeteneği, ekolojik ve genetik dinamiklerini anlamak açısından ormancılık çalışmalarında büyük bir öneme sahiptir.

Orman ekosistemlerinde, popülasyonların dağılımı ve büyüme potansiyeli, çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Merkezi popülasyonlar, genellikle türlerin optimal habitatlarında, yani çevresel koşulların elverişli olduğu alanlarda bulunurken, marjinal popülasyonlar, türlerin doğal yayılış sınırlarında, zorlu koşullara maruz kalmaktadır. Bu zorlu koşullar arasında kuraklık, besin eksikliği ve aşırı sıcaklıklar gibi faktörler yer almaktadır. Bu durum, türlerin adaptasyon yeteneklerini ve ekosistem içindeki rollerini etkileyen önemli bir unsurdur (Kalkan vd., 2021; Negiz & Aygöl, 2019)

Merkezi popülasyonlar, genellikle daha yüksek genetik çeşitlilik ve daha iyi biyotik performans sergiler. Bu popülasyonlar da, uygun toprak özellikleri ve iklim koşulları nedeniyle daha yüksek çap artımları ve kaliteli odun üretimi görülebilir. Bu özellikler, gerek üretim ormancılığı gerekse ekosistem hizmetleri açısından büyük avantaj sağlar (Fabisiak ve Fabisiak, 2021). Bu tür genetik çeşitlilik, değişen çevresel koşullara uyum sağlama yeteneğini artırır ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada rol oynar (Konatowska, 2023). Ayrıca, merkezi popülasyonlar genellikle tohum üretim sahaları ve

genetik muhafaza alanları olarak değerlendirilir, çünkü bu bölgelerdeki bireyler daha kaliteli ve canlı tohumlar sağlayabilir (Hauke-Kowalska ve ark., 2019).

Kenar popülasyonlar ise, genellikle düşük bonitetli alanlarda, su tutma kapasitesi sınırlı ve besin maddeleri açısından fakir topraklarda gelişir. Bu popülasyonlar, yavaş çap artımı ve düşük ağaç serveti gibi özellikler sergileyebilir ve genetik çeşitlilik kaybı riskiyle karşı karşıya kalabilir (García-López ve Allué, 2013). Ayrıca, bu popülasyonlar daha fazla çevresel stres faktörüyle başa çıkmak zorunda kalır. Örneğin, marjinal bölgelerdeki sarıçam meşcereleri, özellikle zararlı organizmalar ve *Lecanosticta acicola* gibi patojenlere karşı daha hassas olabilir (Oskay ve ark., 2020).

Araştırmalar, sarıçamın geniş bir habitat yelpazesinde, normal alanlardan marjinal alanlara kadar başarılı bir şekilde büyümesini sağlayan önemli bir fenolojik plastisite sergilediğini göstermektedir. Bu adaptasyon yeteneği, yağış ve sıcaklık gibi iklimsel faktörlerin etkilediği büyüme desenlerinde kendini gösterir (Mapitov ve ark., 2023; Barzdajn ve ark., 2016; Gülcü ve Bilir, 2017). Örneğin, yapılan çalışmalar, sarıçamın radyal büyümesinin özellikle marjinal popülasyonlarda su mevcudiyetinin önemli bir faktör olduğu iklim koşulları tarafından sınırlandığını ortaya koymuştur (Mapitov ve ark., 2023; Przybylski ve ark., 2021). Ayrıca, türün farklı ortamlarda yayılma ve kendini kurma yeteneği, popülasyonlar arasında genetik çeşitliliğin korunmasında önemli bir rol oynar (Zani, 2023; Pazouki ve ark., 2016).

Marjinal popülasyonların ekolojik önemi göz ardı edilemez. Bu popülasyonlar, iklim değişikliği ve diğer çevresel stres faktörlerine karşı türün dirençliliği için oldukça önemli olabilecek genetik çeşitlilik kaynakları olarak hizmet eder (Garzón ve ark., 2011; Sannikov ve ark., 2005). Araştırmalar, sarıçamın popülasyon içi genetik çeşitliliğinin özellikle merkezi popülasyonlardan farklı seçim baskılarına maruz kalan marjinal habitatlarda önemli olduğunu göstermiştir (Pazouki ve ark., 2016). Bu genetik çeşitlilik, değişen çevresel koşullara karşı türün genel uyum yeteneğini artırarak hayatta kalma şansını yükseltir.

Sarıçamın merkezi ve kenar popülasyonları arasındaki adaptasyon yeteneği, genetik çeşitlilik ve çevresel faktörler ile doğrudan ilişkilidir. Merkezi popülasyonlar, genellikle daha yüksek genetik çeşitliliğe sahipken, kenar popülasyonlar, daha dar bir genetik havuz ile sınırlı olabilir. Bu durum, kenar popülasyonların çevresel değişimlere karşı daha az esnek olmasına neden olabilir (Savolainen vd., 2007). Kenar popülasyonlar, zorlu koşullara adapte olabilmek için belirli morfolojik ve fizyolojik özellikler geliştirmiştir. Örneğin,

kuraklık koşullarına dayanıklılık, kök sisteminin derinliği ve su kullanım verimliliği gibi özellikler, marjinal popülasyonların hayatta kalma şansını artırmaktadır (Klein vd., 2019). Ayrıca, kenar popülasyonlar, genetik olarak farklılaşma göstererek, belirli çevresel stres faktörlerine karşı daha iyi bir adaptasyon sağlayabilirler (Hoffmann ve Sgrò, 2011).

Sarıçamın merkezi ve kenar popülasyonları, ekosistem dinamikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Merkezi popülasyonlar, orman ekosistemlerinin temel bileşenleri olarak, biyolojik çeşitliliği artırır ve ekosistem hizmetleri sağlar. Bu popülasyonlar, ormanların karbon depolama kapasitesini artırarak iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynar (Luyssaert vd., 2008). Kenar popülasyonlar ise, genetik çeşitliliğin korunması açısından oldukça önemlidir. Bu popülasyonlar, iklim değişikliği ve habitat kaybı gibi tehditlere karşı direnç gösterme potansiyeline sahip olabilir. Ayrıca, kenar popülasyonlar, genetik kaynakların korunması ve türlerin adaptasyon yeteneklerinin sürdürülmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır (Jump ve Peñuelas, 2005).

1.3. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ormanlarında Bakım

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarının bakımı, ekosistem hizmetleri ve orman yönetimi açısından büyük öneme sahiptir. Bu ormanların sağlıklı bir şekilde yönetilmesi hem biyolojik çeşitliliğin korunması hem de ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir rol oynamaktadır.

Orman bakım çalışmaları, orman ekosistemlerinin sağlığı, sürdürülebilirliği ve ekonomik verimliliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmalar, ormanların biyolojik çeşitliliğini koruma, odun kalitesini artırma, ekosistem hizmetlerini iyileştirme ve doğal afetlere karşı dayanıklılığı artırma gibi birçok fayda sağlar. Orman bakımının temel unsurlarından biri, silvikültürel işlemler olan bakım ve aralama uygulamalarıdır. Bu işlemler, ormanların meşcere yoğunluğunun belirlenmesi ve karışımın düzenlenmesi gibi önemli işlevler üstlenir (Güney vd., 2021). Güney ve arkadaşları, *Fraxinus angustifolia* türü üzerinde yaptıkları çalışmada, sıklık bakımının büyüme parametreleri üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu tür bakım uygulamalarının ormanların genel sağlığına katkıda bulunduğunu ifade etmiştir (Güney vd., 2021).

Sarıçam türü çevresel stres faktörlerine, özellikle kuraklık gibi olumsuz koşullara karşı dayanıklılığını artırma potansiyeline sahiptir. Çeşitli araştırmalar, bitkilerin kuraklık stresine karşı geliştirdikleri adaptasyon mekanizmalarını ve bakım uygulamalarının bu

süreçteki rolünü ortaya koymaktadır. Kuraklık stresi, bitkilerin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkileyen önemli bir abiyotik stres faktörüdür (Öztürk ve Korkut, 2018; Yıldız vd., 2020). Bu bağlamda, bakım çalışmaları ile bitkilerin stres toleransını artırmak için çeşitli stratejiler geliştirilmiştir.

Bakım uygulamaları, bitkilerin su kullanım verimliliğini de artırarak kuraklık koşullarında hayatta kalma şanslarını yükseltebilir. Örneğin, bitkilerin kök sistemlerinin güçlendirilmesi, suya erişimlerini artırarak kuraklık stresine karşı dirençlerini artırmaktadır (Yıldırım ve Güneş, 2021). Ayrıca, bitkilerin stres koşullarına karşı geliştirdikleri biyokimyasal ve fizyolojik yanıtlar, bakım çalışmalarıyla desteklenebilir. Bu tür uygulamalar, bitkilerin ozmotik basınçlarını artırarak su kaybını azaltmalarına yardımcı olur (Kaya ve İnan, 2018).

Orman bakım çalışmaları, bitkilerin kuraklık stresine karşı dayanıklılığını artırmanın yanı sıra, ekosistem sağlığını da korumaktadır. Ormanların bakımının yapılması, toprak erozyonunu önleyerek su tutma kapasitesini artırır ve bu da bitkilerin kuraklık koşullarında daha iyi performans göstermesine olanak tanır (Akbaş, 2024). Dolayısıyla, bu tür bakım çalışmaları hem bitki sağlığını hem de orman ekosisteminin sürdürülebilirliğini desteklemektedir.

Sarıçam ormanlarının bakım işlemleri, bu ekosistemlerin karbon depolama kapasitesinin korunmasına da önemli katkılar sağlamaktadır. Düzenli bakım uygulamaları, ormanların biyokütlesini artırarak atmosferdeki karbonu etkili bir şekilde depolamakta ve bu sayede iklim değişikliği ile mücadelede rol oynamaktadır. Türkiye'deki Sarıçam ormanları üzerinde yapılan araştırmalar, bu bakım işlemlerinin ormanların karbon yutak kapasitesine olumlu etkiler sağladığını göstermektedir (Keleş, 2024; Yolasıgmaz vd., 2016). Bakım işlemleri, ormanların sağlıklı bir şekilde büyümesini ve gelişmesini sağlamak için gereklidir. Bu işlemler arasında ağaçların budanması, sulama, gübreleme ve zararlılarla mücadele gibi uygulamalar yer almaktadır. Özellikle gübreleme, orman fidanlıklarında uygulanan önemli bir bakım işlemi olarak, bitkilerin büyüme ve gelişimini desteklemekte ve dolayısıyla karbon depolama kapasitesini artırmaktadır (Çiçek vd., 2022).

Yapılan çalışmalar, meşcerelerde uygulanan bakım işlemlerinin, ormanların biyokütlesindeki artışla birlikte karbon depolama kapasitesini de artırdığını ortaya koymaktadır. Örneğin, ormanların düzenli olarak bakım konu edilmesi, hem odun kalitesini artırmakta hem de ormanların genel sağlığını iyileştirmektedir (Bayar ve Alkan,

2023). Bu durum, ormanların iklim değışikliğı ile mücadelede daha etkili bir karbon havuzu haline gelmesine olanak tanımaktadır (Keleş, 2024). Sonuç olarak, Sarıçam ormanlarının bakım işlemleri, bu ekosistemlerin karbon depolama kapasitesinin korunmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Bu uygulamalar, ormanların biyokütlesini artırarak, atmosferdeki karbonu etkili bir şekilde depolamakta ve iklim değışikliğı ile mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye’deki Sarıçam ormanları üzerinde yapılan çalışmalar, bu bakım işlemlerinin önemini ve etkilerini net bir şekilde ortaya koymaktadır (Keleş, 2024; Yolaşığmaz vd., 2016).

Toprak sağlığı da sarıçam ormanlarının bakımı açısından önemli bir faktördür. Güner ve Makineci (2017) yapmış oldukları çalışmada, Türkmen Dağı’ndaki sarıçam ormanlarında toprak ve ölü örtüde biriken yıllık organik karbon miktarını belirlemişlerdir. Toprak sağlığı, ormanların verimliliğı ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğı için önemlidir.

İklim değışikliğı, Sarıçam ormanlarının bakımını etkileyen önemli bir faktördür. İklim politikaları ve ormancılık arasındaki ilişki, korunan orman alanlarının yönetiminde yaşanan sorunlarla birlikte ele alınmalıdır. Türkiye’de ormanlar tarafından tutulan toplam karbon miktarının azalması, iklim değışikliğinin etkilerini göstermektedir (“İklim Politikaları ve Ormancılık”, 2024). Bu durum, Sarıçam ormanlarının bakımında iklim değışikliğı senaryolarının dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır. Örneğın, orman yangınları gibi doğal afetler, bu ormanların sağlığını tehdit eden önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Coşandal, 2022).

1.4. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Türü Merkez ve Kenar Popölasyonlarında Aralamaların Meşcere Gelişimi Üzerine Etkileri

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarında aralama, orman yönetimi ve ekosistem sağlığı açısından önemli bir uygulamadır. Sarıçam, dünya genelinde en yaygın konifer türlerinden biridir ve geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir (Zawadzka ve Ślupska, 2022; Wegiel vd., 2018). Bu tür, hem ekonomik hem de ekolojik açıdan büyük bir öneme sahiptir. Ormanların yönetimi ve aralama uygulamaları, bu türün büyüme dinamiklerini ve ekosistem işlevlerini etkileyebilir (Elveren vd., 2015; Wegiel vd., 2018).

Türkiye’deki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarında yapılan aralama uygulamaları, orman sağlığını, büyümesini ve biyolojik çeşitliliğı artırmada önemli bir rol

oynamaktadır. Ağaçların seçici olarak çıkarılması şeklinde tanımlanan aralama, kalan ağaçlar arasındaki rekabeti azaltmak, böylece büyümelerini desteklemek ve orman meşceresinin genel kalitesini iyileştirmek amacıyla uygulanır. Araştırmalar, aralamanın, ışık, su ve besin maddeleri için olan rekabeti azaltarak kalan ağaçların büyüme oranlarında önemli artışlara yol açabileceğini göstermektedir (Eker vd., 2017; Çömez vd., 2021). Özellikle, aralama, ağaçların çap ve boy büyümesini artırarak, optimum odun üretimi için gerekli olan temel büyüme unsurlarına katkıda bulunmaktadır (Tonguç ve Güner, 2017).

Ayrıca, aralama uygulamaları karbon sekestrasyonu ve toprak sağlığına da katkı sağlar. Araştırmalar, aralamanın toprak organik karbon stokları ve mikrobiyal biyokütle üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini, bu unsurların ise toprak verimliliği ve ekosistem sağlığını korumada öneme sahip olduğunu ortaya koymuştur (Bolat, 2013). Türkiye ormanlarında, özellikle Akdeniz ikliminin orman dinamikleri üzerindeki etkisi nedeniyle, aralama uygulamalarının yönetimi büyük önem taşır. Örneğin, aralama, toprağın su tutma kapasitesini artırarak ve *Pinus sylvestris* gibi ağaç türlerinin dayanıklılığını güçlendirerek kuraklığın olumsuz etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir (Yurtseven vd., 2022).

Ağaç büyümesini ve toprak sağlığını teşvik etmenin yanı sıra, aralama ekolojik faydalar da sağlayabilir. Daha heterojen bir orman yapısı oluşturarak, aralama çeşitli alt bitki türlerinin yerleşmesine olanak tanır ve bu da yaban hayatı için habitat çeşitliliğini artırabilir (Yurtseven vd., 2018). Bu durum hem doğal hem de insan kaynaklı faktörlerden baskı altında olan Türkiye orman ekosistemleri için özellikle önemlidir. Etkili aralama stratejilerinin uygulanması, biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkıda bulunurken aynı zamanda orman yönetimi uygulamalarının ekonomik olarak sürdürülebilir olmasını da destekleyebilir (Eker vd., 2017).

Aralama, ormanlarda ağaçların yoğunluğunu azaltarak, kalan ağaçların büyüme potansiyelini artırmayı hedefler. Bu uygulama, ağaçların ışık, su ve besin maddeleri gibi kaynaklara erişimini iyileştirir. Özellikle, sarıçam ormanlarında yapılan aralama işlemleri, ağaçların büyüme hızını artırmakta ve odun kalitesini iyileştirmektedir (Pasalodos-Tato ve Pukkala, 2007; Peltola vd., 2007). Örneğin, yapılan araştırmalar, aralama sonrası sarıçam ağaçlarının odun yoğunluğunda belirgin bir artış olduğunu göstermektedir (Muñoz vd., 2008).

Sarıçam ormanlarında aralamanın bir diğer önemli faydası, biyolojik çeşitliliği artırmasıdır. Aralama, alt katman bitkilerinin ve diğer orman canlılarının gelişimini teşvik ederek, ormanın ekosistem işlevlerini güçlendirir (Zawadzka ve Słupska, 2022; Herrera-

Alvarez vd., 2020). Ayrıca, bu uygulama, ormanların yangın riski ile mücadele etmesine yardımcı olur, çünkü daha az yoğunluk, yangınların yayılma hızını azaltabilir (Tanskanen vd., 2005).

Bununla birlikte, aralama uygulamalarının etkili olabilmesi için doğru yöntemlerin seçilmesi gerekmektedir. Yanlış uygulamalar, ağaçların stres seviyelerini artırabilir ve ekosistem dengesini bozabilir (Moreno-Fernández vd., 2018). Örneğin, aşırı aralama, toprak erozyonuna ve su kaybına yol açabilir, bu da ormanın sağlığını olumsuz etkileyebilir (Zavyalov vd., 2019). Bu nedenle, aralama işlemleri, bilimsel veriler ve yerel ekosistem koşulları dikkate alınarak planlanmalıdır (Nuñez vd., 2003).

Ayrıca, aralamanın zamanlaması ve yöntemi, faydalarının maksimize edilmesi açısından önemlidir. Araştırmalar, erken ve seçici aralamanın, ağaçların canlılığı ve orman direnci açısından daha iyi sonuçlar çıkabileceğini öne sürmektedir (Demirci ve ark., 2021).

Sonuç olarak, sarıçam ormanlarında aralama hem ağaçların büyümesini teşvik etmekte hem de ekosistem sağlığını korumakta önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, bu uygulamanın etkinliği, doğru yönetim stratejileri ile sağlanmalıdır. Orman yönetiminde sürdürülebilirlik ilkeleri göz önünde bulundurularak, aralama uygulamaları, ormanların uzun vadeli sağlığı ve verimliliği için oldukça öneme sahiptir (Gómez vd., 2001; Giberti vd., 2022).

1.5. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Türünde Aralamalar ve İklim Değişikliği Etkileşimi

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türü, Türkiye'nin orman ekosistemlerinde önemli bir yer tutmakta olup, iklim değişikliği ile olan etkileşimi, bu türün doğal yayılımı ve sağlığı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. İklim değişikliği, sıcaklık artışları, yağış düzenlerindeki değişiklikler ve ekstrem hava olayları gibi faktörlerle orman ekosistemlerini tehdit etmekte, bu durum da Sarıçam türünün adaptasyon yeteneğini zorlamaktadır (Kurnaz, 2023; Korkmaz ve Adıgüzel, 2021).

Türkiye, Akdeniz İklim Kuşağı'nda yer aldığından, iklim değişikliğinin etkileri bu bölgede daha belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Özellikle, Sarıçam ormanlarının bulunduğu alanlar, iklim değişikliği senaryoları altında daha fazla risk altındadır. Yapılan çalışmalar, Sarıçam türünün iklim değişikliğine karşı duyarlılığını ve bu türün yayılım alanlarının gelecekte nasıl değişebileceğini ortaya koymaktadır (Çeler ve Serengil, 2021;

Korkmaz ve Adıgüzel, 2021). Örneğin, iklim değişikliği nedeniyle Sarıçam ormanlarının su ihtiyacı artmakta ve bu durum, türün sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Korkmaz ve Adıgüzel, 2021).

İklim değişikliği, Sarıçam meşcerelerinin yapısını ve işlevini etkileyen önemli bir faktördür. Araştırmalar, iklim değişikliğinin Sarıçam'ın büyüme hızını azaltabileceğini ve bu durumun özellikle güney sınırlarında daha belirgin hale geleceğini ortaya koymaktadır (Reich ve Oleksyn, 2008; Sánchez-Salguero vd., 2016). Sarıçam, kuraklık koşullarına karşı dayanıklılığı ile bilinse de uzun süreli su eksikliği, bu türün sağlığını tehdit edebilir ve ağaçların kurummasına neden olabilir (Royo-Navascues vd., 2022; Blumenstein vd., 2021). Kuraklık koşullarının, Sarıçam'ın fizyolojik süreçlerini önemli ölçüde etkileyerek, zararlılara ve patojenlere karşı duyarlılığı artırdığı ifade edilmiştir (Blumenstein vd., 2021).

Sarıçam'ın iklim değişikliği ile olan etkileşimi, toprak organik karbon ve azot stoklarının değişimi ile de ilişkilidir. Farklı yaşlardaki Sarıçam meşcerelerinde yapılan çalışmalar, tarım arazileri ile karşılaştırıldığında, toprak organik karbon seviyelerinin değiştiğini göstermektedir (Savacı ve Sarıyıldız, 2023). Bu durum, Sarıçam'ın ekosistem hizmetleri açısından önemini artırmaktadır. Ayrıca, Sarıçam'ın iklim değişikliği ile olan etkileşimi, biyolojik çeşitlilik ve karbon döngüleri üzerinde de önemli etkilere sahiptir (Rincón vd., 2015).

İklim değişikliği, orman yangınları, zararlı böcekler ve hastalıklar gibi tehditleri artırarak sarıçam meşcerelerinin sağlığını tehdit etmektedir. Özellikle, sıcaklık artışları ve yağış düzenlerindeki değişiklikler, sarıçamın su ihtiyacını ve besin alımını etkileyerek, türün dayanıklılığını azaltabilir (Eşitti, 2023). Bu nedenle, iklim değişikliği ile mücadele için sürdürülebilir orman yönetimi uygulamaları geliştirilmesi gerekmektedir.

1.6. Literatür Özeti

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) popülasyonlarında aralamaların ve iklim değişikliğinin etkileri, orman yönetimi ve ekolojik sürdürülebilirliği anlamak açısından oldukça önemlidir. Ağaçların seçici olarak çıkarılmasını içeren aralama uygulamaları, sarıçam meşcerelerinin büyüme dinamiklerini, sağlığını ve direncini önemli ölçüde etkileyebilir. Aynı zamanda, iklim değişikliği, özellikle ağaçların canlılığı ve orman yapısı açısından aralamaların etkilerini artırabilecek ek zorluklar ortaya koymaktadır.

Aralamaların, ışık, su ve besinler gibi kaynaklar için rekabeti azaltarak geriye kalan ağaçların büyümesini teşvik ettiği gösterilmiştir. Örneğin, Primicia ve arkadaşları (2016), aralama yoğunluğunun özellikle karışık yönetilen ormanlarda sarıçamın büyüme dinamikleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde, Wegiel ve Polowy (2020), sarıçam meşcerelerinde daha hafif aralamaların daha büyük karbon stoklarıyla sonuçlandığını ve aralama rejimlerinin yer üstü karbon depolaması üzerinde önemli bir etkisi olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, sarıçam meşcerelerinde genç bireylerin yoğunluğunun, meşcere yoğunluğunun artmasıyla olumsuz bir şekilde ilişkili olduğu ve yüksek yoğunlukların, artan rekabet nedeniyle yeni bireylerin oluşumunu engelleyebileceği belirtilmiştir (Luguza ve ark., 2020).

Ancak, aralamalar büyümeyi teşvik edebilse de dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Örneğin, uzun süre boyunca yüksek yoğunlukların korunması, Ambrozy ve Kapsa'nın (2019) belirttiği gibi, hava koşullarına bağlı olumsuz etkilere karşı duyarlılığı artırabilir. Bu, aralamaların zamanlaması ve yoğunluğunun, meşcerenin spesifik koşullarına ve iklim değişikliğinin öngörülen etkilerine göre uyarlanması gerektiğini göstermektedir.

İklim değişikliği, sarıçam ormanlarının yönetimini daha karmaşık hale getiren ek zorluklar sunmaktadır. Artan sıcaklıklar ve değişen yağış modelleri, ağaç popülasyonlarını strese sokarak zararlı organizmalara ve hastalıklara karşı daha savunmasız hale getirebilir. Örneğin, Andreieva ve Goychuk (2020), zayıflamış sarıçam meşcerelerinin, iklimsel faktörlerin etkisiyle daha da şiddetlenen böcek istilalarına daha açık hale geldiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Dobrowolska ve arkadaşları (2021), iklim ısınmasının sarıçamın kabuk böceği istilalarına karşı hassasiyetini artırdığını ve bunun orman yönetim stratejilerini daha da zorlaştırdığını gözlemlemiştir.

Aralamalar ve iklim değişikliği arasındaki etkileşim, aynı zamanda sarıçam meşcerelerinin yapısal özelliklerini de etkileyebilir. Aralamalar, orman örtüsü yapısında ve ışık mevcudiyetinde değişikliklere yol açabilir ve bu da ormandaki mikroklimayı etkileyebilir. Örneğin, Topaçoğlu (2019), aralamalarla oluşturulan orman kenarlarının mikroklimatik koşulları ve mevcut ışık seviyelerini etkilediğini ve bunun alt katman türlerinin yenilenmesi için önemli olduğunu vurgulamıştır. Bu, özellikle iklim değişikliği bağlamında önemlidir, çünkü değişen ışık koşulları hem sarıçam hem de ilişkili alt katman bitki örtüsünün büyümesini ve hayatta kalmasını etkileyebilir.

Buna ek olarak, sarıçam popülasyonlarının iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı, genetik çeşitliliği ve uyum yeteneği ile yakından ilişkilidir. Kavaliauskas ve arkadaşlarının (2022) araştırmaları, sarıçam popülasyonlarındaki genetik varyasyonu anlamının önemini vurgulamakta, çünkü bu durum çevresel stres faktörlerine yanıtlarını etkileyebilmektedir. Genetik çeşitliliğin korunması, özellikle değişen iklim koşulları karşısında sarıçam meşcerelerinin dayanıklılığını artırmak için gereklidir.

Aralamaların ve iklim değişikliğinin etkileri, bireysel ağaç büyümesinin ötesine geçerek daha geniş ekolojik dinamikleri kapsamaktadır. Örneğin, stratejik aralama uygulamalarından kaynaklanan karışık tür meşcereleri, monokültürlere kıyasla daha fazla biyolojik çeşitliliği destekleyebilir (Bielak ve ark., 2014). Bu, özellikle iklim değişikliğinin habitat koşullarını değiştirmeye devam ettiği bir dönemde, ekosistem dayanıklılığını korumak açısından önemlidir.

Araştırmalar, aralamaların sarıçam meşcerelerinde boy artımı, göğüs çapı ve toplam odun serveti üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Залесов ve ark., 2020; Valinger ve ark., 2018). Ancak, aralamanın yoğunluğu ve zamanlaması, bu faydaların boyutunu belirleyen önemli faktörlerdir. Orta yoğunlukta yapılan aralamaların olumlu büyüme tepkileri sağladığı, ancak aşırı yoğun aralamaların geriye kalan ağaçlarda stresin artması nedeniyle boy büyümesini geçici olarak azaltabileceği gösterilmiştir (Sohn ve ark., 2016; Saarinen ve ark., 2020).

Petty ve arkadaşlarının (2024) çalışmaları, aralama ile ağaçların fotosentez oranlarının artarak biyokütle üretimini desteklediğini ve karbon depolama kapasitesini geliştirdiğini göstermektedir.

Bilir'in (2021) Türkiye'de yapılan ağaçlandırma çalışmaları üzerine yaptığı alansal incelemeler, bu uygulamaların orman ekosistemlerinin iklim değişikliğine dayanıklılık sağlamasına önemli katkılar sunduğunu vurgulamaktadır.

Yanan orman alanlarının yeniden kazanımı amacıyla Orman Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen YARDOP Projesi, bu bağlamda önemli bir uygulama olarak dikkat çekmektedir. YARDOP, yanmış ve yangına hassas alanların yangına dayanıklılığını artırmak için Ulaşım Tesisleri, Yangın Durdurma ve Yangın Zayıflatma Alanları gibi düzenlemelerle desteklenmiş olup, silvikültürel uygulamalar ile bu ormanların daha dayanıklı hale getirilmesi hedeflenmiştir (OGM, 2021).

Dutal ve arkadaşlarının (2019) Kahramanmaraş'ta yaptıkları çalışmada ise, Kızılçam türünün kurak ve yarı kurak bölgelerde yıllık çap artışının iklim değişikliğinden doğrudan

etkilendiği belirtilmiş ve bu türün adaptasyon sürecinde genetik çeşitliliğin önemi vurgulanmıştır. Genetik çeşitliliğin yüksek olduğu popülasyonlarda, bireylerin çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artmakta, bu da popülasyonun genel sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Labiszak ve Wachowiak, 2024).

İklim değişikliği, özellikle büyüme desenlerini ve meşcere dinamiklerini değiştirme açısından sarıçam popülasyonlarına ek zorluklar getirmektedir. İklimsel değişkenler, örneğin sıcaklık ve yağış ile ağaç büyümesi arasındaki etkileşim karmaşıktır. Örneğin, daha sıcak kış-bahar sıcaklıklarının ve değişken nem mevcudiyetinin, özellikle kıyı bölgelerinde sarıçamın büyümesini artırdığı bildirilmiştir (Janecka ve ark., 2020; Harvey ve ark., 2020). Ancak, iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık sıklığı ve şiddetindeki artış, özellikle su stresi yaşayan bölgelerde sarıçamın büyümesini olumsuz etkileyebilir (Sohn ve ark., 2016; ALRahahleh ve ark., 2018). Sarıçamın fizyolojik özellikleri, düşük nem mevcudiyeti dönemlerinde ksilem embolisine karşı hassasiyetini artırarak bu türü kuraklığa daha savunmasız hale getirmektedir (Guada ve ark., 2016; Yasmeen ve ark., 2019).

Diğer yandan, sarıçam popülasyonlarının, menşe yeri ve yerel çevresel koşullar gibi faktörlerden etkilenecek değişen iklim koşullarına farklı derecelerde dayanıklılık gösterdiğini önermektedir (Mikalajūnas ve ark., 2021; Vizcaíno-Palomar ve ark., 2019). Örneğin, dağılımının güney kenarında bulunan popülasyonların, iklim kaynaklı stres faktörlerine karşı daha savunmasız olduğu ve bu nedenle büyüme oranlarının azalabileceği ve ölüm oranlarının artabileceği belirtilmiştir (Kalbarczyk ve ark., 2018; Vilà-Cabrera ve ark., 2011). Buna karşılık, alt örtüde yenilenmenin dahil edildiği sarıçam meşcerelerinin daha karmaşık bir yapı geliştirerek aşırı iklim olaylarına karşı dayanıklılıklarını artırabileceği belirtilmiştir (Zawadzka ve Ślupska, 2022; Steckel ve ark., 2020).

Aralama uygulamaları, sarıçamın iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmada da rol oynayabilir. Seçici aralamalar yoluyla çeşitli bir meşcere yapısını teşvik eden ormancılık uygulamaları, iklim değişkenliğinin olumsuz etkilerini hafifletebilir (Aldea ve ark., 2023; Gallo ve ark., 2020). Bu yaklaşım, sarıçamın büyümesini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda iklim etkilerine karşı daha dirençli olabilecek karışık tür meşcerelerinin oluşumunu da teşvik eder (Andrés ve ark., 2017; Dering ve ark., 2021). Ayrıca, aralamaların diğer yönetim stratejileriyle, örneğin toprak işleme ve dikkatli tohum seçimi ile birleştirilmesi, değişen iklim koşulları altında yenilenme ve büyümeyi optimize edebilir (Grigoriadis ve ark., 2014; Notivol ve ark., 2020).

İklim senaryoları, gelecekteki iklim değişikliğini öngörmek için kullanılan bilimsel araçlardır ve gerek yerel gerekse de küresel düzeyde planlama-adaptasyon stratejilerinin oluşturulmasında oldukça önemlidir. Demir ve arkadaşları (2008), Türkiye için PRECIS bölgesel iklim modelini kullanarak, HadAMP3 SRES A2 senaryosu altında gelecekteki iklim projeksiyonlarını incelemişlerdir. Çalışmalarında sıcaklık ve yağış değişikliklerini detaylı bir şekilde analiz etmiş ve bölgesel iklim modellerinin, ülke ölçeğinde hassas öngörüler sağlayabileceğini göstermişlerdir. Benzer şekilde, Gürkan ve arkadaşları (2016), GFDL-ESM2M modeli temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Türkiye’de sıcaklık ve yağış projeksiyonlarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmalar, RCP8.5 senaryosunda sıcaklık artışının daha belirgin olduğunu ve yağış rejiminde kaymalar yaşanabileceğini ortaya koymaktadır.

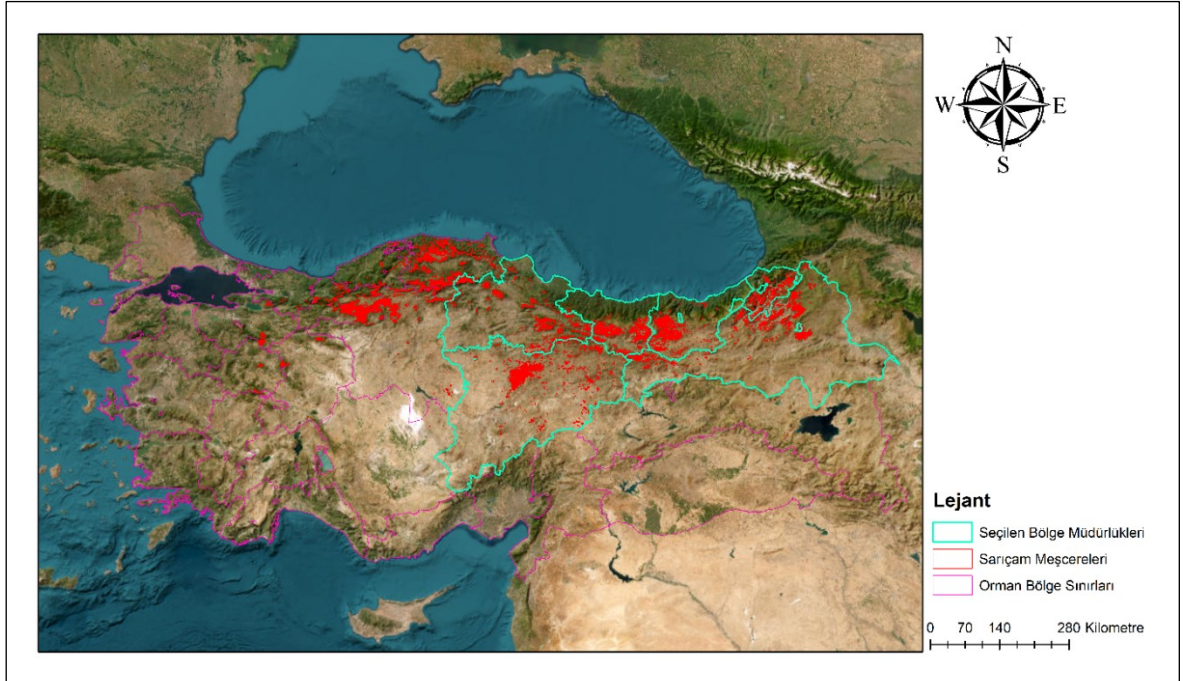
Ayan ve arkadaşları (2022), Türkiye’de Doğu kayını (*Fagus orientalis*) türünün 21. yüzyıldaki potansiyel dağılımını incelemiş ve iklim değişikliğinin bu tür üzerindeki olası etkilerini modellemiştir. Çalışmaları, bazı türlerin mevcut yaşam alanlarının daralabileceğini ancak iklim değişikliğine uyum sağlayan stratejilerle bu etkilerin minimize edilebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, Marchi ve Ducci (2018), tür dağılım modellerinin orman yönetiminde nasıl kullanılabileceğini ve marjinal orman popülasyonlarının tespitinde nasıl bir rol oynayabileceğini tartışmıştır.

Akdeniz orman ekosistemleri üzerine yapılan araştırmalar, bu bölgenin iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkileneceğini göstermektedir. Gerosa ve arkadaşları (2013), Alp bölgesindeki ormanların iklim değişikliğine adaptasyonu için yönetim stratejileri geliştirmiştir. Bu çalışmalar, Akdeniz ve Alp bölgelerinde ortaklaşa ele alınabilecek adaptasyon stratejilerine ışık tutmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Türkiye'nin yetiştirme ortamı bölgelerine göre belirlenen Trabzon, Giresun, Amasya, Kayseri, Erzurum ve Artvin Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisindeki Sarıçam türünün yayılış gösterdiği ve aralama müdahalelerine konu olmuş doğal ve saf meşcereler araştırma alanı olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanı olarak seçilen alanların bağlı bulunduğu Orman Bölge Müdürlükleri

1.1.1. Deneme Alanlarının Genel Tanıtımı ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri

Sarıçam ülkemizde doğal olarak beş coğrafi bölgede (Karadeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Marmara ve Ege Bölgesi) yayılış göstermektedir. Bu anlamda örnek alanlar; normal (merkez) ve marjinal (kenar) popülasyonları barındırma olasılığı yüksek olan 4 coğrafi bölge içerisinde belirlenen 6 adet Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan aralama müdahalesi görmüş sarıçam ormanlarından seçilmiştir.

Tablo 1. Örnek alanlara ilişkin yaş sınıfı ve bonitet sınıfı tablosu

Örnek Alan No	Popülasyon Türü	Örnek Alan Adı	Meşcere Tipi	Müdahale Yılı	Yaş Sınıfı	Bonitet Sınıfı
TRABZON ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Gümüşhane-Sarıçdağı	Çscd3	2020	V	III
2		Gümüşhane-Sarıçdağı	Çscd3	2020	V	III
3		Gümüşhane-Sarıçdağı	Çscd3	2020	V	III
4		Gümüşhane-Sarıçdağı	Çscd3	2020	V	III
5		Gümüşhane-Sarıçdağı	Çscd3	2020	V	III
6		Gümüşhane-Sarıçdağı	Çscd3	2020	V	III
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Gümüşhane-Şiran	Çsbc3	2020	III	III
2		Gümüşhane-Şiran	Çsbc3	2020	III	III
3		Gümüşhane-Şiran	Çsbc3	2020	III	III
4		Gümüşhane-Şiran	Çsbc3	2020	III	III
5		Gümüşhane-Şiran	Çsbc3	2020	III	III
6		Gümüşhane-Şiran	Çsbc3	2020	III	III
GİRESUN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Giresun-Bölükçam	Çscd2	2018	V	II
2		Giresun-Bölükçam	Çscd2	2018	V	II
3		Giresun-Bölükçam	Çscd2	2018	V	II
4		Giresun-Bölükçam	Çscd2	2018	V	II
5		Giresun-Bölükçam	Çscd2	2018	V	II
6		Giresun-Bölükçam	Çscd2	2018	V	II
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Ordu-Arpaalan	Çsa3(Çsab3)	2019	I	II
2		Ordu -Arpaalan	Çsa3(Çsab3)	2019	I	II
3		Ordu -Arpaalan	Çsa3(Çsab3)	2019	I	II
4		Ordu -Arpaalan	Çsa3(Çsab3)	2019	I	II
5		Ordu -Arpaalan	Çsa3(Çsab3)	2019	I	II
6		Ordu -Arpaalan	Çsa3(Çsab3)	2019	I	II
AMASYA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Tokat-Ayvaz	Çsc3	2022	IV	III
2		Tokat-Ayvaz	Çsc3	2022	IV	III
3		Tokat-Ayvaz	Çsc3	2022	IV	III
4		Tokat-Ayvaz	Çsc3	2022	IV	III
5		Tokat-Ayvaz	Çsc3	2022	IV	III
6		Tokat-Ayvaz	Çsc3	2022	IV	III

Tablo 1. Devamı

1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Tokat-Niksar	Çsab3	2020	III	III
2		Tokat-Niksar	Çsab3	2020	III	III
3		Tokat-Niksar	Çsab3	2020	III	III
4		Tokat-Niksar	Çsab3	2020	III	III
5		Tokat-Niksar	Çsab3	2020	III	III
6		Tokat-Niksar	Çsab3	2020	III	III
KAYSERİ ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Yozgat-Aydıncık	Çsc3	2019	IV	IV
2		Yozgat -Aydıncık	Çsc3	2019	IV	IV
3		Yozgat -Aydıncık	Çsc3	2019	IV	IV
4		Yozgat -Aydıncık	Çsc3	2019	IV	IV
5		Yozgat -Aydıncık	Çsc3	2019	IV	IV
6		Yozgat -Aydıncık	Çsc3	2019	IV	IV
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Yozgat-Başçatak	Çsc3(Çsed3)	2015	VI	II
2		Yozgat -Başçatak	Çsc3(Çsed3)	2015	VI	II
3		Yozgat -Başçatak	Çsc3(Çsed3)	2015	VI	II
4		Yozgat -Başçatak	Çsc3(Çsed3)	2015	VI	II
5		Yozgat -Başçatak	Çsc3(Çsed3)	2015	VI	II
6		Yozgat -Başçatak	Çsc3(Çsed3)	2015	VI	II
ERZURUM ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Erzurum-Oltu	Çsb3	2015	II	II
2		Erzurum-Oltu	Çsb3	2015	II	II
3		Erzurum-Oltu	Çsb3	2015	II	II
4		Erzurum-Oltu	Çsb3	2015	II	II
5		Erzurum-Oltu	Çsb3	2015	II	II
6		Erzurum-Oltu	Çsb3	2015	II	II
ARTVİN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Artvin-Kılıçkaya	Çsbc3	2016	III	III
2		Artvin-Kılıçkaya	Çsbc3	2016	III	III
3		Artvin-Kılıçkaya	Çsbc3	2016	III	III
4		Artvin-Kılıçkaya	Çsbc3	2016	III	III
5		Artvin-Kılıçkaya	Çsbc3	2016	III	III
6		Artvin-Kılıçkaya	Çsbc3	2016	III	III

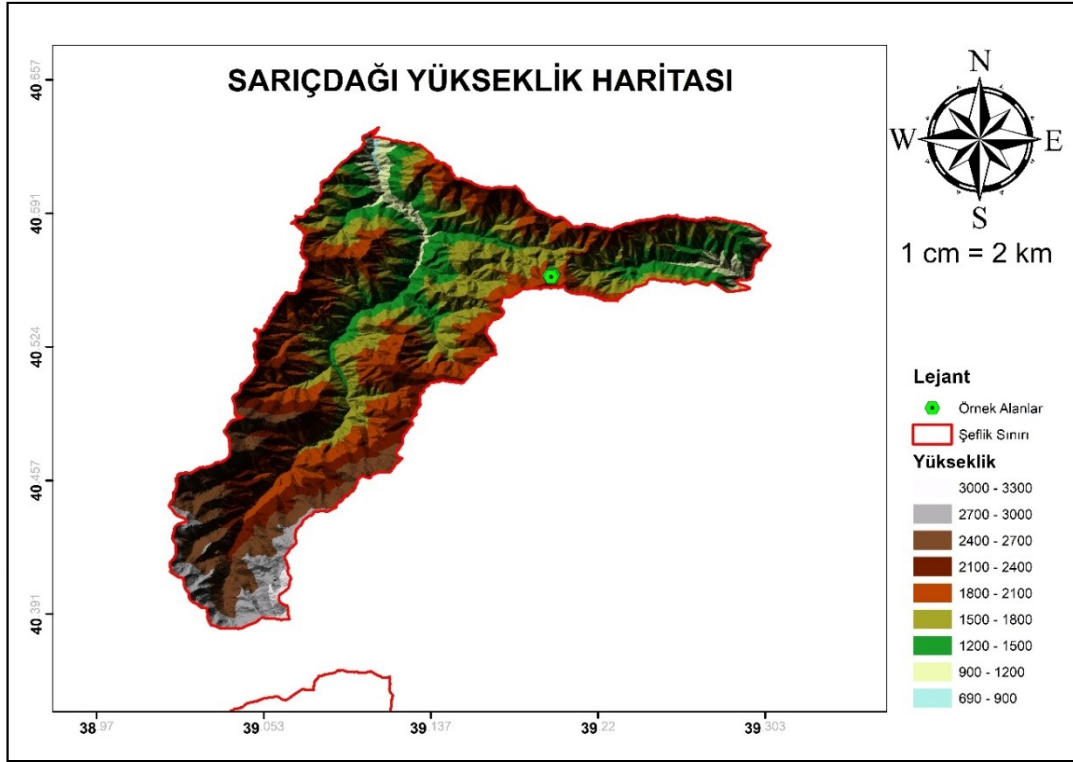
- Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü

Araştırma alanı; Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Gümüşhane ve Torul Orman İşletme Müdürlüklerinin doğal ve saf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden seçilmiştir.

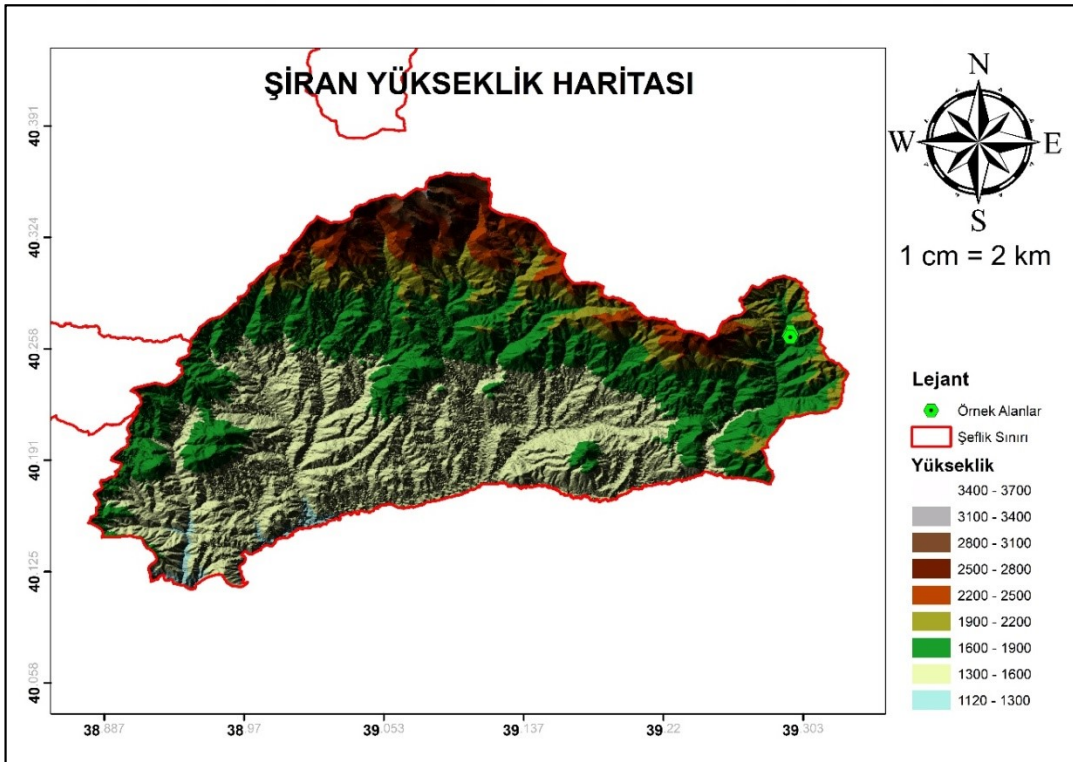
- Coğrafi Konum, Topoğrafik Yapı ve İklim Verileri

Araştırma alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Torul ve Gümüşhane Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içerisinde, Sarıçdağı ve Şiran Orman İşletme Şeflikleri'nin yönettiği ormanlık alanları kapsamaktadır. Coğrafi olarak, yaklaşık 40.5° ile 40.7° kuzey enlemleri ve 39.2° ile 39.4° doğu boylamları arasında yer alan Sarıçdağı, genellikle 1800-2200 metre arasında değişen rakımlara sahip, engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Bölgede hakim olan karasal iklim ve yüksek yağış rejimi, kahverengi orman topraklarının gelişimini desteklemiştir. Benzer şekilde, Şiran Orman İşletme Şefliği 40.1° ile 40.3° kuzey enlemleri ve 38.7° ile 39.0° doğu boylamları arasında yer almakta ve sınırları içerisinde yer alan ormanlık alanlar daha düşük rakımlarda ve daha az eğimli arazilerde yer almaktadır. Bu bölgelerde, gri kahverengi podsolik topraklar ve yüksek dağ çayır toprakları daha yaygındır (Atalay, 2008).

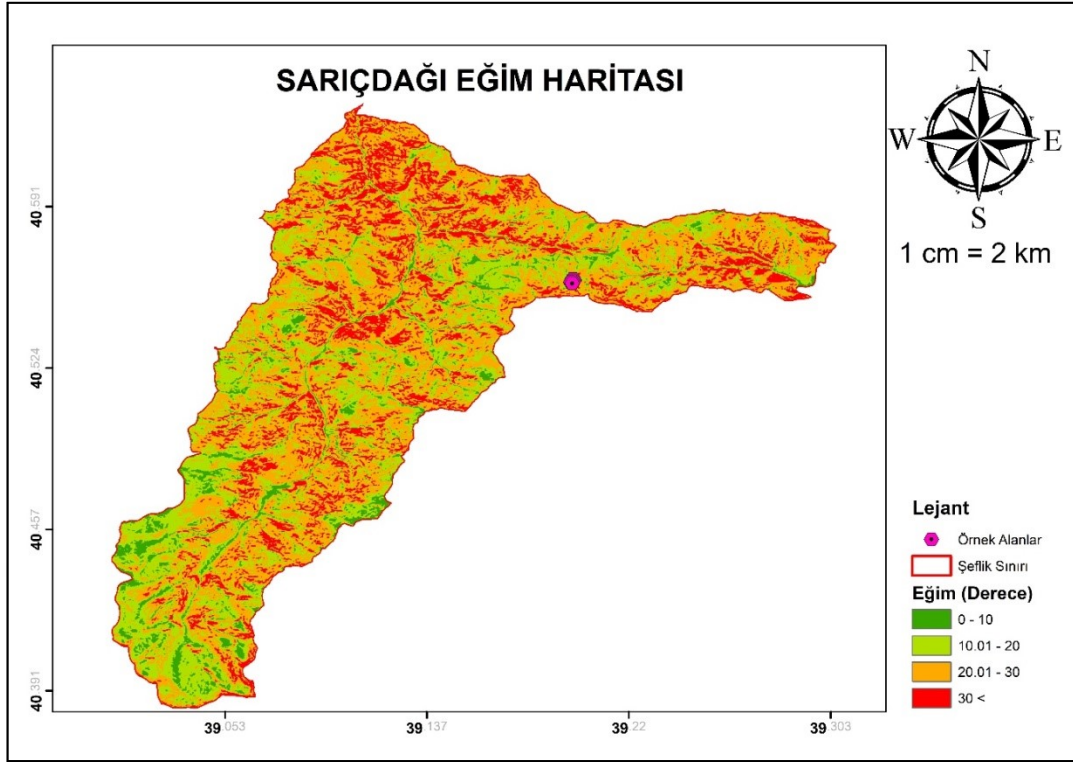
Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Kaçkar Dağları'nın güney yamaçlarında yer alan araştırma alanlarımız, 1800-2000 m ile 1600-1900 m arasında değişen rakımlarıyla dikkat çekmektedir. Derin vadiler, dik yamaçlar ve sirklerle karakterize olan bölge, buzul erozyonunun izlerini taşımaktadır (Şekil 2-3). Arazi, özellikle %60-80 arasında değişen yüksek eğimleri ile dikkat çekmekte olup, flişlerin tektonik hareketler sonucu kırılmalarıyla oluşan dik yamaçlar ve derin vadiler, arazinin parçalanmış bir görünüm kazanmasına neden olmuştur. Yüksek eğimler, toprak erozyonu ve sel riskini artırarak ekosistemin hassaslığını yükseltmektedir (Şekil 4-5). Araştırma alanında, batı bakı hariç tüm ana ve ara bakılarda örnek alanlar belirlenmiştir. Farklı bakılar, mikroklima koşullarında önemli farklılıklara neden olarak, bitki örtüsü dağılışında da belirgin farklılıklar yaratmıştır. Güney bakılar, daha sıcak ve kurak koşullarda makilik ve bozkır bitki örtüsüyle kaplı iken, kuzey bakılar daha serin ve nemli koşullarda meşe ve kayın ormanlarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu durum, araştırma alanımızın biyoçeşitlilik açısından zengin bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. (Şekil 6-7).



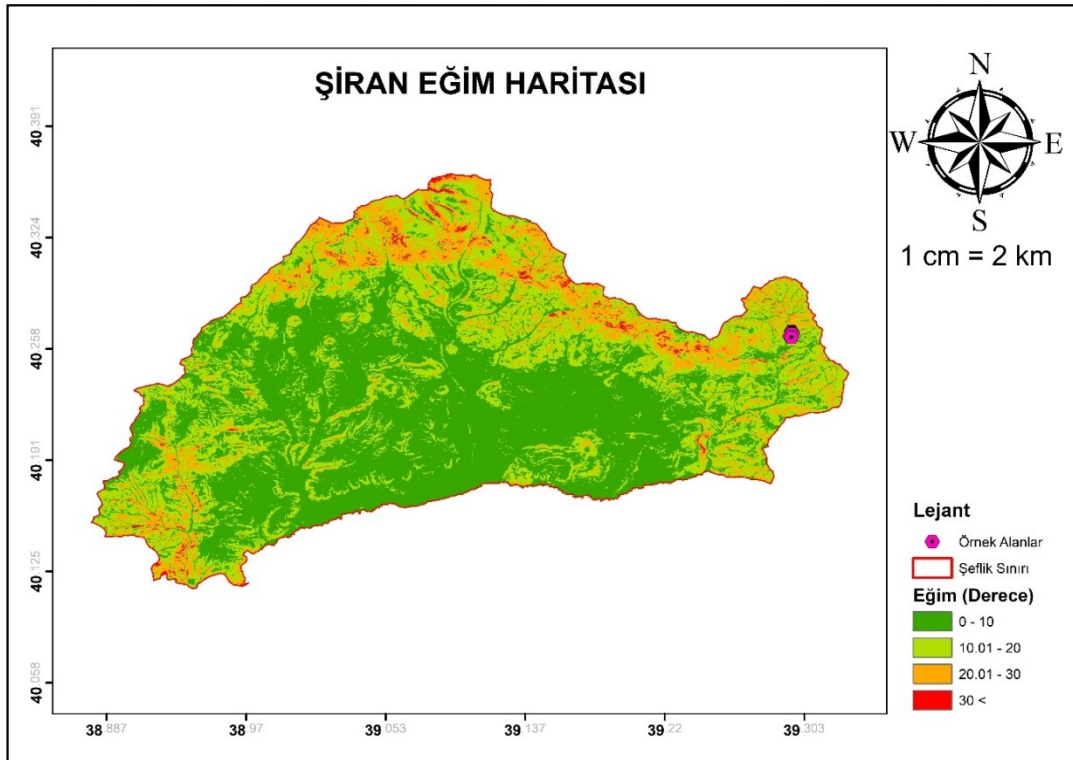
Şekil 2. Sarıçdağı Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



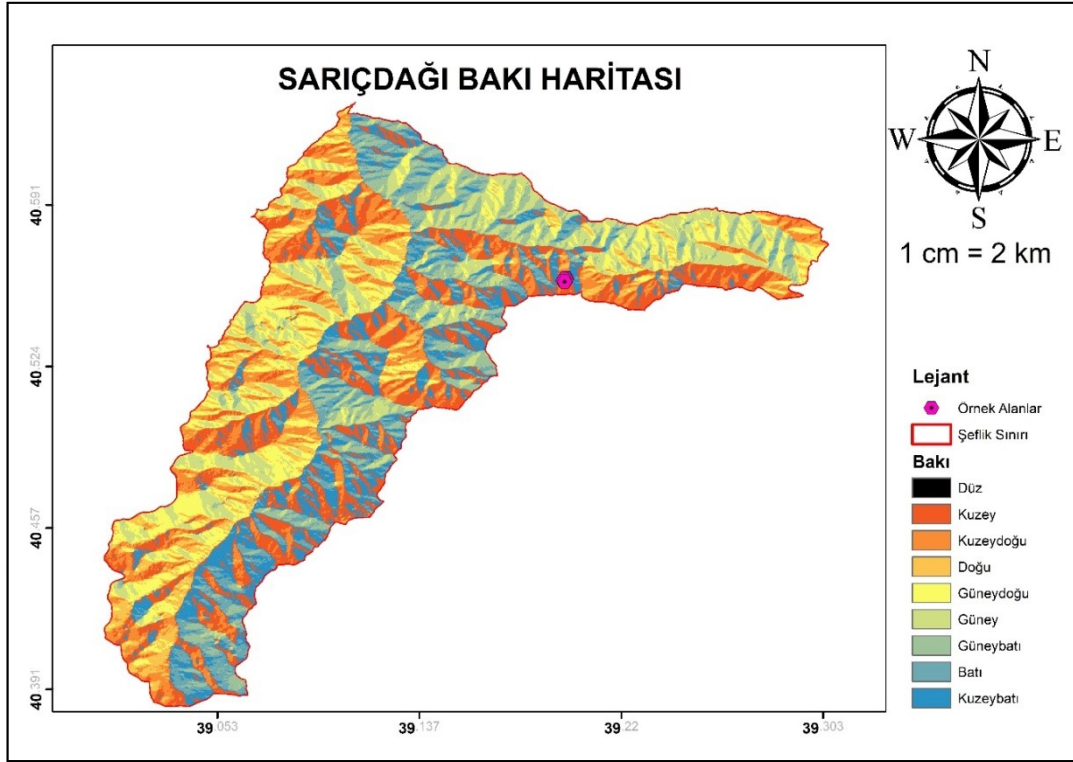
Şekil 3. Şiran Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



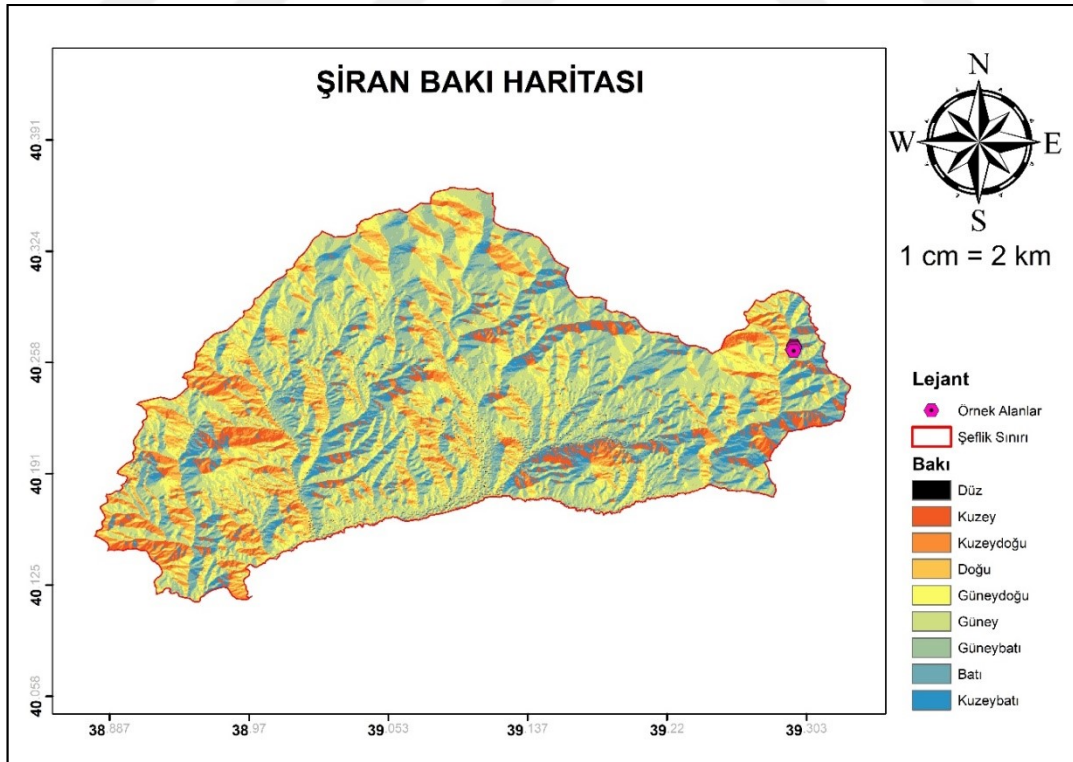
Şekil 4. Sarıçdağı Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 5. Şiran Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 6. Sarıçdağı Orman İşletme Şefliği baki haritası



Şekil 7. Şiran Orman İşletme Şefliği baki haritası

Araştırma alanı, Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgeleri arasında geçiş kuşağında yer alarak, hem karasal hem de Karadeniz iklimi özelliklerini taşıyan yarı kurak bir iklime sahiptir. Bölgenin coğrafi konumu, topografik özellikleri ve yükseltisi, iklimin bu şekilde şekillenmesinde etkili olmuştur. Meteorolojik verilere göre yaz aylarında sıcaklıklar 29°C'ye kadar yükselirken, kış aylarında -5,4°C'ye kadar düşebilmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 9,6°C, yıllık ortalama yağış ise 462,4 mm olarak ölçülmüştür. Yağışların büyük bir kısmı kış aylarında kar şeklinde düşmekte olup, Kasım ayının ortalarından Mart ayının ortasına kadar süren kar örtüsü, bölgenin iklimini önemli ölçüde etkilemektedir. Kurak ve sıcak yazlar nedeniyle step ve bozkır bitki örtüsü yaygınlaşırken, yüksek ve nemli bölgelerde ormanlar görülmektedir. Sık yağışlar ve düşük sıcaklıklar nedeniyle toprakların organik madde içeriği yüksek olup, asit reaksiyonlu olduğu görülmektedir. Kış aylarında yoğun kar yağışı, ilkbahar aylarında eriyerek yüzeysel akışa neden olmakta ve su kaynaklarını beslemektedir (MGM, 2023).

Araştırma alanındaki ormanlarda baskın türler Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) olmakla birlikte, Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Sapsız Meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb. subsp. iberica (Steven ex Bieb.) Krassilin), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach subsp. nordmanniana), Dağ Karaağacı (*Ulmus glabra* Huds.), çeşitli akçaağaç türleri (örneğin, *Acer trauvetteri* Medw., *Acer cappadocicum* Gleditsch ve *Acer campestre* L.), üvez türleri (örneğin, *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus umbellata* (Desf.) Fritsch var. cretica (Lindl.) Schneider ve *Sorbus subfusca* (Ledeb.) Boiss), Kafkas İhlamuru (*Tilia rubra* DC. subsp. caucasica (Rupr.) V. Engler), meşe türleri (örneğin, *Quercus hartwissiana* Steven., *Quercus macranthera* Fisch. et. Mey. subsp. syspirensis (C. Koch.) Menstsky), Adi Gürgen (*Carpinus betulus* L.), Adi Porsuk (*Taxus baccata* L.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Miller) ve Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaernt. subsp. barbata (C. A. Mey.) Yalt.) gibi türler de önemli bir yer tutmaktadır (Anşin, 1980). Bu türlerin dağılımı, yükselti, eğim, bakı ve toprak özellikleri gibi coğrafi faktörlerin yanı sıra iklimsel koşullar ve tarihsel süreçte yaşanan insan etkilerinden de etkilenmiştir. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) genellikle yüksek rakımlarda ve asitli topraklarda yayılış gösterirken, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) daha düşük rakımlarda ve kurak koşullara daha dayanıklıdır. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), ormanın alt katmanında zengin bir biyoçeşitlilik barındırarak ekosistemin dengesini korurken, Sapsız Meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb. subsp. iberica (Steven ex Bieb.) Krassilin),

kuraklığa dayanıklılığı sayesinde orman yangınlarından sonra hızlı bir şekilde rejenerasyon göstermektedir (Atalay, 2008).

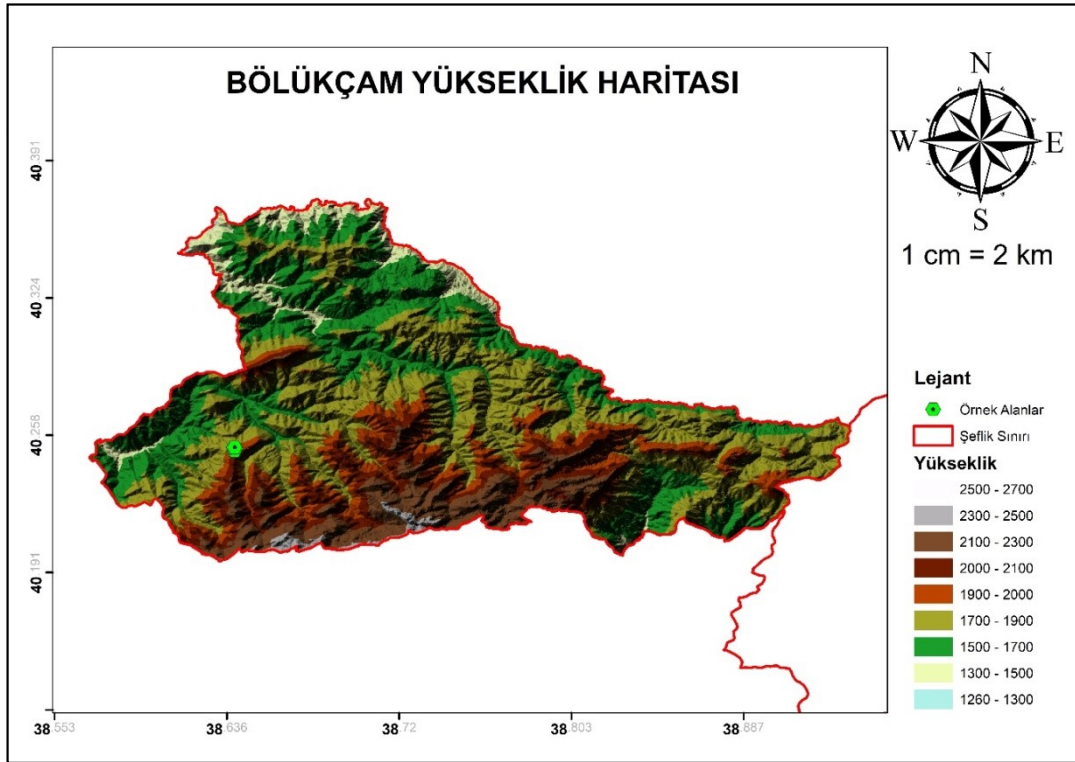
- Giresun Orman Bölge Müdürlüğü

Araştırma alanı; Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Giresun Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Şebinkarahisar ve Arpaalan Orman İşletme Müdürlüklerinin doğal ve saf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden seçilmiştir.

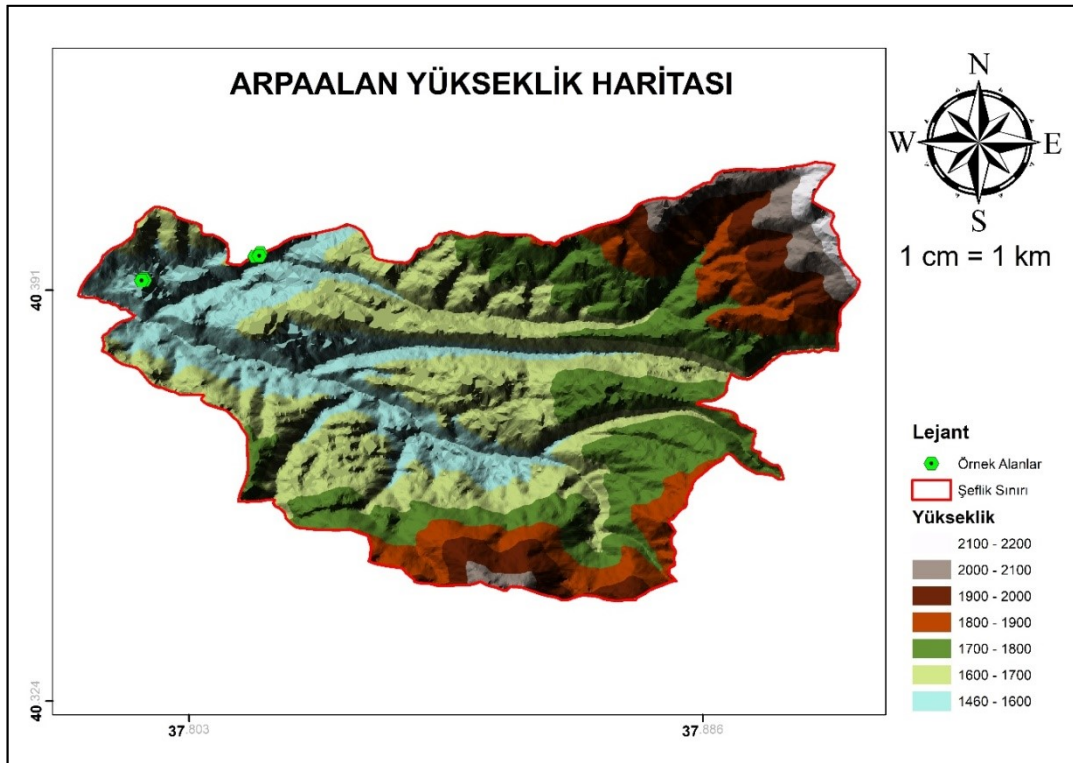
- Coğrafi Konum, Topoğrafik Yapı ve İklim Verileri

Araştırma alanımız, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin karakteristik coğrafi yapısına sahip olup, Karadeniz Dağları'nın güney yamaçlarında yer alan Bölükçam ve Arpaalan Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içerisinde bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 40.6°- 40.8° kuzey enlemleri ve 38.3°- 38.5° doğu boylamları arasında yer alan Bölükçam Orman İşletme Şefliği ile 40.3°- 40.5° kuzey enlemleri ve 38.4°- 38.6° doğu boylamları arasında yer alan Arpaalan Orman İşletme Şefliği, çalışma alanımızın coğrafi sınırlarını oluşturmaktadır. Bölgenin dik yamaçları, derin vadileri ve yüksek yağış miktarı, orman ekosistemlerinin gelişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Karadeniz'e yakınlığı nedeniyle bölgede nemli ve ılıman bir iklim hakim olup, bu durum ormanların tür kompozisyonu ve verimliliği üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Çalışma alanının topoğrafik yapısı, genel olarak engebeli ve dağlık bir arazi yapısına sahiptir. Bu durum, bölgedeki iklimin ve bitki örtüsünün çeşitlenmesine olanak tanımaktadır. Giresun'un iç kesimlerinin coğrafi yapısı, 2000 metreyi aşan yükseklikteki zirveleriyle dağlık bir karakter taşımaktadır. Bu dağlık alanlar, bölge ikliminde belirgin bir soğuma ve yağış artışı etkisi yaratırken, kıyı kesimleri daha ılıman bir iklime sahiptir. (Atmaca vd., 2023). Bölgenin engebeli coğrafyası, tarım ve ormancılık faaliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Bölgedeki tarım alanları, dağlık ve tepelik arazi nedeniyle sınırlıdır. Bu durum, ormanlık alanların geniş bir alana yayılmasına zemin hazırlamıştır. Ormanlar, hem yerel halkın ekonomik yaşamında önemli bir yer tutmakta hem de bölgenin biyolojik çeşitliliği açısından büyük önem taşımaktadır. (Bulut, 2018; Yiğit ve Akçay, 2022). Araştırma alanı, çeşitli ağaç türleri ve zengin bir bitki örtüsü ile karakterize olan orman ekosistemleri ile kaplıdır. Bu ekosistemler, bölgedeki biyolojik çeşitliliği artırarak doğal yaşamı desteklemekte ve aynı zamanda ekoturizm potansiyelini yükseltmektedir. Bölgenin dağlık ve engebeli topografyası, heyelan ve sel gibi doğal afetlere karşı yüksek bir hassasiyet yaratmaktadır. Bu nedenle, bölgede doğal afet risklerinin değerlendirilmesi ve yönetimi için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) temelli araştırmaların yapılması büyük önem taşımaktadır. (Atmaca vd., 2022; Cihangir, 2022).

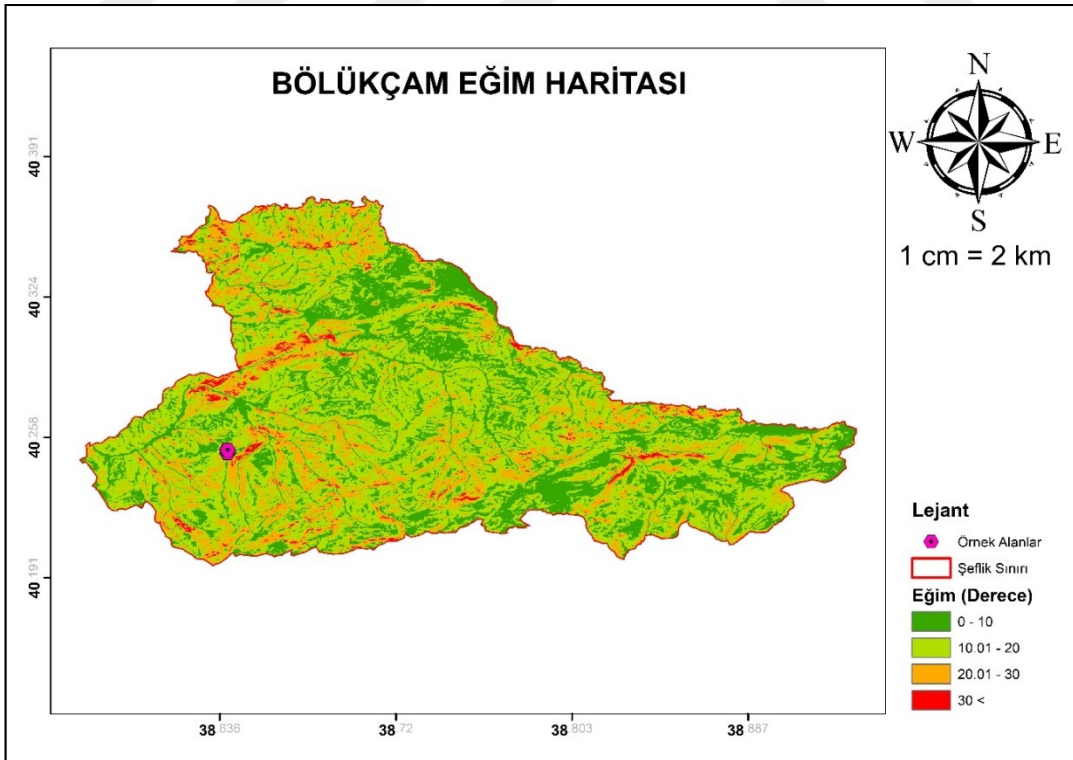
Araştırma alanı Karadeniz kıyısına paralel olarak uzanan sıradağ içerisinde yer almakta ve örnek alanların yükseltisi ise 1800- 2000 m arasındadır (Şekil 8-9). Araştırma alanları yoğunlukla % 60 - 80 arası eğime sahip alanlardan oluşmaktadır. Alanın dar ve derin olarak parçalanması, buna bağlı yüksek eğim gruplarının oluşması, çok kırıklı yapıları meydana getirmiştir. (Şekil 10-11). Araştırma alanında bakı değişimleri oldukça fazladır. Bununla birlikte örnek alanlar kuzey, güney, batı ve ara bakılarda bulunmaktadır (Şekil 12-13).



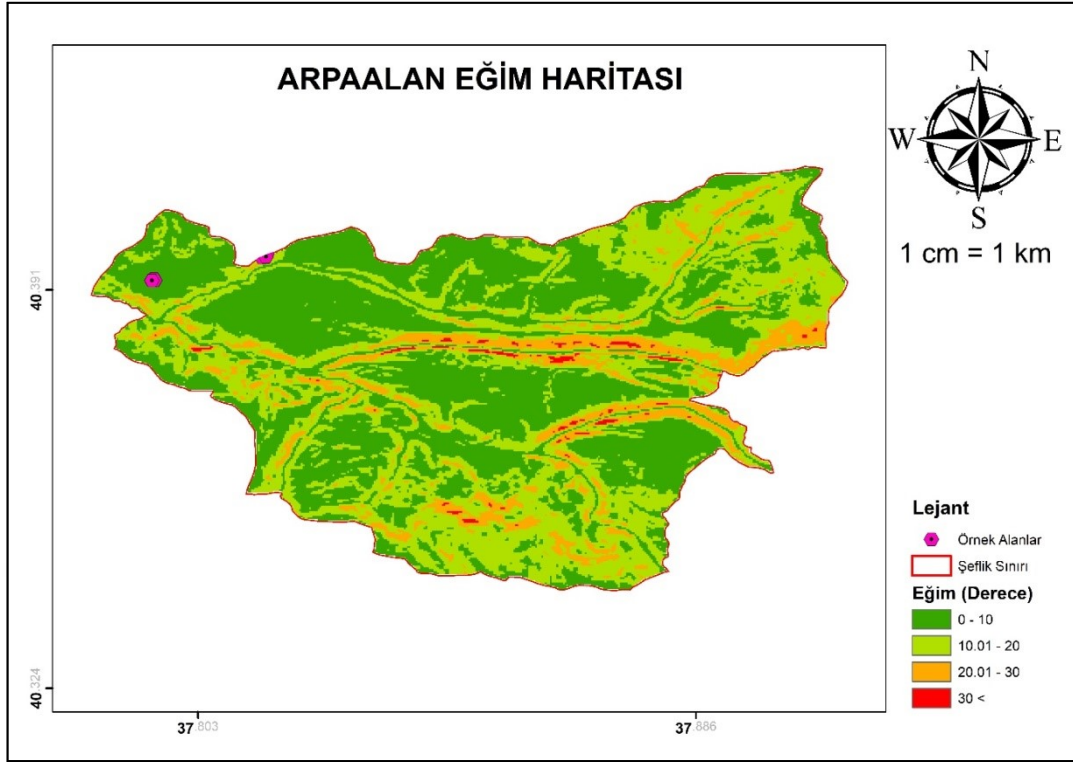
Şekil 8. Bölükçam Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



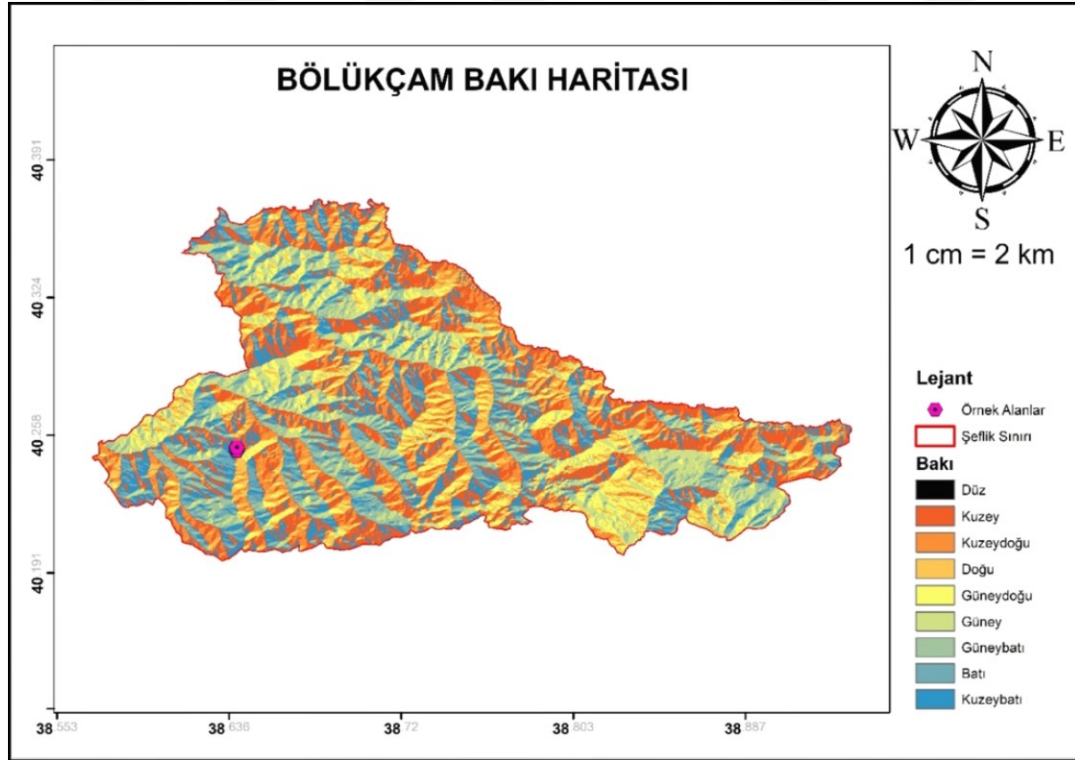
Şekil 9. Arpaalan Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



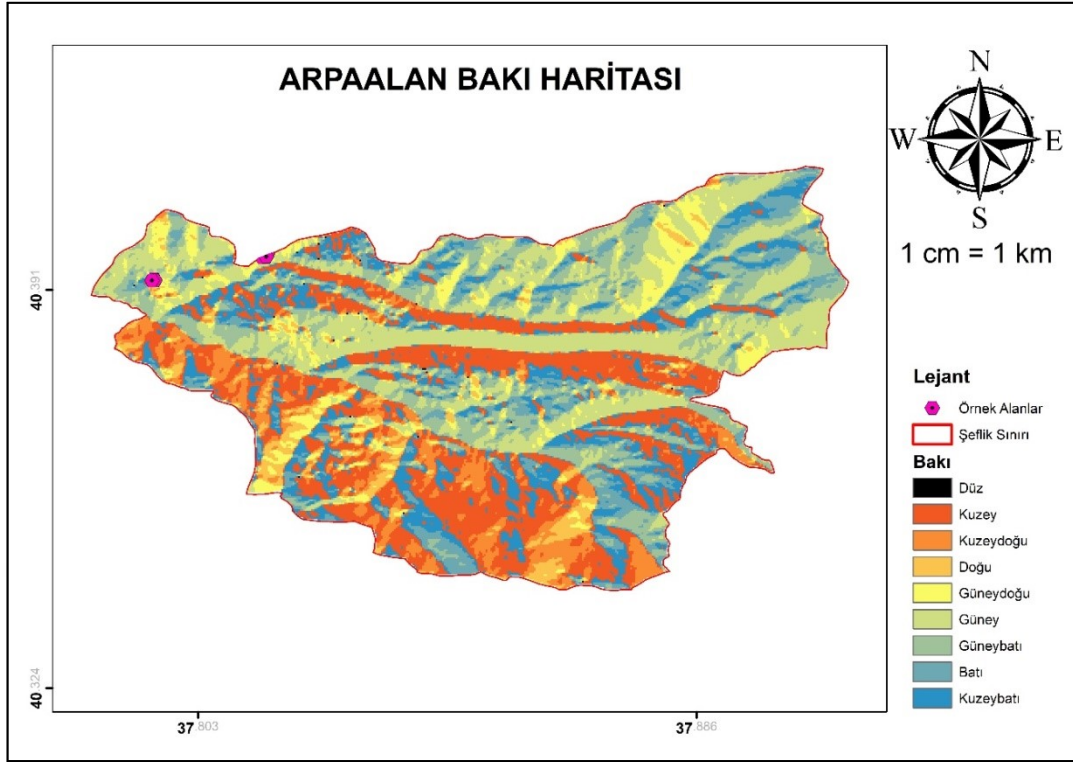
Şekil 10. Bölükçam Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 11. Arpaalan Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 12. Bölükçam Orman İşletme Şefliği bakı haritası



Şekil 13. Arpaalan Orman İşletme Şefliği bakı haritası

Çalışma alanımız, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin karakteristik coğrafi yapısı içerisinde yer almasına rağmen, Karadeniz ve Doğu Anadolu arasında bir geçiş bölgesi olması nedeniyle iklimsel olarak karmaşık bir yapıya sahiptir. Bölgenin dağlık topografyası, yükseltiye bağlı olarak sıcaklık ve yağış dağılışında önemli farklılıklar yaratmaktadır. Karadeniz'in nemli ve ılıman etkisi, kıyı şeridinde daha belirgin olmakla birlikte, iç kesimlere doğru gidildikçe karasal iklim özellikleri kendini göstermeye başlar. Yaz ayları nispeten kurak geçerken, kış ve bahar aylarında bol yağışlı bir hava hâkimdir. Meteorolojik verilere göre, bölgede en yüksek sıcaklıklar Ağustos ayında 27,8 °C'ye ulaşmakta, en düşük sıcaklıklar ise Ocak ayında -3,2 °C civarında gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 11,2 °C olup, yıllık ortalama yağış miktarı ise 1200 mm'nin üzerindedir. Bol yağışlı kış aylarında toprak nemi yüksek seviyelere ulaşırken, kurak geçen yaz aylarında su kıtlığı yaşanabilmektedir. Son yıllarda artan sıcaklıklar ve değişen yağış rejimi, bölgede sel ve kuraklık gibi ekstrem olayların sıklığını artırmıştır. İklim değişikliği modelleri, bölgede sıcaklıkların artması ve yağış rejiminin değişmesi yönünde işaret etmektedir (MGM, 2023).

Araştırma alanlarındaki ormanlarda baskın türler Doğu Ladini (*Picea orientalis*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) olmakla birlikte, Sapsız Meşe (*Quercus petraea*), Saçlı Meşe (*Quercus cerris*), Mazı Meşe (*Quercus infectoria*), Adi Gürgen (*Carpinus betulus*) ve çeşitli akçaağaç türleri (*Acer trautvetteri*, *Acer cappadocicum*, *Acer campestre*) de önemli bir yer tutmaktadır. Bu türlerin dağılımı, yükselti, eğim, bakı ve toprak özellikleri gibi coğrafi faktörlerin yanı sıra iklimsel koşullar ve türler arasındaki rekabet gibi ekolojik faktörlerden etkilenmektedir. Doğu Ladini (*Picea orientalis*) genellikle yüksek rakımlarda ve asitli topraklarda yayılış gösterirken, Sarıçam (*Pinus sylvestris*) daha düşük rakımlarda ve kurak koşullara daha dayanıklıdır. Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) ise, nemli ve derin toprakları tercih ederek ormanın alt katmanında zengin bir biyoçeşitlilik barındırmaktadır. Meşe türleri (*Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Quercus infectoria*), orman yangınlarına karşı dirençli olmaları ve toprağı zenginleştirmeleri nedeniyle ekosistemin devamlılığı için önemlidir (Anşin, 1980).

- Amasya Orman Bölge Müdürlüğü

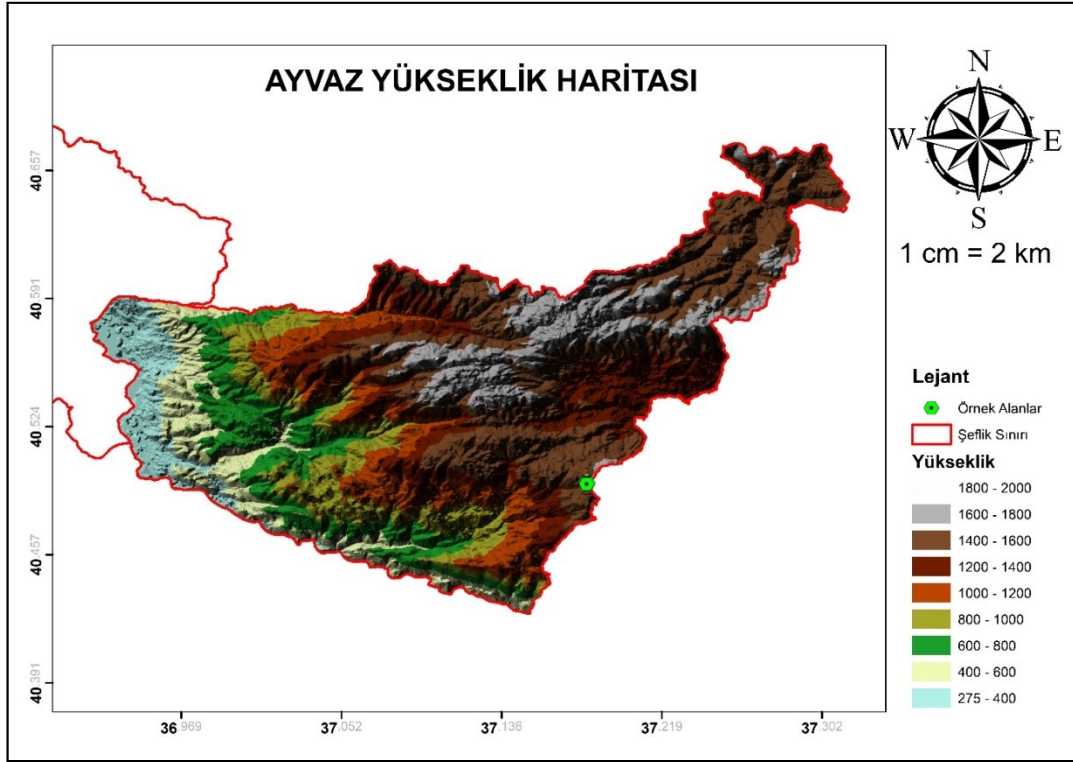
Araştırma alanı; Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Amasya Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Ayvaz ve Niksar Orman İşletme Şefliklerinin doğal ve saf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden seçilmiştir.

- Coğrafi Konum, Topoğrafik Yapı ve İklim Verileri

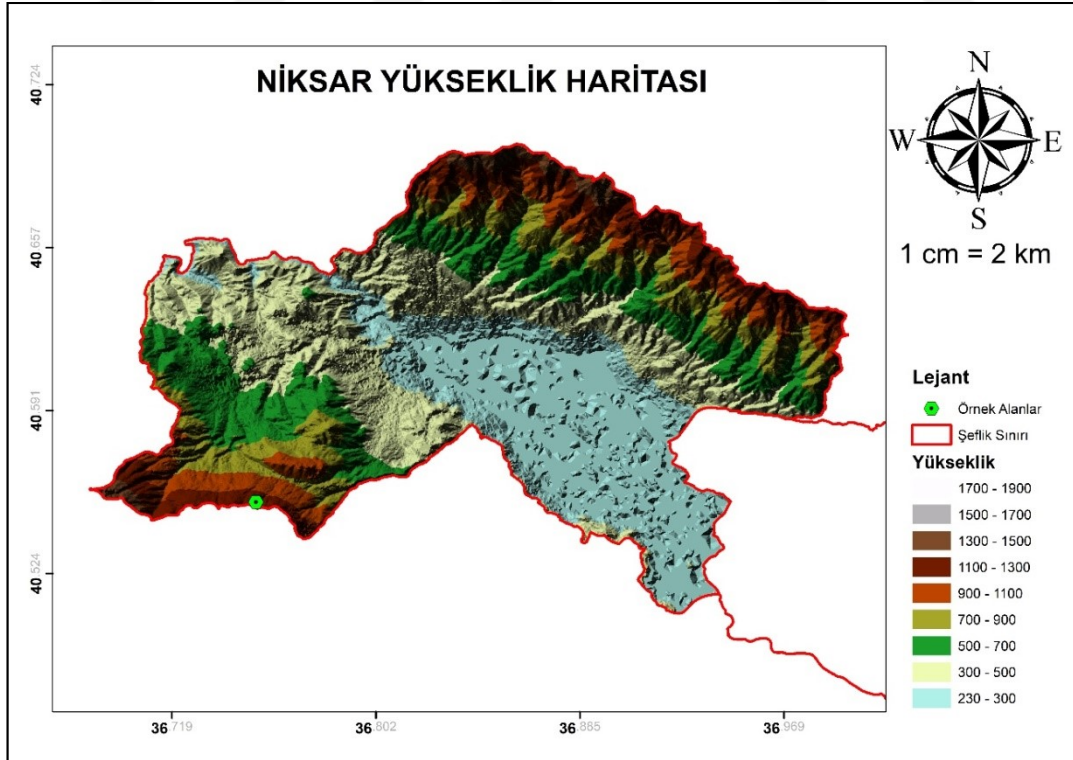
Araştırma alanı, Orta Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde, Tokat ve Niksar il sınırları içerisinde yer alan ormanlık alanları kapsamaktadır. Coğrafi olarak, yaklaşık 39.5°- 40.8° kuzey enlemleri ve 35.2°- 37.0° doğu boylamları arasında uzanan bu bölge, karmaşık bir jeomorfolojiye sahiptir. Arazi, genellikle engebeli olup, derin vadiler, dik yamaçlar ve yüksek platolarla karakterizedir. Bölgedeki topraklar, çoğunlukla kahverengi orman toprakları, yüksek dağ çayır toprakları ve gri kahverengi podzolik topraklar olmak üzere üç ana tipte sınıflandırılmıştır (Atalay, 2008). Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, bitki örtüsünün dağılımı ve çeşitliliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu bağlamda, toprakların drenaj koşulları ve besin madde içeriği, orman ekosistemlerinin yapısını ve üretkenliğini belirleyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Özellikle, toprakların su tutma kapasitesi, besin maddelerinin mevcudiyeti ve toprak yapısı, bitki gelişimini doğrudan etkileyen unsurlardır (Sağlam vd., 2014; Barik & Gülnar, 2019; Dönmez vd., 2024). Bölgenin iklim koşulları, özellikle yağış rejimi ve sıcaklık değişimleri, toprak oluşumu süreçlerini ve bitki örtüsünün dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, bitki örtüsünün dağılımı ve çeşitliliği üzerinde

önemli bir etkiye sahiptir. Bu bağlamda, toprakların drenaj koşulları ve besin madde içeriği, orman ekosistemlerinin yapısını ve üretkenliğini belirleyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Özellikle, toprakların su tutma kapasitesi, besin maddelerinin mevcudiyeti ve toprak yapısı, bitki gelişimini doğrudan etkileyen unsurlardır (Sağlam vd., 2014; Barik & Gülnar, 2019; Dönmez vd., 2024). Sağlam vd., (2014) çalışmasında, tarımsal üretim alanlarında toprak özelliklerinin ve yönetim uygulamalarının etkileri üzerinde durulmakta, bu bilgilerin arazi bozulmalarının azaltılmasına katkı sağladığı vurgulanmaktadır. Ayrıca, Barik & Gülnar (2019) tarafından yapılan araştırmada, farklı arazi kullanımı altındaki podzolik toprakların kalite parametreleri incelenmiş ve bu toprakların bitki örtüsü üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. Bölgenin iklim koşulları, özellikle yağış rejimi ve sıcaklık değişimleri, toprak oluşumu süreçlerini ve bitki örtüsünün dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir. Yüksek yağış ve düşük sıcaklıklar, toprakların yıkanmasına ve besin madde kayıplarına neden olarak, özellikle yüksek rakımlarda podzollaşma gibi süreçlerin gelişmesine yol açmaktadır (Palta vd., 2023; Usul & Dengiz, 2014). Bu durum, bölgedeki ormanların büyük bir kısmında iğne yapraklı ağaçların hakim olmasına neden olmuştur. Özellikle, iklim koşullarının etkisiyle, iğne yapraklı ağaçların yayılımı ve bu ağaçların toprak üzerindeki etkileri, orman ekosistemlerinin dinamiklerini şekillendirmektedir (Parlak vd., 2020; Yüksel & Ekinci, 2019).

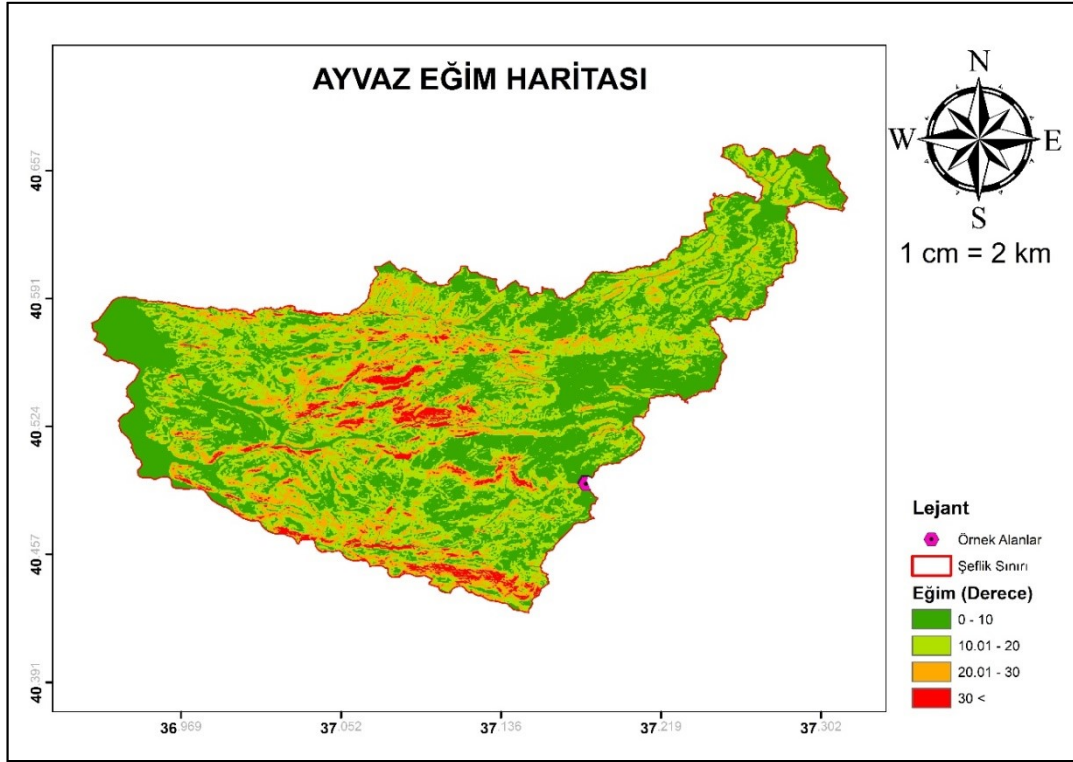
Tokat ve Niksar Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan araştırma alanları, 1100-1600 metre arasında değişen rakımlarda konumlanmıştır (Şekil 14-15). Arazi, genel olarak dik bir topografyaya sahip olup, eğim değerlerinin %60'ın üzerinde olduğu, özellikle %60-70 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 16-17). Örnek alanlar, coğrafi konumlarına bağlı olarak doğu, batı, kuzey ve ara bakılara sahiptir (Şekil 18-19).



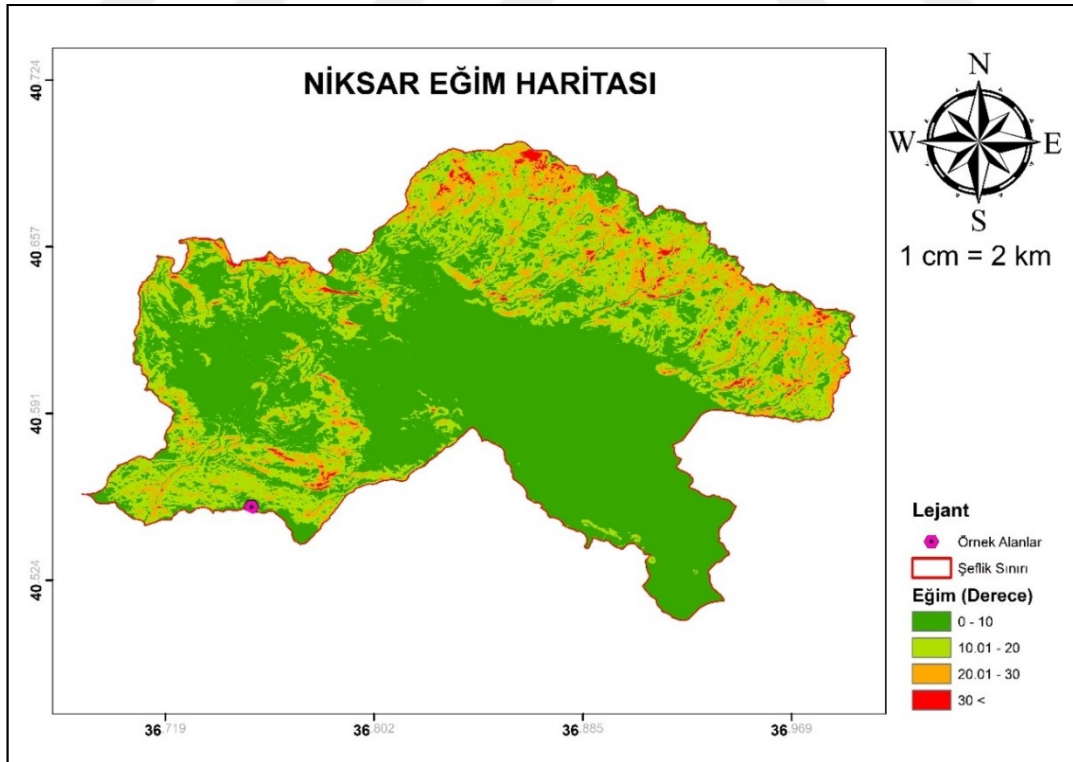
Şekil 14. Ayvaz Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



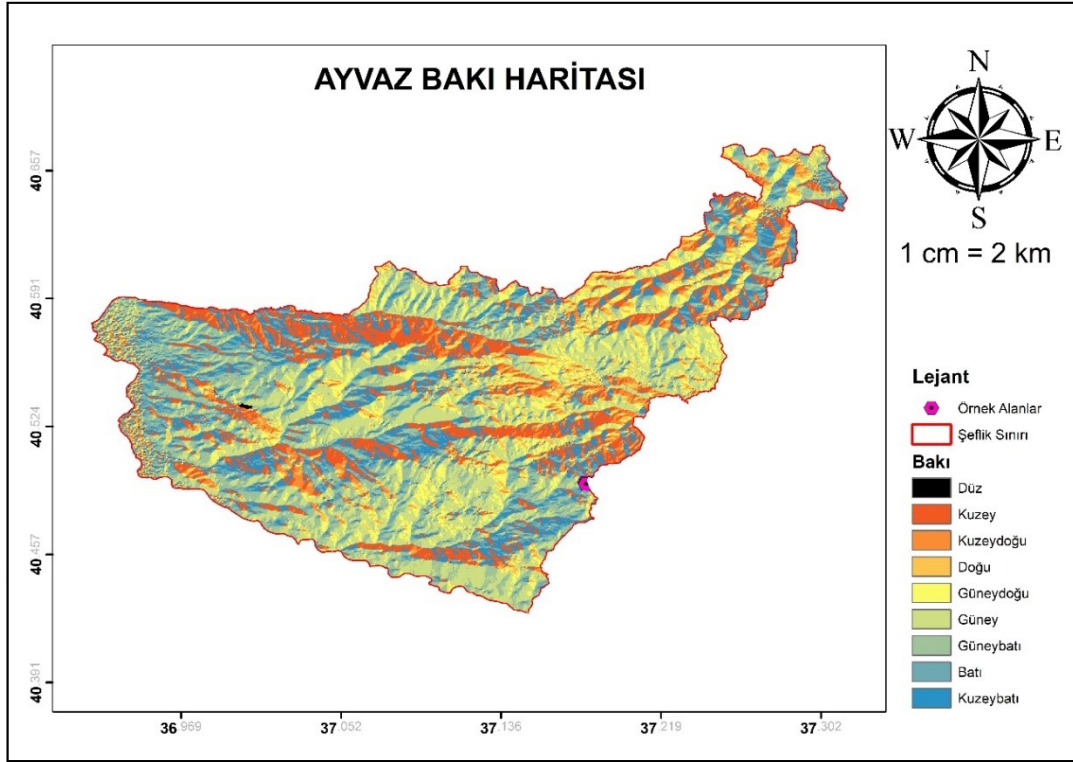
Şekil 15. Niksar Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



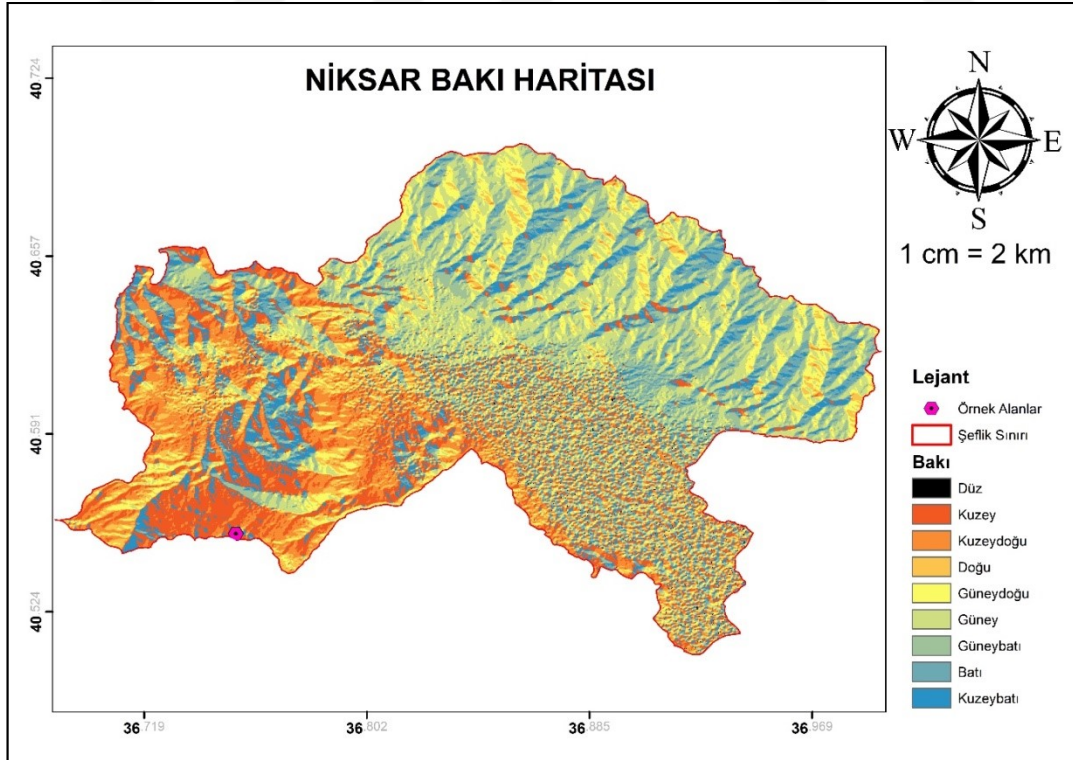
Şekil 16. Ayvaz Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 17. Niksar Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 18. Ayvaz Orman İşletme Şefliği bakı haritası



Şekil 19. Niksar Orman İşletme Şefliği bakı haritası

Araştırma alanı, Orta Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde, Karadeniz ve İç Anadolu iklimlerinin geçiş kuşağında yer almaktadır. Bu coğrafi konum, bölgeye hem karasal hem de okyanus iklimi özelliklerini kazandırmıştır. Meteorolojik verilere göre, bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. En yüksek sıcaklık değerleri Ağustos ayında 29,9 °C'ye ulaşırken, en düşük sıcaklıklar Ocak ayında -1,6 °C'ye kadar düşebilmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 12,5 °C, yıllık toplam yağış miktarı ise 435 mm olarak belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi, iklim koşulları ve toprak özellikleri arasında karmaşık bir etkileşim bulunmaktadır. Bu bölgedeki yağışların büyük bir kısmı kış aylarında, genellikle sağanak ve kar yağışı şeklinde düşmektedir. Bu durum, bölgedeki toprak oluşum süreçlerini ve bitki örtüsünün dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir. Kış yağışlarının ardından gelen yaz kuraklıkları, toprakların derinlerinde çatlakların oluşmasına ve yüzeysel akışın artmasına neden olarak erozyon riskini yükseltmektedir. Erozyon, toprak kaybına yol açarak, tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir (Akın & Taşova, 2019; Günal & Günal, 2020; Karaş vd., 2016). İklim değişikliği de bölgedeki bu hassas ekolojik dengeyi daha da olumsuz etkilemektedir. Artan sıcaklıklar, azalan yağış miktarları ve değişen yağış rejimleri, kuraklık riskini artırarak tarım ve doğal ekosistemleri tehdit etmektedir (IPCC, 2021)."

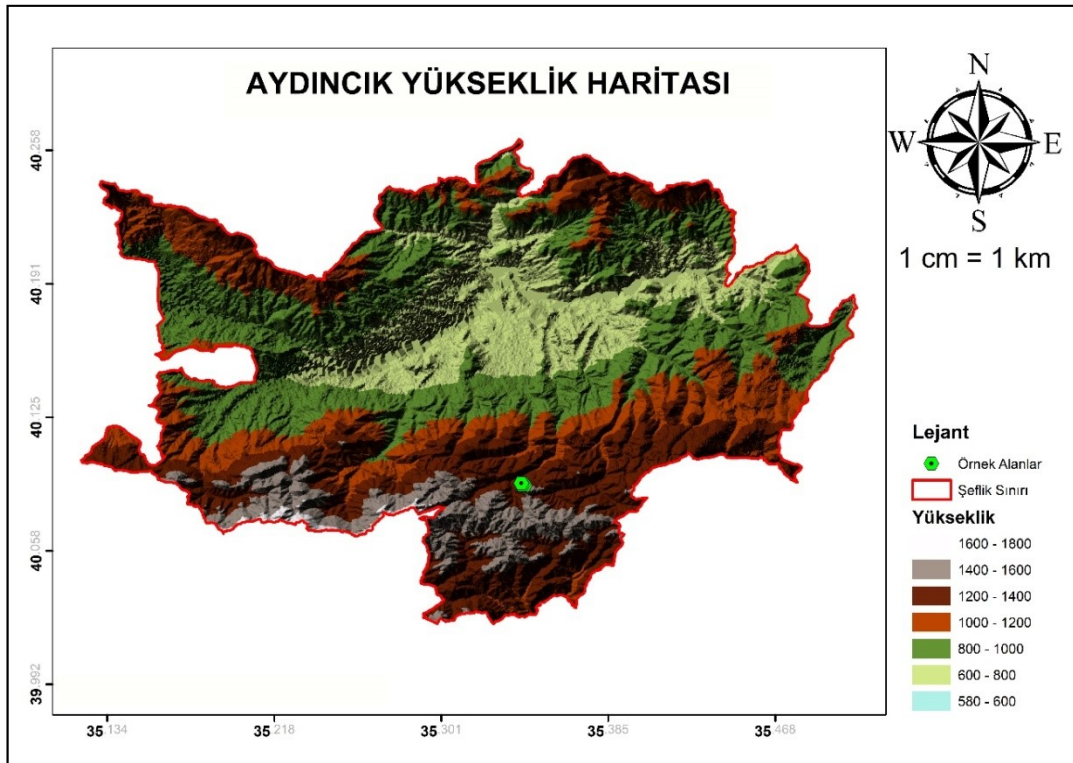
Araştırma alanı, yaklaşık yarısı ormanlarla kaplı olup, bu ormanların büyük bir kısmı saf meşe meşcerelerinden oluşmaktadır. Karışık meşcerelerde ise genellikle iki veya az sayıda üç farklı ağaç türü bir arada bulunmaktadır. Bölgede beş farklı vejetasyon tipi belirlenmiştir: orman, bodur çalı, step, kaya ve sulak çayır vejetasyonları. Orman vejetasyonunda iğne yapraklı türlerden sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) baskın olmakla birlikte, doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), boylu ardıç (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*), titrek kavak (*Populus tremula* L.), akçaağaç türleri (*Acer hyrcanum* subsp. *hyrcanum* ve *Acer campestre* L.), üvez (*Sorbus umbellata* var. *umbellata*) ve meşe türleri (*Quercus hartwissiana* Steven., *Quercus cerris* var. *cerris*, *Quercus infectoria* subsp. *infectoria*) gibi geniş yapraklı türler de önemli bir yer tutmaktadır. Adi gürgen (*Carpinus betulus* L.) ise, özellikle karışık meşcerelerde sıklıkla görülmektedir. Bu zengin biyolojik çeşitlilik, bölgenin karmaşık jeolojik yapısı, iklim koşulları ve tarihi insan etkileşimlerinin bir sonucudur. Özellikle, geçmişte yapılan aşırı otlatma ve yanlış ormancılık uygulamaları, ormanların doğal yapısını bozarak tür çeşitliliğini azaltmıştır (Anşin, 1980).

- Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü

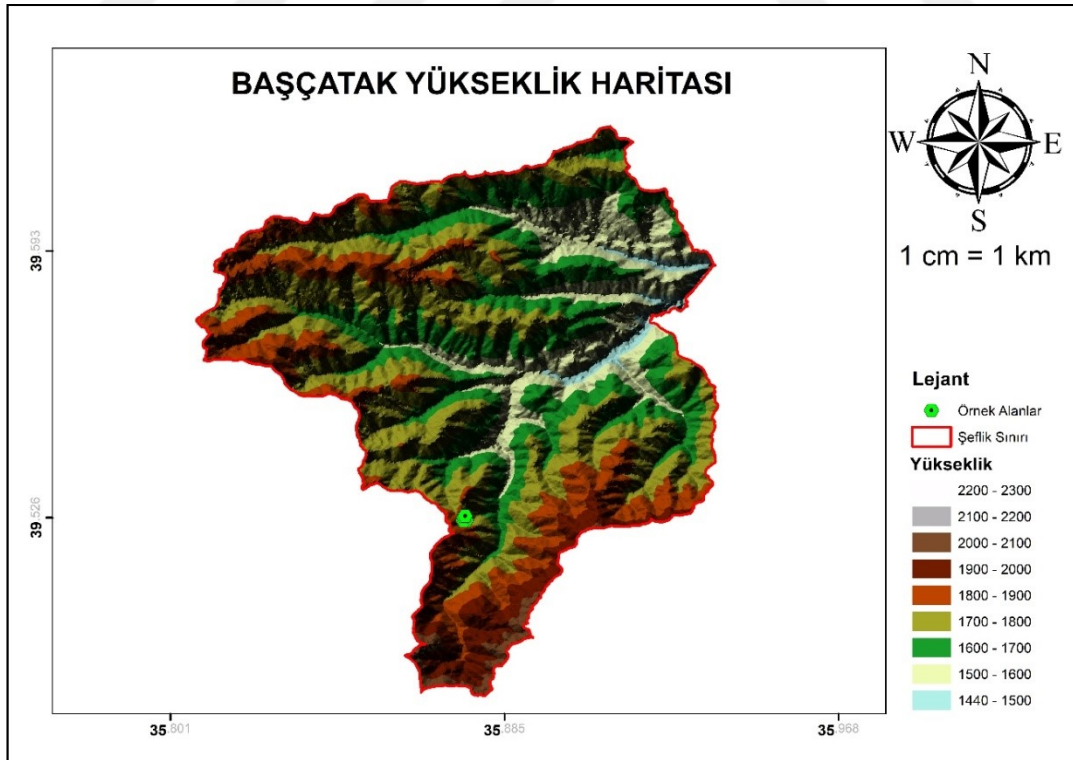
Araştırma alanı; İç Anadolu Bölgesinde yer alan Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Yozgat ve Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüklerinin doğal ve saf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden seçilmiştir.

- Coğrafi Konum, Topoğrafik Yapı ve İklim Verileri

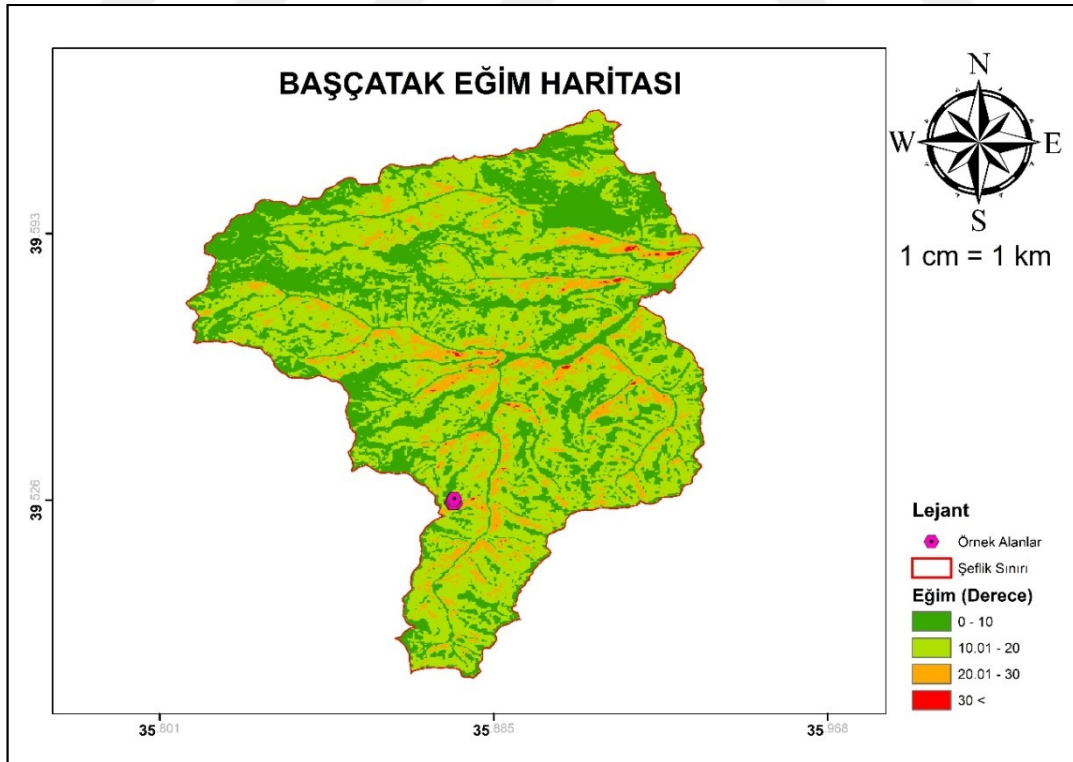
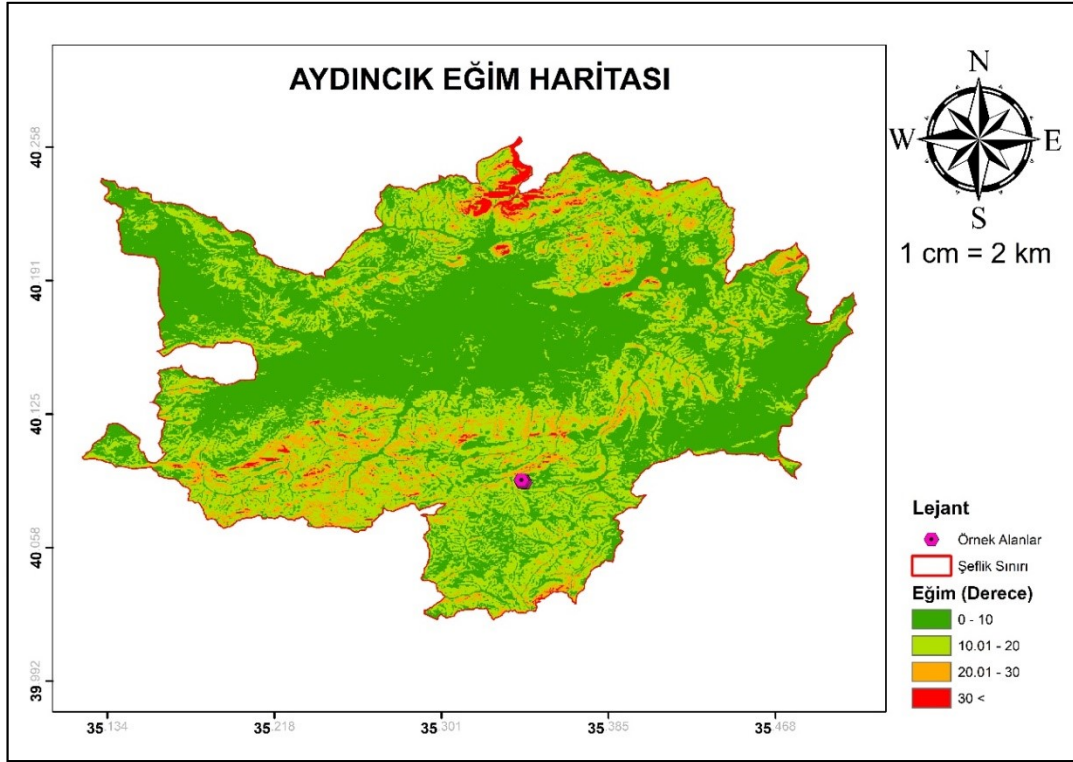
İç Anadolu Bölgesi'nin önemli orman ekosistemlerinden biri olan araştırma alanı, Yozgat ve Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlükleri bünyesinde yer alan Aydıncık ve Başçatak Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Coğrafi konumlandırma sistemi (CBS) verilerine göre, Aydıncık Orman İşletme Şefliği yaklaşık 39.52° kuzey enlemleri ve 39.75° doğu boylamları, Başçatak Orman İşletme Şefliği ise 37.84° kuzey enlemleri ve 35.23° doğu boylamları arasında uzanmaktadır. Bu coğrafi konum, bölgenin hem karasal iklim etkisi altında olmasını hem de topoğrafik çeşitliliğe sahip olmasını sağlamaktadır. Araştırma alanındaki toprakların büyük bir kısmı, Atalay (2008) tarafından da belirtildiği üzere, kahverengi orman toprağı ve kireçli toprak özelliğı göstermektedir. Yüksek rakımlarda ise kestane renkli topraklar yaygın olarak bulunmaktadır. Bu toprak özellikleri, bölgedeki bitki örtüsü ve ekolojik süreçler üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir.

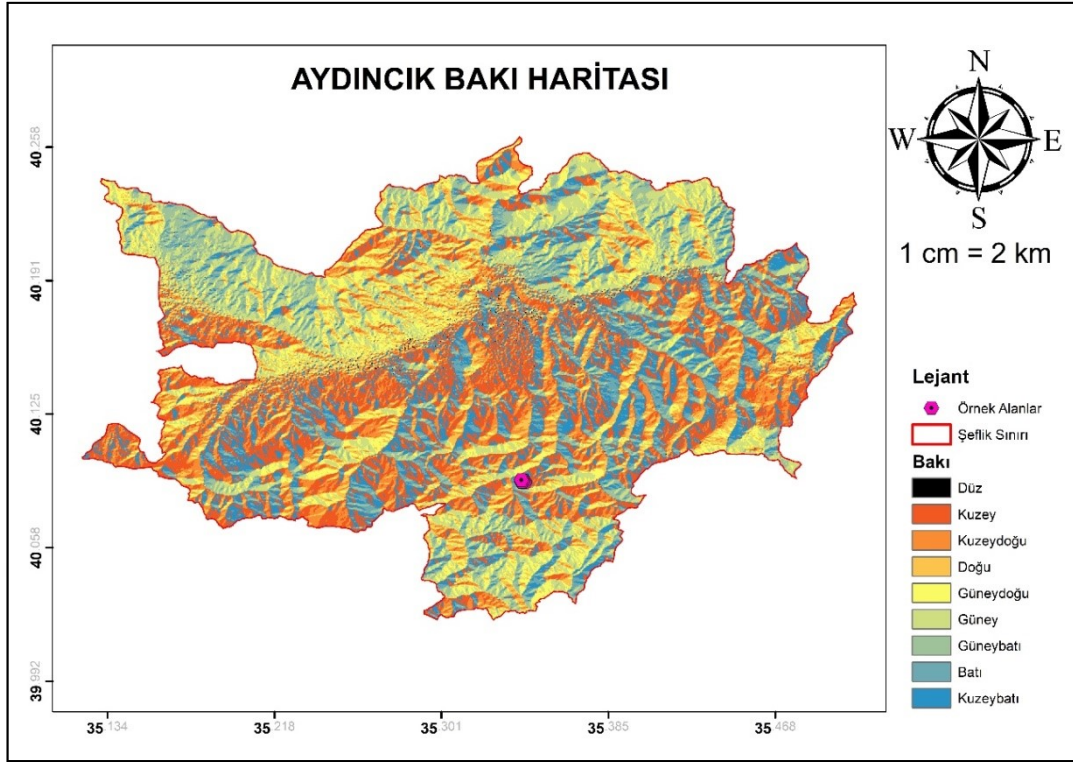


Şekil 20. Aydıncık Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası

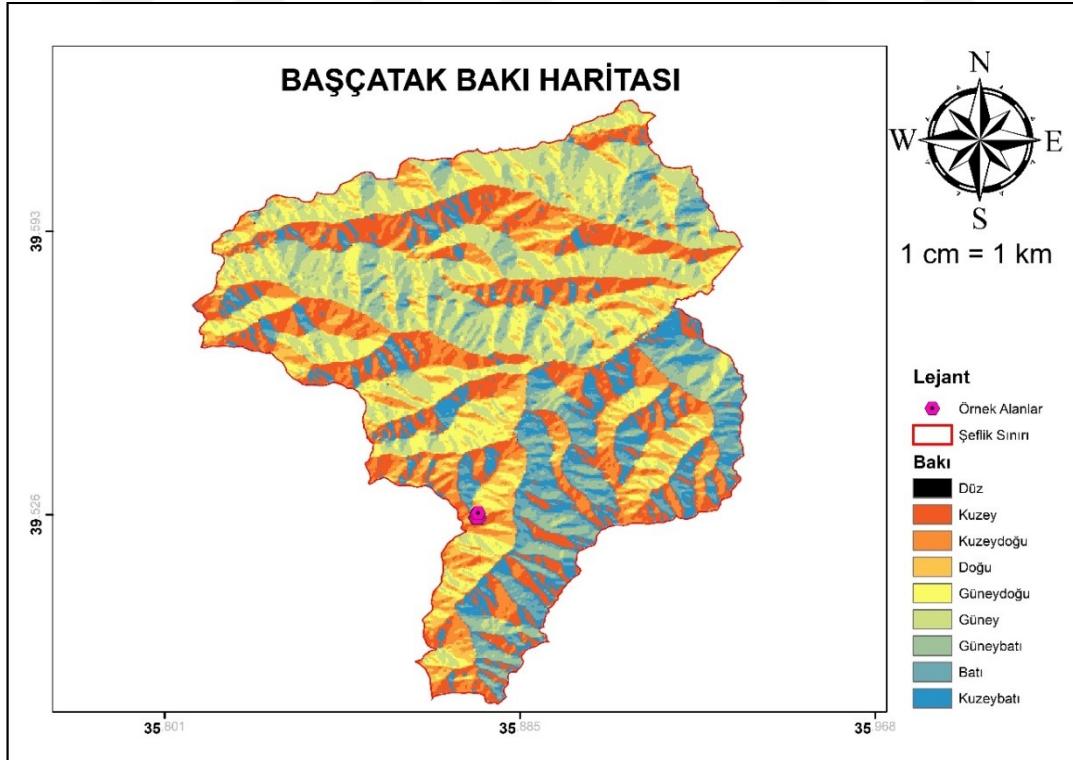


Şekil 21. Başçatak Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası





Şekil 24. Aydınçık Orman İşletme Şefliği bakı haritası



Şekil 25. Başçatak Orman İşletme Şefliği bakı haritası

Aydıncık ve Başçatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan araştırma alanları, 1200-1400 m ve 1700-1900 m arasında değişen rakımlarda konumlanmıştır (Şekil 20, Şekil 21). Arazi, genel olarak eğimli bir topografyaya sahip olup, örnek alanlar eğim derecesi olarak hafif eğimli (10-20°) olduğu görülmektedir (Şekil 22-23). Örnek alanlar, coğrafi konumlarına bağlı olarak kuzey, güney, doğu ve ara bakılara sahiptir (Şekil 24-25).

Araştırma alanı, İç Anadolu Bölgesi'nin tipik karasal iklim özelliklerini barındıran bir coğrafyada yer almaktadır. Bölge, yarı kurak ve yarı karasal iklim koşullarının bir araya gelmesiyle şekillenmiş olup, mevsimsel sıcaklık ve yağış dağılımları açısından belirgin farklılıklar göstermektedir. Meteorolojik kayıtlar, bölgede yaz aylarının sıcak ve kurak, kış aylarının ise soğuk ve yağışlı geçtiğini ortaya koymaktadır. Özellikle Ağustos ayı, ortalama 26,5 °C ile yılın en sıcak ayı olarak dikkat çekerken, Ocak ayı ise ortalama -5,3 °C ile en soğuk aydır. Yıllık ortalama sıcaklık 9,2 °C ve yıllık toplam yağış miktarı ise 571,4 mm olarak belirlenmiştir. Yağışların büyük bir kısmı, kış aylarında etkili olan sağanak yağışlar ve kar yağışları ile gerçekleşmektedir. Bu iklim koşulları, bölgedeki toprak özellikleri, bitki örtüsü ve hidrolojik döngü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (MGM, 2023).

Araştırma alanındaki orman ekosistemleri, çoğunlukla iğne yapraklı türlerin hâkimiyeti altında bulunmaktadır. Özellikle Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*Pinus nigra*) ve Kızılçam (*Pinus brutia* L.) türleri, bu ekosistemlerin karakteristik türleri olarak öne çıkmaktadır. Ancak, iğne yapraklıların yanı sıra geniş yapraklı türler de orman yapısına önemli katkılar sağlamaktadır. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Boylu Ardiç (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*), Meşeler (*Quercus pubgens*, *Quercus cerris* var. *cerris*, *Quercus infectoria* subsp. *infectoria*), Laden (*Cistus laurifolius*), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) ve Adi Gürgen (*Carpinus betulus* L.) gibi türler, alt ve üst katmanlarda çeşitlilik yaratarak ekosistemin işleyişini desteklemektedir. Bu türlerin dağılışı ve yoğunluğu, iklim koşulları, toprak özellikleri ve geçmişteki insan etkileşimleri gibi faktörlerden etkilenmektedir (Anşin, 1980).

- Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü

Araştırma alanı; Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Oltu Orman İşletme Müdürlüğü'nün doğal ve saf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden seçilmiştir.

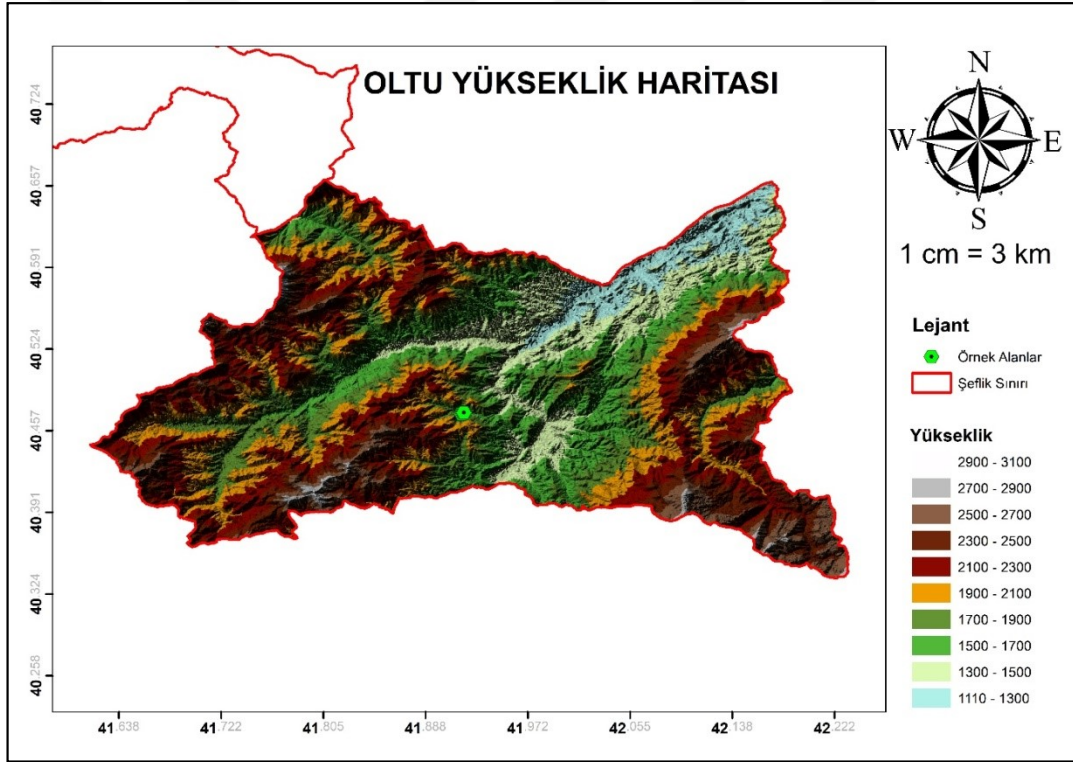
- Coğrafi Konum, Topoğrafik Yapı ve İklim Verileri

Araştırma alanımız, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde, Karadeniz Dağları'nın güney yamaçlarında yer alan Oltu Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Oltu

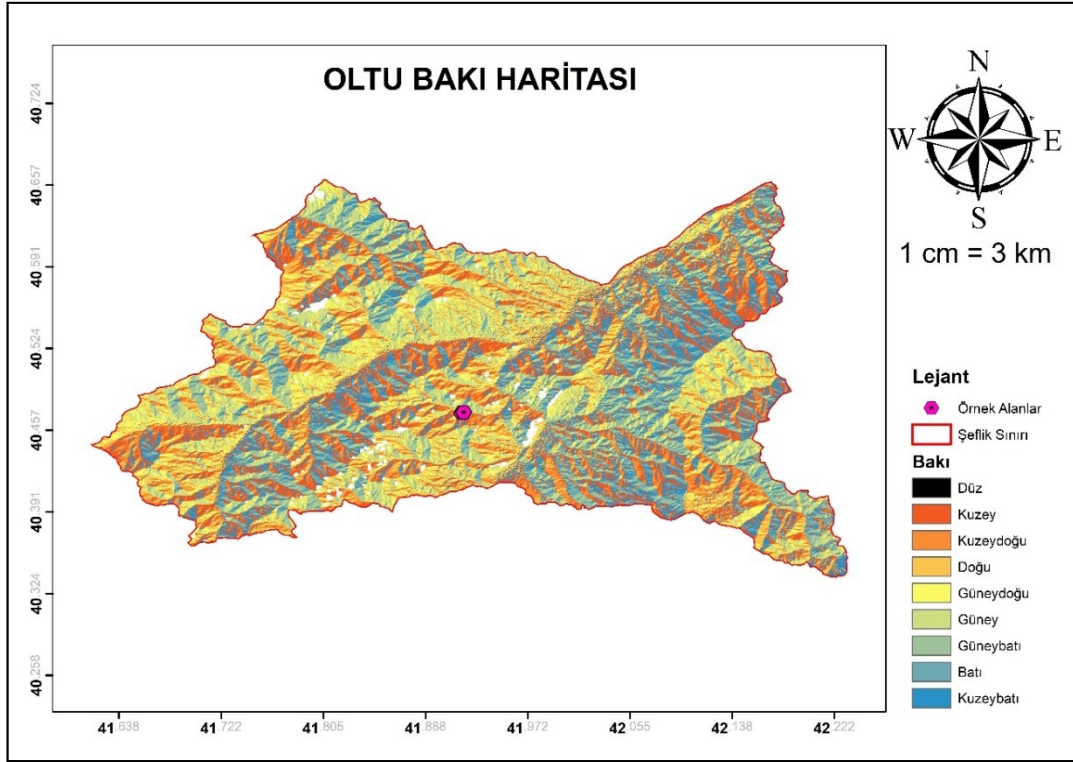
Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 40.6°- 40.8° kuzey enlemleri ve 41.9°- 42.1° doğu boylamları arasında yer alan bu bölge, Doğu Anadolu Bölgesi'nin orman varlığıyla öne çıkmakta ve bölge, özellikle *Pinus sylvestris* (sarıçam) ve *Picea orientalis* (Doğu ladini) türlerinin yoğun olarak bulunduğu orman ekosistemleri ile karakteristik bir yapıya sahiptir. Bu türler, Türkiye'nin orman biyoçeşitliliği açısından oldukça önemlidir (Kantarıcı, 2000; Atalay, 2002). Oltu Orman İşletme Müdürlüğü'nün sorumluluk sahası, ekolojik ve sosyoekonomik açıdan büyük bir öneme sahiptir. Ormanların sağladığı ekosistem hizmetleri, bölge halkının yaşam kalitesini artırmakta ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, ormanların korunması ve yönetimi, hem doğal kaynakların sürdürülebilirliği hem de yerel halkın ihtiyaçlarının karşılanması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ekosistem hizmetleri, doğal kaynakların yönetimi ve korunması ile doğrudan ilişkilidir ve bu hizmetlerin sağlanması, yerel toplulukların ekonomik ve sosyal refahını artırmaktadır (Kaya & Uzun, 2019; Baycan, 2024). Bölgenin dağlık ve engebeli topografyası, orman ekosistemlerinin korunması ve sürdürülebilir yönetimi açısından hem zorluklar hem de fırsatlar sunmaktadır. Yüksek eğim değerlerine sahip araziler, erozyon riskini artırarak ormancılık faaliyetlerini zorlaştırmakta, ancak aynı zamanda su tutma kapasitesi yüksek türlerin yayılışına olanak tanımaktadır. Örneğin, sarıçam ve ladin gibi türler, bu tür arazilerde önemli bir biyolojik çeşitlilik oluşturmaktadır (Eker vd., 2023; Eker & Aydın, 2014). Bu türlerin varlığı, bölgenin ekolojik dengesinin korunmasına katkıda bulunmakta ve yerel ekosistemlerin sürdürülebilirliğini desteklemektedir (Akyol & Tolunay, 2014). Karasal iklimin etkisiyle bölgede yaşanan uzun ve soğuk kışlar, toprakların derinlerde donmasına ve bu nedenle bitki köklerinin gelişimini sınırlamaktadır. Ayrıca, yüksek eğimler ve aşırı yağışlar, erozyon riskini artırarak toprak verimliliğini düşürmektedir. Bölgede yüksek rakımlarda orman yangınları ve aşırı otlatma gibi insan etkileri, toprak erozyonunu hızlandırarak ekosistemlerin bozulmasına neden olmaktadır. Özellikle, orman yangınları, toprak örtüsünün kaybına yol açarak, erozyon riskini artırmakta ve bu durum, tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir (Dutal, 2022; Değerliyurt, 2014). Orman yangınları sonrası toprak kaybı, erozyonun hızlanmasına ve ekosistemlerin dengesinin bozulmasına yol açmaktadır (Dutal, 2022). Bu bağlamda, toprak erozyonu, tarımsal üretkenliği tehdit eden önemli bir çevresel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Çilek, 2021; Aslan vd., 2023). Bölgedeki volkanik ve metamorfik kayaların aşınmasıyla oluşan kestane,

kahverengi topraklar, çernezyomlar ve tuzlu-alkali topraklar, dik yamaçlar ve derin vadilerde farklı dağılımlar göstermektedir (Atalay, 2008).

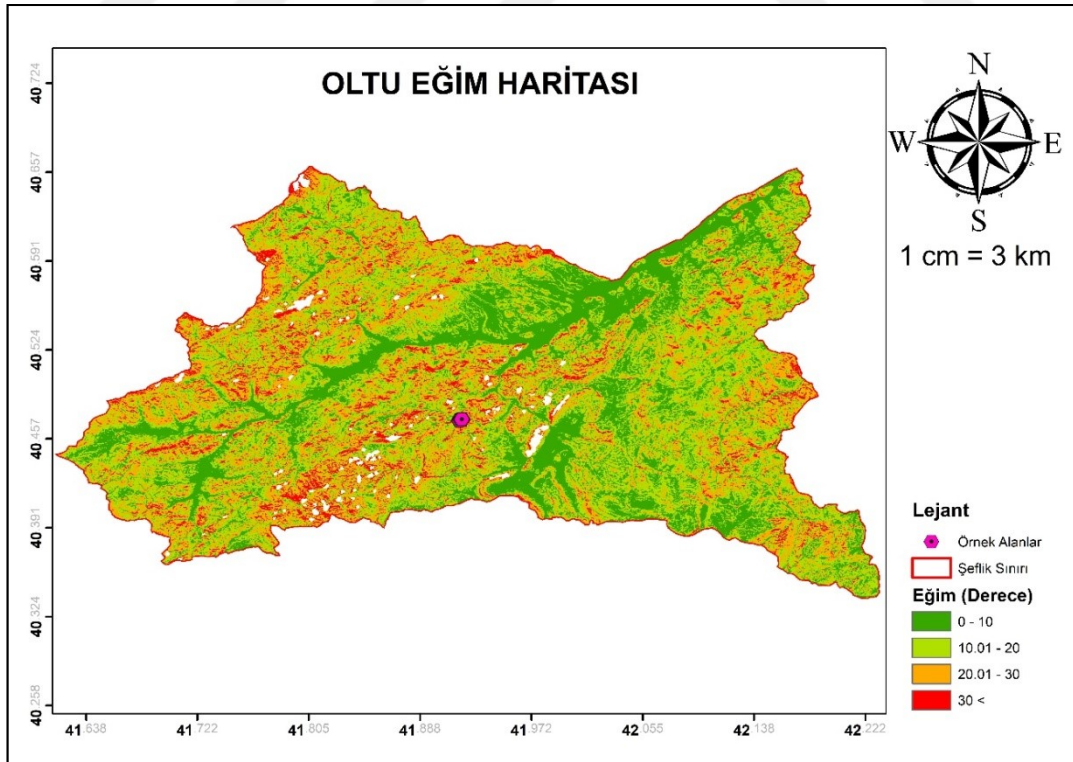
Oltu Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan araştırma alanı, 1900-2100 metre arasında değişen rakımlarda konumlanmıştır (Şekil 26). Arazi, genel olarak dik bir topografyaya sahip olup, eğim değerlerinin %30'un üzerinde olduğu, özellikle %20-30 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 28). Bu durum, alanın morfolojik yapısının oldukça karmaşık olduğunu ve bitki örtüsü üzerindeki etkilerinin önemli olabileceğini göstermektedir. Örnek alanlar, coğrafi konumlarına bağlı olarak doğu, batı, kuzey ve ara bakılara sahiptir (Şekil 27). Bu bakı farklılıkları, mikroklima koşullarında ve dolayısıyla bitki türü dağılımında önemli varyasyonlara neden olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 26. Oltu Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



Şekil 27. Oltu Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 28. Oltu Orman İşletme Şefliği bakı haritası

Araştırma alanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nin tipik karasal iklim koşullarına maruz kalan bir coğrafyada yer almaktadır. Bölge, keskin mevsimsel sıcaklık farklılıkları ve düşük yağış miktarı ile karakterize edilen bir iklim rejimine sahiptir. Meteorolojik verilere göre, bölgede en yüksek sıcaklıklar Ağustos ayında 27,3 °C'ye ulaşırken, en düşük sıcaklıklar Ocak ayında -13,9 °C'ye kadar düşebilmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 5,8 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 431,5 mm olarak ölçülmüştür. Yağışların büyük bir kısmı, özellikle kış aylarında kar ve sağanak yağış şeklinde düşmektedir (MGM,2023).

Bölgede hakim olan vejetasyon tipleri arasında bozkır, antropojen bozkır (insan etkisiyle değişime uğramış bozkır), dağ bozkırı ve uzun boylu bozkır-çayır lar sayılabilir. Ormanlık alanlarda ise Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türü baskın olmakla birlikte, Huş (*Betula* spp.), Boylu Ardıç (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), çeşitli meşe türleri (*Quercus* spp.), Adi Gürgen (*Carpinus betulus* L.) gibi türler de önemli bir yer tutmaktadır. Bu çeşitliliğe rağmen, bölgedeki ormanların büyük bir kısmı geçmişte yapılan aşırı otlatma ve yanlış ormancılık uygulamaları nedeniyle bozulmuş ve yerini çalı ve ot topluluklarına bırakmıştır (Anşin, 1980).

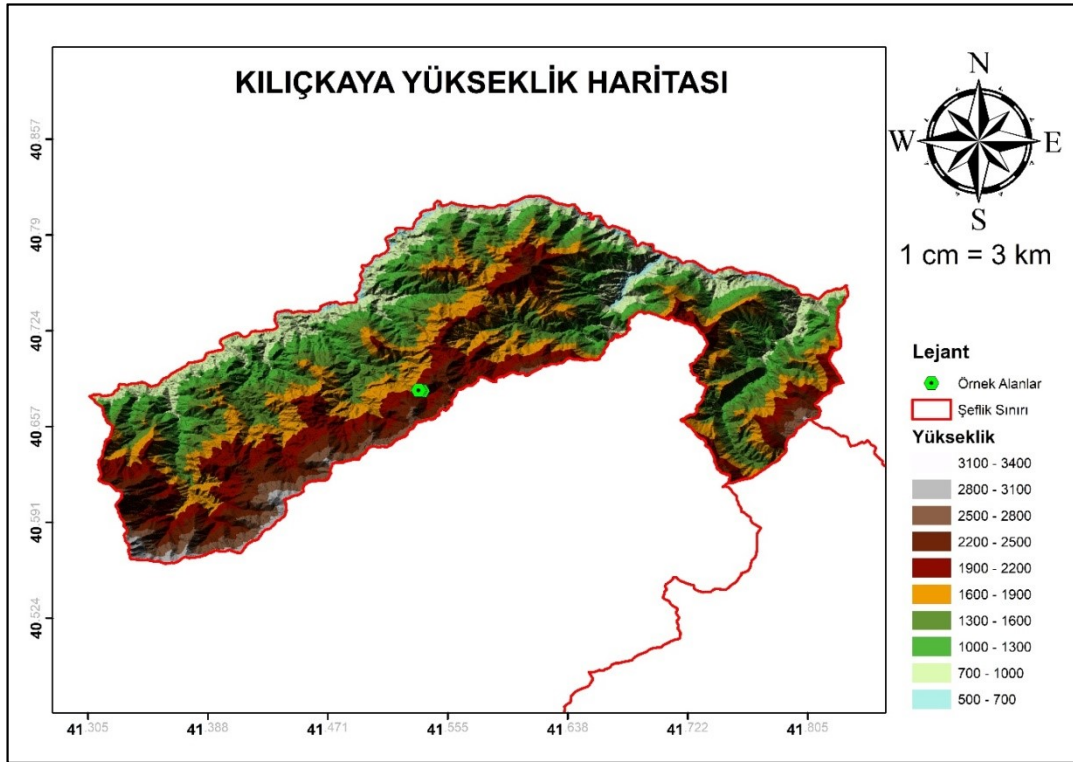
- Artvin Orman Bölge Müdürlüğü

Araştırma alanı; Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Artvin Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Yusufeli Orman İşletme Müdürlüğü'nün doğal ve saf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden seçilmiştir.

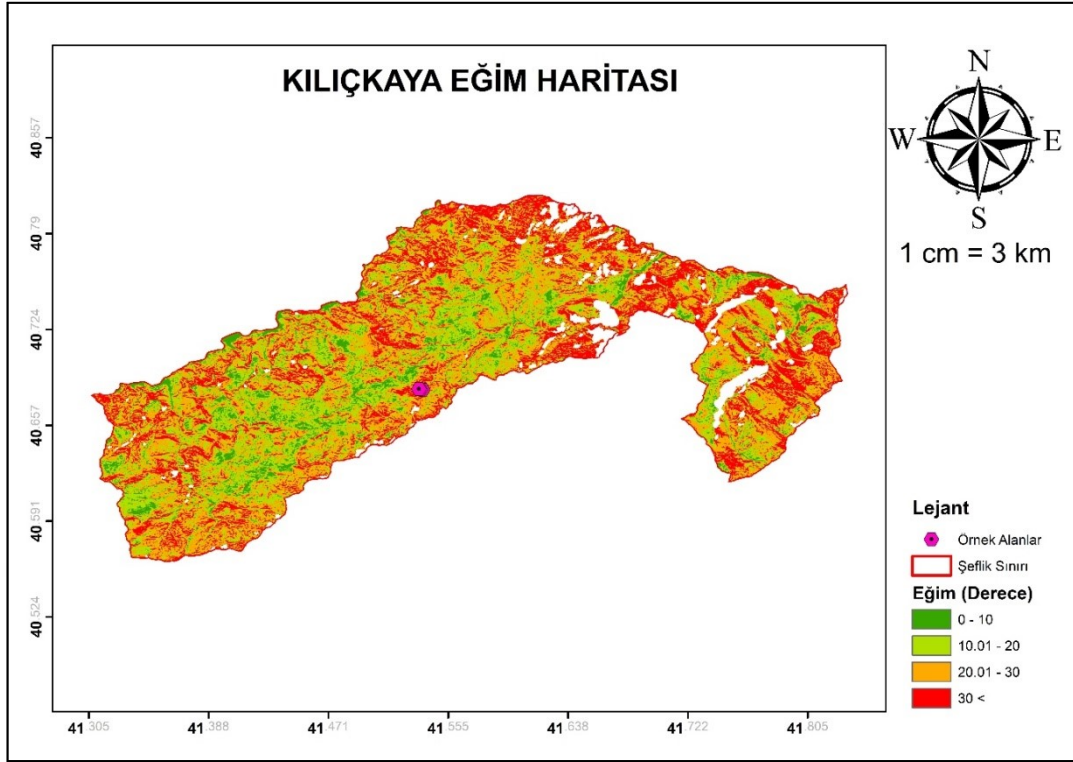
- Coğrafi Konum, Topoğrafik Yapı ve İklim Verileri

Araştırma alanımız, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin karakteristik coğrafi yapısına sahip olup, Kaçkar Dağları'nın güney yamaçlarında yer alan Yusufeli Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 40°35'- 41°32' kuzey enlemleri ve 41°07'- 42°00' doğu boylamları arasında yer alan bu bölge, hem Karadeniz'in hem de Doğu Anadolu'nun etkisi altında kalmaktadır. Bölgenin dik yamaçları, derin vadileri ve yüksek yağış miktarı, orman ekosistemlerinin gelişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Karadeniz'e yakınlığı nedeniyle bölgede nemli ve ılıman bir iklim hakim olup, bu durum ormanların tür kompozisyonu ve verimliliği üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Çalışma alanının büyük bir kısmı, flişler ve volkanik kayalar üzerine gelişmiş olup, bu jeolojik yapı, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyerek ormanların ekolojik yapısını etkilemektedir (Atalay, 2008).

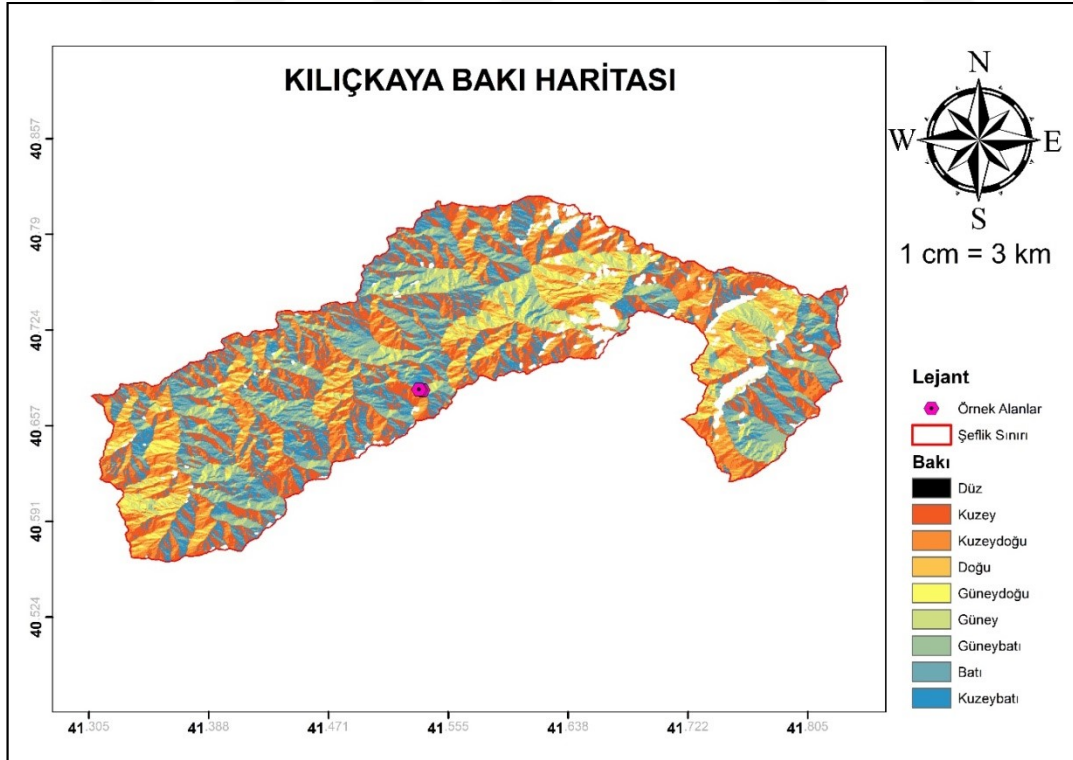
Kılıçkaya, Artvin ili sınırları içerisinde yer almakta olup, bölgenin önemli zirvelerinden biridir. Özellikle Kaçkar Dağları ve Yalnızçam Dağları arasında kesişim noktalarında bulunarak bölgenin coğrafi yapısına hâkimdir. Örnek alanların yükseltisi ise 2200-2500 m arasındadır (Şekil 29). Araştırma alanı % 60 eğimin üzerinde, yoğunlukla %60-%80 arası eğime sahip alanlardan oluşmaktadır (Şekil 30). Araştırma alanında bakı değişimleri oldukça fazladır. Bununla birlikte örnek alanlar batı, kuzey, güney ve ara bakılar bulunmaktadır (Şekil 31).



Şekil 29. Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği yükselti basamakları haritası



Şekil 30. Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği eğim haritası



Şekil 31. Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği bakı haritası

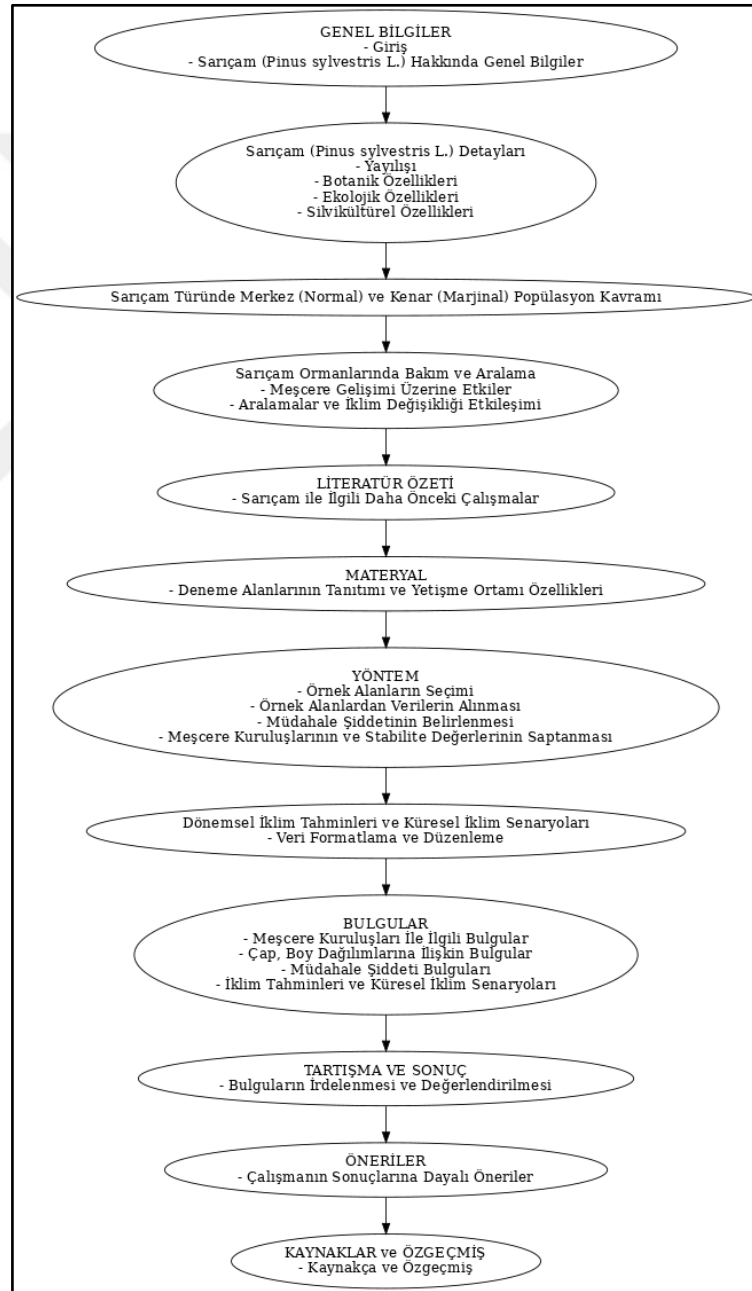
Çalışma alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin karmaşık bir iklim geçiş bölgesinde yer almakta olup, Karadeniz ikliminin ılıman etkisi ile karasal iklimin daha sert koşulları arasında bir denge içerisinde (MGM, 2023). Bölgenin topografik yapısı, özellikle Karadeniz kıyılarına paralel uzanan dağ sıraları, iklimsel farklılıkların belirginleşmesine neden olmaktadır. Yüksek rakımlarda karasal iklimin etkisi daha belirgin olup, kışlar uzun ve soğuk geçmektedir. Alçak rakımlarda ise Karadeniz ikliminin etkisiyle daha ılıman bir iklim görülmektedir. Bölgede son yıllarda artan sıcaklıklar ve değişen yağış rejimi, iklim değişikliğinin bölgedeki ekosistemler üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır (IPCC, 2021).

Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde, bölgenin coğrafi ve iklimsel koşullarına bağlı olarak karmaşık bir bitki örtüsü gözlemlenmektedir. Yüksek rakımlarda Doğu Ladini (*Picea orientalis*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris*) gibi iğne yapraklı türler, daha alçak rakımlarda ise Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) ve meşe türleri (*Quercus spp.*) baskın olmakla birlikte, karışık ormanlar da yaygındır (Kaya, 2015). Doğu Kayını (*Fagus orientalis*), nemli ve derin toprakları tercih ederken, Sarıçam (*Pinus sylvestris*) daha kurak koşullara uyum sağlamıştır. Alçak rakımlarda ise kızılçık (*Cornus mas*), yaban mersini (*Vaccinium spp.*) gibi çalı türleri ve çeşitli otsu bitkiler, orman altı katmanında önemli bir biyoçeşitlilik oluşturmaktadır. İnsan etkileri, özellikle geçmişte yapılan aşırı otlatma ve orman yangınları, ormanların doğal yapısını etkileyerek türlerin dağılımını değiştirmiştir. Bu durum, ekosistemlerin dengesizleşmesine ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açmıştır. Orman yangınları, doğal bir afet olmanın yanı sıra, insan faaliyetleriyle de tetiklenebilen bir olaydır ve bu yangınlar, orman ekosistemlerinin yapısını ve işleyişini ciddi şekilde etkileyebilir (Sivrikaya vd., 2024; Kavlak vd., 2020). Aşırı otlatma, bitki örtüsünün azalmasına ve toprak erozyonuna neden olarak, ormanların doğal rejenerasyon yeteneğini zayıflatmaktadır (Ertek, 2017). Bu bağlamda, insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki etkileri, ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Akış Diyagramı

Tez çalışmasının ana hatlarını görselleştirmek amacıyla Şekil 32’de çalışmanın genel akış diyagramı sunulmuştur. Bu diyagramda çalışmanın temel aşamaları ve bağlantıları yer almaktadır.



Şekil 32. Tez çalışmasının akış diyagramı

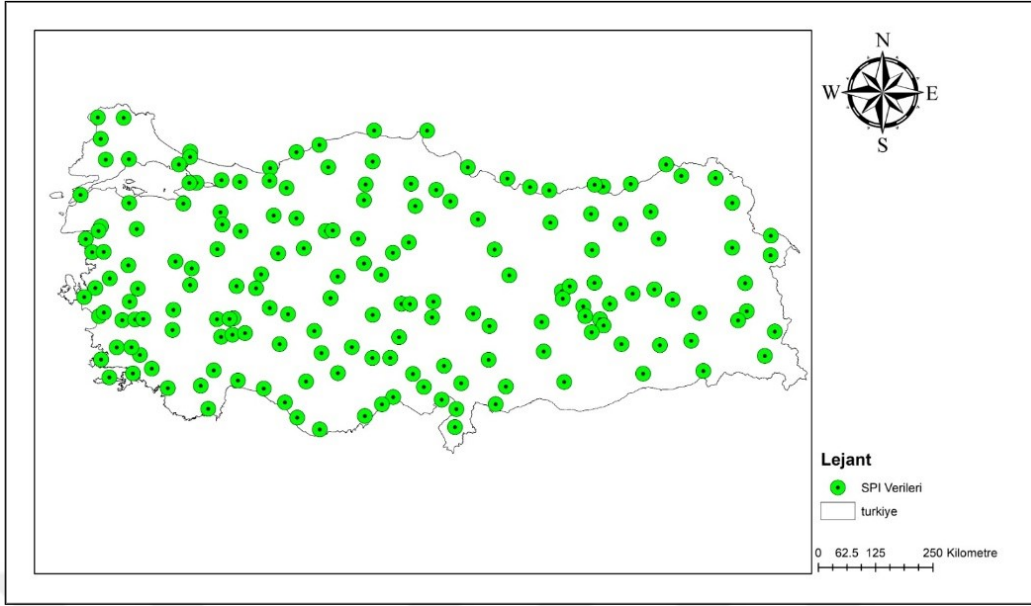
2.2.2. Deneme Alanlarının Seçimi

Araştırma alanı olarak seçilen Trabzon, Giresun, Artvin, Erzurum, Amasya, Kayseri Orman Bölge Müdürlüklerine ait amenajman planlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulan veri tabanından sarıçamın yayılış gösterdiği alanlar sayısal olarak elde edilmiştir. Bu sarıçam yayılış haritası Türkiye iklim tipleri haritası ile sayısal ortamda karşılaştırılıp Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan SPI (Standart Yağış İndeksi) değerleri üzerinden Inverse Distance Weighting (IDW) (Ters Mesafe Ağırlıklandırma) analizi yapılarak kuraklık parametreleri belirlenmiştir (Şekil 33).



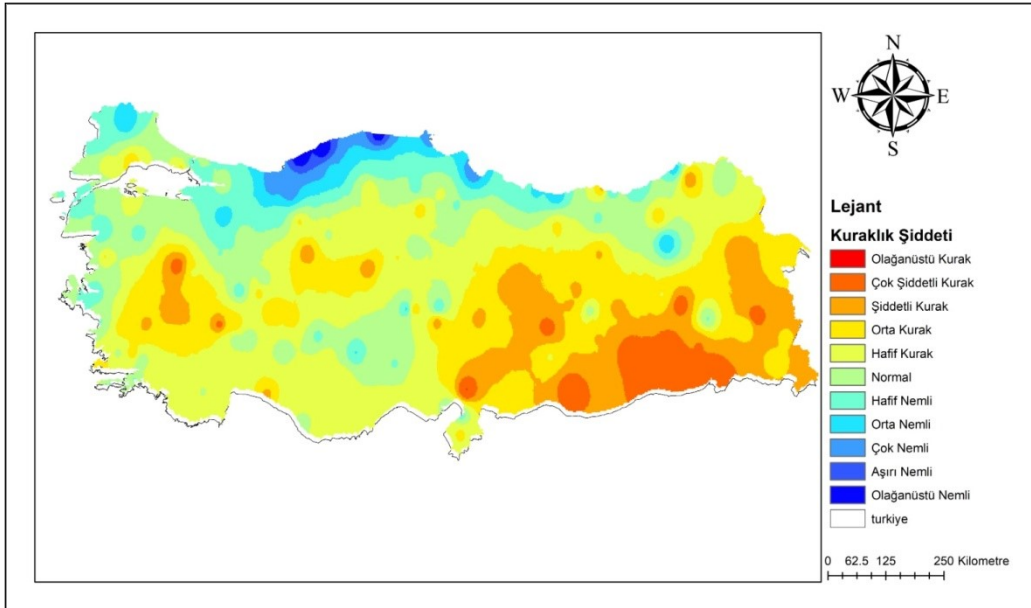
Şekil 33. Kuraklık parametreleri

Belirlenen kuraklık parametrelerinin her biri, harita üzerinde poligonlar halinde temsil edilmektedir. Bu poligonlar meteorolojik istasyonlardan elde edilen verilerin interpolasyonu ile oluşturulmuştur. IDW analizinde, her bir istasyonun verisi ve bu verilerin diğer alanlarla mesafesi dikkate alınarak interpolasyon gerçekleştirilmiştir (Şekil 34).



Şekil 34. Kuraklık parametrelerinin poligonlar şeklinde gösterimi

Her bir poligon için IDW yöntemi uygulanarak, veri noktalarına yakın alanlarda daha yüksek ağırlıklandırılmış kuraklık değerleri elde edilmiştir (Şekil 35). Böylece, harita üzerinde poligonlar yerine, kuraklık parametrelerinin ağırlıklı dağılımını gösteren sürekli yüzeyler oluşturulmuştur (Şekil 36). Bu yüzeyler, o bölgelerdeki kuraklık koşullarının daha detaylı analiz edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 35. Ağırlıklandırılmış poligon alanları

büyükliklerinin, tahmin hatalarını en aza indirirken arazi çalışma maliyetlerini kontrol altında tutmak için etkili olduğunu bulmuşlardır. Bu bulgu, Zhu ve ark. (2021) tarafından da desteklenmiştir. Zhu ve ark., örnek alan sayısının model doğruluğu için örnek alanların doğru seçiminden daha az önemli olduğunu, az sayıda iyi seçilmiş alanın bile yüksek model doğruluğu sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Ayrıca, Kachamba ve ark. (2017), daha büyük örnek alan büyüklüklerinin, sınır etkilerinin azalmasına bağlı olarak kuru tropik ormanlarda biyokütle tahminlerini iyileştirdiğini vurgulamıştır. Bu bulgu, Häbel ve ark. (2019) tarafından da doğrulanmıştır. Häbel ve ark., ormanların mekansal yapısının, alan düzeyindeki kaynak tahminlerinin doğruluğu ve maliyetleri üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Örnek alan büyüklüğü ile tahmin kalitesi arasındaki ilişki karmaşıktır; Maleki ve Kiviste (2015), daha küçük alanların mekansal heterojenliği daha etkili bir şekilde yakalayabildiğini, ancak daha büyük alanların biyokütle ve çeşitlilik ölçütleri için daha istikrarlı tahminler sağlayabildiğini belirtmiştir.

Biy çeşitlilik değerlendirmeleri açısından, Mirzaei ve ark. (2019), yarı kurak ormanlarda 200×100 m büyüklüğün, biy çeşitlilik indeksleri için en düşük tahmin hatasını sağladığını bulmuşlardır. Bu, belirli ekolojik değerlendirmeler için belirli alan boyutlarının optimize edilebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, Li (2021), ağaç çapı dağılım ölçütlerini tahmin etmek için en uygun örnek alan büyüklüğünün 250 m^2 ile 400 m^2 arasında olması gerektiğini belirterek, belirli orman niteliklerinin belirli alan boyutlarına daha uygun olduğunu vurgulamıştır.

Tropikal meşcerelerde, örnek alan büyüklüğünün orman yapısı ve çeşitliliği tahminleri üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Silveira ve ark. (2022), daha büyük örnek alanların, daha küçük alanlara kıyasla daha az değişkenlik sergilediğini ve bunun orman yapısının daha güvenilir değerlendirilmesine yol açtığını belirtmiştir. Bu, tür zenginliği ve yapısal karmaşıklığın kısa mesafelerde önemli ölçüde değişebildiği çeşitli ekosistemlerde özellikle önemlidir. Hernández-Stefanoni ve ark. (2018), örnek alan büyüklüğünün, LiDAR verilerinden türetilen yer üstü biyokütle tahminlerini etkilediğini ve uzaktan algılama uygulamalarında alan seçiminin önemini vurgulamıştır.

Levick ve ark. (2016), saha örnek alanlarının büyüklüğünün artırılmasının, LiDAR'ın orman yönetimi ve izleme stratejilerindeki etkinliğini artırabileceğini savunmuşlardır.

Hitimana ve ark. (2019), çeşitli örnekleme şemalarını simüle ederek örnekleme yoğunluğu ve alan büyüklüğü kombinasyonlarının, tropik doğal ormanlardaki tahminlerin doğruluğunu önemli ölçüde etkilediğini bulmuşlardır. Bu, etkili bir orman envanteri tasarımı için alan boyutlarının dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Orman ekosistemlerinin karmaşıklığı, örnek alan büyüklüğü seçiminde incelikli bir yaklaşım gerektirir. Örneğin, daha büyük alanlar örnekleme hatasını azaltabilir ve biyokütle ile çeşitlilik tahminlerini iyileştirebilir, ancak ölçüm karmaşıklığı ve veri toplama için artan zaman gereksinimleri gibi zorlukları da beraberinde getirir. Bu, araştırmacıların çalışmalarını tasarlarken dikkate alması gereken bir denge durumudur (Mauya ve ark., 2015).

Ayrıca, örnek alan şekli ve düzeninin orman envanteri tahminleri üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Paul ve ark. (2018), standart olmayan örnek alan şekillerinin, meşcere ölçütlerinde önyargılara neden olabileceğini vurgulamışlardır. Bu, yalnızca büyüklüğün değil, aynı zamanda alanların düzeninin de orman değerlendirmelerinin doğruluğunda önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle, ormancılık araştırmalarında örnek alan büyüklüğünün dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Bilimsel araştırmalarda örnek alan büyüklükleri meşcere yapısını yansıtabilecek büyüklükte alınmalı ve normalliği kaybetmeyecek kadar küçük, örnek alandaki ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılışını verecek kadar büyük olması ölçüt olarak alınmalıdır (Kalıpsız, 1984; Akalp, 1978a). Örneğin, Pamay (1962), 64–2000 m², Ata (1975 ve 1980) 500–800 m², Odabaşı (1976) 10 m x 20 m ile 20 m x 50 m, Aksoy (1978), Özalp (1989) ve Bozkuş (1987) 10 m x 50 m, Pitterle (1987) 10 m x 10 m, 10 m x 25 m, 10 m’den 100 m’ye kadar değişen boyutlarda, Mayer ve diğ. (1989b) 10 m x 50 m, 10 m x 75 m ve 10 m x 100 m, 10 m x 27 m, 100 m’ye kadar değişen boyutlarda, Mayer ve Ott (1991), 10 m x 25 m, 20 m x 50 m ve 10 m x 100 m, Oliver ve Larson (1996), 10 m x 50 m ile 20 m x 50 m, Üçler ve diğ. (2001) 20 m x 20 m ile 20 m x 30 m, Yücesan (2006) 20x10 m, Demirci ve diğ. (2002), 20 m x 20 m ile 20 m x 30 m’lik alanlarda örnekleme yapmışlardır. Bu çalışmada, araştırmanın amacı, çalışma şartları ve arazi koşulları göz önünde bulundurularak meşcere kapalılığına göre belirlenecek büyüklükte kare ya da dikdörtgen şeklinde (20x20m, 20x30m, 20x40m) 400, 600, 800 m² büyüklüğünde örnek alanlarda örnekleme yapılmıştır.

2.2.4. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler

Örnek alanlardaki tüm ağaçların göğüs çapı ölçümleri (DBH, diameter at breast height) gerçekleştirilmiştir. Göğüs çapı, orman ekosistemlerinde yaygın olarak kullanılan biyometrik göstergelerden biridir ve ağacın büyüme hızı, yaş tahmini ve meşcere yapı analizi gibi birçok parametrenin değerlendirilmesinde temel bir ölçüttür. Göğüs çapı (DBH - Diameter at Breast Height) ölçümü, ormancılık çalışmalarında ekolojik değerlendirmeler, tomruk hacmi tahmini ve orman yönetim planlaması gibi çeşitli amaçlar için önemli bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Göğüs çapı, yer seviyesinden 1,3 metre yükseklikte ölçülen ağacın çapı olarak tanımlanır ve farklı orman türleri ile yönetim uygulamaları arasında ağaç boyutunu karakterize etmek için standart bir parametre olarak kullanılmaktadır (Hao ve ark., 2020; Lines ve ark., 2022). Bu ölçüm, bireysel ağaç değerlendirmeleri açısından anlamlı olup, orman dinamiklerini anlama, biyokütle tahmini ve ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi gibi birçok alanda önemli bir rol oynar (Arbab ve ark., 2022; Djuikouo ve ark., 2010).

Göğüs çapı ölçümleri, orman kaynaklarının sistematik bir değerlendirmesi olan orman envanterlerinin bir parçasıdır. Bu envanterlerde genellikle göğüs çapını ağaç yüksekliği ve biyokütle gibi diğer ağaç ölçütleriyle ilişkilendiren denklemler kullanılmaktadır (Serapiglia ve ark., 2014). Örneğin, göğüs çapı ile ağaç yüksekliği arasındaki ilişki, orman ekosistemlerindeki biyokütle miktarını ve karbon depolama kapasitesini tahmin etmek amacıyla yaygın olarak modellenmektedir (Machimura ve ark., 2021; Fu ve ark., 2020). Doğru DBH ölçümleri, meşcerenin yapısının temel bir göstergesi olan taban alanının hesaplanmasında ve tomruk meşcerelerinin ekonomik uygunluğunun değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Rohner ve ark., 2013; Cosmo ve Gasparini, 2020).

Ağaçların çap ve boy ölçümleri, orman envanterinin oluşturulması ve meşcere yönetiminin optimize edilmesi için temel veriler sağlamaktadır. Bu veriler, ağaçların büyüme potansiyelini ve meşcere yapısını anlamak için gereklidir (Özçelik vd., 2020; Şahin, 2024; Kalkan vd., 2021).

DBH (diameter at breast height) ölçüm yöntemleri, teknolojiyle birlikte büyük ölçüde gelişmiştir. Geleneksel yöntemler, kumpas veya ölçüm şeritlerinin kullanımını içerirken, bu yöntemler özellikle engebeli arazilerde veya yoğun orman koşullarında emek yoğun ve hataya açık olabilir (Luoma ve ark., 2017). Yeni teknolojiler arasında, DBH ve

diğer ağaç parametrelerinin hızlı ve hassas şekilde ölçülmesini sağlayan karasal lazer tarama (TLS) ve LiDAR teknolojisiyle donatılmış insansız hava araçlarının (UAV) kullanımı bulunmaktadır (Wieser ve ark., 2017; Feng ve ark., 2022). Bu teknolojiler, orman envanterlerinin doğruluğunu artırırken veri toplama süresini ve iş gücü ihtiyacını azaltmaktadır (Kong ve ark., 2015; Hui, 2024).

Teknolojik ilerlemelerin yanı sıra, DBH ölçümleri çevresel değişimlerin orman yapısı ve işlevi üzerindeki etkisini değerlendiren ekolojik çalışmalarda da kullanılmaktadır. Çalışmalar, farklı türler ve yaş sınıflarının belirgin DBH dağılımları sergilediğini ve bu nedenle DBH'nin ormanın süksasyon evresini anlamada kullanılabileceğini göstermiştir (Rohner ve ark., 2013; Djuikouo ve ark., 2010). Ayrıca, DBH, türler arası rekabetin bireysel ağaç büyüme ve gelişmeyi etkilediği karışık tür ormanlarında ağaç rekabeti ve büyüme dinamiklerini modellemek için önemli bir değişken olarak kabul edilmektedir (Heinzel ve Huber, 2017; Şahin, 2024).

DBH, kentsel ormancılıkta da önemli bir ölçüttür. Kentsel ağaçların sağlığını ve sağladıkları ekosistem hizmetlerini değerlendirmek için kullanılır. Örneğin, daha büyük DBH'ye sahip kentsel ağaçların, genellikle daha yüksek karbon tutma kapasiteleri ve geliştirilmiş hava kalitesi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Arbab ve ark., 2022). Kentsel alanlarda, DBH ölçümleri ağaç sağlığını iyileştirmeyi ve bu ağaçların topluluklara sağladığı faydaları en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan yönetim uygulamalarını yönlendirmede kullanılır (Arbab ve ark., 2022; Cosmo ve Gasparini, 2020).

DBH ile çeşitli ekolojik ölçütler arasındaki ilişki de kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Araştırmacılar, ormanlardaki karbon depolamayı anlamak için DBH'ye dayalı yer üstü biyokütle tahmin modelleri geliştirmiştir (Youkhana ve Idol, 2011; Karyati ve ark., 2019). Bu modeller, iklim değişikliği bağlamında büyük önem taşır; çünkü farklı ağaç türlerinin ve orman tiplerinin karbon dinamiklerine nasıl katkıda bulunduğunu anlamaya yardımcı olur (Machimura ve ark., 2021; Fu ve ark., 2020; Rahman ve ark., 2017).

Her ağacın boyu ve tepe başlangıç yüksekliği ölçülmüştür. Ağaç boyu, büyüme ve rekabet gücü açısından önemli bir parametre olup ormanın dikey yapısını ortaya koymaktadır. Ağaç boyu ölçümleri geleneksel olarak klinometreler ve ölçüm şeritleri ile yapılmıştır; ancak bu yöntemler yoğun orman ortamlarında, görüş mesafesinin sınırlı olduğu durumlarda emek yoğun ve hataya açık olabilir. Karasal lazer tarama (TLS) ve fotogrametri ile insansız hava araçlarının (UAV) kullanımının avantajları son

araştırmalarda ortaya konmuştur. Örneğin, Chen ve arkadaşları (2019), TLS'nin özellikle tepe kısımlarının görünmediği yoğun ormanlarda nokta bulutu verilerinden ağaç boyunu tahmin etmek için tahribatsız bir yöntem sağladığını belirtmiştir. Bu yöntem, ağaç tepe noktalarının manuel olarak seçilmesi ihtiyacını ortadan kaldırarak ölçüm doğruluğunu artırmaktadır. Tepe başlangıç yüksekliği, ağaçların ışık alabilme kapasitesini ve ormanın katmanlaşma yapısını anlamada önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir.

Her bir ağacın tepe çapı, doğu-batı ve kuzey-güney yönlerinde olmak üzere iki doğrultuda ölçülmüştür. Bu ölçümler, ağaçların örtü yapısını ve birbirleriyle olan rekabet durumunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. Tepe çapı, ormanın ışık geçirgenliği ve ağaçlar arası boşluk miktarını anlamada temel bir göstergedir (Yin vd., 2021; Wang vd., 2024). Ağaçların tepe genişliği, kök sistemlerinin büyüklüğü ve toprağın su ile besin dağılımı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesine de katkı sağlar.

Meşcerenin son bakım müdahalesinde çıkarılan ağaçların göğüs yüzey alanlarının doğru hesaplanabilmesi için meşceredeki ağaçların dip kütük çapları ($d_{0,30}$) ölçülmüştür. Dip kütük çapı, kesilen ağaçların çaplarının belirlenmesi ve bu verilerin meşcerenin toplam biyokütlesi ile ilişkilendirilmesinde önemli bir göstergedir (Kozłowski ve Pallardy, 1997).

Meşcere orta yaşının hesaplanması amacıyla, her çap sınıfından en az bir ağaç seçilerek yaş tayini yapılmıştır. Ağaçların yaşları, kesit halkalarındaki yıllık büyüme oranları analiz edilerek belirlenmiştir (Perkins vd., 1996). Ayrıca, yaş tayini yapılan ağaçlarda son 5 ve 10 yıllık halka genişlikleri (mm cinsinden) kaydedilmiştir. Bu halka genişlikleri, ağaçların yıllık büyüme miktarını ve çevresel stres faktörlerine verdiği tepkileri değerlendirmek açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Meşcere yapısının detaylı analizini sağlamak amacıyla her bir örnek alanın coğrafi ve topografik özellikleri de kaydedilmiştir. Her örnek alan haritada konumlandırılarak GPS koordinatları belirlenmiş ve altimetre ile yükseltileri ölçülmüştür. Ayrıca, pusula ile bakı yönü ve klizimetre ile eğim derecesi tespit edilerek alanın yer şekli (sırt, tepe, yamaç gibi) belirlenmiştir. Bu veriler, örnek alanların biyotik özelliklerinin yanı sıra coğrafi konum, topoğrafya ve mikroklima gibi abiyotik özelliklerini de kapsayan kapsamlı bir veri seti oluşturmuştur. Bu bilgiler, orman ekosistemlerinin karmaşık yapısını anlamayı kolaylaştırarak, meşcere yönetimi kararlarının bilimsel temellere dayanmasına katkıda bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar, ormanların sürdürülebilir yönetimi için vazgeçilmez bir gereksinim olarak değerlendirilmektedir (Burkhart, 2003).

2.2.5. Müdahale Şiddetinin Belirlenmesi

Arazi çalışmaları kapsamında, aralama müdahalesine tabi tutulan ağaçların dip kütük çapları detaylı bir şekilde ölçülmüştür. Bu ölçümler, göğüs çapı değerlerinin dolaylı olarak tahmin edilmesini ve böylece kesilen ağaçların hacimlerinin hesaplanmasını mümkün kılmıştır. SPSS 15.0 istatistik paket programı kullanılarak, dip kütük çapı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan regresyon modeli belirlenmiştir. Model seçiminde, belirleme katsayısı (R^2) gibi istatistiksel ölçütler göz önünde bulundurulmuştur. Belirlenen model sayesinde, dip kütük çapı bilgisinden hareketle, her bir ağaç için göğüs çapı değeri tahmin edilmiştir. Daha sonra, göğüs çapı değerleri kullanılarak, her bir ağacın göğüs yüzeyi hesaplanmış ve aralama müdahalesi sonucu kesilen toplam göğüs yüzeyi belirlenmiştir. Örnek alanlardaki ortalama ağaç çapı ve ağaç sayısı verileri kullanılarak, teorik olarak hesaplanan toplam göğüs yüzeyi ile gerçekte kesilen toplam göğüs yüzeyi karşılaştırılarak, aralama müdahalesinin şiddeti belirlenmiştir. Bu sayede, aralama işleminin meşcere yapısı üzerindeki etkisi sayısal olarak değerlendirilmiştir.

2.2.6. Meşcere Kuruluşlarının Saptanması

Orman ekosistemlerindeki her bir meşcere, kendine özgü bir yapısal karaktere sahip dinamik bir sistemdir. Bu yapı, ağaç türlerinin bileşimi, yaş dağılımları, boy ve çap büyüklükleri, meşceredeki tabakalanma durumu (strüktür), kapalılık ve sıklık oranları ile tür karışımı, karışım oranı ve karışım biçimi (tekstür) gibi öğeleri kapsar. Meşcerelerin bu karmaşık yapısını anlamak, sürdürülebilir orman yönetimi için temel bir adımdır. Bu nedenle, silvikültürel uygulamalara başlamadan önce meşcerenin mevcut durumu detaylı bir şekilde analiz edilmelidir (Odabaşı, 1983; Bozkuş, 1987).

Meşcere kuruluşu, ağaç türü bileşimi, yoğunluğu ve mekansal dağılımı gibi faktörler tarafından şekillenir. Bu bağlamda, larix plantasyonlarının sert odunların korunmasında önemli bir rol oynadığı ve bu durumun yapısal ve bileşimsel karmaşıklığı artırdığı gözlenmiştir. Sert odun türlerinin varlığı, ekosistem içindeki bitki örtüsünün heterojenliğini teşvik ederken, aynı zamanda gölge toleransı ile tohum yayılma yeteneğine dayalı tür dağılımını da etkilebilmektedir (G, 2016; Wang vd., 2014; , Infante-Izquierdo vd., 2023). Bu tür karmaşıklık, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi açısından büyük öneme sahiptir; çünkü çeşitli meşcere yapıları, daha geniş bir tür yelpazesi ve ekolojik işlevleri

destekleyebilir (Tavankar ve Bonyad, 2014; Sohrabi ve ark., 2011). Ayrıca, ağaçlar arası rekabet ve meşcere yoğunluğu, özellikle meşcere gelişiminin erken aşamalarında ağaç boyutlarını ve genel sağlığı belirleyen önemli faktörlerdir (Li, 2024).

Odun hasadının meşcere kuruluşu üzerindeki etkisi, çalışılan diğer önemli bir alandır. Araştırmalar, farklı hasat uygulamalarının yapısal çeşitlilik ve tür bileşiminde farklı seviyelere yol açtığını göstermektedir (Tavankar ve Bonyad, 2014). Yönetim uygulamaları sırasında meşcere yapısının korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi için gereklidir; çünkü bu durum, çeşitli orman organizmalarını destekleyen habitat özelliklerinin korunmasını sağlar (Sohrabi ve ark., 2011). Ayrıca, ağaç boyutu çeşitliliği ve mekansal dağılımın önemini vurgulayan yapısal indekslerin, orman meşcerelerinin ekolojik sağlığını değerlendirmek için kullanılabileceği belirtilmektedir (Lei ve Lu, 2004; Pastorella ve Paletto, 2013).

Meşcere kuruluşu ile ekolojik süreçler arasındaki ilişki, ağaç türleri arasındaki etkileşimlere kadar uzanır. Örneğin, karışık tür ormanları, monokültürlere kıyasla farklı allometrik ilişkilere sahiptir ve bu durum, tür çeşitliliğinin ağaç büyüme ve rekabet dinamikleri üzerindeki etkisini ortaya koyar (Forrester ve ark., 2016). Meşcere yapısının karmaşıklığı, kuşlar ve yosunlar gibi çeşitli orman türleri için önemli olan mikro habitatları etkileyebilir (Piechnik ve ark., 2022; Márialigeti ve ark., 2009). Yönetilen ormanlarda bırakılan artık ağaçların, yapısal karmaşıklığı artırdığı ve böylece habitat kalitesini ve biyolojik çeşitliliği iyileştirdiği gösterilmiştir (Zenner, 2000).

Meşcere yapısının dinamikleri, rüzgar devrilmesi gibi doğal rahatsızlıklar tarafından da etkilenir. Bu tür rahatsızlıklar, rejenerasyonu kolaylaştıran ve tür zenginliğini artıran boşluklar oluşturabilir (Gabrysiak ve ark., 2021; Shibuya ve Ishibashi, 2019). Rahatsızlıkların ardından orman meşcerelerinin dayanıklılığı, genellikle olay öncesindeki yapısal özelliklere ve mevcut türlerin bileşimine bağlıdır (Shibuya, 2021). Araştırmalar, daha eski ve daha karmaşık meşcerelerin, daha genç ve daha basit meşcerelere kıyasla rahatsızlıklardan daha etkili bir şekilde kurtulduğunu göstermektedir (Kosugi ve ark., 2016).

Doğal rahatsızlıkların yanı sıra, seçici kesim ve silvikültürel uygulamalar gibi insan etkileri de meşcere kuruluşunun şekillenmesinde önemli bir rol oynar. Örneğin, düzensiz yaşlı silvikültürün düzenli yaşlı sistemlere kıyasla biyolojik çeşitliliği ve habitat karmaşıklığını artırdığı belirtilmiştir (Warnaffe ve Deconchat, 2008). Ağaç türü bileşimi ve yoğunluğunun yönetimi, orman üretkenliğini ve ekolojik dayanıklılığı optimize etmek

açısından önemlidir (Pan, 2023; Liu ve ark., 2022). Ağaç türü kimliği ile meşcere yapısı arasındaki etkileşim, epifitik likenler ve otçullar gibi ilişkili biyotanın çeşitliliğini de etkiler (Bäcklund ve ark., 2016; O'Brien ve ark., 2017).

Meşcere yapısının değerlendirilmesi, yükseklik ve toprak özellikleri gibi çevresel faktörlerle daha da karmaşık hale gelir. Araştırmalar, bu faktörlerin ağaç büyüme modellerini ve tür bileşimini önemli ölçüde etkilediğini ve bu şekilde orman meşcerelerinin genel yapısını şekillendirdiğini göstermektedir (Li, 2024; Lakkana ve ark., 2022). Örneğin, topraktaki besin maddesi mevcudiyetindeki farklılıklar, ağaç türü baskınlığı ve meşcere yoğunluğunda farklılıklara yol açabilir; bu da orman içindeki ekolojik dinamikleri etkiler (Kaye ve ark., 2000).

Sonuç olarak, orman ekosistemlerinde meşcere kuruluşunun belirlenmesi, biyolojik, ekolojik ve çevresel birçok faktörden etkilenen çok yönlü bir süreçtir. Bu dinamikleri anlamak, biyolojik çeşitliliği korumayı ve ekosistem dayanıklılığını artırmayı amaçlayan etkili orman yönetimi ve koruma stratejileri için önemli bir adımdır. Gelecekteki araştırmalar, sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarını desteklemek için meşcere yapısı, tür bileşimi ve ekolojik süreçler arasındaki ilişkileri keşfetmeye devam etmelidir.

Meşcere kuruluşu, genellikle meşcere boyu, çap, yaş, ağaç yoğunluğu, göğüs yüzeyi ve hacim gibi dendrometrik özellikler ile tanımlanır (Fırat, 1973). Bu çalışmada da, meşceredeki kapalılık ve açıklık durumlarının meşcere gelişimi üzerindeki potansiyel etkilerini analiz edebilmek amacıyla ağaçların örnek alan içerisindeki koordinatları detaylı bir şekilde belirlenmiştir.

2.2.7. Çap, Boy Dağılımlarının Belirlenmesi

Bir meşcerenin çap dağılımı, ağaçların göğüs çaplarına göre belirlenen farklı çap sınıflarındaki birey sayılarının sayılması ve bu sayıların frekans dağılımı olarak ifade edilmesi ile ortaya konur. Benzer şekilde, boy dağılımı da çap dağılımına benzer bir yöntemle, belirli boy basamaklarına göre ağaç sayılarının belirlenmesi yoluyla elde edilir. Bu çalışmada, çap basamakları 4 cm'lik aralıklarla, boy basamakları ise 5 metre aralıklarla düzenlenmiştir. Bu şekilde, meşceredeki ağaçların çap ve boylarına ilişkin yapısal özellikler ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

Çap dağılımlarının analizi, ormancılıkta ağaçların büyüme ve gelişim süreçlerini anlamak için de önemlidir. Sönmez ve arkadaşları, aynı yaşlı ve saf doğu ladini

meşcerelerinde çap dağılımını bonitet ve yaş sınıfları açısından değerlendirmiştir. Bu tür çalışmalar, meşcere yapısının ve ağaçların sağlığının değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Sönmez vd., 2015). Özçelik ve arkadaşları, kantil regresyon yöntemini kullanarak gövde çapı modelini geliştirmiştir. Bu yöntem, ormancılıkta hata değerlendirmeleri için oldukça faydalıdır (Özçelik vd., 2020).

Ağaçların boy ve çap dağılımlarının belirlenmesi, ormancılıkta biyokütle ve karbon miktarlarının tahmin edilmesi açısından da önemlidir. Şahin, çap dağılımlarını yapay sinir ağları ile modelleyerek, meşcerelerdeki ağaç sayısının, göğüs yüzeyinin ve hacmin tahmin edilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir (Şahin, 2024).

Her çap kademesindeki ağaç sayıları belirlendikten sonra, çap sınıfı frekans dağılımı hesaplanır. Bu frekans dağılımı, ormanın yapısal kompozisyonunu anlamak açısından önemli bir göstergedir. Çap dağılımına göre genç ağaçlar, orta yaşlı ağaçlar ve yaşlı ağaçların meşceredeki oranları incelenir. Ölçülen ağaç boyları, belirlenen boy basamaklarına göre sınıflandırılır. Her bir basamaktaki ağaç sayısı belirlenir ve bu sayılar kaydedilir. Boy basamaklarına dağılımında ise, meşceredeki ağaçların hangi boy grubunda yoğunlaştığını görmek mümkündür. Boy dağılımı belirlenirken de aynı ölçümler ağaçların boy değerleri üzerinden yapılır.

2.2.8. Meşcere Boy Eğrilerinin Düzenlenmesi

Meşcere boy eğrisi, bir meşceredeki ağaçların göğüs çapı ve boy ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir regresyon modelidir. Bu model, genellikle bir grafik üzerinde çizilerek görsel olarak sunulur. Ağaçların göğüs çapı ile boyu arasındaki ilişki, ağaçların türüne, yaşına, meşceredeki rekabet düzeyine ve çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Göğüs çapı, ağaçların büyüme sürecinde enine genişlemeyi temsil ederken, boy dikey büyümeyi gösterir. Ağaçların göğüs çapı büyüdükçe boylarının da arttığı, ancak bu artışın belirli bir noktadan sonra yavaşladığı gözlemlenir. Bu ilişki genellikle bir regresyon eğrisi ile ifade edilir ve ormancılık çalışmalarında ağaçların büyüme potansiyelinin anlaşılmasında önemli bir göstergedir (Durkaya ve Dağlı, 2021; Carus ve Çatal, 2017).

Eşit yaşlı meşcerelerde, ağaçlar genellikle benzer büyüme koşullarında geliştiği için göğüs çapı ve boy ilişkisi daha düzenli bir yapıya sahiptir. Bu meşcerelerde boy eğrisi genellikle parabolik bir yapı gösterir. Çapın artması ile birlikte boyda da benzer bir artış

görülür, ancak belirli bir çap büyüklüğüne ulaşıldığında boy artışı yavaşlar. Bu parabolik eğri, eşit yaşlı meşcerelerde çap ve boy arasındaki ilişkinin daha sabit olduğunu gösterir (Carus ve Akguş, 2018; Koparan, 2024)

Farklı yaşlı meşcerelerde ise göğüs çapı ve boy arasındaki ilişki daha karmaşıktır. Ağaçlar farklı yaş gruplarına ait olduğundan, bu meşcerelerde göğüs çapı ve boy ilişkisi daha geniş bir aralığa yayılır ve sonuç olarak boy eğrisi geniş bir “S” şeklini alır. Bu, meşceredeki genç, orta yaşlı ve yaşlı ağaçların farklı büyüme hızlarına ve rekabet koşullarına sahip olduğuna işaret eder. Farklı yaşlı meşcerelerde bu “S” eğrisi, çap ve boy ilişkisini anlamak için kullanışlı bir araçtır, çünkü meşcerenin dikey yapı çeşitliliği bu sayede anlaşılabilir (Koparan, 2024).

Göğüs çapı ve boy arasındaki ilişkiyi modellemek için genellikle regresyon analizleri kullanılır. En sık kullanılan regresyon modeli, ağaç boyu (h) ile göğüs çapı ($d_{1.30}$) arasındaki ilişkiyi gösteren doğrusal, logaritmik veya polinomik regresyon modelleridir. Ağaç boyu ile göğüs çapı arasındaki ilişki, şu genel formülle ifade edilebilir:

$$h=a+b \cdot d_{1.30} \quad (1)$$

Burada:

- h ağaç boyunu,
- $d_{1.30}$ göğüs çapını,
- a sabit terimi,
- b eğim katsayısını ifade eder.

Bu model, ormanlarda ağaçların boylarını göğüs çapına dayalı olarak tahmin etmek için kullanılır. Elde edilen regresyon denklemi, meşcerede ağaçların büyüme performansını değerlendirmek ve farklı büyüme koşullarına sahip meşcerelerde çap-boy ilişkisini karşılaştırmak için kullanılır.

Bu çalışmada, göğüs çapı-boy ilişkisini belirlemek amacıyla en uygun regresyon denklemleri istatistiksel olarak seçilmiştir. Seçim yapılırken, regresyon denklemlerinin en az 0.05 önem düzeyinde anlamlı olması, yüksek belirtme katsayısı (R^2) ve düşük standart hata (Syx) değerleri göz önünde bulundurulmuştur.

2.2.9. Meşcere İstikrarlılığının (Stabilite) Hesaplanması

Meşcere stabilitesi, bir orman meşceresinin çevresel ve biyotik streslere karşı dayanıklılığını ve sürdürülebilirliğini ifade eder. Stabilite, tür çeşitliliği, yapısal heterojenlik, toprak ve su yönetimi gibi temel faktörlerle ilişkilidir (Çolak ve Pitterle, 1999).

Çolak ve Pitterle (1999), tür çeşitliliği ve yapısal heterojenliğin, meşcerelerin çevresel değişimlere karşı dayanıklılığını artırmada önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir. Heterojen yapıların, farklı yaş ve boyutlarda ağaçlardan oluşması, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı direnç sağlar. Van der Valk (2009), ekosistemlerde işlevsel rollerin dengelenmesinin bu bağlamda büyük önem taşıdığını vurgulamaktadır.

Çolak ve Pitterle (1999), seçme kesim yöntemlerinin, farklı yaş ve büyüklükte ağaçların korunmasını sağlayarak ekosistemin stabilitesini artırdığını belirtmektedir. Van der Valk (2009), bu müdahalelerin ekosistem dinamikleriyle uyumlu olmasının önemine dikkat çekmiştir. Bu bağlamda, meşcere stabilitesinin hesaplanması, ormancılık uygulamalarında oldukça önemlidir.

Meşcere stabilitesinin değerlendirilmesinde, ağaç türlerinin çeşitliliği ve meşcere yapısının özellikleri önemli bir yer tutar. Araştırmalar, tür çeşitliliğinin artmasının orman stabilitesini artırabileceğini göstermektedir. Özellikle, farklı türlerin asenkron tepkileri, çevresel değişimlere karşı daha dayanıklı meşcereler oluşturmaktadır (Wang, 2024).

Bu çalışmada, doğal sarıçam meşcerelerinin stabilitesini değerlendirmek amacıyla, her bir ağacın boyu ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi ifade eden h [boy (cm)] / $d_{1.30}$ [göğüs çapı (cm)] oranı hesaplanmıştır. Meşcerelerde bireysel stabilitenin belirlenmesine yönelik veriler, Çolak ve Pitterle (1999) ile Van der Valk (2009) tarafından sunulan kriterler çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ağaçların gövde dolgunluğu, <80 oranında stabil, 80-100 arasında düşük stabilite ve >100 oranında stabil olmayan olarak sınıflandırılmıştır.

2.2.10. Örnek Alanlara İlişkin Göğüs Yüzeyinin Hesaplanması

Örnek alanlara ait göğüs yüzeyi değeri, örnekleme alanındaki ağaçların göğüs çapları kullanılarak ve bu değerlerin hektar başına düşen toplam göğüs yüzeyine dönüştürülmesiyle hesaplanmıştır. Bu dönüşüm, aşağıda verilen formüle dayanmaktadır:

$$G_1 = \frac{10000}{a} \frac{\pi}{4} \sum (d_i^2) \quad (2)$$

Bu formülde:

- (G_1), hektar başına düşen göğüs yüzeyini (m^2) ifade eder,
- (d_i), türe ait ağaçların göğüs çaplarını (cm) belirtir,
- (a), örnek alanın büyüklüğünü (m^2) gösterir.

Bu şekilde, her bir örnek alan için göğüs yüzeyi hesaplanmış ve hektara ölçeklendirilmiştir.

2.2.11. Örnek Alanlarda Hacimlerin Hesaplanması

Her bir örnek alanın ait olduğu meşceredeki hektar başına hacim değerleri, ağaçların toplam hacimlerinin hektara ölçeklenmesi yoluyla hesaplanmıştır. Bu işlem, aşağıdaki formüle dayanmaktadır:

$$V_1 = \frac{\pi \sum (d_i^2)}{4a} \times 10000 \quad (3)$$

Bu formülde:

- (V_1), hektar başına düşen hacim değerini (m^3) ifade eder,
- (d_i), ilgili türe ait ağaçların çap değerlerini (cm) gösterir,
- (a), örnek alanın büyüklüğünü (m^2) belirtir.

Bu yöntemle, her bir örnek alan için türe özgü ağaç hacimleri hesaplanmış ve hektara dönüştürülerek değerlendirilmiştir.

2.2.12. Çap ve Boy Artımlarının Hesaplanması

Çap ve boy artımlarının belirlenmesi amacıyla, her bir örnek alanda göğüs yüzeyi orta ağacını temsil eden en az bir ağaç seçilmiş ve toplamda $10 \times 6 = 60$ adet ağaçta gövde analizi gerçekleştirilmiştir. Göğüs yüzeyi orta ağacının çapı, örnek alandaki tüm ağaçların göğüs çaplarının karelerinin aritmetik ortalamasının karekökü olarak hesaplanmıştır. Bu

yöntemle, örnek alanlardaki ağaçların ortalama büyüme özelliklerini temsil eden bir yaklaşım benimsenmiştir.

$$G_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}} \quad (4)$$

Burada:

- D_g = Göğüs yüzeyi orta ağacının çapı,
- d_i = Her bir ağacın çapı,
- n = Ağaç sayısı.

Araştırma alanından seçilen ağaçlar, belirlenen noktalarda kesilerek 1 metrelik seksiyonlara ayrılmıştır. Her bir seksiyon, merkezden geçen iki çap doğrultusu üzerinde, yıllık halkalar esas alınarak dikkatli bir şekilde incelenmiştir. Yıllık halkaların sayımı ile ağaçların yaşları belirlenmiş ve analiz periyotları bu yaşlara göre oluşturulmuştur. Her bir yıllık halka için, iç ve dış çap ölçümleri milimetrik hassasiyetle alınmış ve bu değerlerin ortalaması hesaplanmıştır. Elde edilen çap ölçümleri, ağaçların yaşa bağlı büyüme hızlarını (çap artımı) belirlemek için kullanılmıştır. Boy artımları ise, çap ölçümleri temel alınarak oluşturulan büyüme eğrileri (boy profilleri) üzerinden tahmin edilmiştir.

2.2.13. Dönemsel İklim Tahminleri Hesaplanması ve Küresel İklim Senaryoları

Tür Dağılım Modellemesi (SDM), çevresel değişkenlere dayalı olarak türlerin coğrafi alanlar üzerindeki dağılımını tahmin etmeye olanak tanıyan ekoloji ve koruma biyolojisi için önemli bir araçtır. İklim değişikliği ve habitat kaybı karşısında biyolojik çeşitliliğin korunmasının giderek önem kazandığı günümüzde, SDM'lerin önemi artmıştır. Phillips ve arkadaşları (2006) tarafından tanıtılan MaxEnt (Maksimum Entropi) modeli, yalnızca varlık verilerini kullanabilmesi ve çeşitli ekolojik bağlamlarda sağlamlığı nedeniyle en yaygın kullanılan SDM tekniklerinden biridir. Young ve arkadaşlarının (2011) eğitimi, ArcGIS ortamında MaxEnt modelini uygulamak isteyen uygulayıcılar için temel bir rehber niteliğindedir.

Model, çevresel değişkenlere dayalı olarak tür varlığı olasılık dağılımını tahmin eder ve böylece gözlemlenmeyen alanlarda potansiyel tür dağılımlarının tahmin edilmesini sağlar (Young et al 2011).

Dönemsel iklim tahminleri, ormancılık yönetiminde karar verme süreçlerini yönlendiren stratejik bilgiler sağlar. Bu tahminler, küresel iklim modellerinden (GCM'ler) türetilerek belirli dönemler için sıcaklık, yağış ve diğer iklim değişkenlerine dair öngörüler sunar. Bu bilgiler, dikim, hasat ve zararlı yönetimi gibi ormancılık faaliyetlerini planlamada önemli bir rol oynamaktadır (Shao, 2022; Shao ve ark., 2020). Dönemsel tahminlerin doğruluğu ve güvenilirliği, ormancılık yöneticilerinin iklim değişkenliklerine yanıt olarak stratejik uyum sağlamasında büyük önem taşır (Steiner ve ark., 2015; Wagner ve ark., 2014).

İklim değişikliği nedeniyle sıcaklık ve yağış desenlerinde meydana gelen değişiklikler, ormanların dinamiklerini ve verimliliğini büyük ölçüde etkileyebilir. Bu bağlamda, dönemsel tahminler ormancılık politikalarının iklim değişikliği senaryolarına uyumlu hale getirilmesine katkı sağlar (Ulmanen ve ark., 2015).

Wagner ve arkadaşları, iklim değişikliği etkilerinin tahminine yönelik metodolojik iyileştirmelerin orman ekosistemlerinde belirsizlikleri azaltmada önemli olduğunu belirtmiştir (Wagner ve ark., 2014). Bu tahminler, tür seçiminden orman kompozisyonuna ve yönetim uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede daha bilinçli kararlar alınmasını sağlamaktadır.

Dönemsel iklim tahminleri, zararlı ve hastalık yönetimi açısından da büyük önem taşır. İklim değişikliği, zararlıların yayılımı ve popülasyon dinamikleri üzerinde etkili olabilir (Venette, 2013). Bu tahminler, zararlı salgınlarının öngörülmesi ve erken müdahalelerin planlanması konusunda ormancılık yöneticilerine rehberlik eder.

Gelişmiş istatistiksel kalibrasyon teknikleri ve modeller, dönemsel sıcaklık tahminlerinin doğruluğunu artırmış ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamıştır (Wagner ve ark., 2014). Bu tür tahminler, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik adaptif yönetim stratejilerinin oluşturulmasına olanak tanır. Bu araştırma için WordClim 1.4 kullanılmıştır. İklim verileri 1960'dan 1990'a kadar olan dönemi kapsamaktadır. Veriler, tür dağılımına yönelik modelleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Panagos vd., 2017). Bu platformda, farklı türlerin fizyolojik kısıtlamalarına ilişkin mevsimsel eğilim türlerini temsil eden 19 biyoiklimsel değişken mevcuttur (Hijmans vd., 2005; O'Donnell ve Ignizio 2012). Sarıçam ile ilgili tüm bu biyoiklimsel değişkenler ve

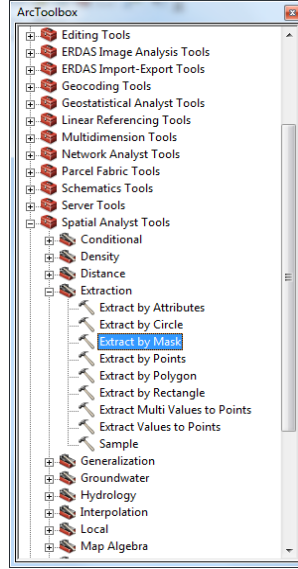
dağılımlar, modeller test edilerek sarıçam türünün doğal dağılımını en iyi ifade edecek yüksek korelasyonlu değişkenler belirlenmiştir. Tür dağılım modelleme çalışmalarında sıklıkla ve yaygın olarak kullanılan ve aynı zamanda sarıçamın doğal yayılımını doğrudan etkileyen en önemli 2 biyoiklimsel değişken de (yükselti ve bakı) bu çalışmada kullanılmıştır. Ayrıca sarıçam kaybının hangi koşullarda başladığını gözlemlemek için dört iklim modeli uygulanmıştır. En uç ve orta düzey senaryolar HadGEM2-ES’ den seçilmiştir. Bu senaryolar, Beşinci Değerlendirme Raporu (IPCC, 2014) tarafından kabul edilen, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazları ve kirleticilerin konsantrasyonunu temsil etmektedir. 2020-2040, 2040-2060, 2060-2080 ve 2080-2100 dönemleri için RCP’ler incelenmiştir.

- Veri Formatlama ve Düzenleme

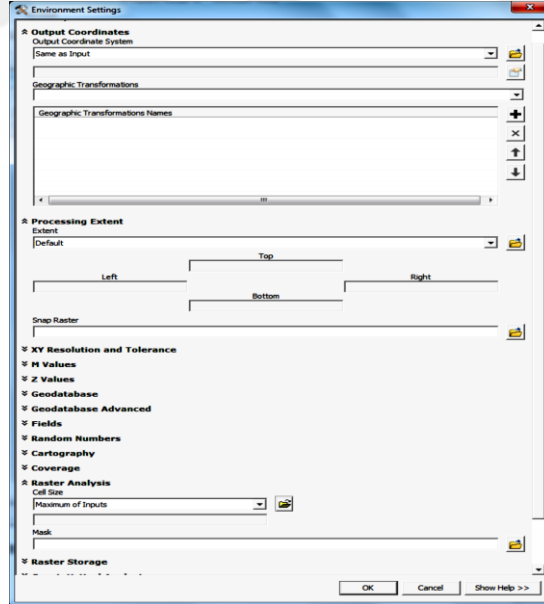
Bu çalışma kapsamında, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türüne ait yayılış koordinatları, Excel tabanlı bir veri tablosu kullanılarak düzenlenmiş ve MaxEnt yazılımında kullanılmak üzere virgülle ayrılmış değerler formatında (.csv) hazırlanmıştır. İlk aşamada, Excel’de tür adı, boylam (Longitude) ve enlem (Latitude) bilgilerini içeren üç sütundan oluşan bir veri tablosu oluşturulmuştur. Tablo başlıkları sırasıyla “Species”, “Longitude” ve “Latitude” olarak belirlenmiş ve veri girişleri, kullanılan projeksiyon sistemine uygun olarak düzenlenmiştir. Shapefile formatında mevcut olan veriler, Excel’in .dbf dosyalarını açabilme özelliği kullanılarak veri tablosu oluşturulmuştur.

Verilerin doğruluğunun sağlanması amacıyla koordinat sisteminin, MaxEnt’in gereksinimlerine uygun biçimde, boylam ve enlem formatında olduğu teyit edilmiştir. Veri giriş işlemleri tamamlandıktan sonra dosya, “Pinus_sylvestris” adlı çalışma klasörüne kaydedilmiştir. Veri doğruluğunu sağlamak amacıyla, kullanılan koordinat sisteminin MaxEnt yazılımının gereksinimlerine uygunluğu teyit edilmiştir. Koordinatlar, boylam ve enlem formatında düzenlenmiş ve hata payını minimize etmek için dikkatli bir şekilde kontrol edilmiştir. Veri giriş işlemleri tamamlandıktan sonra, düzenlenen dosya “Pinus_sylvestris” adlı çalışma klasörüne kaydedilmiştir. Excel tablosu, MaxEnt yazılımında kullanılabilir hale getirilmek üzere, virgülle ayrılmış değerler (.csv) formatında kaydedilmiştir.

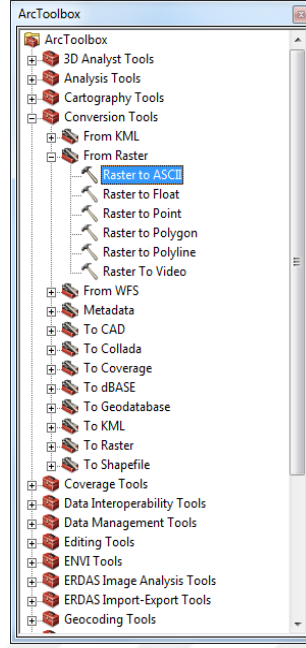
MaxEnt modellemesi için kullanılan tüm çevresel katmanların aynı hücre boyutuna, coğrafi sınırlarına ve projeksiyon sistemine sahip olması gerekmektedir. Bu amaçla, biyoklimatik veriler (örneğin bio_1, bio_2, bio_3, vb.) ArcMap yazılımı kullanılarak işlenmiştir. Sonrasında çevresel katmanlar, “Extract by Mask” aracıyla kesilmiştir.



İlk kesilen katman, sonraki tüm katmanlar için standart bir referans olarak kullanılmıştır. Kesim işleminin ardından, çevresel katmanların projeksiyon sistemleri, coğrafi sınırları ve hücre boyutları “Environments” ayarları kullanılarak standart hale getirilmiştir.



Hazırlanan raster katmanlar, MaxEnt yazılımı tarafından kullanılabilir hale getirilmek için “Raster to ASCII” aracıyla ASCII formatına dönüştürülmüştür. Bu işlem sırasında, dosya adlarının ve uzantılarının MaxEnt gerekliliklerine uygunluğundan emin olunmuştur.



ASCII formatındaki bu dosyalar, ilgili çalışma klasörüne kaydedilmiştir. Modelleme sürecinde, tür yayılım noktalarını içeren .csv dosyası ile çevresel katmanların ASCII formatındaki dosyaları programa yüklenmiştir.

MaxEnt yazılımında modelleme işlemi gerçekleştirilmeden önce, model çıktılarının saklanacağı bir “Outputs” klasörü oluşturulmuş ve model ayarları optimize edilmiştir. Model doğruluğunu artırmak amacıyla, 15 farklı deneme gerçekleştirilmiş ve veri setinin %25’i test verisi olarak ayrılmıştır. Ayrıca, türün bulunduğu alanları temsil eden bir bias dosyası kullanılarak hata yüzdesi azaltılmaya çalışılmıştır. Modelleme işlemi başarıyla tamamlanmış ve Sarıçam türünün potansiyel yayılım alanları haritalandırılmıştır.

2.2.14. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada, merkez ve kenar popülasyonlarının müdahale şiddeti ve stabilite değerleri açısından farklılık gösterip göstermediğini belirlemek ve müdahale şiddeti ile stabilite arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla çeşitli istatistiksel testler uygulanmıştır. Tüm analizler IBM SPSS Statistics 26.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulanan istatistiksel testler, veri setinin özellikleri doğrultusunda belirlenmiş olup, parametrik veya parametrik olmayan yöntemlerin seçimi öncelikle normallik varsayımı doğrultusunda yapılmıştır.

Analiz öncesinde, değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmıştır. Küçük ve orta büyüklükteki örneklem için yaygın olarak kullanılan bu test, parametrik yöntemlerin uygulanabilirliğini değerlendirmek için önerilmektedir (Razali & Wah, 2011). Yapılan analiz sonucunda müdahale şiddeti değişkeninin normal dağılıma uygun olduğu, ancak stabilite değişkeninin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle, müdahale şiddeti için parametrik testler, stabilite için ise parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Merkez ve kenar popülasyonlar arasındaki müdahale şiddeti ve stabilite değerlerinin karşılaştırılması için iki farklı istatistiksel yöntem kullanılmıştır:

- Müdahale Şiddetinin Karşılaştırılması (Bağımsız Örneklem t-Testi)

Müdahale şiddeti değişkeninin normalliğe uygun olması nedeniyle, merkez ve kenar popülasyonları arasında ortalama farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır (Field, 2013). Testin geçerli olması için varyans homojenliği varsayımı, Levene'in Varyans Eşitliği Testi ile kontrol edilmiştir (Levene, 1960).

- Levene testi sonucu $p > 0.05$ ise, grupların varyansları eşit kabul edilerek standart t-testi uygulanmıştır.
- Levene testi sonucu $p < 0.05$ ise, varyans eşitliği sağlanmadığından Welch t-testi uygulanarak değişken varyanslarına göre düzeltilmiş bir analiz gerçekleştirilmiştir (Ruxton, 2006).

Hipotez:

H_0 : Merkez popülasyonu ile kenar popülasyonu arasında müdahale şiddeti düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H_1 : Merkez popülasyonu ile kenar popülasyonu arasında müdahale şiddeti düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

- Stabilitenin Karşılaştırılması (Mann-Whitney U Testi)

Stabilite değişkeninin normal dağılıma uygun olmadığı belirlenmiş olduğundan, merkez ve kenar popülasyonları arasındaki farkı belirlemek amacıyla parametrik olmayan Mann-Whitney U testi uygulanmıştır (Nachar, 2008). Bu test, özellikle verilerin normal dağılmadığı veya örneklem büyüklüğünün küçük olduğu durumlarda tercih edilmektedir (Mann & Whitney, 1947).

Hipotez:

H_0 : Merkez popülasyonu ile kenar popülasyonu arasında stabilite değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H_1 : Merkez popülasyonu ile kenar popülasyonu arasında stabilite değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

- Müdahale Şiddeti ile Stabilite Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Müdahale şiddeti ile stabilite değişkenleri arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek amacıyla korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Verilerin normalliğe uygun olmaması nedeniyle, iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek için parametrik olmayan Spearman Korelasyon Analizi kullanılmıştır (Spearman, 1904). Spearman korelasyonu, değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirir ve verilerin normal dağılıma uymadığı durumlarda Pearson korelasyonuna alternatif olarak önerilmektedir (Zar, 1972). Korelasyon katsayısı, -1 ile +1 arasında değişmekte olup, pozitif veya negatif yönlü ilişkiyi ifade etmektedir.

Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $\alpha = 0.05$ olarak belirlenmiştir. Hipotez testleri için karar kriterleri aşağıdaki şekilde uygulanmıştır:

- $p < 0.05$ olduğunda, test edilen hipotez reddedilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık veya ilişki olduğu kabul edilmiştir.
- $p > 0.05$ olduğunda, test edilen hipotez kabul edilmemiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark veya ilişki bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Hipotez:

H_0 : Müdahale şiddeti ile stabilite arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

H_1 : Müdahale şiddeti ile stabilite arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Tüm analizler, çalışmanın temel hipotezlerini test etmek ve değişkenler arasındaki ilişkileri bilimsel olarak değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Meşçere Kuruluşuna İlişkin Bulgular

Bu çalışmada, farklı örnekleme alanlarında gerçekleştirilen ölçümlere dayalı olarak meşçere kuruluşu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Her bir örnekleme alanına ait tabakalılık durumu, meşçere çap-boy dağılım grafiği ve meşçere boy eğrisi grafikleri incelenmiştir.

3.1.1. Çap, Boy Dağılımlarına ve Meşçere Boy Eğrilerine İlişkin Bulgular

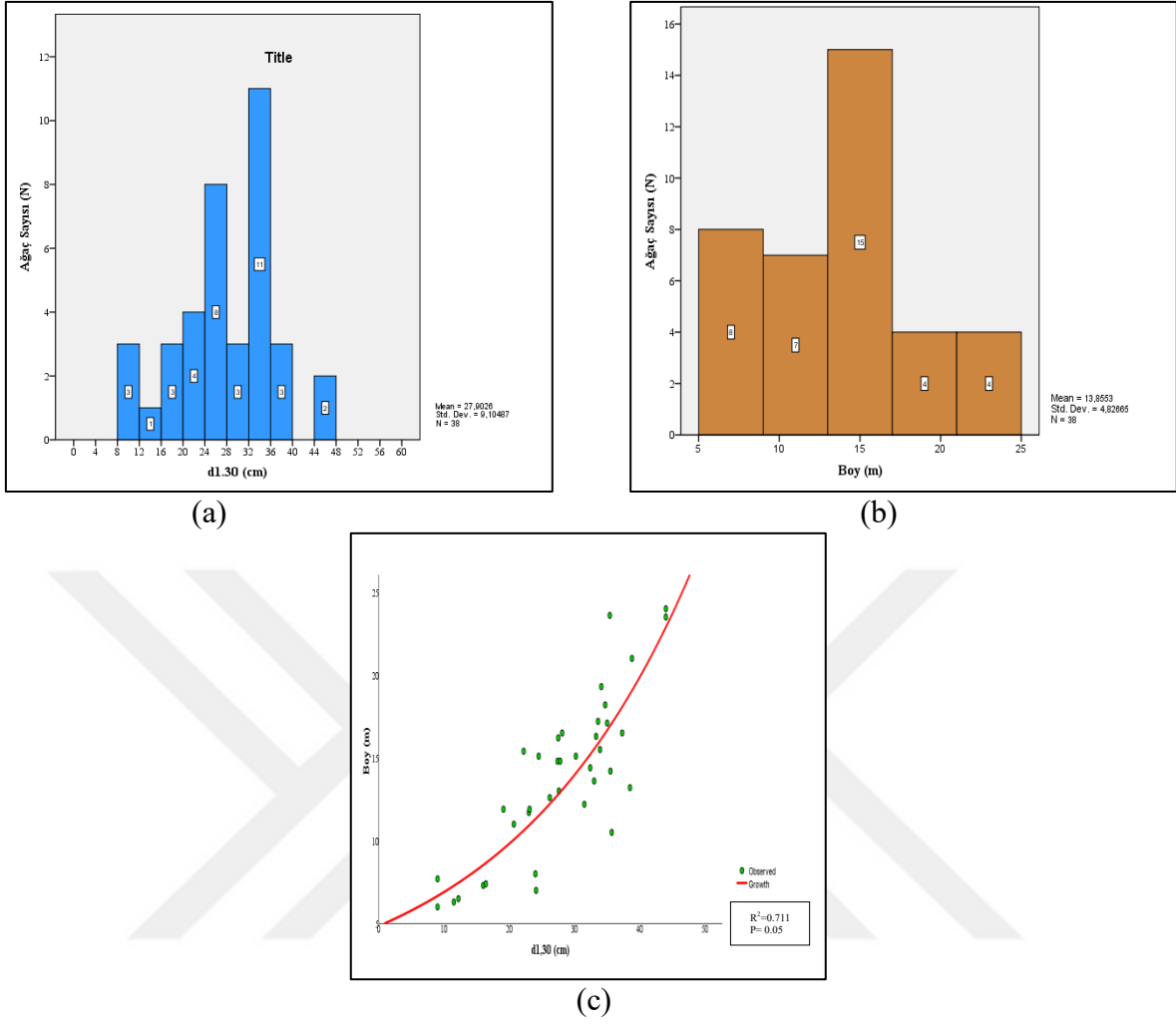
Örnekleme alanlarındaki ağaçların büyüme ve gelişimi, 4 cm'lik çap ve 5 metrelik boy basamakları kullanılarak elde edilen çap-boy dağılım grafikleri ve meşçere boy eğrileri ile detaylı olarak incelenmiştir. Bu grafikler, her bir deneme alanındaki ağaçların yaş, boy ve çap bakımından nasıl bir dağılım gösterdiğini ve dolayısıyla meşçerenin yapısal özelliklerini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, altı farklı orman bölge müdürlüğünde yer alan, normal (merkez) ve marjinal (kenar) olmak üzere iki farklı popülasyondan ve her bir popülasyondan 6 adet olmak üzere toplamda 60 adet örnek alandan elde edilen bulgular verilmiştir.

- Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü

- Sarıçdağı Orman İşletme Müdürlüğü (Normal (Merkez) Popülasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1840 metredir ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan, 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşçeresidir ve içerisinde 38 adet ağaç bulunmakta olup, örnek alan büyüklüğü $20 \times 40 = 800 \text{ m}^2$ 'dir.



Şekil 37. Sarıçdağı OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 37a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki d1.30 çapları 17.0-43.0 cm arasında değişmekte olup ortalaması 27.90 cm olup, standart sapma değeri 10.487 cm'dir. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 24-36 cm çap aralığında yer aldığı ve meşcerenin büyük kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir. Çap çeşitliliğinin fazla olması, meşcerede bireyler arası büyüme farklılıklarının belirgin olduğunu göstermektedir.

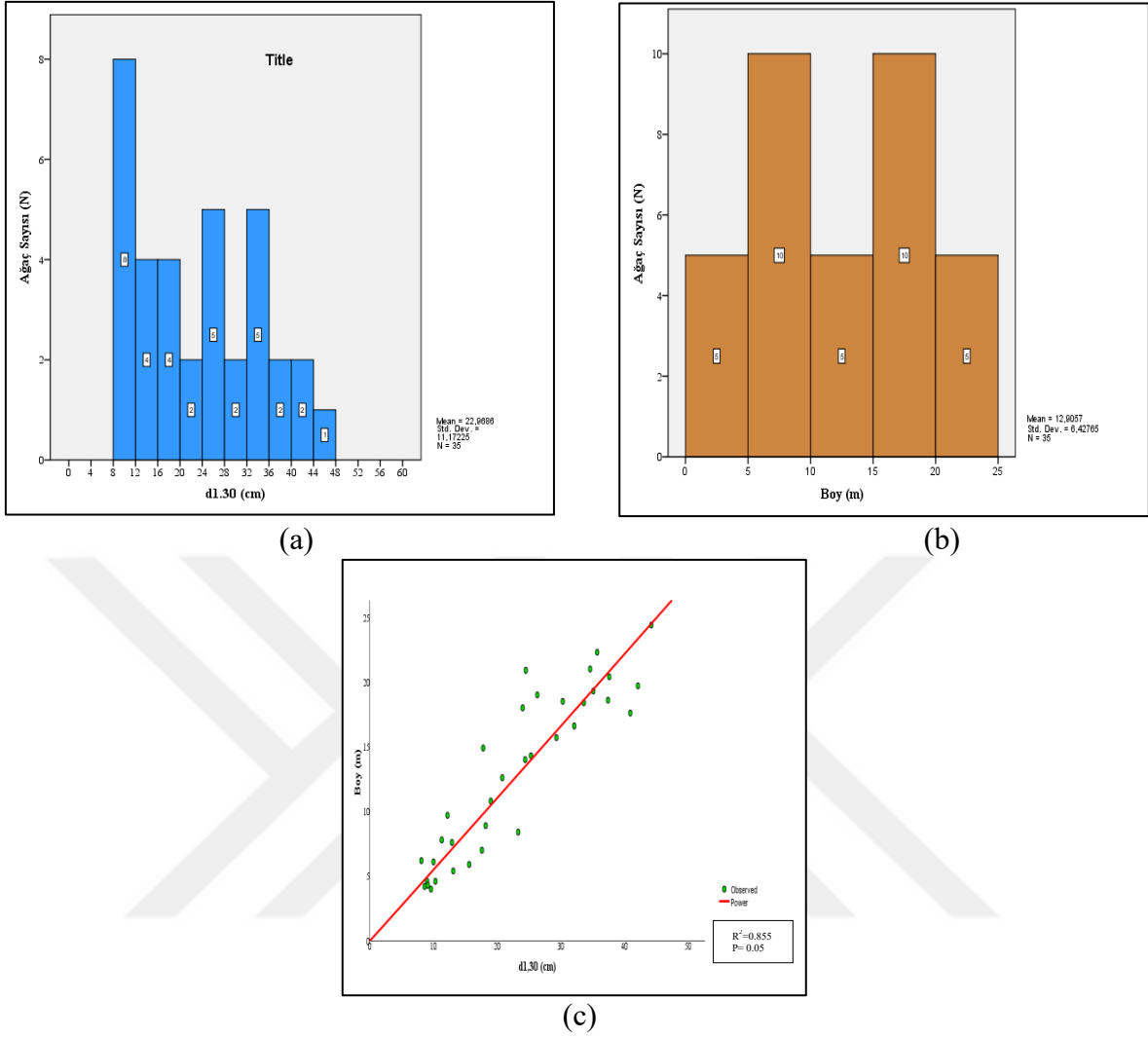
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 37b), ağaçların ortalama boyu 13.953 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 4.6285 m'dir. Boy verilerindeki bu standart sapma değeri, bireylerin boy dağılımının homojen olmadığını ve farklı büyüme çağılarına sahip bireylerin bir arada bulunduğunu göstermektedir. Boy

dağılımında, çoğunluğun 10-15 metre aralığında yoğunlaştığı, ancak daha kısa boylu (<10 m) ve daha uzun boylu (>20 m) bireylerin de bulunduğu görülmektedir. Bu durum, meşcerenin direklik, ince, ve orta ağaçlık çağında bireylerden oluşan bir yapıya sahip olduğu çap kademelerine dağılım grafiği verileri ile uyumlu bir boylanma eğilimi varlığını desteklemektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $y = \exp(1.5795 + 0.0353 \cdot x)$ denklemi ile açıklayan regresyon modeline göre, çap (d1.30) ve boy (h) arasında doğrusal olmayan, pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu model, küçük çap değerlerinde boy artışının daha sınırlı olduğunu, ancak çap arttıkça boyda gözlemlenen artış hızının belirginleştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle çapın artışına paralel olarak meşcerenin ince ağaçlık ve orta ağaçlık çağlarında büyüme eğiliminin fazla olduğunu göstermektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 21.6 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin yarısını temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %39.5'ini oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %10.5 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yükselliği 1900 metredir ve doğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresidir ve içerisinde 35 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 38. Sarıçadağı OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

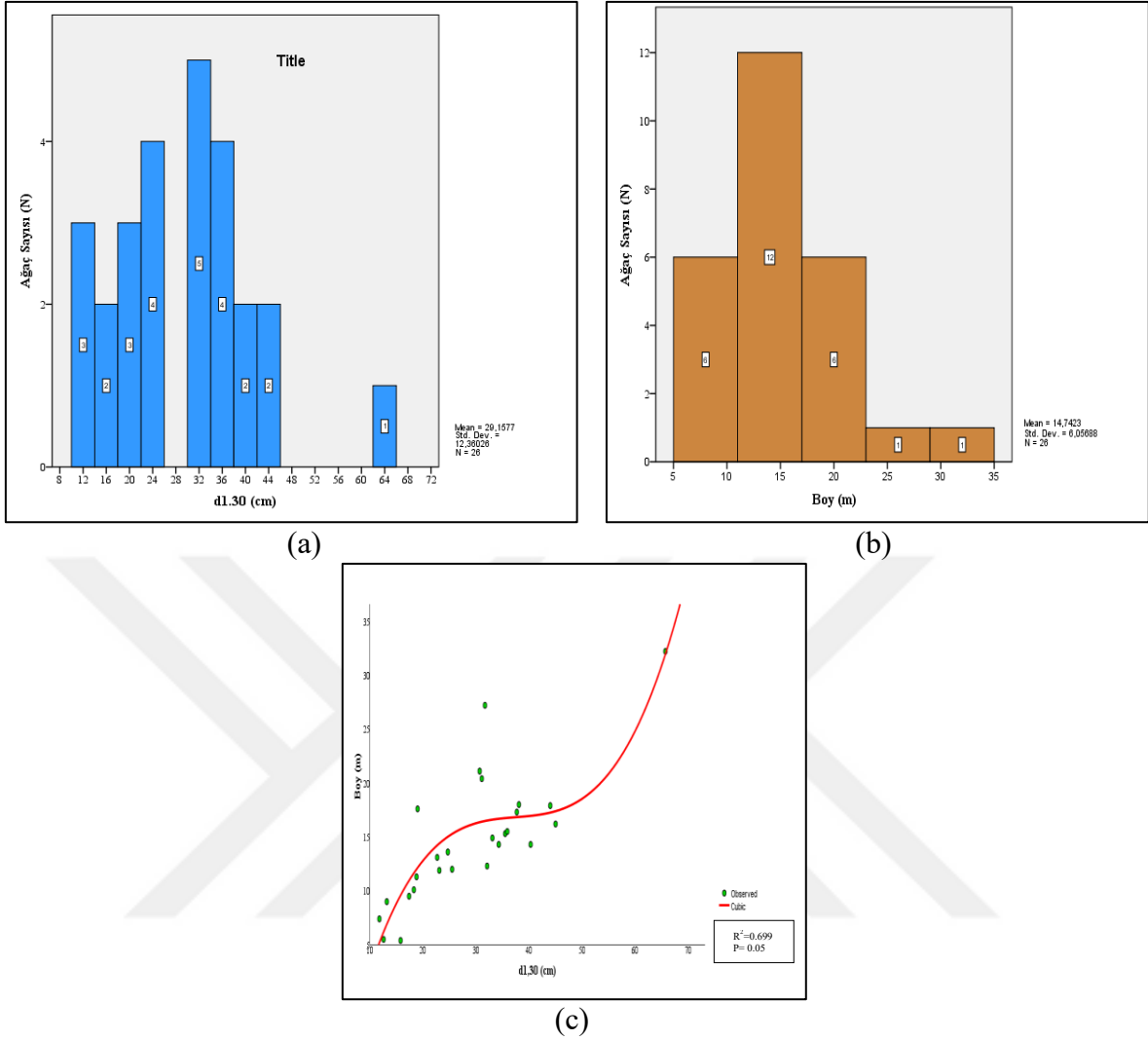
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 38a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği, negatif exponansiyel dağılıma yaklaşan bir çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisinin var olduğu gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki d1.30 çapları 8.0-44.0 cm arasında değişmekte olup ortalaması 22.90 cm, standart sapma değeri ise 9.2063 cm olarak hesaplanmıştır. Çap değerlerinin özellikle 8-12 cm ve 24-32 cm aralıklarında yoğunlaştığı, bunun da bireyler arasında büyüme farklılıklarının belirginliğini ortaya koyduğu ve çap çeşitliliğine bağlı olarak genetik çeşitlilik açısından farklılıkların olduğu söylenebilir. Meşcerenin büyük kısmı sırlıklık-direklik ve ince ağaçlık çağında yer almakta olup, farklı büyüme-gelişme özelliğine sahip bireylerin bir arada bulunduğu tespit edilmiştir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 38b), ağaçların ortalama boyu 12.0907 m olarak hesaplanmış ve standart sapma değeri 6.42705 m olarak bulunmuştur. Boy dağılımında 5-10 m ve 15-20 m boy aralıklarının yoğunluk gösterdiği, buna karşın diğer boy basamaklarında bireylerin daha düşük sayılarda olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, meşcerenin heterojen bir yapıya sahip olduğunu ve farklı boylanma eğilimlerinde ağaç katında yer alan bireyler ile birlikte meşcerede çalı katında yer alan bireylerin de var olduğunu göstermektedir. Bu meşcere kuruluşu alçak aralama uygulamaları sonrası ortaya çıkan meşcere kuruluşu ile ilgili bir karmaşık bakış açısını da beraberinde getirmektedir. Zira alt tabakada yaşama yeteneği düşmüş bireylerin bakım sonrasında alandan çıkarılmayışı meşcere kuruluşu ile ilgili farklılaşmanın da göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 0.541 \cdot x^{1.006}$ 'dir (Şekil 38c). Bu model, çap ve boy arasında pozitif yönlü ve doğrusal bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Çap değerleri arttıkça boyun da artış gösterdiği görülmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 21.45 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %48.57'ini temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %22.86'ını oluşturmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %28,57'ini oluşturarak meşcere çok tabakalı bir yapıya sahiptir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1920 metredir ve güneybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresidir ve içerisinde 26 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 39. Sarıçadağı OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 39a), çap değerlerinin normal dağılıma yakın bir yapı sergilediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki d1.30 çapları 8.0-64.0 cm arasında değişmekte olup ortalaması 29.1577 cm, standart sapma değeri ise 12.2069 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımı incelendiğinde, en yüksek yoğunluğun 28-36 cm çap aralığında olduğu ve bireylerin ağırlıklı olarak ince ağaçlık ve orta ağaçlık çağlarında yer aldığı gözlenmiştir. Çap çeşitliliğinin bu kadar yüksek olması, meşcerenin heterojen bir yapıya sahip olduğuna ve çap çeşitliliğine bağlı olarak genetik çeşitlilik açısından farklılıkların olabileceğine işaret etmektedir.

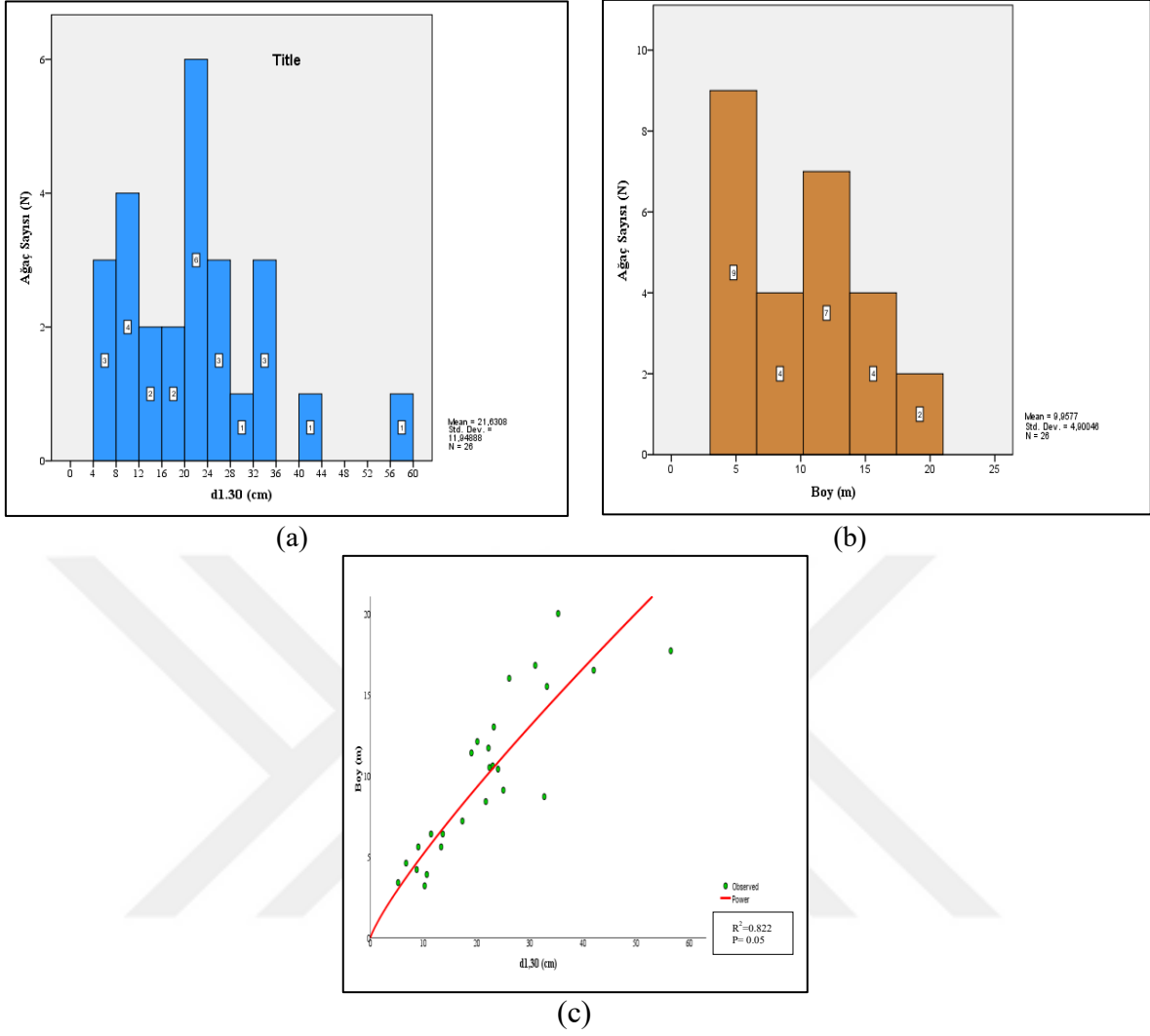
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 39b), ağaçların ortalama boyu 14.7423 m olarak hesaplanmış ve standart sapma değeri 6.089 m olarak bulunmuştur. Boy dağılımında en yüksek yoğunluk 10-20 m aralığında yer almaktadır.

Meşcerede üst boya bağlı olarak değerlendirme yapıldığında iki tabakalı bir meşcere yapısının olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Bu durum meşceredeki çap çeşitliliği ile de uyumludur.

Çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = -17.635 + 2.678x - 0.070x^2 + 0.000625x^3$ olarak belirlenmiştir (Şekil 39c). Bu regresyon modeli, çap ve boy arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını, çap değerlerinin başlangıçta boy üzerinde belirgin bir artışa yol açtığını, orta çap aralıklarında bu artış hızının yavaşladığını ve daha büyük çap değerlerinde ise boyun tekrar hızlı bir şekilde arttığını göstermektedir. Küçük çaplı bireylerde boy artışı sınırlı bir şekilde gerçekleşirken, çap büyüdükçe boydaki artış daha belirgin hale gelmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 22.8 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %42.31'ini temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %46.15'ini oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %11.54 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1850 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresidir ve içerisinde 26 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 40. Sarıçadağı OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 40a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki d1.30 çapları 8.0-56.0 cm arasında değişmekte olup ortalaması 21.6308 cm ve standart sapma değeri 11.2488 cm olarak hesaplanmıştır. Çap yoğunluğunun özellikle 24-28 cm aralığında arttığı, bunun yanı sıra ince çaplı (<16 cm) ve kalın çaplı (>40 cm) bireylerin meşcerede az sayıda olduğu görülmektedir. Bu durum, meşcerede ince ağaçlık çağındaki bireylerin ağırlıkta olduğunu, ancak sırkılık-direklik ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin de mevcut olduğunu, çap kademelerine dağılım açısından oldukça geniş aralıkta bir frekans dağılımının söz konusu olduğunu göstermektedir.

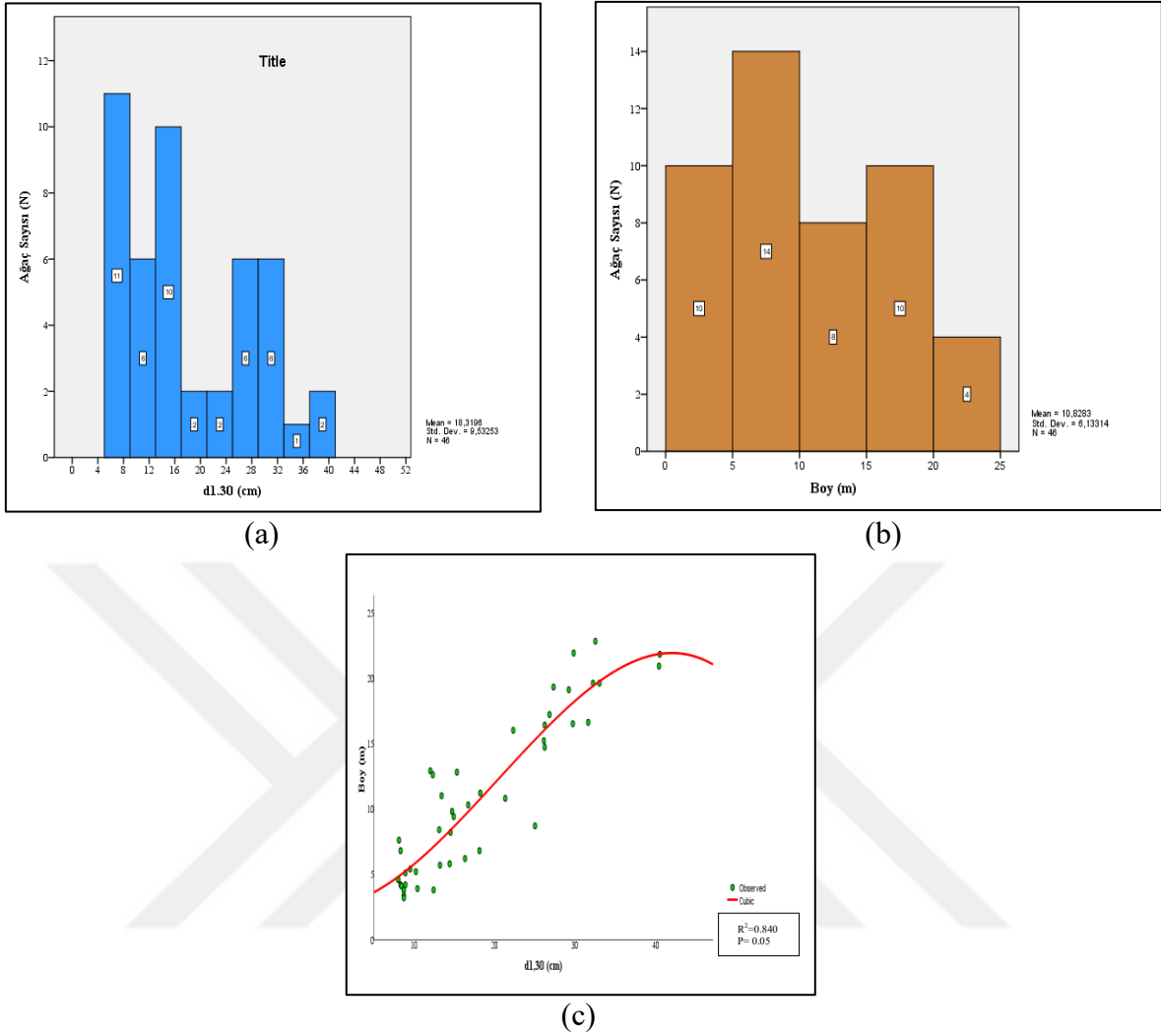
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 40b), ağaçların ortalama boyu 9.857 m olarak hesaplanmış ve standart sapma değeri 4.901 m olarak

bulunmuştur. Boy dağılımı incelendiğinde, bireylerin büyük çoğunluğunun 5-10 m ve 10-15 m boy aralığında yoğunlaştığı, ancak 15 m üzerinde daha az sayıda bireyin bulunduğu görülmektedir. Bu durum, boy açısından meşcerenin ağırlıklı olarak çap kademelerine dağılım ile uyumlu olarak farklı gelişme eğilimine sahip bireylerden oluştuğunu göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (0.751 \cdot x^{0.839})$ 'dir (Şekil 40c). Bu denkleme göre, çap ve boy arasında doğrusal olmayan, ancak pozitif yönlü bir ilişki olduğunu söylemek mümkündür. Çap değerlerinin artmasıyla boyun da düzenli bir şekilde arttığı görülmektedir. Küçük çap değerlerinde boy artışının daha sınırlı olduğu, çap arttıkça boyda da belirgin bir artış yaşandığı, ancak geniş çaplı bireylerde bu artış hızının azaldığı göstermektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.08 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %38.46'ini temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %34.62'ini oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %26.92 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yükselliği 1850 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresidir ve içerisinde 46 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 41. Sarıçdağı OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 41a), çap değerlerinin normal dağılım ile tam olarak uyumlu olmadığını, negatif exponansiyel dağılıma yaklaşan bir dağılımın ortaya çıktığını söylemek mümkündür. Örnek alan içerisindeki d1.30 çapları 4.0-40.0 cm arasında değişmekte olup ortalama çap değeri 18.311 cm, standart sapma değeri ise 9.504 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımında, ince çaplı bireylerin (<16 cm) yoğunlukta olduğu, olduğu görülmektedir. Bu durum, meşcerenin ağırlıklı olarak sırkılık-direklik ve ince ağaçlık çaığında bulunan bireylerden oluştuğunu göstermektedir.

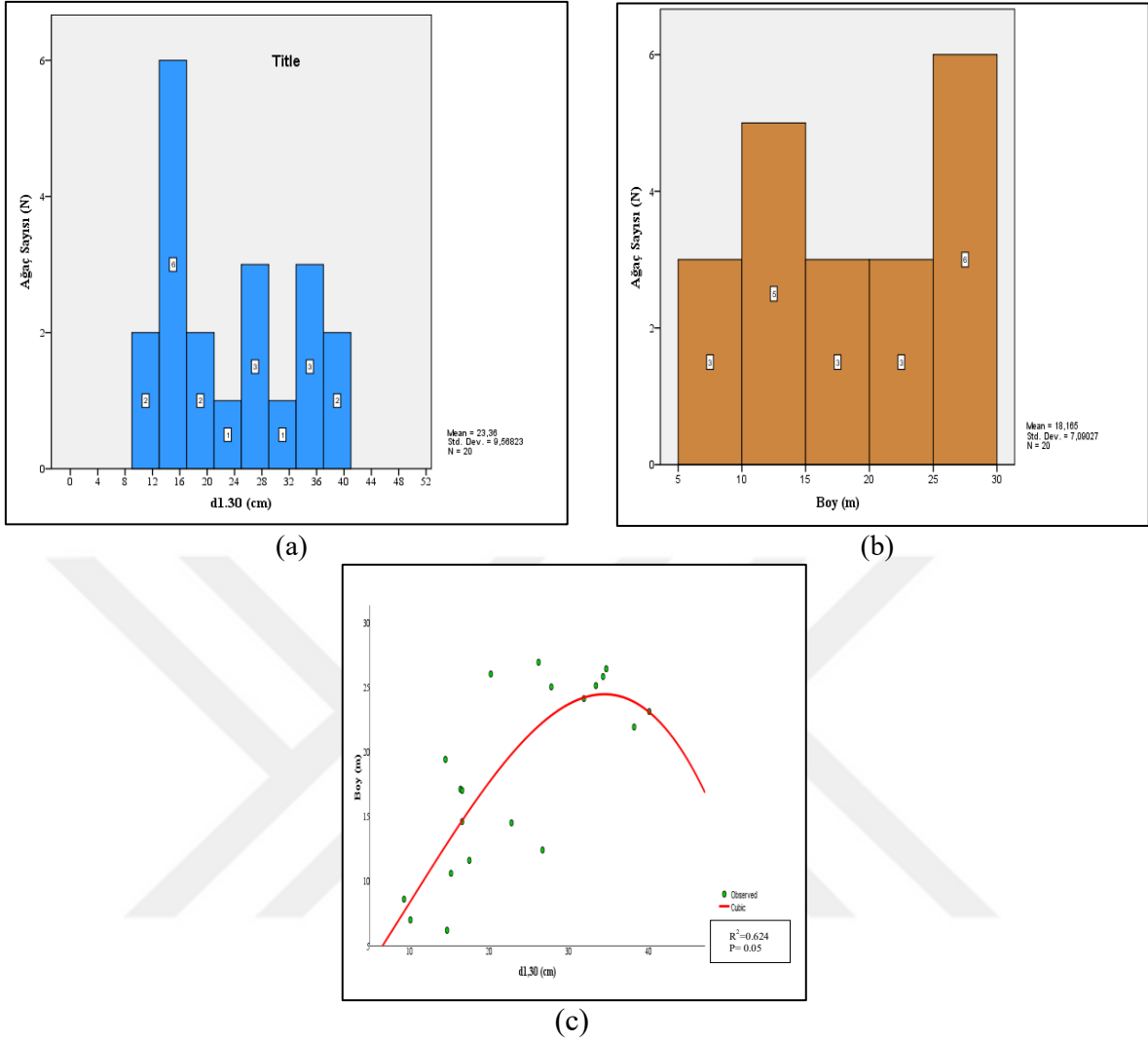
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 41b), ortalama boyun 10.9293 m olduğu, standart sapma değerinin ise 6.133 m olduğu gözlenmiştir. Boy dağılımı, bireylerin büyük çoğunluğunun 5-15 metre aralığında yer aldığını göstermekte

olup, 15 metre üzerindeki bireylerin sayısının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Üst boya bağlı olarak bir değerlendirme yapıldığında meşcerede galip ve orta tabakada yer alan bireylerin temsil durumunda olduğunu ve iki tabakalı bir meşcere kuruluşunun var olduğunu söyleyebilmek mümkündür.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (2.568 + 0.077x + 0.029x^2 - 0.000478x^3)$ 'dir (Şekil 41c). Bu denklem, çap ve boy arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve çap değerlerinin artmasıyla boyda düzenli bir artış gözlemlendiğini, ancak bu artışın belirli bir noktadan sonra azalmaya başladığını göstermektedir. Özellikle ince çaplı bireylerde, çap artışıyla birlikte boyda belirgin bir artış görülmekte, orta çap değerlerinde bu artışın hızı yavaşlamakta ve kalın çaplı bireylerde boydaki daha da azalmaktadır. Bu durum değişik yaşlı meşcerelerde ortaya çıkan durum ile benzerlik göstermekle birlikte maktalı kuruluşa sahip sarıçam meşceresinde ortaya çıkan bu durumun değişik yaşlı meşcere kuruluşu ile değil meşcere içerisindeki bireylerin farklı baskılar altında gösterdikleri büyüme gelişme özelliklerinden kaynaklandığı ifade etmek mümkün olacaktır.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 21.1 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %32.61'ini temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %28.26'ını oluşturarak büyüme potansiyeline ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %39.13'ünü temsil etmektedir. Genç, baskılanmış veya boy gelişimi sınırlı olan bireylerden oluşur. Alt tabaka, meşcerenin yenilenme potansiyelini ve gölgeye dayanıklılığı temsil edebilir.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yükseliği 1830 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresidir ve içerisinde 20 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 42. Sarıçdağı OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 42a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki d1.30 çapları 8.0-40.0 cm arasında değişmekte olup ortalaması 23.36 cm ve standart sapma değeri 9.57 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede ince çaplı bireylerin (<16 cm) yoğun olduğu ve orta çaplı bireylerin (24-36 cm) de meşcerede belirli sayıda bulunduğunu ifade etmek mümkündür. Bu durum, meşcerenin ağırlıklı olarak ince ağaçlık ve sırkılık-direklik çağındaki bireylerden oluştuğunu göstermektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 42b), ortalama boyun 18.105 m olduğu, standart sapma değerinin ise 7.091 m olarak hesaplandığı gözlemlenmiştir. Boy dağılımı grafiğine bakıldığında, 15-25 metre boy aralığındaki bireylerin meşcerede çoğunlukta bulunduğu, kısa boylu bireylerin (<15 m) ise az sayıda da

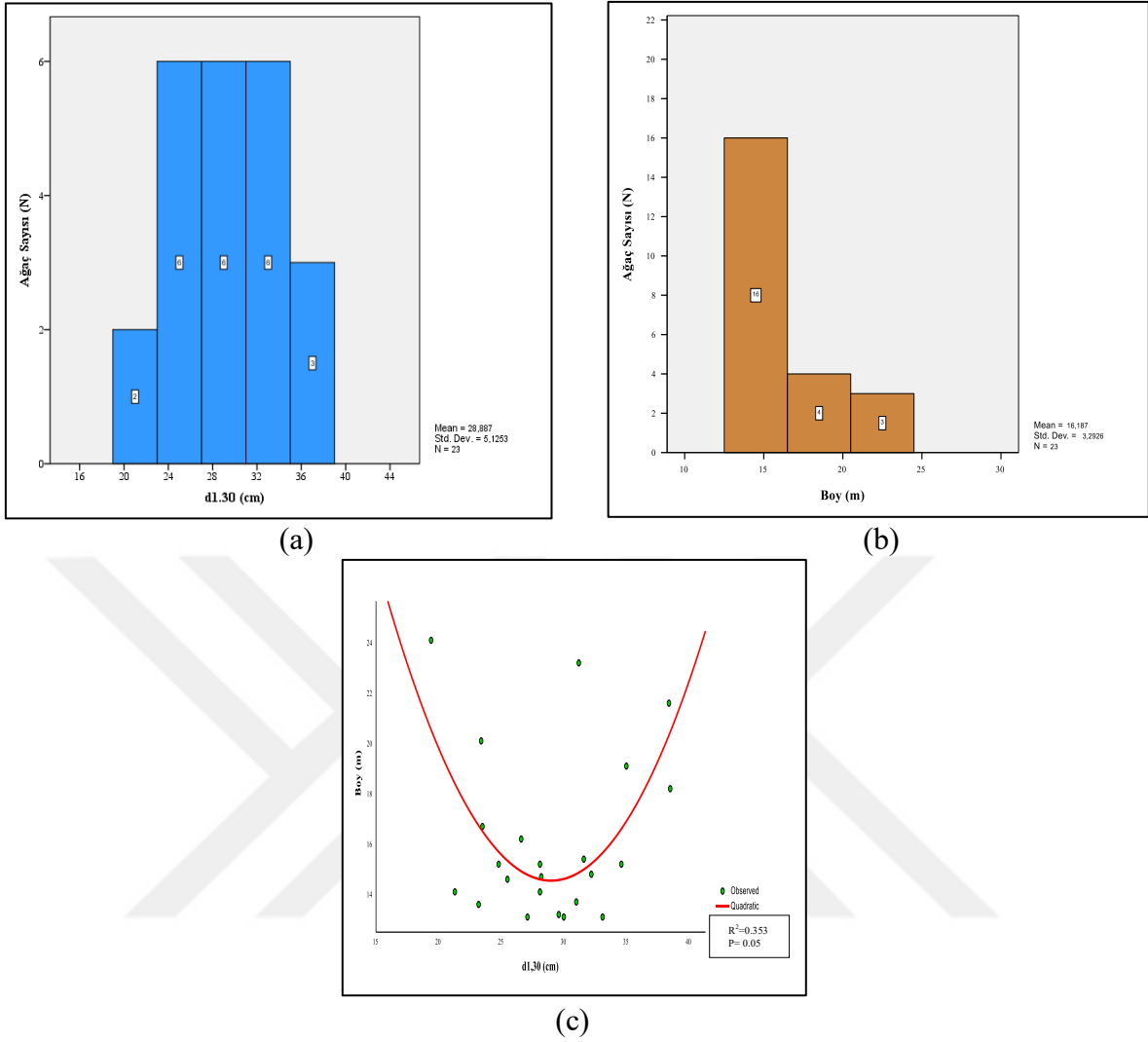
olsa meşcerede yer aldığını söyleyebiliriz. Üst boya bağlı olarak yapılan değerlendirmede ise galip tabakanın hakimiyetinde olan ancak orta tabakanın da temsil oranında var olduğu iki tabakalı bir meşcere kuruluşundan bahsedebilmek mümkündür.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (-0.929 + 0.811x + 0.017x^2 - 0.000556x^3)$ 'dir (Şekil 42c). Çap-boy eğrisine bakıldığında, çap ve boy arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve ince çaplı bireylerde çap artışının boyda düzenli bir artışa neden olduğunu, ancak orta çap aralığında boy artışının en üst seviyeye ulaştığını, kalın çaplı bireylerde ise boy artış değerlerinde bir azalma eğilimi olduğunu söyleyebiliriz.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 25.87 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %50'ini temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %35'ini oluşturarak büyüme potansiyeline ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %15'ini temsil etmektedir. Genç, baskılanmış veya boy gelişimi sınırlı olan bireylerden oluşur. Alt tabaka, meşcerenin yenilenme potansiyelini ve gölgeye dayanıklılığı temsil edebilir.

- Şiran Orman İşletme Müdürlüğü (Marjinal (Kenar) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yükseliği 1750 metredir ve güneybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 23 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 43. Şiran OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

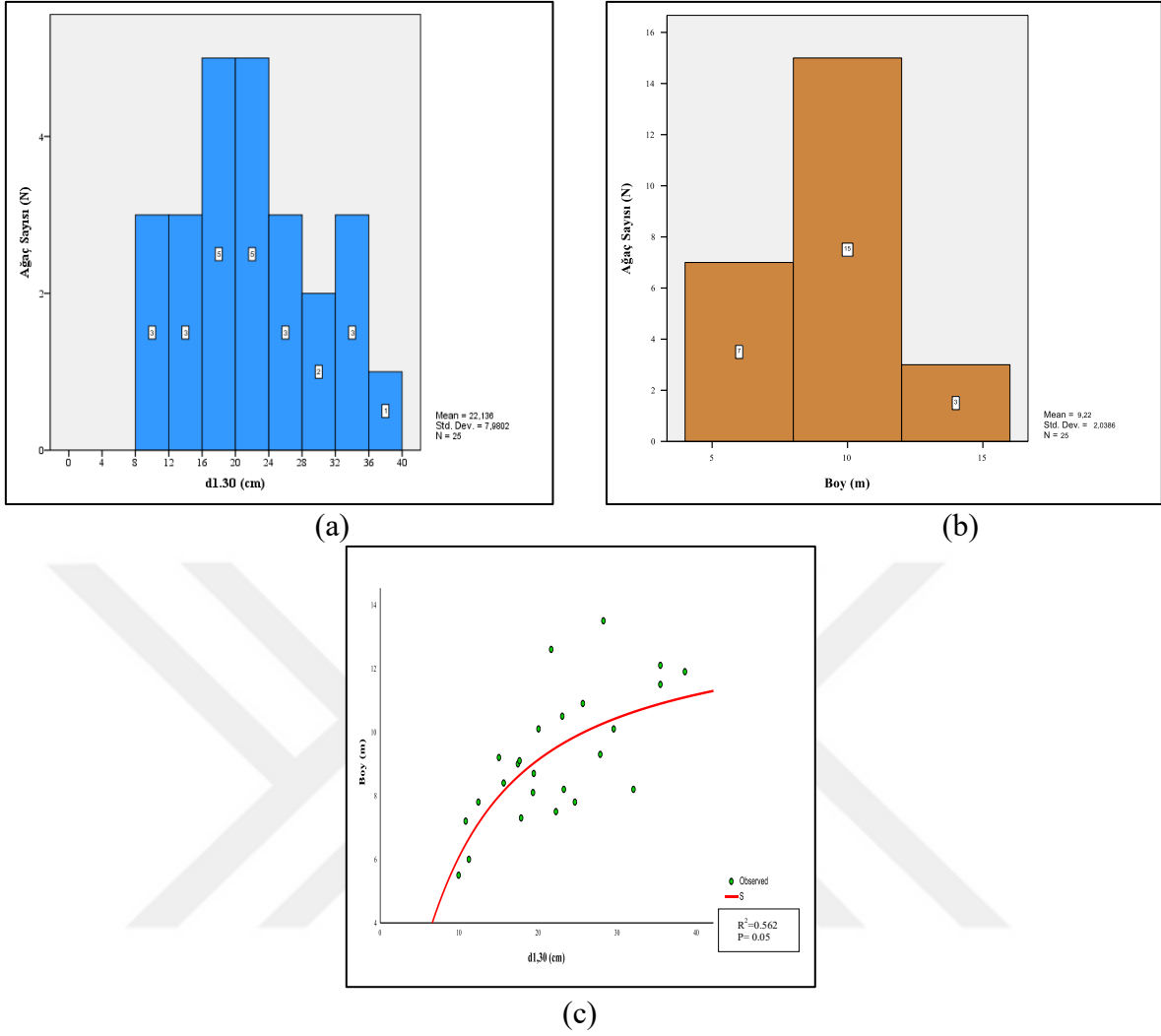
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 43a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 19.4-38.5 cm arasında değişmekte olup ortalaması 28.89 cm ve standart sapma değeri ise 6.13 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluk 24-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 43b), ağaçların ortalama boyu 16.087 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 3.3222 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 69.4049 - 3.7849 \cdot x + 0.0653 \cdot x^2$ 'dir (Şekil 43c). Bu model, çap ile boy arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığını, çap arttıkça boyun başlangıçta azaldığını, ancak belirli bir noktadan sonra tekrar artışa geçtiğini ifade etmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 21.05 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede iki tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %73.91'ini temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %26.09'unu oluşturarak büyüme potansiyeline ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka da ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yükselliği 1800 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 25 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 44. Şiran OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

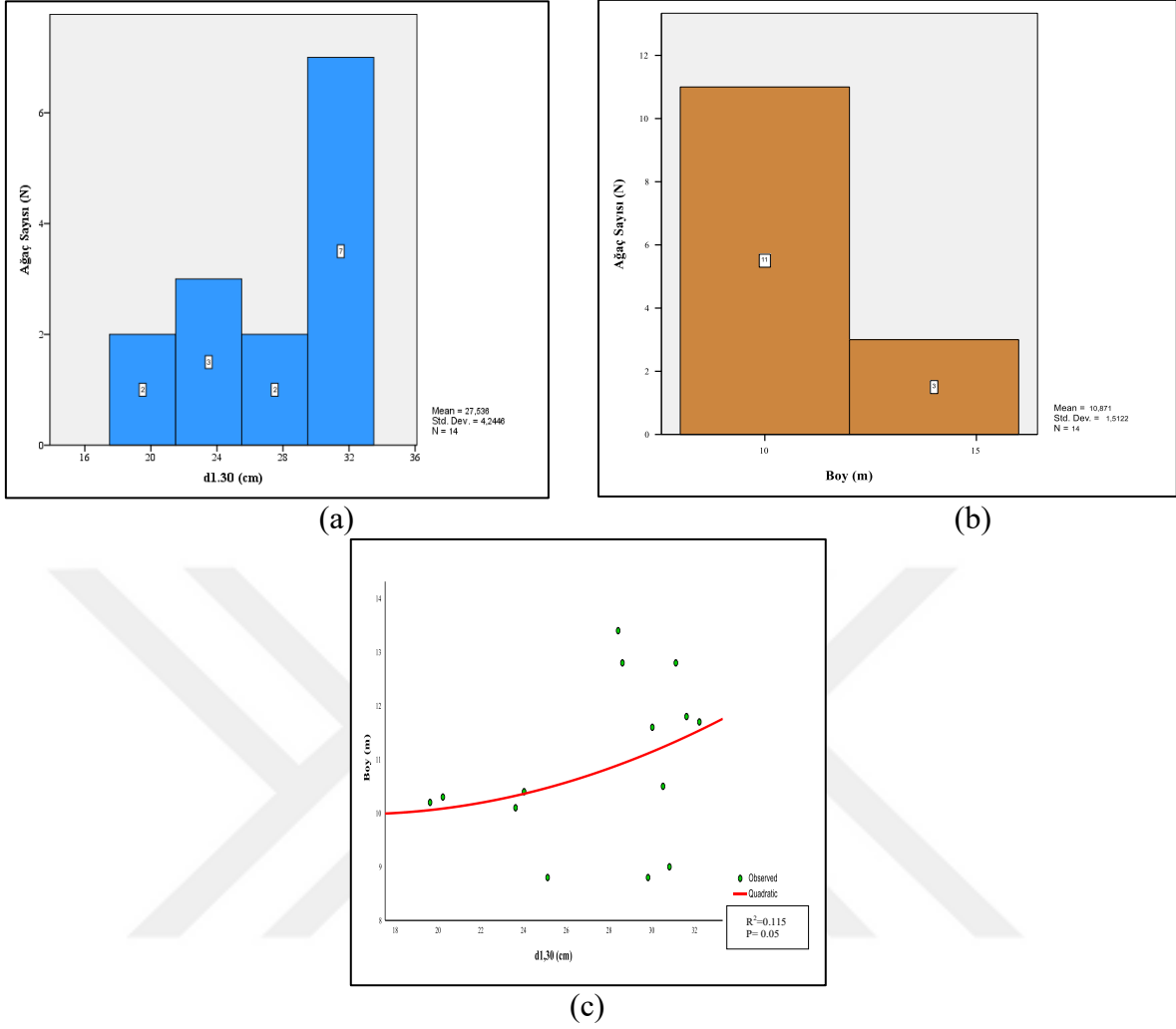
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 44a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 9.9-38.5 cm arasında değişmekte olup ortalaması 22.136 cm ve standart sapma değeri ise 7.90 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluk 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 44b), ağaçların ortalama boyu 9.92 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2.2052 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 8-10 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = \exp(2.6165 + x - 8.0858)$ 'dir (Şekil 44c). Bu model, çap ile boy arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığını, çap arttıkça boyun da arttığını, ancak bu artışın başlangıçta hızlı olup, daha büyük çap değerlerinde giderek yavaşladığını ifade etmektedir.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 12.08 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede iki tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %72'ini temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %28'ini oluşturarak büyüme potansiyeline ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yükselliği 1790 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşçeresidir ve içerisinde 14 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 45. Şiran OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 45a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 19.6-32.2 cm arasında değişmekte olup ortalaması 27.54 cm ve standart sapma değeri ise 4.25 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 30-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

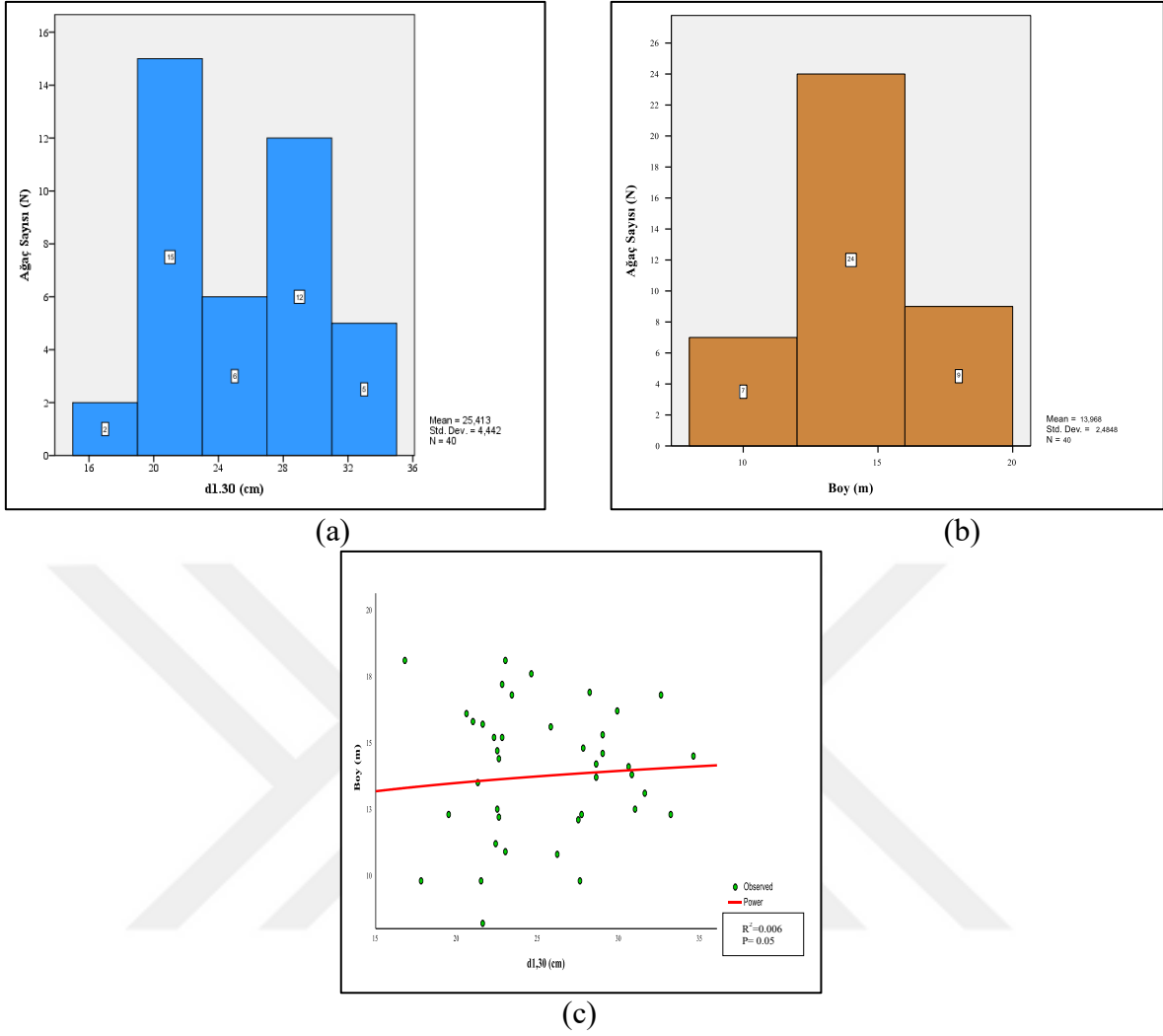
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 45b), ağaçların ortalama boyu 10.357 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.6192 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 12-14 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 11.490 - 0.189 \cdot x + 0.00593 \cdot x^2$ 'dir (Şekil 45c). Bu model,

ap ile boy arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığını, çap arttıkça boyda hafif bir artış eğilimi olduğunu, ancak bu artışın doğrusal bir yapıda devam etmediğini ifade etmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere st boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere st boyu 12.35 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. st Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'n temsil etmekte ve yoğun bir ışık rekabetinin olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu rnek Alan: rnek alanın denizden yüksekliği 1810 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) sbc₃ meşceresidir ve içerisinde 40 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 30 = 900 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 46. Şiran OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

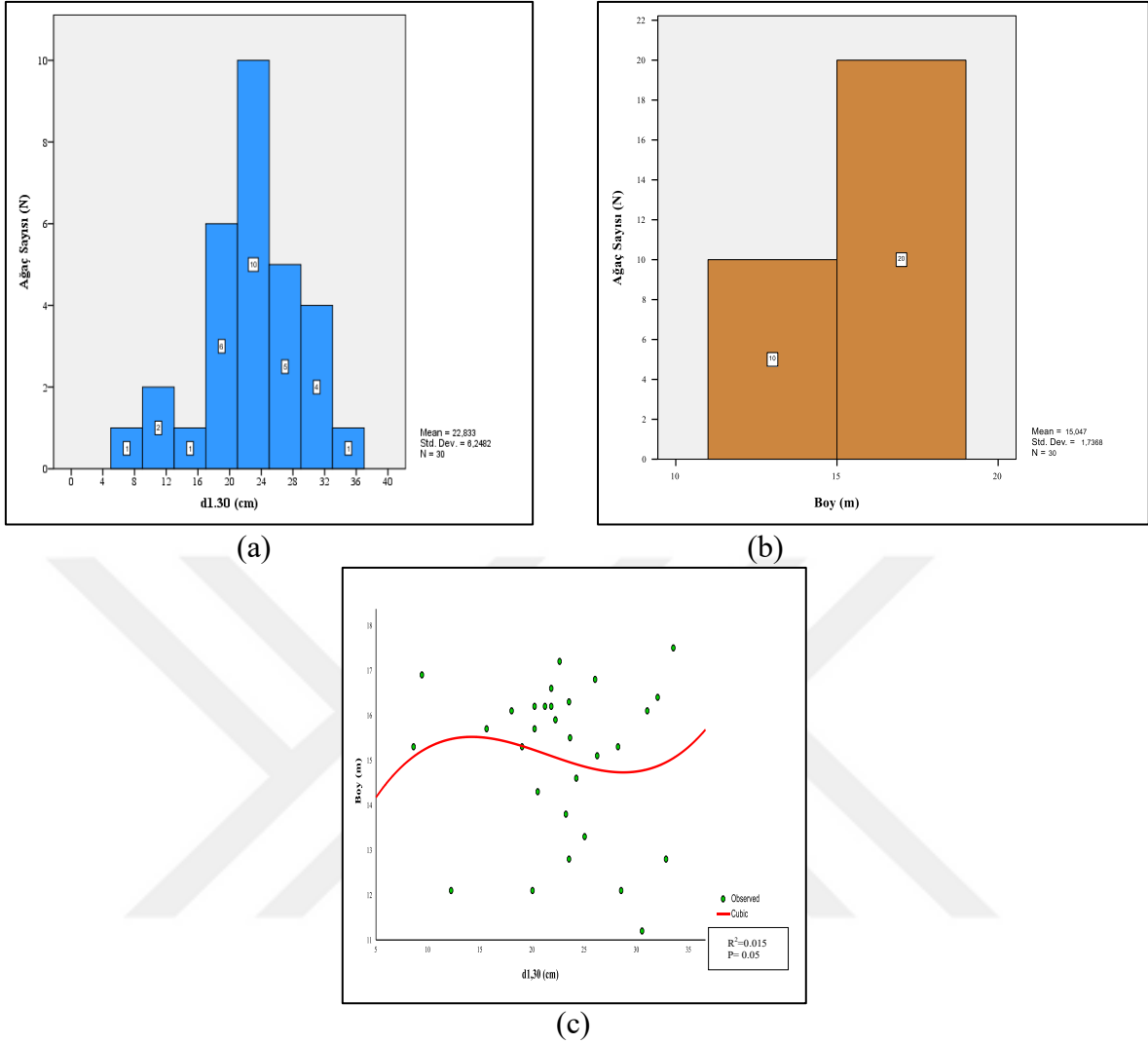
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 46a), normal dağılım göstermediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 16.8-34.6 cm arasında değişmekte olup ortalaması 25.41 cm ve standart sapma değeri ise 4.45 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 20-24 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu gözlenmiştir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 46b), ağaçların ortalama boyu 12.85 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2.652 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 12-14 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (10.5625 \cdot x^{0.082})$ 'dir (Şekil 46c). Bu model, çap ile boy arasında doğrusal ilişki bulunmadığını, çap arttıkça boyun da artış eğilimi gösterdiği görülse de, bu artışın belirgin bir şekilde olmadığı gözlenmiştir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.45 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede iki tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %82.5'ini temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %17.5'ini oluşturarak büyüme potansiyeline ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1780 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 30 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 47. Şiran OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

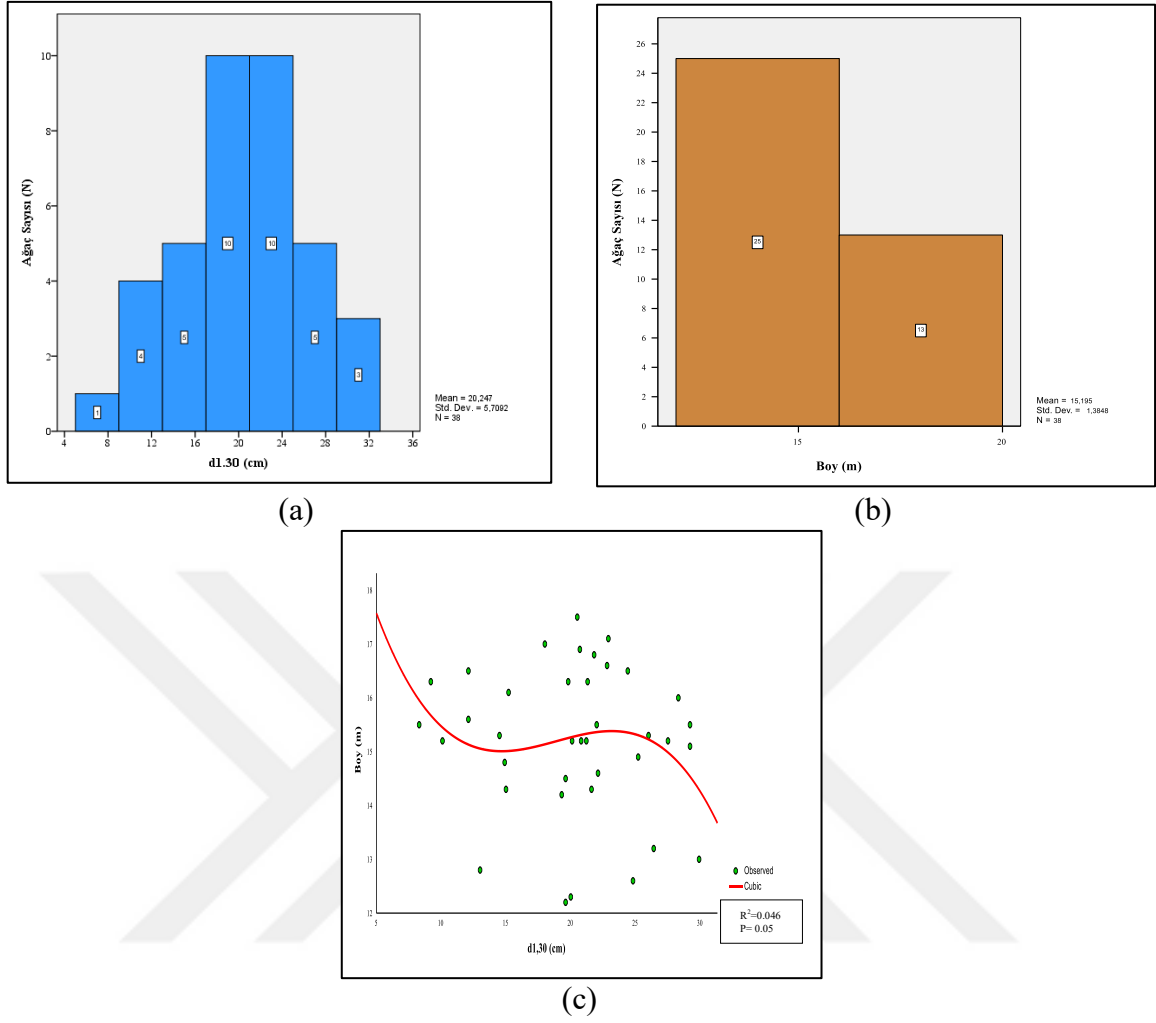
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 47a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 8.6-33.5 cm arasında değişmekte olup ortalaması 22.83 cm ve standart sapma değeri ise 8.46 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 22-24 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 47b), ağaçların ortalama boyu 14.067 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 3.703 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (11.787 + 0.630 \cdot x - 0.0332 \cdot x^2 + 0.000516 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 47c). Bu model, başlangıçta çap arttıkça boyda hafif bir artış olduğunu, ancak bu artışın kısa sürede yavaşlayarak bu yavaşlama sonrasında, çap arttıkça boyda bir azalma eğilimi gözlenmekte, ancak çap 30 cm civarına ulaştığında boyun yeniden artış eğilimi gösterdiği anlaşılmaktadır.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 16.9 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %96.67'ini temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %3.33'ünü oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1870 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 38 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 48. Şiran OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 48a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 9.2-29.9 cm arasında değişmekte olup ortalaması 20.247 cm ve standart sapma değeri ise 6.70 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 48b), ağaçların ortalama boyu 14.925 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2.683 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 12-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

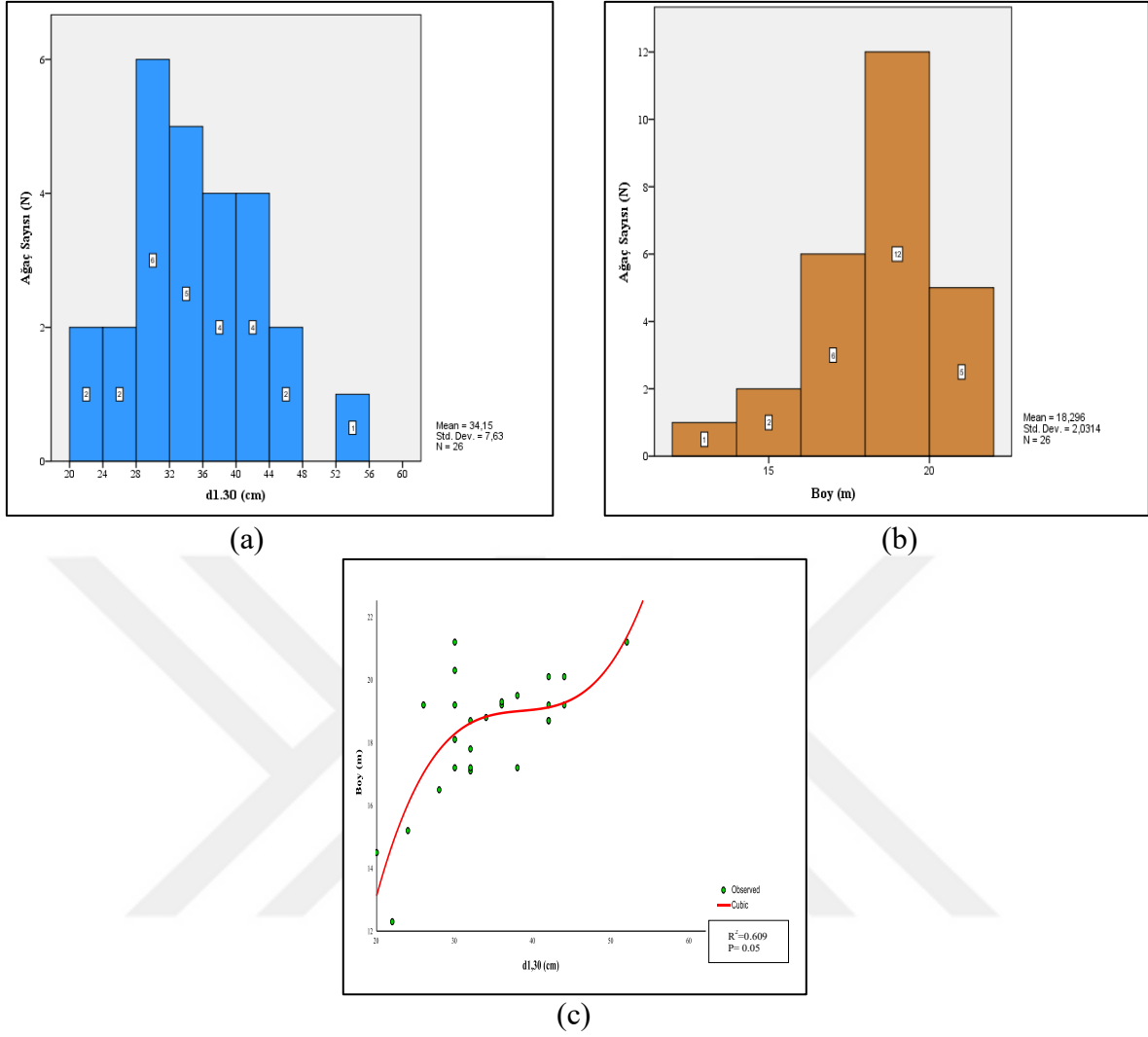
Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (22.23 - 1.25 \cdot x + 0.0695 \cdot x^2 - 0.00123 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 48c).

Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, başlangıçta çapın düşük değerlerinde boyun nispeten yüksek olduğu ve bu seviyede çap arttıkça boyun azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 16.98 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

- Giresun Orman Bölge Müdürlüğü
 - Bölükçam Orman İşletme Şefliği (Normal (Merkez) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1954 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 26 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 49. Bölükçam OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

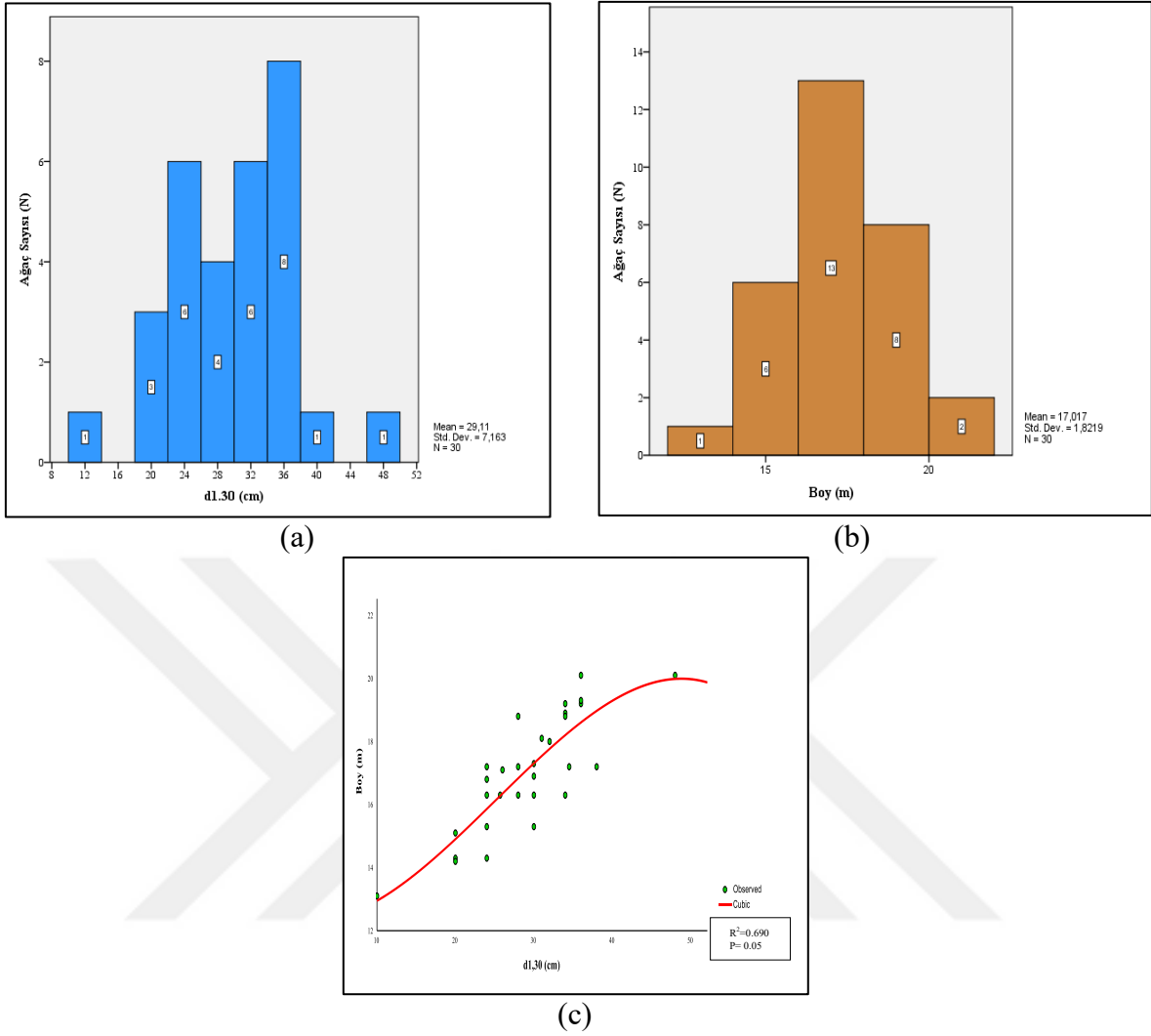
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 49a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 20-52 cm arasında değişmekte olup ortalaması 34.15 cm ve standart sapma değeri ise 7.53 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 28-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 49b), ağaçların ortalama boyu 18.296 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2.032 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 18-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (-30.77 + 3.82 \cdot x - 0.099 \cdot x^2 + 0.00085 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 49c). Bu model, çap boy ilişkisine bakıldığında, başlangıçta çap arttıkça boyun doğrusal bir şekilde değil, belirli bir noktaya kadar hızlanan, daha sonra yavaşlayan ve sonrasında tekrar hızlanan bir artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 20.40 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %96.15'ini temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %3.85'ini oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1956 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 30 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 50. Bölükçam OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

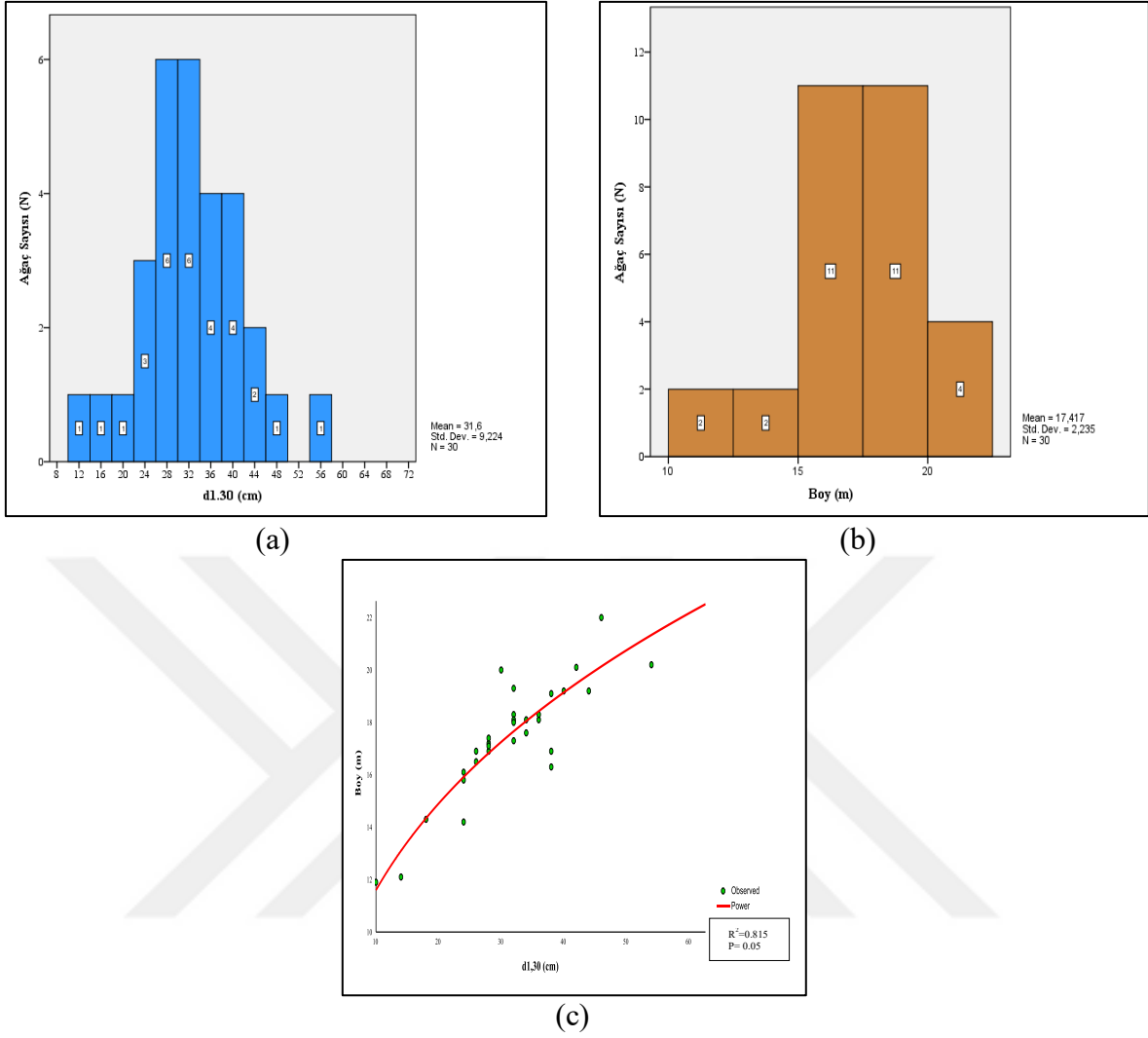
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 50a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 10-48 cm arasında değişmekte olup ortalaması 29.11 cm ve standart sapma değeri ise 7.16 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 36-40 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 50b), ağaçların ortalama boyu 17.017 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.822 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 16-18 aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (12.32 - 0.0328 \cdot x + 0.0110 \cdot x^2 - 0.00015 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 50c). Bu model, çap boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyda doğrusal olmayan bir artış eğilimi gözlemlenmekte olup, çapın belirli bir seviyeye ulaşmasıyla artış hızı azalmaktadır.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 19.47 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1950 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşçeresidir ve içerisinde 30 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 51. Bölükçam OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

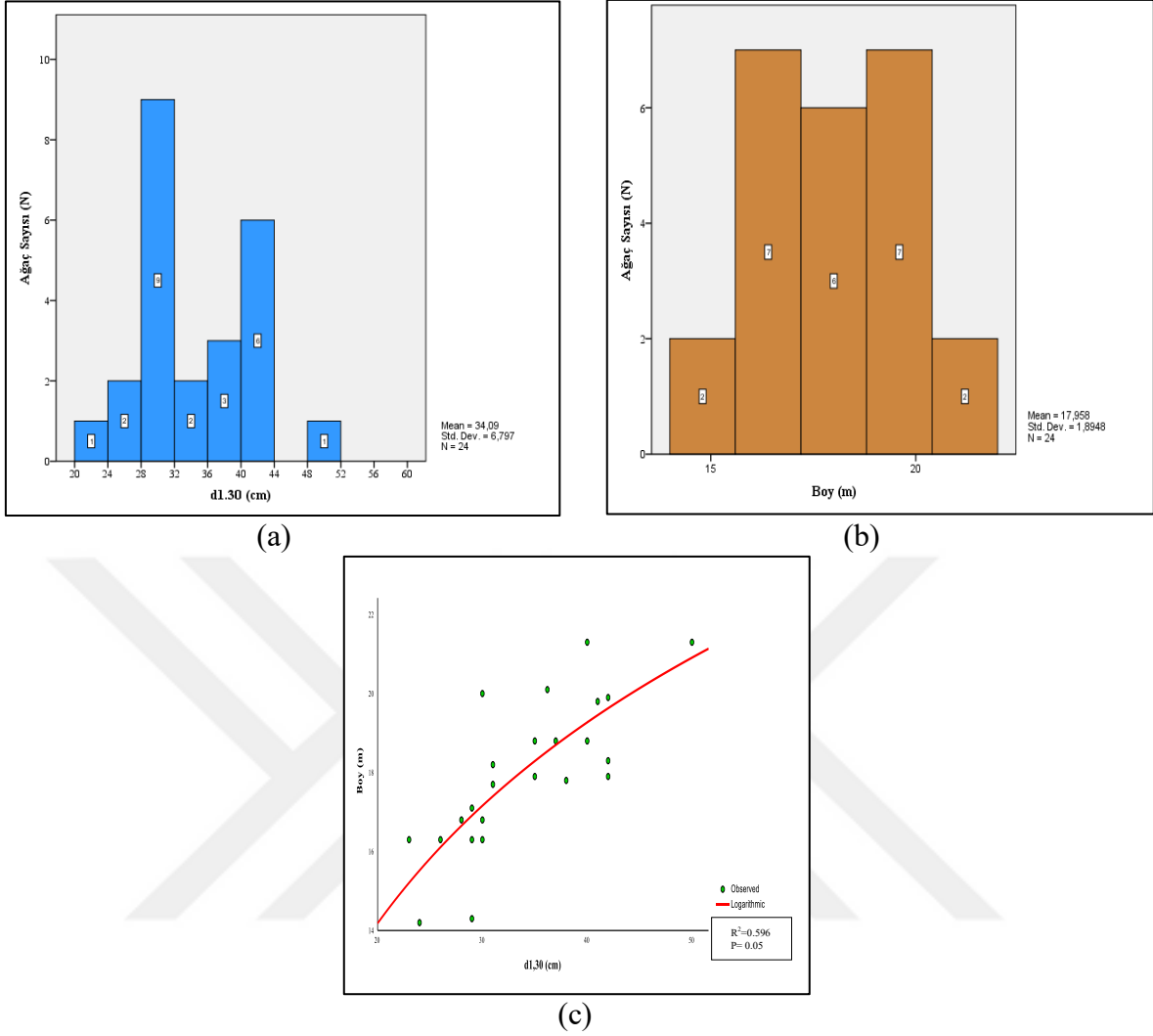
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 51a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 10-54 cm arasında değişmekte olup ortalaması 31.6 cm ve standart sapma değeri ise 9.224 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 28-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 51b), ağaçların ortalama boyu 17.417 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2.235 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 16-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (5.05 \cdot x^{0.361})$ 'dir (Şekil 51c). Bu model, çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını ve çap arttıkça boyun büyüme hızının giderek azaldığını işaret etmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 20.13 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %93.33'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %6.67'ini oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1927 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 24 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 52. Bölükçam OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

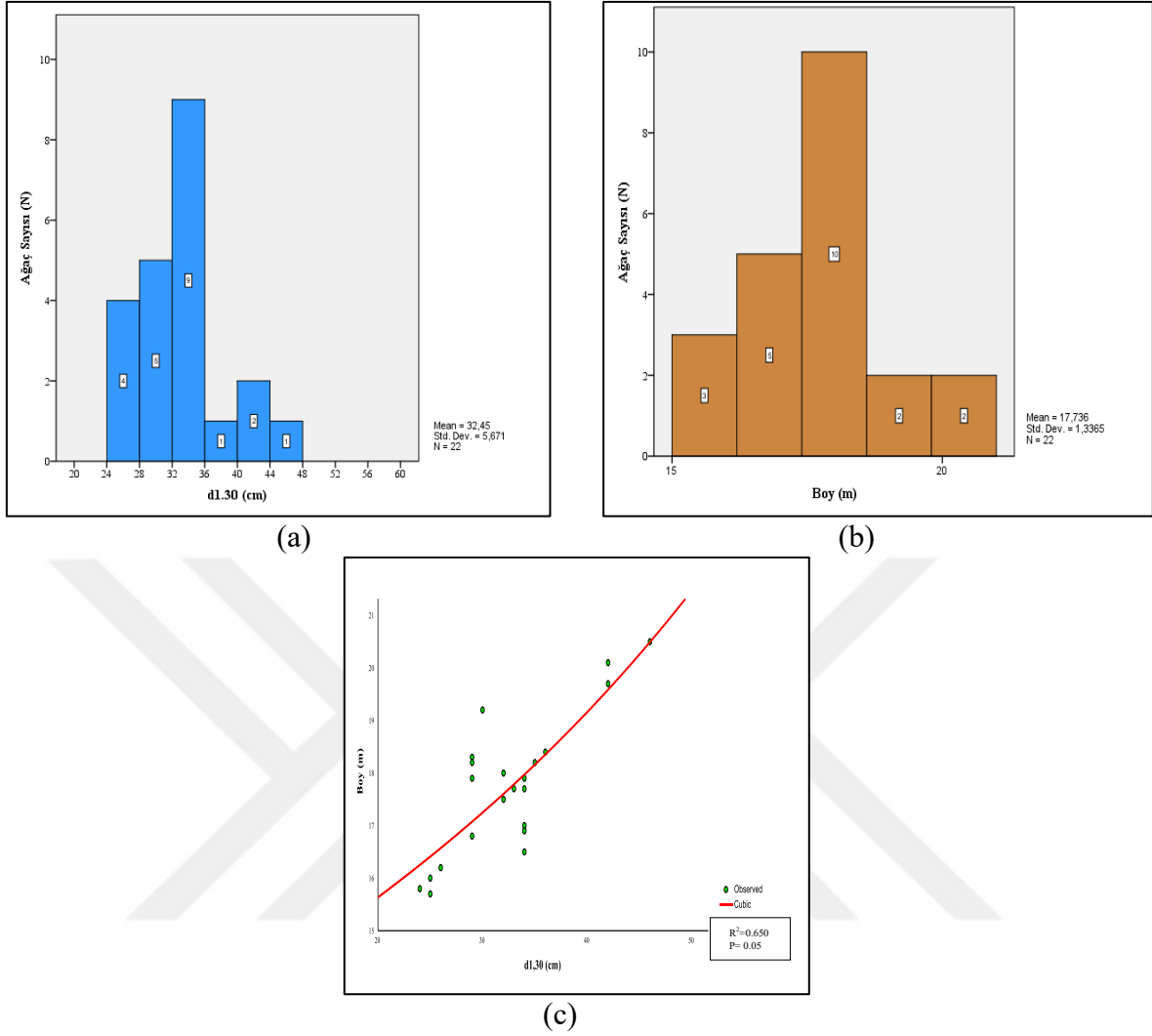
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 52a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 23-50 cm arasında değişmekte olup ortalaması 34.09 cm ve standart sapma değeri ise 6.797 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 28-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 52b), ağaçların ortalama boyu 17.96 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.90 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 16-18 m ve 18-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (-7.81 + 7.34 \cdot \log(x))$ 'dir (Şekil 52c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını ve çapın başlangıçta artmasıyla boyun hızlı bir artış gösterdiğini, ancak belirli bir çap seviyesinden sonra artış hızının yavaşladığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 20.4 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1960 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 22 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 53. Bölükçam OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

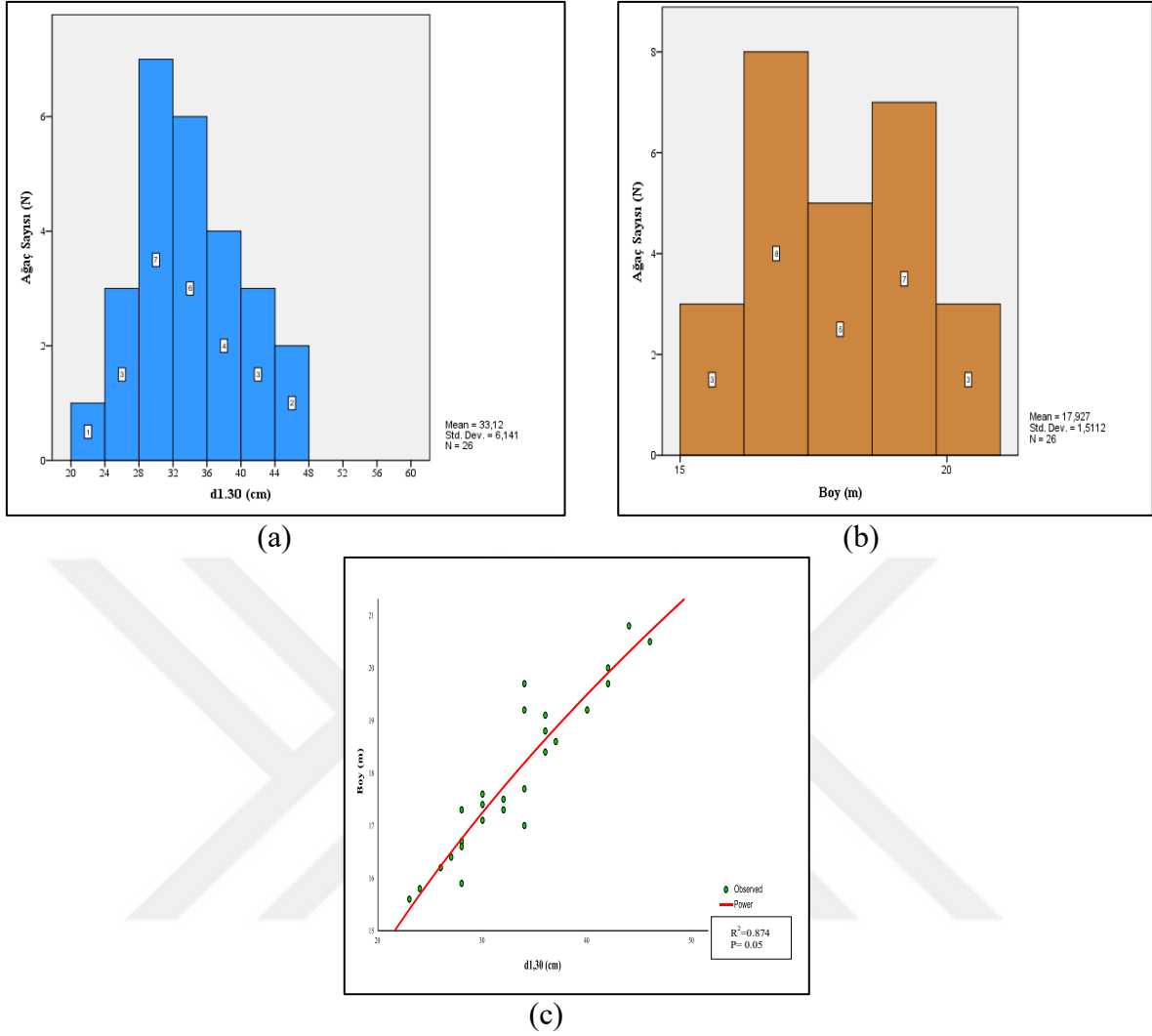
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 53a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 24-46 cm arasında değişmekte olup ortalaması 32.45 cm ve standart sapma değeri ise 5.67 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 28-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 53b), ağaçların ortalama boyu 17.74 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.34 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 17-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (12.91 + 0.13 \cdot x + 1.66 \cdot 10^{-5} \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 53c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını ve çap arttıkça boyun da artış gösterdiğini ancak bu artışın doğrusal olmadığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 19.37 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1890 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 26 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 54. Bölükçam OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 54a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 23-46 cm arasında değişmekte olup ortalaması 33.12 cm ve standart sapma değeri ise 6.15 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 28-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

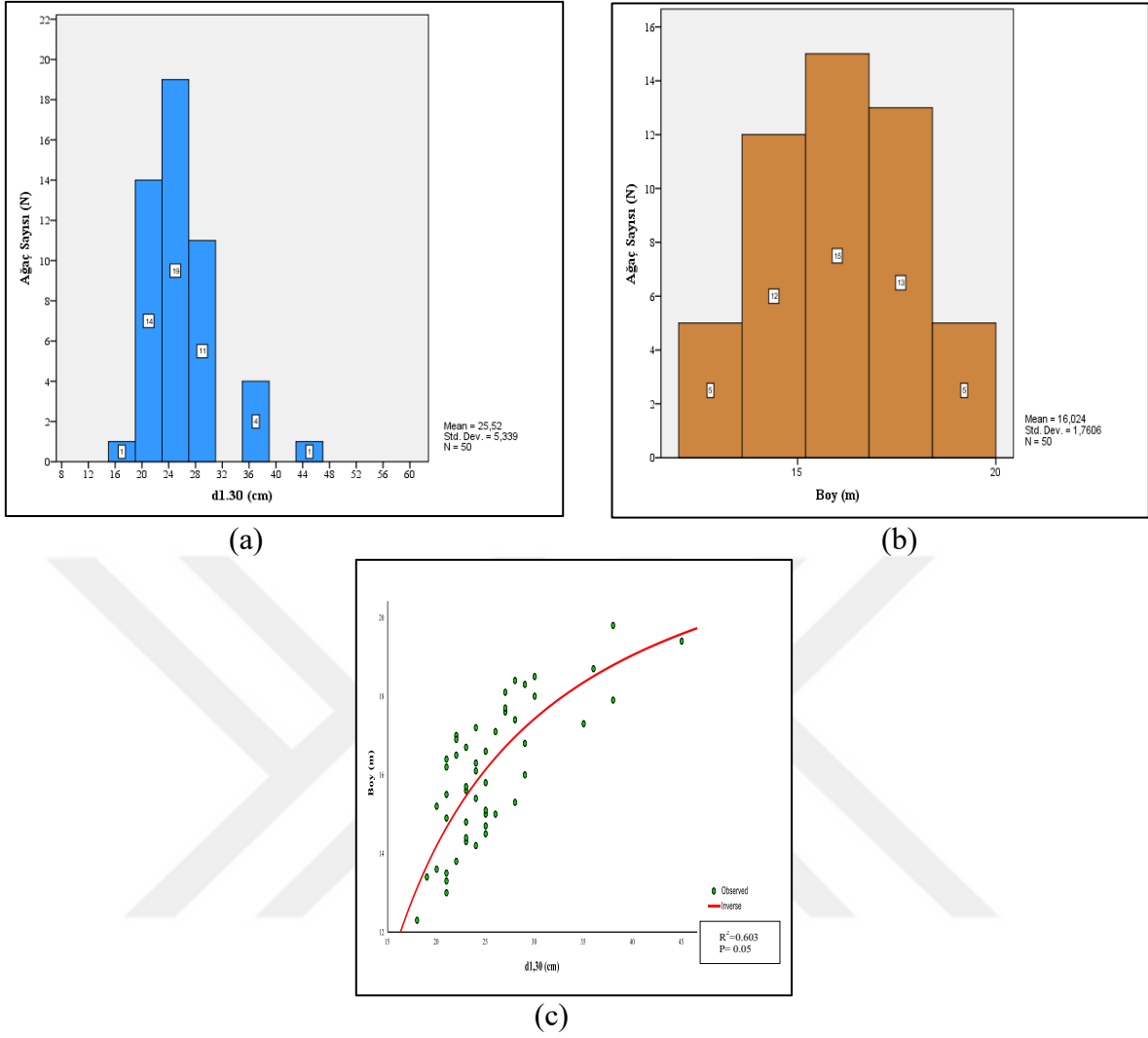
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 54b), ağaçların ortalama boyu 17.93 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.51 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 16-18 m ve 18-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (4.06 \cdot x^{0.426})$ 'dir (Şekil 54c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını, çap arttıkça boyun da arttığını ancak bu artışın, çap büyüdükçe giderek azalan bir hızda gerçekleştiğini söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 19.98 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

- Arpaalan Orman İşletme Şefliği (Marjinal (Kenar) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1555 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çs_{cd3} meşçeresidir ve içerisinde 50 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 55. Arpaalan OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

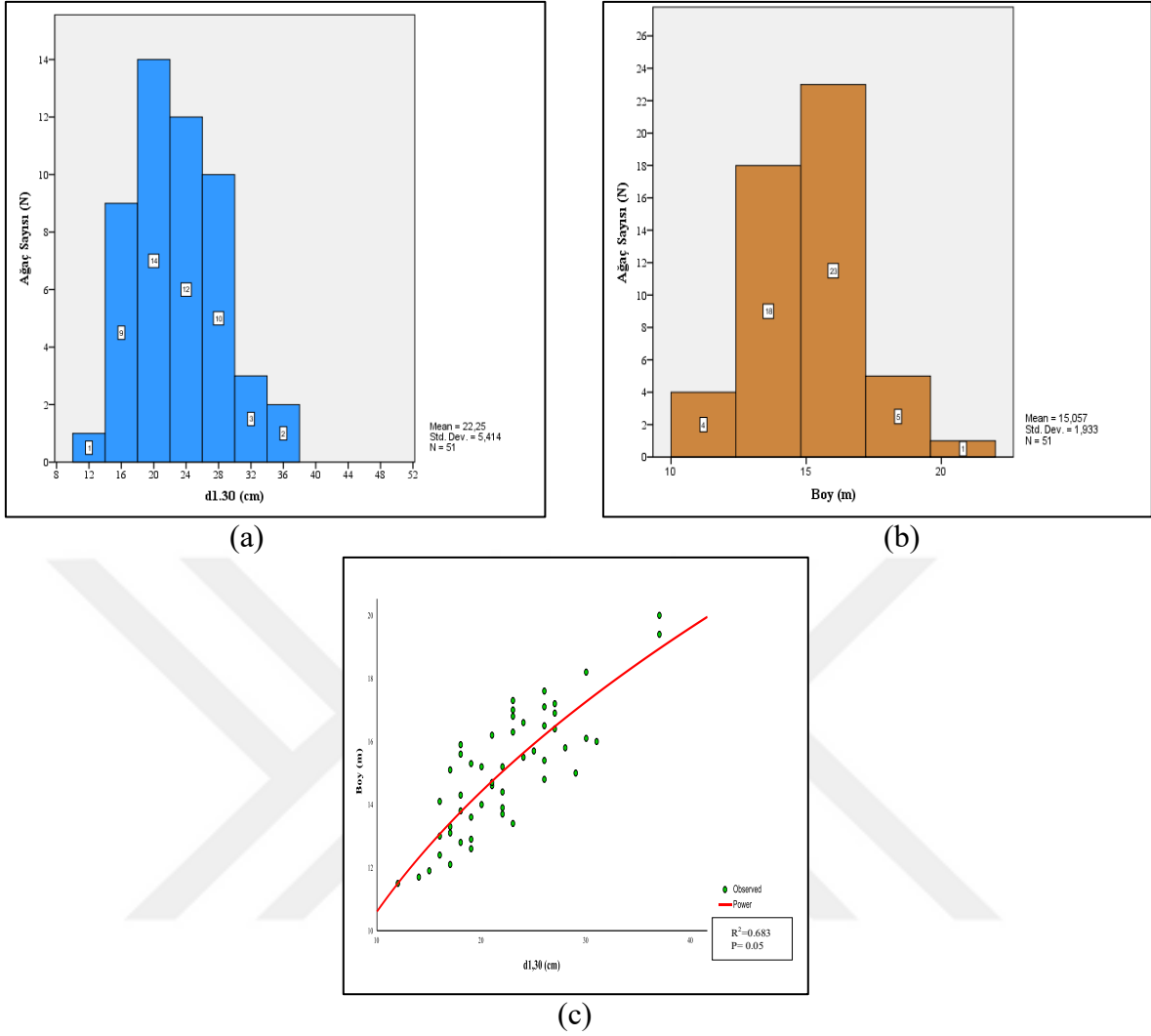
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 55a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 18-38 cm arasında değişmekte olup ortalaması 25.52 cm ve standart sapma değeri ise 5.34 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 20-25 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındakia bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 55b), ağaçların ortalama boyu 16.024 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.76 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (23.89 - 193.93/x)$ 'dir (Şekil 55c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını, çap arttıkça boyun da belirgin bir şekilde arttığını ancak bu artışın çap büyüdükçe azalan bir yönde gerçekleştiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18.85 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %98'ini temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %2'ini oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1558 metredir ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₃ meşceresidir ve içerisinde 51 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 56. Arpaalan OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

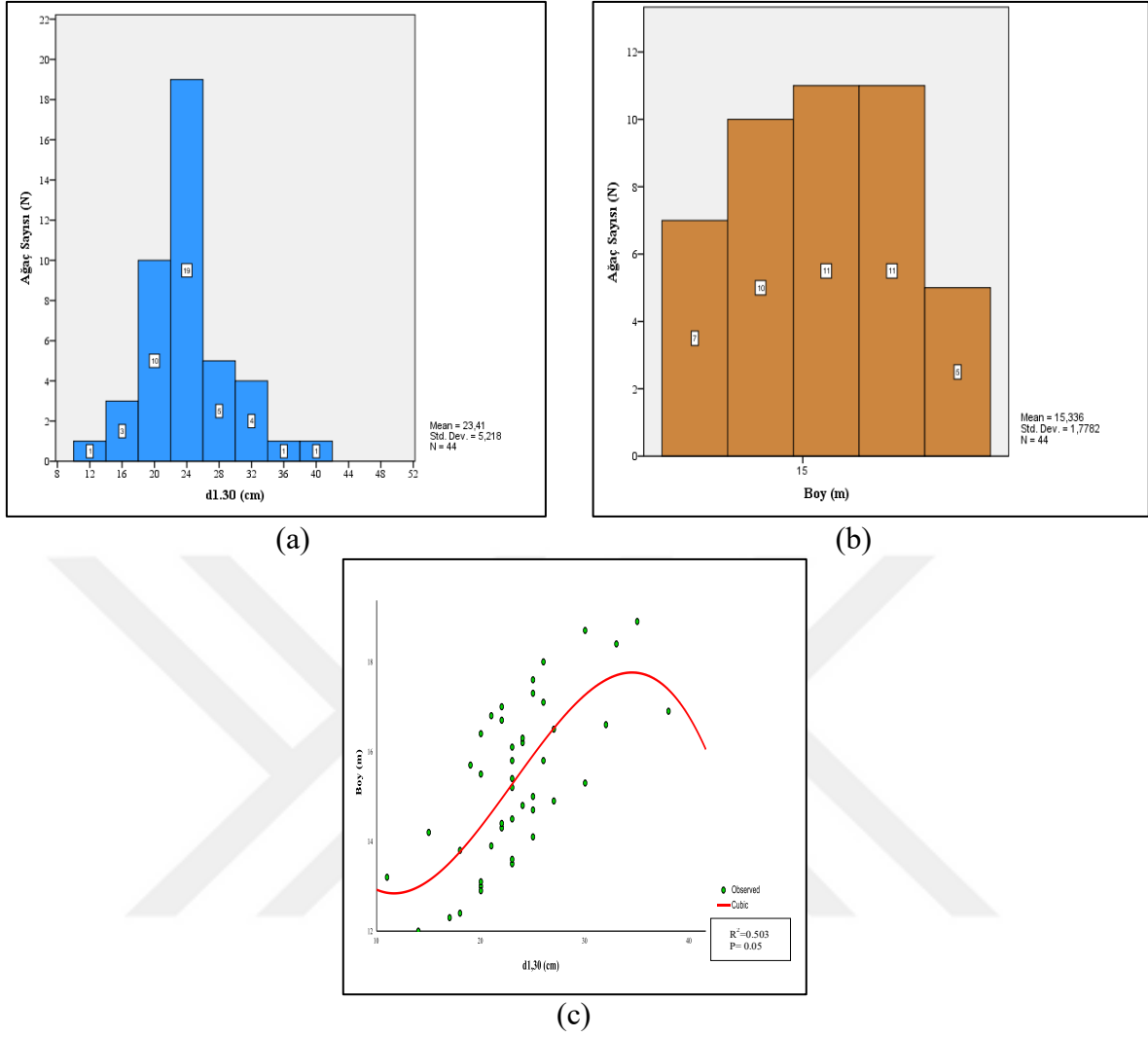
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 56a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-37 cm arasında değişmekte olup ortalaması 22.25 cm ve standart sapma değeri ise 5.42 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 56b), ağaçların ortalama boyu 15.06 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.94 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (3.82 \cdot x^{0.44})$ 'dir (Şekil 56c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını, çap arttıkça boyun da arttığını, ancak artış hızının çap büyüdükçe azaldığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18.28 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %92.16'ını temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %7.84'ünü oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1560 metredir ve kuzey bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₃ meşceresidir ve içerisinde 44 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 57. Arpaalan OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

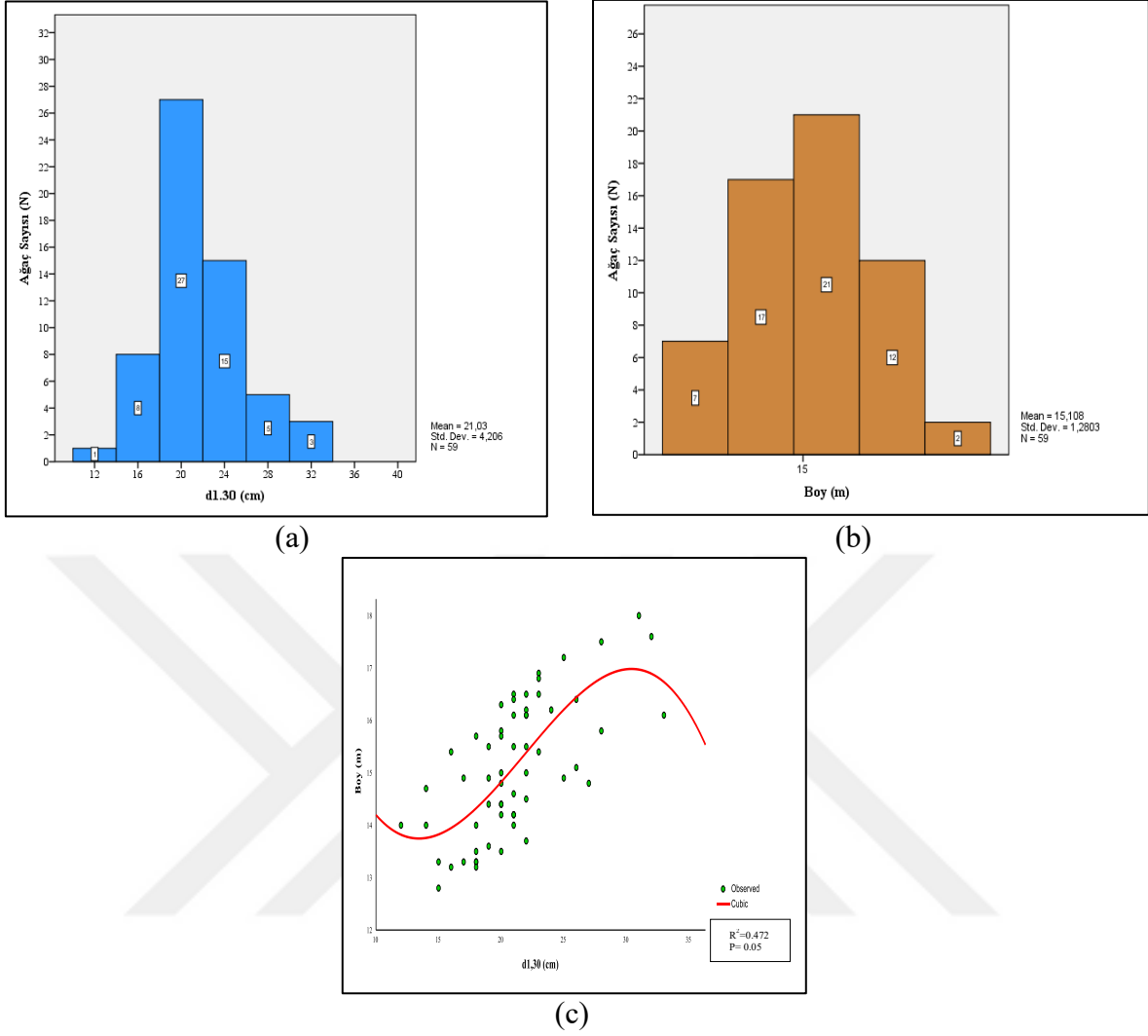
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 57a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 20-24 cm arasında değişmekte olup ortalaması 23.41 cm ve standart sapma değeri ise 5.22 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 57b), ağaçların ortalama boyu 15.34 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.78 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (18,008 - 0,998.x + 0,057.x^2 - 0,0008.x^3)$ 'dir (Şekil 57c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını, çap arttıkça boyun da arttığını, ancak çap artışının belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra boy artışının yavaşlamaya ve azalma eğilimine geçtiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18.15 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %97.73'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %2.27'ini oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1600 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₃ meşceresidir ve içerisinde 59 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 58. Arpaalan OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

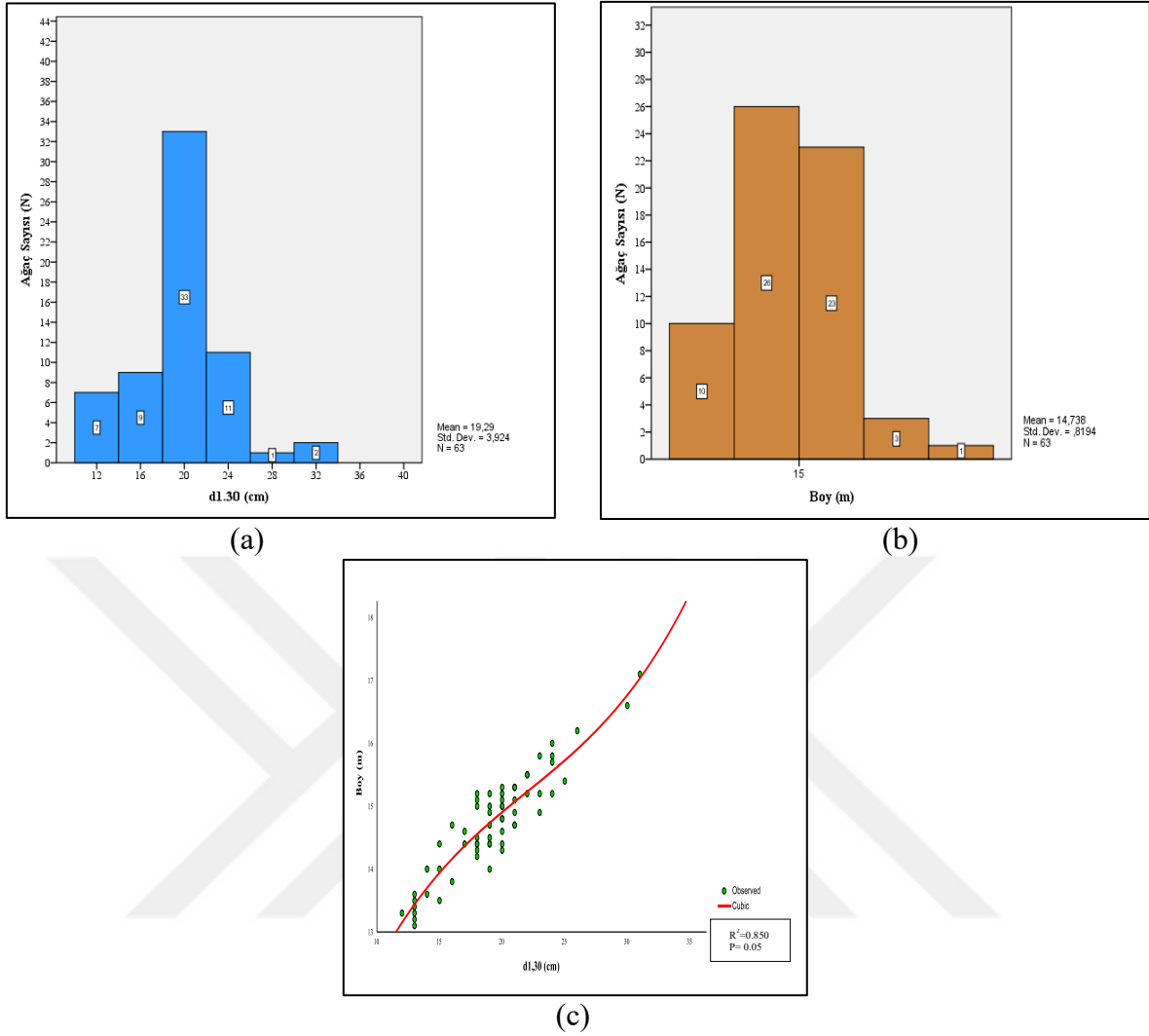
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 58a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 13-33 cm arasında değişmekte olup ortalaması 21,03 cm ve standart sapma değeri ise 4.21 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 58b), ağaçların ortalama boyu 15.11 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.28 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (23,0247 - 1,6201 \times x + 0,0869 \times x^2 - 0,0013 \times x^3)$ 'dir (Şekil 58c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, her iki değişkenin doğru orantılı olmadığını, çap arttıkça boyun da arttığını, ancak çap artışının belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra boy artışının yavaşlamaya ve azalma eğilimine geçtiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.33 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1610 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₃ meşceresidir ve içerisinde 63 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 59. Arpaalan OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

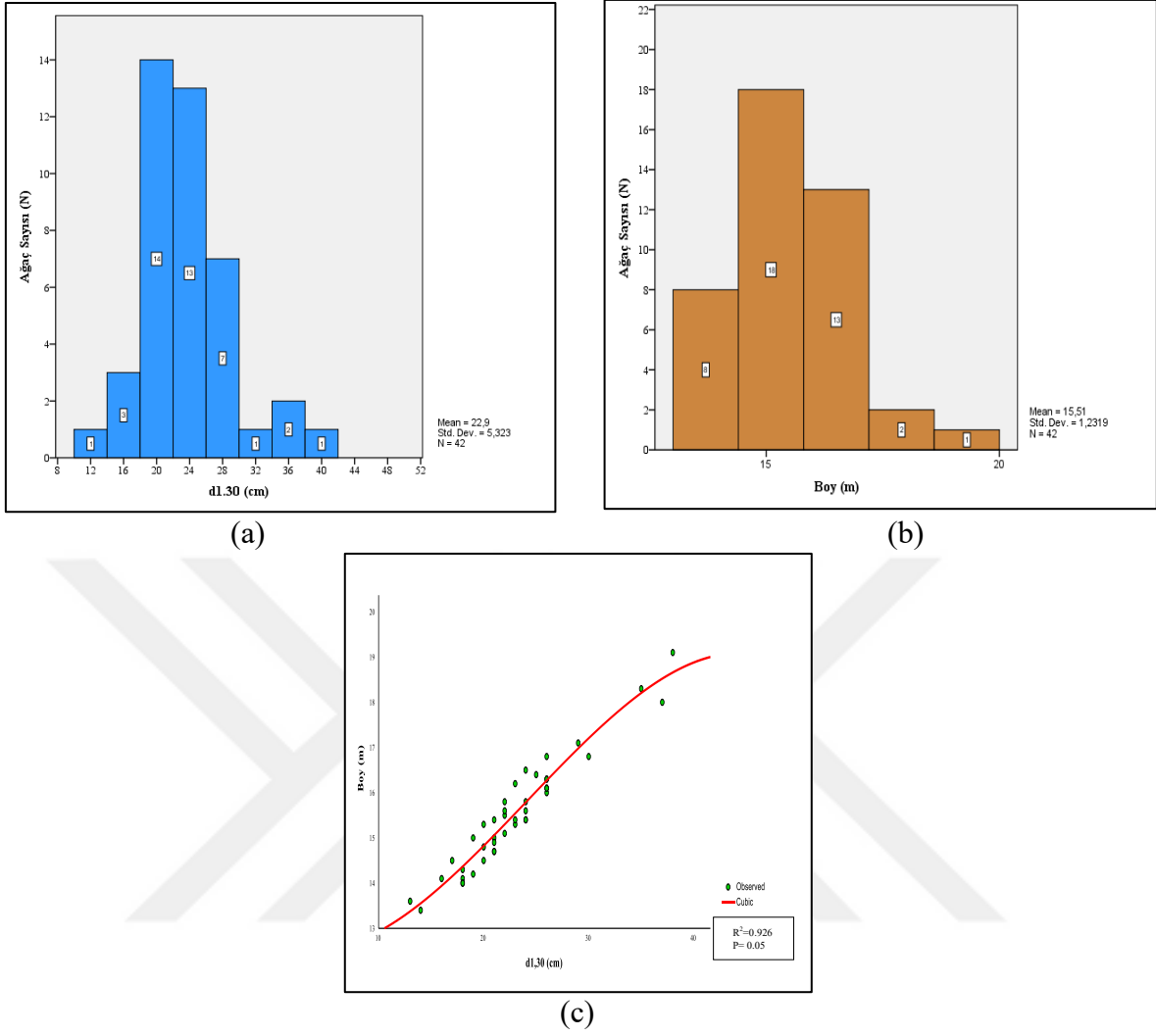
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 59a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-31 cm arasında değişmekte olup ortalaması 19,29 cm ve standart sapma değeri ise 3,93 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 16-24 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 59b), ağaçların ortalama boyu 14,80 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2,82 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 13-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (6,644 + 0,8498 \times x - 0,03135 \times x^2 + 0,000476 \times x^3)$ 'dir (Şekil 59c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, eğrinin pozitif eğimli yapısı, çap ile boy arasında genel olarak doğru yönlü bir ilişki olduğunu, yani çap arttıkça boyun da arttığını göstermektedir.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 16.25 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1590 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₃ meşçeresidir ve içerisinde 42 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 60. Arpaalan OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 60a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 13-38 cm arasında değişmekte olup ortalaması 22.9 cm ve standart sapma değeri ise 5.32 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 15-30 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

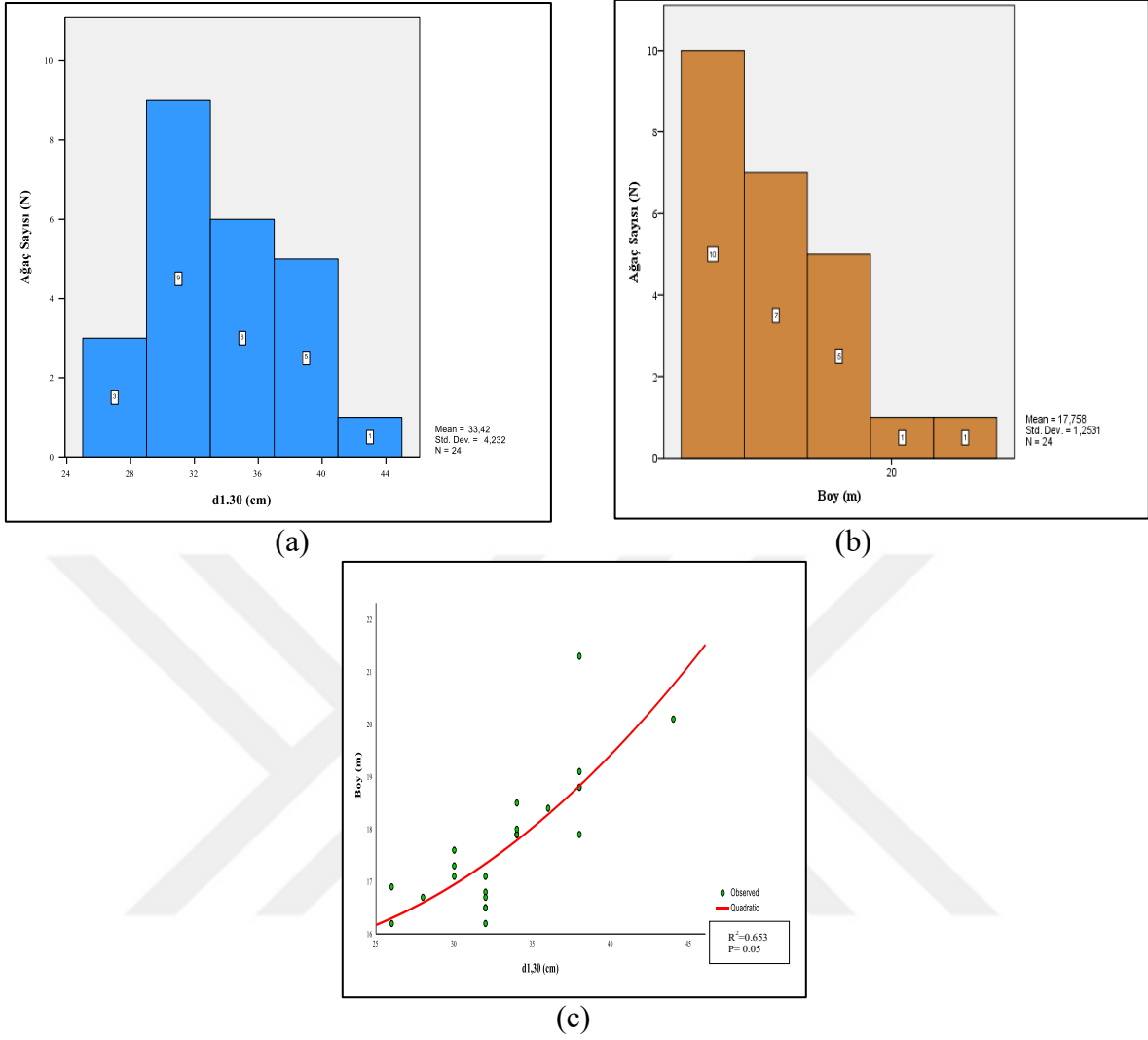
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 60b), ağaçların ortalama boyu 15.51 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.23 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (12,7114 - 0,1019x + 0,0144x^2 - 0,0002x^3)$ 'dir (Şekil 60c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyun da arttığını, ancak bu artışın belli bir noktada daha düşük bir orana düştüğünü söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.68 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

- Amasya Orman Bölge Müdürlüğü
 - Ayvaz Orman İşletme Şefliği (Normal (Merkez) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1520 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşceresidir ve içerisinde 24 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 61. Ayvaz OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

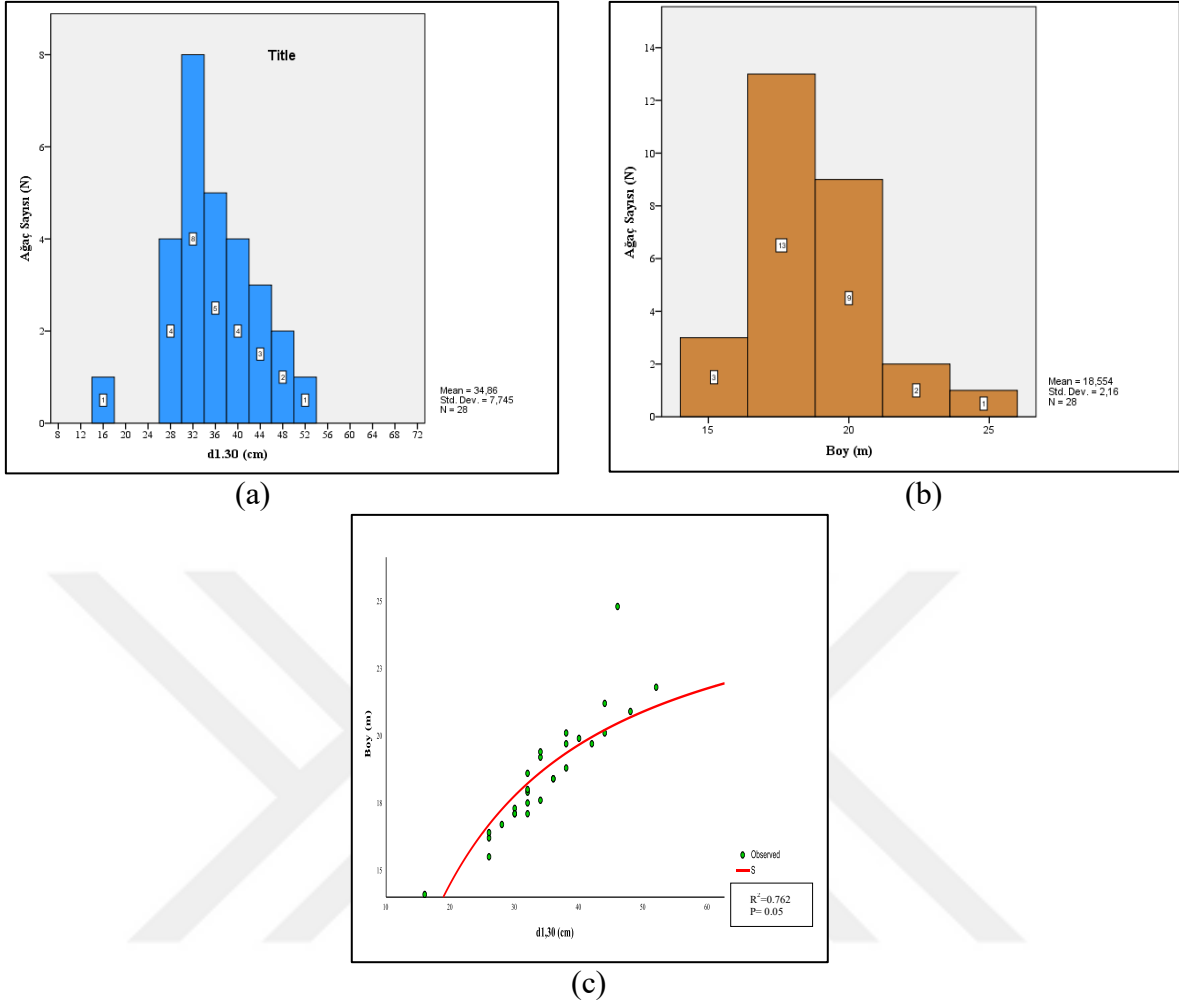
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 61a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 26-44 cm arasında değişmekte olup ortalaması 33,42 cm ve standart sapma değeri ise 5,23 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 28-36 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 61b), ağaçların ortalama boyu 17,76 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2,26 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (16,9420 - 0,1855 \times x + 0,0062 \times x^2)$ 'dir (Şekil 61c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, düşük çap değerlerinde (25-30 cm aralığı) boy artışı sınırlıyken, daha yüksek çap değerlerinde (40 cm ve üstü) boy artışının hızlandığı söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 19.83 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1530 metredir ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşceresidir ve içerisinde 28 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 62. Ayvaz OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 62a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 16-52 cm arasında değişmekte olup ortalaması 34.86 cm ve standart sapma değeri ise 7.75 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 30-40 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

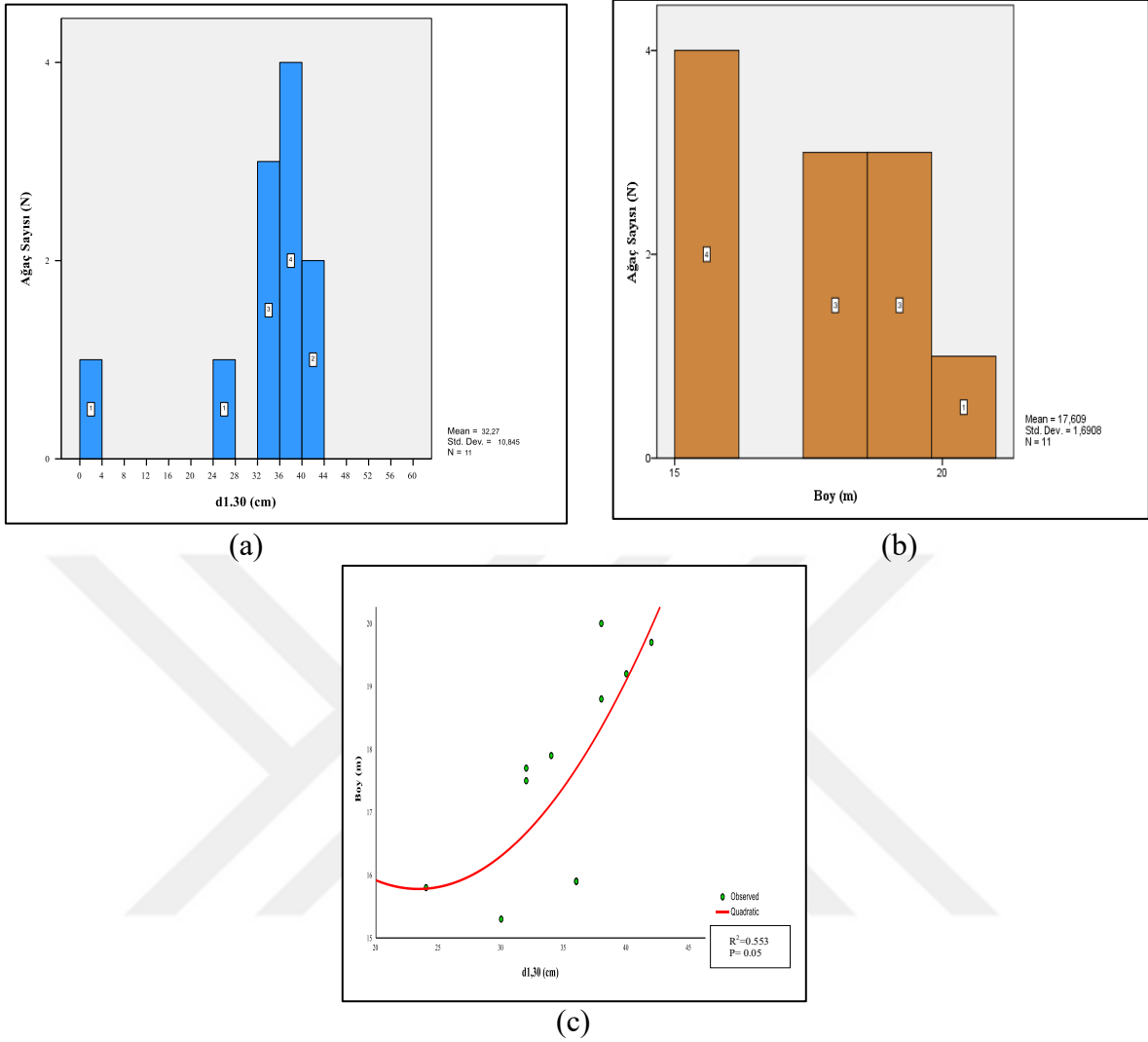
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 62b), ağaçların ortalama boyu 18.56 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2.16 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = e^{(3.283 - d_{1.30}/12.153)}$ 'dir (Şekil 62c). Bu model çap boy

ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında doğru orantılı ilişki bulunduğunu ve özellikle küçük çap değerlerinde, çapın artışına bağlı olarak boyda belirgin bir artış olduğunu, daha büyük çap değerlerinde ise boy artışının daha yavaş bir şekilde gerçekleştiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 21.08 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1530 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşceresidir ve içerisinde 11 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 63. Ayvaz OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

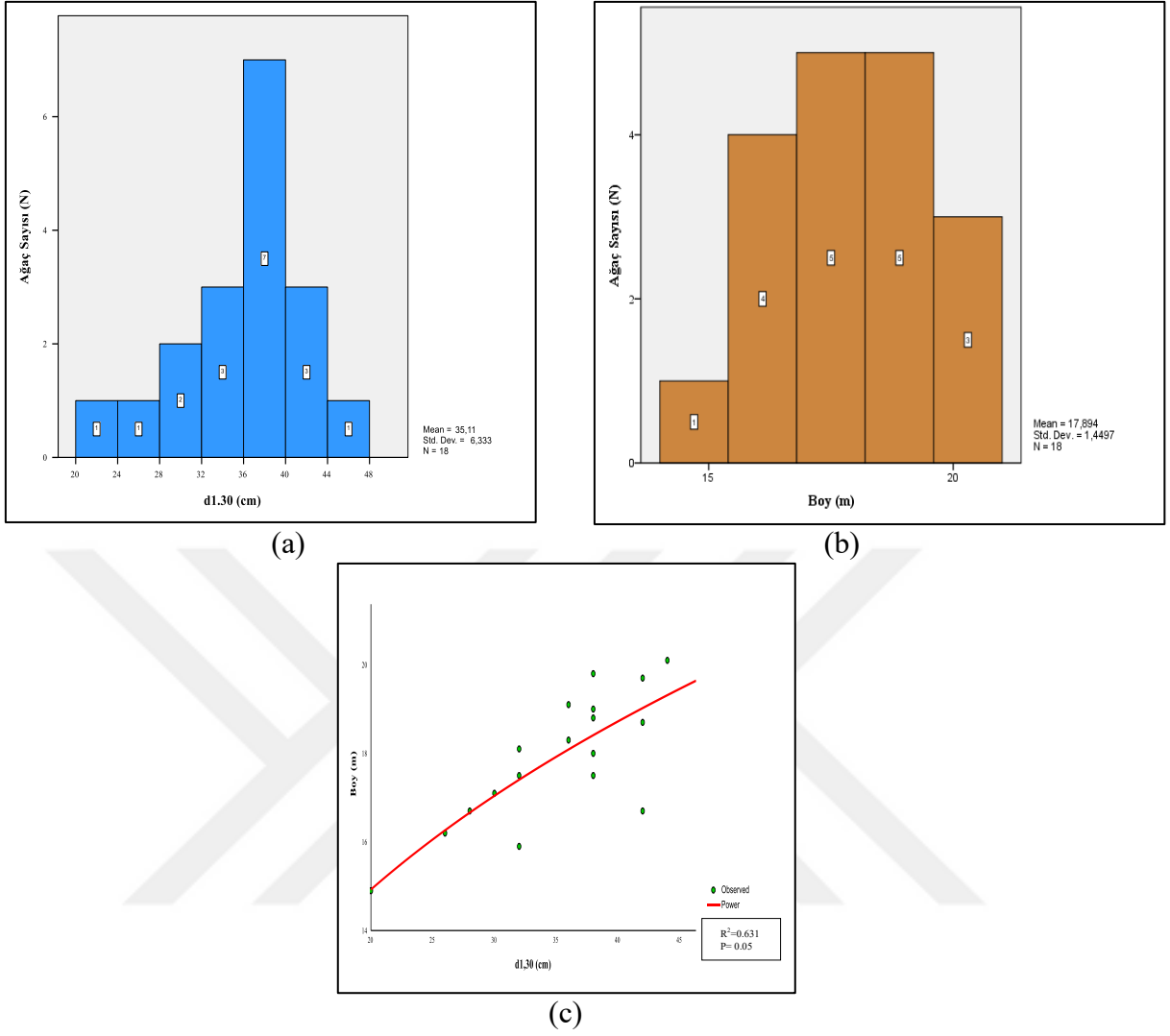
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 63a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 24-42 cm arasında değişmekte olup ortalaması 37.27 cm ve standart sapma değeri ise 7.23 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 35-45 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 63b), ağaçların ortalama boyu 17,61 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,86 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (22.3585 - 0.5627 \cdot x + 0.0120 \cdot x^2)$ 'dir (Şekil 63c). Bu model çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyda da artış eğilimi olduğunu ancak, bu artışın düşük çap değerlerinde daha yavaşken, çap büyüdükçe boyda daha hızlı bir yükselme olduğunu söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 19.35 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1530 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşçeresidir ve içerisinde 18 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 64. Ayvaz OIŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

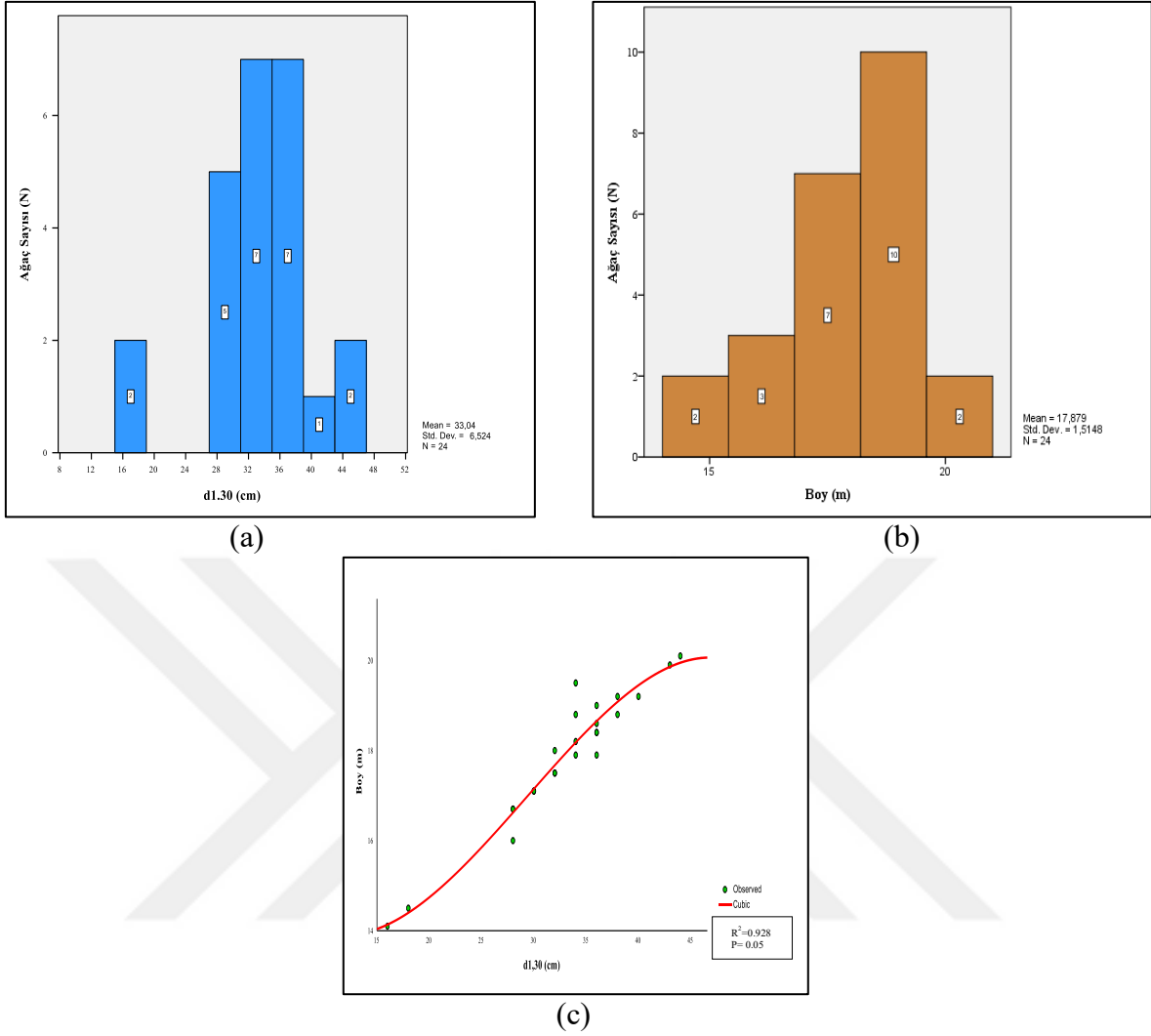
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 64a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 26-44 cm arasında değişmekte olup ortalaması 35.11 cm ve standart sapma değeri ise 6.84 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 30-40 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 64b), ağaçların ortalama boyu 17,90 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,45 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (5.607 \times x^{0.327})$ 'dir (Şekil 64c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap ile boy arasında genel olarak doğru orantılı bir ilişki bulunduğunu söylemek mümkündür; çap arttıkça boy da artma eğilimi göstermektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 19.42 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1530 metredir ve doğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşceresidir ve içerisinde 24 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 65. Ayvaz OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

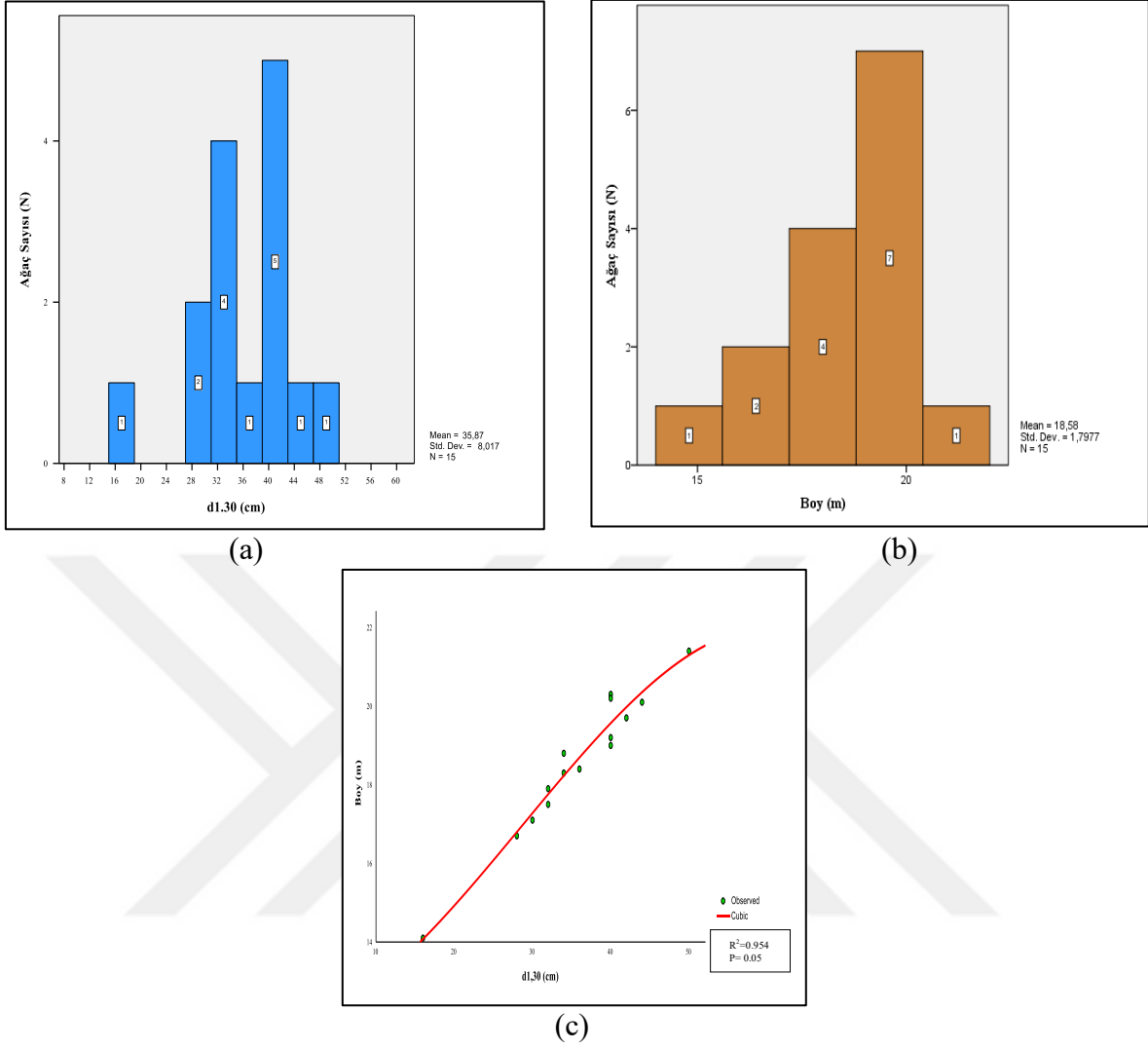
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 65a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 16-44 cm arasında değişmekte olup ortalaması 33,04 cm ve standart sapma değeri ise 6.53 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede bireylerin 18-42 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin ince,orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 65b), ağaçların ortalama boyu 17,88 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,51 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 17-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (16,5488 - 0,4852 \cdot x + 0,0255 \cdot x^2 - 0,0003 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 65c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyun başlangıçta hızla arttığını, daha sonra artış hızının yavaşladığını ve belirli bir noktada artışın daha sınırlı hale geldiğini söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 19.30 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1530 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşçeresidir ve içerisinde 15 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 66. Ayvaz OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 66a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 15-50 cm arasında değişmekte olup ortalaması 35,87 cm ve standart sapma değeri ise 8.02 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede bireylerin 18-42 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

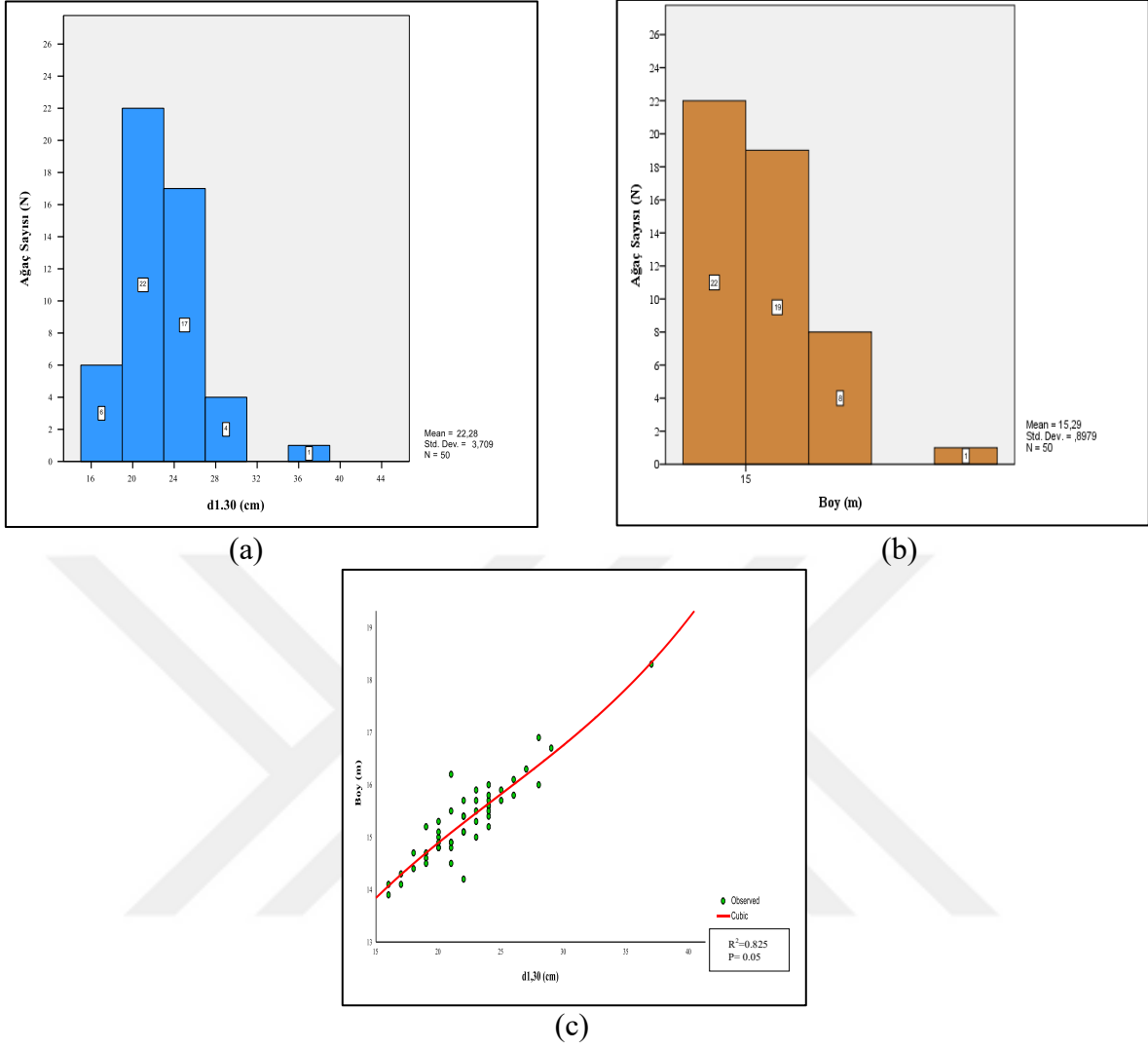
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 66b), ağaçların ortalama boyu 18,98 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,80 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 18-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (11.985 + 0.03863 \cdot x + 0.00706 \cdot x^2 - 0.00008207 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 66c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyda başlangıçta hızlı bir artış olduğunu, ancak belirli bir çap değerinden sonra artış hızının yavaşladığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 20,15 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

– Niksar Orman İşletme Şefliği (Marjinal (Kenar) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1230 metredir ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab₃ meşceresidir ve içerisinde 50 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 67. Naksar OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

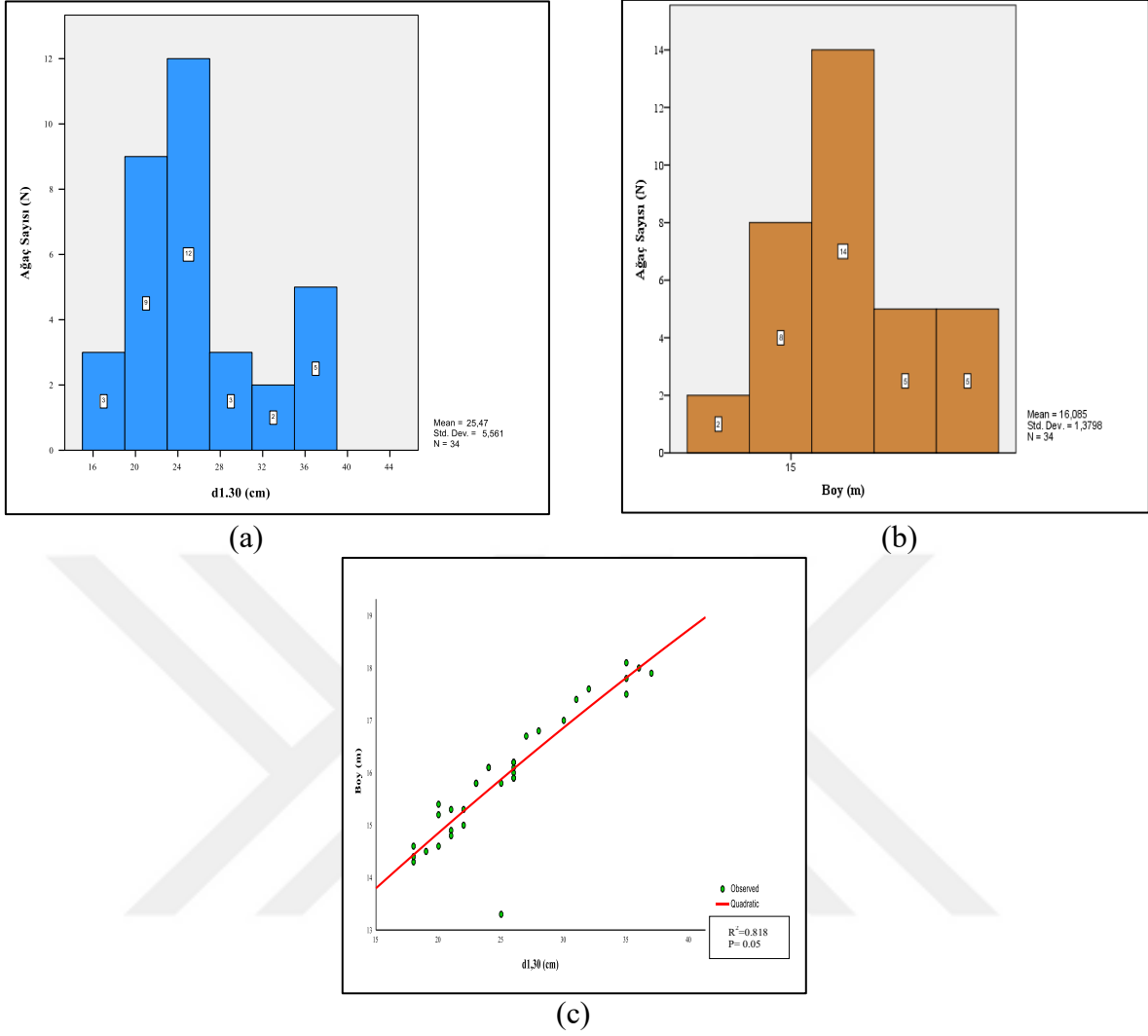
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 67a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 16-37 cm arasında değişmekte olup ortalaması 22,28 cm ve standart sapma değeri ise 3.71 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede bireylerin 15-30 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 67b), ağaçların ortalama boyu 15,29 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 0,90 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 13-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (8,6007 + 0,5062x - 0,0131x^2 + 0,0002x^3)$ 'dir (Şekil 67c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, düşük çap değerlerinde boyun daha yavaş bir artış gösterdiği, orta çap değerlerine geldikçe artış hızının arttığı, fakat yüksek çap değerlerinde artış hızının tekrar yavaşladığı söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 16,93 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1240 metredir ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab₃ meşceresidir ve içerisinde 34 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 68. Naksar OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

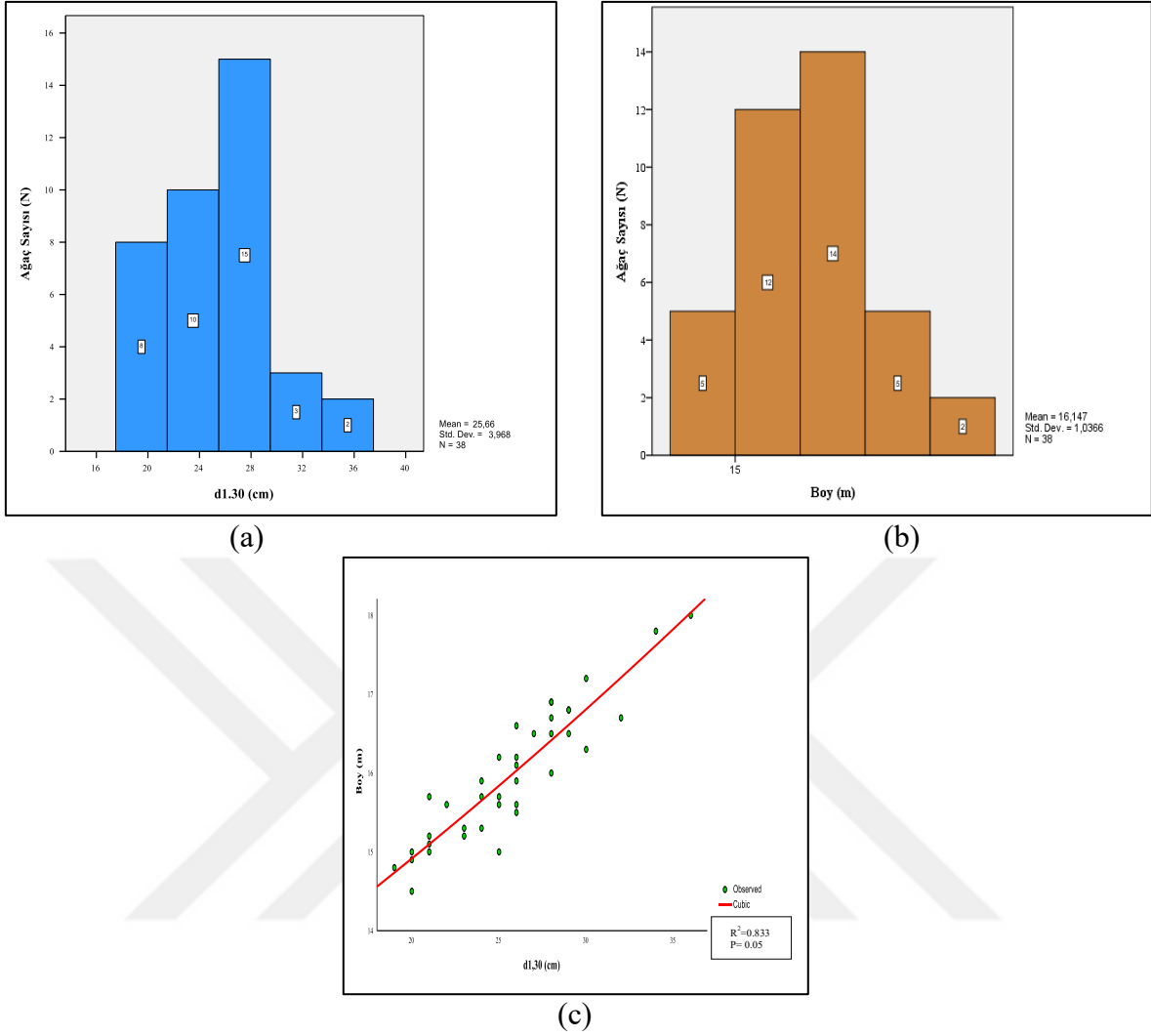
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 68a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 18-37 cm arasında değişmekte olup ortalaması 25,47 cm ve standart sapma değeri ise 6,57 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede bireylerin 15-25 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 68b), ağaçların ortalama boyu 16,09 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,38 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (10.4174 + 0.2359 \cdot x - 0.0007 \cdot x^2)$ 'dir (Şekil 68c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında temel bir pozitif korelasyon olduğunu, yani çap arttıkça boyun da artma eğiliminde olduğunu söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.73 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1280 metredir ve kuzey bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab₃ meşceresidir ve içerisinde 38 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 69. Niksar OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

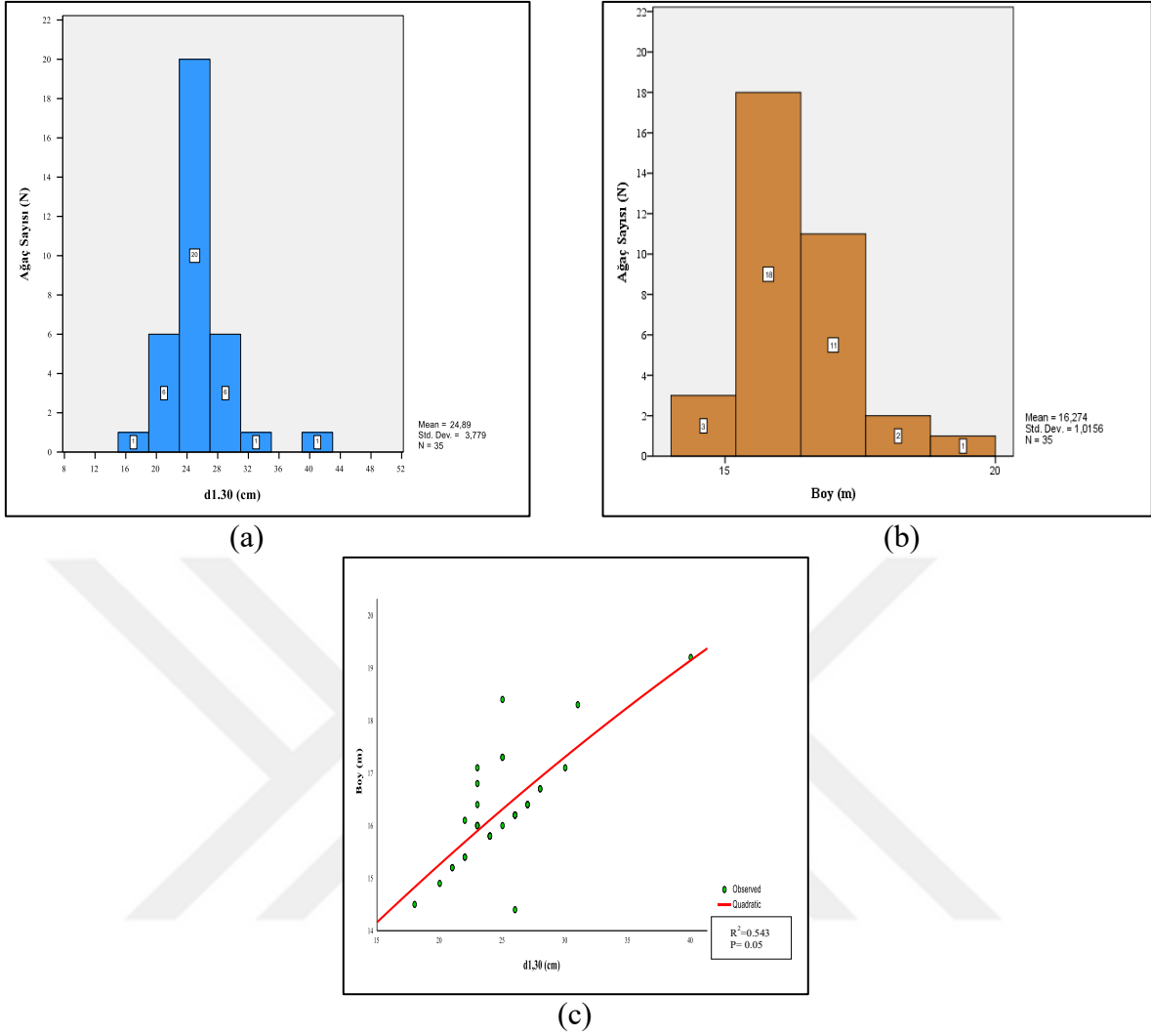
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 69a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 19-36 cm arasında değişmekte olup ortalaması 25,66 cm ve standart sapma değeri ise 9,97 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 18-30 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 69b), ağaçların ortalama boyu 16,15 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,04 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (11,688 + 0,1427 \cdot x + 0,0009 \cdot x^2)$ 'dir (Şekil 69c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyun da arttığını ve bu artışın büyük oranda lineer bir eğilimde olduğunu söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1290 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab₃ meşceresidir ve içerisinde 35 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 70. Niksar OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

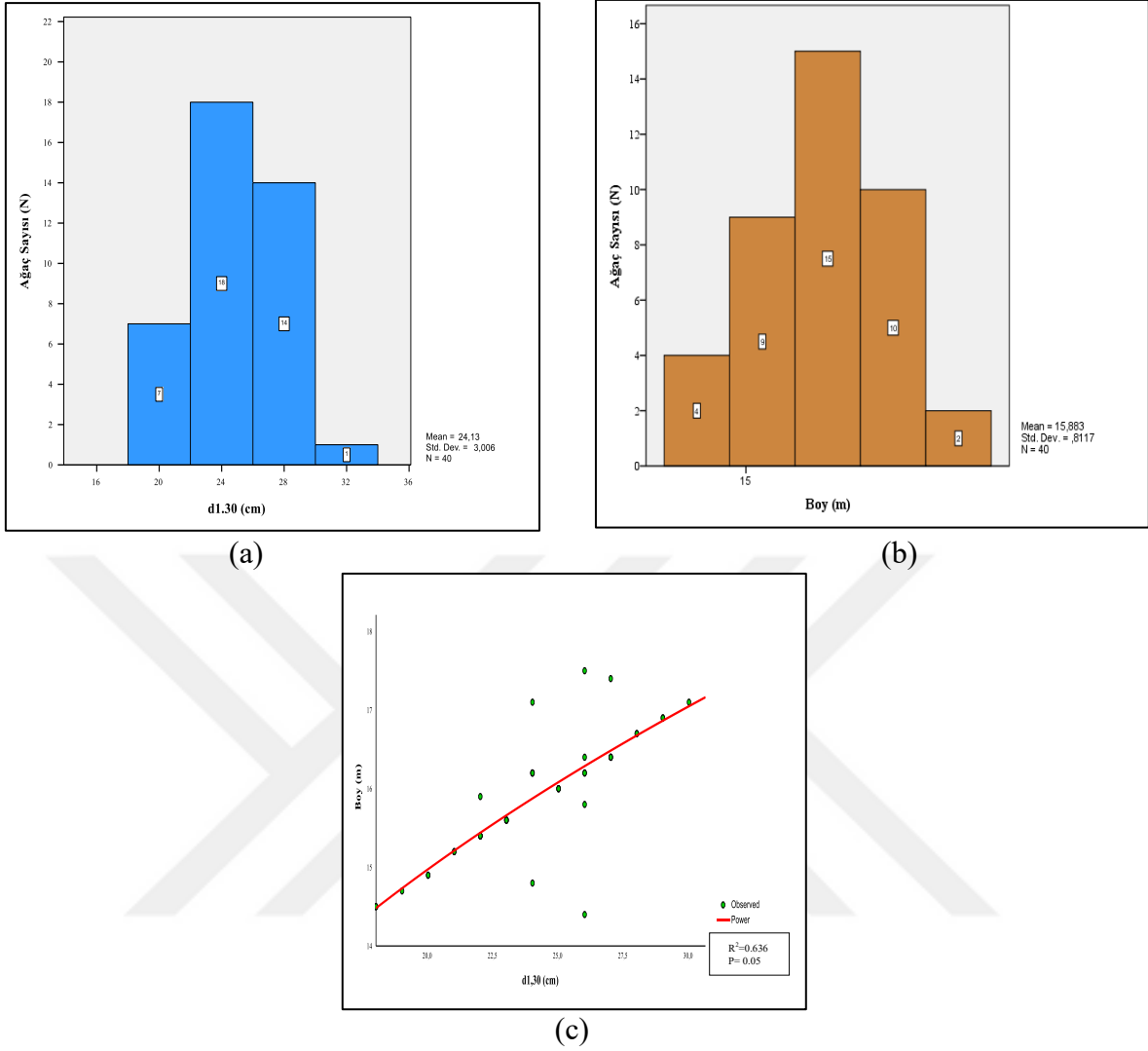
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 70a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 18-31 cm arasında değişmekte olup ortalaması 24,89 cm ve standart sapma değeri ise 3,78 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 20-30 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 70b), ağaçların ortalama boyu 16,28 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,02 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (10,536 + 0,257 \times x - 0,00105 \times x^2)$ 'dir (Şekil 70c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında doğrusal olmayan, ancak pozitif yönlü bir ilişki olduğu söylenebilir. Çaptaki artışın, belirli bir seviyeye kadar boyda artışa yol açtığı, ancak bu ilişkinin sabit hızda devam etmediğini söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 17.93 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1295 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab₃ meşçeresidir ve içerisinde 40 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 71. Niksar OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

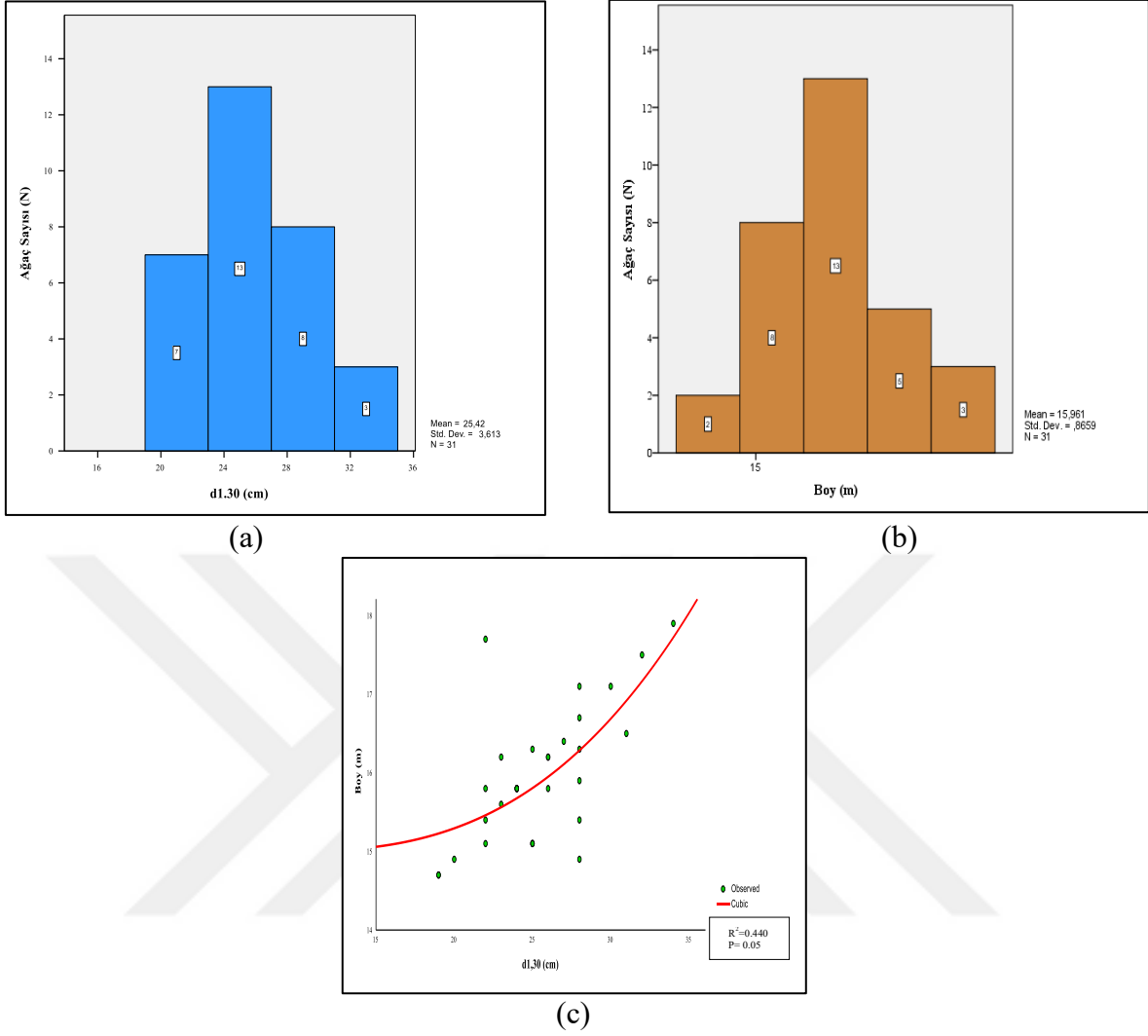
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 71a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 18-30 cm arasında değişmekte olup ortalaması 24,13 cm ve standart sapma değeri ise 3,01 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 20-28 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 71b), ağaçların ortalama boyu 15,89 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 0,82 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (h = 5.7497 \cdot x^{0.3196})$ 'dir (Şekil 71c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında doğrusal olmayan ilişki olduğu söylenebilir. Çaptaki artışın, genç bireylerde belirli bir seviyeye kadar boyda artışa yol açtığı, ancak çap büyüklüğü artıkça boy artışının daha yavaş ilerlediğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.15 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

6 Nolu Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1290 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab₃ meşceresidir ve içerisinde 31 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 72. Niksar OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 72a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 19-34 cm arasında değişmekte olup ortalaması 25.42 cm ve standart sapma değeri ise 3.61 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 20-30 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

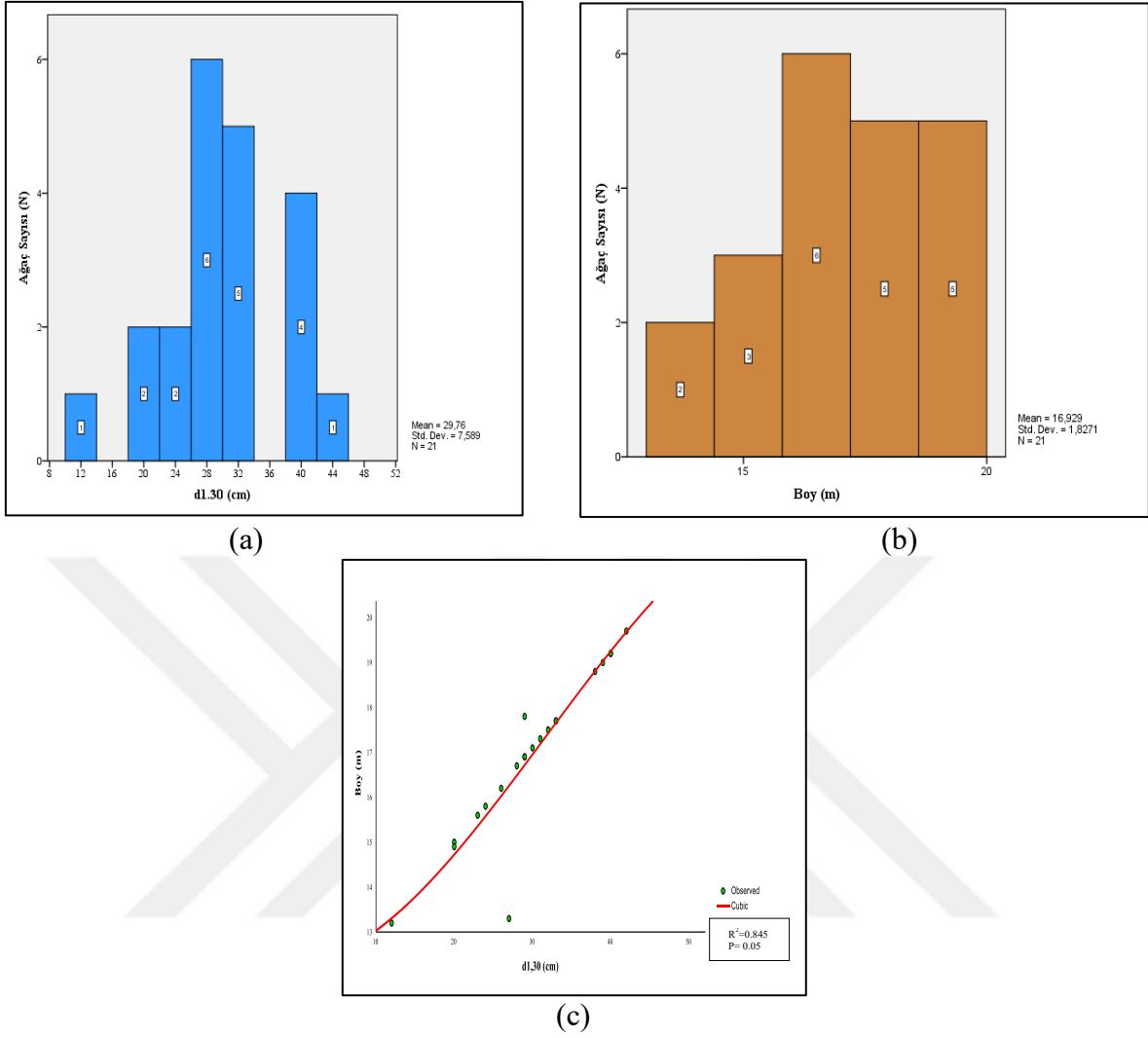
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 72b), ağaçların ortalama boyu 15.96 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 0.87 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (15,077 + 0x - 0,00195x^2 + 0,0001247x^3)$ 'dir (Şekil 72c). Bu model çap boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında doğrusal olmayan bir ilişki bulunmaktadır ve 5-25 cm arasındaki çaplarda boyun daha yavaş arttığı, 30 cm'den sonra ise büyüme hızının belirgin bir şekilde arttığını söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.33 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

- Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü
- Aydıncık Orman İşletme Şefliği (Normal (Merkez) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1500 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşçeresidir ve içerisinde 21 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 73. Aydınçık OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

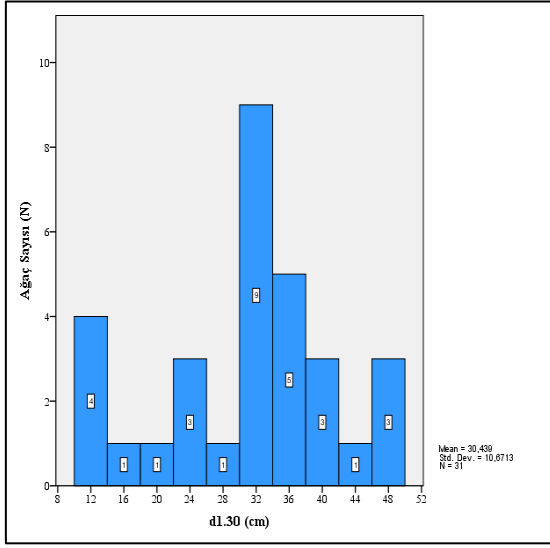
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 73a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-42 cm arasında değişmekte olup ortalaması 29,76 cm ve standart sapma değeri ise 7,59 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede en yüksek yoğunluğun 15-40 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin ince, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 73b), ağaçların ortalama boyu 16,93 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,83 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

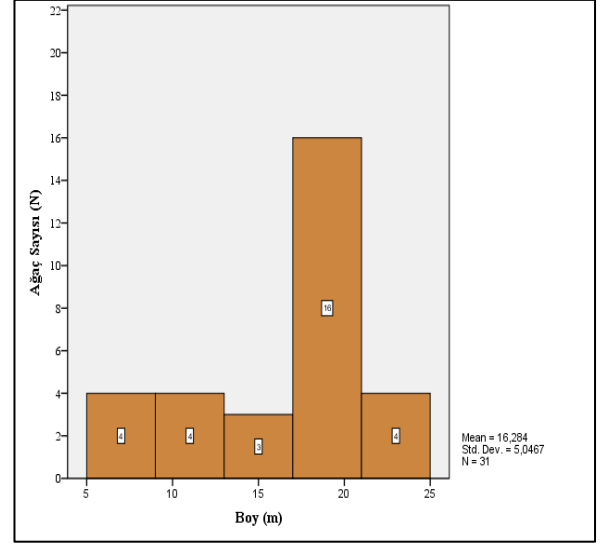
Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (12,3363 + 0,0044 * x + 0,0073 * x^2 - 7,6968e^{-05} * x^3)$ 'dir (Şekil 73c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Küçük çaplı ağaçlarda boyun artışı daha sınırlıyken, çap büyüdükçe boyda daha belirgin bir artış görüldüğünü söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18.95 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

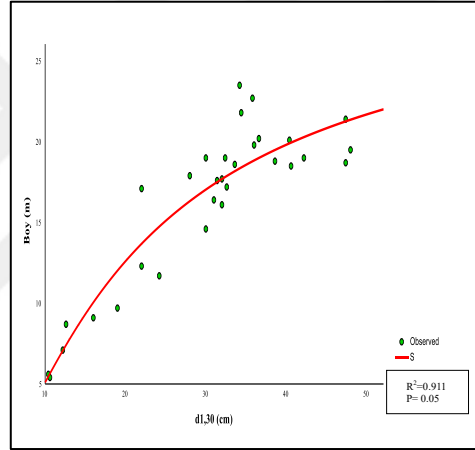
2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1450 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşçeresidir ve içerisinde 31 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 74. Aydıncık OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

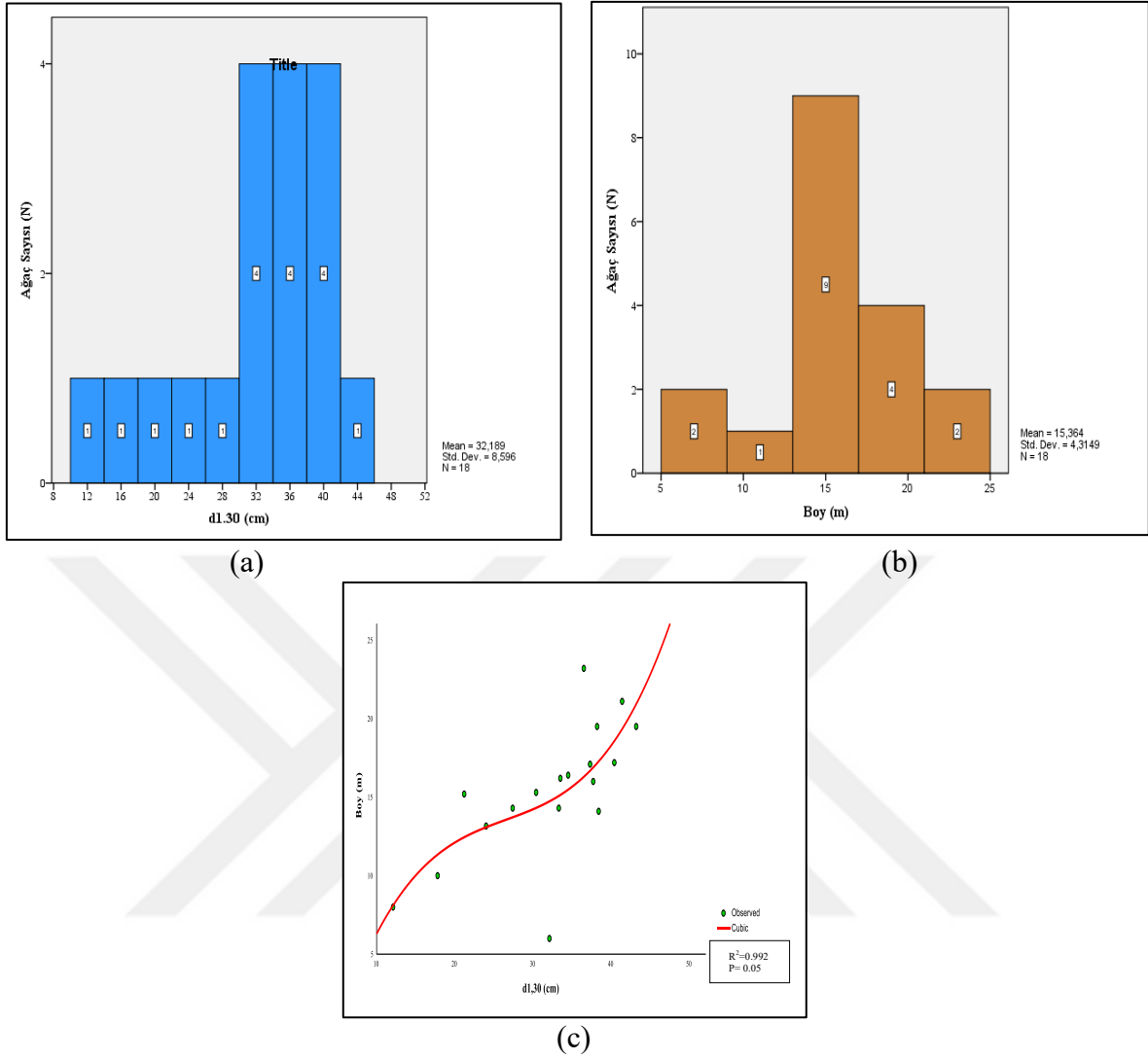
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 74a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 10,4-47,4 cm arasında değişmekte olup ortalaması 30,42 cm ve standart sapma değeri ise 10,87 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımı incelendiğinde, meşcerede çap değerlerinde belirgin bir çeşitlilik olduğu gözlenmektedir. Meşcerede ince ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 74b), ağaçların ortalama boyu 16,28 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 5,05 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-20 m seviyelerinde toplandığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = \exp(3,4390 - (18,1007 / x))$ 'dir (Şekil 74c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyun da belirli bir hızda arttığını ve büyümenin başlangıçta hızlı, sonrasında ise giderek azalan bir oranda gerçekleştiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 21.62 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %74.19'unu temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %16.13'ünü oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %9.68 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1360 metredir ve kuzey bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşceresidir ve içerisinde 18 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 75. Aydıncık OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

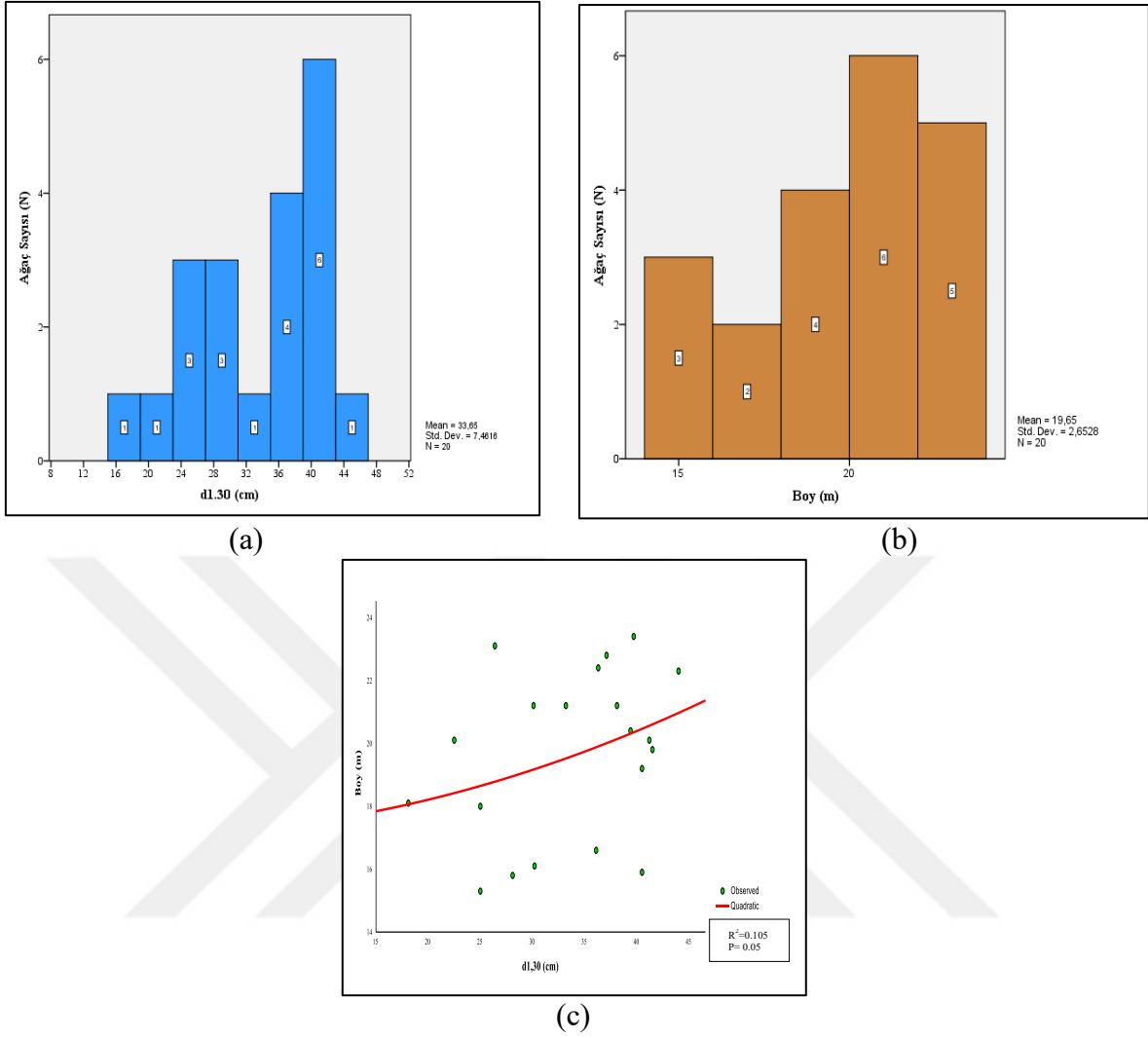
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 75a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12,1-43,2 cm arasında değişmekte olup ortalaması 32,18 cm ve standart sapma değeri ise 8,60 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 30-40 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 75b), ağaçların ortalama boyu 15,38 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 4,31 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (-8,8407 + 2,1679x - 0,0748x^2 + 0,0009x^3)$ 'dir (Şekil 75c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, genç ağaçların çap ve boy artışında hızlı bir büyüme dönemine girdiğini, ancak belirli bir çap değerinden sonra büyümenin yavaşladığını, daha büyük çaplı bireylerde ise boy artış hızının tekrar arttığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 19.6 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %83.33'ünü temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %11.11'ini oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %5.56 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1350 metredir ve kuzey bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşceresidir ve içerisinde 20 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 76. Aydınçık OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

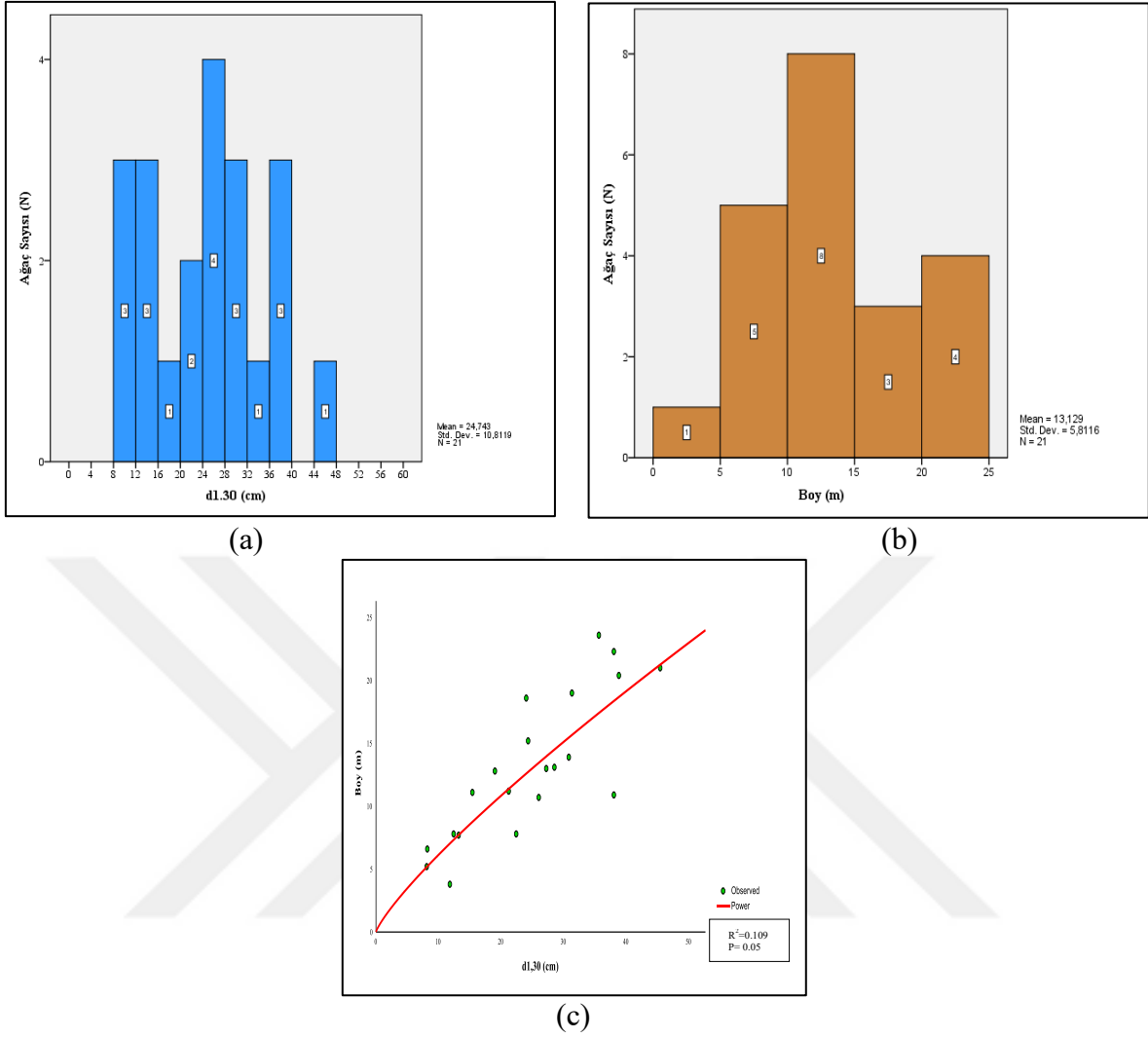
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 76a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 18,1-41,5 cm arasında değişmekte olup ortalaması 39,05 cm ve standart sapma değeri ise 7,41 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 35-45 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 76b), ağaçların ortalama boyu 19,65 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2,86 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-25 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (17,1775 + 0,0226 * x + 0,0014 * x^2)$ 'dir (Şekil 76c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında parabolik bir ilişki olduğu, yani çap arttıkça boyun da arttığını ve bu artış hızının sabit bir oranla artmadığını söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 22.53 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1360 metredir ve kuzey bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşçeresidir ve içerisinde 21 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 77. Aydıncık OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

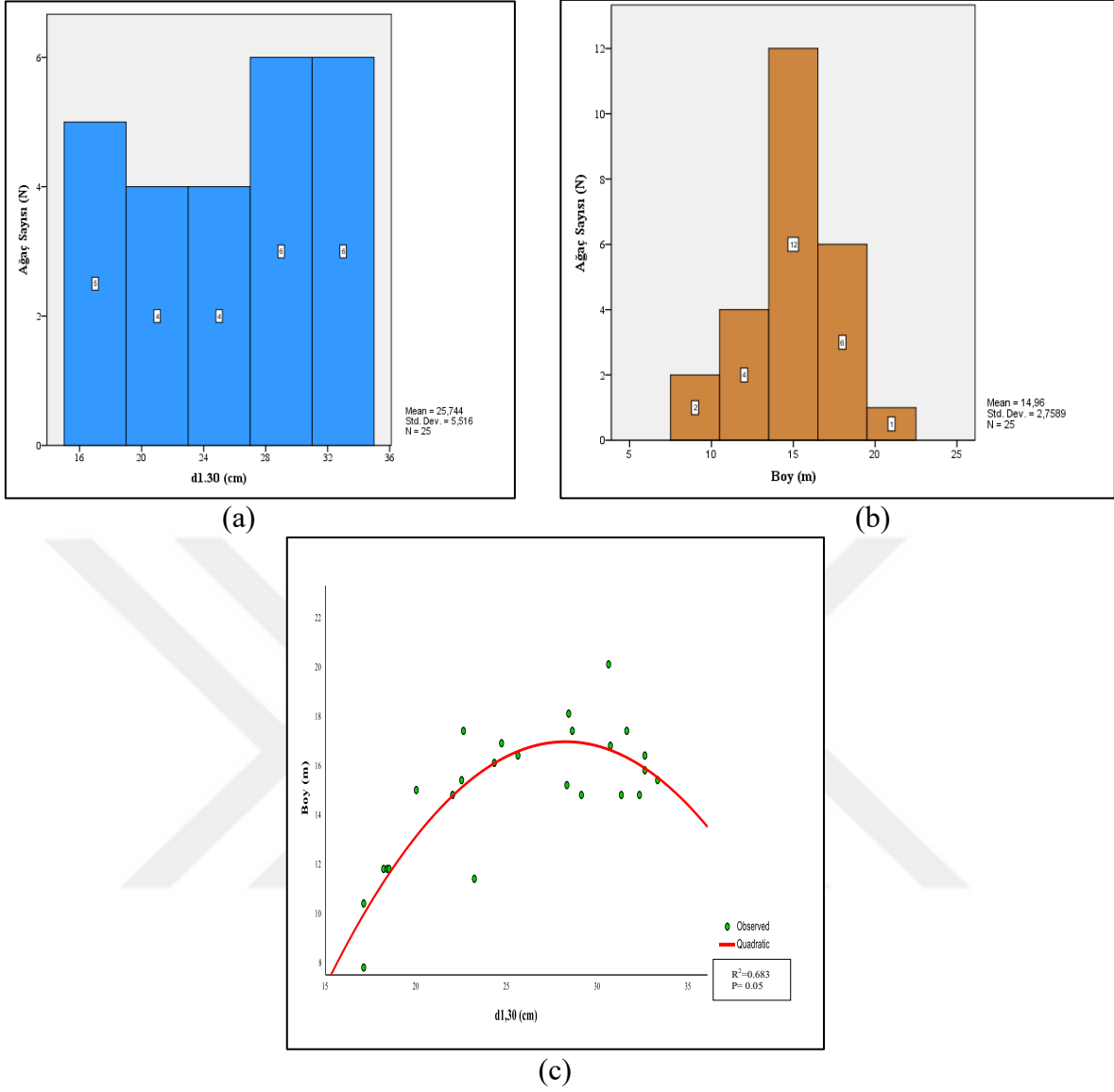
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 77a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 8,1-45,4 cm arasında değişmekte olup ortalaması 24,75 cm ve standart sapma değeri ise 10,82 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 20-30 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerede ince, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 77b), ağaçların ortalama boyu 13,13 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 5,82 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 10-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (0,9278 * x^{0,8208})$ 'dir (Şekil 77c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, meşcerede çap arttıkça boy da artmakta ancak, daha büyük çap değerlerinde boy artışının yavaşlama eğiliminde olduğunu söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 20.82 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %38.1'ini temsil etmektedir. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %47.6'ını temsil etmekte ve meşcerede dengeli bir yapı oluşturmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %14.3 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1360 metredir ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc₃ meşceresidir ve içerisinde 25 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 78. Aydıncık OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 78a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 17,1-33,3 cm arasında değişmekte olup ortalaması 25,75 cm ve standart sapma değeri ise 5,62 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 16-36 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 78b), ağaçların ortalama boyu 14,96 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2,76 m 'dir. Boy

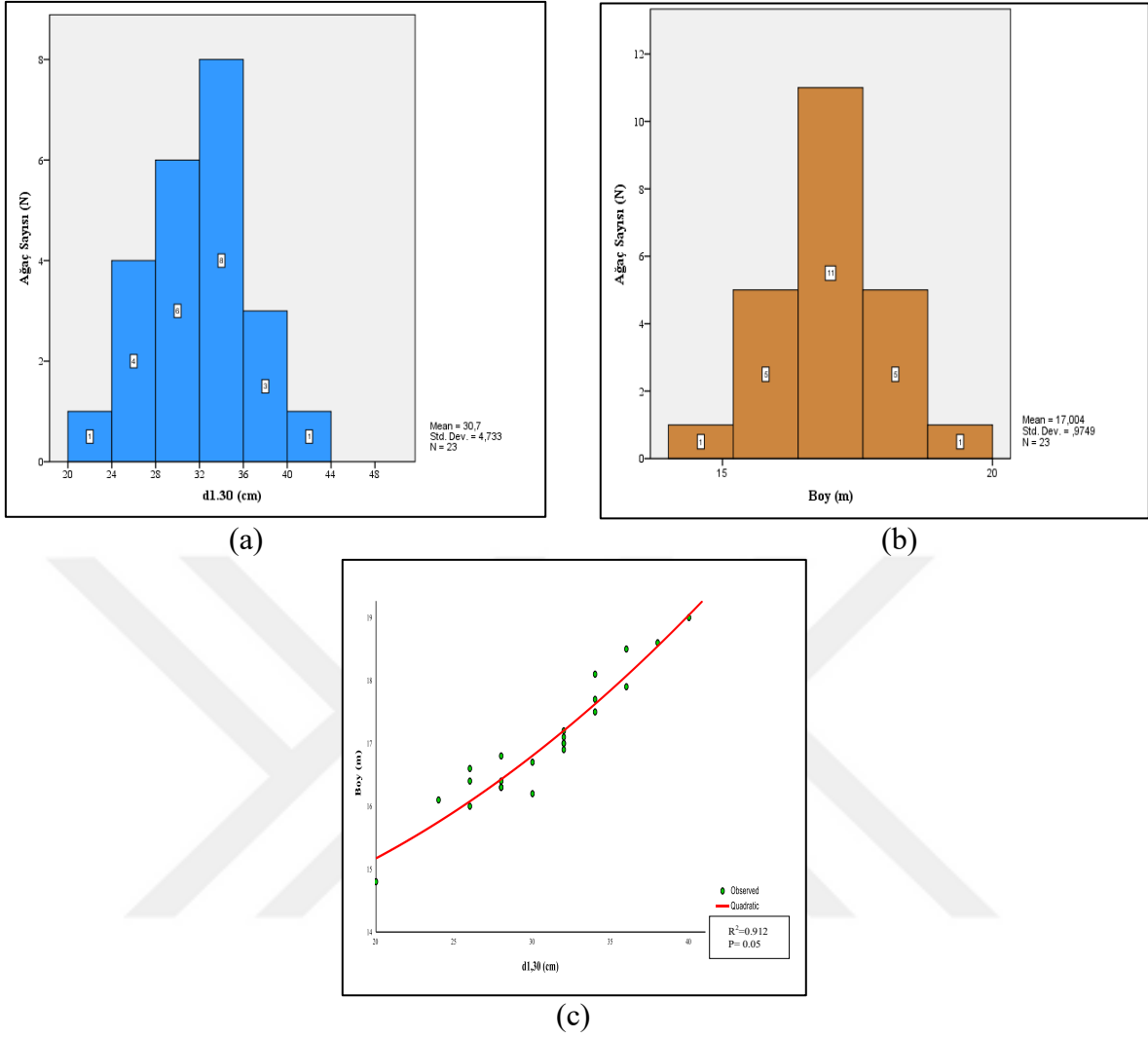
dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 10-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (-28,0686 + 3,1898 * x - 0,0565 * x^2)$ 'dir (Şekil 78c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, meşcerede çap arttıkça boy da artmakta ancak belirli bir çap değerinden sonra boy değerinin azalma eğiliminde olduğunu söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.88 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede iki tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %76'ını temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %24'ünü oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

– Başçatak Orman İşletme Şefliği (Marjinal (Kenar) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1760 metredir ve doğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₃ meşceresidir ve içerisinde 23 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 79. Başçatak OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

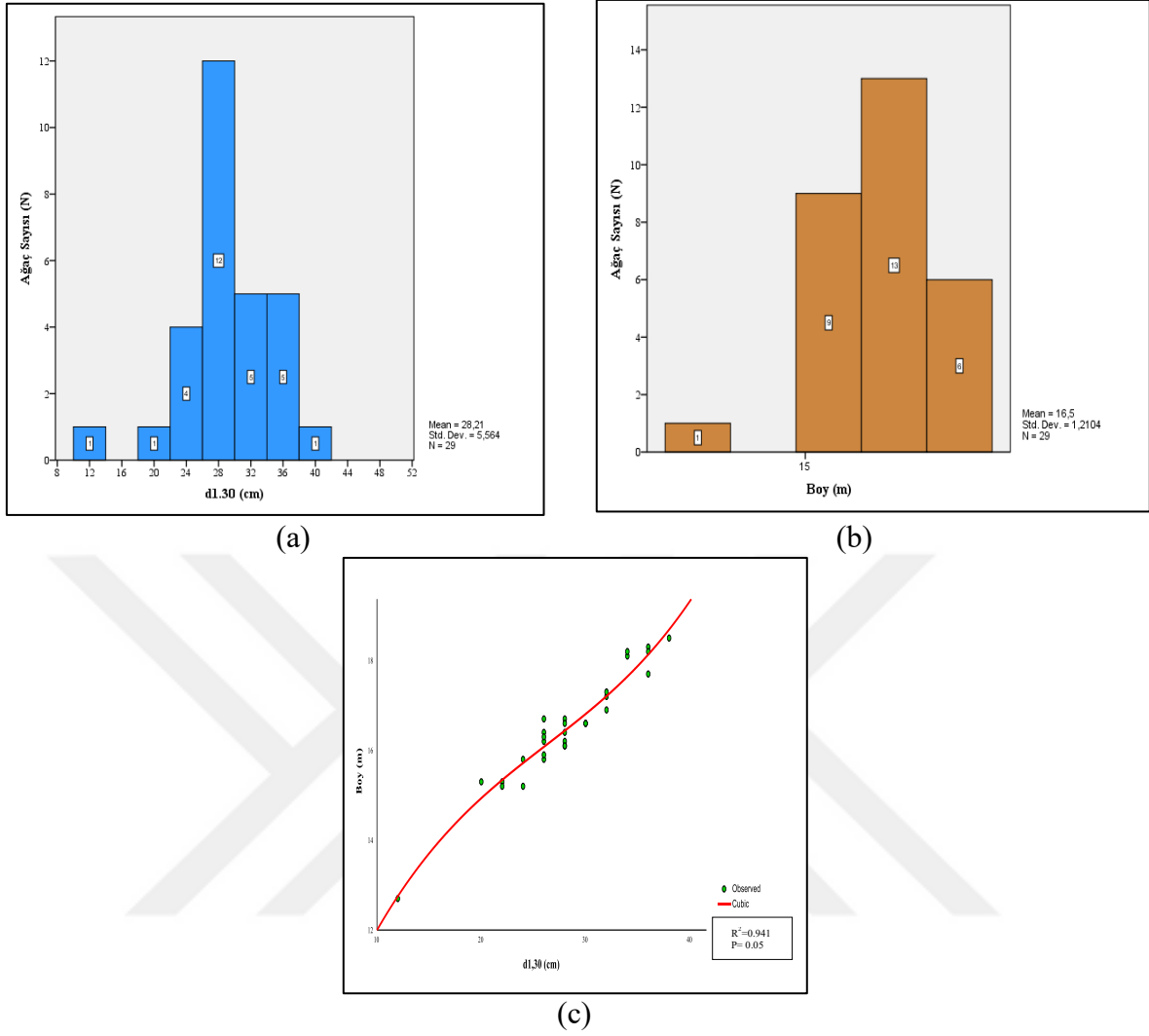
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 79a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 20-40 cm arasında değişmekte olup ortalaması 30,7 cm ve standart sapma değeri ise 4,74 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 24-36 çap değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Meşcerenin ince, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 79b), ağaçların ortalama boyu 17,004 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 0,98 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 16-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (13,7270 + 0,0117 \cdot x + 0,0031 \cdot x^2)$ 'dir (Şekil 79c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, meşcerede çap arttıkça boy artışının hızlandığını göstermektedir. Özellikle daha büyük çap değerlerinde ($x > 30$) boy artışının daha belirgin olduğunu söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18,3 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1770 metredir ve doğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsd₃ meşceresidir ve içerisinde 29 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 80. Başçatak OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

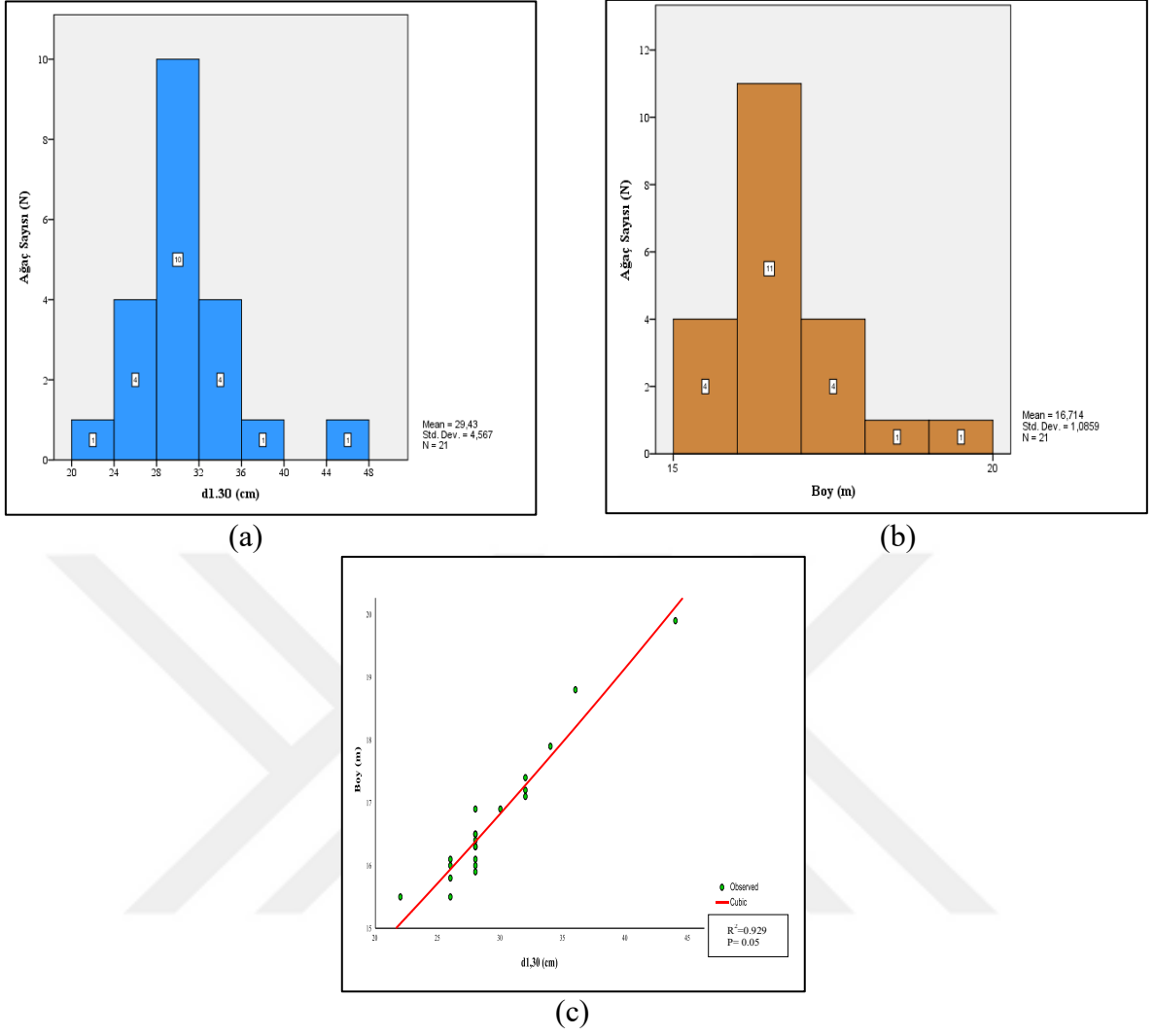
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 80a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 20-40 cm arasında değişmekte olup ortalaması 28,21 cm ve standart sapma değeri ise 5,57 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 25-30 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin ince, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 80b), ağaçların ortalama boyu 16,05 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,22 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (6,2934 + 0,7656 * x - 0,02236 * x^2 + 0,0003 * x^3)$ 'dir (Şekil 80c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, küçük çaplı ağaçların daha hızlı bir boy artışı gösterdiği, ancak çap büyüdükçe artış hızının azaldığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18.17 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1730 metredir ve doğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsd₃ meşceresidir ve içerisinde 21 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 81. Başçatak OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

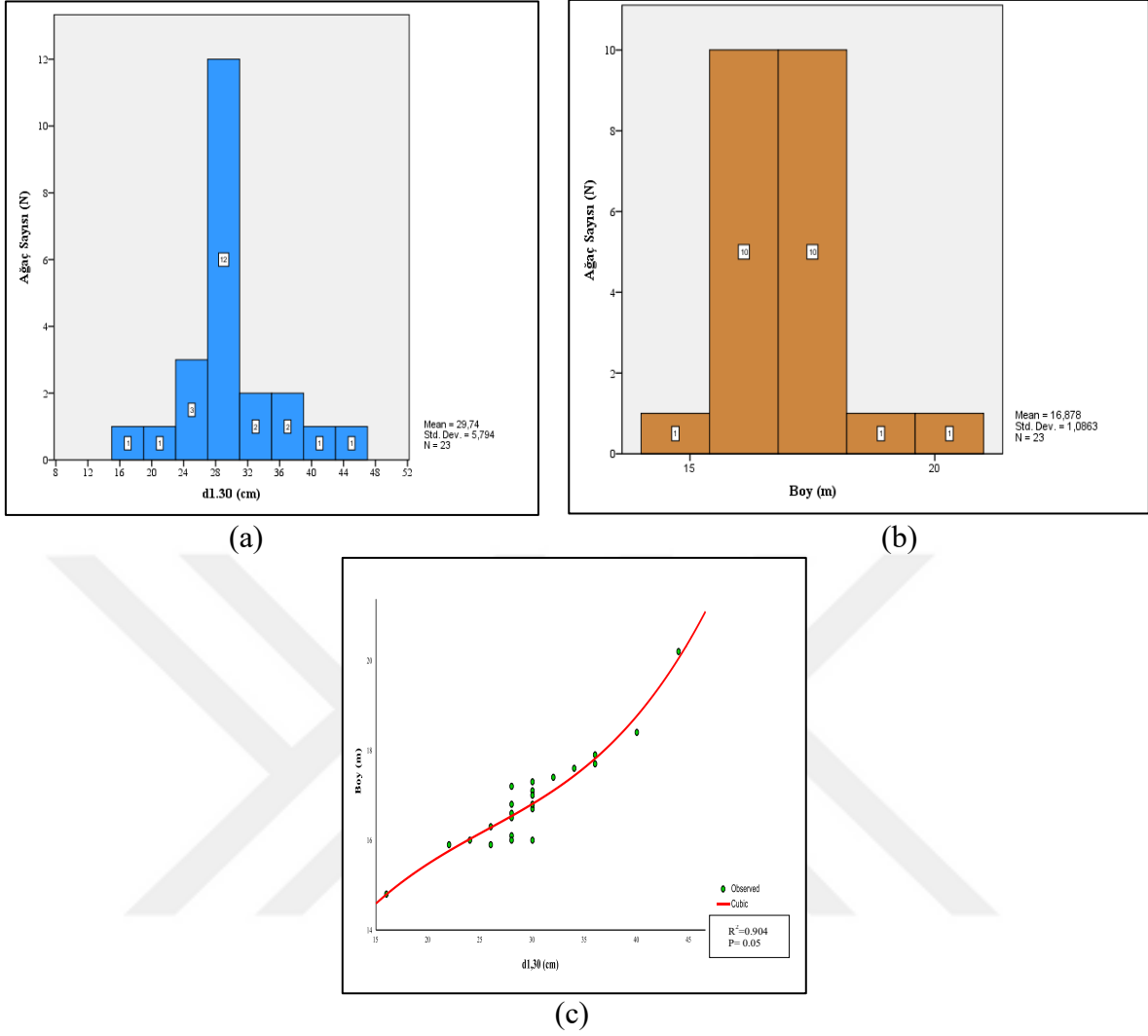
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 81a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 22-44 cm arasında değişmekte olup ortalaması 29,43 cm ve standart sapma değeri ise 4,57 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 28-32 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 81b), ağaçların ortalama boyu 16,72 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,09 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 16-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (10,7338 + 0,1815 * x + 0,0008 * x^2)$ 'dir (Şekil 81c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boy değerlerinin de sistematik olarak arttığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18.05 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1740 metredir ve güneydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsd₃ meşceresidir ve içerisinde 23 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 82. Başçatak OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

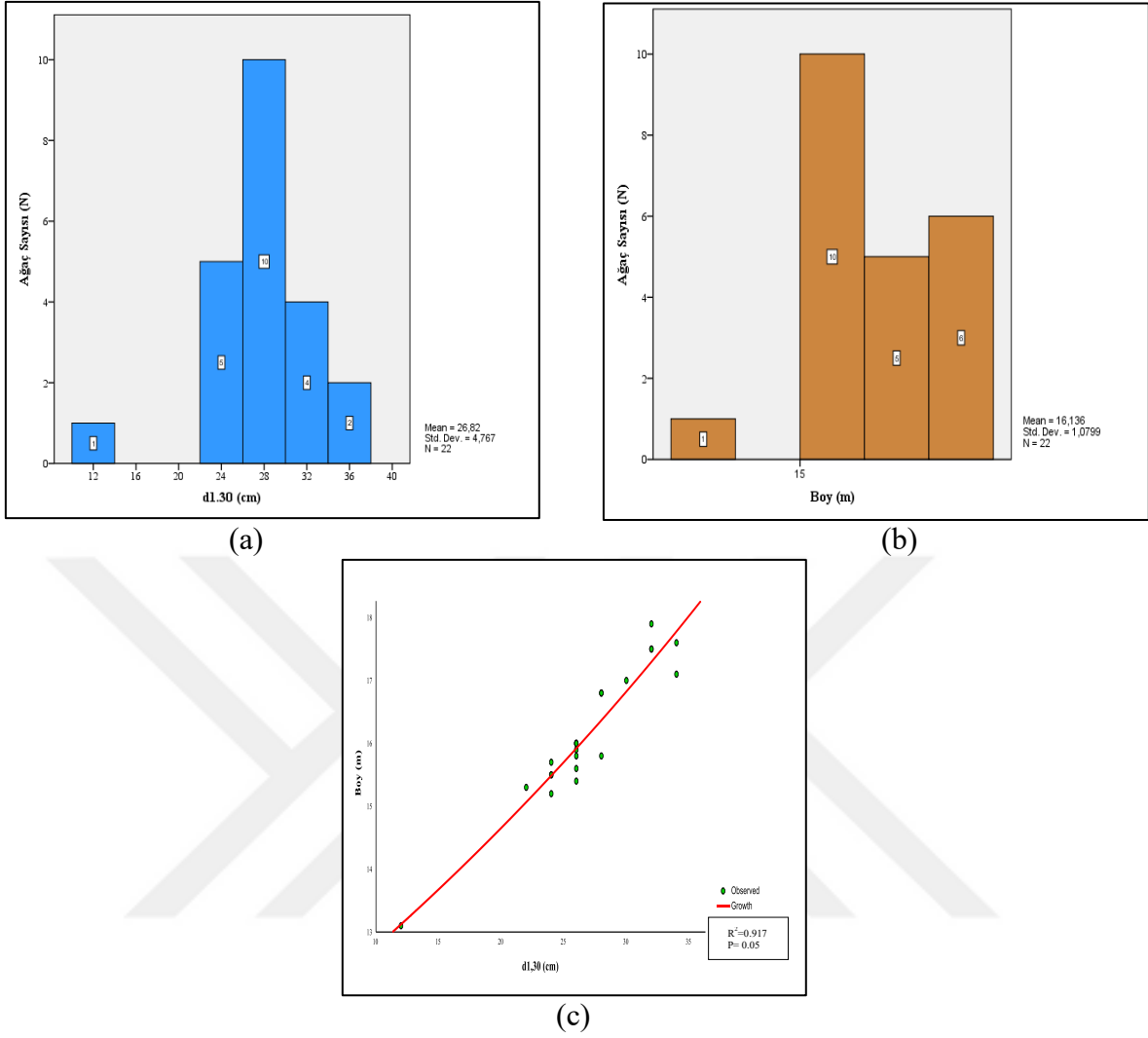
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 82a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 16-44 cm arasında değişmekte olup ortalaması 29.74 cm ve standart sapma değeri ise 5,80 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 26-28 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 82b), ağaçların ortalama boyu 16,88 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,09 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (8.905 + 0.603x - 0.0185x^2 + 0.00024x^3)$ 'dir (Şekil 82c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu, çap arttıkça boyun da genel olarak arttığı, ancak bu artışın doğrusal bir hızda olmadığını söyleyebiliriz.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 18.2 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1740 metredir ve doğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsed₃ meşçeresidir ve içerisinde 22 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 83. Başçatak OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

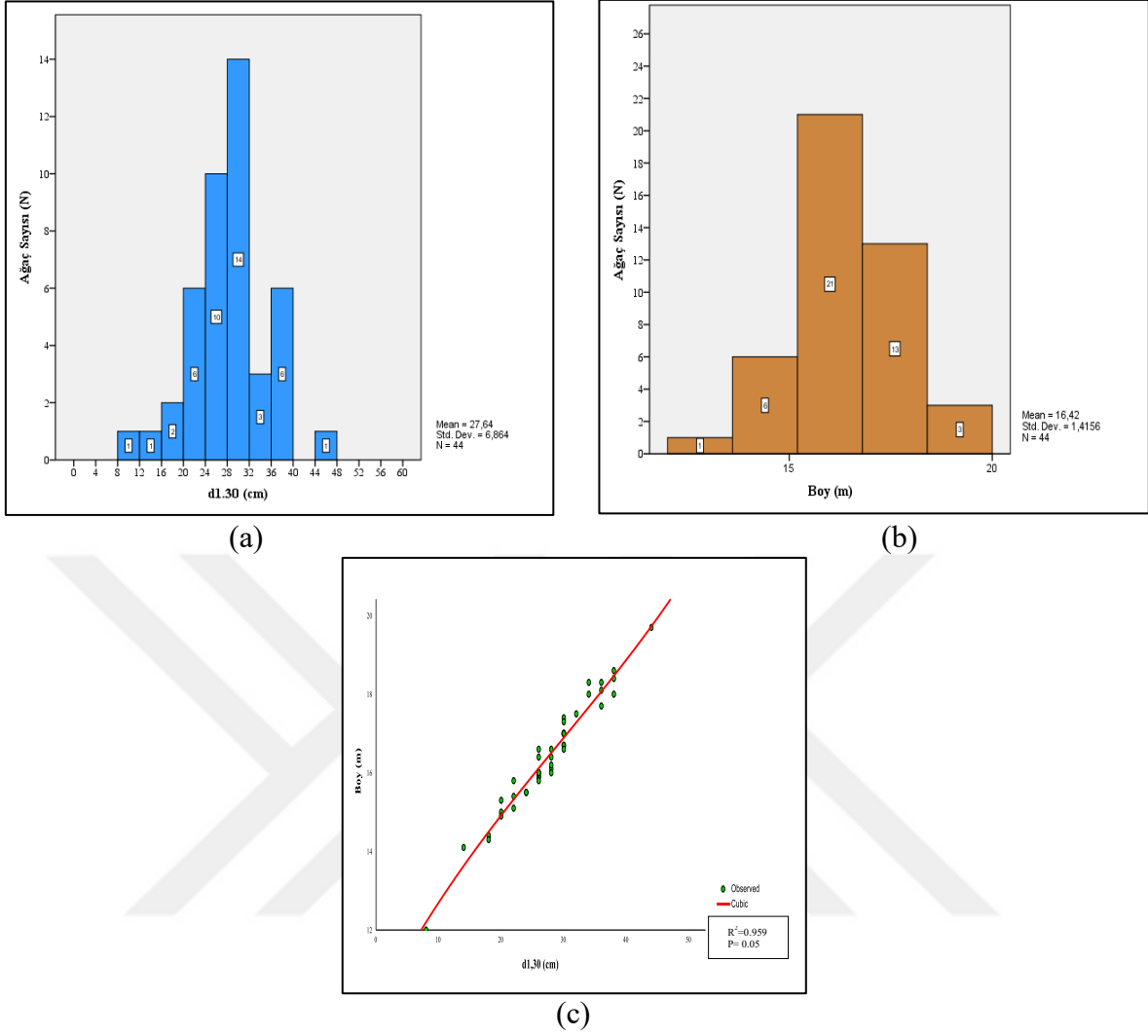
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 83a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-34 cm arasında değişmekte olup ortalaması 26.82 cm ve standart sapma değeri ise 4,77 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 26-28 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 83b), ağaçların ortalama boyu 16,14 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,08 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (e^{(2,4086+0,0138, d1.30)})$ 'dir (Şekil 83c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasında doğru orantılı ilişki olduğunu, çap arttıkça boyun da orantılı bir şekilde attığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.43 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

6 Nolu Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1760 metredir ve doğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₃ meşceresidir ve içerisinde 44 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 84. Başçatak OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 84a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 8-44 cm arasında değişmekte olup ortalaması 27.64 cm ve standart sapma değeri ise 6,97 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 24-28 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

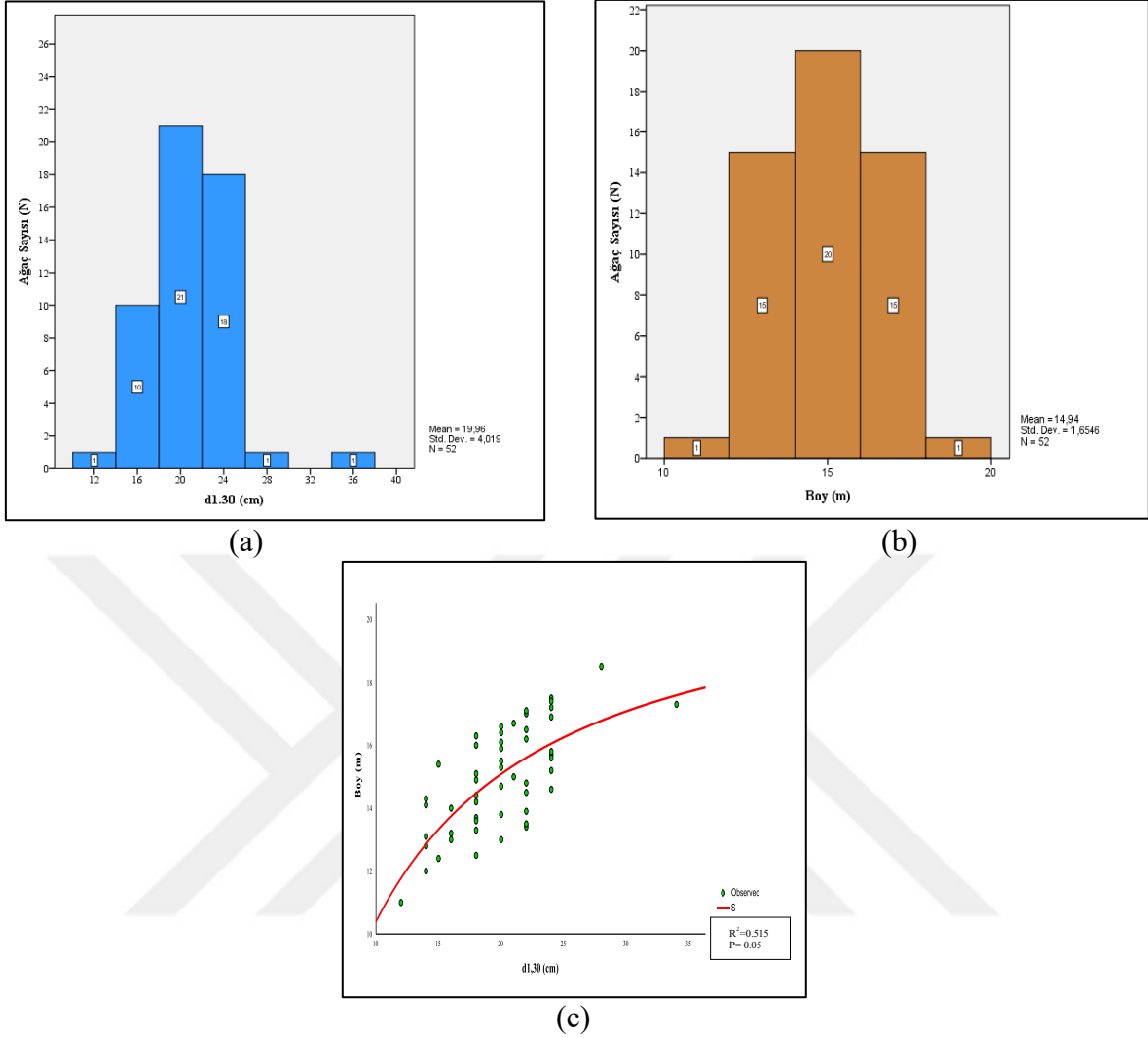
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 84b), ağaçların ortalama boyu 16,42 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,42 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 16-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (9,976 + 0,305x - 0,0037x^2 + 0,0000419x^3)$ 'dir (Şekil 84c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyun da genellikle arttığı, ancak bu artışın sabit bir oranda değil, değişken bir hızda gerçekleştiği söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18.57 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %97.73'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %2.27'ini oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

- Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü
 - Oltu Orman İşletme Şefliği (Marjinal (Kenar) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1970 metredir ve kuzey bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb₃ meşceresidir ve içerisinde 52 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 85. Oltu OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

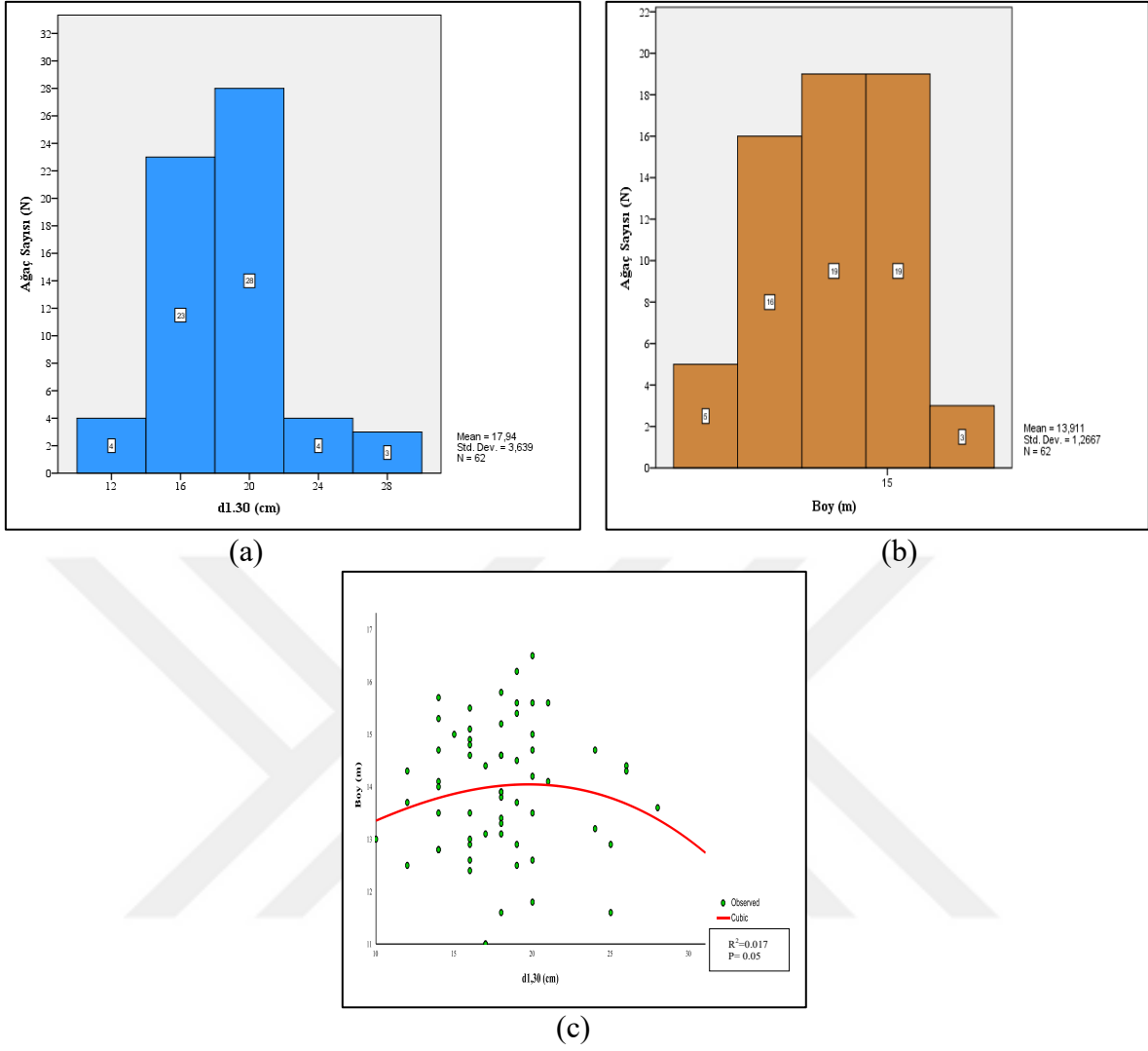
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 85a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-42 cm arasında değişmekte olup ortalaması 19.96 cm ve standart sapma değeri ise 4,02 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 20-22 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 85b), ağaçların ortalama boyu 14,94 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,66 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (e^{(3.0863 - x^{7.4483})})$ 'dir (Şekil 85c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap ile boy arasında doğru orantılı bir ilişki bulunduğunu, daha düşük çap değerlerinde boy artışı daha hızlı artarken, çap arttıkça boy artışının azaldığını söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 17.50 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %98.08'ini temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %1.92'ini oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 2040 metredir ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb₃ meşceresidir ve içerisinde 62 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 86. Oltu OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

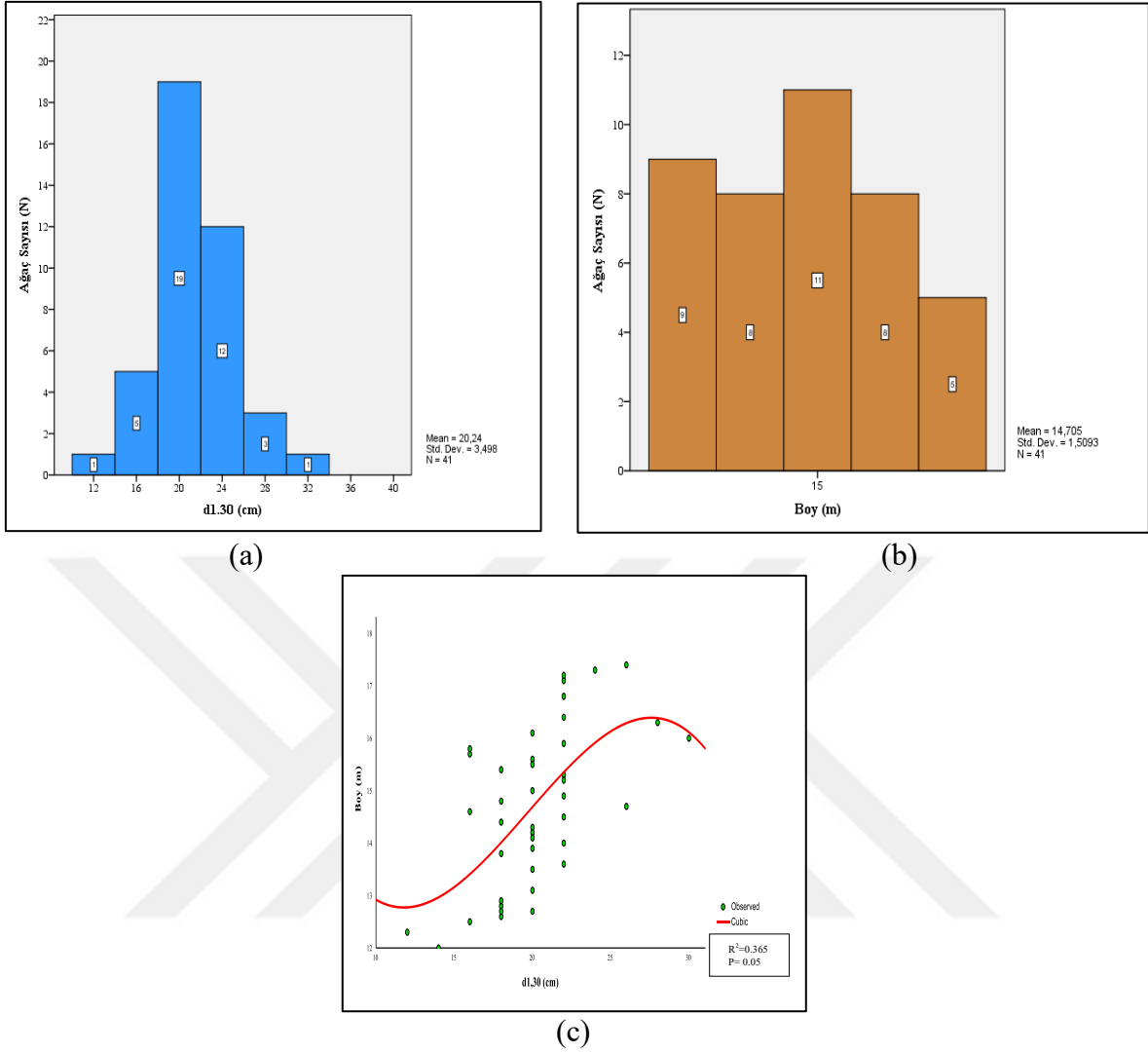
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 86a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-28 cm arasında değişmekte olup ortalaması 17.94 cm ve standart sapma değeri ise 3,64 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 86b), ağaçların ortalama boyu 13,91 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1,27 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 13-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 11,7400 + 0,1796 * x - 0,0005 * x^2 - 0,0002 * x^3$ 'dir (Şekil 86c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, doğrusal bir ilişkinin olmadığını, yani çapın artışıyla birlikte boy başta hafif bir yükseliş gösterirken, belirli bir noktadan sonra bu eğilimin tersine dönerek azaldığını söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 15.9 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 2010 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb₃ meşçeresidir ve içerisinde 41 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 87. Oltu OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

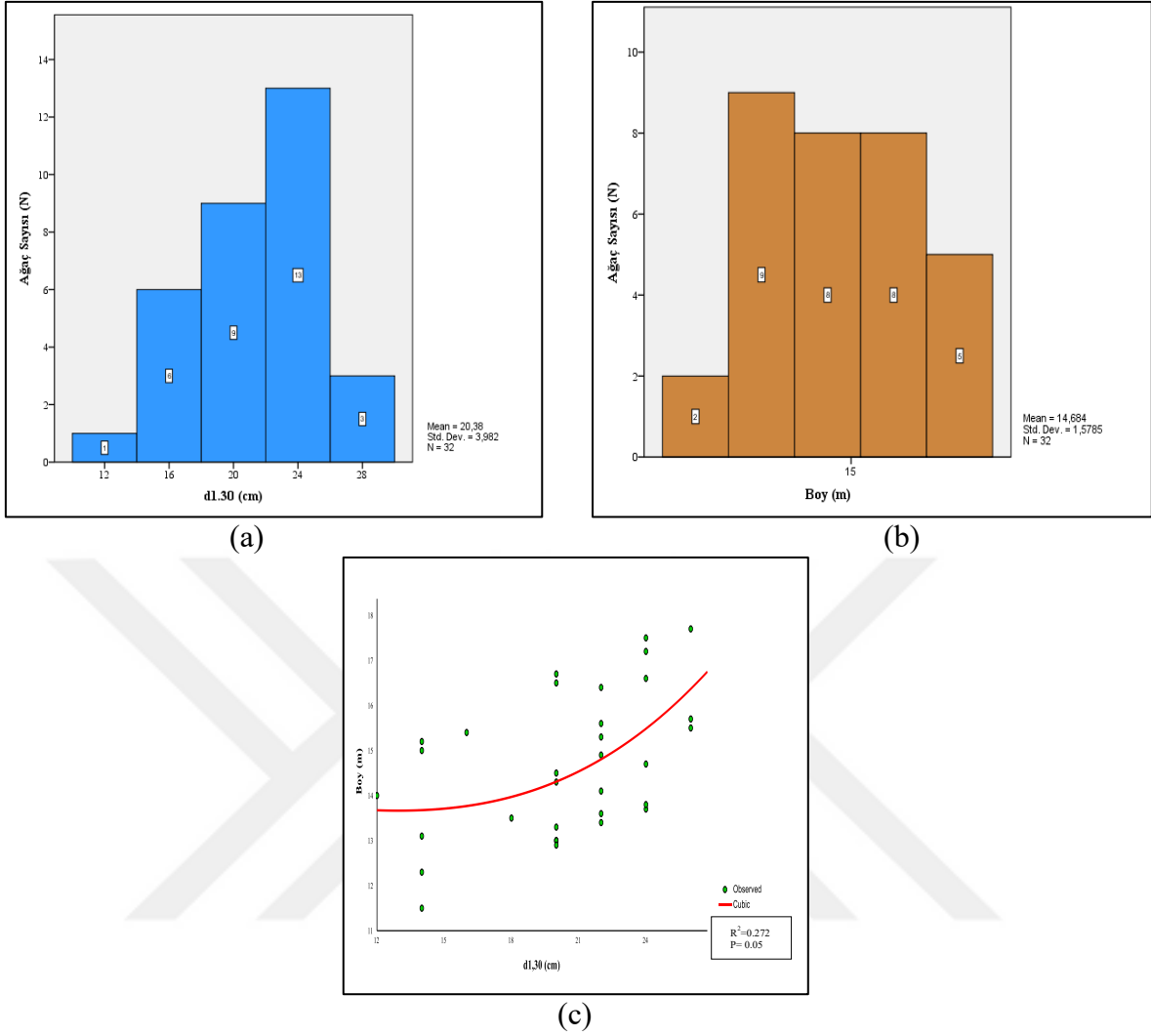
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 87a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-30 cm arasında değişmekte olup ortalaması 20.24 cm ve standart sapma değeri ise 3.50 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 18-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 87b), ağaçların ortalama boyu 14.71 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.51 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 21,793 + (-1,785 \cdot x) + (0,108 \cdot x^2) + (-0,0018 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 87c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap büyüklüğü arttıkça boydaki değişimin doğrusal olmadığını, belirli bir noktadan sonra boy artış hızının azaldığını ve ardından düşüş gösterdiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 16.8 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %95'ini temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %5'ini oluşturur. Genç bireylerin yetiştirilmesi, meşcerenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 2010 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb₃ meşceresidir ve içerisinde 32 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 88. Oltu OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

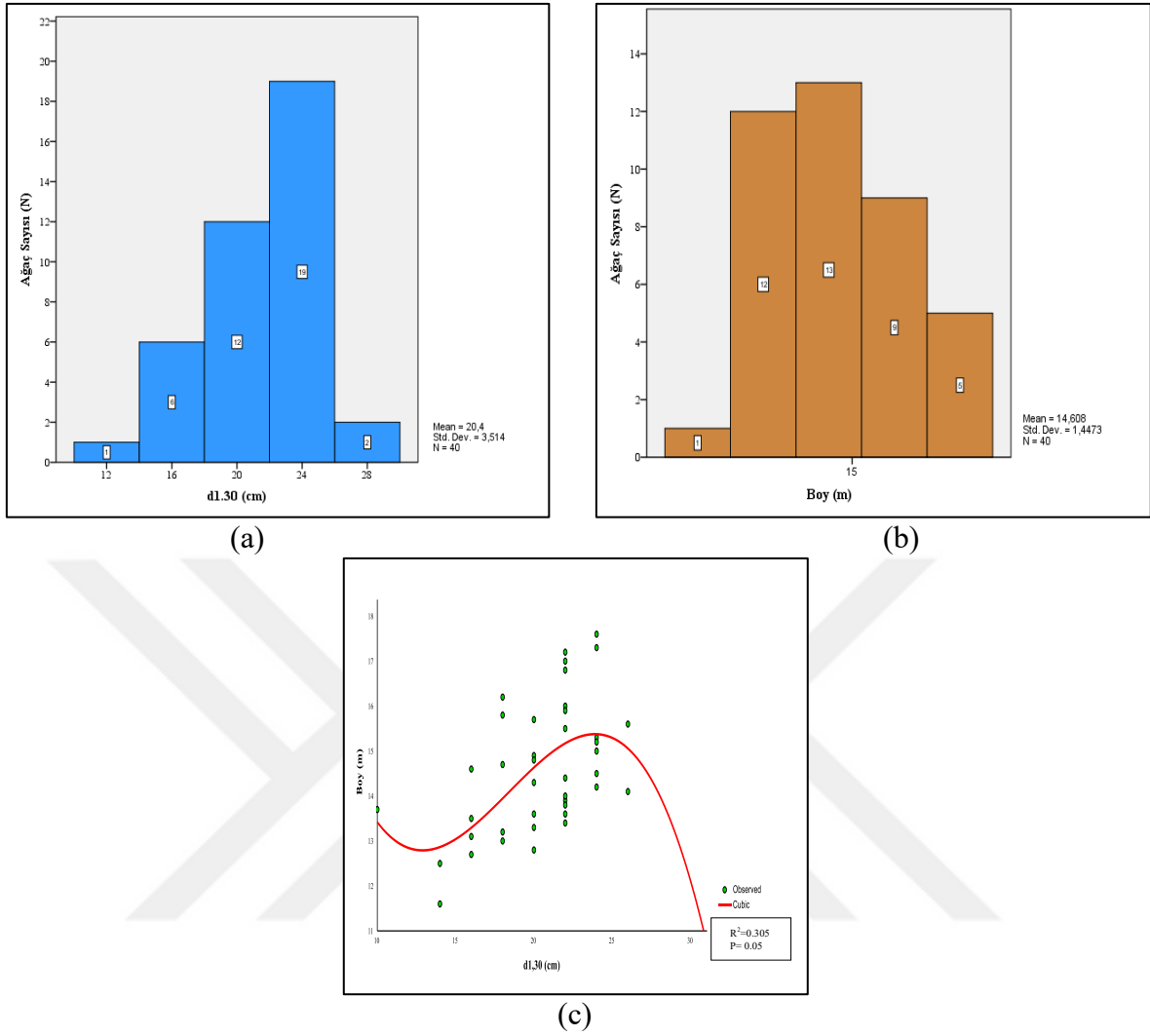
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 88a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-30 cm arasında değişmekte olup ortalaması 20.24 cm ve standart sapma değeri ise 3.50 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 18-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 88b), ağaçların ortalama boyu 14.71 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.51 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 21,793 + (-1,785 \cdot x) + (0,108 \cdot x^2) + (-0,0018 \cdot x^3)$ 'dir (Şekil 88c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap büyüklüğü arttıkça boydaki değişimin doğrusal olmadığını, belirli bir noktadan sonra boy artış hızının azaldığını ve ardından düşüş gösterdiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 16.2 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %81'ini temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %15'ini oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %4 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 2100 metredir ve kuzey bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb₃ meşceresidir ve içerisinde 40 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 89. Oltu OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

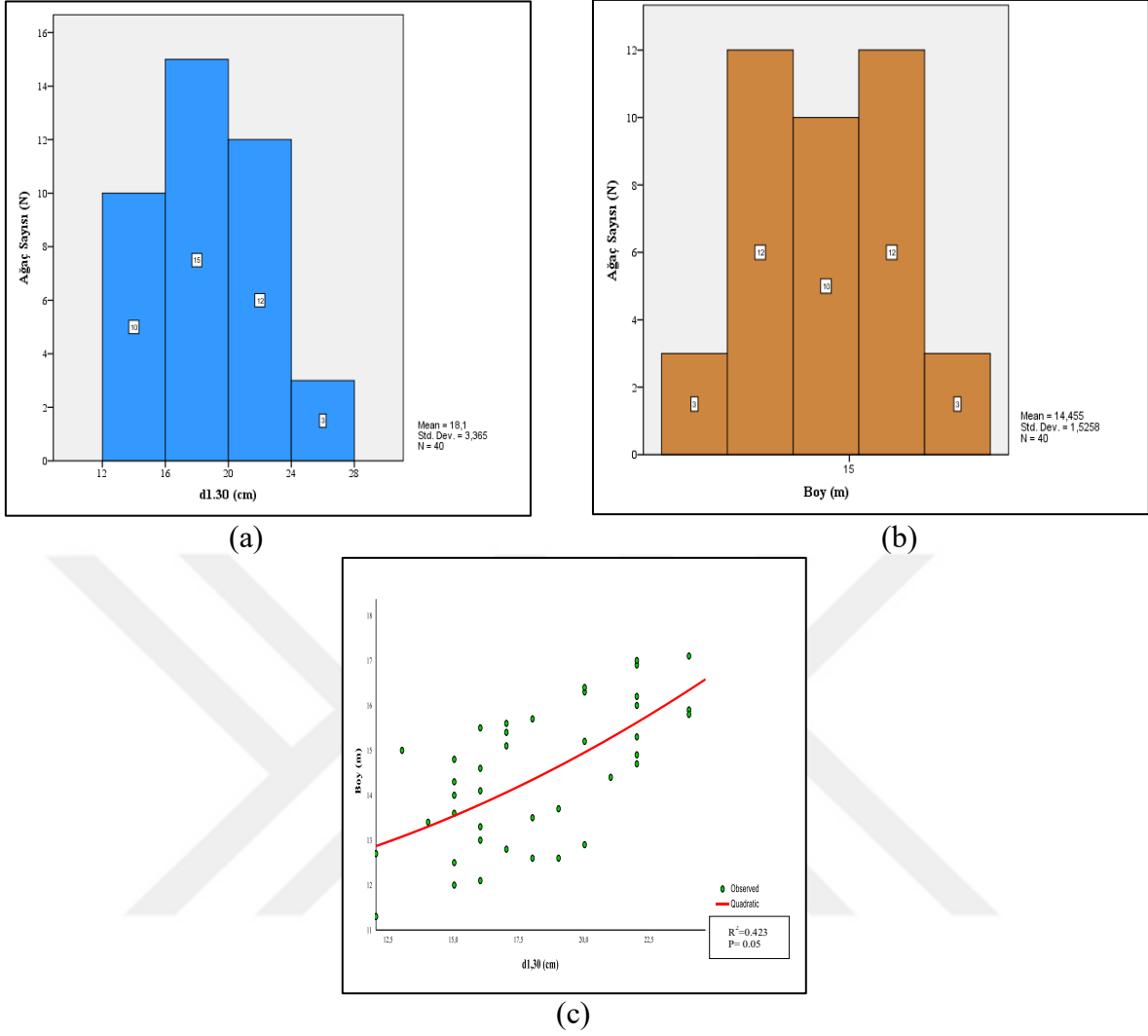
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 89a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği, yani ağaçların çaplarının homojen bir şekilde dağılmadığı görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 14-26 cm arasında değişmekte olup ortalaması 20.4 cm ve standart sapma değeri ise 3.51 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 20-24 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 89b), ağaçların ortalama boyu 14.61 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.45 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 31,724 + (-3,5816) x + 0,2139x^2 - 0,0039x^3$ 'dir (Şekil 89c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, düşük çap değerlerinde (10-15 cm arası) boy değeri bir düşüş eğilimi gösterirken, orta çap değerlerinde (15-25 cm arası) bir artış eğilimi gözlenmektedir.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 16.5 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 2100 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb₃ meşçeresidir ve içerisinde 40 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 90. Oltu OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 90a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-24 cm arasında değişmekte olup ortalaması 18.1 cm ve standart sapma değeri ise 3.37 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

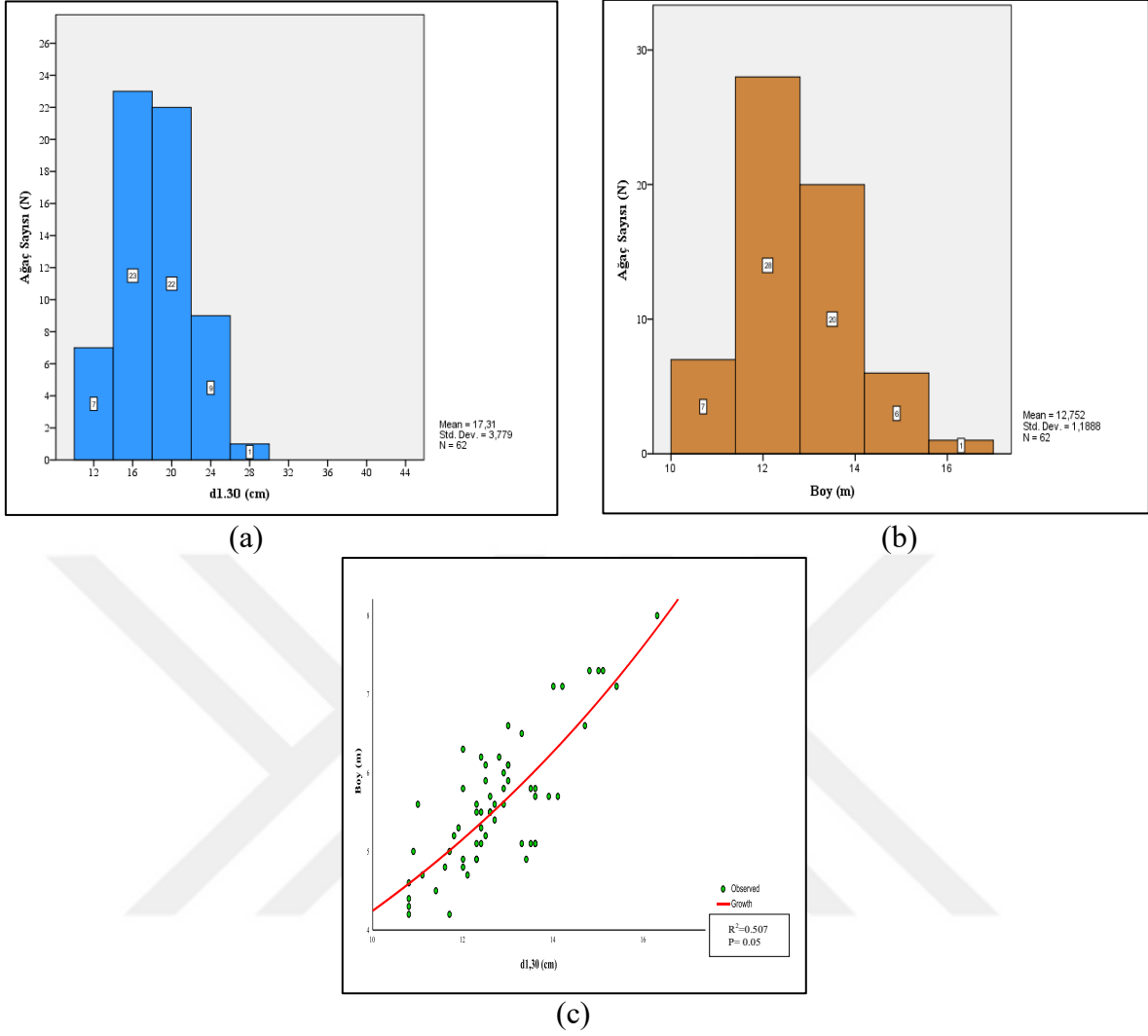
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 90b), ağaçların ortalama boyu 14.46 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.53 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 11,4638 + 0,0310 * x + 0,0072 * x^2$.'dir (Şekil 90c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap değerleri arttıkça boyun artış eğilimi gösterdiğini ve boy artışının başlangıçta daha yavaş olduğunu ancak çapın belirli bir aralığa ulaştıktan sonra daha hızlı bir şekilde artmaya başladığını söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 16.5 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

- Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği (Marjinal (Kenar) Populasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 2020 metredir ve güneybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşçeresidir ve içerisinde 62 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 91. Kılıçkaya OİŞ 1 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

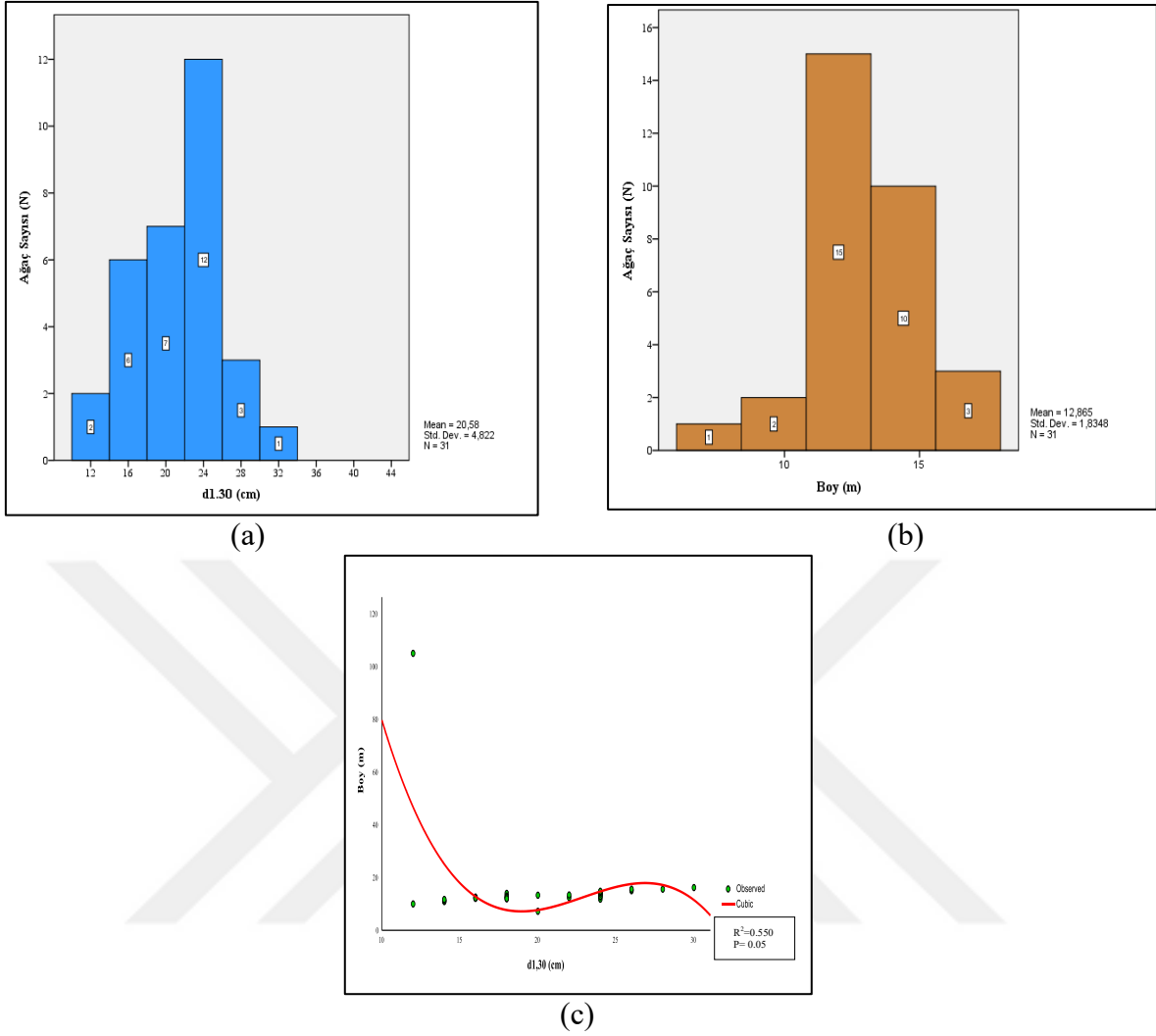
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 91a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 10-26 cm arasında değişmekte olup ortalaması 17.31 cm ve standart sapma değeri ise 3.78 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 16-18 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 91b), ağaçların ortalama boyu 12.75 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.89 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 12-14 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = \exp(0.4711 + 0.0975 \cdot x)$ 'dir (Şekil 91c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap değerleri arttıkça boyun artış eğilimi gösterdiğini, özellikle küçük çaplı bireylerin daha düşük boylarda yoğunlaştığını ve çap arttıkça boyda hızlı bir büyümenin meydana geldiğini söylemek mümkündür.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 14.7 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşcerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1930 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 31 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 92. Kılıçkaya OİŞ 2 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

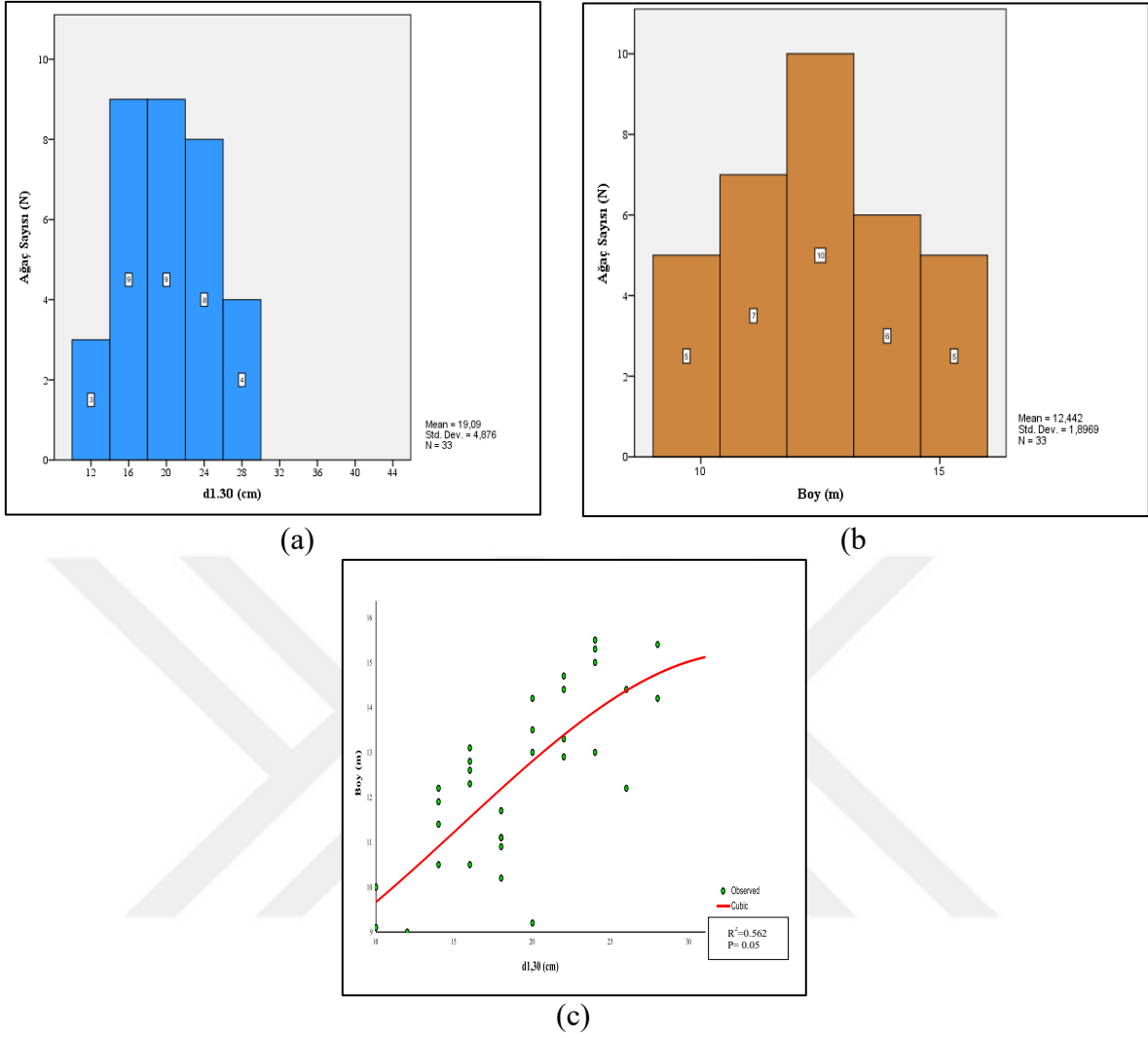
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 92a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 12-30 cm arasında değişmekte olup ortalaması 20.58 cm ve standart sapma değeri ise 4.82 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 20-24 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 92b), ağaçların ortalama boyu 12.87 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.84 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 12-14 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 488,34 - 66,4x + 2,99x^2 - 0,044x^3$ 'dir (Şekil 92c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boy değerlerinde başlangıçta hızlı bir düşüş olduğunu, sonrasında ise boy değerlerinin belirli bir noktada stabil hale geldiğini söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 15.1 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1930 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşçeresidir ve içerisinde 33 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 93. Kılıçkaya OİŞ 3 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

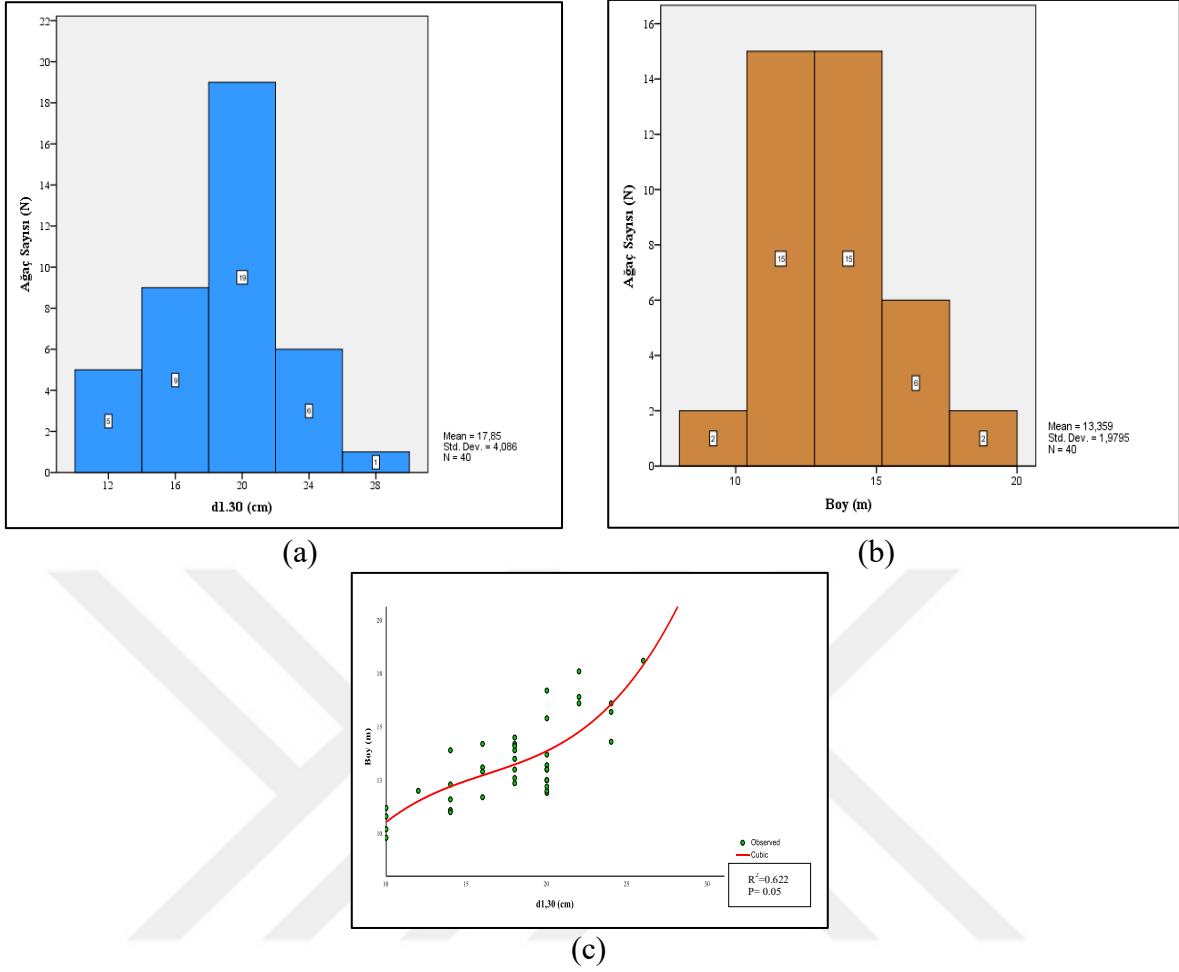
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 93a), çap değerlerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 10-28 cm arasında değişmekte olup ortalaması 19.09 cm ve standart sapma değeri ise 4.88 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 93b), ağaçların ortalama boyu 12.44 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.97 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 12-14 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = 7,602 + 0,0865x + 0,0153x^2 - 0,00033x^3$ 'dir (Şekil 93c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap arttıkça boyun önce hızlı bir artış gösterdiğini, ardından daha büyük çaplarda artış hızının azaldığını ve sonrasında boy artışının yavaşladığını söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşçere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşçere üst boyu 14.8 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşçerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1950 metredir ve kuzeybatı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşçeresidir ve içerisinde 40 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 94. Kılıçkaya OİŞ 4 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 94a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 10-26 cm arasında değişmekte olup ortalaması 17.85 cm ve standart sapma değeri ise 4.09 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, en yüksek yoğunluğun 18-20 cm çap aralığında yer aldığı gözlenmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

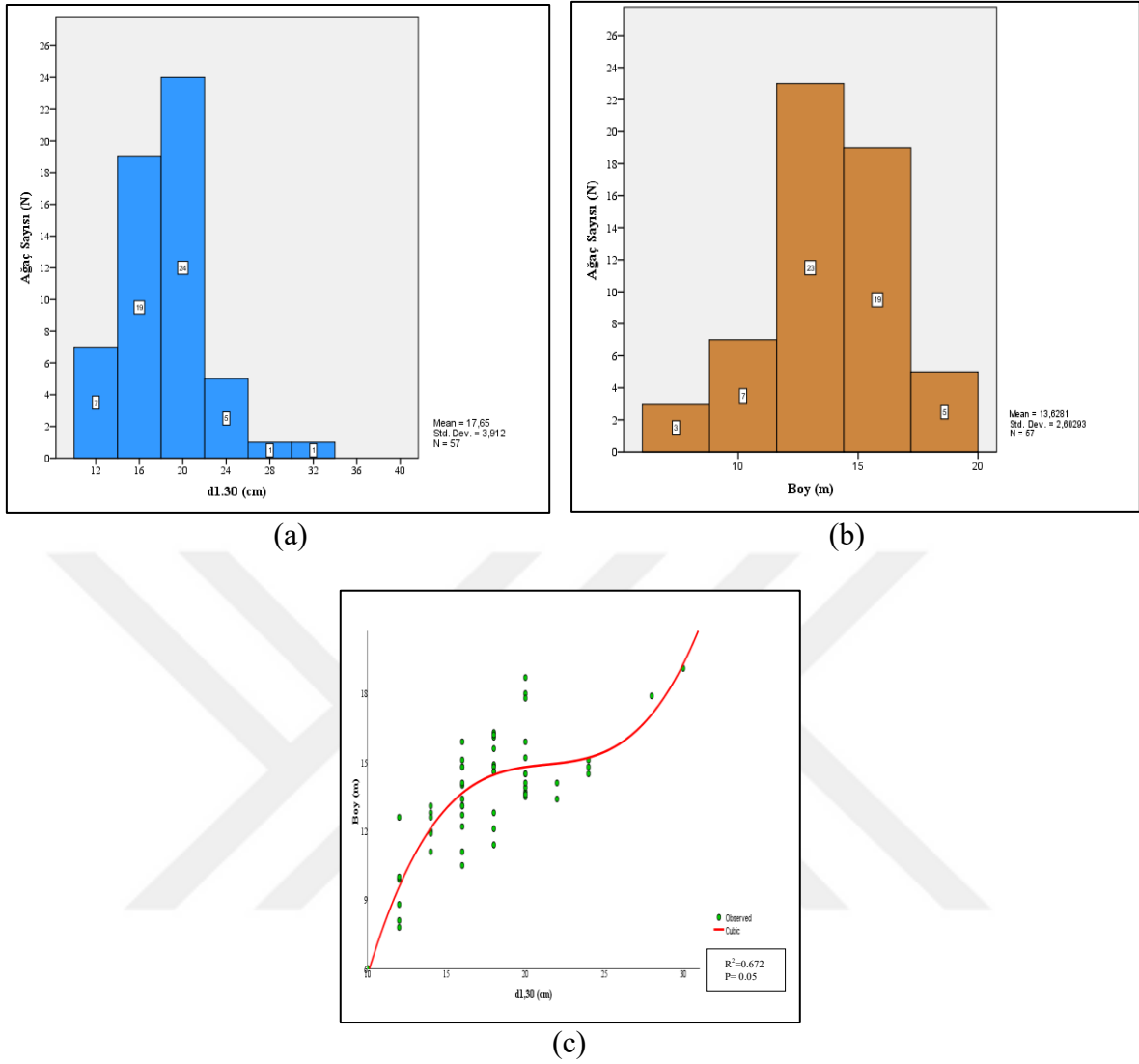
Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 94b), ağaçların ortalama boyu 13.36 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 1.98 m 'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = -3,7095 + 2,5524 x + -0,1420 x^2 + 0,0030 x^3$ 'dir (Şekil

94c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, düşük çap değerlerinde boy değerlerin yavaş bir artış gösterdiğini, çap değerinin 20 cm ve üzerine çıktığı durumlarda ise boy artış hızının arttığını söylemek mümkündür.

Meşçerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 16.7 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede tek tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %100'ünü temsil etmekte ve meşçerenin olgun bir yapıya sahip olduğunu ve ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$) ve alt tabakada ($5m < h < 1/3$) ise birey bulunmamaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1960 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşçeresidir ve içerisinde 57 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 95. Kılıçkaya OİŞ 5 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

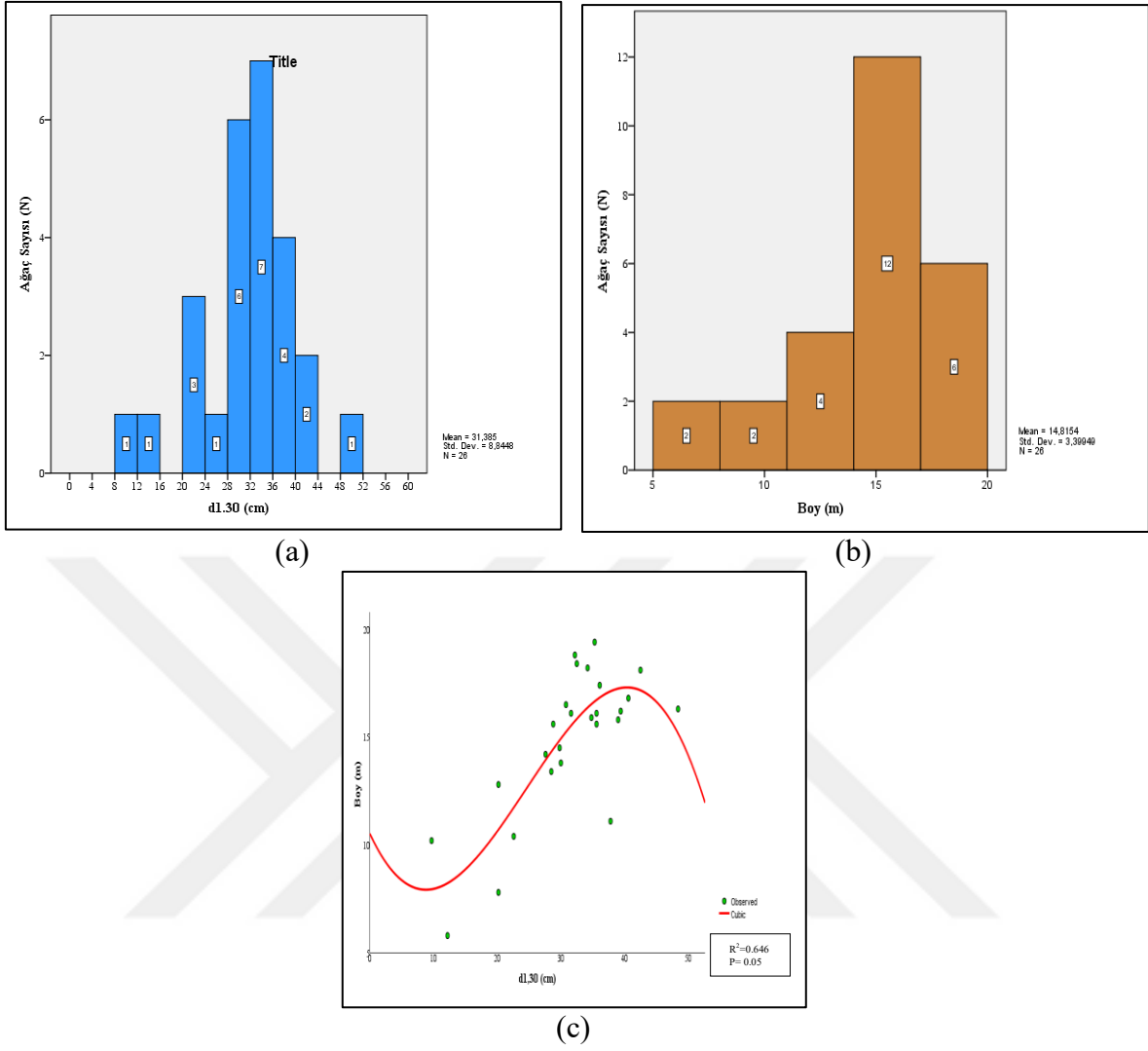
Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 95a), çap değerlerinin normal dağılıma yakın bir yapı sergilediği gözlemlenmiştir. Örnek alan içerisindeki $d_{1.30}$ çapları 10.0-30.0 cm arasında değişmekte olup ortalama çap değeri 17.65 cm ve standart sapma değeri 3.912 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, bireylerin çoğunluğunun 16-20 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 95b), ortalama boy değeri 13.0821 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 2.803 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların büyük çoğunluğu 10-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (-42.498 + 7.935x - 0.369x^2 + 0.00576x^3)$ 'dir (Şekil 95c). Bu model çap ve boy arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve küçük çaplı bireylerde boy artış hızının yüksek olduğu, orta çap büyüklüğündeki bireylerde artış hızının yavaşlamakta olduğunu, geniş çaplı bireylerde ise yeniden bir artış olduğu görülmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 18,2 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %56'ını temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %38'ini oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %6 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın denizden yüksekliği 1960 metredir ve batı bakıda yer almaktadır. Örnekleme yapılan alan 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresidir ve içerisinde 26 adet ağaç bulunmakta olup örnek alan büyüklüğü $30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$ dir.



Şekil 96. Kılıçkaya OİŞ 6 nolu örnek alanda (a) çap kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (b) boy kademesi-ağaç sayısı ilişkisi, (c) göğüs çapı-boy ilişkisi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 96a), çap değerlerinin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Örnek alan içerisindeki d1.30 çapları 8.0-56.0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap değeri 31.385 cm ve standart sapma değeri 8.8446 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, bireylerin çoğunluğunun 24-36 cm aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu görülmektedir.

Ağaç sayılarının boy basamaklarına dağılımı incelendiğinde (Şekil 96b), ortalama boy değeri 14.6154 m olarak hesaplanmış olup, standart sapma değeri 3.3940 m'dir. Boy dağılımında, meşceredeki ağaçların çoğunluğunun 15-20 metre aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Örnek alanda çap ile boy arasındaki ilişkiyi $p \leq 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olarak ortaya koyan regresyon modeli $y = (10.523 - 0.636x + 0.044x^2 - 0.000596x^3)$ 'dir (Şekil 96c). Göğüs çapı-boy ilişkisine bakıldığında, çap ve boy arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve orta çap sınıfındaki bireylerde çap artışı ile birlikte boyda belirgin bir artış olduğu, ancak geniş çaplı bireylerde boy artışının azaldığı görülmektedir.

Meşcerenin dikey yapısının değerlendirilmesi amacıyla meşcere üst boyu esas alınarak yapılan tabakalılık analizine göre; örnek alana ilişkin meşcere üst boyu 21.6 m olarak hesaplanmış ve ağaç sayısına bağlı tabakalılık durumu belirlenmiştir. Meşcerede çok tabakalı bir kuruluş gözlenmektedir. Üst Tabaka ($h > 2/3$), toplam bireylerin %72'ini temsil etmekte ve bu duruma bağlı olarak meşcerede ışık rekabetinin üst tabaka lehine olduğunu söylemek mümkündür. Orta tabaka ($1/3 \leq h \leq 2/3$), bireylerin %20'ini oluşturarak büyüme potansiyeline sahip bireylerin önemli bir kısmını temsil etmektedir ve gelecekte üst tabakaya dahil olabilecek bireyleri barındırmaktadır. Alt tabaka ($5m < h < 1/3$) ise %8 ile en düşük oranı göstererek genç veya baskılanmış bireylerden oluşmakta ve meşcereyi temsil etme yeteneği sınırlı olduğundan meşcerenin üst ve orta tabakadan oluşan bir yapı sergilediğini söylemek mümkündür.

3.2. Meşcere İstikrarlılığına (Stabilite) İlişkin Bulgular

Her örnek alan için stabilite değerleri detaylı bir şekilde analiz edilerek, stabilite ortalama değerleri ve stabilite yüzdeleri üzerinden örnek alanların genel durumu analiz edilmiştir. Tabloda yer alan stabilite ortalama değerlerinin sınıflandırılmasında 80 ve altındaki bireyler stabil, 80 ile 100 arasındaki bireyler düşük stabilite ve 100 üzerindeki bireyler ise stabil olmayan olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Örnek Alanlara ilişkin stabilite (istikrarlılık) değerleri tablosu

Örnek Alan No	Popülasyon Türü	Örnek Alan Adı	Stabilite Ortalama Değeri	Stabilite Yüzdesi (%)
TRABZON ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ				
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Gümüşhane-Sarıçdağı	50.98	97.4
2		Gümüşhane-Sarıçdağı	56.52	94.3
3		Gümüşhane-Sarıçdağı	52.63	92.3
4		Gümüşhane-Sarıçdağı	48.31	100.0
5		Gümüşhane-Sarıçdağı	58.93	87.0
6		Gümüşhane-Sarıçdağı	80.83	60.0
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Gümüşhane-Şiran	57.97	91.3
2		Gümüşhane-Şiran	44.87	100.0
3		Gümüşhane-Şiran	40.2	100.0
4		Gümüşhane-Şiran	56.6	97.5
5		Gümüşhane-Şiran	73.43	76.7
6		Gümüşhane-Şiran	83.42	63.2
GİRESUN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ				
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Giresun-Bölükçam	55.28	100.0
2		Giresun-Bölükçam	61.56	96.7
3		Giresun-Bölükçam	59.00	93.33
4		Giresun-Bölükçam	53.87	100.0
5		Giresun-Bölükçam	55.56	100.0
6		Giresun-Bölükçam	55.16	100.0
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Ordu-Arpaalan	64.08	100.0
2		Ordu -Arpaalan	69.82	84.3
3		Ordu -Arpaalan	67.76	88.6
4		Ordu -Arpaalan	73.86	81.4
5		Ordu -Arpaalan	78.86	68.3
6		Ordu -Arpaalan	70.01	90.5
AMASYA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ				
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Tokat-Ayvaz	53.61	100.0
2		Tokat-Ayvaz	54.8	96.43
3		Tokat-Ayvaz	51.35	100.0
4		Tokat-Ayvaz	52.23	100.0
5		Tokat-Ayvaz	55.83	91.7
6		Tokat-Ayvaz	53.85	93.33
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Tokat-Niksar	70.00	90.0
2		Tokat-Niksar	64.52	97.1
3		Tokat-Niksar	63.28	100.0
4		Tokat-Niksar	66.27	97.1
5		Tokat-Niksar	66.54	95.0
6		Tokat-Niksar	63.73	96.8
KAYSERİ ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ				
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Yozgat-Aydincık	59.91	95.2
2		Yozgat -Aydincık	54.81	100
3		Yozgat -Aydincık	49.29	100
4		Yozgat -Aydincık	61.16	85
5		Yozgat -Aydincık	55.17	95.2
6		Yozgat -Aydincık	59.1	100
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Yozgat-Başçatak	56.29	100
2		Yozgat -Başçatak	60.41	96.6
3		Yozgat -Başçatak	57.47	100
4		Yozgat -Başçatak	58.38	95.7
5		Yozgat -Başçatak	61.95	95.4
6		Yozgat -Başçatak	62.98	95.4

Tablo 2'nin devamı

ERZURUM ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ				
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Erzurum-Oltu	76.66	65.4
2		Erzurum-Oltu	80.67	51.6
3		Erzurum-Oltu	74.05	80.5
4		Erzurum-Oltu	74.54	71.9
5		Erzurum-Oltu	73.55	77.5
6		Erzurum-Oltu	81.66	50.0
ARTVİN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ				
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Artvin-Kılıçkaya	76.52	69.4
2		Artvin-Kılıçkaya	64.75	90.3
3		Artvin-Kılıçkaya	67.79	81.8
4		Artvin-Kılıçkaya	77.33	67.5
5		Artvin-Kılıçkaya	78.29	50.9
6		Artvin-Kılıçkaya	49.51	96.2

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Gümüşhane-Sarıçadağı Orman İşletme Şefliği'nde (normal popülasyon) örnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 48.31 ile 80.83 arasında değişmekte, örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %60.0 ile %100 arasında bir dağılım göstermektedir. 4 nolu örnek alanda, %100 stabil birey oranı ile bireylerin tamamının stabil olduğunu, yani meşcerenin dayanıklı bir yapıya sahip olduğunu söylemek mümkündür. 6 nolu örnek alanda ise, örnek alanın stabilite değeri 80.83 ve bireylerin %60'ı stabil olup, düşük stabiliteye sahip bireylerin alanda bulunduğunu söyleyebiliriz (Tablo 2).

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Gümüşhane-Şiran Orman İşletme Şefliği'nde (marjinal popülasyon) örnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 40.2 ile 83.42 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %63.2 ile %100 arasında bir dağılım göstermektedir. 2 ve 3 nolu örnek alanlarda, %100 stabil birey yüzdesi ile tüm bireylerin stabil olduğunu, yani meşcerenin yüksek dayanıklılık gösterdiğini söylemek mümkündür. 6 nolu örnek alanda ise, %63.2 stabil birey yüzdesi ile düşük stabilite düzeyine sahip bireylerin bulunduğunu söyleyebiliriz (Tablo 2).

Giresun Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Giresun-Bölükçam Orman İşletme Şefliği'nde (normal popülasyon) örnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 53.87 ile 61.56 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %93.33 ile %100 arasında bir dağılım göstermektedir (Tablo 2). Giresun-Bölükçam Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanların genel olarak stabil birey yüzdelерinin yüksek olduğu homojen bir yapıya sahip olduğunu

söyleyebiliriz. 1., 4., 5. ve 6. örnek alanlar, %100 stabil birey yüzdesi ile tüm bireylerin stabil olduğu meşcerelerdir. 2. (%96.7) ve 3. (%93.33) örnek alanlar, stabil birey yüzdesinin diğer örnek alanlara göre biraz daha azaldığı örnek alanlar olduğunu söyleyebiliriz (Tablo 2).

Giresun Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Ordu-Arpaalan Orman İşletme Şefliği'nde (marjinal popülasyon) örnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 64.08 ile 78.86 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %68.3 ile %100 arasında bir dağılım göstermektedir. Ordu-Arpaalan Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanların genel olarak stabilite açısından heterojen bir yapıya sahip olduğunu söyleyebiliriz. 1. örnek alan, %100 stabil birey yüzdesi ile bireylerin tamamının stabil olduğu bir meşcere yapısı göstermektedir. 5. ve 6. örnek alanlar, %68.3 ve %90.5 oranları ile stabil birey yüzdesinin daha düşük olduğu alanlar, 2., 3. ve 4. örnek alanlar ise, %81.4 ile %88.6 arasında değişen stabil birey yüzdeleri ile kısmen daha dengeli ancak diğer örnek alanlara göre düşük stabilite gösteren bireylerin bulunduğu alanlar olarak öne çıkmaktadır (Tablo 2).

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Tokat- Ayvaz Orman İşletme Şefliği'nde (normal popülasyon) örnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 51.35 ile 55.83 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %91.7 ile %100 arasında bir dağılım göstermektedir. Tokat-Ayvaz Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanların genel olarak homojen ve stabil bir yapıya sahip olduğunu söyleyebiliriz. 1. (53.61), 3. (51.35), ve 4. (52.23) örnek alanlar, %100 stabil birey yüzdesine sahiptir ve tüm bireylerin stabil olduğu bir yapı sergilemektedir. 2., 5., ve 6. örnek alanlar, %91.7 ile %96.43 arasında değişen stabil birey yüzdesi ile diğer alanlara oranla düşük stabilite eğilimleri göstermektedir (Tablo 2).

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Tokat- Niksar Orman İşletme Şefliği'nde (marjinal popülasyon) örnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 63.28 ile 70.00 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %90.0 ile %97.1 arasında bir dağılım göstermektedir (Tablo 2). Tokat-Niksar Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanların genel itibariyle stabil bir yapıya sahip olduğunu söyleyebiliriz. 1. örnek alan 70.0 ortalama stabilite değeri ve %90 stabilite yüzdesi ile örnek alanlar içerisinde stabil birey oranının en düşük olduğu örnek alan olarak dikkat çekmektedir. 2., 3., 4., 5., ve 6. örnek alanlarda,

stabilite ortalama değerleri 63.28 ile 70.00 arasında ve stabil birey yüzdeleri %95.0 ile %97.1 arasında değişmektedir (Tablo 2).

Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Yozgat-Aydıncık Orman İşletme şefliği'nde (normal popülasyon) rnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 49.29 ile 61.16 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %85.0 ile %100 arasında bir dağılım göstermektedir. Yozgat-Aydıncık Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanların genel olarak stabil birey yüzdelerinin yüksek olduğu söyleyebiliriz. 2., 3., ve 6. rnek alanlar, sırasıyla 54.81, 49.29, 59.1 ortalama stabilite değerleri ve %100 stabil birey yüzdesi ile bireylerin tamamen stabil olduğu alanlardır. 4. rnek alanda, %85 stabil birey yüzdesi ile diğer alanlara kıyasla daha düşük bir stabilite yüzdesi görülmektedir (Tablo 2).

Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Yozgat-Başçatak Orman İşletme şefliği'nde (marjinal popülasyon) rnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 56.29 ile 62.98 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %95.4 ile %100 arasında bir dağılım göstermektedir (Tablo 2). Yozgat-Başçatak Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanların genel olarak stabil birey yüzdelerinin yüksek olduğu söyleyebiliriz. 1. ve 3. rnek alanlar, sırasıyla 56.29, 57.47 ortalama stabilite değerleri ve %100 birey yüzdesi ile bireylerin tamamen stabil olduğu alanlardır (Tablo 2). 2., 4., 5., ve 6. rnek alanlar ise sırasıyla 96.6, 95.7, 95.4, 95.4 ortalama stabilite değerleri, %95.4 ile %96.6 arasında değişen stabil birey yüzdesi ile diğer alanlara göre kısmen daha düşük stabilite gösteren alanlardır (Tablo 2).

Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Erzurum-Oltu Orman İşletme şefliği'nde (marjinal popülasyon) rnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite ortalama değerleri 73.55 ile 81.66 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %50.0 ile %80.5 arasında bir dağılım göstermektedir. Erzurum-Oltu Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanların genel olarak stabil birey yüzdelerinin düşük olduğu söyleyebiliriz. 6. rnek alan 81.66 ortalama stabilite değeri ve %50 stabil birey yüzdesi, 2. rnek alan 80.67 ortalama stabilite değeri ve %51,6 stabil birey yüzdesi ile stabil birey oranlarının oldukça düşük olduğu örnek alanlar olarak görülmektedir. 3. (%80.5) ve 5. (%77.5) rnek alan, daha yüksek stabilite yüzdesine sahiptir (Tablo 2).

Artvin Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan Artvin-Kılıçkaya Orman İşletme şefliği'nde (marjinal popülasyon) rnekleme yapılan alanlar içerisinde stabilite

ortalama değerleri 49.51 ile 78.29 arasında değişmekte ve örnek alanlar içerisinde stabil birey yüzdesi ise %50.9 ile %96.2 arasında bir dağılım göstermektedir. Artvin-Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde örnekleme yapılan alanlarda 6. örnek alan 49.51 ortalama stabilite değeri ile en düşük stabilite değerine sahip örnek alan, ancak % 96.2 ile stabil birey yüzdesi en yüksek alan olarak belirlenmiştir. 5. örnek alan ise 78.29 ortalama stabilite değeri ile en yüksek stabilite değerine sahip örnek alan olmasının yanı sıra %50.9 stabil birey yüzdesi en düşük örnek alan olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

3.3. Müdahale Şiddetine İlişkin Bulgular

Bu çalışmada, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) popülasyonlarında farklı aralama yoğunlukları ve iklim değişikliğine bağlı çevresel koşulların meşcere gelişimi üzerindeki silvikültürel etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmış ve bu kapsamda her orman bölge müdürlüğünde örnekleme yapılan alanlarda önceki yıllarda bakım müdahaleleri kapsamında uygulanmış olan aralama müdahalelerinin şiddetine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 3’ de detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 3. Örnek Alanlara ilişkin müdahale şiddeti değerleri tablosu

Örnek Alan No	Popülasyon Türü	Örnek Alan Adı	Örnek Alan Ort. Göğüs Çapı (cm)	Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Mevcut Fert Sayısı (ad/ha)	Mevcut Toplam Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Kesilen Fert Sayısı (ad/ha)	Kesilen Toplam Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Bakımdan Önceki Toplam Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Müdahale Şiddeti (%)
TRABZON ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ										
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Gümüşhane-Sarıçdağı	23.0	0.521	313	32.040	213	5.940	37.980	16
2		Gümüşhane-Sarıçdağı	22.5	0.664	383	29.710	183	2.356	32.066	7
3		Gümüşhane-Sarıçdağı	23.7	0.737	433	33.917	283	3.822	37.739	10
4		Gümüşhane-Sarıçdağı	27.1	0.641	333	13.738	167	2.036	15.774	13
5		Gümüşhane-Sarıçdağı	24.7	0.801	350	25.548	250	5.503	31.051	18
6		Gümüşhane-Sarıçdağı	22.8	0.682	533	16.555	350	5.367	21.921	24
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Gümüşhane-Şiran	28.9	1.092	383	25.866	83	1.725	29.828	13
2		Gümüşhane-Şiran	22.1	0.641	417	18.027	117	10.150	28.177	36
3		Gümüşhane-Şiran	27.5	0.992	233	14.194	117	7.959	22.154	36
4		Gümüşhane-Şiran	25.4	0.563	444	23.202	89	4.201	27.404	15
5		Gümüşhane-Şiran	22.8	0.682	500	21.945	267	10.104	32.048	32
6		Gümüşhane-Şiran	20.2	0.536	633	21.959	250	6.088	28.047	22
GİRESUN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ										
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Giresun-Bölükçam	34.2	1.526	433	41.584	133	5.470	47.054	12
2		Giresun-Bölükçam	29.1	1.108	500	35.199	167	4.248	39.447	11
3		Giresun-Bölükçam	31.6	1.306	500	42.421	233	2.600	45.021	6
4		Giresun-Bölükçam	34.1	1.521	400	37.885	250	6.967	44.851	16
5		Giresun-Bölükçam	32.5	1.378	367	31.201	233	9.719	40.920	24
6		Giresun-Bölükçam	33.1	1.435	433	38.537	267	11.379	49.916	23
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Ordu-Arpaalan	25.5	0.852	833	44.431	500	18.176	62.607	29
2		Ordu -Arpaalan	22.3	0.648	850	34.965	550	6.372	41.337	15
3		Ordu -Arpaalan	23.4	0.717	733	33.077	383	9.663	42.740	23
4		Ordu -Arpaalan	21.0	0.579	983	35.494	517	6.076	41.570	15
5		Ordu -Arpaalan	19.3	0.487	1050	31.906	900	14.289	46.195	31
6		Ordu -Arpaalan	22.9	0.686	700	30.348	633	7.633	37.981	20

Tablo 3'ün devamı

AMASYA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ										
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Tokat-Ayvaz	33.4	1.461	400	35.602	183	11.519	47.121	24
2		Tokat-Ayvaz	35.6	1.655	467	46.629	200	12.087	58.716	21
3		Tokat-Ayvaz	34.7	1.578	183	17.694	150	9.373	27.067	35
4		Tokat-Ayvaz	35.1	1.613	300	29.924	100	7.902	37.826	21
5		Tokat-Ayvaz	33.0	1.428	400	35.562	167	11.748	47.310	25
6		Tokat-Ayvaz	35.9	1.683	250	26.423	100	9.618	36.041	27
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Tokat-Niksar	22.3	0.649	833	33.355	517	20.375	53.729	38
2		Tokat-Niksar	25.5	0.849	567	30.194	350	13.893	44.087	32
3		Tokat-Niksar	25.7	0.861	633	33.492	517	16.827	50.319	33
4		Tokat-Niksar	24.9	0.810	583	28.994	250	3.330	32.324	10
5		Tokat-Niksar	24.1	0.761	667	30.920	550	17.383	48.302	36
6		Tokat-Niksar	25.4	0.845	517	26.719	483	17.579	44.297	40
KAYSERİ ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ										
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Yozgat-Aydıncık	29.8	1.738	525	38.765	750	29.645	68.410	43
2		Yozgat -Aydıncık	28.8	1.632	1425	63.071	500	14.910	77.981	19
3		Yozgat -Aydıncık	24.0	1.130	450	39.066	375	12.148	51.214	24
4		Yozgat -Aydıncık	31.3	1.927	500	46.520	350	12.797	59.317	22
5		Yozgat -Aydıncık	29.0	1.650	525	29.819	275	5.548	35.366	16
6		Yozgat -Aydıncık	21.0	0.865	625	33.949	500	13.518	47.467	28
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Yozgat-Başçatak	30.7	1.233	383	28.998	283	11.519	40.517	28
2		Yozgat -Başçatak	28.2	1.041	483	31.322	250	8.973	40.294	22
3		Yozgat -Başçatak	29.4	1.133	350	24.340	183	7.285	31.625	23
4		Yozgat -Başçatak	29.7	1.157	383	27.580	517	12.759	40.339	32
5		Yozgat -Başçatak	26.8	0.941	367	21.326	300	6.470	27.796	23
6		Yozgat -Başçatak	27.6	0.999	733	46.619	400	16.496	63.115	26
ERZURUM ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ										
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Erzurum-Oltu	20.0	0.521	867	28.187	200	1.739	29.925	6
2		Erzurum-Oltu	17.9	0.421	1033	27.151	367	4.937	32.087	15
3		Erzurum-Oltu	20.2	0.536	683	22.624	317	3.523	26.147	13
4		Erzurum-Oltu	20.4	0.543	533	18.024	383	4.153	22.176	19
5		Erzurum-Oltu	20.4	0.544	667	22.409	350	3.226	25.635	13
6		Erzurum-Oltu	18.1	0.429	667	17.723	367	4.706	22.429	21

Tablo 3'ün devamı

ARTVİN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ										
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Artvin-Kılıçkaya	17.3	0.392	1033	17.723	117	2.235	27.670	8
2		Artvin-Kılıçkaya	20.6	0.554	517	17.723	300	5.084	23.175	22
3		Artvin-Kılıçkaya	19.1	0.477	550	17.723	267	4.643	21.374	22
4		Artvin-Kılıçkaya	17.9	0.417	667	17.723	300	5.650	23.177	24
5		Artvin-Kılıçkaya	17.6	0.408	950	17.723	200	3.790	28.140	13
6		Artvin-Kılıçkaya	35.4	1.642	433	17.723	433	5.184	41.249	13

3.4. ap, Boy, Gs Yüzeyi ve Hacim Artım Değerlerine İlişkin Bulgular

rnek alanlara ilişkin çap artımı (cm/ha), boy artımı (cm/ha), gğs yüzeyi artımı (cm²/ha), hacim artımı (m³/ha) değerleri Tablo 4’de verilmiştir.



Tablo 4. Örnek alanlara ilişkin çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri tablosu

Örnek Alan No	Popülasyon Türü	Örnek Alan Adı	Çap Artımı (cm/ha)	Boy Artımı (cm/ha)	Göğüs Yüzeyi Artımı (cm ² /ha)	Hacim Artımı (m ³ /ha)
TRABZON ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Gümüşhane-Sarıçdağı	125.00	84.38	2381.25	2.19
2		Gümüşhane-Sarıçdağı	172.50	118.83	3128.00	2.68
3		Gümüşhane-Sarıçdağı	879.67	117.00	3163.33	5.63
4		Gümüşhane-Sarıçdağı	603.33	73.33	1586.67	1.33
5		Gümüşhane-Sarıçdağı	1018.50	66.50	2453.50	2.10
6		Gümüşhane-Sarıçdağı	240.00	176.00	4245.33	3.73
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Gümüşhane-Şiran	187.83	130.33	3929.17	3.83
2		Gümüşhane-Şiran	287.50	200.00	4266.67	0.83
3		Gümüşhane-Şiran	88.67	63.00	1803.67	2.33
4		Gümüşhane-Şiran	173.33	44.44	3644.44	0.44
5		Gümüşhane-Şiran	145.00	100.00	2160.00	1.00
6		Gümüşhane-Şiran	329.33	215.33	6979.33	6.33
GİRESUN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Giresun-Bölükçam	364.00	247.00	8220.33	8.67
2		Giresun-Bölükçam	280.00	180.00	5930.00	5.00
3		Giresun-Bölükçam	465.00	285.00	10365.00	10.00
4		Giresun-Bölükçam	312.00	236.00	6488.00	8.00
5		Giresun-Bölükçam	157.67	121.00	2786.67	29.33
6		Giresun-Bölükçam	290.33	177.67	6768.67	8.67
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Ordu-Arpaalan	641.67	566.67	8691.67	8.33
2		Ordu -Arpaalan	484.50	391.00	7191.00	8.50
3		Ordu -Arpaalan	491.33	418.00	7348.00	7.33
4		Ordu -Arpaalan	619.50	472.00	10148.00	9.83
5		Ordu -Arpaalan	504.00	388.50	7875.00	10.50
6		Ordu -Arpaalan	721.00	560.00	11907.00	7.00

Tablo 4'ün devamı

AMASYA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Tokat-Ayvaz	308.00	164.00	7480.00	4.00
2		Tokat-Ayvaz	144.67	168.00	5973.33	4.67
3		Tokat-Ayvaz	75.17	56.83	1191.67	2.02
4		Tokat-Ayvaz	195.00	126.00	4860.00	7.80
5		Tokat-Ayvaz	232.00	188.00	3408.00	6.40
6		Tokat-Ayvaz	170.00	90.00	4632.50	5.00
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Tokat-Niksar	208.33	158.33	2916.67	15.00
2		Tokat-Niksar	385.33	232.33	6641.33	5.10
3		Tokat-Niksar	633.33	430.67	10830.00	8.23
4		Tokat-Niksar	361.67	285.83	5786.67	5.25
5		Tokat-Niksar	593.33	486.67	9200.00	7.33
6		Tokat-Niksar	454.67	382.33	6262.00	5.17
KAYSERİ ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	NORMAL(MERKEZ) POPÜLASYON	Yozgat-Aydıncık	299.25	173.25	2105.25	3.68
2		Yozgat -Aydıncık	689.75	519.25	12276.00	10.85
3		Yozgat -Aydıncık	216.00	135.00	360.00	2.70
4		Yozgat -Aydıncık	400.00	285.00	6640.00	5.50
5		Yozgat -Aydıncık	262.50	178.50	3769.50	2.63
6		Yozgat -Aydıncık	456.25	362.50	4200.00	5.63
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Yozgat-Başçatak	153.33	92.00	3174.00	3.83
2		Yozgat -Başçatak	178.83	111.17	3576.67	4.83
3		Yozgat -Başçatak	217.00	136.50	4291.00	1.40
4		Yozgat -Başçatak	318.17	164.83	7839.17	0.77
5		Yozgat -Başçatak	198.00	143.00	3538.33	3.67
6		Yozgat -Başçatak	403.33	308.00	8587.33	7.33
ERZURUM ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Erzurum-Oltu	1386.67	988.00	18356.00	12.13
2		Erzurum-Oltu	1333.00	1043.67	16750.33	13.43
3		Erzurum-Oltu	1018.17	690.17	14971.83	9.57
4		Erzurum-Oltu	768.00	544.00	12453.33	8.00
5		Erzurum-Oltu	1053.33	740.00	16086.67	11.33
6		Erzurum-Oltu	893.33	740.00	10480.00	7.33

Tablo 4'ün devamı

ARTVİN ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ						
1	MARJİNAL(KENAR) POPÜLASYON	Artvin-Kılıçkaya	1984.00	1260.67	29460.33	22.73
2		Artvin-Kılıçkaya	738.83	289.33	10426.33	3.62
3		Artvin-Kılıçkaya	896.50	577.50	10054.00	6.05
4		Artvin-Kılıçkaya	860.00	700.00	9740.00	6.00
5		Artvin-Kılıçkaya	1843.00	1235.00	20795.50	11.40
6		Artvin-Kılıçkaya	613.83	507.50	6824.67	4.35

- Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü
 - Sarıçdağı Orman İşletme Müdürlüğü (Normal (Merkez) Popülasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1840 metre yüksekte ve kuzeydoğu bakıda yer alan, 800 m² (20x40 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresidir. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelemiştir. Meşcerede toplam 38 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 125,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 17-43 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 27,90 cm ve standart sapma 10,487 cm olarak belirlenmiştir. Çap değerlerinin normal bir dağılım gösterdiği gözlemlenmiş, en yüksek yoğunluğun 24-36 cm çap aralığında olduğu tespit edilmiştir. Meşcerede ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğu görülmekte, çap çeşitliliğinin fazla olması bireyler arası büyüme farklılıklarını ortaya koymaktadır. Ancak çap artımının sınırlı kalması, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılamadığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 84,38 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bireylerin ortalama boyu 13,953 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 4,6285 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 10-15 metre aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = \exp(1.5795 + 0.0353x)$), çap artışının başlangıçta boy artışını sınırlı düzeyde etkilediğini, ancak çap büyüdükçe boy artış hızının belirginleştiğini göstermektedir. Bu durum, meşcerede ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin büyüme potansiyelindeki artışın daha fazla olduğunu göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 2381,25 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımındaki bu sınırlı değer, çap artışındaki büyüme hızı ile doğrudan ilişkilidir. Gövde kesit alanında görülen bu sınırlı artış, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılamadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 2,19 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığı ve aralamaların meşcere gelişimi üzerindeki pozitif etkisinin tam olarak ortaya konulamadığını göstermektedir.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1900 metre yüksekte ve doğu bakıda yer alan örnek alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 35 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 172,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 8,0-44,0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 22,90 cm ve standart sapma değeri 9,2063 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımında, bireylerin 8-12 cm ve 24-32 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum, meşcerede yetiştirme ortamı besin kaynaklarının bireyler arasında heterojen bir dağılım gösterdiği ve büyüme farklılıklarının belirgin olduğunu göstermektedir. Meşcerenin büyük bir kısmının sırkılık-direklik ve ince ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğu ve farklı çap sınıflarına ait bireylerin bir arada bulunduğu ortaya konmuştur.

Boy artımı hektar bazında 118,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların ortalama boyu 12,0907 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 6,42705 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımında 5-10 m ve 15-20 m aralığında yoğunluk gösterdiği, diğer boy basamaklarında ise birey sayısının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, meşcerenin heterojen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = 0.541 \cdot x^{1.006}$), çap artışının boy artışını doğrusal olmayan, ancak pozitif yönlü bir eğilimle desteklediğini göstermektedir. Özellikle ince ağaçlık çağındaki bireylerin çap değerlerinde boy artışı sınırlı bir hızla gerçekleşirken, çap arttıkça boy artışının daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3128,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımındaki bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını ortaya koymaktadır. Ancak meşcerenin heterojen yapısı ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının bireyler arasında farklılık göstermesi, artım seviyelerini sınırlandırmaktadır.

Hacim artımı ise hektar başına 2,68 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığı ve aralamaların meşcere gelişimi üzerindeki pozitif etkisinin tam olarak ortaya konulamadığını göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1920 metre yüksekte ve güneybatı bakıda yer alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 26 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 879,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 8,0-64,0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 29,1577 cm ve standart sapma 12,2069 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımının normal dağılıma yakın bir yapı sergilediği gözlemlenmiştir. En yüksek yoğunluk 28-36 cm çap aralığında ve bireylerin ağırlıklı olarak ince ve orta ağaçlık çağlarında bulunduğunu göstermektedir. Çap değerlerinin çeşitliliğinin yüksek olması, meşcerenin heterojen bir yapıya sahip olduğunu ve bireyler arasında büyüme farklılıklarının belirgin olduğunu göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 117,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bireylerin ortalama boyu 14,7423 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 6,089 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 10-20 m boy aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = -17.635 + 2.678x - 0.070x^2 + 0.000625x^3$), çap değerlerinin başlangıçta boy üzerinde belirgin bir artışa yol açtığını, orta ağaçlık çağındaki bireylerde artış hızının yavaşladığını ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerde ise boy artışının tekrar hızlandığını göstermektedir. İnce ağaçlık çağındaki bireylerde boy artışının sınırlı olduğu, çap arttıkça boydaki artışın daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3163,33 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını ve bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından önemli ölçüde faydalandığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 5,63 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireysel büyüme potansiyeline pozitif etki sağladığını ortaya koymaktadır. Bu durum, meşcere yapısının heterojen olmasına rağmen bireysel büyüme potansiyelini etkili bir şekilde desteklediğini göstermektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1850 metre yüksekte ve kuzeybatı bakıda yer alan örnek alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama

müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 26 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 603,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 8,0-56,0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 21,6308 cm ve standart sapma değeri 11,2488 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımında yoğunluğun özellikle 24-28 cm aralığında olduğu gözlenmiş, ince çaplı bireylerin (<16 cm) ve kalın çaplı bireylerin (>40 cm) ise az sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, meşcerede ince ağaçlık çağındaki bireylerin ağırlıkta olduğunu, ancak orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin de mevcut olduğunu göstermektedir. Çap artışıındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyellerinin belirli düzeyde desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 73,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların ortalama boyu 9,857 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 4,901 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 5-10 m ve 10-15 m aralıklarında yoğunlaştığı, ancak 15 m üzerinde az sayıda bireyin bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, meşcerenin ağırlıklı olarak ince ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğunu, az sayıda orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerinde meşcerede yer aldığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = 0.751 \cdot x^{0.839}$), çap ve boy arasında pozitif yönlü, doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Çap değerleri arttıkça boy artımının düzenli bir şekilde arttığını, ince ağaçlık çağındaki bireylerde boy artışının daha sınırlı olduğu, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerde ise boy artış hızının azaldığı gözlemlenmiştir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 1586,67 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 1,33 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu sınırlı değer, bireylerin yetişme ortamı besin kaynaklarından yeterince faydalanmadığını ve bireysel büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1850 metre yüksekte ve kuzeybatı bakıda yer alan örnek alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 46 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 1018,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 4,0-40,0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 18,311 cm ve standart sapma 9,504 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımında ince çaplı bireylerin (<16 cm) yoğunlukta olduğu gözlenmiştir. Bu durum, meşcerenin ağırlıklı olarak sırkılık-direklik ve ince ağaçlık çağındaki bulunan bireylerden oluştuğunu göstermektedir. Çap artışındaki bu yüksek değer, ince ağaçlık çağındaki bireylerde yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kullanıldığını ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 66,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların ortalama boyu 10,9293 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 6,133 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 5-15 metre aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Buna karşılık 15 m üzerindeki bireylerin sayısının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, meşcerenin ince ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğunu, ancak az sayıda orta ağaçlık çağındaki bireylerden de meşcerede bulunduğunu ortaya koymaktadır. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 2.568 + 0.077x + 0.029x^2 - 0.000478x^3$), çap değerlerinin artmasıyla birlikte boy artımında düzenli bir artış gözlemlendiğini, ancak bu artışın belirli bir noktadan sonra azalmaya başladığını göstermektedir. İnce ağaçlık çağındaki bireylerde çap artışına bağlı olarak boy artışı belirgin bir şekilde artış göstermekte, orta ağaçlık çağındaki bireylerin çap değerlerinde bu artış hızı yavaşlamakta, kalın ağaçlık çağındaki bireylerde ise boy artışı sınırlı kalmaktadır.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 2453,50 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına önemli ölçüde yansıdığını göstermektedir. Ancak bu artış, ince ağaçlık çağındaki bireylerin yoğunlukta olmasına bağlı olarak sınırlı kalmaktadır.

Hacim artımı ise hektar başına 2,10 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu sınırlı değer, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından yeterince faydalanmadığını ve bireysel büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1830 metre yüksekte ve kuzeybatı bakıda yer alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 20 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 240,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 8,0-40,0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 23,36 cm ve standart sapma değeri 9,57 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımında ince çaplı bireylerin (<16 cm) yoğunlukta olduğu, orta çaplı bireylerin ise 24-36 cm aralığında belirli sayıda yer aldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, meşcerenin ağırlıklı olarak sırkılık-direklik ve ince ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğunu ve çap artışının ince ağaçlık çağındaki bireylerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 176,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların ortalama boyu 18,105 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 7,091 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-25 metre aralığında yoğunlaştığı gözlenmiş, kısa boylu bireylerin (<15 m) ise meşcerede az sayıda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durum, meşcerede orta boylu bireylerin baskın olduğunu ve dikey büyümenin önemli bir kısmının bu sınıfta yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = -0.929 + 0.811x + 0.017x^2 - 0.000556x^3$), çap artışının ince ağaçlık çağındaki bireylerde boy artımında düzenli bir artışa neden olduğunu, orta ağaçlık çağındaki bireylerin boy artışının en üst seviyeye ulaştığını, ancak kalın ağaçlık çağındaki bireylerin boy artış hızının azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 4245,33 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına pozitif bir şekilde yansıdığını ortaya koymaktadır. Özellikle ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin etkileri, göğüs yüzeyi artışını önemli ölçüde desteklemiştir.

Hacim artımı ise hektar başına 3,73 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireysel büyüme potansiyeline etki sağladığını ancak ince ağaçlık çağındaki bireylerin sınırlı katkısı nedeniyle artış hızının daha yüksek seviyelere ulaşamadığını göstermektedir.

- Şiran Orman İşletme Müdürlüğü (Marjinal (Kenar) Popülasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1750 metre yüksekte ve güneybatı bakıda yer alan örnek alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 23 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 187,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 19,4-38,5 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 28,89 cm ve standart sapma 6,13 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı incelendiğinde, bireylerin büyük bir kısmının ince ve orta ağaçlık çağındaki çap sınıflarında yoğunlaştığı ve çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. En yüksek yoğunluğun 24-32 cm çap aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Çap artışıdaki bu değerler, bireylerin aralama sonrası yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkin şekilde faydalandığını ve orta ve kalın ağaçlık çağındaki çap sınıflarında bireylerin büyüme potansiyelinin desteklendiğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 130,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların ortalama boyu 16,087 m, standart sapma ise 3,3222 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımı incelendiğinde, bireyler arasında boy artış potansiyelinin farklılık gösterdiği ve bireylerin büyük bir kısmının 14-16 m seviyelerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = 69,4049 - 3,7849 \cdot x + 0,0653 \cdot x^2$), çap büyümesinin başlangıçta boy artışını azalttığını ancak belirli bir noktadan sonra artış eğilimine geçtiğini göstermektedir. Boy artışıdaki bu durum, ince ağaçlık çağındaki bireylerin boy artışında daha sınırlı bir gelişim gösterdiğini, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin boy artış potansiyelinin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3929,17 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artış değerinin orta seviyelerde kalması, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından yeterince faydalandığını ancak tüm çap sınıflarında meşçere gelişim süreçlerinin dengeli bir şekilde gerçekleşmediğini göstermektedir. Çap artışlarının gövde kesit alanına etkisi göz önüne alındığında, göğüs yüzeyi artış değerlerinin orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireyler üzerinde daha etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Hacim artımı ise hektar başına 3,83 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıdaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin aralamalar sonrası arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, ince ağaçlık çağındaki bireylerin hacim artışına katkısı sınırlı kalmakta, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin meşçere gelişim süreçlerine daha fazla büyüme eğilimi gösterdiği anlaşılmaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1800 metre yüksekte ve batı bakıda yer alan örnek alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşçeresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir.

Meşcerede toplam 25 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 287,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 9,9-38,5 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 22,136 cm ve standart sapma 7,90 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı incelendiğinde, bireylerin büyük bir kısmının ince ve orta çap sınıflarında yoğunlaştığı ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin yetişme ortamı besin kaynaklarından yeterince faydalanmadığı görülmektedir. En yüksek yoğunluğun 16-20 cm çap aralığında olması, meşcerenin ince ve orta çap sınıflarından oluştuğunu göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 200,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların ortalama boyu 9,92 m, standart sapma ise 2,2052 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 8-10 m aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = \exp(2,6165 + x - 8,0858)$), çap artışının başlangıçta boy artışına pozitif bir etkisi olduğunu ancak bu etkinin daha büyük çaplarda azaldığını göstermektedir. Bu, boy artış potansiyelinin ince ağaçlık çağındaki bireyler arasında daha etkili bir şekilde gerçekleştiğini ve yetişme ortamı besin kaynaklarından homojen bir şekilde etki sağlamadığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 4266,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artış değerinin düşük olması, çap artışlarının gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını ve gelişim süreçlerinin ince ağaçlık çağındaki bireyler üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin gelişim süreçleri, göğüs yüzeyi artışına katkı sağlamadığı ve meşceredeki bireysel büyüme potansiyelinin homojen bir şekilde dağılmadığını söyleyebiliriz.

Hacim artımı ise hektar başına 0,83 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu düşük değer, bireylerin büyüme potansiyeli açısından sınırlı bir katkı sağladığını ve gelişimin daha çok boy artımına yöneldiğini göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1790 metre yüksekte ve güneydoğu bakıda yer alan örnek alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 14 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 88,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 19,6-32,2 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 27,54 cm ve standart sapma 4,25 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı incelendiğinde, bireylerin büyük kısmının 30-32 cm çap aralığında yoğunlaştığı, orta ve kalın çaplı bireylerin baskın olduğu görülmektedir. İnce ağaçlık çağındaki bireylerin sayısının sınırlı olması, meşcere içerisinde gelişim süreçlerinin orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerde yoğunlaştığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 63,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların ortalama boyu 10,36 m, standart sapma ise 1,6192 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 12-14 m seviyelerinde yoğunlaştığı ve boy artış potansiyelinin orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerde daha etkili olduğu görülmektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = 11,490 - 0,189 \cdot x + 0,00593 \cdot x^2$), çap artışının boy artışı başlangıçta desteklediğini ancak bu ilişkinin doğrusal olmadığını ve gelişim sürecinde boy artışının giderek yavaşladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 1803,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu düşük değer, çap artışlarının gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını ve meşcere gelişim süreçlerinin daha çok orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireyler arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Göğüs yüzeyi artışının sınırlı olması, bireylerin büyüme potansiyelinin düşük olduğunu ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının homojen bir şekilde katkı sağlamadığını ortaya koymaktadır.

Hacim artımı ise hektar başına 2,33 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu sınırlı değer, meşceredeki bireylerin büyük çoğunluğunun büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1810 metre yüksekte ve güneydoğu bakıda yer alan örnek alan, 900 m² (30x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 40 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 173,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 16,8-34,6 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 25,41 cm ve standart sapma 4,45 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı incelendiğinde, bireylerin büyük kısmının 20-24 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Meşcerede orta ağaçlık çağındaki

bireylerin baskın olması, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının genellikle orta çap sınıfındaki bireyler tarafından kullanıldığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 44,44 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin ortalama boyu 12,85 m, standart sapma ise 2,65 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 12-14 m seviyelerinde yoğunlaştığı ve boy artışının çap artışı ile doğrusal bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = 10,5625 \cdot x^{0.082}$), çap artışının boy artışını desteklediğini ancak bu ilişkinin doğrusal olmadığını ve ince ağaçlık çağındaki bireylerde boy artışının giderek yavaşladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3644,44 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışlarının gövde kesit alanına belirli bir ölçüde yansıdığını ancak bu artışın meşceredeki bireyler üzerinde daha geniş bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Göğüs yüzeyi artışındaki bu sınırlı değer, bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 1,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu düşük değer, aralamaların meşcere gelişimi üzerindeki pozitif etkisinin tam olarak ortaya konulamadığını göstermektedir.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1780 metre yüksekte ve batı bakıda yer alan örnek alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc₃ meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında uygulanan aralama müdahalesinin ardından alan, çap ve boy artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 30 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 145,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 8,6-33,5 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 22,83 cm ve standart sapma 8,46 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı incelendiğinde, bireylerin büyük bir kısmının 22-24 cm çap aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Meşcerede çap çeşitliliğinin yüksek olduğu ve farklı çap sınıflarında olan bireylerin bir arada bulunduğu görülmektedir. Bu çap artış değeri, meşcere içerisinde orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından daha fazla faydalandığını ancak ince ağaçlık çağındaki bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 100,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin ortalama boyu 14,07 m, standart sapma ise 3,70 m olarak

hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-20 m seviyelerinde yoğunlaştığı ve çap artışı ile doğrusal olmayan bir boy artışı gösterdiği görülmektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = 11,787 + 0,630 \cdot x - 0,0332 \cdot x^2 + 0,000516 \cdot x^3$), çap artışının boy artışını başlangıçta desteklediğini ancak belirli çap aralıklarında bu ilişkinin doğrusal bir şekilde ilerlemediğini göstermektedir. Boy artışının sınırlı kalması, meşcere içerisinde dikey meşcere gelişim süreçlerinin yeterince desteklenmediğini ve bireylerin büyüme potansiyelinin tam anlamıyla kullanılmadığını ortaya koymaktadır.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 2160,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışlarının gövde kesit alanına belirli bir ölçüde etkilediğini ancak bu etkinin meşceredeki bireyler üzerinde istenilen seviyede olmadığını göstermektedir. Göğüs yüzeyi artışındaki bu sınırlı değer, bireysel büyüme potansiyelinin düşük olduğunu ortaya koymaktadır.

Hacim artımı ise hektar başına 1,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu düşük değer, meşceredeki bireylerin büyüme potansiyeline sınırlı katkı sağladığını ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının daha etkili bir şekilde kullanılması gerektiğini göstermektedir. Hacim artışının düşük olması, bireyler arasındaki rekabetin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının dağılımında dengesizliklere yol açtığını göstermektedir.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1870 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 38 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 329,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 9,2-29,9 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 20,25 cm ve standart sapma 6,70 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı incelendiğinde, bireylerin büyük kısmının 16-20 cm çap aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Çap artışındaki bu yüksek değer, bireylerin meşcerede yetiştirme ortamı besin kaynaklarını etkin bir şekilde kullandığını göstermektedir. Ancak çap dağılımındaki çeşitlilik, farklı çap sınıflarındaki bireylerin bir arada bulunduğunu ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının homojen bir şekilde dağılmadığını ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 215,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin ortalama boyu 14,93 m, standart sapma ise 2,68 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 12-15 m seviyelerinde yoğunlaştığı ve çap artışı ile doğrusal bir şekilde boy artışı gösterdiği görülmektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ortaya koyan regresyon modeli ($y = 22,23 - 1,25x + 0,0695x^2 - 0,00123 x^3$), çap artışının boy artışını başlangıçta desteklediğini ancak belirli çap aralıklarında boy artışının yavaşladığını ve ardından yükselme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Boy artışındaki bu değerler, boy artış potansiyelinin meşceredeki bireyler arasında rekabet nedeniyle bazı bireyler için sınırlı kaldığını göstermektedir. Özellikle orta ağaçlık çağındaki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından yeterince faydalanmadığı anlaşılmaktadır.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 6979,33 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışlarının gövde kesit alanına önemli bir katkı sağladığını ve meşcere içerisinde bireylerin büyüme potansiyelinin etkili bir şekilde desteklendiğini göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 6,33 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin çap ve boy artışlarının meşcere gelişim süreçlerine yansıdığını ve meşcerenin büyüme potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak orta ağaçlık çağındaki bireylerin daha yüksek hacim artışı sergilemesi için yetiştirme ortamı besin kaynaklarının dağılımının iyileştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

- Giresun Orman Bölge Müdürlüğü
 - Bölükçam Orman İşletme Şefliği (Normal (Merkez) Popülasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1954 metre yükseklikte ve kuzeybatı bakıda yer alan, (30x20 m) 600 m² büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₂ meşceresini kapsamaktadır. 2018 yılında gerçekleştirilen aralama müdahalesinin ardından alan, çap, boy ve artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 26 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 364,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 20-52 cm arasında değişmekte olup ortalama çap 34,15 cm ve standart sapma 7,53 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı normal bir dağılım göstermediği, bireylerin yoğunlukla 28-32 cm çap aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, meşcerede orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu ve yetiştirme ortamı besin

kaynaklarının bu bireyler tarafından yoğun şekilde kullanıldığını göstermektedir. Çap artışının belirgin olması, aralama müdahalesinin orta ağaçlık çağındaki bireylerin gelişim sürecini destekleyerek meşcerenin büyüme potansiyelini artırmaya işaret etmektedir.

Boy artımı hektar bazında 247,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların boyları 18,296 m ortalama ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 2,032 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 18-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy verileri arasındaki regresyon analizi ($y = (-30.77 + 3.82x - 0.099x^2 + 0.00085x^3)$), çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığını ancak bu etkinin çap büyüdükçe azaldığını göstermektedir. Çap artımındaki yüksek değerler, yetişme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde dağıldığını ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin büyüme potansiyelinin desteklendiğini göstermektedir. Boy artımındaki artış, çap büyümesi ile doğrusal bir şekilde gelişmekte olup, bireylerin boy artış potansiyelinin sürdürülebilir şekilde desteklendiğini göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 8220,33 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına önemli bir katkı sağladığını ve meşcere içerisindeki bireylerin büyüme potansiyelinin aralamalarla desteklendiğini göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 8,67 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu hacim artışı, bireylerin çap ve boy artışlarının etkili bir şekilde meşcere gelişimine yansıdığını ve aralamaların meşceredeki bireylerin büyüme potansiyelini arttırdığını ortaya koymaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1956 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₂ meşceresidir. Bu alan, toplam 30 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları üzerinden hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 280,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 10-48 cm arasında değişmekte olup ortalama çap 29,11 cm ve standart sapma 7,16 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımlarındaki farklılıklar, bireylerin meşcere gelişim süreçlerinde homojen bir dağılım göstermediğini ortaya koymaktadır. Çap artışının sınırlı bir düzeyde olmasına bağlı olarak, yetişme ortamı besin kaynaklarının bireyler arasında eşit dağıtılmadığını ve aralamaların tam anlamıyla etkili olmadığını söylemek mümkündür.

Boy artımı hektar bazında 180,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların boyları, ortalama 17,017 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 1,822

m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artımları arasındaki ilişki, çap artışının boy artışını başlangıçta desteklediğini, ancak belirli bir çap seviyesinden sonra bu etkisinin azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 5930,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu düşük değer, çap büyümesindeki sınırlı ilerlemenin gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansımadağını göstermektedir. Göğüs yüzeyi artışındaki sınırlı değerler, çap artışının gövde kesit alanına beklenen düzeyde yansımadağını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 5,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu sınırlı değer, çap artışındaki yavaşlamanın büyüme potansiyeline olan etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1950 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsdc₂ meşceresidir. Toplam 30 bireyin bulunduğu bu örnek alan, 30x20 m (600 m²) büyüklüğündedir ve çap, boy, göğüs yüzeyi, hacim artımları üzerinden hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 465,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 10-54 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 31,60 cm ve standart sapma 9,22 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında, meşcerede yetiştirme ortamı besin kaynaklarının farklı çap sınıflarındaki bireylere yönlendirildiğini göstermektedir. Çap artışındaki bu eğilim, aralamaların orta ağaçlık çağındaki bireylerin büyüme potansiyelini desteklediğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 285,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,417 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 2,235 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artımları arasındaki ilişki doğrusal bir modelle ifade edilmekte olup, çap artışının boy artışını etkili bir şekilde desteklediği ancak bu etkinin çap büyüdükçe azaldığı görülmektedir. Çap artımındaki yüksek değerler, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kalın ağaçlık çağındaki bireylerin üzerine yönlendirildiğini göstermektedir. Boy artışındaki ilerleme, bireylerin büyüme potansiyelinin gelişim süreçlerini desteklediğini ortaya koymaktadır.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 10365,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 10,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, çap ve boy artışlarının büyüme potansiyeline pozitif bir şekilde katkıda bulunduğunu göstermektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1927 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₂ meşceresidir. Toplam 24 bireyin bulunduğu bu örnek alan, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları üzerinden hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 312,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 23-50 cm arasında değişmekte olup ortalama çap 34,09 cm ve standart sapma 6,80 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakılığında, bireylerin büyüme potansiyelinin farklılık gösterdiğini ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin gelişim sürecinde baskın olduğunu göstermektedir. Çap artışındaki bu seviye, bireylerin büyüme potansiyelinin belirli bir düzeyde desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 240,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,96 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 1,90 m olarak hesaplanmıştır. Ağaçların büyük bir kısmının boylarının 16-20 m arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Çap ve boy artımları arasındaki doğrusal olmayan bir ilişki, çap artışının boy artışını başlangıçta desteklediğini ancak belirli bir noktadan sonra bu etkinin azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 6480,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını ancak artış hızının sınırlı olduğunu göstermektedir. Göğüs yüzeyi artışındaki sınırlı değerler, çap artışının gövde kesit alanına yansımalarının beklenen düzeyde olmadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 29,33 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu yüksek hacim artışı, meşceredeki bireyler üzerinde bireysel büyüme potansiyelinin etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1960 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₂ meşceresidir. Toplam 22 bireyin bulunduğu bu örnek alan, büyüklüğü 30x20 m

(600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları üzerinden hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 157,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 24-46 cm arasında değişmekte olup ortalama çap 32,45 cm ve standart sapma 5,67 cm olarak belirlenmiştir. Çap artışıdaki bu sınırlı değer, bireylerin büyüme potansiyelinin desteklenmesinin yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir. Çap dağılımı incelendiğinde bireylerin 28-32 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 167,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,74 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 1,34 m olarak hesaplanmıştır. Boy artışıdaki bu sınırlı artış, çap artışıdaki eksikliklerle ilişkilendirilebilir. Çap ve boy artımları arasındaki ilişki, çap artışının boy artışını başlangıçta desteklediğini ancak belirli bir noktadan sonra bu etkinin azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 2786,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu düşük değer, çap artışıdaki eksikliğin gövde kesit alanına sınırlı şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 29,33 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının meşçere gelişimine pozitif bir etki sağladığını göstermektedir.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1890 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2018 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd₂ meşceresidir. Toplam 26 bireyin bulunduğu bu örnek alan, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları üzerinden hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 290,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 23-46 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 33,12 cm ve standart sapma 6,15 cm olarak hesaplanmıştır. Çap artışının bu değerleri, bireylerin büyüme potansiyelinin aralamalar sonrası belirli bir düzeyde desteklendiğini ancak meşçeredeki farklı çap sınıflar arasında doğrusal bir ilişkinin sağlanamadığını göstermektedir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 28-32 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 177,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,93 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 1,51 m olarak

belirlenmiştir. Çap ve boy artımları arasındaki ilişki doğrusal olmayan bir modelle ifade edilmekte olup, çap artışının boy artışını başlangıçta desteklediği, ancak belirli bir noktadan sonra bu etkinin azaldığı görülmektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 6768,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına katkı sağladığını ancak bu katkının sınırlı olduğunu göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 8,67 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığı ve aralamaların meşcere gelişimi üzerindeki pozitif etkisinin tam olarak ortaya konulamadığını göstermektedir.

- Arpaalan Orman İşletme Şefliği (Marjinal (Kenar) Popülasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1555 metre yükseklikte ve kuzeybatı bakıda yer alan, 600 m² (20x30 m) büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsa₃ meşceresini kapsamaktadır. 2020 yılında gerçekleştirilen aralama müdahalesinin ardından alan, çap, boy ve artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 50 birey bulunmakta olup çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 641,67 cm/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 4). Çap dağılımı 18-38 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 25,52 cm ve standart sapma 5,34 cm olarak hesaplanmıştır. En yüksek yoğunluğun 20-25 cm çap aralığında olduğu görülmektedir. Bu durum, meşcerede orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu göstermektedir. Çap artışının yüksek seviyelerde olmasına bağlı olarak, meşcerenin yetiştirme ortamı besin kaynakları bakımından verimli olduğunu söyleyebiliriz.

Boy artımı hektar bazında 566,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin boyları ortalama 16,024 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 1,76 m olarak belirlenmiştir. Meşcerede ağaçların boylarının 15-17 m arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum, boy artışının meşcerede baskın olan bireyler üzerinde daha fazla olduğunu ve çap artışıyla birlikte doğrusal bir şekilde arttığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 8691,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin göğüs yüzeyi artımına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir. Göğüs yüzeyi artımındaki artış, meşceredeki bireylerin büyüme potansiyelinin aralamalarla desteklendiğini ve meşceredeki bireylerin göğüs yüzeyinde belirgin bir artış görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Hacim artımı hektar bazında $8,33 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığı ve aralamaların meşcere gelişimi üzerindeki pozitif etkisinin tam olarak ortaya konulamadığını göstermektedir.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1558 metre yükseklikte ve kuzeydoğu bakıda yer alan, 600 m^2 büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsa₃ meşceresini kapsamaktadır. Bu alan, 2019 yılında gerçekleştirilen aralama müdahalesinin ardından çap, boy ve artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 51 birey bulunmaktadır ve çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında $484,50 \text{ cm/ha}$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 4). Çap dağılımı $12\text{-}37 \text{ cm}$ arasında değişmekte olup, ortalama çap $22,25 \text{ cm}$ ve standart sapma $5,42 \text{ cm}$ olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımı, meşcerede ince ağaçlık çağındaki bireylerinde önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Çap artışının bu değeri, aralama sonrası meşcerede pozitif yönde bir çap artımı sağlasa da, bireylerin büyüme potansiyelinin tam olarak destelenemediğini işaret etmektedir.

Boy artımı hektar bazında $391,00 \text{ cm/ha}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların boyları ortalama $15,06 \text{ m}$ ile heterojen bir dağılım göstermekte, standart sapma ise $1,94 \text{ m}$ olarak belirlenmiştir. Bireylerin büyük bir kısmının boyları $14\text{-}16 \text{ m}$ arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Boy artışındaki sınırlamalar, bireylerin boy artış potansiyelinin tam olarak desteklenemediğini göstermektedir. Çap ve boy artımları arasındaki ilişki, meşceredeki bireylerin büyüme potansiyelinin farklılık gösterdiğine işaret etmektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında $7191,00 \text{ cm}^2$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artımındaki sınırlı ilerlemenin gövde kesit alanına doğrudan yansıdığını göstermektedir. Çap artımındaki düşük değerler, göğüs yüzeyi artımının da istenilen seviyeye ulaşamamasına neden olmuştur.

Hacim artımı ise hektar başına $8,50 \text{ m}^3$ olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, çap ve boy artışlarının meşcere hacmine etkili bir şekilde yansıdığı ancak birey yoğunluğunun az olması nedeniyle bireysel büyüme potansiyelinin istenilen seviyede olmadığını göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1560 metre yükseklikte ve kuzey bakıda yer alan, 600 m^2 büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsa₃

meşceresini kapsamaktadır. Alan, 2019 yılında gerçekleştirilen aralama müdahalesinin ardından çap, boy ve artım dinamikleri açısından incelenmiştir. Meşcerede toplam 44 birey bulunmaktadır ve çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 491,33 cm/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Çap dağılımı 20-24 cm arasında yoğunlaşmış olup, ortalama çap 23,41 cm ve standart sapma 5,22 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımındaki bu durum, meşcerede orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu göstermektedir. Çap artışının sınırlı düzeyde olması, meşceredeki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından etkili bir faydalanma sağlamadığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 418,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 15,34 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma 1,78 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımlarındaki çeşitlilik, bireylerin farklı çap sınıflarında olduğunu göstermektedir. Boy artımındaki bu değerler, meşcerenin boy artış potansiyelini ortaya koymakta fakat boy artışının çap artışı ile doğrusal bir artış gösterememesi, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarını farklı seviyelerde kullandığını işaret etmektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 7348,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Hacim artımı hektar başına 7,33 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değerlere bakıldığında meşcerede hacmin göğüs yüzeyine oranla daha sınırlı bir gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1600 metre yükseklikte ve güneydoğu bakıda yer alan, 600 m² büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsa₃ meşceresini kapsamaktadır. Bu alan, 2019 yılında gerçekleştirilen aralama müdahalesinin ardından çap, boy ve artım dinamikleri açısından değerlendirilmiştir. Meşcerede toplam 59 birey bulunmakta ve çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 619,50 cm/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Çap dağılımı 13-33 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 21,03 cm ve standart sapma 4,21 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımlarına bakıldığında, meşcerede farklı çap sınıflarındaki bireylerin bir arada bulunduğunu ve aralamaların bu bireylerin büyüme potansiyelini destekleyecek şekilde etkili olduğunu söyleyebiliriz. Çap artışındaki bu değer, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarını verimli şekilde kullandığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 472,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların boyları 15,11 m ortalama ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,28 m olarak belirlenmiştir. Boy artımındaki değerler, meşcerenin boy artış potansiyelini ortaya koymakla birlikte, çap artışı ile tam uyumlu olmaması, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarını farklı seviyelerde kullandığını işaret etmektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 10148,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu yüksek değer, çap artışının gövde kesit alanına önemli bir katkı sağladığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 9,83 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değere bakıldığında, aralamaların büyüme potansiyelini artırdığını söyleyebiliriz.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1610 metre yükseklikte ve güneydoğu bakıda yer alan, 600 m² büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsa₃ meşceresini kapsamaktadır. Bu alan, 2019 yılında gerçekleştirilen aralama müdahalesinin ardından çap, boy ve artım dinamikleri açısından değerlendirilmiştir. Meşcerede toplam 63 birey bulunmaktadır ve çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 504,00 cm/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Çap dağılımı 12-31 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 19,29 cm ve standart sapma 3,93 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, bireyler arasındaki büyüme potansiyeli farklarının sınırlı olduğunu ve aralamaların ince ağaçlık çağındaki bireylerin gelişimini destekleyerek meşçere gelişimine katkıda bulunduğunu söyleyebiliriz.

Boy artımı hektar bazında 388,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 14,80 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 2,82 m olarak hesaplanmıştır. Boy artışındaki bu değerler, meşceredeki bireylerin boy artış potansiyelini artırdığını söyleyebiliriz.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 7875,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışındaki sınırlı artışın gövde kesit alanına olan etkisini göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 10,50 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine pozitif bir şekilde yansıdığını söyleyebiliriz.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1590 metre yükseklikte ve kuzeybatı bakıda yer alan, 600 m² büyüklüğündeki saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsa₃ meşceresini kapsamaktadır. Bu alan, 2019 yılında gerçekleştirilen aralama müdahalesinin

ardından çap, boy ve artım dinamikleri açısından değerlendirilmiştir. Meşcerede toplam 42 birey bulunmakta ve çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 721,00 cm/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Çap dağılımı 13-38 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 22,9 cm ve standart sapma 5,32 cm olarak hesaplanmıştır. Çap artışıdaki bu değerler, aralamaların orta ağaçlık çağındaki bireylerin büyüme potansiyeline katkı sağladığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 560,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların boyları 15,51 m ortalama ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma 1,23 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 14-17 m arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Boy artışıdaki bu değerler, çap artışına oranla daha sınırlı kalmakta ve bu durum meşcerede boy artış potansiyelini artırmaktadır. Ancak çap artışı ile doğrusal bir artış göstermemesi, meşceredeki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından yeterince faydalanamadığından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 11907,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesindeki yüksek artışın gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir. Göğüs yüzeyi artışının bu yüksek değerlerin, meşceredeki bireylerin aralama müdahalelerinin etkisiyle önemli ölçüde artım ve büyüme göstermesinin de etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

Hacim artımı hektar başına 7,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artımındaki sınırlı artış, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine pozitif bir şekilde yansıdığını söyleyebiliriz.

- Amasya Orman Bölge Müdürlüğü
 - Ayvaz Orman İşletme Şefliği (Normal (Merkez) Popülasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1520 metre yükseklikte, güneydoğu bakıda yer alan ve 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 24 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 308,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 26-44 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 33,42 cm ve standart sapma 5,23 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında, bireylerin 28-36 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Kalın ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğu

bu örnek alan, aralama sonrası bireylerin büyüme potansiyelinin desteklendiğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 164,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,76 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 2,26 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-18 m arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy verileri arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 16,942 - 0,1855x + 0,0062x^2$), düşük çap değerlerinde boy artışının sınırlı olduğunu ancak çap büyüdükçe boy artışının hızlandığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 7480,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına pozitif bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 4,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artımındaki sınırlı artış, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine pozitif bir şekilde yansıdığını söyleyebiliriz.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1530 metre yükseklikte, kuzeydoğu bakıda yer alan ve 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 28 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 144,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 16-52 cm arasında değişmekte olup ortalama çap 34,86 cm ve standart sapma 7,75 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, bireylerin 30-40 cm çap aralığında yoğunlaştığı ve orta çap sınıfındaki bireylerin meşcerede baskın olduğu gözlenmiştir. Çap artışının sınırlı düzeyde kalması, aralama sonrası bireylerin büyüme potansiyelinin istenilen düzeyde desteklenmediğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 168,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların boyları, ortalama 18,56 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 2,16 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-20 m arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Çap ve boy arasındaki regresyon analizi ($y = e^{(3.283 - d1.30/12.153)}$), küçük çap değerlerinde çap artışı ile birlikte boy artışının hızlandığını ancak çap büyüdükçe bu artış hızının azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 5973,33 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 4,67 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığı ve aralamaların meşcere gelişimi üzerindeki pozitif etkisinin tam olarak ortaya konulamadığını göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1530 metre yükseklikte, güneydoğu bakıda yer alan ve 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 11 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 75,17 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 24-42 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 37,27 cm ve standart sapma 7,23 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında, bireylerin büyük bir kısmının 35-45 cm çap aralığında yoğunlaştığını ve meşcerede orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 56,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,61 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,86 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımlarına bakıldığında, bireylerin büyük bir kısmının 15-20 m arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon analizi ($y = 22,3585 - 0,5627x + 0,0120x^2$), çap artışının düşük değerlerde sınırlı bir boy artışına neden olduğunu, ancak çap arttıkça boy artışının hızlandığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 1191,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu oldukça düşük değer, çap artışının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansımadığını ve meşceredeki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından etkili bir şekilde fayda sağlamadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 2,02 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin sınırlı kaldığı ve aralamaların meşcere gelişimi üzerindeki pozitif etkisinin tam olarak ortaya konulamadığını göstermektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1530 metre yükseklikte, güneydoğu bakıda yer alan ve 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 18 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artımları hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 195,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 26-44 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 35,11 cm ve standart sapma 6,84 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımlarındaki yoğunluk, bireylerin çoğunluğunun 30-40 cm çap aralığında toplandığını ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu göstermektedir. Çap artışıdaki bu değer, aralamaların çap büyümesini belirli bir seviyeye kadar desteklediğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 126,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,90 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,45 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-20 m seviyelerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon analizi ($y = 5,607x^{0,327}$), çap artışının boy artış potansiyelini genel olarak desteklediğini ancak bu ilişkinin belirgin bir doğrusal özellik taşımadığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 4860,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansımadığını ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının istenilen düzeyde kullanılmadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 7,80 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıdaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine pozitif bir şekilde yansıdığını söyleyebiliriz.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1530 metre yükseklikte, doğu bakıda yer alan ve 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşçeresidir. Bu alan, toplam 24 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 232,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı, 16-44 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 33,04 cm ve standart sapma 6,53 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 18-42 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. İnce, orta ve kalın ağaçlık çağlarındaki bireylerin bir arada bulunması, meşçerede farklı çap sınıflarına sahip bireylerin bir arada olduğunu göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 188,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 17,88 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,51 m olarak hesaplanmıştır. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon analizi ($y = 16,5488-$

$0,4852x + 0,0255x^2 - 0,0003x^3$), çap artışının başlangıçta boy artış potansiyelini hızlandırdığını, ancak belirli bir noktadan sonra artış hızının yavaşladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3408,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını ve meşceredeki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılmadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 6,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine pozitif bir şekilde yansıdığını söyleyebiliriz.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1530 metre yükseklikte, güneydoğu bakıda yer alan ve 2022 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 15 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 170,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 15-50 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 35,87 cm ve standart sapma 8,02 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının farklı çap sınıflarına dağıldığını ve meşcerede ince, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin bir arada bulunduğunu göstermektedir. Çap artışının düşük seviyede kalması, bireylerin büyüme potansiyelinin istenilen düzeyde desteklenemediğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 90,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 18,98 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,80 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 18-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon analizi ($y = 11,985 + 0,03863x + 0,00706x^2 - 0,00008207x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığını ancak belirli bir çap seviyesinden sonra boy artışının yavaşladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 4632,50 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını göstermekte ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılmadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 5,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu sınırlı değer, meşceredeki bireylerde büyüme potansiyelinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

- Niksar Orman İşletme Şefliği (Marjinal (Kenar) Popülasyon)

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1230 metre yükseklikte, kuzeydoğu bakıda yer alan ve 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab3 meşceresidir. Bu alan, toplam 50 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 208,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 16-37 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 22,28 cm ve standart sapma 3,71 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-30 cm çap aralığında yer aldığı, ince ağaçlık çağındaki bireylerin meşcerede baskın olduğu gözlemlenmiştir. Çap artışıdaki bu seviye, bireylerin büyüme potansiyellerini sınırlı düzeyde desteklendiğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 158,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 15,29 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 0,90 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 13-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 8,6007 + 0,5062x - 0,0131x^2 + 0,0002x^3$), düşük çap değerlerinde boy artışının yavaş olduğunu, çap büyüdükçe boy artış hızının arttığını ancak yüksek çap değerlerinde bu hızın tekrar yavaşladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 2916,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde dağılmadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 15,00 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıdaki bu değer, bireylerin çap ve boy artışlarının meşcere gelişim süreçlerine yansıdığını ve meşcerenin büyüme potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1240 metre yükseklikte, kuzeydoğu bakıda yer alan ve 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab3 meşceresidir. Bu alan, toplam 34 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 385,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 18-37 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 25,47 cm ve standart sapma 6,57 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının

15-25 cm çap aralığında yoğunlaştığını ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin meşcerede baskın olduğunu göstermektedir. Çap artışıdaki bu seviye, aralamaların bireylerin büyüme potansiyelini desteklediğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 232,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 16,09 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,38 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 10,4174 + 0,2359x - 0,0007x^2$), çap ve boy arasında doğrusal bir pozitif ilişki olduğunu ve çap arttıkça boyun da düzenli bir şekilde arttığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 6641,33 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 5,10 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu sınırlı değer, meşceredeki bireylerde büyüme potansiyelinin sınırlı olduğunu, bireylerin yetişme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kullanmadığını göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1280 metre yükseklikte, kuzey bakıda yer alan ve 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab3 meşceresidir. Bu alan, toplam 38 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 633,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 19-36 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 25,66 cm ve standart sapma 9,97 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin farklı çap sınıflarında yoğunlaştığını ve meşcerede ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden ağırlıkta olduğunu göstermektedir. Çap artışıdaki bu yüksek değer, bireylerin büyüme potansiyelinin etkili bir şekilde desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 430,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 16,15 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,04 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 14-20 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 11,688 + 0,1427x + 0,0009x^2$), çap artışının boy büyümesini lineer bir şekilde desteklediğini ve her iki değişkenin birbirini tamamladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 10.830,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu yüksek değer, çap artımının gövde kesit alanına önemli ölçüde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 8,23 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyellerini etkin bir şekilde kullanıldığını ve yetişme ortamı besin kaynaklarının önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1290 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab3 meşceresidir. Bu alan, toplam 35 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 361,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 18-31 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 24,89 cm ve standart sapma 3,78 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 20-30 cm çap aralığında yer aldığını ve meşcerede orta ağaçlık çağındaki bireylerin ağırlıkta olduğunu göstermektedir. Çap artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin aralama müdahalesinden olumlu etkilendiğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 285,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 16,28 m ile heteojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 1,02 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 10,536 + 0,257x - 0,00105x^2$), çap ve boy artışının doğrusal bir ilişki sergilemediğini ve çap büyüdükçe boy artış hızının azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 5786,67 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına sınırlı bir şekilde yansıdığını ve yetişme ortamı besin kaynaklarının etkili bir şekilde kullanımadığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 5,25 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu sınırlı değer, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine olan katkısının artırılması gerektiğini göstermektedir.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1295 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab3 meşceresidir. Bu alan, toplam 40 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m

(600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 593,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 18-30 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 24,13 cm ve standart sapma 3,01 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 20-28 cm çap aralığında yer aldığını ve meşcerede orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu göstermektedir. Çap artışıdaki bu yüksek değer, bireylerin büyüme potansiyelini etkili bir şekilde desteklendiğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 486,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 15,89 m ile homojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 0,82 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 14-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 5,7497x^{0,3196}$), çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığını ancak çap arttıkça bu hızın azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 9200,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu yüksek değer, çap artışının gövde kesit alanına olumlu bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 7,33 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıdaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine olan olumlu katkısını ortaya koymaktadır.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1290 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2020 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsab3 meşceresidir. Bu alan, toplam 31 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 454,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 19-34 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 25,42 cm ve standart sapma 8,31 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımlarına bakıldığında, bireylerin büyüme potansiyelinin farklı çap sınıflarına yayıldığını ve meşcerede ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin ağırlıkta olduğunu göstermektedir. Çap artışıdaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin etkin bir şekilde desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 382,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, ortalama 15,96 m ile heterojen bir dağılım sergilemekte ve standart sapma 0,87 m olarak

hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 15,077 - 0,00195x^2 + 0,0001247x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığını ancak çap arttıkça bu hızın azaldığını ve ardından tekrar hızlandığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 6262,00 cm² olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap artışının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 5,17 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki bu değer, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine olan olumlu katkısını ortaya koymakla birlikte, boy artış potansiyelinin tam anlamıyla kullanılmadığını göstermektedir.

- Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü
 - Aydıncık Orman İşletme Şefliği- Normal (Merkez) Popülasyon

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1500 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 21 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 299,25 cm/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Örnek alandaki çap değerleri 12-42 cm arasında değişmekte olup ortalama çap 29,76 cm, standart sapma ise 7,59 cm'dir. Çap dağılımının homojen bir yapı sergilediği, bireylerin büyük bir kısmının 15-40 cm çap aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, ince, orta ve kalın ağaçlık çağındaki bireylerin bir arada bulunduğunu ve meşcerede tür çeşitliliğinin sağlandığını göstermektedir. Ancak çap artımının sınırlı olması, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili kullanılmadığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 173,25 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boylar, 16,93 m ortalama ile homojen bir dağılım göstermekte ve standart sapma değeri 1,83 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-20 m arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy arasındaki regresyon modeli ($y = 12,3363 + 0,0044x + 0,0073x^2 - 7,6968e-05x^3$) incelendiğinde, çap artışının boy artışını belirli bir düzeye kadar desteklediği, ancak çap büyüdükçe boy artış hızının azaldığı görülmektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 2105,25 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımındaki bu düşük değer, çap artışıındaki sınırlamalarla doğrudan ilişkilidir ve bu durum, gövde kesit alanına etki eden büyüme potansiyelinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Hacim artımı ise 3,68 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4) Hacim artışının düşük kalması ise meşcerenin toplam odun üretim potansiyelinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Aralamaların büyüme potansiyelini artırmadığı ve ilerleyen yıllarda yapılacak aralama müdahalelerinin, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının daha etkin bir şekilde bireyler arasında dağıtılmasını sağlamaya katkıda bulunması gerekmektedir.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanındaniz seviyesinden 1450 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 31 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 689,75 cm/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Çap değerleri 10,4-47,4 cm arasında değişmekte olup ortalama çap 30,42 cm ve standart sapma 10,87 cm'dir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerde büyüme potansiyelinin farklılık gösterdiğini ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu göstermektedir. Aralama müdahalelerinin, orta ağaçlık çağındaki bireylerin gelişimini desteklerken ince ağaçlık çağındaki bireylerin gelişimini sınırladığı görülmektedir.

Boy artımı hektar bazında 519,25 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşçeredeki bireylerin boyları 16,28 m ortalama ile homojen bir dağılım göstermekte ve standart sapma 5,05 m olarak hesaplanmıştır. Regresyon modeli ($y = \exp(3,4390 - (18,1007 / x))$) ile ifade edilen çap ve boy ilişkisi, çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığı ancak çap büyüdükçe boy artışının daha sınırlı hale geldiğini göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 12276,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışıındaki bu yüksek değer, çap artışının gövde kesit alanına etkin bir şekilde yansıdığını ortaya koymaktadır.

Hacim artımı ise 10,85 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışının yüksek olması, meşcerenin büyüme potansiyelinin orta ağaçlık çağındaki bireylerin sayesinde artırıldığını göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1360 metre yükseklikte, kuzey bakıda yer alan ve 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris*

L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 18 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 216,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 12,1-43,2 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 32,18 cm ve standart sapma 8,60 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımı, normal bir dağılım göstermemekte ve bireyler arasında büyüme potansiyellerinde homojen bir dağılım olduğunu göstermektedir. Çap dağılımına bakıldığında, orta ağaçlık çağındaki bireylerin ağırlıkta olduğunu ve bu bireylerin yetişme ortamı besin kaynaklarının büyük bir kısmını kullandığını göstermektedir. Aralama müdahalelerinin ince ağaçlık çağındaki bireylerin gelişimini yeterince desteklemediği, dolayısıyla çap artışının sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır.

Boy artımı hektar bazında 135,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ağaçların boyları 15,38 m ortalama ile heterojen bir dağılım sergilemekte, standart sapma ise 4,31 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-20 aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Boy artışının çap artışıyla farklı oranda artış göstermesi, bireylerin boy artış potansiyelinin tam olarak desteklenemediğini göstermektedir. Çap ve boy arasındaki regresyon modeli ($y = -8,8407 + 2,1679x - 0,0748x^2 + 0,0009x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığını, ancak çap büyüdükçe boy artışının giderek yavaşladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 360,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki düşük değer, çap artışındaki yavaşlama ile ilişkilendirilebilir.

Hacim artımı ise 2,70 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artımının düşük olması, meşcerede toplam odun üretiminin sınırlı olduğunu göstermektedir. Orta ağaçlık çağındaki bireylerin meşçere gelişimine etkisi sınırlı kalmakta, ince ağaçlık çağındaki bireyler büyüme potansiyeli göstermemektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1350 metre yükseklikte, kuzey bakıda yer alan ve 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 20 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 400,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 18,1-41,5 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 39,05 cm ve standart sapma 7,41 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının

35-45 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum, aralama müdahaleleri sonrası özellikle orta ağaçlık çağındaki bireylerin büyüme potansiyelini desteklemiş olabileceğini ancak ince ağaçlık çağındaki bireylerin çap artımındaki sınırlı değerler, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının ince ağaçlık çağındaki bireylerde yeterince etkili olmadığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 285,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşçeredeki bireylerin boyları ortalama 19,65 m olup, standart sapma 2,86 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-25 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = 17,1775 + 0,0226x + 0,0014x^2$), çap arttıkça boyun da arttığını, ancak artış hızının sabit olmadığını göstermektedir. Özellikle orta ağaçlık çağındaki bireylerde boy artışının daha belirgin olduğu, bu bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından daha fazla yararlandığı söylenebilir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3769,50 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımının çap artışına göre daha düşük seviyede olması, meşçeredeki yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmadığını ve büyüme potansiyelinin tam anlamıyla desteklenmediğini göstermektedir.

Hacim artımı ise 5,50 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artımı ise bireylerin büyüme potansiyelinin meşcere gelişimine yansıdığını ancak bu etkinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1360 metre yükseklikte, kuzey bakıda yer alan ve 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşçeresidir. Bu alan, toplam 21 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 216,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 8,1-45,4 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 24,75 cm ve standart sapma 10,82 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımı normal bir dağılım göstermediği ve bireylerin büyük bir kısmının 20-30 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Orta ağaçlık çağındaki bireylerin ağırlıkta olduğu bu dağılım, meşçerede büyüme potansiyelinin tam anlamıyla değerlendirilmediğini ve aralamaların yetiştirme ortamı besin kaynaklarının kalın ağaçlık çağındaki bireylerin üzerine yönlendirme açısından yeterince etkili olmadığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 135,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşçeredeki bireylerin boyları ortalama 13,13 m olup, standart sapma 5,82 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 10-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Regresyon modeli ($y = 0,9278x^{0.8208}$), çap artışının başlangıçta boy artışını olumlu etkilediğini ancak kalın ağaçlık çağındaki bireylerde boy artış hızının yavaşladığını ortaya koymaktadır. Bu durum, boy artışının tam olarak desteklenemediğini ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin boy artışının sınırlı olduğunu göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3600,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımının düşük seviyelerde kalması, çap artışının gövde kesit alanına beklenen ölçüde yansımadağını göstermektedir.

Hacim artımı ise 2,70 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artımı ise meşçere gelişim potansiyelinin düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu değerler, bireylerin büyüme potansiyelinin yeterince desteklenmediğini ve sınırlı kaldığını göstermektedir.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1360 metre yükseklikte, kuzeydoğu bakıda yer alan ve 2019 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsc3 meşçeresidir. Bu alan, toplam 25 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 456,25 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap dağılımı 17,1-33,3 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 25,75 cm ve standart sapma 5,62 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-36 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Aralamaların, çap artışını desteklemek açısından kısmen etkili olduğu ancak orta ağaçlık çağındaki bireylerin büyümesini yeterince teşvik etmediği anlaşılmaktadır.

Boy artımı hektar bazında 362,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşçeredeki bireylerin boyları ortalama 14,96 m olup, standart sapma 2,76 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 10-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artımları arasındaki regresyon modeli ($y = -28,0686 + 3,1898x - 0,0565x^2$), çap arttıkça boyun da arttığını ancak belirli bir çap değerinden sonra boy artışının azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 4200,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımındaki sınırlı değerler, çap artımının gövde kesit alanına beklenen ölçüde yansımadağını göstermektedir.

Hacim artımı ise 5,63 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki sınırlamalar, meşcere gelişim potansiyelinin düşük olduğunu ortaya koymaktadır.

- Başçatak Orman İşletme Şefliği- Marjinal (Kenar) Popülasyon

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanındaniz seviyesinden 1760 metre yükseklikte, doğu bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd3 meşceresidir. Bu alan, toplam 23 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 153,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 20-40 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 30,7 cm, standart sapma ise 4,74 cm'dir. Çap dağılımında bireyler homojen bir dağılım göstermektedir. Ancak çap artımının sınırlı kalması, bireylerin büyüme potansiyelinin yeterince desteklenemediğini işaret etmektedir. Bu durum, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının meşcerede etkili bir şekilde kullanılmadığına işaret etmektedir.

Boy artımı hektar bazında 92 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boy değerleri 17,004 m ortalama ile sınırlı bir boy artışı göstermekte ve standart sapma değeri 0,98 m olarak belirlenmiştir. Meşceredeki bireylerin büyük bir kısmı 16-18 m arasında boylanmış olup, çap ve boy artışıdaki ilişkiyi yansıtan regresyon modeli ($y = 13,7270 + 0,0117x + 0,0031x^2$), çap artışının boy artışını desteklediğini ancak bu ilişkinin büyüme potansiyelinin düşük olması nedeniyle sınırlı kaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3174,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımındaki düşük değer, çap artışıdaki sınırlamalar ile doğrudan ilişkilidir. Hacim artımı ise 3,83 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışının da düşük seviyelerde olması, meşcerenin gelişim potansiyelinin tam olarak desteklenmediğini göstermektedir.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1770 metre yükseklikte, doğu bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd3 meşceresidir. Bu alan, toplam 29 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 178,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 20-40 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 28,21 cm, standart sapma ise 5,57 cm'dir. Çap artışıdaki bu değerler, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının eşit şekilde kullanıldığını ancak meşçere gelişim potansiyelinin düşük olduğunu göstermektedir. Çap artışının meşçere içindeki orta ağaçlık çağındaki bireyleri yeterince desteklemediğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 111,17 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boy değerleri 16,05 m ortalama ile homojen bir dağılım göstermekte, standart sapma değeri ise 1,22 m olarak hesaplanmıştır. Regresyon modeli ($y = 6,2934 + 0,7656x - 0,02236x^2 + 0,0003x^3$), çap artışının boy artışını desteklediğini ancak bu ilişkinin ince ağaçlık çağındaki bireyler için daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3576,67 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artımındaki sınırlı değer, çap artışındaki eksikliklerin bir sonucu olarak değerlendirilmelidir.

Hacim artımı ise 4,83 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışının da düşük seviyede olması, meşçere gelişim potansiyelinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1730 metre yükseklikte, doğu bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd3 meşçeresidir. Bu alan, toplam 21 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 217,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 22-44 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 29,43 cm ve standart sapma 4,57 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımının normal dağılım göstermesi ve bireylerin yoğunlukla 28-32 cm aralığında yoğunlaştığını, homojen bir meşçere gelişim süreci olduğunu göstermektedir. Çap artımının normal bir seviyede olması, bireylerin gelişim süreçlerinin desteklendiğini ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının dengeli bir şekilde dağıldığına işaret etmektedir. Bununla birlikte, çap artışının hacim ve göğüs yüzeyi artışına katkısının beklenenden düşük olması, meşçeredeki bireyler arasındaki rekabetin fazla olduğuna işaret etmektedir.

Boy artımı hektar bazında 136,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 16,72 m, standart sapma ise 1,09 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında

bireylerin büyük bir kısmının 16-18 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu, çap artışına paralel bir şekilde boy artış potansiyelinin de sürdüğünü göstermektedir. Regresyon modeli ($y = 10,7338 + 0,1815x + 0,0008x^2$), çap artışının boy artışına doğrudan katkı sağladığını ve bu ilişkinin pozitif yönlü olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle orta ağaçlık çağındaki bireylerin boy artışının hızlandığı, ancak bu artışın düşük çap değerlerinde sınırlı kaldığı görülmektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 4291,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki sınırlı değerler, çap artımının yeterli olmasına rağmen gövde kesit alanına tam anlamıyla yansımadağını göstermektedir.

Hacim artımı ise 1,40 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışının oldukça düşük seviyelerde olması ise meşçere gelişim potansiyelinin sınırlı göstermektedir. Bu durum, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının daha verimli kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1740 metre yükseklikte, güneydoğu bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd3 meşçeresidir. Bu alan, toplam 23 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 318,17 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 16-44 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 29,74 cm ve standart sapma 5,80 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmında, bireyler arasındaki büyüme farklılıklarının belirgin olduğunu göstermektedir. Çap artışının göğüs yüzeyi artışına olumlu bir etkisi bulunmaktadır; ancak bu etkinin daha fazla artırılabilmesi için bireylerin büyüme potansiyellerinin meşçerede en uygun şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Boy artımı hektar bazında 164,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 16,88 m, standart sapma ise 1,09 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Regresyon modeli ($y = 8.905 + 0.603x - 0.0185x^2 + 0.00024x^3$), çap ve boy artışlarının doğrusal olmayan bir ilişki sergilediğini ve çap büyüdükçe boy artışının hızlandığını, ancak bu artış hızının daha yüksek çap değerlerinde yavaşladığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 7839,17 cm²/ha, hacim artımı ise 3,57 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki olumlu değerler, çap artışındaki iyileşmeyi yansıtmaktadır.

Hacim artımı ise 3,57 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışının düşük kalması, bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine tam anlamıyla yansıtılamadığını göstermektedir. Bu durum, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının daha etkili bir şekilde kullanılması gerektiğine işaret etmektedir.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanından deniz seviyesinden 1740 metre yükseklikte, doğu bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd3 meşçeresidir. Bu alan, toplam 22 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 198,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 12-34 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 26,82 cm ve standart sapma 4,77 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 26-28 cm çap aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap artışının düşük seviyelerde olması, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının bireyler arasında yeterince eşit dağıtılamadığını göstermektedir. Rekabetin yüksek olduğu bu meşçerede, çap artışının hacim ve göğüs yüzeyi artışlarına yeterince yansımadağı anlaşılmaktadır.

Boy artımı hektar bazında 145,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 16,14 m, standart sapma ise 1,08 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Regresyon modeli ($y = e^{(2,4086 + 0,0138 * d1.30)}$), çap artışı ile boy artışı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu, ancak bu ilişkinin doğrusal olmadığını göstermektedir. Özellikle ince ağaçlık çağındaki bireylerin boy artışı sınırlıyken, çap büyüdükçe boy artış hızının da arttığı görülmektedir. Ancak bu artışın daha yüksek çaplarda yavaşlama eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 3538,33 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışının sınırlı kalması, çap artışındaki düşük değerlerin doğrudan bir sonucu olarak değerlendirilmektedir.

Hacim artımı ise 3,67 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışının düşük seviyede olması ise bireylerin büyüme potansiyelinin meşçere gelişimine yansıtılamadığını

göstermektedir. Bu durum, meşcerede daha etkili yetiştirme ortamı besin kaynaklarının yönlendirilmesine ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1760 metre yükseklikte, doğu bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çscd3 meşceresidir. Bu alan, toplam 44 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 403,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 8-44 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 27,64 cm ve standart sapma 6,97 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımının geniş aralıkta olması, bireyler arasında büyüme farklılıklarının yüksek olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, çap artışının olumlu değerler sergilemesi, aralamaların orta ağaçlık çağındaki bireylerin gelişimini desteklediğini ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkin bir şekilde kullanıldığını ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 308,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 16,42 m, standart sapma ise 1,42 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-17 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Regresyon modeli ($y = 9,976 + 0,305x - 0,0037x^2 + 0,0000419x^3$), çap artışının boy artışına pozitif bir katkı sağladığını ancak bu ilişkinin doğrusal olmadığını göstermektedir. Çap büyüdükçe boy artış hızının da arttığı, ancak yüksek çap değerlerinde bu hızın azaldığı anlaşılmaktadır.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 8587,33 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışının yüksek seviyede olması, çap artışındaki iyileşmelerin doğrudan bir sonucudur.

Hacim artımı ise 7,33 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki olumlu değerler ise bireylerin büyüme potansiyeline etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

- Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü
 - Erzurum - Oltu Orman İşletme Şefliği

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1970 metre yükseklikte, kuzey bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb3 meşceresidir. Bu alan, toplam 52 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m

(600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 1386,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 12-42 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 19,96 cm ve standart sapma 4,02 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 20-22 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu, meşcerede orta çap sınıflarının baskın olduğunu ve aralama sonrası rekabet baskısının azaltılmasıyla birlikte bireylerin çap artışında etkili bir iyileşme sağladığını ortaya koymaktadır. Çap artımındaki bu yüksek değer, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının verimli bir şekilde kullanıldığını ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının orta ağaçlık çağındaki bireylerin üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 988,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 14,94 m, standart sapma 1,66 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Regresyon modeli ($y = e^{(3.0863 - x * 7.4483)}$), çap ile boy arasında doğru orantılı bir ilişki bulunduğunu, ancak çap büyüdükçe boy artış hızının azaldığını göstermektedir. Bu durum, özellikle ince çaplı bireylerde daha hızlı bir boy artış potansiyeli bulunduğunu, ancak çap büyüklüğü arttıkça boy artış potansiyelinin yavaşlama eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. Boy artışıdaki bu eğilim, ışık ve su gibi yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkili kullanımının boy artışını desteklediğini işaret etmektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 18.356,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışıdaki bu yüksek değer, çap artışının gövde kesit alanına olumlu bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise 12,13 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıdaki güçlü gelişim, bireylerin çap ve boy artışlarının etkili bir şekilde meşçere gelişimini ve aralamaların bireylerin büyüme potansiyelini desteklediğini ortaya koymaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 2040 metre yükseklikte, kuzeydoğu bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb3 meşceresidir. Bu alan, toplam 62 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 1333,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap artımı, bireylerin çap artışıdaki güçlü bir gelişimini ortaya koymaktadır. Çap değerleri 12-

28 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 17,94 cm ve standart sapma 3,64 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-20 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum, ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerin baskın olduğunu ve meşceredeki bireylerin homojen bir şekilde dağıldığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 1043,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 13,91 m, standart sapma 1,27 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 13-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Regresyon modeli ($y = 11,7400 + 0,1796 x - 0,0005x^2 - 0,0002x^3$), çap ile boy arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu ve çap artışının başta boy artışına olumlu bir etkisi olduğunu, ancak belirli bir noktadan sonra boy artışının yavaşladığını göstermektedir. Bu durum, bireylerin boy artış potansiyelinin çap artışına göre farklı hızlarda değiştiğini göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 16.750,33 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki bu olumlu sonuçlar, çap artışının etkili bir şekilde gövde kesit alanına yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise 13,43 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki yüksek değerler, bireylerin meşcere gelişim süreçlerine güçlü bir şekilde yansıdığını ve büyüme potansiyelinin artırıldığını göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 2010 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb3 meşceresidir. Bu alan, toplam 41 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 1018,17 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap artımı, bu meşcerede bireylerin çap artımının orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Çap değerleri 12-30 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 20,24 cm ve standart sapma 3,50 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 18-20 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Aralama sonrası bireyler arasında rekabetin azalmasıyla birlikte, çap artışının daha etkili bir şekilde gerçekleştiği söylenebilir.

Boy artımı hektar bazında 690,17 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 14,71 m, standart sapma 1,51 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında

bireylerin büyük bir kısmının 14-16 m arasında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = 21,793 - 1,785 \cdot x + 0,108 \cdot x^2 - 0,0018 \cdot x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını desteklediğini ancak belirli bir çap seviyesinden sonra boy artış hızının azaldığını göstermektedir. Bu ilişki, bireylerin yetişme ortamı besin kaynaklarının etkin bir şekilde kullanamadığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 14.971,83 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise 9,57 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artımının orta düzeyde kalması, bireylerin çap ve boy artışlarındaki dengesizliklerin bireylerin büyüme potansiyelinin verimli olmadığını göstermektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 2010 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb3 meşceresidir. Bu alan, toplam 32 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 768,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap artımı, bu meşceredeki bireylerin çap artımının düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Çap değerleri 12-30 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 20,24 cm ve standart sapma 3,50 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımında bireylerin yoğunlukla 18-20 cm aralığında yer aldığı görülmektedir. Çap artımındaki bu sınırlı değer, yetişme ortamı besin kaynaklarının bireyler arasında tam olarak eşit dağıtılmadığını ve rekabet baskısının tam anlamıyla ortadan kaldırılmadığını düşündürmektedir.

Boy artımı hektar bazında 544,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 14,71 m, standart sapma 1,51 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = 21,793 - 1,785 \cdot x + 0,108 \cdot x^2 - 0,0018 \cdot x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını desteklediğini ancak belirli bir çap seviyesinden sonra boy artış hızının azaldığını göstermektedir. Boy artışındaki bu yavaşlama, yetişme ortamı besin kaynaklarının istenilen düzeyde kullanılmadığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 14.203,50 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki bu değerler, çap artımının büyüme potansiyeline yansıdığını ancak bu yansımanın sınırlı olduğunu göstermektedir.

Hacim artımı ise 8,00 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıındaki sınırlı gelişim, bireylerin büyüme potansiyelinin tam olarak verimli olmadığını ortaya koymaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 2100 metre yükseklikte, kuzey bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb3 meşceresidir. Bu alan, toplam 40 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 1053,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap artımı, meşceredeki bireylerin çap artımının desteklendiğini göstermektedir. Çap değerleri 14-26 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 20,40 cm ve standart sapma 3,51 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 20-24 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap artışının belirgin bir şekilde artış sağlaması, aralama sonrası rekabetin etkili bir şekilde azaltıldığını ve bireylerin büyüme potansiyelinin desteklendiğini göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 740,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 14,61 m, standart sapma 1,45 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 14-15 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = 31,724 - 3,5816 \cdot x + 0,2139 \cdot x^2 - 0,0039 \cdot x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını desteklediğini, ancak belirli bir noktadan sonra bu etkinin azaldığını göstermektedir. Boy artışıındaki bu sınırlı gelişim, meşceredeki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının istenilen düzeyde kullanamadığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 16.086,67 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışıındaki bu değer, çap artımının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise 11,33 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıındaki bu değerler, bireyler çap ve boy artışlarının meşcere gelişimine etkili bir şekilde dönüştüğünü göstermektedir.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 2100 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2015 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsb3 meşceresidir. Bu alan, toplam 40 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 893,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap artımı, bireylerin çap artımında orta düzeyde bir gelişim sergilediğini göstermektedir. Çap değerleri 12-24 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 18,10 cm ve standart sapma 3,37 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-20 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap artışıdaki bu değerler, meşceredeki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının istenilen düzeyde kullanılmadığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 740,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 14,46 m, standart sapma 1,53 m olarak belirlenmiştir. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 14-16 m aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = 11,4638 + 0,0310 \cdot x + 0,0072 \cdot x^2$), çap artışının boy artışını başlangıçta sınırlı düzeyde desteklediğini, ancak çap büyüdükçe boy artışının daha belirgin hale geldiğini göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 10.480,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışıdaki değer, çap artışlarının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise 7,33 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artımının daha sınırlı düzeyde kalması, bireylerin büyüme potansiyeli ve meşcere gelişim potansiyelinin tam olarak fayda sağlanamadığını göstermektedir.

- Artvin Orman Bölge Müdürlüğü

- Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği -Marjinal (Kenar) Popülasyon

1 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 2020 metre yükseklikte, güneybatı bakıda yer alan ve 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 62 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 1984,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 10-26 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 17,31 cm ve standart sapma 3,78 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-18 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum, bireylerin büyüme potansiyelinin aralama müdahaleleriyle desteklendiğini göstermektedir. Çap artışıdaki yüksek değerler, meşcerede yetiştirme ortamı besin kaynaklarının etkin bir şekilde

kullanıldığını ve özellikle orta ağaçlık çağındaki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının yüksek gelişimle değerlendirdiğini ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 1260,67 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Boy dağılımına bakıldığında bireylerin 12-14 m aralığında yoğunlaşmış olup, ortalama boy 12,75 m ve standart sapma 1,89 m olarak tespit edilmiştir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = \exp(0,4711 + 0,0975 \cdot x)$), çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığını göstermektedir. Özellikle daha küçük çaplı bireylerin boy artışının hızlı gerçekleşmesi, meşcerede boy artış potansiyelinin olumlu yönde etkilendiğini ve meşcere içi rekabetin etkin bir şekilde yönetildiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, aralamaların etkili bir şekilde uygulandığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 29460,33 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu, çap artışlarının gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını ve bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarının gövde gelişimine fayda sağladığını göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 22,73 m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, meşcere gelişim potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Meşceredeki bireylerin meşcere gelişim süreçlerinin etkili bir şekilde desteklendiğini ortaya koymaktadır.

2 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1930 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 31 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 738,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 12-30 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 20,58 cm ve standart sapma 4,82 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 20-24 cm aralığında yoğunlaştığını göstermektedir. Çap artışındaki bu orta düzeydeki gelişim, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının bireyler arasında homojen bir şekilde dağılmadığını göstermektedir. Meşcerede orta ağaçlık çağındaki bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından daha fazla fayda sağladığını göstermektedir.

Boy artımı hektar bazında 289,33 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Ortalama boy 12,87 m, standart sapma 1,84 m'dir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = 488,34 - 66,4x + 2,99x^2 - 0,044x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını

desteklediğini ancak bu etkinin çap arttıkça azaldığını göstermektedir. Bu durum, bireylerin boy artış potansiyelinin yeterince desteklenemediğini göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 10426,33 cm²/ha, hacim artımı ise 3,62 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki bu değerler, çap büyümesinin gövde kesit alanına belirli bir ölçüde yansıdığını ancak bu sürecin daha etkili hale getirilebileceğini göstermektedir.

Hacim artımı ise 3,62 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki sınırlı düzey, meşceredeki bireylerin gelişim süreçlerine beklenen katkıyı sağlayamadığını göstermektedir.

3 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1930 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 33 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 896,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 10-28 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 19,09 cm ve standart sapma 4,88 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 16-20 cm çap aralığında yoğunlaştığı gözlemlenmektedir. Bu durum, bireylerin orta çap sınıflarında yoğunlaştığını ve yetiştirme ortamı besin kaynaklarının bu çap aralığında daha etkili bir şekilde kullanıldığını göstermektedir. Ancak çap artışındaki bu orta düzeydeki değer, yetiştirme ortamı besin kaynaklarının daha büyük çaplı bireyler üzerinde daha fazla verimli hale getirilmesi gerektiği gözlemlenmiştir.

Boy artımı hektar bazında 577,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin ortalama boyu 12,44 m, standart sapması ise 1,97 m'dir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = 7,602 + 0,0865x + 0,0153x^2 - 0,00033x^3$), çap artışının başlangıçta boy artışını hızlandırdığını, ancak belirli bir çap artımına ulaşıldığında boy artış hızının azaldığını göstermektedir. Boy artışlarındaki bu eğilim, bireylerin boy artış potansiyelinin belirli bir sınırdan kaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 10054,00 cm²/ha, hacim artımı ise 6,05 m³/ha olarak hesaplanmıştır. Göğüs yüzeyi artışındaki bu değer, çap artımının gövde kesit alanına belirli bir düzeyde yansıdığını göstermektedir.

Hacim artımı ise 6,05 m³/ha olarak hesaplanmıştır. Hacim artışının sınırlı kalması, meşceredeki bireylerin gelişim süreçlerine etkilerinin istenilen düzeyde olmadığını ortaya

koymaktadır. Bu durum, bireylerin büyüme potansiyelinin desteklenmediğini göstermektedir.

4 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1950 metre yükseklikte, kuzeybatı bakıda yer alan ve 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 40 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 860,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 10-26 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 17,85 cm ve standart sapma 4,09 cm olarak hesaplanmıştır. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 18-20 cm çap aralığında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, çap artışının meşceredeki bireylerin rekabeti doğrultusunda belirli bir seviyede dengelendiğini göstermektedir. Ancak daha büyük çaplı bireylerin meşçere gelişim süreçlerinin yeterince desteklenmediği anlaşılmaktadır.

Boy artımı hektar bazında 700,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin ortalama boyu 13,36 m, standart sapma ise 1,98 m olarak tespit edilmiştir. Çap ve boy artışları arasındaki regresyon modeli ($y = -3,7095 + 2,5524x - 0,1420x^2 + 0,0030x^3$), çap artımının başlangıçta boy artışını desteklediğini, ancak bu etkinin çap artımına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bu değer, bireylerin meşçere gelişim süreçlerinde belirli bir çap seviyesinden sonra boy artış potansiyelinin sınırlandığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 9740,00 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Göğüs yüzeyi artışındaki bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına belirli bir ölçüde yansımada olduğunu göstermektedir.

Hacim artımı ise 6,00 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışındaki sınırlı değer, bireylerin meşçere gelişim potansiyelinin tam anlamıyla kullanılamadığını ortaya koymaktadır.

5 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1960 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 57 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 1843,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 10,0-30,0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 17,65 cm ve standart sapma değeri 3,912 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımı incelendiğinde bireylerin büyük çoğunluğunun 16-20 cm çap aralığında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, meşcerenin ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğunu ve bireyler arasında homojen bir çap dağılımı olduğunu göstermektedir. Çap artışıdaki bu yüksek değer, bireylerin yetişme ortamı besin kaynaklarından etkili bir şekilde faydalandığını ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 1235,00 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin ortalama boyu 13,0821 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 2,803 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımında bireylerin çoğunluğunun 10-15 metre aralığında yoğunlaştığı gözlenmiştir. Meşcerenin boy açısından homojen bir yapıya sahip olması, bireylerin benzer büyüme eğilimleri gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = -42.498 + 7.935x - 0.369x^2 + 0.00576x^3$), ince çaplı bireylerde boy artış hızının yüksek olduğunu, orta çap büyüklüğünde artış hızının yavaşladığını ve kalın çaplı bireylerde boy değerlerinde yeniden bir artış olduğunu göstermektedir. Bu durum, meşcerede farklı büyüme potansiyeline sahip bireylerin bir arada bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 20.795,50 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu yüksek değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını ve bireylerin büyüme potansiyellerini önemli ölçüde değerlendirdiğini göstermektedir.

Hacim artımı ise hektar başına 11,40 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıdaki bu yüksek değer, bireylerin potansiyeline önemli ölçüde katkı sağladığını göstermektedir.

6 Nolu Örnek Alan: Örnek alanın deniz seviyesinden 1960 metre yükseklikte, batı bakıda yer alan ve 2016 yılında aralama müdahalesi görmüş saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Çsbc3 meşceresidir. Bu alan, toplam 26 bireyi kapsamakta olup, büyüklüğü 30x20 m (600 m²) olarak belirlenmiştir. Örnek alan çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri hektar bazında tablo olarak yukarıda verilmiştir (Tablo 4).

Çap artımı hektar bazında 613,83 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Çap değerleri 8,0-56,0 cm arasında değişmekte olup, ortalama çap 31,385 cm ve standart sapma değeri 8,8446 cm olarak belirlenmiştir. Çap dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 24-36 cm aralığında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, meşcerenin büyük

kısımının ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğunu ve az sayıda kalın ağaçlık çağındaki bireyin bulunduğunu göstermektedir. Çap artışıdaki bu değer, bireylerin yetiştirme ortamı besin kaynaklarından etkili bir şekilde faydalandığını ve bireysel büyüme potansiyelinin etkili bir şekilde desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Boy artımı hektar bazında 507,50 cm/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Meşceredeki bireylerin ortalama boyu 14,6154 m olarak belirlenmiş ve standart sapma değeri 3,3940 m olarak hesaplanmıştır. Boy dağılımına bakıldığında bireylerin büyük bir kısmının 15-20 m aralığında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, meşcerede boy açısından daha homojen bir yapı seğılediğini ve bireylerin benzer büyüme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çap ve boy arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modeli ($y = 10.523 - 0.636x + 0.044x^2 - 0.000596x^3$), orta çap sınıfındaki bireylerde çap artışıyla birlikte boyda belirgin bir artış olduğunu, ancak kalın ağaçlık çağındaki bireylerde boy artışının azaldığını göstermektedir.

Göğüs yüzeyi artımı hektar bazında 6824,67 cm²/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değer, çap büyümesinin gövde kesit alanına etkili bir şekilde yansıdığını göstermektedir. Orta ağaçlık çağındaki bireylerin katkısının göğüs yüzeyi artışında önemli bir etki sağladığı gözlemlenmektedir.

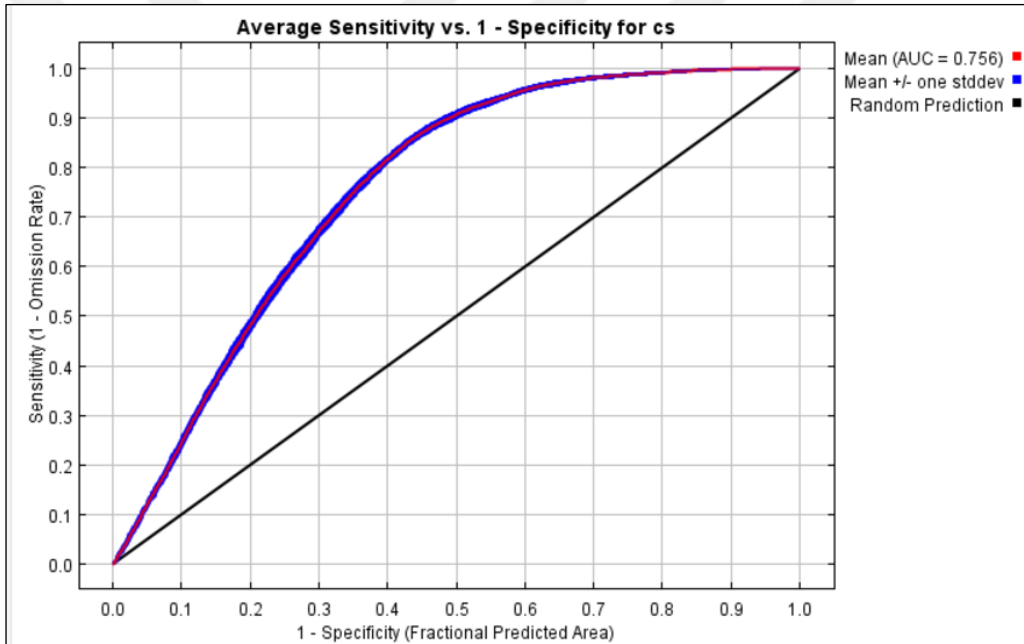
Hacim artımı ise hektar başına 4,35 m³/ha olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Hacim artışıdaki bu değer, bireysel büyüme potansiyeline katkı sağladığını ancak kalın çaplı bireylerin düşük katkısı nedeniyle artış hızının sınırlı kaldığını göstermektedir.

3.5. Dönemsel İklim Tahminleri Hesaplanması ve Küresel İklim Senaryolarına İlişkin Bulgular

Bu çalışmada, *Pinus sylvestris* L. türünün çevresel faktörlerle ilişkili dağılım özelliklerini analiz etmek amacıyla ileri düzey modelleme yaklaşımları uygulanmıştır. Elde edilen bulgular ile, çevresel değişkenlerin türün habitat seçimleri üzerindeki belirleyici etkileri ortaya koyulmaya çalışılmış ve kullanılan modelin yüksek tahmin gücü, tür dağılımını etkileyen ana faktörlerin güvenilir ve tutarlı bir şekilde tespit edilmesini sağlamıştır.

3.5.1. Model Performansı ve Çevresel Değişkenlerin Etkisi

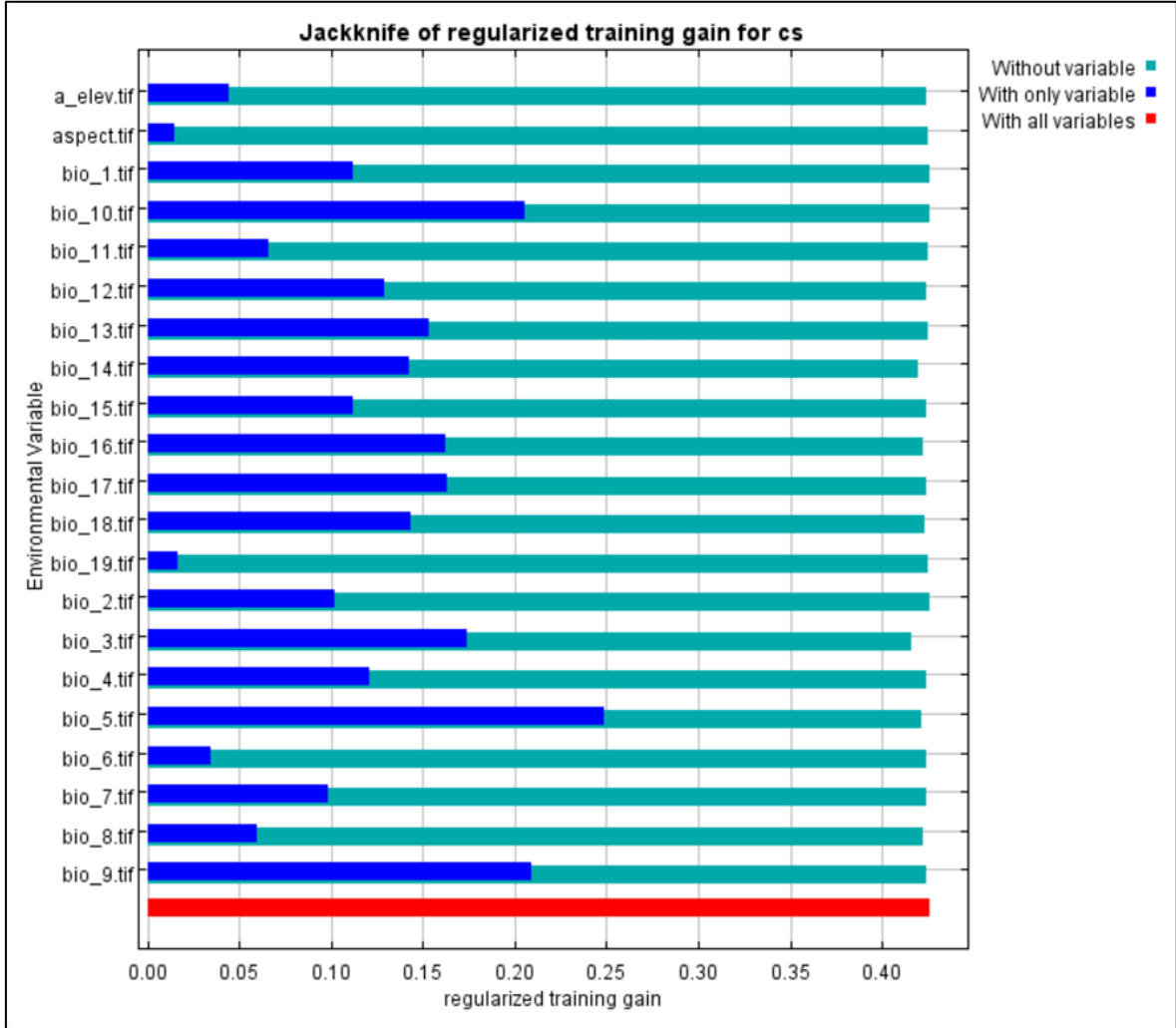
Çalışma kapsamında yapılan modelleme sonucunda elde edilen ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisindeki eğitim verilerinin doğrulama değeri 0.756 ($AUC > 0.5$), standart sapması ise 0.005 olarak bulunmuştur. Bu bulgular doğrultusunda modelin orta derecede bir performans gösterdiğini ancak tahmin gücünün güvenilir olduğunu söylemek mümkündür. Standart sapmanın düşük olması, tekrarlanabilir sonuçlara işaret etmektedir (Şekil 97). AUC ‘ye dayalı ROC eğrisi, modelin hem özgünlüğünü hem de duyarlılığını iyi bir şekilde gösterir. AUC (Area Under Curve) ‘nin 0.7’nin üzerinde olması modelin anlamlı bir ayırım yapabildiğini gösterir.



Şekil 97. Modelin ROC eğrisi- AUC değeri

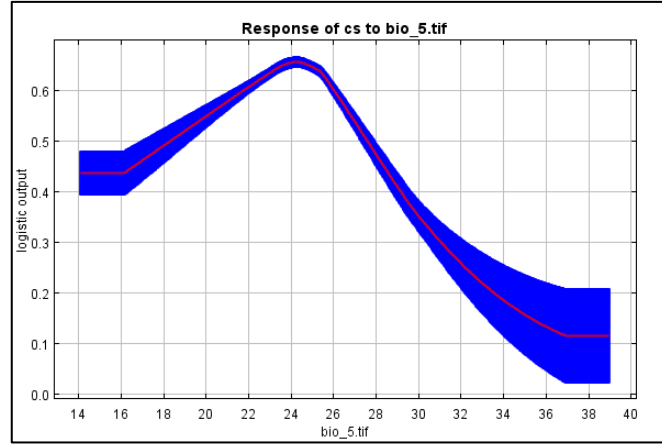
Modeldeki Jackknife seçeneğiyle Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) için oluşturulan başarı tablosuna göre, eğitim verilerinde bireysel türlerin dağılımını en yüksek düzeyde etkileyen üç çevresel değişken sırasıyla en sıcak ayın maksimum sıcaklığı [Bio5], en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı [Bio9] ve en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı [Bio10]’dır. Bio5 değişkeni en yüksek anlamlılığa sahiptir ve tür dağılımını etkileyen önemli bir sıcaklık faktörüdür. Bio9 değişkeni diğer değişkenlerle karşılaştırıldığında daha az katkı sağlamaktadır ancak kuraklık stresini temsil ettiği için önemli olabilir. [Bio10] değişkeni ise, modeldeki diğer sıcaklık faktörlerini tamamlayıcı bir değişkendir. [Bio3] İzotermallik

(BIO2/BIO7) ($\times 100$) değişkeni çıkarıldığında model performansında belirgin bir düşüş görülmekte ve bu durum değişkenin diğer değişkenlerde olmayan benzersiz bilgiler sağladığını göstermektedir. (Şekil 98).



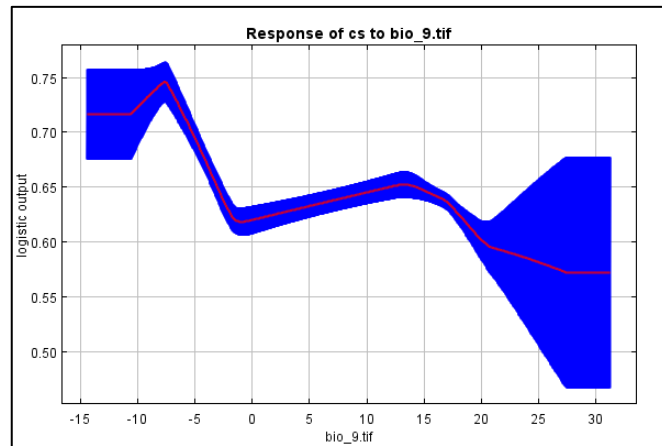
Şekil 98. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türünde çevresel değişkenlerin etkisine ilişkin grafik

Çevresel faktörler ile türlerin varlığı arasındaki ilişkileri temsil eden tepki eğrilerine göre, en sıcak ayın sıcaklığı [Bio5], Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türünün dağılımını anlamada önemli bir faktör olarak öne çıkmıştır. Tepki eğrileri incelendiğinde, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) varlığı 24-28°C aralığında maksimum düzeye ulaşmaktadır. Ancak sıcaklığın 28°C'yi aşması durumunda, tahmin edilen Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) varlığında hızlı bir düşüş gözlemlenmektedir. Bu durum, sıcaklık stresi nedeniyle Sarıçam türünün bu sıcaklık seviyesinden sonra uyum sağlamakta zorlandığını göstermektedir (Şekil 99).



Şekil 99. En sıcak ayın sıcaklığı [Bio5] değişkenine ilişkin tepki eğrisi

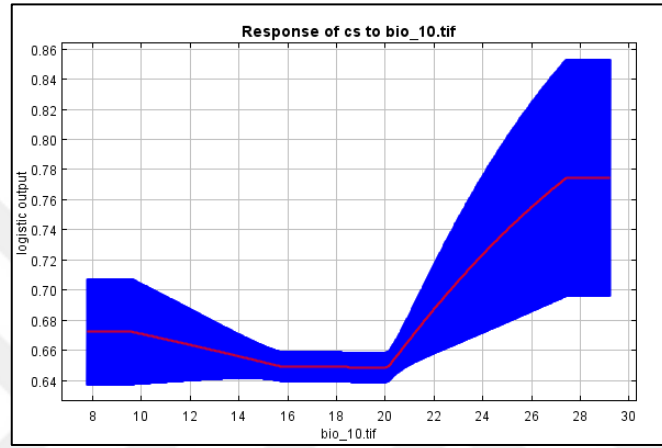
En kurak ayın yağış miktarı [Bio9], Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türünün su erişimi ve kuraklık stresine duyarlılığını belirleyen bir diğer önemli faktördür. Tepki eğrileri, Sarıçam türünün varlığının 0-15 mm yağış aralığında stabil olduğunu ancak 15 mm'den sonra azalmanın başladığını göstermektedir. Bununla birlikte, yağış miktarının negatif değerlere düştüğü uç durumlarda modelin belirgin eğriler göstermediği gözlenmiştir. Bu, modelleme sınırlarından kaynaklanabileceği gibi türlerin aşırı kuraklık koşullarındaki düşük toleransını da yansıtabilir. Bu durum, [Bio9] değişkeninin Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türünün kuraklık stresine karşı sınırlarını belirlemede anlamlıdır (Şekil 100).



Şekil 100. En sıcak ayın sıcaklığı [Bio9] değişkenine ilişkin tepki eğrisi

En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı [Bio10], özellikle yaz aylarında türde büyüme ve hayatta kalma süreçlerini etkileyen bir diğer önemli çevresel faktördür. Tepki eğrileri, tür varlığının 26-28°C aralığında en yüksek düzeye ulaştığını ve bu sıcaklık değeri arttıkça

azaldığını ortaya koymaktadır. Sıcaklık 20°C'nin altına düştüğünde veya 28°C'nin üzerine çıktığında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türünün varlığında belirgin şekilde azalma olma ihtimalinin olduğunu söylemek mümkündür. Bu bulgudan yola çıkarak, Sarıçam türünün yaz sıcaklıklarına uyum sağlaması için uygun bir sıcaklık aralığına ihtiyaç duyduğunu ve sıcaklık değişikliklerinin habitat uygunluğunu doğrudan etkileyebileceğini göstermektedir (Şekil 101).



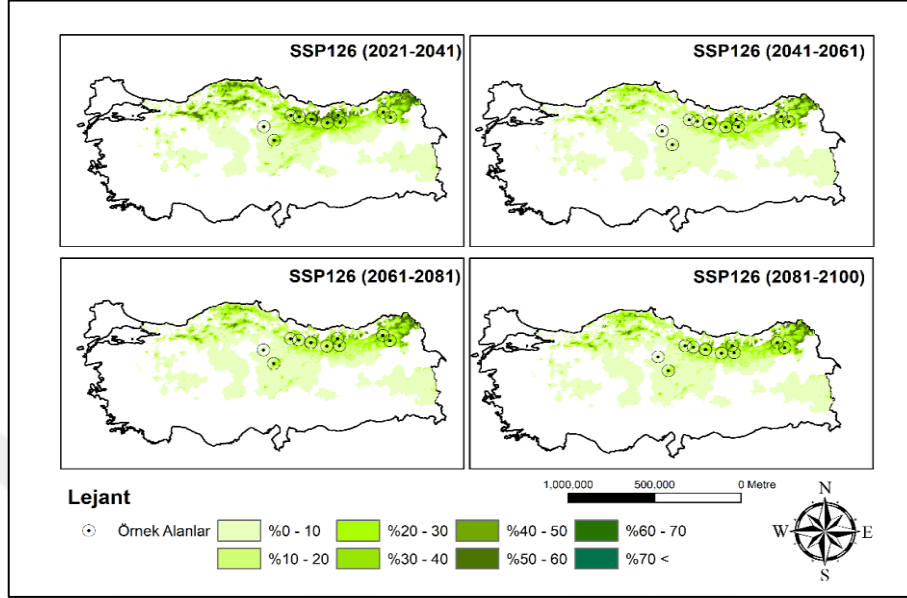
Şekil 101. En sıcak ayın sıcaklığı [Bio10] değişkenine ilişkin tepki eğrisi

En sıcak ayın sıcaklığı [Bio5], en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı [Bio9] ve en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı [Bio10] değişkenleri, Sarıçam türünün habitat uygunluğunu belirlemede tamamlayıcı rol oynayan önemli faktörlerdir. [Bio5] ve [Bio10], sıcaklık toleransı ve termal sınırların anlaşılmasında ön plana çıkarken, [Bio9] su kaynaklarının türlerin ekolojik tercihleri üzerindeki etkisini yansıtmaktadır. Bu değişkenler arasındaki olası korelasyonlar incelendiğinde, [Bio5] ve [Bio10] arasında sıcaklık ilişkili yüksek bir korelasyon olduğu görülmektedir.

3.5.2. Küresel İklim Senaryolarına Göre *Pinus sylvestris* L. Türünün Gelecekteki Potansiyel Dağılımı

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türünün gelecekteki projeksiyonları SSP126 (Düşük Emisyon Senaryosu), SSP245 (Orta Emisyon Senaryosu) ve SSP585 (Yüksek Emisyon Senaryosu) senaryolarına göre değerlendirilmiş ve 2020-2040, 2040-2060, 2060-2080 ve 2080-2100 zaman dilimleri için model sonuçları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Sarıçam'ın Türkiye'de ki dağılımının iklim değişikliğine bağlı olarak farklı zaman

periyotlarında ve bölgelerde alansal olarak önemli değişiklikler gösterebileceğini ortaya koymaktadır.



Şekil 102. SSP126 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de *Pinus sylvestris* ‘in potansiyel dağılımı

Tablo 5. SSP126 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de *Pinus sylvestris* ‘in alansal dağılımı

Potansiyel Büyüme Yüzdesi (%)	Potansiyel Yayılış (Günümüz)	SSP126			
		2020-2040	2040-2060	2060-2080	2080-2100
% 0 - 10	7069187.5	15078453	17000915	18288220	17287948
% 10 - 20	4373393.8	4719974	4286081	4418069	5023401
% 20 - 30	2853827.5	3126697	2545008	2337803	2610883
% 30 - 40	3140600.2	1956434	1531263	1129616	1278001
% 40 - 50	3267014.7	1352538	982912.9	539307.5	507927.8
% 50 - 60	3577822	702255.8	570712	284998.7	288151.3
% 60 - 70	2706135.2	69534.89	94062.35	12916	14528.81
% 70 <	22775.424	4853.781			

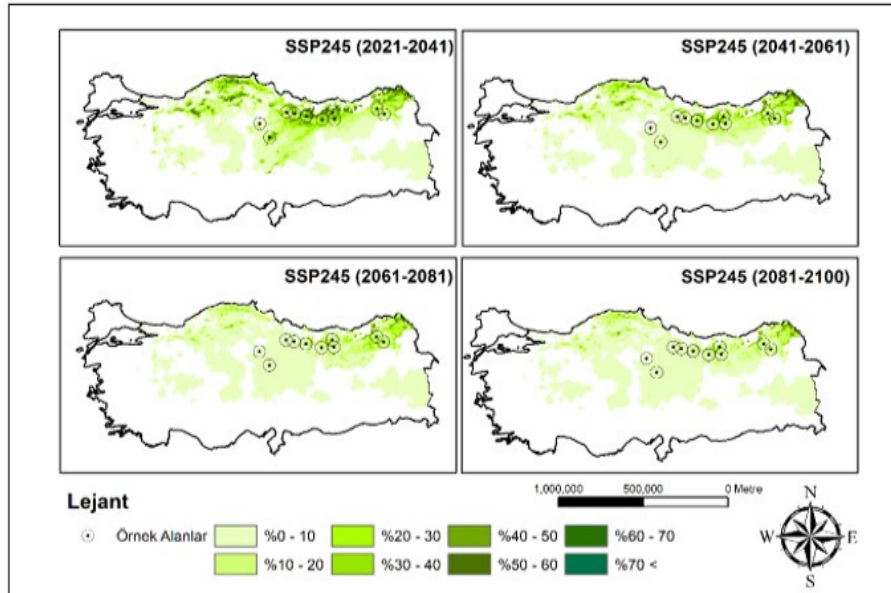
SSP126 senaryosu, sürdürülebilir kalkınma politikaları ve sera gazı emisyonlarının azaltıldığı senaryoyu temsil etmektedir. Bu senaryoya göre, Sarıçam ormanlarının düşük potansiyelli büyüme alanlarında (%0-30) önemli bir genişleme görülmektedir. Mevcut durumda, 2020 yılında 14.3 milyon hektar olan bu alanların, 2040 yılına kadar 22.9 milyon, 2060 yılına kadar 23.8 milyon hektar, 2080 yılı ve sonrasında ise 25.0 milyon

hektara ulaşacağı öngörülmektedir (Tablo 5). Bu genişleme özellikle İç Anadolu'nun kuzeydoğusu ve Doğu Anadolu'nun dağlık kesimlerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 102).

Buna karşılık, orta potansiyelli büyüme alanlarında (%30-70) bir daralma söz konusudur. 2020 yılında 15.5 milyon hektar olan bu alanlar, 2040 yılında 4.08 milyon hektara gerilemiş, 2100 yılına kadar ise 810 bin hektara düşmüştür. Bu daralmanın, özellikle Karadeniz Bölgesi'nde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, bölgede orman ekosistemlerinde yaşanan kayıplara işaret etmektedir.

Yüksek potansiyelli büyüme alanlarında (%70 ve üzeri) ise azalma gözlemlenmiştir. Bu alanların potansiyel yayılışı, 2020 yılında 22.8 milyon hektar iken, 2100 yılına kadar bu alanların tamamen kaybolabileceği gözlemlenmiştir. Bu alanlar genellikle Batı Karadeniz'in yüksek rakımlı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır (Tablo 5).

Genel olarak SSP126 senaryosu, düşük potansiyelli büyüme eğilimi olan alanlarda genişleme, orta potansiyelli alanlarda daralma ve yüksek potansiyelli alanlarda ise düşüş ile Sarıçam ekosistemlerinde değişiklik olabileceğine işaret etmektedir. Bu olası değişimlere bağlı olarak, iklim değişikliğine yönelik uygulanan politikalara önem verilmesi gerektiğini söyleyebiliriz.



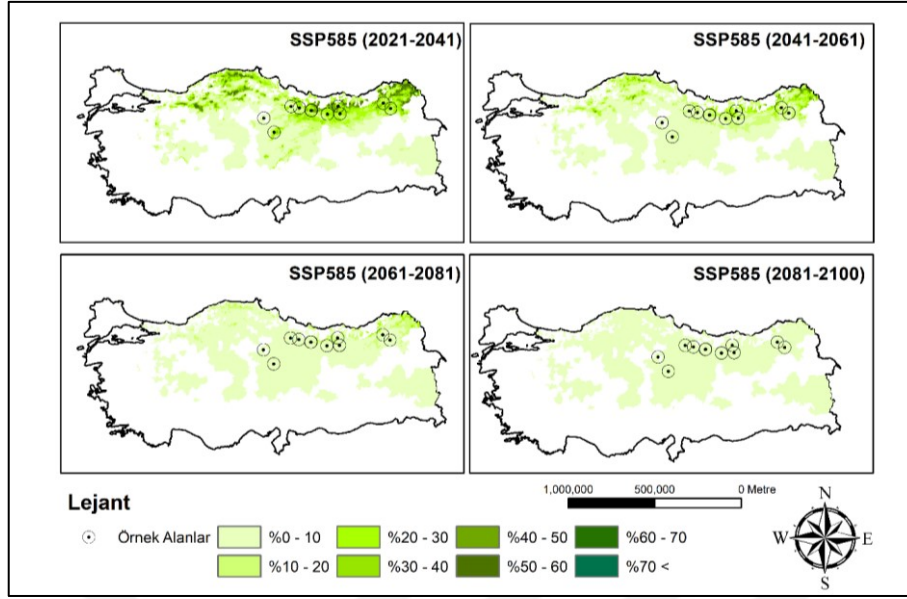
Şekil 103. SSP245 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye'deki *Pinus sylvestris*'in potansiyel dağılımı

Tablo 6. SSP 245 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de *Pinus sylvestris*’in alansal dağılımı

Potansiyel Büyüme Yüzdesi (%)	Potansiyel Yayılış (Günümüz)	SSP245			
		2020-2040	2040-2060	2060-2080	2080-2100
% 0 - 10	7069187.5	15452163	19382602	21653070	22224125
% 10 - 20	4373393.8	5354700	4571749	3844442	3819114
% 20 - 30	2853827.5	2766588	1781615	971402.5	672884.7
% 30 - 40	3140600.2	1725705	760009.5	329783.6	207360.3
% 40 - 50	3267014.7	1134516	338635.9	158745.9	87248.5
% 50 - 60	3577822	535029.9	160060.2	53306.37	
% 60 - 70	2706135.2	42036.92	16135.11		
% 70 <	22775.424				

SSP245 senaryosu, sera gazı emisyonlarının kısmen kontrol altında tutulduğu ve iklim değişikliğinin orta düzeyde etkiler yarattığı bir senaryoyu temsil etmektedir. Bu senaryoya göre, düşük potansiyelli büyüme alanları (%0-30) genişleme göstermiştir. 2020 yılında 14.3 milyon hektar olan bu alan, 2040 yılında 23.5 milyon hektara, 2060 yılına kadar 25.7 milyon hektara, 2080 yılına kadar 26.5 milyon hektara, 2100 yılında ise 26.7 milyon hektara ulaşacağı ve bu genişlemenin, İç Anadolu’nun güney kesimleri ve Doğu Anadolu’nun kurak bölgelerinde gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 6).

Buna karşın, orta potansiyelli büyüme alanlarında (%30-70) azalma yaşanmıştır. 2020 yılında 12.7 milyon hektar olan bu alanlar, 2040 yılında 3.4 milyon hektara, 2100 yılında ise 294 bin hektara düşeceği öngörülmektedir (Tablo 6). Bu azalmanın özellikle Karadeniz kıyı kesimlerinde ve Batı Anadolu’nun yüksek rakımlı bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 103). Yüksek potansiyelli büyüme alanları (%70 ve üzeri), bu senaryoda tamamen kaybolabileceği ve Sarıçam’ın optimum yayılış habitatlarını yitirebileceği gözlemlenmiştir.



Şekil 104. SSP 585 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’deki *Pinus sylvestris*’in potansiyel dağılımı

Tablo 7. SSP 585 için modelleme sonuçlarına göre Türkiye’de *Pinus sylvestris*’in alansal dağılımı

Potansiyel Büyüme Yüzdesi (%)	Potansiyel Yayılış (Günümüz)	SSP585			
		2020-2040	2040-2060	2060-2080	2080-2100
% 0 - 10	7069187.5	16044358	20827546	25214978	26956083
% 10 - 20	4373393.8	4820039	4469378	1575896	55020.31
% 20 - 30	2853827.5	2907794	1159859	187827.7	
% 30 - 40	3140600.2	1641459	371245.5	32344.46	
% 40 - 50	3267014.7	1046397	164952.3		
% 50 - 60	3577822	500546	17753.57		
% 60 - 70	2706135.2	50195.2			
% 70 <	22775.424				

SSP585 senaryosu, fosil yakıt kullanımının devam ettiği ve iklim değişikliğinin etkilerinin en şiddetli şekilde hissedildiği bir durumu temsil etmektedir. Bu senaryoya göre, düşük potansiyelli büyüme alanları (%0-30), 2020 yılında 14.3 milyon hektar iken, 2040 yılında 23.8 milyon hektara, 2060 yılında 26.4 milyon hektara, 2080 yılında 26.9 milyon hektara, 2100 yılında ise 27.0 milyon hektara yükseleceği ve bu genişlemenin, özellikle Doğu Anadolu’nun kurak bölgelerinde ve İç Anadolu’nun güney kesimlerinde gerçekleşeceği görülmektedir (Tablo 7).

Orta potansiyelli büyüme alanlarında (%30-70) bir azalma gözlenmektedir. Bu alanlar, 2020 yılında 12.7 milyon hektar iken, 2040 yılında 3.2 milyon hektara, 2100 yılında ise tamamen ortadan kaybolacağı ve bu azalmaların özellikle Karadeniz'in kıyı kesimlerinde yoğunlaşacağı görülmektedir. Yüksek potansiyelli büyüme alanları, bu senaryoda tamamen kaybolmuş ve Sarıçam'ın Kuzeydoğu Anadolu'nun yüksek rakımlı optimum yayılış habitatlarını tamamen terkettiği gözlemlenmiştir (Şekil 104).

3.6. İstatistiksel Analizlere İlişkin Bulgular

Bu bölümde, merkez ve kenar popülasyonlarının müdahale şiddeti ve stabilite değişkenleri açısından farklılık gösterip göstermediği ile bu iki değişken arasındaki ilişkinin varlığı incelenmiştir. İlgili analizler kapsamında Bağımsız Örneklem t-Testi, Mann-Whitney U Testi ve Spearman Korelasyon Analizi uygulanmış, sonuçlar %95 güven aralığında değerlendirilmiştir ($\alpha = 0.05$).

Öncelikle, değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk Normallik Testi ile değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, müdahale şiddeti değişkeninin normal dağılıma uygun olduğu ($p=0.230 > 0.05$), ancak stabilite değişkeninin normal dağılım göstermediği ($p=0.0001 < 0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 8). Bu nedenle, müdahale şiddeti için parametrik testler, stabilite için ise parametrik olmayan testler kullanılmıştır.

Tablo 8. Shapiro-wilk normallik testi

Normalite Testi						
Değişken	Kolmogorov-Smirnov ^a Testi			Shapiro-Wilk Testi		
	İstatistik	Serbestlik Derecesi (df)	Anlamlılık (Sig.)	İstatistik	Serbestlik Derecesi (df)	Anlamlılık (Sig.)
Müdahale Şiddeti	,100	60	,200*	,974	60	,230
Stabilite	,215	60	,000	,762	60	,000

Merkez ve kenar popülasyonlarının müdahale şiddeti açısından anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini test etmek için Bağımsız Örneklem t-Testi uygulanmıştır. Test öncesinde, Levene'in Varyans Eşitliği Testi ile grupların varyanslarının eşit olup olmadığı değerlendirilmiş ve varyansların eşit olduğu belirlenmiştir ($F= 0,512$, $p = 0.477$). Bu doğrultuda, standart Bağımsız Örneklem t-Testi kullanılmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Bağımsız Örneklem t-Testi tablosu

Bağımsız Örneklem Testi										
		Levene'in Varyans Eşitliği Testi		t-test (Ortalama eşitliği için)						
		F	Anlamlılık (Sig.)	t	Serbestlik Derecesi (df)	Anlamlılık (Sig. 2-tailed)	Ortalama Farkı (Mean Difference)	Standart hata farkı) Std. Error Difference	95% Güven Düzeyi	
									Alt sınır (Lower)	Üst Sınır (Upper)
Müdahale Şiddeti	Varyanslar eşit ise	,512	,477	-1,077	58	,286	-,02542	,02360	-,07265	,02182
	Varyanslar eşit değil ise			-1,093	51,921	,279	-,02542	,02324	-,07206	,02123

Elde edilen sonuçlar, merkez ve kenar popülasyonlara ait müdahale şiddeti ortalamaları arasında %95 güven düzeyi ile anlamlı bir farklılık bulunmadığını tespit edilmiştir ($p=0,286 > 0.05$). Bu sonuca göre, müdahale şiddeti açısından merkez ve kenar popülasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını söylemek mümkündür (Tablo 9).

Popülasyonların stabilite düzeyleri açısından farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Stabilite değişkeni için yapılan Shapiro-Wilk normallik testi sonucunda ($p < 0.0001$), bu değişkenin normal dağılıma uymadığı tespit edilmiş ve bu nedenle, parametrik olmayan bir test olan Mann-Whitney U testi kullanılarak iki grubun stabilite değerleri karşılaştırılmıştır. Uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre; U değeri = 366.0, $p = 0.314$ olarak bulunmuştur (Tablo 10).

Elde edilen sonuçlar, merkez ve kenar popülasyonlara ait stabilite değerleri arasında %95 güven düzeyi ile anlamlı bir farklılık bulunmadığını söylemek mümkündür ($p=0,314 > 0.05$)

Tablo 10. Mann-Whitney Testi tablosu

İstatistiksel Tablo	
	Stabilite
Mann-Whitney U	366,000
Wilcoxon W	666,000
Z	-1,007
Anlamlılık (Sig. (2-tailed))	,314

Son olarak, müdahale şiddeti ile stabilite arasındaki ilişkinin istatistiksel anlamlılığı incelenmiştir. Bağımsız iki değişken arasındaki korelasyon ilişkisini belirlemek için Spearman Rho Korelasyon Analizi uygulanmıştır. Korelasyon analizleri, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmek için kullanılır. Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları, stabilite değişkeninin normal dağılıma uymadığını göstermiştir ($p < 0.0001$). Bu nedenle, değişkenler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde parametrik olmayan Spearman Korelasyon Analizi kullanılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Korelasyon analiz tablosu

Korelasyon Analizi				
			Müdahale Şiddeti	Stabilite
Spearman's rho Testi	Müdahale Şiddeti	Korelasyon Katsayısı	1,000	-,147
		Anlamlılık (Sig. (2-tailed))	.	,261
		Ortalama (N)	60	60
	Stabilite	Korelasyon Katsayısı	-,147	1,000
		Anlamlılık (Sig. (2-tailed))	,261	.
		Ortalama (N)	60	60

Analiz sonuçlarına göre Spearman korelasyon katsayısı (r) = -0.147, p-değeri (Sig. 2-tailed) = 0.261 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar, müdahale şiddeti ile stabilite arasında negatif yönlü, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki olduğunu göstermektedir ($p > 0.05$). Negatif korelasyon katsayısı, müdahale şiddeti arttıkça stabilite değerlerinin azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir, ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle, bu iki değişken arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır (Tablo 11).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1.Meşcere Kuruluş Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

4.1.1. Çap, Boy Dağılımlarına ve Meşcere Boy Eğrilerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Normal popülasyonlarda gerçekleştirilen alçak aralama müdahaleleri, çap ve boy dağılımlarını, tabakalılığı ve bireyler arası rekabeti önemli ölçüde etkilemiştir. Düşük şiddetli aralamalar, meşcerenin rekabet ortamını büyük ölçüde değiştirmezken, %18 ve üzerindeki müdahaleler bireylerin büyüme dinamiklerini değiştirmiş ve çap dağılımının bazı örnek alanlarda normalden saparak negatif exponansiyel dağılım göstermesine neden olmuştur. Bu durum, Sarıçam meşcerelerinde uygulanacak aralama müdahalelerinin, meşcere yapısının korunması ve optimal büyüme koşullarının sağlanması açısından dikkatli bir şekilde planlanması gerektiğini göstermektedir.

Normal (merkez) popülasyonlar üzerinde yapılan analizler sonucunda, en uygun alçak aralama müdahalesi şiddetinin %15-%20 aralığında değiştiği belirlenmiş olup, bu düzeyde gerçekleştirilen uygulamalar, orta tabakadaki bireylerin büyümesini teşvik ederken üst tabaka hâkimiyetini koruyarak ışık rekabetini dengelemektedir. Normal (merkez) popülasyonlar arasında Gümüşhane-Sarıçdağı 1 ve 4 nolu örnek alanlarda olduğu gibi Tokat-Ayvaz 4 ve 5 nolu örnek alanlar, Yozgat-Aydıncık 4, 5 ve 6 nolu örnek alanlar normal dağılım gösteren meşcereler olarak belirlenmiştir. Gümüşhane-Sarıçdağı 2, 3 ve 5 nolu örnek alanların ise normal dağılıma uygun olmaması ile birlikte negatif exponansiyel dağılıma yaklaşan bir dağılım gösterdiği, yine Gümüşhane-Sarıçdağı popülasyonu 6 nolu örnek alan, Giresun-Bölükçam popülasyonu 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 nolu örnek alanlar, Tokat-Ayvaz popülasyonu 1, 2, 3 ve 6 nolu örnek alanlar ve Yozgat-Aydıncık popülasyonu 3,4 ve 5 nolu örnek alanlar ise normal (merkez) popülasyonlar içerisinde normal dağılım göstermeyen meşcereler olarak karşımıza çıkmaktadır. Stempski ve Trosdowski (2024) tarafından yapılan çalışmada, orta şiddetli aralamaların çap ve boy büyümesini desteklediğini, ancak şiddetli müdahalelerin meşcere yapısında homojenliği bozabileceğini ifade etmiştir. Benzer şekilde, Ameztegui vd. (2017), yoğun aralamaların meşcere içerisinde alt tabakaya daha fazla ışık sağlamasına rağmen, üst tabaka bireyleri için rekabet

avantajı oluşturduğunu belirtmiştir. Mäkinen ve Isomäki (2004) ise %20 ve üzerindeki aralamaların meşcere stabilitesini olumsuz etkileyebileceğini ve bireyler arasındaki büyüme farklılıklarını artırabileceğini vurgulamıştır. Bu çalışmada, meşcere kuruluşu açısından %15-20 şiddetinde uygulanan aralamalar, çap ve boy büyümesine pozitif katkı sağlayarak tabakalı meşcere kuruluşunun sürdürülebilirliğini yaşlanma seyri içerisinde olmayan meşcerelerde desteklemektedir. Ancak, %20 ve üzeri yüksek şiddetli aralamaların bireysel büyüme potansiyelinde farklılıklar yaratarak meşcere kapalılığının homojenliğini bozup özellikle rüzgâr ve kar hasarı riskini yükseltebileceği hususu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, uzun vadeli ormancılık yönetimi açısından, Sarıçdağı, Bölükçam, Ayvaz ve Aydıncık popülasyonlarında düşük-orta şiddetli aralamaların (%15-20) meşcere stabilitesini ve büyüme potansiyelini en iyi şekilde dengeleyeceği öngörülmektedir.

Marjinal (kenar) popülasyonlar üzerinde yapılan analizler sonucunda, normal popülasyonlara kıyasla farklı meşcere yapılarının ve büyüme dinamiklerinin oluştuğunu söylemek mümkündür. Kenar popülasyonlarda çap ve boy dağılımlarının genellikle normal dağılım göstermediği görülmüştür. Bu durum, marjinal popülasyonların ekolojik streslere ve iklim değişikliklerine daha duyarlı olduğunu göstermektedir (García-Abril vd., 2007). Kenar popülasyonlar arasında Ordu-Arpaalan popülasyonu 5 nolu örnek alan, Tokat-Niksar popülasyonu 6 nolu örnek alan, Yozgat-Başçatak popülasyonu 1, 2 ve 3 nolu örnek alanlar, Erzurum-Oltu popülasyonu 6 nolu örnek alan ve Artvin-Kılıçkaya popülasyonunda 1, 4 ve 6 nolu örnek alanlar normal dağılım gösteren meşcereler olarak belirlenmiştir. Stempski ve Trosdowski (2024) tarafından Boreal ekosistemlerde farklı aralama yoğunluklarının orman büyüme dinamikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, yoğun aralamaların ışık ve besin paylaşımını artırarak genç bireylerin büyümesini teşvik ettiği, ancak bu tür uygulamaların uzun vadede meşcere stabilitesini olumsuz etkileyebileceği vurgulanmıştır. Kenar popülasyonlar arasında Gümüşhane-Şiran 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 nolu örnek alanlar, Ordu-Arpaalan 1, 2, 3, 4 ve 6 nolu örnek alanlar, Tokat-Niksar 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu örnek alanlar, Yozgat-Başçatak 4, 5 ve 6 nolu örnek alanlar, Erzurum-Oltu 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu örnek alanlar, Artvin-Kılıçkaya 2, 3 ve 5 nolu örnek alanlar ise normal dağılım göstermeyen alanlar olarak belirlenmiştir. Vacek ve ark. (2016) tarafından iklim değişikliğinin ve çevresel baskıların marjinal alanlardaki sarıçam büyümesine etkisini tartıştıkları çalışmada, marjinal alanlarda büyüme dinamiklerinin daha kompleks olduğu bulgusunu ortaya koymuştur. Marqués ve Madrigal-González (2018)'e göre, marjinal popülasyonlarda iklim

değişikliğinin ve kuraklığın etkisiyle büyüme ve gelişme eğilimleri belirgin bir şekilde azalmakta, bu durum da çap çeşitliliğini azaltmaktadır. Stempski ve Trosdowski (2024) yapmış oldukları çalışmada, şiddetli aralamaların çap gelişimini hızlandırdığını ancak meşcere stabilitesini bozabileceğini belirtmişlerdir. Mäkinen ve Isomäki (2004) ise %30 ve üzerindeki aralamaların, bireyler arasında ciddi büyüme farkı yarattığını ve meşcere yapısında dengesizlik oluşturabileceğini belirtmektedir. Çap ve boy dağılımı açısından, marjinal popülasyonlardaki bireyler arasındaki büyüme farklarının, normal popülasyonlara kıyasla daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Ameztegui ve ark., (2017) yapmış oldukları çalışmada, yüksek şiddetli aralamaların alt tabakadaki bireylerin büyümesini teşvik ettiğini, ancak üst tabakadaki bireylerde büyüme ve gelişme bakımından yavaşlamasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Pretzsch vd. (2022) ise farklı kalite sınıflarındaki Sarıçam meşcerelerinde rekabetin çap dağılımını etkilediğini ve büyüme dinamiklerini belirlediğini ifade etmektedir. Linkevičius vd. (2023) tarafından yapılan çalışma ise belirli bir aralama yoğunluğunun meşcere stabilitesini artırabileceğini göstermektedir.

Normal (merkez) popülasyonlarda meşcere tabakalılık yapısı incelendiğinde, düşük şiddetli aralamaların alt tabakanın gelişimini engellediği, şiddetli aralamaların ise üst tabaka bireylerinin meşcerede daha baskın hale gelmesine olanak tanıdığını söylemek mümkündür. Navarro-Cerrillo ve arkadaşları (2019) yapmış oldukları çalışmada, şiddetli aralamaların üst tabaka bireylerinin büyümesini teşvik ettiğini, ancak orta ve alt tabaka bireyleri için rekabet avantajını azalttığını belirtmektedir. Özellikle Gümüşhane-Sarıçadağı popülasyonunda tüm örnek alanlarda, Yozgat-Aydıncık 2, 3 ve 5 nolu örnek alanlarda tabakalı bir yapı gözlenmiştir.

Marjinal (kenar) popülasyonlarda meşcere tabakalılık yapısı incelendiğinde ise, Gümüşhane-Şiran 1, 2 ve 4 nolu örnek alanlar, Artvin-Kılıçkaya 5 ve 6 nolu örnek alanlarda tabakalı bir meşcere yapısı gözlenmiştir. Sohn ve ark., (2016) yapmış oldukları çalışmada, sık aralama müdahalelerinin çap gelişimini hızlandırırken, yetişme ortamında besin kaynaklarından faydalanma noktasında sürekli bir değişim yaşanması nedeniyle boy artışının yavaşlayacağı ifade edilmektedir. Saarinen ve ark., (2020) göre, meşcerelerde uygulanan yüksek müdahale şiddetinin kısa vadede bireysel çap gelişimini teşvik etse dahi, uzun vadede genç bireylerin rekabet şansını azaltmaktadır. Sonuç olarak, normal popülasyonlarda yüksek müdahale şiddetinin çap artışını desteklediği ve meşcereyi tek tabakalı meşcere olma eğilimine yönelttiğini; orta şiddetli müdahalelerin ise meşcerede daha dengeli bir büyüme ve gelişme sağladığını söyleyebiliriz. Her ne kadar çok tabakalı

yapılar ekolojik işlevsellik açısından çeşitli avantajlar sunsa da, özellikle odun üretimi hedefi taşıyan, tek tür ve aynı yaşlı meşcerelerde, bu yapının kontrolsüz biçimde gelişmesi verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilir (Pretzsch, 2014). Bu nedenle tabakalanma durumunun yalnızca doğal bir oluşuma bağlı değil, meşcere hedefleri ve işletme amacına göre de değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu bulgulara paralel olarak, çok tabakalı meşcere yapılarının yalnızca doğal süksesyon süreçlerinin bir sonucu olarak değerlendirilmesi eksik bir yaklaşım olabilir. Özellikle marjinal popülasyonlarda gözlemlenen tabakalı yapılar, yapılan aralama müdahalelerinin yetersizliği veya düzensizliği ile de ilişkili olabilir. Geçmiş dönemlerde yapılan aralamaların meşcere dinamiklerini yeterince gözetmeden planlanmış olması, özellikle üretim amacı taşıyan sarıçam ormanlarında optimal büyüme ve gelişmeyi engelleyerek meşcerelerde düzensiz bir tabakalaşma oluşturmaya yol açabilmektedir. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ışık isteği yüksek bir tür olduğundan, sıklık ve sırkılık çağlarında sınırlı şekilde alçak aralama ile zayıf gelişimli bireylerin uzaklaştırılması mümkündür. Ancak ilerleyen çağlarda, alt tabakadaki bireyler ışık rekabetinde dezavantajlı hale geldiğinden, sarıçam için yüksek aralama ile üst tabakadaki sağlıklı bireylerin desteklenmesi silvikültürel olarak daha uygun olabilir (Atay, 1990). Dolayısıyla mevcut çok tabakalı yapıların değerlendirilmesinde yalnızca doğal faktörler değil, aralama müdahalelerinin mekânsal, zamansal ve yoğunluk açısından uygunluğu da dikkate alınmalıdır.

4.2. Meşcere İstikrarlılığı (Stabilite) Değerlerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Meşcere stabilitesi, bireysel ağaçların ve tüm meşcerenin çevresel stres faktörlerine karşı direnç gösterebilme kapasitesini ifade eden önemli bir silvikültürel parametredir. Stabilitenin korunması ve artırılması, özellikle iklim değişikliği, zararlı organizmalar ve diğer çevresel faktörlerin artan baskısı altında daha da önemli bir duruma gelmiştir (Köseoğlu & Kara, 2019).

Stabilite, genellikle bireylerin çap-boy oranı gibi morfometrik özelliklerine dayandırılarak ölçülmekte ve bu ölçümler doğrultusunda meşcere yönetim stratejileri belirlenmektedir. Stabilite, ormancılık uygulamalarının sürdürülebilirliğini sağlamak için gereklidir ve bu bağlamda çeşitli aralama yöntemleri ve müdahale şiddetinin etkileri üzerine yapılan çalışmalar, ormanların yönetimi bakımından önemli bir yer tutmaktadır.

Örneğin, Wu ve arkadaşları, farklı yoğunluklarda yapılan ağaç kesimlerinin bitki topluluğu stabilitesi üzerindeki etkilerini incelemiş ve yüksek yoğunlukta yapılan kesimlerin stabiliteyi önemli ölçüde azalttığını göstermiştir (Wu vd., 2018).

Aralamaların stabilite üzerindeki etkileri, farklı türler ve yetiştirme ortamları bakımından çeşitli sonuçlar ortaya koymaktadır. Örneğin, Balekoğlu ve Ertaş (2016), Sahil çamı (*Pinus pinaster*) plantasyonlarında yapmış oldukları çalışmada, uygulanan aralamaların zamanlaması ve şiddetinin bireylerin büyüme potansiyeli ile stabilite üzerinde belirleyici bir rol oynadığını belirtmiştir. Düşük şiddetli müdahalelerin bireyler arası rekabeti azaltarak stabiliteyi artırdığı, ancak yüksek şiddetli müdahalelerin kısa vadeli çap artışı sağlasa da uzun vadede meşcere yapısını bozduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Kaya ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada, genç bireylerin bulunduğu meşcerelerde uygulanan mutedil aralamaların, bu meşcerelerin ekolojik dengesini korumada önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Bu tür müdahalelerin, ormanların doğal yapısını koruyarak, genç bireylerin büyüme ve gelişim süreçlerini desteklemekte ve ekosistemlerin sağlıklı bir şekilde işleyişine katkıda bulunduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, geç yapılan yüksek şiddetli müdahalelerin, bu dengeyi bozabileceği ve ekosistemlerin stabilitesini olumsuz yönde etkileyebileceği belirtilmektedir (Kaya vd., 2023).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, stabilitenin yalnızca bireysel ağaçların morfolojik özelliklerine değil, aynı zamanda meşcere düzeyindeki yapısal çeşitliliğe ve müdahale şiddetinin etkilerine de bağlı olduğunu göstermektedir. Stabilitenin yalnızca bireysel ağaçların morfolojik özelliklerine değil, aynı zamanda meşcere düzeyindeki yapısal çeşitliliğe ve müdahale şiddetinin etkilerine de bağlı olduğu, mevcut literatürde geniş bir şekilde ele alınmıştır. Meşcere düzeyindeki yapısal çeşitlilik, orman ekosistemlerinin işlevselliği ve stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yapısal çeşitliliğin, tür çeşitliliği ile birlikte, ormanların ekosistem işlevlerini ve üretkenliğini artırdığı belirtilmiştir (Park vd., 2019; Yuan vd., 2020). Özellikle, yapısal çeşitliliğin, ormanların iç besin döngüsünü ve gelişimini destekleyerek stabiliteyi artırdığı vurgulanmaktadır (Park vd., 2019; Yuan vd., 2020). Farklı popülasyon türleri arasında stabilite açısından önemli farklılıklar olduğu, özellikle normal ve marjinal türler arasında belirgin bir ayrımın bulunduğu araştırmalarla ortaya konmuştur. Örneğin, Liu vd. (2024) çalışmasında, türlerin çeşitliliğinin ekosistem stabilitesine olan etkilerini incelemiş ve daha yüksek tür çeşitliliğinin, stabiliteyi artırdığını ifade etmiştir. Bu bağlamda, meşcere düzeyindeki yapısal çeşitliliğin, türlerin etkileşimleri ve rekabet durumları üzerinde de etkili olduğu

belirtilmektedir (Deng vd., 2021; Ouyang vd., 2020). Müdahalelerin türlere özgü şekilde planlanması gerektiği, ormancılık uygulamalarında dikkate alınması gereken bir diğer önemli noktadır. Deng vd. (2021) çalışmasında, farklı ağaç türlerinin meşcere stabilitesine olan etkilerini incelemiş ve türlerin rekabet durumlarının, meşcere stabilitesini önemli ölçüde etkilediğini tespit edilmiştir. Bu nedenle, ormancılık uygulamalarında türlerin özelliklerine ve meşcere yapısına uygun müdahale stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini söyleyebiliriz. Bu çalışmada, örnek alanlara ilişkin meşcere stabilitesi; popülasyon türü, yaş sınıfı, bonitet sınıfı ve müdahale şiddeti bağlamında değerlendirmiştir. Bulgular, mevcut literatürle karşılaştırılıp, sürdürülebilir ormancılık yönetimi için silvükültürel çıkarımlar ortaya konularak tartışılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, normal popülasyonlarda genel olarak daha yüksek stabilite değerlerinin (%100 stabil birey oranı gibi) ve daha homojen bir yapının görüldüğünü ortaya koymaktadır. Buna karşılık, marjinal orman popülasyonlarında stabilite değerlerinin daha geniş bir aralıkta değiştiği (%50- %100 arasında) ve daha heterojen bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu duruma bağlı olarak, marjinal popülasyonların çevresel stres faktörlerine daha açık olduğunu, daha hassas ekosistemler olduğunu söylemek mümkündür. Fréjaville ve arkadaşları (2019), bu durumu, iklim değişikliğinin etkilerinin özellikle marjinal popülasyonlardaki türlerin çevresel adaptasyon kapasitesini zorlamasıyla açıklamıştır. Bu bulgular, söz konusu marjinal popülasyonların iklim değişikliğine adaptasyonunun merkezi popülasyonlara göre daha kısıtlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Örnekleme yapılan normal popülasyonlarda stabilite değerlerinin genelde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Gümüşhane-Sarıçdağı Orman İşletme Şefliği'ne ait örnek alanlarda stabilite değerleri 48.31 ile 80.83 arasında değişmekte ve stabil birey yüzdeleri %60 ile %100 aralığında seyretmektedir. 4 nolu örnek alan %100 stabil birey yüzdesiyle dayanıklı bir meşcere yapısı sergilerken, 6 nolu örnek alan %60 stabil birey yüzdesiyle daha düşük stabilite göstermektedir. Öncül ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, sıklık bakımlarının Sarıçam meşcerelerinde göğüs çapı artışı ve meşcere stabilitesini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Çalışmada, düzenli bakım uygulamalarının, meşcerede yer alan ağaçların bireysel büyüme kapasitesini artırdığı, rekabetin azaltılmasına bağlı olarak daha sağlam ve dayanıklı meşcere yapılarının oluşumuna katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Giresun Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Bölükçam Orman İşletme Şefliği'ndeki normal popülasyonlarda, müdahale şiddeti genelde %6 ile %24 arasında değişmektedir. Stabil birey yüzdelerinin %93.33 ile %100 arasında değiştiği, bu alanlarda uygulanan düşük müdahale şiddetine bağlı olarak bireyler arası rekabeti azalttığı ve çap artışı ile stabiliteyi desteklediği görülmüştür. Carus ve Akguş (2018), benzer şekilde düşük şiddetli müdahalelerin bireylerin büyüme potansiyelini artırarak stabiliteyi olumlu etkilediğini ifade etmiştir. Ayrıca, Sanquetta ve arkadaşları, Weibull dağılım modeliyle çap dağılımlarının homojen olduğu alanlarda stabilitenin daha yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Tokat-Ayvaz Orman İşletme Şefliği'nde normal popülasyonlarda gerçekleştirilen çalışmalarda, müdahale şiddetinin %21 ile %35 arasında, stabil birey yüzdelerinin %91.7 ile %100 arasında değiştiği. 1, 3 ve 4 nolu örnek alanlar %100 stabil birey yüzdesi ile oldukça sağlam bir meşcere yapısı sergilerken, 2 ve 6 nolu örnek alanlar %91.7 ile %96.43 arasında değişen stabilite yüzdeleri ile diğer örnek alanlara göre daha düşük stabilite göstermektedir.

Sağlam ve Sakıcı (2022) tarafından düşük bonitetli alanlarda önerilen düşük yoğunluklu silvikültürel müdahalelerin, bireysel ağaç gelişimi ve meşcere stabilitesi üzerinde olumlu etkiler sağladığı ifade edilmiştir. Çalışmada, doğru müdahale tekniklerinin uygulanmasının, meşcere dayanıklılığını artırarak ağaçların rüzgar ve kar gibi dış etkenlere karşı daha dirençli hale gelmesine katkı sağladığı belirtilmektedir. Tokat-Ayvaz Orman İşletme Şefliği'nde %100 stabil birey yüzdesine sahip 1., 3. ve 4. örnek alanlarda gözlemlenen yüksek stabilite değerleri, uygun müdahale şiddeti ve bakım uygulamalarının meşcere sağlığı bakımında önemli olduğunu desteklemektedir.

Bununla birlikte, Carus ve Çatal (2017) tarafından gerçekleştirilen çap-boy modellerine dayalı analizlerde, müdahalenin uygulandığı zamanın, meşcere stabilitesi üzerinde oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. Doğru zamanda uygulanan uygun müdahale şiddetinin, meşcere içerisindeki bireylerin büyüme eğilimlerini etkilediği ve rekabeti dengeleyerek daha homojen ve sağlıklı bir meşcere yapısı oluşturduğunu belirtmiştir.

Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Yozgat-Aydıncık Orman İşletme Şefliği'nde normal popülasyonlarda gerçekleştirilen çalışmalarda, stabilite değerlerinin 49.29 ile 61.16 arasında değiştiği, stabil birey yüzdelerinin %85 ile %100 arasında olduğu ve müdahale şiddetinin bu alanlarda %24-33 aralığında değiştiği görülmektedir. Stabilite değerlerine, yaş ve bonitet sınıfına bakıldığında, bireylerin aralama

müdahalelerine olumlu yanıt verdiğini söylemek mümkündür. Carus ve Akguş (2018) yapmış oldukları çalışmada, normal popülasyonların, yüksek bonitet değerlerine sahip alanlarda daha dayanıklı olduğunu ve müdahale sonrası stabilitenin olumlu yönde etkilendiğini belirtmiştir.

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait Gümüşhane-Şiran Orman İşletme Şefliği'nde bulunan marjinal popülasyonlarda, müdahale şiddetinin %13 ile %36 arasında değiştiği belirlenmiştir. Stabil birey yüzdelerinin %63.2 ile %100 arasında değişim gösterdiği bu alanlarda, müdahale şiddetinin artışıyla birlikte bireyler arası rekabetin yoğunlaştığı ve meşcere stabilitesinin olumsuz yönde etkilendiğini söylemek mümkündür. Özellikle 6 numaralı örnek alanda %63.2 stabil birey yüzdesi ile düşük stabilite düzeyleri tespit edilmiş olup, bu durum yüksek müdahale şiddetinin meşcere dinamikleri üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymaktadır. Yadav ve arkadaşları (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, marjinal popülasyonlarda yüksek müdahale şiddetinin bireyler arası rekabeti artırarak meşcere içi dengenin bozulmasına yol açabileceğini belirtmiştir. Özellikle yüksek müdahale seviyelerinde, bireyler arası rekabetin ışık, su ve besin gibi kaynaklar üzerinde yoğunlaşması, ağaçların fizyolojik dayanıklılığını azaltmakta ve meşcere stabilitesinin düşmesine sebep olacağını vurgulamışlardır.

Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait Oltu Orman İşletme Şefliği'ndeki marjinal popülasyonlarda, müdahale şiddeti %6 ile %21 arasında değişmektedir ve stabilite birey yüzdeleri %50 ile %80.5 arasında değişiklik göstermektedir. Özellikle 6 nolu örnek alan, %50 stabil birey yüzdesiyle düşük stabilite değerleri göstermiştir. Bu duruma bağlı olarak, yüksek müdahale şiddetinin genç bireylerin büyüme eğilimi üzerinde olumsuz etki yaratabileceğini söylemek mümkündür. Özdemir ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, Macar meşesi (*Quercus frainetto*) meşcerelerinde büyüme ve artım üzerine yapılan gözlemler, genç bireylerin çevresel değişkenlere karşı daha hassas olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, silvikültürel planlamalarda, genç bireylerin bu stres faktörlerine karşı dayanıklılıklarını artırmak yönünde de çalışmaların yapılması gerektiğini söyleyebiliriz.

Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait Artvin-Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği'ndeki marjinal popülasyonlarda, müdahale şiddeti %8 ile %24 arasında değişmektedir ve stabil birey yüzdeleri %50.9 ile %96.2 arasında değişmektedir. Bu alanlarda düşük müdahale şiddetine bağlı olarak, bireyler arası büyüme dengesinin korunduğunu ve bu durumun stabiliteyi olumlu yönde desteklediğini söylemek

mümkündür. Ancak 5 nolu örnek alan, %50.9 stabil birey yüzdesiyle, %24 müdahale şiddeti sonucu düşük stabilite göstermiştir. Bu sebeple, gelecekte uygulanacak silvikültürel müdahalelerin daha dikkatli planlanması gerektiğini, marjinal popülasyonlarda yüksek stabilite değerleri için düşük şiddetli ya da kademeli aralama müdahalelerinin uygulanmasının gerekli olduğunu söylemek mümkündür. Eker and Aydın (2014) yapmış oldukları çalışmada da elde ettiğimiz bulgulara paralel olarak, yoğun şiddette uygulanan müdahalelerin göğüs yüzeyi dağılımını bozarak stabiliteyi olumsuz etkilediğini ifade etmiştir.

4.3. Müdahale Şiddeti ile Çap, Boy, Göğüs Yüzeyi ve Hacim Artım Değerleri Üzerine Tartışma ve Sonuçlar

Ormancılık uygulamalarında müdahale şiddeti, orman ekosisteminin büyüme ve gelişim süreçlerini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Müdahale şiddeti, orman yönetiminde uygulanan tekniklerin yoğunluğunu ifade ederken, çap, boy, göğüs yüzeyi ve hacim artım değerleri, ağaçların büyüme performansını değerlendiren temel parametrelerdir. Uygulanan müdahalelerin düzeyi, ağaçların rekabet koşullarını değiştirebilir ve dolayısıyla büyüme dinamiklerini şekillendirebilir. Özellikle meşcerede genç bireylere yapılan bakım müdahalelerin, büyüme hızını artırdığı ve sağlıklı gelişim sağladığı belirtilmektedir. Ancak, uygulanan yüksek müdahale şiddetinin farklı yetiştirme ortamına sahip bireylerde büyüme üzerinde olumsuz etkiler yaratarak orman ekosisteminin dengesini bozabileceği vurgulanmaktadır. Bu çerçevede, sürdürülebilir ormancılık uygulamaları için ağaçların büyüme parametreleri ile müdahale şiddeti arasındaki ilişkiyi incelemek, ormancılığın temel hedeflerinden biridir (Akyol ve Tolunay, 2014).

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Gümüşhane-Sarıçadağı Orman İşletme Şefliğinde (normal popülasyon) bulunan örnek alanlarda doğal yetiştirme ortamı koşullarının sağladığı olanaklar sayesinde daha dengeli bir büyüme ve gelişme gösterdiğini söylemek mümkündür. Sarıçadağı Orman İşletme Şefliği'ne ait 1, 2 ve 3 numaralı deneme alanlarında gerçekleştirilen düşük yoğunluklu müdahalelerin (%16, %7, %10) meşcere gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Örnek alanlarda çap artımı, göğüs yüzeyi artımı ve hacim artımı açısından dengeli bir büyüme ve gelişme gözlemlenmiştir. Özellikle 1 numaralı deneme alanında tespit edilen çap artımı (125 cm/ha), göğüs yüzeyi artımı (2381.25 cm²/ha) ve hacim artımı (2.19 m³/ha) değerleri, düşük yoğunluklu bir müdahalenin

meşcere içerisindeki büyümeyi desteklediğini göstermektedir. 2 numaralı deneme alanında ise çap artımı (172.50 cm/ha) ve hacim artışı (2.68 m³/ha) değerleri elde edilmiş olup, düşük seviyedeki müdahalenin meşcere içi rekabeti artırdığı belirlenmiştir. 3 numaralı deneme alanında ise çap artımı (879.67 cm/ha), göğüs yüzeyi artımı (3163.33 cm²/ha) ve hacim artımı (5.63 m³/ha) değerleri, optimal düzeyde müdahalenin meşcere üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Susaeta ve Gong, (2019) tarafından yapılan çalışmada, düşük yoğunlukta gerçekleştirilen aralamanın meşcere içindeki besin ve su kaynaklarının kullanımını dengelediği ve bireysel büyüme potansiyelini artırdığı ifade edilmiştir. Bu bulgular, mevcut çalışmada da düşük ve orta seviyedeki müdahalelerin meşcerenin büyüme dinamikleri açısından olumlu katkılar sağladığını desteklemektedir. Bununla birlikte, Yaman ve Keleş (2023) tarafından yapılan araştırmada, karbon depolama kapasitesinin dengede tutulması için müdahale şiddetinin belirli bir seviyenin üzerinde olmaması gerektiği belirtilmiştir. Bu durum, 3 numaralı deneme alanında elde edilen optimal artım değerlerinin, meşcere gelişimini desteklerken aynı zamanda sürdürülebilir ormancılık ilkeleri çerçevesinde belirli bir müdahale seviyesinin korunması gerektiğini ortaya koymaktadır. Baş ve ark. (2020) tarafından Sütçüler Yöresi karaçam ormanlarında gerçekleştirilen çalışmada, farklı yetiştirme ortamlarının bitki tür çeşitliliği üzerindeki etkisi incelenmiş ve düşük ile orta müdahale şiddetinin tür çeşitliliğini koruyarak sağlıklı büyümeyi sürdürebildiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, Sarıçadağı Orman İşletme Şefliği'ndeki 1, 2 ve 3 numaralı deneme alanlarından elde edilen artım değerleri, uygun müdahale seviyelerinin uygulandığı meşcerelerde sürdürülebilir ormancılık yönetiminin sağlanabileceğini göstermektedir. 4 ve 5 nolu örnek alan boy artımı açısından değerlendirildiğinde, 1 ve 2 ve 3 nolu örnek alanlarda elde edilen çap ve hacim artışına karşın, 4 ve 5 nolu örnek alanda boy artımının diğer alanlara kıyasla daha düşük seviyelerde kaldığı görülmektedir. Buna rağmen, 4 ve 5 nolu örnek alanların hacim artımı (1.33-2.10 m³/ha) stabil kalmıştır. Bu duruma bağlı olarak, meşcere yoğunluğunun meşcerede hala bireysel ağaç gelişimi üzerinde baskı oluşturduğunu ve bu baskının özellikle boy artımını baskıladığını söylemek mümkündür. Meşcerelerde birey sayısının artması, genellikle bitki örtüsünün yoğunlaşmasına yol açmakta ve bu durum, fotosentez süreçlerini etkileyebilmektedir. Çeşitli çalışmalar, meşcere yapısının ve birey sayısının fotosentetik verimlilik üzerindeki etkilerini incelemektedir. Örneğin, meşcere yapısının biyolojik çeşitliliği koruma ve zenginleştirme açısından önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Özkan & Özdemir, 2016). Bu bağlamda, yoğun meşcerelerde birey

sayısındaki artışla birlikte fotosentetik verimlilikte düşüş gözlenebileceğini söylemek mümkündür. Bu durum, ağaçların temel ihtiyaçları olan ışık, su ve besin elementlerine erişimini kısıtlayarak boy büyümesini sınırlar. Artan rekabet, ağaçların bireysel gelişimini olumsuz etkileyerek büyümeyi daha çok hacim artışı yönünde dengeler. Meşcere gelişimi açısından hacim artışının korunması önemli olsa da, büyümenin dengeli ve sağlıklı bir şekilde devamlılığı için müdahalelerin çap ve boy büyümesini de destekleyecek şekilde planlanması gerekmektedir. 6 nolu örnek alan ise, en yüksek müdahale şiddetinin uygulandığı alan olup çap artımı (240 cm/ha), göğüs yüzeyi artımı (4245.33 cm²/ha) ile en yüksek artımı göstermiştir. Meşcerede uygulanan yoğun aralamanın, meşcerede yer alan bireylerin büyüme potansiyelini artırarak ışık, su ve besin maddelerine erişimini iyileştirmekte ve böylece çap artışını teşvik ettiğini söylemek mümkündür. Benzer şekilde, Bréda ve ark. (1995), meşcerelerde yapılan aralama işlemlerinin toprak su içeriğini artırarak bireysel ağaçların su stresini azalttığını ve bu durumun büyüme üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır. Ancak yoğun aralama uygulamalarının potansiyel olumsuz etkileri arasında, rüzgar hasarı, böcek istilası ve mantar enfeksiyonları gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı artan duyarlılık bulunmaktadır. Mitchell (2013), meşcerelerde bakım müdahaleleri sırasında zamansız açıklık oluşumunun rüzgar dinamiklerini değiştirdiğini ve bu durumun ağaç devrilme riskini artırdığından bahsetmektedir. Rüzgar hasarına karşı direnci azaltan bu faktörler, özellikle yüksek şiddetle yapılan aralama uygulamalarında göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanı sıra, Pretzsch (2014) tarafından yapılan çalışmalar, tür çeşitliliğinin olduğu meşcerelerde taç morfolojisinin ve ışıktan faydalanmanın daha iyi olduğunu, ancak aşırı aralamanın bazı bireysel ağaçların büyüme modellerini olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir. Bu nedenle, aralamanın tür bileşimi ve meşcere yapısı göz önünde bulundurularak optimize edilmesi önerilmektedir. Silvikültürel açıdan bakıldığında, ağaçların bireysel büyümesini teşvik etmek için yapılan müdahaleler dengeli ve kademeli bir şekilde uygulanmalıdır. Lindner ve ark. (2010), iklim değişikliği bağlamında ormanların dirençliliğini ele alırken, yüksek şiddetli müdahalelerin orman ekosistemlerini aşırı kuraklık, hastalık ve böcek istilaları gibi tehditlere daha duyarlı hale getirebileceğini vurgulamaktadır.

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Gümüşhane-Şiran Orman İşletme Şefliğinde (marjinal popülasyon) bulunan örnek alanlar, yetişme ortamı açısından daha stresli koşullara sahip olup, toprak verimliliği, su rejimi ve mikroklimatik etkenler bakımından normal popülasyonlara kıyasla daha hassas ekosistemler olduğunu söylemek

mümkündür. Şiran Orman İşletme Şefliği'ne ait 1 nolu örnek alanda yapılan orta şiddetli aralamanın (%22), çap artışında (187.83 cm/ha) belirgin bir iyileşme sağladığını, ancak hacim artışında (1.73 m³/ha) sınırlı bir ilerleme gözlemlendiğini söylemek mümkündür. Navarro-Cerrillo ve Cachinero-Vivar (2023) tarafından yapılan çalışmada, *Pinus sylvestris* türü üzerinde yapılan müdahalelerin, kurak bölge koşullarında ağaçların büyüme direncini artırabileceği, ancak bu etkinin uzun vadeli olarak izlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, orta şiddetli aralama müdahalelerin marjinal popülasyonlarda su tutma kapasitesini artırdığını ve bireysel büyümeyi desteklediğini söyleyebiliriz. 2 nolu örnek alanda hacim artışı 0.83 m³/ha gibi düşük bir seviyede kalmıştır. Çap artışı ise 287.50 cm/ha olup, müdahalenin rekabeti azalttığı ancak su ve besin kaynaklarının yetersizliği nedeniyle meşcerenin genel itibarıyla artım ve büyüme konusunda yetersiz kaldığını söylemek mümkündür. Benavides ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, su stresi altındaki marjinal *Pinus sylvestris* popülasyonlarında şiddetli müdahalelerin meşcere verimini artırmak yerine, uzun vadede toprak nemini ve besin elementlerini olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir. Şiran popülasyonu için de benzer bir durum söz konusu olup, yüksek müdahale şiddetlerinin, belirli bir eşiğin üzerinde uygulandığında ilgili örnek alanda su stresini artırarak büyümeyi baskılayabileceğini söylemek mümkündür. 3 nolu örnek alanda yapılan orta şiddetli aralama müdahalesi (%25), çap artışını (265.67 cm/ha) ve göğüs yüzeyi artımını (4125.00 cm²/ha) artırmış olsa da, hacim artışı (2.13 m³/ha) diğer örnek alanlara kıyasla orta seviyede kalmıştır. 4 nolu örnek alanda da benzer şekilde çap artışı (225.33 cm/ha) ve göğüs yüzeyi artışı (3633.33 cm²/ha) yüksek seviyelerde gözlemlenmiş, ancak hacim artışı (1.96 m³/ha) diğer alanlara kıyasla daha düşük kalmıştır. Bayar ve Alkan (2023) çalışmasında, orta şiddetli aralama müdahalelerinin büyümeyi dengeleyerek su ve besin rekabetini azalttığını ancak toprak nemi ve mikrobiyal ekosistemin devamlılığı açısından dikkatli yönetilmesi gerektiğini ortaya koymaktadırlar. Bu bağlamda, Şiran Orman İşletme Şefliği'ne bağlı 3 ve 4 nolu marjinal popülasyonlarda, %25-27 müdahale şiddetinin nispeten olumlu bir silvikültürel denge oluşturduğu, ancak meşcerenin uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından daha kapsamlı bir gözlem ve daha ılımlı müdahaleler gerektiren silvikültürel uygulamalarla yönetilmesi gerektiğini söylemek mümkündür. 5 nolu örnek alanda çap artışı 145.00 cm/ha, hacim artışı 1.00 m³/ha olarak hesaplanmış olup, diğer örnek alanlara kıyasla daha kısıtlı bir büyüme göstermektedir. Del Río ve ark. (2008), Güney Avrupa'daki marjinal *Pinus sylvestris* popülasyonlarında yapmış oldukları çalışmada, aralamaların büyümeyi kısa vadede teşvik etse dahi, meşcere içindeki

bireylerin dayanıklılığını azaltabileceğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda, Şiran popülasyonu için şiddetli müdahalelerin potansiyel uzun vadeli riskler taşıdığı ve bu alanlarda daha düşük müdahale şiddeti seviyelerinin tercih edilmesi gerektiğini söylemek mümkündür. En yüksek müdahale şiddetinin uygulandığı 6 nolu örnek alanda (%36), çap artışı (329.33 cm/ha) en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ancak, hacim artışının yeterince yüksek olmamasına bağlı olarak, bu tür yoğun müdahalelerin artım ve büyümeyi desteklemek yerine meşcerede rekabeti artırdığı, ancak uzun vadede büyümeyi kısıtladığını söylemek mümkündür. Margalef-Marrase ve ark. (2022) yapmış oldukları çalışmada, *Pinus sylvestris* meşcerelerinde şiddetli müdahalelerin, uzun vadede büyüme üzerinde istikrarsızlığına yol açabileceği ve bunun sonucunda meşcere stabilitesini olumsuz etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Motta ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, aşırı aralamanın meşcere içindeki ekolojik dinamikleri bozarak, böcek ve mantar enfeksiyonlarına duyarlılığı artırabileceğinden bahsetmiştir.

Giresun Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Giresun-Bölükçam Orman İşletme Şefliği (normal popülasyon) ve Ordu-Arpaalan Orman İşletme Şefliği (marjinal popülasyon) bulunan örnek alanlar, farklı ekolojik koşullar sebebiyle büyüme dinamikleri açısından belirgin farklılıklar göstermektedir. Bölükçam Orman İşletme Şefliği'ne ait (normal popülasyon) 1,2 ve 3 nolu örnek alanlarda uygulanan düşük şiddetli aralama (%12, %11, %6), çap artışının (364.00 cm/ha, 280.00 cm/ha, 465 cm/ha) nispeten dengeli bir şekilde ilerlemesini sağlamış, aynı zamanda hacim artımında (8.67 m³/ha, 5.00 m³/ha 10.00 m³/ha) da istikrarlı bir büyüme süreci gözlemlenmiştir. Navarro-Cerrillo ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada da belirtildiği gibi, düşük şiddetli müdahaleler rekabeti azaltırken, meşcerede yeterli birey bırakıldığında hacim ve karbon depolanmasına yardımcı olmaktadır. 4 nolu örnek alanda ise, orta düzeyde müdahalelerin (%16) çap ve göğüs yüzeyi artışlarını desteklediği ancak hacim artışının 8.00 m³/ha seviyelerinde kaldığı görülmüştür. Bu durum, Pretzsch ve Biber (2016) tarafından yapılan çalışmada doğrulandığı gibi, orta müdahale şiddetli aralamaların bireysel büyümeyi teşvik etmiş olsada, meşceredeki toplam biyokütlenin korunması açısından dengeli silvikültürel planlamalar yapılması gerektiği ifade edilmiştir. 5 nolu örnek alanın, %24 oranında diğer alanlara göre yüksek müdahale şiddetine sahip olduğu ve buna bağlı olarak çap artışı (157.67 cm/ha) nispeten düşük kalırken, hacim artışı (29.33 m³/ha) oldukça yüksek bir artış göstermiştir. Bu bulgu, Bréda ve ark. (1995) tarafından *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. türünde yapılan çalışmada da desteklenmektedir. Araştırmalar, yüksek şiddetli

müdahalelerin bireysel ağaçların büyüme hızını artırsa dahi, meşcerenin uzun vadeli stabilitesini bozarak özellikle kuraklık ve rüzgar hasarı risklerini artırabileceğini göstermektedir. 6 nolu örnek alan ise %23 müdahale şiddetine sahip olup, çap artışı (290.33 cm/ha) orta seviyede kalırken, 6768,67cm²/ha göğüs yüzeyi artımı ile hacim artışı (8.67 m³/ha) dengeli bir düzeyde artış göstermiştir. Yüksek müdahalelerin belirli bir eşikten sonra artım üzerindeki olumlu etkisinin azaldığı ve bu durumun özellikle meşceredeki ışık ve rekabet dinamiklerine bağlı olduğu bilinmektedir. Rio ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, şiddetli aralamaların meşceredeki yapısal dengeleri bozarak, bireysel ağaçların büyümesini kısa vadede hızlandırmasına rağmen, uzun vadede meşcere stabilitesini olumsuz etkileyebileceği vurgulanmaktadır. Silvikültürel açıdan değerlendirildiğinde, Bölükçam Orman İşletme Şefliği'nde uygulanan müdahalelerin, büyüme parametreleri açısından dengeli sonuçlar verdiği ancak yüksek şiddetli aralamaların uzun vadede meşcere stabilitesini etkileyebileceğini söylemek mümkündür. Arpaalan Orman İşletme Şefliği'ne ait (marjinal popülasyon) 1, 3 ve 5 nolu örnek alanda uygulanan orta şiddetli aralamalar (%29, %23 ve %31), çap artımını sırasıyla 641.67 cm/ha, 491.33 cm/ha ve 504 cm/ha seviyelerine çıkarmış, buna bağlı olarak hacim artımı da 8.33 m³/ha, 7.33 m³/ha ve 10.50 m³/ha seviyelerinde artış göstermiştir. Cachinero-Vivar ve Navarro-Cerrillo (2024) tarafından yapılan çalışmada, *Pinus sylvestris* türü üzerinde gerçekleştirilen aralamaların yaprak ekonomisi, bitki hidrolikleri ve büyüme dinamikleri üzerindeki etkileri analiz edilmiş ve belirli bir müdahale şiddetinin üzerinde yapılan müdahalelerin, büyümeyi desteklerken aynı zamanda toprak suyu kullanım verimliliğini artırdığı belirtilmiştir. Bu bağlamda, 1,3 ve 5 nolu örnek alanlarda yapılan müdahalelerin, meşcerenin su ve besin kaynaklarına daha etkin bir şekilde ulaşmasını sağladığını ve büyümeyi teşvik ettiğini söylemek mümkündür. 2, 4 ve 6 nolu örnek alanlarda düşük şiddetli aralama müdahalesi uygulanan alanlarda (%15, %15, %20) çap artımı sırasıyla 484.50 cm/ha, 619.50 cm/ha ve 721.00 cm/ha olarak hesaplanırken, hacim artışı 8.50 m³/ha, 9.83 m³/ha ve 7.00 m³/ha olarak ölçülmüştür. Bu duruma bağlı olarak, meşcere içinde rekabetin daha dengeli bir şekilde dağıldığını söylemek mümkündür. Juan-Ovejero ve ark. (2022), Akdeniz kurak bölge koşullarında *Pinus sylvestris* türü üzerinde yaptıkları çalışmada, su stresinin ağaç büyümesi üzerindeki uzun vadeli etkilerini analiz etmiş ve orta şiddetli müdahalelerin, ağaçların toprak suyu kullanım verimliliğini artırarak daha dengeli bir büyüme sağladığını ortaya koymuştur. Arpaalan meşcerelerinde de orta şiddetteki müdahalelerin bireysel büyümeyi destekleyerek ağaçların su ve besin kaynaklarını daha

etkin kullanmasına katkıda bulunduğunu söylemek mümkündür. Özellikle 6 numaralı örnek alanda çap artışının yüksek seviyeye ulaşmasına rağmen, hacim artışının diğer düşük şiddetli müdahale şiddeti uygulanan alanlara kıyasla daha düşük seviyelerde kalması, silvikültürel müdahalelerin büyüme dinamikleri üzerindeki karmaşık etkisini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, 6 numaralı örnek alandaki duruma bağlı olarak, meşcere stabilitesi açısından uzun vadeli riskler taşıdığı ve gelecekte daha dikkatli silvikültürel planlamalar ile yönetilmesi gerektiğini söylemek mümkündür.

Tokat-Ayvaz Orman İşletme Şefliği'ne ait (normal popülasyon) orta şiddetli aralamaların uygulandığı 1, 2, 4, 5 ve 6 nolu örnek alanlarda (%24, %21, %21, %25 ve %27), çap artımı sırasıyla 308.00 cm/ha, 144.67 cm/ha, 195.00 cm/ha, 232.00 cm/ha ve 170.00 cm/ha olarak hesaplanmış, buna bağlı olarak hacim artımı da sırasıyla 4.00 m³/ha, 4.67 m³/ha, 7.80 m³/ha 6.40 m³/ha ve 5.00 m³/ha seviyelerinde artış göstermiştir. Bu bulgular, Saarinen ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada belirtilen, orta şiddetli aralamaların bireysel ağaç büyümesini teşvik ederek su ve besin kaynaklarının daha verimli kullanımını sağladığı yönündeki tespitlerle uyumludur. Orta şiddetli aralamalar sonrasında, rekabetin dengeli bir şekilde azaldığı, ağaçların su ve besin elementlerine erişiminin arttığı ve böylece meşcerede büyüme performanslarının arttığı görülmüştür. Buna karşılık, 3 nolu örnek alanda ise %35 müdahale şiddeti ile en yüksek müdahalenin uygulandığı bölgedir. Çap artışının 75.17 cm/ha, hacim artışının ise 2.02 m³/ha seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Bose ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, aşırı aralamaların bireysel çap artışını teşvik etse de, toplam meşcere büyümesini kısıtlayabileceği ve ekosistem dengesini bozabileceği belirtilmektedir. Bu doğrultuda, 3 nolu örnek alanda yapılan yüksek müdahalenin bireysel çap artışına olumlu etki ettiğini, ancak meşcere bütünlüğünün bozulması nedeniyle toplam hacim üretiminin azaldığı söylemek mümkündür.

Tokat-Niksar Orman İşletme Şefliği'ne ait (marjinal popülasyon) 4 nolu örnek alanda düşük şiddetli aralama (%10), 1, 2, 3 ve 5 nolu örnek alanlarda orta şiddetli aralama (%32-%38), 6 nolu örnek alanda ise yüksek şiddetli aralama (%40) uygulanmıştır. Düşük şiddetli aralama müdahalesi uygulanan örnek alanda, çap artımı 361.67 cm/ha, orta şiddetli aralama müdahalesi uygulanan örnek alanlarda, çap artımı 208.33 – 633.33 cm/ha arasında değişirken, hacim artımı ise 5.10 - 15.00 m³/ha seviyelerinde gerçekleşmiştir. Bu durum, Del Río ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmayla örtüşmektedir. Çalışmada, orta şiddetli aralamanın bireysel ağaç büyümesini desteklediği, ancak şiddetli aralamaların su ve besin rekabetini dengesiz hale getirdiği ifade edilmiştir. Tokat-Niksar örnek alanlarında

da orta seviyedeki müdahalelerin, büyümeyi desteklerken göğüs yüzeyi ve hacim artımı açısından daha dengeli bir dağılım sağladığını söylemek mümkündür. Buna karşın, yüksek şiddetli aralama müdahaleleri (%40) uygulanan örnek alanda, çap artımı (454.67 cm/ha) daha yüksek olmasına rağmen, hacim artışlarının (5.17 m³/ha) beklenenden düşük olduğu gözlemlenmiştir. Marqués ve Madrigal-González (2018) tarafından yapılan çalışmada da belirtildiği gibi, yüksek şiddetli müdahaleler, bireysel büyümeyi teşvik ederken meşcerede boşluklar yaratarak toprak nem dengesini olumsuz etkileyebilir. Tokat-Niksar'da yüksek müdahale şiddeti uygulanan alanlarda da benzer bir durum görülmektedir; çap artışı sağlanırken, hacim artışında stabil bir artım olduğunu söylemek mümkündür. Genel olarak, Tokat-Niksar Orman İşletme Şefliği'nde yapılan müdahaleler, marjinal popülasyonlar için uygun müdahale seviyelerinin belirlenmesinin önem taşıdığını göstermektedir. Houtmeyers ve Brunner (2020) tarafından yapılan çalışmada belirtildiği gibi, marjinal popülasyonlar, ekolojik stres faktörlerine karşı daha hassastır ve şiddetli aralama meşcere dengesini bozabilir. Bu nedenle, Tokat-Niksar popülasyonunda daha dikkatli planlanmış, kademeli müdahalelerin uygulanması ve uzun vadeli gözlem programları oluşturulması gerektiğini söyleyebiliriz.

Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Yozgat-Aydıncık Orman İşletme Şefliği'ne ait (normal popülasyon) 1 nolu örnek alanda uygulanan yüksek şiddetli aralama (%43), çap artışını (299.25 cm/ha) belirgin şekilde artırmış, ancak hacim artışı (3.68 m³/ha) beklenen seviyede olmamıştır. Bu duruma bağlı olarak , yüksek şiddetli müdahalelerin bireysel büyümeyi teşvik ettiğini, fakat meşcere stabilitesi açısından potansiyel riskler taşıdığını söylemek mümkündür. Del Río ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan çalışmada da daha önce belirttiğimiz gibi, yüksek şiddetli aralamalar kısa vadede çap artışını artırabilir, ancak uzun vadede meşcere rekabetini olumsuz etkileyerek karbon depolama ve toprak suyu kullanım verimliliğini düşürebilir. Orta şiddetli aralama uygulanan 2 nolu örnek alanda (%19), çap artışının (689.75 cm/ha) ve hacim artışının (10.85 m³/ha) diğer örnek alanlara kıyasla en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Pukkala ve Miina (2003) tarafından yapılan araştırmaya göre, bu tür orta şiddetteki müdahaleler bireysel büyüme potansiyelini artırırken, meşcere içinde rekabeti dengeleyerek daha sürdürülebilir bir büyüme sağlamaktadır Aynı şekilde, Karlsson ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan çalışmada, benzer yoğunluktaki aralamaların İsveç'teki *Pinus sylvestris* meşcerelerinde büyümeyi desteklediği tespit edilmiştir. 3 nolu örnek alanda uygulanan orta şiddetli aralama (%24), çap artışı (216.00 cm/ha) ve hacim

artışı ($2.70 \text{ m}^3/\text{ha}$) açısından çok fazla artış göstermemiştir. Orta şiddetli müdahalelerin, bireysel büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu ancak hacim artışını sınırlayabileceği görülmektedir. Primicia ve arkadaşları (2016), *Pinus sylvestris* meşcerelerinde yapılan orta düzeydeki müdahalelerin bireysel ağaç büyümesini artırdığını ancak toplam meşcere hacmi üzerindeki etkisinin müdahale yoğunluğuna bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. 4 nolu örnek alanda uygulanan düşük yoğunluktaki aralama (%22), çap artışını ($400.00 \text{ cm}/\text{ha}$) ve hacim artışını ($5.50 \text{ m}^3/\text{ha}$) beklenen seviyelerde tutmuştur. Daha önce de bahsettiğimiz gibi, bu tür düşük şiddetli müdahalelerin, meşcere rekabetini düzenlemeye ve uzun vadeli sürdürülebilir büyüme açısından faydalı olmaktadır. Pretzsch ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan çalışma da benzer şekilde, düşük yoğunluktaki müdahalelerin meşcere stabilitesini ve biyolojik çeşitliliği destekleyebileceğini göstermektedir. 5 nolu örnek alanda uygulanan en düşük yoğunluktaki müdahale (%16), çap artışını ($262.50 \text{ cm}/\text{ha}$) ve hacim artışını ($2.63 \text{ m}^3/\text{ha}$) seviyelerinde tutarak meşcerenin daha dengeli bir şekilde büyümesini sağladığını söyleyebiliriz. Karlsson ve arkadaşları (2013), düşük yoğunluktaki müdahalelerin orman ekosistemlerinde mikroklimatik koşulları iyileştirerek su kullanım verimliliğini artırdığını ifade etmektedir. Orta şiddette aralama (%28) uygulanan 6 nolu örnek alanda, çap artışını $456.25 \text{ cm}/\text{ha}$ ve hacim artışını $5.63 \text{ m}^3/\text{ha}$ olduğu hesaplanmıştır. Bu tür müdahalelerin, meşcere içindeki bireylerin büyüme kapasitesini artırırken, su ve besin elementlerine erişimi de iyileştirdiği görülmektedir. Sohn ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan çalışmada, orta-yüksek seviyeli aralamaların ağaçların kuraklık toleransını artırarak, meşcere stabilitesine olumlu katkılar sunduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak, Yozgat-Aydıncık popülasyonunda farklı yoğunluktaki müdahalelerin uygulandığı meşcerelerde büyüme açısından farklılıklar görülmektedir. Orta seviyedeki müdahaleler, çap ve hacim artışını dengeli bir şekilde artırarak sürdürülebilir ormancılık açısından fayda sağlamaktadır. Ancak, yüksek yoğunluktaki müdahalelerin meşcere stabilitesini uzun vadede olumsuz etkileyebileceği ve biyotik/abiyotik stres faktörlerine karşı hassasiyeti artırabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Yozgat-Başçatak Orman İşletme Şefliği'ne ait (majinal popülasyon) orta şiddetli aralama (%28) uygulanan 1 nolu örnek alanda, çap artışı $153.33 \text{ cm}/\text{ha}$ olarak hesaplanmış, ancak hacim artışı $3.83 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak düşük kalmıştır. Bu bulgu, orta şiddetli aralamanın bireysel büyümeyi desteklediğini ancak su ve besin kaynaklarının kısıtlı olduğu meşcerelerde büyüme kapasitesinin sınırlı kalabileceğini göstermektedir. Bayar ve Alkan (2023) yaptıkları çalışmada, Kızılçam

meşcerelerinde yapılan ilk aralama müdahalelerinin çap gelişimini önemli ölçüde artırdığını ve büyüme dinamikleri açısından önemli olduğunu göstermiştir. Çalışmada, orta (%30-40) ve yoğun (%50-60) aralama şiddetlerinin ağaçların çap artımı, boy büyümesi ve göğüs yüzeyi artışı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Orta şiddetli aralamaların (yaklaşık %30-40) bireysel çap artışı teşvik ettiği, ancak toplam hacim üretimi açısından kontrol alanlarından önemli bir fark yaratmadığı belirtilmiştir. Yüksek şiddetli aralamaların (%50-60) bireysel çap büyümesini teşvik ettiği, ancak toplam hacim artışının istikrarsız hale geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, Yozgat-Akdağmadeni popülasyonunda orta şiddetli müdahalelerin (%22-28), bireysel büyüme açısından en dengeli etkiyi sağladığını desteklemektedir. 2 nolu örnek alanda düşük şiddetli aralama (%22) uygulanmış olup, çap artışı 178.83 cm/ha, hacim artışı 4.83 m³/ha olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, suyun sınırlı olduğu marjinal popülasyonlarda düşük şiddetli müdahalelerin, meşcere içindeki rekabeti azaltarak bireysel büyümeyi teşvik ettiğini göstermektedir. Güney ve arkadaşları (2021), Sinop'ta dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) plantasyonlarında yapılan aralama müdahalelerinin, çap artışı ve hacim artışı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada iki farklı aralama yöntemi uygulanmış ve 3 yıl boyunca büyüme değerleri takip edilmiştir. Bu çalışma, aralama müdahalelerinin bireysel büyüme üzerindeki olumlu etkisini ortaya koymakta ve Yozgat-Akdağmadeni gibi marjinal popülasyonlarda düşük ve orta şiddetli müdahalelerin büyümeyi destekleyebileceğini göstermekte ve desteklemektedir. 3 nolu örnek alanda orta şiddetli aralama (%23) uygulanmış, çap artışı 217.00 cm/ha, hacim artışı ise 1.40 m³/ha olarak belirlenmiştir. Bu durum, su stresi nedeniyle bireysel büyüme artarken toplam hacim üretiminin kısıtlı kaldığını göstermektedir. Özbayram (2018) yaptığı çalışmada, Düzce yöresindeki 22 yaşındaki saf sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) meşceresinde uygulanan farklı aralama şiddetlerinin su sürgünü oluşumuna beş yıllık etkisini araştırmıştır. Meşe meşcerelerinde yapılan aralamaların gövde kalitesi üzerinde sürgün oluşumunu artırarak olumsuz etkiler yaratabileceğini belirtilmiştir. 4 nolu örnek alanda diğer örnek alanlara göre daha yüksek şiddetli aralama (%32) uygulanmış olup, çap artışı 318.17 cm/ha, hacim artışı 0.77 m³/ha seviyelerinde gerçekleşmiştir. Bu bulgu, yoğun müdahalelerin bireysel büyümeyi artırırken toplam biyokütle üretimi üzerinde kısıtlı bir etkisi olduğunu söylemek mümkündür. Güzel ve Daşdemir (2020) tarafından yapılan çalışmada, ilk aralama bakımlarının ekonomik analizleri ele alınmış ve bu tür müdahalelerin sürdürülebilir ormancılık açısından ekonomik getirisinin araştırılması gerektiği ifade edilmiştir. 5 nolu örnek alanda orta

şiddetli aralama (%23) uygulanmış olup, çap artışı 198.00 cm/ha, hacim artışı ise 3.67 m³/ha olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, marjinal bölgelerde yapılan orta şiddetteki müdahalelerin büyüme parametreleri açısından daha dengeli bir sonuç verdiğini göstermektedir. Kaya ve arkadaşları (2023), meşcere dinamiklerinde optimal kuruluşu sağlamak için yapılan müdahalelerin, hem bireysel büyümeyi hem de meşcere stabilitesini destekleyebileceğini belirtmiştir. 6 nolu örnek alan, orta şiddetli aralama (%26) ile çap artışını 403.33 cm/ha, hacim artışını 7.33 m³/ha seviyesine taşımıştır. Bu tür müdahaleler, su kullanım verimliliğini artırarak büyümeyi desteklemekte ve meşcere içindeki bireylerin daha eşit bir şekilde kaynaklara ulaşmasını sağladığını söyleyebiliriz. Özçelik ve arkadaşları (2016), orman ekosistemlerinde su yönetimi açısından bitki özsuyu akış ölçüm yöntemleriyle transpirasyonun değerlendirilmesini amaçladıkları çalışmada, aralama müdahalelerinin meşcere içindeki bireylerin su rekabetini nasıl etkilediği analiz edilmiş ve belirli bir seviyeye kadar yapılan aralama müdahalelerinin, ağaçların suya erişimini artırdığı sonucuna ulaşılmışlardır. Bu çalışma, su kıtlığı ile karakterize edilen marjinal popülasyonlarda aralamaların nasıl bir etki yarattığını anlamak açısından oldukça önem taşımaktadır. Yozgat-Akdağmadeni popülasyonunda yapılan aralamaların büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiş ancak su rekabeti ve meşcere içindeki su döngüsü dikkate alınarak müdahale planlarının oluşturulması gerektiği söyleyebiliriz.

Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Oltu Orman İşletme Şefliği'ne ait (marjinal popülasyon) 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 örnek alanların tamamında düşük şiddetli aralama (%6-%21) uygulanmış olup, çap artışı 768.00 cm/ha ve 1386.67 cm/ha arasında, boy artışı 5440.00 cm/ha -1043.67 cm/ha arasında, göğüs yüzeyi artışı 10480.00 cm²/ha -18,356 cm²/ha ve hacim artışı 7.33 m³/ha-12.13 m³/ha arasında değiştiği hesaplanmıştır. Marjinal popülasyonlar genellikle sınır ekosistemlerde bulunur ve yetiştirme ortamı açısından sınırlı su ve besin kaynaklarına sahiptir. Oltu'daki meşcereler de büyük olasılıkla düşük toprak derinliği, düşük organik madde içeriği, besin elementleri açısından fakir topraklar ve su stresi gibi sınırlayıcı faktörlere sahiptir (Pretzsch vd., 2020). Toprak özellikleri ve su tutma kapasitesi bakımından düşük olan bu bölgelerde, bireysel büyüme potansiyeli sınırlı olduğunu, özellikle düşük ve orta şiddetli aralama uygulanan alanlarda (örneğin %6, %13 gibi) su ve besin rekabeti devam ettiği için çap ve boy artışlarının yüksek olduğunu, hacim artışı beklenenden düşük kaldığını söyleyebiliriz. Örneğin 1 nolu örnek alanda düşük şiddetli aralama (%6) uygulanmış ve çap artışı (1386.67 cm/ha) ile boy artışı (988.00 cm/ha) en yüksek seviyelerde gerçekleşmiştir. Düşük müdahale şiddeti, meşcere içindeki

rekabeti tamamen ortadan kaldırmadığı için ağaçlar arasındaki doğal büyüme düzenini korumuş olduğu düşünülebilir ve bu duruma bağlı olarak da bireysel çap büyümesinin desteklenmesine olanak sağlamış ancak toplam hacim artışının daha sınırlı seviyelerde kalmasına neden olduğunu söylemek mümkündür. Diğer taraftan, %19 ve %21 gibi diğer örnek alanlara göre daha yüksek şiddetlerde aralama yapılan meşcerelerde, ani açıklıkların oluşmasına bağlı olarak alandaki bireylerin bireysel büyüme potansiyelinde bir değişkenlik meydana gelmiş olabilir. Bu tür müdahaleler, taç gelişimini artırabilirken ani rüzgar etkilerine veya ışık rejimindeki değişikliklere bağlı olarak büyüme modellerini olumsuz etkileceğini söylemek mümkündür. Pukkala ve Miina (2003) yapmış oldukları çalışmada da, meşceredeki geniş boşlukların meşcere stabilitesini bozarak bireysel büyümeyi sınırlandırabileceğini belirterek bu hipotezi desteklemektedir.

Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kılıçkaya Orman İşletme Şefliği'ne ait (marjinal popülasyon) 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 örnek alanların tamamında düşük şiddetli aralama (%8-%24) uygulanmış olup, çap artışı 613.83 cm/ha ve 1984.00 cm/ha arasında, boy artışı 507.50 cm/ha -1260.67 cm/ha arasında, göğüs yüzeyi artışı 6824.67 cm²/ha -29460.33 cm²/ha ve hacim artışı 3.62 m³/ha-22.73 m³/ha arasında değiştiği hesaplanmıştır. 1 ve 5 nolu örnek alanlarda düşük müdahale şiddeti uygulanmış (%8 ve %13) ve bu alanlarda bireysel çap artışı (1984 cm/ha, 1843 cm/ha) diğer alanlara göre oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Düşük şiddetli aralama uygulamalarının ardından, etkisinin meşcere içindeki rekabeti stabil tutularak daha düzenli ve istikrarlı bir büyüme sağlamayı amaçladığı için bu durumun gözlemlendiğini söylemek mümkündür. Fotosentez yoluyla tutulan karbon, bireysel büyümeyi hızlandırırken, taç gelişimini ve odun kalitesini de olumlu etkilemektedir (Cremer vd., 1982; Pretzsch, 2020). Bununla birlikte, düşük rekabet ortamının sağladığı ışık ve besinin, bireysel çap artışını desteklediğini, meşcere genelinde rekabetin devam ettiğini söylemek mümkündür. Özellikle, göğüs yüzeyi artışında yüksek artımlar gözlenmiş ancak toplam hacim artışının sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Orta şiddetli müdahaleler (%22- %24) ise daha dengeli büyüme dinamikleri oluşturmuş ve çap artışı ile hacim artımı arasındaki dengeli bir artış gözlenmiştir. Leuschner ve ark., (2022) yapmış olduğu çalışmaya benzer şekilde özellikle, ağaçların taç genişliğinin artırılmasıyla meşcerede verimlilik artmış, alt tabaka ağaçları daha fazla ışık alarak doğal gençleştirme süreçlerine katkı sağlandığını söyleyebiliriz. Bu bağlamda, orta şiddetli aralamalar hem bireysel gelişimi desteklemekte hem de meşcere içindeki uzun vadeli stabiliteyi artırmaktadır. Ancak, bu aralamaların şiddetli uygulanması, meşcere içinde beklenmeyen ve büyük açıklık oluşumuna neden

olabileceği gibi, bireylerin istikrarsızlık göstererek rüzgar ve kar yükü gibi abiyotik faktörlere karşı daha hassas hale gelmesine yol açabilir (Marchi vd., 2018).

Yozgat-Aydıncık normal popülasyonunda gerçekleştirilen aralama müdahalelerinin (%16-43) meşcere yapısını, büyüme dinamiklerini ve bireyler arası rekabeti önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Düşük şiddetli aralamalar (%16-22), ağaçların büyüme potansiyeline belirgin bir katkı sağlamazken, %28 ve üzerindeki müdahaleler çap ve boy artışını desteklemiştir. Bu durum, yüksek şiddetli müdahalelerin meşcere yapısının homojenliğini bozabileceği ve bazı bireyler için rekabet avantajı oluşturduğu görülmüştür. Çap dağılımı açısından en fazla bireyin 15-40 cm çap aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu durum, meşcerenin ince ve orta ağaçlık çağındaki bireylerden oluştuğunu göstermektedir. . Meşcere tabakalılık yapısı incelendiğinde, üst tabaka hakimiyeti tüm örnek alanlarda korunmuş ancak orta ve alt tabakada farklılaşmalar gözlenmiştir. 2 ve 5 nolu örnek alanlarda (%19-24), orta tabaka varlığı belirgin bir şekilde korunmuştur. 1 ve 4 nolu örnek alanlarda (%22), orta tabaka birey sayısında düşüş gözlenmiştir, bu da ışık rekabeti nedeniyle alt tabakadaki bireylerin büyüme potansiyelini sınırladığını söyleyebiliriz. Çap ve boy ilişkileri açısından, aralama müdahalelerinin belirli çap aralıklarında büyüme hızını artırdığı görülmüştür. 3 ve 4 nolu örnek alanlarda, çap ve boy arasındaki regresyon modelleri doğrusal olmayan polinomal yapılar göstermektedir. Bu durum, büyümenin başlangıçta hızlı gerçekleştiğini ancak belirli çap seviyelerinden sonra azalan bir hızda devam ettiğini göstermektedir (Ameztegui vd., 2017). Bu bulgular, meşcerelerin belirli bir seviyeye kadar müdahaleden olumlu etkiler sağladığı ancak şiddetli müdahalelerin stabiliteyi bozabileceğini desteklemektedir (Pretzsch vd., 2022). Marjinal popülasyonlarda görülen çap ve boy dağılımındaki düzensizlikler (örn. negatif eksponansiyel dağılım), meşcerenin normal dağılım eğilimi gösterdiğini söyleyebiliriz. Bu da merkez popülasyonların daha dengeli büyüme dinamiklerine sahip olduğunu ve rekabetin belirli sınırlar dahilinde sürdürülebilir bir yapıyı desteklediğini göstermektedir (Vanninen, 2004). Sonuç olarak, Yozgat-Aydıncık Sarıçam popülasyonlarında %20-24 seviyesinde bir aralama müdahalesinin, meşcere stabilitesini koruyarak meşcerede daha dengeli bir gelişme ve büyüme sağladığı tespit edilmiştir.

Yozgat-Başçatak marjinal popülasyonlarının büyüme dinamikleri ve meşcere yapısının, uygulanan müdahale şiddetine ve ekolojik faktörlere bağlı olarak çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir. Çap ve boy dağılımları açısından, meşcerede normal dağılım gözlenmemiş, özellikle 3 ve 5 nolu örnek alanlarda çap-boy ilişkilerinin polinomal bir

eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, marjinal alanlardaki büyüme dinamiklerinin ekolojik stresler ve müdahale yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli bir yapı sergilediğini göstermektedir (García-Abril vd., 2007). Müdahale şiddeti açısından bakıldığında, 4 nolu örnek alan %32 ile en yüksek müdahale şiddetine maruz kalmışken, diğer alanlarda bu oran %22-28 arasında değişmektedir. Yüksek müdahale şiddeti, çap dağılımında negatif eksponansiyel bir eğilim oluşturmuş ve bireyler arası rekabeti azaltarak ince ağaçlık çağındaki bireylerin gelişimini teşvik etmiştir. Bununla birlikte, Vacek ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmalar da marjinal alanlarda büyüme potansiyeli ile çevresel baskılar arasındaki ilişkinin daha kompleks olduğunu vurgulamaktadır. 1 ve 6 nolu örnek alanlarda, çap artışıyla boy artışının aynı oranda artış gösterdiği, ancak yüksek çap değerlerinde boy artış hızının azaldığı belirlenmiştir. Stempski ve Trosdowski (2024) çalışmasına göre orta şiddetli aralamalar (yaklaşık %25-30) çap ve boy artışını destekleyerek meşcerenin sürdürülebilir yapısını korumakta ve ince ağaçlık çağındaki bireylerin büyüme potansiyelini artırmaktadır. Bu durumun, %32 ve üzerindeki müdahalelerin meşcerede homojenliği bozabileceği ve özellikle üst tabakadaki bireylerin rekabet avantajı elde ederek alt tabakadaki bireylerin gelişimini baskılayabileceği öngörülmektedir (Ameztegui vd., 2017). Meşcere tabakalılık yapısı incelendiğinde, tüm örnek alanlarda meşcere yapısı tek tabakalı olarak belirlenmiştir. 3 ve 5 nolu örnek alanlarda çap ve boy dağılımındaki düzensizlikler, bazı bireylerin baskılanarak büyüme avantajı sağlayamadığını göstermektedir. Bu bulgular, Mäkinen ve Isomäki (2004) tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konan %20'nin üzerindeki aralama müdahalelerinin bireyler arasındaki büyüme farklılıklarını artırdığı ve meşcere stabilitesini olumsuz etkileyebileceği görüşünü desteklemektedir. Sonuç olarak, Yozgat-Başçatak marjinal popülasyonu için %22-26 aralığındaki müdahale şiddetleri meşcerenin sağlıklı gelişimini sürdürebilmesi açısından optimal görünmektedir. Bu düzeydeki müdahaleler, üst tabaka bireylerinin hâkimiyetini korurken, alt tabakanın da gelişimine katkı sağlamak ve meşcere yapısının sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Ancak, %30'un üzerindeki müdahalelerin (%32) büyüme homojenliğini bozarak rüzgâr hasarı riskini artırabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Uzun vadeli ormancılık yönetimi açısından, Yozgat-Başçatak marjinal popülasyonunda düşük-orta şiddetli aralamaların (%22-26) meşcere stabilitesini ve büyüme potansiyelini dengelediği öngörülmektedir.

Erzurum-Oltu marjinal popülasyonunda gerçekleştirilen aralama müdahaleleri (%6-21), çap ve boy dağılımlarını, tabakalılığı ve bireyler arası rekabeti önemli ölçüde

etkilemiştir. Marjinal popülasyonlarda büyüme dinamikleri genellikle çevresel faktörlerden etkilenmekte olup, özellikle rakım, sıcaklık ve ışık rekabeti gibi unsurlar meşcere gelişimini belirgin bir şekilde yönlendirmektedir (García-Abril vd., 2007; Vacek vd., 2016). Erzurum-Oltu marjinal popülasyonundaki örnek alanlarda çap ve boy ilişkilerinin normal dağılım göstermediği, çap büyümesinin belirli seviyelerden sonra yavaşladığı ve bazı örnek alanlarda büyüme eğrisinin tersine döndüğü görülmüştür. 1 nolu örnek alan (%6) düşük müdahale şiddetiyle ışık rekabetinin baskın olduğu bir yapı sergilemiş, çap artışının homojen olmadığı belirlenmiştir. 2 nolu örnek alan (%15 aralama müdahalesi) orta şiddetli bir müdahale görmüş olup, bireyler arasında büyüme farklılıklarının azaldığı ve çap dağılımının daha dengeli olduğu görülmüştür. 3 nolu örnek alan (%13 aralama müdahalesi) büyüme eğrisinin doğrusal olmadığı, belirli çap seviyelerinden sonra boy artış hızının düştüğü tespit edilmiştir. 4 nolu örnek alan (%19 aralama müdahalesi) çok tabakalı bir yapı sergileyerek üst tabakanın hâkim olduğu, ancak orta ve alt tabakadaki bireylerin oranının düşük olduğu gözlemlenmiştir. 5 nolu örnek alan (%13 aralama müdahalesi) çap dağılımının homojen olduğu ve bireylerin rekabet açısından daha dengeli büyüme sergilediği belirlenmiştir. 6 nolu örnek alan (%21) yüksek müdahale oranıyla çap ve boy dağılımlarında geniş varyasyon göstermiş, bazı bireylerin hızlı büyüdüğü, bazılarının ise baskılandığı gözlemlenmiştir. Meşcere tabakalılık yapısı incelendiğinde tüm örnek alanlarda meşcere yapısı tek tabakalı olarak belirlenmiştir. Erzurum-Oltu marjinal popülasyonunda düşük ve orta yoğunluklu müdahalelerin (%13-15) bireysel büyüme potansiyelini destekleyerek meşcerenin ışık rekabetini koruduğu görülmüştür. Meşceredeki yüksek şiddetteki aralamalar (%19-21) çap dağılımlarında dengesizliklere ve boy artışıdaki değişkenliklere neden olmuştur. Bu bulgular, Ameztegui vd. (2017) tarafından ortaya konulan, şiddetli aralamaların meşcere yapısında homojenliği bozabileceği yönündeki görüşlerle örtüşmektedir. Mäkinen ve Isomäki (2004) çalışmasında da, %20 ve üzerindeki müdahalelerin meşcere stabilitesini olumsuz etkileyebileceği vurgulanmıştır. Pretzsch vd. (2022) ise farklı kalite sınıflarındaki Sarıçam meşcerelerinde rekabetin çap dağılımını etkilediğini ve büyüme dinamiklerini belirlediğini ifade etmektedir. Linkevičius vd. (2023) tarafından yapılan çalışma ise belirli bir aralama yoğunluğunun meşcere stabilitesini artırabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, Erzurum-Oltu marjinal popülasyonunda uygulanacak aralama müdahalelerinin, meşcere stabilitesini koruyarak ve bireyler arası rekabeti optimize edecek şekilde, %15-19 aralığında planlanması önerilmektedir.

Genel olarak, Artvin - Kılıçkaya popülasyonunda uygulanan aralama müdahalelerinin farklı büyüme tepkileri oluşturduğunu söyleyebiliriz. Düşük müdahale şiddeti bireysel gelişimi artırırken, meşcere içindeki rekabeti tam anlamıyla ortadan kaldırmamış ve göğüs yüzeyi artımı ile odun kalitesine olumlu etkiler sağlasa da hacim artışını daha düşük seviyelerde tuttuğunu söyleyebiliriz. Gelecekte yapılacak silvikültürel planlamalarda, su ve besin kaynaklarından yararlanmanın artırılması için özellikle marjinal popülasyonlarda kontrollü aralama programlarının sürdürülmesi gerekmektedir. Müdahale planlarının, karbon tutulumu, yangın dayanıklılığı ve biyotik stres faktörlerine yönelik etkilerinin daha ayrıntılı olarak araştırılması, sürdürülebilir orman yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır (Hlásny vd., 2014; Fernandes vd., 2016).

4.4. Dönemsel İklim Tahminleri Hesaplanması ve Küresel İklim Senaryolarına İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, SSP126 (düşük emisyon), SSP245 (orta emisyon) ve SSP585 (yüksek emisyon) olmak üzere üç farklı iklim değişikliği senaryosu temel alınarak, türün gelecekteki habitat dağılımı ve potansiyel yayılımı modelleme yöntemleriyle incelenmiştir. Modelleme sonuçları, Sarıçam'ın yüksek sıcaklık ve kuraklık stresine karşı duyarlılığını ortaya koymakta ve özellikle yüksek potansiyelli büyüme alanlarında belirgin kayıplar yaşanacağını, düşük potansiyelli büyüme alanlarının ise genişleyeceğini göstermektedir. Bachofen ve ark. (2019) *Pinus sylvestris* ve *Pinus nigra* türlerinin iklim değişikliğine adaptasyonu ve göçü hakkında yapmış oldukları çalışmalarında, yüksek sıcaklık ve CO₂ seviyelerinin Sarıçam fideleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini ve kuraklık stresinin Sarıçam'ın büyüme performansını önemli ölçüde kısıtladığından bahsetmişlerdir. Benzer şekilde, Brichta (2024) Avrupa çapında *Pinus sylvestris* L. türüne ait büyüme dinamikleri üzerindeki küresel iklim değişikliğinin etkilerini ortaya koymayı amaçladığı çalışmada, Sarıçam'ın yıllık büyüme halkalarının sıcaklık artışlarına duyarlı olduğunu ve iklim değişikliğine bağlı olarak büyüme dalgalanmalarının azaldığını tespit etmiştir. Bu çalışmada, SSP585 senaryosu altında yüksek potansiyelli yetiştirme alanlarının neredeyse tamamen kaybolduğunu ve Sarıçam'ın düşük verimli habitatlara yöneldiğini söylemek mümkündür. Castillo (2024) Avrupa genelinde *Picea abies* ve *Pinus sylvestris* türlerine ait 1,5 milyon ağaca ilişkin küresel iklim değişikliği altında büyüme potansiyelini takip ederek, iklim değişikliğinin 1950-2100 yılları arasındaki alansal değişikliğini ve tür bazlı

etkilerini modellemeyi, karbon depolama potansiyelindeki değişimleri ortaya koymayı amaçladığı çalışmada, Sarıçam'ın gelecekteki büyüme dinamiklerinin sıcaklık ve kuraklıkla doğrudan ilişkili olduğunu ve Akdeniz havzasındaki popülasyonların ciddi tehdit altında olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, Martín-Benito ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmalarda, Sarıçam'ın kurak dönemlerde trakeid yapısında küçülmeler gösterdiği ve gövde gelişiminin duraksadığı belirlenmiştir. Bu literatür ışığında, çalışmamızda Sarıçam'ın kuraklık etkisiyle düşük potansiyelli büyüme alanlarına yönelmesini, türün ekolojik tolerans sınırları çerçevesinde iklim değişikliğine verdiği adapte olma çabası olarak değerlendirmemiz mümkündür. Senaryolar, Sarıçam'ın gelecekteki habitat dinamiklerinde önemli değişimlere yol açabileceğini göstermekte olup, ekosistem dayanıklılığını artırmaya yönelik sürdürülebilir ormancılık uygulamalarının ve silvikültürel planlamaların özellikle düşük potansiyelli yetiştirme alanlarında türün adaptasyonunu destekleyecek şekilde planlanması gerektiğini söyleyebiliriz.

Model sonuçlarımızda, Matías ve ark. (2017)'nin yapmış oldukları çalışmaya benzer şekilde, Sarıçam popülasyonlarının sıcaklık artışlarına bağlı olarak kuzey ve daha yüksek rakımlı alanlara doğru kayabileceği öngörüsünü destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile yüksek sıcaklık artışlarıyla birlikte Kuzeydoğu Anadolu ve Batı Karadeniz bölgelerindeki uygun habitat alanlarının sarıçam için daraldığını söylemek mümkündür. Buna ek olarak, Özel ve ark. (2021) tarafından yapılan araştırmada, Sarıçam büyüme dinamiklerinin kıyı ormanlarında sıcaklık artışlarına bağlı olarak azaldığı, ancak iç kesimlerde nispeten daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda da Karadeniz kıyılarında habitat kayıplarının daha belirgin olduğu gözlemlenmiş olup, elde edilen sonuçlar Sarıçam'ın iklim değişikliğine karşı duyarlılığını ortaya koymaktadır. SSP126 senaryosunda, türün mevcut habitatlarının büyük ölçüde korunabileceği, ancak SSP245 ve SSP585 senaryolarında yüksek verimli habitatlarını kaybederek daha düşük potansiyelli habitatlara yönelmek zorunda kalacağı öngörülmüştür. Panayotov ve ark. (2012), Sarıçam'ın iklim değişikliğine verdiği tepkilerin bölgesel farklılıklar gösterebileceğini ve sıcaklık artışlarının Akdeniz bölgesindeki popülasyonlar üzerinde daha büyük bir etki yaratacağını vurgulamaktadır. Swidrak ve ark. (2013), Sarıçam'ın kuraklık dönemlerinde diğer ibreli türlere kıyasla daha hızlı su kaybettiğini ve bu nedenle stres altında büyüme performansının ciddi şekilde düştüğünü bildirmiştir. Çalışmamızda da SSP585 senaryosu altında türün yüksek rakımlı habitatlardan çekildiği ve düşük potansiyelli alanlara yöneldiği belirlenmiştir.

5. ÖNERİLER

Aralama müdahaleleri, meşcere dinamiği ve ekosistem fonksiyonları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu müdahalelerin planlanması ve uygulanması, sadece çap ve boy gelişimi gibi temel büyüme göstergeleri ile değil aynı zamanda meşcere stabilitesi, meşcere kapallılığı ve meşcere dinamikleri gibi kriterler doğrultusunda planlanmalı, programa alınmalı ve uygulanmalıdır.

En uygun aralama şiddeti, bölgesel büyüme farklılıkları, meşcere kuruluşu, yetiştirme ortamı verim gücü, işletme amaçları ve meşcerenin üstlendiği fonksiyonel öncelikler doğrultusunda belirlenmelidir. Özellikle marjinal popülasyonlarda, düşük-orta şiddetli aralamalar tercih edilerek meşcere stabilitesi korunmalı ve adaptasyon yeteneği yüksek bireylerin gelişimi desteklenmelidir.

Normal ve marjinal popülasyonların belirlenmesi adına, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) bireylerinin iklim değişikliğine adaptasyon yetenekleri göz önünde bulundurularak bu bireylerin yer aldığı potansiyel tohum kaynaklarının in-situ ve ex-situ koruma kapsamında değerlendirilmesi, türün genetik çeşitliliğinin korunması ve iklim değişikliğine uyum sağlayan gelecek popülasyonların oluşturulması açısından öncelikli olmalıdır.

Aralama müdahaleleri yapılan meşcereler, uzun vadeli araştırmalar için tespit edilerek değerlendirmeli ve sürekli takip edilerek meşcere dinamikleri, büyüme performansı ve ekosistem etkisi takip edilmelidir. Bu sayede, aralamaların etkisi ve uzun vadeli etkileri daha iyi anlaşılabilir.

Genç sarıçam meşcerelerinde tabakalı kuruluş eğilimi varsa, alt tabakanın doğal süreçlerle gelişmesini teşvik etmek için düşük-orta şiddetli müdahalelerle ara ve alt tabakadaki bireyler korunmalıdır. Asıl hedef, üst tabakanın ışık rekabetini tamamen ele geçirmesini önleyerek, alt tabakanın doğal olarak gelişimini sürdürmesini sağlamak olmalıdır.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde, özellikle sıklık ve sırkılık çağlarında alçak aralama ile zayıf bireylerin uzaklaştırılması, ancak ilerleyen yaş evrelerinde üst tabakadaki sağlıklı bireylerin desteklenmesine yönelik yüksek aralama uygulanabilir. Böylece ışık isteği yüksek bireylerin baskılanmadan gelişimi teşvik edilirken, çok tabakalı yapıların kontrolsüz biçimde oluşumu engellenebilir.

Ekolojik farklılıklar dikkate alınarak marjinal alanlar için farklı müdahale stratejileri geliştirilmelidir. Marjinal alanlarda yüksek şiddetli aralamalar meşcere stabilitesini bozabileceğinden düşük ve orta şiddetli müdahaleler uygulanmalı, aralama ve kesimler kontrollü ve uzun periyotlara yayılmalı, tür çeşitliliği artırılmalı, toprak ve su koruma önlemleri alınmalıdır.

Meşcere büyüme dinamiklerinin daha iyi anlaşılması için uzun vadeli modelleme çalışmaları yapılmalı ve iklim değişikliği projeksiyonlarına göre silvikültürel yönetim planlamaları oluşturulmalıdır. Bu süreçte, modellemelerde kullanılacak silvikültürel algoritmaların oluşturulabilmesi ve uygulanabilmesi için, geniş örneklemelerle tüm sarıçam yayılış alanlarında homojen bir örnekleme dağılımı sağlanmalıdır. Böylece, elde edilen veriler daha güvenilir, temsil gücü yüksek ve genellenebilir hale gelecek, bölgesel farklılıklar dikkate alınarak daha bilimsel ve öngörülü silvikültürel yönetim stratejileri geliştirilebilecektir.

Biyçeşitlilik açısından ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için düşük potansiyelli habitatlar öncelikli olarak koruma altına alınmalı ve bu alanların yönetimi, ekolojik fonksiyonları esas alacak şekilde planlanmalıdır. Bu alanların korunması, odun üretimi fonksiyonundan ziyade, ekolojik ve koruyucu orman fonksiyonları doğrultusunda değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, ekosistem sürdürülebilirliğinin sağlanması için bazı düşük potansiyelli habitatlar doğal süksesyona terk edilerek yönetilebilir, bazıları ise ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik odaklı yaklaşımlar doğrultusunda yönetilebilir.

Sarıçamın yetiştirme ortamı özelliklerinin ortaya çıkacağı gelecek iklim projeksiyonlarına göre potansiyel ağaçlandırma alanları belirlenmeli ve buralarda öncü popülasyonların oluşturulması için gerekli orijin denemeleri başlatılmalı ve iklim değişikliği ile uyumları gözlemlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Akın, A., & Taşova, H. (2019). İç Anadolu Bölgesi Tarım Topraklarının Bazı Verimlilik Parametrelerinin Belirlenerek Haritalanması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 1-6.
- Aksoy, H., (1978). Karabük-Büyükdüz Araştırma Ormanındaki Orman Toplulukları ve Bunların Silvikültürel Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İÜ Orman Fakültesi
- Akyol, A., & Tolunay, A. (2014). Sürdürülebilir Orman Yönetimi Ölçüt ve Göstergelerinin Türkiye İçin Modellenmesi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1), 21-32.
- Alaçık, Ö., (2014). *Ultra viyole (UV-B) Stresinin Bazı sarıçam (Pinus sylvestris L.) Soylarına Etkilerinin Araştırılması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Aldea, J., Río, M., Cattaneo, N., Riofrio, J., Ordóñez, C., Uzquiano, S., ... & Bravo, F. (2023). Short-Term Thinning Effect on Inter- and Intra-Annual Radial Increment of Mediterranean Scots Pine-Oak Mixed Forest.
- ALRahahleh, L., Kilpeläinen, A., Ikonen, V. P., Strandman, H., Venäläinen, A., & Peltola, H. (2018). Effects of CMIP5 Projections on Volume Growth, Carbon Stock and Timber Yield in Managed Scots pine, Norway Spruce and Silver Birch Stands Under Southern And Northern Boreal Conditions. *Forests*, 9(4), 208.
- Ambroży, S., & Kapsa, M. (2019). Regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Carpathians Depends on Site Fertility. *Forest Research Papers*, 80(3), 189-200.
- Ameztegui, A., Coll, L., Benavides, R., Valladares, F., & Paquette, A. (2017). Understory Light Predictions in Mixed Conifer Mountain Forests: Role of Aspect-Induced Variation in Crown Geometry and Openness. *Forest Ecology and Management*, 405, 300-310.
- Andersson Gull, B., Persson, T., Fedorkov, A., & Mullin, T. J. (2018). Longitudinal Differences in Scots pine Shoot Elongation. *Silva Fennica*, 52(5).
- Andreieva, O., & Goychuk, A. (2020). Forest Site Conditions and The Threat for Insect Outbreaks in The Scots pine Stands of Polissya. *Folia Forestalia Polonica*, 62(4), 270-278.
- Andrés, E., Camarero, J., Blanco, J., Imbert, J., Lo, Y., Sangüesa-Barreda, G., ... & Castillo, F. (2017). Tree-to-tree Competition in Mixed European beech–Scots pine Forests has Different Impacts on Growth and Water-Use Efficiency Depending on Site Conditions. *Journal of Ecology*, 106(1), 59-75.
- Anşın, R. (1980). *Doğu Karadeniz Bölgesi Florası ve Asal Vegetasyon Tiplerinin Floristik İçerikleri*. Doçentlik Tezi, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 220.

- Arbab, N., Grabosky, J., & Leopold, R. (2022). Economic Assessment of Urban Ash Tree Management Options in New Jersey. *Sustainability*, 14(4), 2172.
- Aslan, Ş., Saygın, S., Arı, F., Temiz, Ç., Ünal, M., & Erpul, G. (2023). Parmak Erozyonu Süreçlerinin Wepp Modeli Yaklaşımı ile İnce Bünyeli Topraklar İçin Değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 11(2), 99-110.
- Ata, C., (1975). *Kazdağı Göknarı (Abies equi-trojani Aschers et Sinten)'nın Türkiye'deki Yayılışı ve Silvikültürel Özellikleri*, Doktora tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.
- Ata, C., (1980). Saf Doğu Ladini Ormanlarının Gençleştirme Sorunları, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, 651/59, Trabzon.
- Atay, İ. (1990). *Silvikültür (Orman Yetiştirme)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No: 394, İstanbul.
- Atalay, İ. (2008). *Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası*. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları.
- Atmaca, Ö. Ü. B. (2021). Bazı Arazi Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi ve Tarım Açısından Değerlendirilmesi: Giresun İli Şebinkarahisar İlçesi Örneği.
- Atmış, E., Tolunay, D., & Yıldız, D. (2022). İklim Değişikliği ve Ormanlar Arasındaki İlişkinin Medyadaki Yeri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(3), 514-529.
- Ayan, S., Bugday, E., Varol, T., Özel, H.B., & Thurm, E.A. (2022). Effect Of Climate Change On Potential Distribution Of Oriental Beech (*Fagus Orientalis* L.) in the Twenty-First Century in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 148, 165-177.
- Bachofen, C., Wohlgemuth, T., & Moser, B. (2019). Biomass Partitioning in a Future Dry and CO₂-Enriched Climate: Shading Aggravates Drought Effects in Scots pine but not European Black pine Seedlings. *Journal of Applied Ecology*, 56(4), 866-879.
- Bäcklund, S., Jönsson, M., Strengbom, J., Frisch, A., & Thor, G. (2016). A pine is a pine and a spruce is a spruce – The Effect of Tree Species and Stand Age on Epiphytic Lichen Communities. *Plos One*, 11(1), e0147004.
- Baeten, L., Verheyen, K., Wirth, C., Bruelheide, H., Bussotti, F., Finér, L., ... & Scherer-Lorenzen, M. (2013). A Novel Comparative Research Platform Designed to Determine The Functional Significance of Tree Species Diversity in European Forests. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15(5), 281-291.
- Balekoğlu, S., & Ertas, F. (2016). Sahil çamı (*Pinus pinaster*) Plantasyonlarında Aralamaların Büyüme ve Stabilite Üzerindeki Etkileri. *DergiPark*. <https://dergipark.org.tr>
- Barik, K., & Gülnar, M. (2019). Farklı Arazi Kullanımı Altındaki Podzolik Toprakların Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 128-135.

- Barzdajn, W., Kowalkowski, W., & Chmura, D. (2016). Variation in Growth Survival Among European Provenances of *Pinus sylvestris* in a 30-year-old Experiment. *Dendrobiology*, 75, 67-77.
- Bastien, C., & Alía, R. (2000). What Might Be Useful Measures of Genetic Variability For Adaptive Traits Within Populations of Scots pine. *Forest Systems*, 9, 97-110.
- Baş, M., Şenol, A., Gülsoy, S., & Özkan, K. (2020). Sütçüler Yöresi Karaçam Ormanlarında Bitki Tür Çeşitliliği ve Yetiştirme Ortamı İlişkileri. *Biological Diversity and Conservation*, 13(3), 264-273.
- Bayar, E., & Alkan, O. (2023). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Uygulanan İlk Aralama Çalışmalarının Değerlendirilmesi: Sütçüler örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 24(1), 11-17.
- Baycan, Z. (2024). Ekosistem Hizmetlerinin Sosyo-Kültürel Değerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem ve Teknikler. *Ecological Perspective*, 4(1), 73-84.
- Benito Garzón, M., Alía, R., Robson, T. M., & Zavala, M. A. (2011). Intra-specific Variability and Plasticity Influence Potential Tree Species Distributions Under Climate Change. *Global Ecology and Biogeography*, 20(5), 766-778.
- Bielak, K., Dudzińska, M., & Pretzsch, H. (2014). Mixed Stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce [*Picea abies* (L.) karst] Can be More Productive Than Monocultures. Evidence From Over 100 Years Of Observation Of Long-Term Experiments. *Forest Systems*, 23(3), 573-589.
- Bilir, N. (2021). Türkiye'deki Ağaçlandırma Faaliyetlerinin Alansal İrdelenmesi. *Theoretical and Applied Forestry*, 1(1), 1-4.
- Blumenstein, K., Bußkamp, J., Langer, G., Schlößer, R., Rojas, N., & Terhonen, E. (2021). Sphaeropsis Sapinea and Associated Endophytes in Scots Pine: Interactions and Effect On The Host Under Variable Water Content. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4.
- Blumenstein, K., Langer, G., Bußkamp, J., Langer, E., & Terhonen, E. (2020). The Opportunistic Pathogen Sphaeropsis Sapinea is Found to be one of the Most Abundant Fungi in Symptomless and Diseased Scots pine in Central-Europe.
- Bolat, İ. (2013). The Effect of Thinning on Microbial Biomass C, N and Basal Respiration in Black pine Forest Soils in Mudurnu, Turkey. *European Journal of Forest Research*, 133(1), 131-139.
- Bozkurt, A. E., & Coşkunçelebi, K. (2021). Population variability of *Pinus sylvestris* L. in Turkey based on needle morphology. *Şumarski list*, 145(7-8), 347-358.
- Bozkuş, H. F., (1987). Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr.)'nın Türkiye'deki Doğal Yayılışı ve Silvikültürel Özellikleri, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 660/60, Ankara.

- Bravo, F., Bravo-Oviedo, A., & Diaz-Balteiro, L. (2008). Carbon Sequestration in Spanish Mediterranean Forests Under Two Management Alternatives: A Modeling Approach. *European Journal of Forest Research*, 127, 225-234.
- Bréda, N., Granier, A., & Aussenac, G. (1995). Effects of Thinning on Soil and Tree Water Relations, Transpiration, and Growth in an Oak Forest (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). *Tree Physiology*, 15(5), 295–306.
- Brichta, J. (2024). Effects of Climate Change on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Growth Across Europe: Decrease of Tree-Ring Fluctuation and Amplification of Climate Stress. *Forests*, 15(1), 91.
- Brichta, J., Vacek, S., Vacek, Z., Cukor, J., Mikeska, M., Bílek, L., ... & Štefančík, I. (2023). Importance and Potential of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in 21st Century. *Central European Forestry Journal*, 69(1), 3-20.
- Bulut, N. (2017). An Approach to Determining Forest Areas with Recreational Potential: The Case of Forest Areas Around Main Transportation Roads in the Maçka Region of Trabzon, Turkey. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(3), 286–301.
- Burkhardt, H. E. (2003). Suggestions for Choosing an Appropriate Level for Modelling Forest Stands in Modelling Forest Systems. *Workshop on the interface between reality, modelling and the parameter estimation processes, Sesimbra, Portugal, 2-5 June 2002* (pp. 3-10). Wallingford UK: CABI Publishing.
- Carus, S. & Akguş, Y. (2018). Development of Diameter- Height Models for Stone pine (*Pinus pinea* L.) Stands in Tarsus Region. *Turkish Journal of Forestry*, 1-8.
- Carus, S. & Çatal, Y. (2017). Comparison of Some Diameter-Height Models for Brutian pine (*Pinus brutia* ten.) Afforestations in Ağlasun Region. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 18(2), 94-101.
- Carvalho, A., Paiva, J., Louzada, J., & Lima-Brito, J. (2013). The Transcriptomics of Secondary Growth and Wood Formation in Conifers. *Molecular Biology International*, 2013(1), 974324.
- Castillo, E. (2024). Contrasting Future Growth of Norway spruce and Scots pine Forests Under Warming Climate. *Global Change Biology*, 30(11).
- Chen, S., Feng, Z., Chen, P., Ullah Khan, T., & Lian, Y. (2019). Nondestructive Estimation of the Above-Ground Biomass of Multiple Tree Species in Boreal Forests of China Using Terrestrial Laser Scanning. *Forests*, 10(11), 936.
- Chertov, N., Sboeva, Y., Nechaeva, Y., Boronnikova, S., Zhulanov, A., Pechenkina, V., & Kalendar, R. (2024). Polymorphic Loci of Adaptively Significant Genes Selection for Determining Nucleotide Polymorphism of *Pinus sylvestris* L. Populations in the Urals. *Genes*, 15(10), 1343.
- Cosmo, L. & Gasparini, P. (2020). Predicting Diameter at Breast Height From Stump Measurements of Removed Trees to Estimate Cuttings, Illegal Loggings and Natural Disturbances. *South-East European Forestry*, 11(1), 41-49.

- Coşandal, M., & Partigöç, N. S. (2022). Afetlerin Turizm Sektörüne Etkisi: Orman Yangınları Örneği Muğla - Marmaris İlçesi. *Resilience*, 6(2), 257-267.
- Cremer, K. W., Borough, C. J., McKinnell, F. H., & Carter, P. R. (1982). Effects of Stocking and Thinning on Wind Damage in Plantations. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 12(2), 244-268.
- Çeler, E., & Serengil, Y. (2021). İklim Değişikliği Strateji ve Eylem Planlarında Havza Yaklaşımı ve Doğa Temelli Çözümler. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 8(2), 197-207.
- Çerçioğlu, M., & Bilir, N. (2018). Burdur-Göhlisar Yöresi Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (L.) Holmboe) Popülasyonlarında Üreme x Büyüme Özellikleri Etkileşimi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 98-108.
- Çiçek, N., Cengil, B., & Yücedağ, C. (2022) Bitki Besin Elementlerinin Önemi ve Orman Fidanlıklarında Gübrelemenin Rolü. *Teorik ve Uygulamalı Ormancılık*, 1: 26-32.
- Çilek, A. (2021). Mapping Soil Erosion in Regulating Ecosystem Services: The Case of Göksu Basin. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 409-419.
- Çolak, A.H., & Pitterle, A., 1999. *Yüksek Dağ Silvikültürü*. Cilt I-Orta Avrupa, Genel Prensipler, I. Baskı, OGEM-VAK Yayınları, Ankara, 370s.
- Çömez, A., Güner, Ş.T., & Tolunay, D. The Effect of Stand Structure on Litter Decomposition in *Pinus sylvestris* L. Stands in Turkey. *Annals of Forest Science*, 78, 19 (2021).
- Dağdaş, S., Elmas, M., & Timur, L. (2019). Türkiye’de, Sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) En Güney Enlemlerde Belirlenen Yeni Yayılışları. *Doğanın Sesi*, 3, 50-62.
- Dauškane, I., & Elferts, D. (2011). Influence of Climate on Scots pine Growth on Dry and Wet Soils Near Lake Engure in Latvia. *Estonian Journal of Ecology*, 60(3).
- Değerliyurt, M. (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Orman Yangınlarının Erozyona Etkisinin Belirlenmesi, Amanos Dağları Örneği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0(29).
- Del Río, M., Calama, R., Cañellas, I., Roig, S., & Montero, G. (2008). Thinning İntensity and Growth Response in SW-European Scots pine Stands. *Annals of Forest Science*, 65(3), 1.
- Deligöz, A., & Genç, M. (2023). İklim değişikliği: Orman ekosistemlerinde etkileri ve yönetimi. In M. Genç, A. Deligöz, Ç. E. N. Yer, E. Bayar, & O. Gülseven (Eds.), *İklim Değişikliği: Orman Ekosistemlerinde Etkileri ve Yönetimi* (ss. 95-118). Kastamonu: Palme Yayıncılık.
- Demir, A. (2009). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.

- Demir, I., Kilis, G., & Coskun, M. (2008). PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye için İklim Öngörürleri. *Atmosfer Bilimleri Sempozyumu*, 365-373.
- Demirci, A., Yavuz, H., Üçler, A.Ö., Oktan, E., & Yücesan, Z., (2002). Ülkemizdeki Saf Doğu Ladini Ormanlarında Meşcere Kuruluşları, Büyüme ve Artım İlişkileri ve Silvikültürel Öneriler, TÜBİTAK-TOGTAĞ, Proje No: TARP-2051, Trabzon, 169s.
- Demirci, M., Yeşil, A., & Bettinger, P. (2021). Introducing a New Approach in Stand Tending Planning and Thinning Block Designation by Using Mixed Integer Goal Programming. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 43(1), 137-154.
- Deng, H., Shen, L., Yang, J., & Xiao-yong, M. (2021). Stand Stability of Pure and Mixed-Eucalyptus Forests of Different Tree Species in a Typhoon-Prone Area. *Forests*, 12(4), 458.
- Dering, M., Baranowska, M., Beridze, B., Chybicki, I., Danelia, I., Iszkuło, G., ... & Sękiewicz, K. (2021). The Evolutionary Heritage and Ecological Uniqueness of Scots pine in the Caucasus Ecoregion is at Risk of Climate Changes. *Scientific Reports*, 11(1).
- Dıraz Yıldırım, E., & Güneş, H. (2021). Tuz ve Kuraklık Stresi Altında Yetiştirilen Buğday Bitkisine (*Triticum aestivum* L.) Silikon Uygulamalarının Bazı Stres Parametreleri Üzerine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 2559-2572.
- Djuikouo, M., Doucet, J., Nguembou, C., Lewis, S., & Sonké, B. (2010). Diversity and Aboveground Biomass in Three Tropical Forest Types in the Dja Biosphere Reserve, Cameroon. *African Journal of Ecology*, 48(4), 1053-1063.
- Długosiewicz, J., Zajac, S., & Wysocka-Fijorek, E. (2019). Ocena Naturalnego i Sztucznego Odnowienia Drzewostanów Sosnowych *Pinus sylvestris* L. w Nadleśnictwie Nowa Dęba. *Leśne Prace Badawcze*, 80(2).
- Dobrowolska, D., Kurek, P., Olszowska, G., & Bolibok, L. (2021). Effects of Stand Features and Soil Enzyme Activity on Spontaneous Pedunculate Oak Regeneration in Scots pine Dominated Stands – Implication for Forest Management. *Forest Ecosystems*, 8(1).
- Dönmez, A., Baş, E., Yılmaz, N., & Sargıncı, M. (2024). Arazi Kullanım Değişikliğinin Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi: Batı Karadeniz Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 35-44.
- Durusoy, İ., Türker, M. F., & Öztürk, A. (2005). Türkiye Orman Kaynakları Yönetiminde Korunan Alanların Yeri: Ulusal Planlar ve Uluslararası Süreçler Kapsamında Değerlendirmeler. *Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu*, 8-10 Eylül 2005, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Dutal, H. (2022). Determination of the Impact of Forest Fires on Soil Erosion Risk by Using the İcona Model: a Case Study of Ayvalı Dam Watershed. *Turkish Journal of Forest Science*, 6(2), 510-538.

- Erdönmez, C., Erol, S. Y., Yıldırım, H. T., & Şahin, G. (2023). İklim Değişikliği ve Ormanlar: Ormancılık Politikası Açısından Bakış. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Yayınevi, (3).
- Egnell, G. (2000). Silviculture and Management of Scots pine in Sweden. *Forest Systems*, 9, 165-174.
- Eker, M., Spinelli, R., & Gürlevik, N. (2017). Determining the Quantity and Quality of Biomass Obtained from the Thinning of Turkish Red pine Stands. *Biofuels Bioproducts and Biorefining*, 12(1), 12-21.
- Eker, R., & Aydın, A. (2014). Ormanların Heyelan Oluşumu Üzerindeki Etkileri. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 15(1), 84.
- Eker, R., Alkiş, K., Uçar, Z., & Aydın, A. (2023). Ormancılıkta Makine Öğrenmesi Kullanımı. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 150-177.
- Elveren, M., Osma, E., & Karakoyun, G. (2015). Erzincan'ın Farklı Bölgelerindeki Sarıçamların (*Pinus sylvestris* L. var. *Hamata* Steven) Ağaç Bileşenlerinde ve Yetiştikleri Toprakta Mineral Elementlerin Birikimi-Accumulation of Mineral Elements in the Component of the Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Celal Bayar University Journal of Science*, 11(2).
- Ercan, B., Özdim, S., & Avcı, M. G. (2023). Orman Yangınlarına İlk Müdahale Ekiplerinin Yerleşim Planlaması: Aliğa-İzmir örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 96-103.
- Erdönmez, C., Erol, S. Y., Yıldırım, H. T., & Şahin, G. (2023). İklim Değişikliği ve Ormanlar: Ormancılık Politikası Açısından Bakış. *İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Yayınevi Seri*, (3).
- Ertek, T. (2017). Antropojenik Jeomorfoloji: Konusu, Kökeni ve Amacı. *Türk Coğrafya Dergisi*.
- Eşitti, Ş. (2023). A Review on the European Green Deal as the New Climate Regime and Presentation in the Turkish Press. *Journal of Turkish Studies*, 18(Volume 18 Issue 3), 1109-1123.
- Fabisiak, E., & Fabisiak, B. (2021). Relationship of Tracheid Length, Annual Ring Width, and Wood Density in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Trees from Different Social Classes of Tree Position in the Stand. *Bioresources*, 16(4), 7492-7508.
- Fassl, M., Aakala, T., & Östlund, L. (2024). Elevation-Dependent Tree Growth Response to Climate in a Natural Scots pine/downy Birch Forest in Northern Sweden. *Plant-Environment Interactions*, 5(2), e10140.
- Feng, B., Nie, S., Wang, C., Xi, X., Wang, J., Zhou, G., ... & Wang, H. (2022). Exploring the Potential of Uav Lidar Data for Trunk Point Extraction and Direct Dbh Measurement. *Remote Sensing*, 14(12), 2753.

- Fernandes, P. M., Pacheco, A. P., Almeida, R., & Claro, J. (2016). The Role of Fire-Suppression Force in Limiting the Spread of Extremely Large Forest Fires in Portugal. *European Journal of Forest Research*, 135, 253-262.
- Firat, F., (1973): *Dendrometri*. I.U. Or. Fak. Yayın. No. 1800/193. Istanbul.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. SAGE Publications.
- Figas, A., Siwik-Ziomek, A., & Kobierski, M. (2021). Heavy Metals and Sulphur in Needles of *Pinus sylvestris* L. and Soil in the Forests of City Agglomeration. *Forests*, 12(10), 1310.
- Forrester, D., Benneter, A., Bouriaud, O., & Bauhus, J. (2016). Diversity and Competition Influence Tree Allometric Relationships – Developing Functions for Mixed-Species Forests. *Journal of Ecology*, 105(3), 761-774.
- Fréjaville, T., Vizcaíno-Palomar, N., Fady, B., Kremer, A., & Garzón, M. B. (2019). Range Margin Populations Show High Climate Adaptation Lags in European Trees. *Global Change Biology*, 26(2), 484-495.
- Friedrichs, D. A., Trouet, V., Büntgen, U., Frank, D. C., Esper, J., Neuwirth, B., & Löffler, J. (2009). Species-Specific Climate Sensitivity of Tree Growth in Central-West Germany. *Trees*, 23, 729-739.
- Fu, L., Duan, G., Ye, Q., Luo, P., Sharma, R., Sun, H., ... & Liu, Q. (2020). Prediction of Individual Tree Diameter Using a Nonlinear Mixed-Effects Modeling Approach and Airborne Lidar Data. *Remote Sensing*, 12(7), 1066.
- G, S. (2016). Variation in Seed Characters of Terminalia Chebula retz. From the Southern Western Ghats of Tamil Nadu. *Kongunadu Research Journal*, 3(1), 17-21.
- Gabrysiak, K., Paluch, R., & Gawryś, R. (2021). 30-year Changes in Oak-Hornbeam Forest After Windthrow. *Forests*, 12(5), 600.
- Gallo, J., Bílek, L., Šimůnek, V., Roig, S., & Fernández, J. (2020). Uneven-Aged Silviculture of Scots pine in Bohemia and Central Spain: Comparison Study of Stand Reaction to Transition and Long-Term Selection Management. *Journal of Forest Science*, 66(1), 22-35.
- García-Abril, A., Díaz-Balteiro, L., & Pardos, M. (2007). Stand Structure, Competition and Growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in a Mediterranean Mountainous Environment. *Annals of Forest Science*, 64(7), 661–670.
- García-Abril, A., Martín-Fernández, S., Grande, M. A., & Manzanera, J. A. (2007). Stand Structure, Competition and Growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in a Mediterranean Mountainous Environment. *Annals of Forest Science*, 64(8), 825-830.
- García-López, J. M., & Allué, C. (2013). Phytoclimatic Dynamics of Mediterranean Forests Under Climate Change. A Case Study in a Southern European *Pinus sylvestris* L. Stand.

- Garmash, A. V., Gordiyshenko, A. Y., Borysenko, O. I., & Pyvovar, T. S. (2023). Scots pine Stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica*, 65(3), 153-165.
- Gerosa, G., Finco, A., Oliveri, S., Marzuoli, R., Ducoli, A., Sangalli, G., ... & Gagliazzi, E. (2013). Case Study: Valle Camonica and the Adamello Park. *In Management Strategies to Adapt Alpine Space Forests to Climate Change Risks*. Intech Open.
- Gezer, A., Gülcü, S., & Bilir, N. (2002). Isparta Göller Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Orijin Denemeleri (İlk Aşama Sonuçları). *Turkish Journal of Forestry*, 3(1), 1-18.
- Giberti, G., Wellstein, C., Giovannelli, A., Bielak, K., Uhl, E., Aguirre-Ráquira, W., ... & Tonon, G. (2022). Annual Carbon Sequestration Patterns in Trees: a Case Study from Scots pine Monospecific Stands and Mixed Stands With Sessile Oak in Central Poland. *Forests*, 13(4), 582.
- Girona-García, A., Badía-Villas, D., & Martí, C. (2018). Changes in Topsoil Properties After Centennial Scots pine Afforestation in a European Beech Forest (Ne Spain). *Forests*, 9(6), 343.
- Gomez, J., Hódar, J., Zamora, R., Castro, J., & García, D. (2001). Ungulate Damage on Scots pines in Mediterranean Environments: Effects of Association with Shrubs. *Canadian Journal of Botany*, 79(6), 739-746.
- Grigoriadis, N., Spyroglou, S., Grigoriadis, S., & Klapanis, P. (2014). Effect of Soil Scarification on Natural Regeneration of Mature Scots pine (*Pinus sylvestris*) Stands in Greece. *Global NEST Journal*, 16(4), 732-742.
- Guada, G., Camarero, J., Sánchez-Salguero, R., & Cerrillo, R. (2016). Limited Growth Recovery After Drought-Induced Forest Dieback in Very Defoliated Trees of Two pine Species. *Frontiers in Plant Science*, 7.
- Gülcü, S., & Bilir, N. (2017). Growth and Survival Variation Among Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Provenances. *International Journal of Genomics*, 2017, 1-7.
- Günel, H., & Günel, E. (2020). Tokat İlinde Tütün Yetiştiriciliği Yapılan Arazilerin Verimlilik Durumu ve Toprak Özelliklerinin Alansal Dağılımı. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8, 116-124.
- Güner, Ş., & Makineci, E. (2017). Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam Ormanlarında Toprak ve Ölü Örtüde Biriken Yıllık Organik Karbon Miktarının Belirlenmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 109-115.
- Güney, D., Atar, F., Turna, İ., Bayraktar, A., & Gunlu, A. (2021). *Fraxinus angustifolia* Vahl. Plantasyonlarında Büyüme Parametreleri Üzerine Sıklık Bakımının Etkisi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 339-351.
- Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioglu, O., Sensoy, S., & Yazıcı, B. (2016). RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 14(2), 77-88.

- Güzel, A. O., & Daşdemir, İ. (2020). Erciyes Yöresi Titrek Kavak Meşcerelerinde İlk Aralama Bakımlarının Ekonomik Analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3), 953-962.
- Häbel, H., Kuronen, M., Henttonen, H., Kangas, A., & Myllymäki, M. (2019). The Effect of Spatial Structure of Forests on the Precision and Costs of Plot-Level Forest Resource Estimation. *Forest Ecosystems*, 6(1).
- Hajek, J., Sjölin, O., & Normark, E. (2014). Early Performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*— a Comparison Between Seedling Size, Species and Geographic Location of the Planting Site. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1-39.
- Hancock, M. H., Amphlett, A., Proctor, R., Dugan, D., Willi, J., Harvey, P., & Summers, R. W. (2011). Burning and Mowing as Habitat Management for Capercaillie Tetrao Urogallus: an Experimental Test. *Forest Ecology and Management*, 262(3), 509-521.
- Hao, Y., Widagdo, F., Liu, X., Qian, Y., Dong, L., & Li, F. (2020). Individual Tree Diameter Estimation in Small-Scale Forest Inventory Using Uav Laser Scanning. *Remote Sensing*, 13(1), 24.
- Harvey, J., Smiljanić, M., Scharnweber, T., Buras, A., Cedro, A., Cruz-García, R., ... & Wilmking, M. (2020). Tree Growth Influenced by Warming Winter Climate and Summer Moisture Availability in Northern Temperate Forests. *Global Change Biology*, 26(4), 2505-2518.
- Hauke-Kowalska, M., Borowiak, E., Barzdajn, W., Kowalkowski, W., Korzeniewicz, R., & Wawro, T. (2019). Cone and Seeds Variability in Seed Orchards and Seed Stands of *Pinus sylvestris* L. *Baltic Forestry*, 25(2), 187-192.
- Heinzel, J., & Huber, M. (2017). Tree Stem Diameter Estimation from Volumetric Tls Image Data. *Remote Sensing*, 9(6), 614.
- Hekimoğlu, V. (2014). Gökmar ve Sarıçam Odunlarından Nanokil İlaveli Çapraz Lamine Kereste Üretim Olanaklarının İncelenmesi. *Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Hernández-Stefanoni, J., Reyes-Palomeque, G., Castillo-Santiago, M., George-Chacón, S., Huechacona-Ruiz, A., Tun-Dzul, F., ... & Dupuy, J. (2018). Effects of Sample Plot Size and Gps Location Errors on Aboveground Biomass Estimates from Lidar in Tropical Dry Forests. *Remote Sensing*, 10(10), 1586.
- Herrera-Alvarez, X., Blanco, J., Imbert, J., Alvarez, W., & Rivadeneira-Barba, G. (2020). Invertebrate Community of Scots pine Coarse Woody Debris in the Southwestern Pyrenees Under Different Thinning Intensities and Tree Species., 88.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(15), 1965-1978.

- Hitimana, J., Bekuta, B., & Kiyiapi, J. (2019). Evaluating Efficiency of Sampling Schemes in Tropical Natural Forests: Review and Simulation Experience from Kenya. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 1-15.
- Hlásny, T., Mátyás, C., Seidl, R., Kulla, L., Merganičová, K., Trombik, J., ... & Konôpka, B. (2014). Climate Change Increases the Drought Risk in Central European Forests: What are the Options for Adaptation?. *Central European Forestry Journal*, 60(1), 5-18.
- Hoffmann, A. A., & Sgrò, C. M. (2011). Climate Change and Evolutionary Adaptation. *Nature*, 470(7335), 479-485.
- Hong, Z., Fries, A., & Wu, H. (2014). High Negative Genetic Correlations Between Growth Traits and Wood Properties Suggest Incorporating Multiple Traits Selection Including Economic Weights for the Future Scots pine Breeding Programs. *Annals of Forest Science*, 71(4), 463-472.
- Horstmann, M., Buchheit, H., Speck, T., & Poppinga, S. (2022). The Cracking of Scots pine (*Pinus sylvestris*) Cones. *Frontiers in Plant Science*, 13, 982756.
- Houtmeyers, S., & Brunner, A. (2020). Thinning Responses of Individual Trees in Mixed Stands of Norway Spruce and Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(3), 215-229.
- Hui, Z. (2024). A Reliable Dbh Estimation Method Using Terrestrial Lidar Points Through Polar Coordinate Transformation and Progressive Outlier Removal. *Forests*, 15(6), 1031.
- Infante-Izquierdo, M., Romero-Martín, R., Castillo, J., Grewell, B., Soriano, J., Nieva, F., ... & Rodríguez, A. (2023). Seed Viability, Spikelet Dispersal, Seed Banks and Seed Storage Requirements for Native and Invasive Cordgrasses (Genus *Spartina*) in Southwest Iberian Peninsula. *Wetlands*, 43(1).
- IPCC (2014). *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Janecka, K., Harvey, J., Trouillier, M., Kaczka, R., Metslaid, S., Metslaid, M., ... & Wilmking, M. (2020). Higher Winter-Spring Temperature and Winter-Spring/Summer Moisture Availability Increase Scots pine Growth on Coastal Dune Microsites Around the South Baltic Sea. *Frontiers in Forests and Global Change*, 3.
- Jansons, Ā., Zeltniš, P., Donis, J., & Neimane, U. (2020). Long-Term Effect of *Lophodermium* Needle Cast on the Growth of Scots pine and Implications for Financial Outcomes. *Forests*, 11(7), 718.

- Juan-Ovejero, R., Castro, J., & Querejeta, J. I. (2022). Low Acclimation Potential Compromises the Performance of Water-Stressed pine Saplings Under Mediterranean Xeric Conditions. *Science of the Total Environment*, 831, 154797.
- Jump, A. S., & Peñuelas, J. (2005). Running to Stand Still: Adaptation and the Response of Plants to Rapid Climate Change. *Ecology letters*, 8(9), 1010-1020.
- Kachamba, D., Ørka, H., Næsset, E., Eid, T., & Gobakken, T. (2017). Influence of Plot Size on Efficiency of Biomass Estimates in Inventories of Dry Tropical Forests Assisted by Photogrammetric Data from an Unmanned Aircraft System. *Remote Sensing*, 9(6), 610.
- Kalbarczyk, R., Ziemiańska, M., Nieróbca, A., & Dobrzańska, J. (2018). The Impact of Climate Change and Strong Anthropopressure on the Annual Growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Wood Growing in Eastern Poland. *Forests*, 9(11), 661.
- Kalkan, B., Karakurt, H., Özkan, K., Tiryaki, O., & Güneş, Ö. (2021). Elazığ Yöresinde Meşe Ekimlerinin Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 8(1), 27-41.
- Kantarıcı, M. D. (2000). Türkiye Orman Ekosistemleri. *Orman Fakültesi Dergisi*, 50(2), 145-160.
- Karacan, G., & Gökce, D. (2020). Kentsel Planlamada İklim Direnci Teması; Ankara Örneği. *Resilience*, 4(2), 221-238.
- Karaş, E., Oğuz, İ., & Koçyiğit, R. (2016). Soil Surveying, Mapping and Classification of the Çelikli Basin Soils. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 32(1), 105-105.
- Karlsson, K., Nilsson, U., & Gemmel, P. (2013). Growth Response of Scots pine to Thinning Regimes in Boreal Forests: Long-Term Results From Experimental Plots. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(2), 107-118.
- Karyati, K., Ipor, I., Jusoh, I., & Wasli, M. (2019). Allometric Equations to Estimate the Above-Ground Biomass of Trees in the Tropical Secondary Forests of Different Ages. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(9).
- Kavaliauskas, D., Danusevičius, D., & Baliuckas, V. (2022). New Insight Into Genetic Structure and Diversity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Populations in Lithuania Based on Nuclear, Chloroplast and Mitochondrial DNA Markers. *Forests*, 13(8), 1179.
- Kavlak, M., Kurtipek, A., & Çabuk, S. (2020). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Yangını Risk Haritası Oluşturulması: Ören Örneği. *Resilience*, 4(1), 33-54.
- Kaya, A., & İnan, M. (2018). Kuraklık ve Tuz Streslerine Maruz Kalan Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Melatoninin Etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Ve Doğa Dergisi*, 21(4), 559-564.

- Kaya, İ., Özdemir, M., Şahin, A., & Yıldırım, N. (2023). Sapsız Meşenin (*Quercus Petraea* (Matt.) Liebl.) Koruya Tahvil Sahalarında Yapılan Silvikültürel Müdahalelerin Optimal Kuruluşa Göre Değerlendirilmesi: Yıldız Dağları Örneği. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 10(Özel Sayı), 26-32.
- Kaya, M. & Uzun, O. (2019). Ekosistem Hizmetleri ve Mekânsal Planlama İlişkisinin Peyzaj Planlama Çerçevesinde Değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 2166-2193.
- Kaye, J., Resh, S., Kaye, M., & Chimner, R. (2000). Nutrient and Carbon Dynamics in a Replacement Series of Eucalyptus and Albizia Trees. *Ecology*, 81(12), 3267.
- Keleş, N. N., Tepebaş, B., & Keleş, S. (2024). Orman Ağaçlarında Depolanan Karbon ve Üretilen Oksijen Miktarının Zamansal Değişiminin Analizi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 16-21.
- Konatowska, M. (2023). Prospects for the Preservation of the main *Pinus sylvestris* L. Ecotypes in Poland in the Context of the Habitat Conditions of their Occurrence. *Forests*, 14(10), 1967.
- Kong, J., Ding, X., Liu, J., Yan, L., & Wang, J. (2015). New Hybrid Algorithms for Estimating Tree Stem Diameters at Breast Height Using a Two Dimensional Terrestrial Laser Scanner. *Sensors*, 15(7), 15661-15683.
- Koparan, B. (2024). Tek Ağaçta Göğüs Çap Artımının Periyot Süresi, Yaş Sınıfı ve Sosyal Sınıfına Göre Değişimi: Sarıkamış Yöresi Sarıçam Meşcereleri Örneği. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 437-446.
- Korkmaz, M., & Adıgüzel, O. A. (2021). Türkiye’de Orman Kaynakları Yönetiminin İklim Değişikliğine Uyumuna İlişkin Değerlendirmeler. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 417-425.
- Kosugi, R., Shibuya, M., & Ishibashi, S. (2016). Sixty-year Post-Windthrow Study of Stand Dynamics in Two Natural Forests Differing in Pre-Disturbance Composition. *Ecosphere*, 7(11).
- Kozłowski, T. T., & Pallardy, S. G. (1997). Growth Control in Woody Plants. *Elsevier*.
- Köseoğlu, E., & Kara, F. (2019). Comparison of the Influence of Some Stand Structural Parameters on Black pine Seedling Density and Growth. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 305-311.
- Kurnaz, M. L. (2023). İklim Değişikliği ve Uyum Süreçlerinde Türkiye. *Resilience*, 7(1), 199-208.
- Kuznetsova, T., Mandre, M., Klõšeiko, J., & Pärn, H. (2010). A Comparison of the Growth of Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) in a Reclaimed Oil Shale Post-Mining Area and in a Calluna Site in Estonia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166, 257-265.

- Lakkana, T., Ashton, M., Hooper, E., Perera, A., & Ediriweera, S. (2022). Tropical Montane Forest in South Asia: Composition, Structure, and Dieback in Relation to Soils and Topography. *Ecosphere*, 13(5).
- Lavnyy, V., Spathelf, P., Kravchuk, R., Vytseha, R., & Yakhnytskyy, V. (2022). Silvicultural Options to Promote Natural Regeneration of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Western Ukrainian Forests. *Journal of Forest Science*, 68,(8): 298–310.
- Lei, X., & Lu, Y. (2004). Information Entropy Measures for Stand Structural Diversity: Joint Entropy. *Forestry Studies in China*, 6(2), 12-15.
- Leuschner, C., Weithmann, G., Bat-Enerel, B., & Weigel, R. (2023). The future of European Beech in Northern Germany—Climate Change Vulnerability and Adaptation Potential. *Forests*, 14(7), 1448.
- Levene, H. (1960). Robust Tests for Equality of Variances. *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, 279–292.
- Levick, S., Hessenmöller, D., & Schulze, E. (2016). Scaling Wood Volume Estimates from Inventory Plots to Landscapes with Airborne Lidar in Temperate Deciduous Forest. *Carbon Balance and Management*, 11(1).
- Li, C. (2021). Plot Size Effects on Airborne Lidar-Derived Metrics and Predicted Model Performance of Subtropical Planted Forest Stand Attributes.
- Li, Y. (2024). Effects of Elevation, Stand Density, and Inter-Tree Competition on Tree Sizes, Vulnerability, and Health of Planted *Zelkova serrata* and *Quercus glauca* in Reforestation. *Formath*, 23(0), 23-001.
- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., ... & Marchetti, M. (2010). Climate Change Impacts, Adaptive Capacity, and Vulnerability of European Forest Ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 698–709.
- Lines, E., Fischer, F., Owen, H., & Jucker, T. (2022). The Shape of Trees: Reimagining Forest Ecology in Three Dimensions with Remote Sensing. *Journal of Ecology*, 110(8), 1730-1745.
- Linkevičius, E., Šidlauskas, G., Kliučius, A., Armoška, E., Mikalajunas, M., Sidabriene, D., ... & Augustaitis, A. (2024). The Growth Dynamics of East European Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Populations-A Lithuanian Field Trial. *İforest-Biogeosciences and Forestry*, 17(2), 59.
- Linkevičius, E., Šilinskas, B., Beniušienė, L., Aleinikovas, M., & Kliučius, A. (2023). The Growing Dynamic of Pure Scots Pine Stands Using Different Thinning Regimes in Lithuania. *Forests*, 14(8), 1610.
- Liu, D., Zhou, C., He, X., Zhang, X., Feng, L., & Zhang, H. (2022). The Effect of Stand Density, Biodiversity, and Spatial Structure on Stand Basal Area Increment in Natural Spruce-Fir-Broadleaf Mixed Forests. *Forests*, 13(2), 162.

- Liu, M., Wang, K., Haapanen, M., Ghimire, R. P., Kivimäenpää, M., & Asiegbu, F. O. (2022). Analysis of Transcriptome and Terpene Constituents of Scots Pine Genotypes Inherently Resistant or Susceptible to *Heterobasidion annosum*. *Frontiers in plant science*, 13, 947734.
- Liu, Y., Hu, J., & Gore, J. (2024). Ecosystem Stability Relies on Diversity Difference Between Trophic Levels. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(50).
- Lu, J., Aronen, T., Pappinen, A., & Asiegbu, F. O. (2011). Response of Somatic Embryos of Scots Pine to Fungal Cell Wall Elicitors. *Forest Pathology*, 41(1), 75-82.
- Luguza, S., Snepsts, G., Donis, J., Desaine, I., Baders, E., Kitenberga, M., ... & Jansons, A. (2020). Advance Regeneration of Norway Spruce and Scots Pine in Hemiboreal Forests in Latvia. *Forests*, 11(2), 215.
- Luoma, V., Saarinen, N., Wulder, M., White, J., Vastaranta, M., Holopainen, M., ... & Hyypä, J. (2017). Assessing Precision in Conventional Field Measurements of Individual Tree Attributes. *Forests*, 8(2), 38.
- Luyssaert, S., Schulze, E. D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B. E., ... & Grace, J. (2008). Old-Growth Forests as Global Carbon Sinks. *Nature*, 455(7210), 213-215.
- Lynikienė, J., Marčiulynienė, D., Marčiulynas, A., Gedminas, A., Vaičiukynė, M., & Menkis, A. (2020). Managed and Unmanaged *Pinus sylvestris* Forest Stands Harbour Similar Diversity and Composition of the Phyllosphere and Soil Fungi. *Microorganisms*, 8(2), 259.
- Machimura, T., Fujimoto, A., Hayashi, K., Takagi, H., & Sugita, S. (2021). A Novel Tree Biomass Estimation Model Applying the Pipe Model Theory and Adaptable to UAV-Derived Canopy Height Models. *Forests*, 12(2), 258.
- Mäkinen, H., & Isomäki, A. (2004). Thinning Intensity and Long-Term Changes in Increment and Stem form of Norway Spruce Trees. *Forest Ecology and Management*, 201(2-3), 295-309.
- Maleki, K., & Kiviste, A. (2015). Effect of Sample Plot Size and Shape on Estimates of Structural Indices: A Case Study in Mature Silver Birch (*Betula pendula* Roth) Dominating Stand in Järvelja. *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 63(1), 130-150.
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On A Test of Whether One of Two Random Variables is Stochastically Larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50-60.
- Mapitov, N. B., Belokopytova, L. V., Zhirnova, D. F., Abilova, S. B., Ualiyeva, R. M., Bitkeyeva, A. A., ... & Vaganov, E. A. (2023). Factors Limiting Radial Growth of Conifers on Their Semiarid Borders Across Kazakhstan. *Biology*, 12(4), 604.

- Marchi, M., & Ducci, F. (2018). Some Refinements on Species Distribution Models. *Forests*, 11: 291-299.
- Márialigeti, S., Németh, B., Tinya, F., & Odór, P. (2009). The Effects of Stand Structure on Ground-Floor Bryophyte Assemblages in Temperate Mixed Forests. *Biodiversity and Conservation*, 18(8), 2223-2241.
- Marqués, L., Madrigal-González, J., Zavala, M. A., Camarero, J. J., & Hartig, F. (2018). Last-Century Forest Productivity in a Managed Dry-Edge Scots Pine Population: The Two Sides of Climate Warming. *Ecological Applications*, 28(1), 95–105.
- Martín-Benito, D., Beeckman, H., & Cañellas, I. (2012). Influence of Drought on Tree Rings and Tracheid Features of *Pinus nigra* And *Pinus sylvestris* in a Mesic Mediterranean Forest. *European Journal of Forest Research*, 132(1), 33-45.
- Mason, W. L., & Alía, R. (2000). Current and Future Status of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Forests in Europe. *Forest Systems*, 9, 317-335.
- Matías, L., Linares, J., Sánchez-Miranda, Á., & Jump, A. (2017). Contrasting Growth Forecasts Across the Geographical Range of Scots Pine Due to Altitudinal and Latitudinal Differences in Climatic Sensitivity. *Global Change Biology*, 23(10), 4106-4116.
- Mauya, E., Hansen, E., Gobakken, T., Malimbwi, R., & Næsset, E. (2015). Effects of Field Plot Size on Prediction Accuracy of Aboveground Biomass in Airborne Laser Scanning-Assisted Inventories in Tropical Rain Forests of Tanzania. *Carbon Balance and Management*, 10(1).
- Mayer, H., & Pitterle, A., (1988), *Osttiroller Gebirgswaldbau*. Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 669p.
- Mayer, H, Zukrigl, K. & Schlager, G. Edit, (1989)b. *Urwaldreste, Naturwaldreservate und Schützenwerte Naturwälder in Österreich*. . Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur.
- Mayer, H. & Ott, E., (1991). *Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege: Ein Waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz*, Gustav Fischer Verlag.
- M.G.M. (2023). *2023 Yılı İklim Verileri Haber Bülteni*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Mısır, N., Mısır, M., & Ülker, C. (2012). Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28.
- Mikalajūnas, M., Pretzsch, H., Mozgeris, G., Linkevičius, E., Augustaitienė, I., & Augustaitis, A. (2021). Scots pine's Capacity to Adapt to Climate Change in Hemi-Boreal Forests in Relation to Dominating Tree Increment and Site Condition. *Iforest - Biogeosciences and Forestry*, 14(5), 473-482.
- Mirzaei, M., Bonyad, A., Emamgheysi, I., & Navroodi, I. (2019). Effects of Inventory Grids on Estimation of Tree Species Diversity in Semi-Arid Forests of Iran. *Folia Oecologica*, 46(1), 24-29.

- Mitchell, S. J. (2013). Wind as a Natural Disturbance Agent in Forests: A Synthesis. *Forestry*, 86(2), 147–157.
- Molinari, C., Lehsten, V., Blarquez, O., Carcaillet, C., Davis, B. A., Kaplan, J. O., ... & Bradshaw, R. H. (2018). The Climate, the Fuel and the Land Use: Long-Term Regional Variability of Biomass Burning in Boreal Forests. *Global Change Biology*, 24(10), 4929-4945.
- Moreno-Fernández, D., Hevia, A., Majada, J., & Cañellas, I. (2018). Do Common Silvicultural Treatments Affect Wood Density of Mediterranean Montane Pines?. *Forests*, 9(2), 80.
- Nachar, N. (2008). The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4(1), 13–20.
- Nakvasina, E. N., & Prozherina, N. A. (2021). Scots Pine (L.) Reaction to Climate Change in the Provenance Tests in the North of the Russian Plain. *Folia Forestalia Polonica*, 63(2), 138-149.
- Navarro-Cerrillo, R. M., Cachinero-Vivar, A. M., Pérez-Priego, Ó., Cantón, R. A., Begueria, S., & Camarero, J. J. (2023). Developing Alternatives to Adaptive Silviculture: Thinning and Tree Growth Resistance to Drought in a Pinus Species on an Elevated Gradient in Southern Spain. *Forest Ecology and Management*, 537, 120936.
- Navarro-Cerrillo, R. M., Ruiz-Gómez, F. J., Camarero, J. J., Castillo, V., Barberá, G. G., Palacios-Rodríguez, G., ... & del Campo, A. D. (2022). Long-Term Carbon Sequestration in Pine Forests Under Different Silvicultural and Climatic Regimes in Spain. *Forests*, 13(3), 450.
- Negiz, M. G. & Aygöl, T. İ. (2019). Distribution of Woody Species Richness in Kurucuova Region According to Environmental Factors. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 123-132.
- Nilsson, U., Elfving, B., & Karlsson, K. (2012). Productivity of Norway Spruce Compared to Scots Pine in the Interior of Northern Sweden. *Silva Fennica*, 46(2), 197-209.
- Notivol, E., Blanco, L., Chambel, M., Climent, J., & Alía, R. (2020). Seed Sourcing Strategies Considering Climate Change Forecasts: A Practical Test in Scots Pine. *Forests*, 11(11), 1222.
- Núñez, M., Bravo, F., & Calvo, L. (2003). Predicting the Probability of Seed Germination in *Pinus sylvestris* L. and Four Competitor Shrub Species After Fire. *Annals of Forest Science*, 60(1), 75-81.
- O'Brien, M., Brezzi, M., Schuldt, A., JiaYong, Z., Ma, K., Schmid, B., ... & Niklaus, P. (2017). Tree Diversity Drives Diversity of Arthropod Herbivores, but Successional Stage Mediates Detritivores. *Ecology and Evolution*, 7(21), 8753-8760.

- Odabaşı, T., (1976). *Türkiye'deki Baltalık ve Korulu Baltalık Ormanları ve Bunların Koruya Dönüştürülmesi Olanakları Üzerine Araştırmalar*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları.
- O'Donnel, M. S., & Ignizio, D. A. (2012). *Bioclimatic predictors for supporting ecological applications in the conterminous United States* (No. 691). US Geological Survey.
- O.G.M. (2020c). *Orman Genel Müdürlüğü 2020 Yılı Performans Programı*.
- O.G.M. (2021). *2020 Türkiye Orman Varlığı*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, OGM Ofset, Ankara, ISBN 978-605-7599-68-1
- Oliver, C.D. & Larson, B.C., (1996). *Forest Stand Dynamics*. Newyork (USA): John Wiley & Sons Inc.
- Oskay, F., Laas, M., Mullett, M., Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Woodward, S., & Drenkhan, R. (2020). First Report of *Lecanosticta Acicola* on Pine and non-Pine Hosts in Turkey. *Forest Pathology*, 50(6), e12654.
- Ouyang, S., Xiang, W., Gou, M., Chen, L., Lei, P., Xiao, W., ... & Forrester, D. (2020). Stability in Subtropical Forests: the Role of Tree Species Diversity, Stand Structure, Environmental and Socio-Economic Conditions. *Global Ecology and Biogeography*, 30(2), 500-513.
- Öncül, Ö., Uğurlu, Ç., Köse, M., & Tilki, P. D. F. (2016). Sıklık Bakımının Doğal Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Çap ve Göğüs Yüzeyi Üzerine Etkisi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(3A), 29.
- Özalp, G., 1989. *Çitdere (Yenice-Zonguldak) Bölgesindeki Orman Toplulukları ve Silvikültürel Değerlendirmesi*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özbayram, A. K. (2018). Düzce Yöresi Sapsız Meşe Meşcerelerinde Aralamaların Su Sürgünü Oluşumuna Beş Yıllık Etkileri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4), 724-731.
- Özçelik, M. S. (2018). Annual Water Consumption of an Anatolian Black Pine in a Sub-Humid Region. *Forestist*, 68(2), 101-105.
- Özçelik, R., Alkan, O., & Kalkanlı, Ş. (2020). Kantil Regresyon ile Gövde Çapı Modelinin Geliştirilmesi. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 250-256.
- Özdemir, G., Şahin, A., Özdemir, E., Biricik, Y., Korkmaz, Ü., & Saracoglu, O. (2023). Müdahale Görmemiş Genç Macar Meşesi (*Quercus frainetto* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 10(Özel Sayı), 79-91.
- Özel, H., Yaman, B., & Varol, T. (2021). The Effect of Climate on the Radial Growth of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in a Coastal Mixed Stand in Kapisuyu, Bartın, Turkey. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 8(2), 187-197.

- Özkan, U. Y. & Özdemir, İ. (2016). Ağaçlandırma ve Doğal Gençleştirme Yoluyla Kurulmuş Kızılçam Meşcerelerinin Yapısal Özellikleri. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17(2), 118.
- Öztürk, İ., & Korkut, K. Z. (2018). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Farklı Gelişme Dönemlerinde Oluşan Kuraklığın Bazı Fizyolojik Karakterlere Etkisi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(4), 375-385.
- Pajtk, J., Sitková, Z., Marčíš, P., Bošela, M., Pavlenda, P., & Konôpka, B. (2022). Radial Increment and Defoliation of (L.) on Sandy Soils Relate to Summer Temperatures and Ground Water Level. *Central European Forestry Journal*, 68(2), 78-90.
- Palahí, M., Miina, J., Tomé, M., & Montero, G. (2002). Stand-Level Yield Model for Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in North-East Spain. *Forest Systems*, 11(2), 409-424.
- Palta, Ş., Yaman, İ., & Baş, E. (2023). Yükseltiye Göre Meraların Bazı Toprak ve Vejetasyon Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(1), 153-169.
- Pamay, B., (1962). *Türkiye’de Sarıçam (Pinus sylvestris L.)’ın Tabii Gençleşmesi İmkânları Üzerine Araştırmalar*. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 337/31, İstanbul.
- Pan, X., (2023). Predicting the Stand Growth and Yield of Mixed Chinese fir Forests Based on their Site Quality, Stand Density, and Species Composition. *Forests*, 14(12), 2315.
- Panagos, P., Meusburger, K., Ballabio, C., Borrelli, P., & Alewell, C. (2017). Geographically Weighted Regression on Soil Erosion Modeling. *Environmental Modelling & Software*, 83, 202-217.
- Panayotov, M., Zafirov, N., & Cherubini, P. (2012). Fingerprints of Extreme Climate Events in *Pinus sylvestris* Tree Rings from Bulgaria. *Trees*, 27(1), 211-227.
- Pasalodos-Tato, M., & Pukkala, T. (2007). Optimising the Management of Even-Aged *Pinus sylvestris* L. Stands in Galicia, North-Western Spain. *Annals of Forest Science*, 64(7), 787-798.
- Pastorella, F., & Paletto, A. (2013). Stand Structure Indices as Tools to Support Forest Management: an Application in Trentino Forests (Italy). *Journal of Forest Science*, 59(4), 159-168.
- Paul, T., Kimberley, M., & Beets, P. (2018). Thinking Outside the Square: Evidence that Plot Shape and Layout in Forest Inventories can Bias Estimates of Stand Metrics. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(3), 381-388.

- Pazouki, L., Shanjani, P. S., Fields, P. D., Martins, K., Suhhorutshenko, M., Viinalass, H., & Niinemets, Ü. (2016). Large Within-Population Genetic Diversity of the Widespread Conifer *Pinus sylvestris* at its Soil Fertility Limit Characterized by Nuclear and Chloroplast Microsatellite Markers. *European journal of forest research*, 135, 161-177.
- Peltola, H., Kilpeläinen, A., Sauvala, K., Räisänen, T., & Ikonen, V. (2007). Effects of Early Thinning Regime and Tree Status on the Radial Growth and Wood Density of Scots Pine. *Silva Fennica*, 41(3).
- Perkins, D. L., & Swetnam, T. W. (1996). A Dendroecological Assessment of Whitebark Pine in the Sawtooth–Salmon River Region, Idaho. *Canadian Journal of Forest Research*, 26(12), 2123-2133.
- Petty, A., Senko, S., Strandman, H., Jyrkinen, E., Tikkanen, O. P., Kilpeläinen, A., & Peltola, H. (2024). Effects of Forest Management Intensity and Climate Change Severity on Volume Growth, Timber Yield, Carbon Stocks, and the Amount of Deadwood in Scots Pine, Norway Spruce and Silver Birch Stands in Boreal Conditions. *Canadian Journal of Forest Research*, (ja).
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Piechnik, Ł., Holeksa, J., Ledwoń, M., Kurek, P., Szarek-Łukaszewska, G., & Żywiec, M. (2022). Stand Composition, Tree-Related Microhabitats and Birds—A Network of Relationships in a Managed Forest. *Forests*, 13(1), 103.
- Pitterle, A., (1987). Waldbauliche Analyse und Behandlungsmaßnahmen von Anthropogen Beeinflussten Sunalpinen Fichten-Sowie-Lärchen-Zirbenwäldern im Villgratental, Osttirol. *VWGÖ*, 225.
- Pretzsch, H. (2014). Canopy Space Filling and Tree Crown Morphology in Mixed-Species Stands Compared with Monocultures. *Forest Ecology and Management*, 327, 251–264.
- Pretzsch, H., Biber, P., Schütze, G., Uhl, E., & Rötzer, T. (2014). Forest Stand Growth Dynamics in Central Europe have Accelerated Since 1870. *Nature communications*, 5(1), 4967.
- Pretzsch, H., Biber, P., Schütze, G., Uhl, E., & Rötzer, T. (2020). Forest Thinning and its Long-Term Impact on Growth and Yield in Mixed Species Stands of Central Europe. *European Journal of Forest Research*, 139(2), 287-310.
- Pretzsch, H., Del Río, M., Ruiz-Peinado, R., Jactel, H., Coll, L., Löf, M., ... & Bravo-Oviedo, A. (2022). Emerging Stability of Forest Productivity by Mixing Two Species Buffers Temperature Destabilizing Effect. *Journal of Applied Ecology*, 59(11), 2730-2741.
- Primicia, I., Artázcoz, R., Imbert, J., Puertas, F., Traver, M., & Castillo, F. (2016). Influence of Thinning Intensity and Canopy Type on Scots Pine Stand and Growth Dynamics in a Mixed Managed Forest. *Forest Systems*, 25(2), e057.

- Przybylski, P., Konatowska, M., Jastrzębowski, S., Tereba, A., Mohytych, V., Tyburski, Ł., ... & Rutkowski, P. (2021). The Possibility of Regenerating a Pine Stand Through Natural Regeneration. *Forests*, 12(8), 1055.
- Pukkala, T., & Miina, J. (2003). Tree Growth and Competition in a Boreal Forest: A Comparison of Thinning Intensities. *Annals of Forest Science*, 60(3), 237-245.
- Rahman, M., Bakar, A., Razak, K., Rasib, A., Kanniah, K., Kadir, W., ... & Latif, Z. (2017). Non-Destructive, Laser-Based Individual Tree Aboveground Biomass Estimation in a Tropical Rainforest. *Forests*, 8(3), 86.
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power Comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling Tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.
- Reich, P. & Oleksyn, J. (2008). Climate Warming Will Reduce Growth and Survival of Scots Pine Except in the Far North. *Ecology Letters*, 11(6), 588-597.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B., & Tat, S. (2019). İklim Değişikliğinin Kahramanmaraş'ta Bulunan Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Yıllık Çap Artımı Üzerine Etkileri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(3), 219-225.
- Ren, Y., Gao, G. L., Ding, G. D., Zhang, Y., Zhao, P. S., & Liu, Y. (2023). Species Composition and Driving Factors of the Ectomycorrhizal Fungal Community Associated with *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* at Different Growth Periods. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 47(9), 1298-1309.
- Rincón, A., Santamaría-Pérez, B., Rabasa, S., Coince, A., Marçais, B., & Buée, M. (2015). Compartmentalized and Contrasted Response of Ectomycorrhizal and Soil Fungal Communities of Scots Pine Forests Along Elevation Gradients in France and Spain. *Environmental Microbiology*, 17(8), 3009-3024.
- Riofrío, J., del Río, M., Maguire, D. A., & Bravo, F. (2019). Species Mixing Effects on Height–Diameter and Basal Area Increment Models for Scots Pine and Maritime Pine. *Forests*, 10(3), 249.
- Riofrío, J., Río, M., Maguire, D., & Bravo, F. (2019). Species Mixing Effects on Height–Diameter and Basal Area Increment Models for Scots Pine and Maritime Pine. *Forests*, 10(3), 249.
- Rohner, B., Bugmann, H., & Bigler, C. (2013). Estimating the Age–Diameter Relationship of Oak Species in Switzerland Using Nonlinear Mixed-Effects Models. *European Journal of Forest Research*, 132(5-6), 751-764.
- Romanchuk, L., Didenko, P., Sus, N., Ustymenko, V., & Orlovskiy, A. (2021). Scots Pine Seedlings Growth Under Different Ca/Mn Soil Ratios. *International Journal of Ecotoxicology and Ecobiology*, 6(2), 34.
- Royo-Navascues, M., Castillo, E., Tejedor, E., Serrano-Notivoli, R., Longares, L., Saz, M., ... & Luis, M. (2022). The Imprint of Droughts on Mediterranean Pine Forests. *Forests*, 13(9), 1396.

- Ruiz, L., Hermosilla, T., Mauro, F., & Godino, M. (2014). Analysis of the Influence of Plot Size and Lidar Density on Forest Structure Attribute Estimates. *Forests*, 5(5), 936-951.
- Saarinen, N., Kankare, V., Yrttimaa, T., & Viljanen, N. (2020). Assessing the Effects of Thinning on Stem Growth Allocation of Individual Scots Pine Trees. *Forest Ecology and Management*, 474, 118344.
- Sağlam, F., & Sakıcı, O. E. (2022). Kastamonu ve Sinop Yöresi Sarıçam Meşcereleri İçin Ekorejyon Tabanlı Çap Artım Modeli. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1), 95-110.
- Sağlam, M., Dengiz, O., Özyazıcı, M., Erkoçak, A., & Türkmen, F. (2014). Faktör Analizi ile Minimum Veri Setinin Oluşturulması ve Haritalanması: Samsun İli Örneği Ergama Kozak Yaylası Çam Fıstığı İşleme Tesislerinin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2).
- Sánchez-Salguero, R., Camarero, J., Gutiérrez, E., González-Rouco, J., Gazol, A., Sangüesa-Barreda, G., ... & Seftigen, K. (2016). Assessing Forest Vulnerability to Climate Warming Using a Process-Based Model of Tree Growth: Bad Prospects for Rear-Edges. *Global Change Biology*, 23(7), 2705-2719.
- Sannikov, S. N., Petrova, I. V., Sannikova, N. S., & Filippova, T. V. (2005). Gradient Genogeographic Analysis of *Pinus sylvestris* L. Populations in Europe. *Russian Journal of Ecology*, 36, 377-382.
- Sanquetta, C. R., Behling, A., Côrte, A. P. D., Netto, S. P., Rodrigues, A. L., & Simon, A. A. (2014). A Model Based on Environmental Factors for Diameter Distribution in Black Wattle in Brazil. *PLoS ONE*, 9(6), e100093.
- Sargıncı, M., & Beyazyüz, F. (2022). İklim Değişikliğinin Ormanlar Üzerindeki Etkisi: İklim Akılcı Ormancılık Bakış Açısı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 142-149.
- Savacı, G., & Sarıyıldız, T. (2023). Tarım Arazileri ve Farklı Yaşlardaki Sarıçam Meşcerelerinde (*Pinus sylvestris* L.) Toprak Organik Karbon ve Azot Stoklarının Değişimi. *Ağaç ve Orman*, 4(1), 19-26.
- Savolainen, O., Pyhäjärvi, T., & Knürr, T. (2007). Gene Flow and Local Adaptation in Trees. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 38(1), 595-619.
- Selçuk, S., Cebeci, M., Cerit, O., Selçuk, B., & Karagözoğlu, M. (2022). RCP Senaryolarına Göre Sivas İlinin İklim Değişikliği Projeksiyonları. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*.
- Serapiglia, M., Gouker, F., & Smart, L. (2014). Early Selection of Novel Triploid Hybrids of Shrub Willow with Improved Biomass Yield Relative to Diploids. *BMC Plant Biology*, 14(1).
- Shao, Y. (2022). Post-Processing Sub-Seasonal to Seasonal Climate Forecasts Under Climate Change. *Water E-Journal*, 7(1).

- Shao, Y., Wang, Q., Schepen, A., & Ryu, D. (2020). Embedding Trend into Seasonal Temperature Forecasts Through Statistical Calibration of Gcm Outputs. *International Journal of Climatology*, 41(S1).
- Sheller, M., Tóth, E. G., Ciocîrlan, E., Mikhaylov, P., Tatarintsev, A., Kulakov, S., ... & Curtu, A. L. (2023). Genetic Legacy of Southern Middle Siberian Mountain and Foothill Populations of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.): Diversity and differentiation. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1152850.
- Shestakova, T. A., Camarero, J. J., Ferrio, J. P., Knorre, A. A., Gutiérrez, E., & Voltas, J. (2017). Increasing Drought Effects on Five European Pines Modulate $\Delta^{13}\text{C}$ -Growth Coupling Along a Mediterranean Altitudinal Gradient. *Functional Ecology*, 31(7), 1359-1370.
- Shibuya, M. (2021). Long-Term Stand-Level Resilience in Natural Secondary Forest Stands Recovering from Severe Windthrow Damage. *Ecosphere*, 12(9).
- Shibuya, M., & Ishibashi, S. (2019). Stand-Level Windthrow Patterns and Long-Term Dynamics of Surviving Trees in Natural Secondary Stands After a Stand-Replacing Windthrow Event. *Forestry an International Journal of Forest Research*, 92(4), 473-480.
- Shorohova, E., Kneeshaw, D., Kuuluvainen, T., & Gauthier, S. (2011). Variability and Dynamics of Old-Growth Forests in the Circumbolear Zone: Implications for Conservation, Restoration and Management. *Silva Fennica* 45(5).
- Silveira, A., Nicoletti, M., Silva, C., Drescher, R., Carvalho, M., Madi, J., ... & Andrade, V. (2022). Impact of Plot Size on Tropical Forest Structure and Diversity Estimation. *Revista De Biología Tropical*, 70(1).
- Sivrikaya, F., Enez, K., & Özcan, G. (2024). Orman Yol Ağının Orman Yangınlarına Etkisinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Araştırılması. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 72-77.
- Sohn, J. A., Hartig, F., Kohler, M., Huss, J., & Bauhus, J. (2016). Heavy and Frequent Thinning Promotes Drought Adaptation in *Pinus sylvestris* Forests. *Ecological Applications*, 26(7), 2190-2200.
- Sohrabi, V., Rahmani, R., Moayeri, M., & Jabbari, S. (2011). Assessment of Structural Diversity of Beech Forest Stands in North of İran. *International Journal of Biology*, 3(3).
- Sönmez, T., Karahalil, U., Günlü, A., & Şahin, A. (2015). Aynı Yaşlı ve Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Meşcerelerinde Çap Dağılımının Bonitet ve Yaş Sınıfları İçin Değerlendirilmesi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 15(1).
- Spearman, C. (1904). The Proof and Measurement of Association Between Two Things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72-101.

- Špulák, O., Souček, J., & Černý, J. (2018). Do Stand Structure and Admixture of Tree Species Affect Scots Pine Aboveground Biomass Production and Stability on its Natural Site. *Journal of Forest Science*, 64(11), 486-495.
- Steckel, M., Moser, W. K., del Río, M., & Pretzsch, H. (2020). Implications of Reduced Stand Density on Tree Growth and Drought Susceptibility: A Study of Three Species Under Varying Climate. *Forests*, 11(6), 627.
- Stempski, W., & Trosdowski, M. (2024). The Effect of Timber Harvesting in Thinning of Pine Stands *Pinus sylvestris* L. on Efficiency of Extraction Using an Agricultural Tractor with a Self-Loading Trailer. *Sylwan*, 168(07).
- Summers, R. W., Humphreys, E., Newell, M., & Donald, C. (2002). Nest-site Selection by Crossbills *Loxia* Spp. in Ancient Native Pinewoods at Abernethy Forest, Strathspey, Highland. *Bird Study*, 49(3), 258–262.
- Susaeta, A., & Gong, P. (2019). Optimal Harvest Strategy for Even-Aged Stands with Price Uncertainty and Risk of Natural Disturbances. *Natural Resource Modeling*, 32(3).
- Swidrak, I., Schuster, R., & Oberhuber, W. (2013). Comparing Growth Phenology of Co-Occurring Deciduous and Evergreen Conifers Exposed to Drought. *Flora*, 208(10-12), 609-617.
- Şahin, A. (2024). Çap Dağılımlarının Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesinde Farklı Ağ Yapılarının Tahmin Başarılarının Karşılaştırılması: Bolu-Mengen Anadolu Karaçamı Meşcereleri Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 61-69.
- Şofletea, N., Mihai, G., Ciocîrlan, E., & Curtu, A. L. (2020). Genetic Diversity and Spatial Genetic Structure in Isolated Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Populations Native to Eastern and Southern Carpathians. *Forests*, 11(10), 1047.
- Tanskanen, H., Venäläinen, A., Puttonen, P., & Granström, A. (2005). Impact of Stand Structure on Surface Fire Ignition Potential in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* Forests In Southern Finland. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(2), 410-420.
- Tavankar, F., & Bonyad, A. (2014). Effects of Timber Harvest on Structural Diversity and Species Composition in Hardwood Forests. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 16(1).
- Tetik Akbaş, N., Gül, E., & Dölarslan, M. (2024). Çankırı Kent Ormanında Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Çölleşme Eğiliminin Değerlendirilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 101-106.
- Tonguç, F., & Güner, S. (2017). Effects of Pruning on Diameter and Height Growth of *Pinus nigra* Arnold Subsp. *Pallasiana* Plantations in Turkey. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology*, 2(1), 248-252.
- Topaçoğlu, O. (2019). Forest Edge Effects on Seedlings in Mixed Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) - Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 2219-2231.

- Tuncel, G. (2016). *İklim Değişikliklerinin Türkiye Coğrafyasına Toplumsal ve Siyasal Etkileri* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Tungalag, M., Altanzagas, B., Gerelbaatar, S., & Dorjsuren, C. (2020). Tree-Level Above-Ground Biomass Equations for *Pinus sylvestris* L. in Mongolia. *Mongolian Journal of Biological Sciences*, 18(1), 13-21.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.
- Tyrmi, J. S., Vuosku, J., Acosta, J. J., Li, Z., Sterck, L., Cervera, M. T., ... & Pyhäjärvi, T. (2020). Genomics of Clinal Local Adaptation in *Pinus sylvestris* Under Continuous Environmental and Spatial Genetic Setting. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 10(8), 2683-2696.
- Ulmanen, J., Swartling, Å., & Wallgren, O. (2015). Climate Adaptation in Swedish Forestry: Exploring the Debate and Policy Process, 1990–2012. *Forests*, 6(3), 708-733.
- Urbaniak, L., Wojnicka-Półtorak, A., Celiński, K., Lesiczka, P., Pawlaczyk, E., & Aučina, A. (2019). Genetic Resources of Relict Populations of *Pinus sylvestris* (L.) in Western Carpathians Assessed by Chloroplast Microsatellites. *Biologia*, 74, 1077-1086.
- Usul, M., & Dengiz, O. (2014). Yarı Kurak İklim Koşulları Altında Farklı Fizyografya, Benzer Ana Materyal Üzerinde Yeralan Toprakların Pedogenesisleri. *Toprak Su Dergisi*, 3(2).
- Üçler, A.Ö., Demirci, A., Yavuz, H., Yücesan, Z., Oktan, E., & Gül, A.U. (2001). Alpin Zona Yakın Saf Doğu Ladini Ormanlarının Meşcere Kuruluşlarıyla Fonksiyonel Yapılarının Tespiti ve Silvikültürel Öneriler, TÜBİTAK-TOGTAG, Proje No: TARP-2215, Trabzon, 139s.
- Vacek, S., Vacek, Z., Bílek, L., Simon, J., Remeš, J., Hůnová, I., ... & Mikeska, M. (2016). Structure, Regeneration and Growth of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands With Respect to Changing Climate and Environmental Pollution. *Silva Fennica*, 50(4).
- Valinger, E., Sjögren, H., Nord, G., & Cedergren, J. (2018). Effects on Stem Growth of Scots Pine 33 Years After Thinning and/or Fertilization in Northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34(1), 33-38.
- Van der Valk, & A. G. (2009). *Herbaceous Plant Ecology*. Ames, USA. Springer Science+Business Media B.V., 361s.
- Vanninen, P. (2004). Stand Structure And Stem Growth in an Even-Aged Norway Spruce Stand. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(10), 2059-2069.
- Venette, R. (2013). Incorporating Climate Change Into Pest Risk Models for Forest Pathogens: A Role for Cold Stress in an Era of Global Warming?. *Neobiota*, 18, 131-150.

- Vilà-Cabrera, A., Rodrigo, A., Martínez-Vilalta, J., & Retana, J. (2012). Lack of Regeneration and Climatic Vulnerability to Fire of Scots Pine May Induce Vegetation Shifts at the Southern Edge of its Distribution. *Journal of Biogeography*, 39(3), 488-496.
- Vilà-Cabrera, A., Rodrigo, A., Martínez-Vilalta, J., & Retana, J. (2011). Lack of Regeneration and Climatic Vulnerability to fire of Scots Pine May Induce Vegetation Shifts at the Southern Edge of its Distribution. *Journal of Biogeography*, 39(3), 488-496.
- Vizcaíno-Palomar, N., González-Muñoz, N., González-Martínez, S., Alía, R., & Garzón, M. (2019). Most Southern Scots Pine Populations are Locally Adapted to Drought for Tree Height Growth. *Forests*, 10(7), 555.
- Wachowiak, W., Szczepański, S., Lasek, M., Maciejewski, Z., & Łabiszak, B. (2024). Genetic Perspective on Forest Management of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Protected Areas. *Forest Ecology and Management*, 568, 122127.
- Wagner, S., Nocentini, S., Huth, F., & Hoogstra-Klein, M. (2014). Forest Management Approaches for Coping with the Uncertainty of Climate Change: Trade-Offs in Service Provisioning and Adaptability. *Ecology and Society*, 19(1).
- Wang, Y., Liu, Z., Li, J., Cao, X., & Lv, Y. (2024). Assessing the Relationship Between Tree Growth, Crown Size, and Neighboring Tree Species Diversity in Mixed Coniferous And Broad Forests Using Crown Size Competition Indices. *Forests*, 15(4), 633.
- Wang, Y., Wang, J., Lai, L., Jiang, L., Zhuang, P., Zhang, L., ... & Baskin, C. (2014). Geographic Variation in Seed Traits Within and Among Forty-Two Species of *Rhododendron* (*Ericaceae*) on the Tibetan Plateau: Relationships with Altitude, Habitat, Plant Height, and Phylogeny. *Ecology and Evolution*, 4(10), 1913-1923.
- Warnaffe, G. & Deconchat, M. (2008). Impact of Four Silvicultural Systems on Birds in the Belgian Ardenne: Implications for Biodiversity in Plantation Forests. *Biodiversity and Conservation*, 17(5), 1041-1055.
- Wegiel, A., & Polowy, K. (2020). Aboveground Carbon Content and Storage in Mature Scots pine Stands of Different Densities. *Forests*, 11(2), 240.
- Wegiel, A., Bemberek, M., Łacka, A., & Mederski, P. S. (2018). Relationship Between Stand Density and Value of Timber Assortments: A Case Study for Scots Pine Stands in North-Western Poland. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 48, 1-9.
- Wieser, M., Mandlbürger, G., Hollaus, M., Otepka, J., Glira, P., & Pfeifer, N. (2017). A Case Study of Uas Borne Laser Scanning for Measurement of Tree Stem Diameter. *Remote Sensing*, 9(11), 1154.
- Wu, Z., Zhou, C., Zhou, X., & Hu, X. (2018). Variability After 15 Years of Vegetation Recovery in Natural Secondary Forest With Timber Harvesting at Different Intensities in Southeastern China: Community Diversity and Stability. *Forests*, 9(1), 40.

- Xiao, C. W., Janssens, I. A., Curiel Yuste, J., & Ceulemans, R. (2006). Variation of Specific Leaf Area and Upscaling to Leaf Area Index in Mature Scots pine. *Trees*, 20, 304-310.
- Yadav, N., Rakholia, S., & Yosef, R. (2024). Decision Support Systems in Forestry and Tree-Planting Practices and The Prioritization of Ecosystem Services: A Review. *Land*, 13(2), 230.
- Yaman, Y., & Keleş, S. (2023). Orman Ağaçlarında Depolanan Karbon Miktarının Konumsal ve Zamansal Değişiminin Analiz Edilmesi: Alara Planlama Birimi Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 28-41.
- Yasmeen, S., Perveen, F., & Ullah, I. (2019). Climate Factors of Vapour Pressure and Diurnal Temperature Influenced on Radial Growth of Scots Pine in Northeastern Mongolia. *Open Journal of Ecology*, 9(9), 401-412.
- Yıldız, M., Kaya, F., & Terzi, H. (2020). Kuraklık Stresi ve Bitki Proteomiği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 286-297.
- Yiğit, M., & Akçay, S. (2023). Giresun'da Yaşayan Yerel Halkın Ekoturizme Yönelik Algılarının Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yin, D., Liu, Y., Ye, Q., Cadotte, M., & He, F. (2021). Trait Hierarchies are Stronger than Trait Dissimilarities in Structuring Spatial Co-Occurrence Patterns of Common Tree Species in a Subtropical Forest. *Ecology and Evolution*, 11(12), 7366-7377.
- Yolasığmaz, H., Çavdar, B., Demirci, U., & Aydın, İ. (2016). İki Farklı Yönteme Göre Karbon Birikiminin Tahmin Edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği Örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 17(1), 43-51.
- Youkhana, A., & Idol, T. (2011). Allometric Models For Predicting Above- and Belowground Biomass of Leucaena-KX2 in a Shaded Coffee Agroecosystem İn Hawaii. *Agroforestry Systems*, 83(3), 331-345.
- Young, N., Carter, L., & Evangelista, P. (2011). *A MaxEnt Model v3.3.1 Tutorial (ArcGIS v10)*. Natural Resource Ecology Laboratory at Colorado State University.
- Youssef, K. (2023). *Heterobasidion Root Rot Infections on Scots pine: A Cryptic Threat to Sustainable Forest Management in Sweden*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, (101).
- Yuan, Z., Ali, A., Ruiz-Benito, P., Jucker, T., Mori, A., Wang, S., ... & Loreau, M. (2020). Above- and Below-Ground Biodiversity Jointly Regulate Temperate Forest Multifunctionality Along A Local-Scale Environmental Gradient. *Journal of Ecology*, 108(5), 2012-2024.
- Yurtseven, İ., Gökbulak, F., Serengil, Y., Erdoğan, B., & Demir, R. (2022). Effect of Timber Removal on the Total Nutrient Fluxes from a Freshwater-Supplying Forested Watershed. *Water Environment Research*, 94(7).

- Yurtseven, İ., Serengil, Y., Gökbülak, F., Şengönül, K., Özhan, S., Kilic, U., ... & Özçelik, M. (2018). Results of a Paired Catchment Analysis of Forest Thinning in Turkey in Relation to Forest Management Options. *The Science of the Total Environment*, 618, 785-792.
- Yücesan, Z., 2006. *Çamlıhemşin-Fırtına Vadisi Yüksek Dağlık Alanlardaki Saf ve Karışık Ormanların Meşcere Dinamiklerinin Analizi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 310s., Trabzon.
- Yüksel, O., & Ekinci, H. (2019). Meriç Nehri (Türkiye) Teraslarında Oluşan Toprakların Bazı Profil ve Verimlilik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 7(9), 1397-1403.
- Zani, D., Lischke, H., & Lehsten, V. (2023). Climate and Dispersal Limitation Drive Tree Species Range Shifts in Post-Glacial Europe: Results From Dynamic Simulations. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1321104.
- Zar, J. H. (1972). Significance Testing of the Spearman Rank Correlation Coefficient. *Journal of the American Statistical Association*, 67(339), 578–580.
- Zavyalov, K., Ivanova, N., Potapenko, A., & Ayan, S. (2019). Influence of Soil Fertility on the Ability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) to Adapt to Technogenic Pollution. *Cerne*, 25(4), 326-331.
- Zawadzka, A. & Słupska, A. (2022). Under-Canopy Regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) as Adaptive Potential in Building a Diverse Stand Structure. *Sustainability*, 14(2), 1044.
- Zenner, E. (2000). Do Residual Trees Increase Structural Complexity In Pacific Northwest Coniferous Forests?. *Ecological Applications*, 10(3), 800-810.
- Zeydanlı, U. S., Bilgin, C. C., & Doğan, H. (2011). İklim Değişikliği & Ormancılık: Modellerden Uygulamaya.
- Zhu, Y., Zx, B., Luan, X., Cz, C., Zhong, M., & Lc, G. (2021). Effect of Field Sample Size on Large-Scale Subtropic Forest Inventory Attribute Estimation Based on Airborne Laser Scanner Data.
- Залесов, С., Данчева, А., Аян, С., Suyundikov, Z., Rachimzhanov, A., Ражанов, М., ... & Оплетев, А. (2020). Silvicultural Efficiency of the Thinning Efficiency of *Pinus Sylvestris* L. Plantation in the Dry Subzone of Northern Kazakhstan Steppes. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20(3), 220-228.

ÖZGEÇMİŞ

Sena YAVRUOĞLU, ilköğrenimini Dumlupınar İlköğretim Okulu'nda bitirdikten sonra lise eğitimini 2008 yılında Trabzon Lisesi'nde tamamladı. 2008-2009 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2013 yılında bu bölümden mezun oldu. 2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Silvikültür Anabilim dalında tezli yüksek lisans programına başladı. 2018 yılında “Yapay Kayın (*Fagus Orientalis* Lipsky) Meşceresinde Sıklık Bakımı Sonrasında Meşcere Kuruluşu ve Artım-Büyüme İlişkisinin Karşılaştırmalı Analizi” başlıklı yüksek lisans tezini sunmasının ardından doktora eğitime başladı. 2018 yılından itibaren Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümü'nde doktora eğitime devam etmektedir. Trabzon Ortahisar Belediyesi'nde görev yapmaktadır.