

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

**SAF VE KARIŞIK DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE ÖLÜ ODUN
MİKTARININ BELİRLENMESİ: VELİKÖY ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ VE
KARAGÖL-SAHARA MİLLİ PARKI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Salih ÖZDEMİR

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet YAVUZ**

Artvin-2022

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

**SAF VE KARIŞIK DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE ÖLÜ ODUN
MİKTARININ BELİRLENMESİ: VELİKÖY ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ VE
KARAGÖL-SAHARA MİLLİ PARKI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Salih ÖZDEMİR

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet YAVUZ**

Artvin-2022

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum **“Saf ve Karışık Doğu Ladini Meşcerelerinde Ölü Odun Miktarının Belirlenmesi: Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkı Örneği”** adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Artvin Çoruh Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☒ Tezimin **6 ay** süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

30/03/2022

Salih ÖZDEMİR

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

SAF VE KARIŞIK DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE ÖLÜ ODUN
MİKTARININ BELİRLENMESİ: VELİKÖY ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ VE
KARAGÖL-SAHARA MİLLİ PARKI ÖRNEĞİ

Salih ÖZDEMİR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14/01/2022

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 02 /03/2022

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet YAVUZ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hacı Ahmet YOLASIĞMAZ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Uzay KARAHALİL

ONAY:

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

.../.../.....

Prof. Dr. Hüseyin PEKER

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Saf ve Karışık Doğu Ladini Meşcerelerinde Ölü Odun Miktarının Belirlenmesi: Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkı Örneği” adlı çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Konu seçiminden çalışmanın son aşamasına kadar, ilgili ve yol gösterici tutumu ile çalışmaların planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilme aşamalarında bilgi ve katkılarını esirgemeyen danışmanım hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet YAVUZ’a teşekkürlerimi sunarım.

Tez ve arazi çalışmalarının planlanması, envanterin elde edilmesi ve tez istatistiklerinin yapılmasındaki destek ve katkılarından dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aydın KAHRİMAN’a ve araştırma alanı haritasının oluşturulması ve envanter verilerinin elde edilmesindeki katkısından dolayı da Arş. Gör. Dr. Can VATANDAŞLAR’a teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince arazi çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Doğa Koruma ve Milli Parklar Artvin İl Şube Müdürlüğü ile Doğa Koruma ve Milli Parklar Şavşat Şefliği personellerine ve meslektaşlarıma teşekkür bir borç bilirim.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi destekleri ile sürekli yanımda olan aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Salih ÖZDEMİR

Artvin - 2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ.....	III
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR DİZİNİ	X
1 GENEL BİLGİLER	11
1.1 Giriş.....	11
1.2 Doğu Ladini, Kafkas Göknaı ve Sarıçam Türüne ait Genel Bilgiler.....	23
1.3 Doğu Ladini, Kafkas Göknaı ve Sarıçam Türüne Ait Hasılat Tabloları ile Meşcere Hacim Çalışmaları.....	27
2 MATERYAL VE YÖNTEM	30
2.1 Materyal	30
2.1 Yöntem.....	30
2.1.1 Araştırma Alanının Tanıtımı	30
2.1.3 Örnek Alanların Belirlenmesi ve Arazi Çalışmaları	36
2.2.1 Ölü Odun Çeşitlerinin Sınıflandırılması	47
2.2.1 Ölü Ağaçların Hacimlendirilmesi	49
2.2.2 Meşcere Hacminin Hesaplanması	52
2.2.3 Örnek Alanların Diğer Değerlerinin Hesaplanması	54
2.2.4 Veri Analizi	56
3 BULGULAR.....	58
3.1 Örnek Alanların Meşcere ve Fizyografik Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	58
3.2 Ölü Ağaçların Hacimlendirilmesine İlişkin Bulgular	64
3.3 Ölü Odun Bozulma Evrelerine İlişkin Bulgular.....	72
4 TARTIŞMA.....	82
5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	102

KAYNAKLAR	106
ÖZGEÇMİŞ.....	120



ÖZET

SAF VE KARIŞIK DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİNDE ÖLÜ ODUN MİKTARININ BELİRLENMESİ: VELİKÖY ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ VE KARAGÖL-SAHARA MİLLİ PARKI ÖRNEĞİ

Bu çalışmada öncelikle Şavşat-Veliköy Orman İşletme Şefliğinde işletmecilik faaliyetleri yapılan ve Karagöl-Sahara Milli Parkında korunan alanlardaki saf ve karışık Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) meşcerelerindeki ölü odun miktarının belirlenmesi ve ölü odun miktarının bazı meşcere, fizyografik ve uzamsal-mekansal faktörlere göre değişiminin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma kapsamında işletmecilik faaliyetleri yapılan ve korunan meşcerelerdeki ölü odun miktarları da karşılaştırılmıştır. Ölü ağaç değişimini etkileyen bazı meşcere, fizyografik ve uzamsal-mekansal faktörler dikkate alınarak toplamda 238 örnek alan (örnek alanların 40 m kuzeyindeki ölçümler dikkate alındığında 476 adet) alınmıştır. Her bir örnek alanda dikili, tepesi kırık, kütük ve yatık ölü ağaçların sayısı, boyutları (çap ve boyları), ölü ağaçların ayrıntılı özellikleri (ölü ağaç tipi, ölü ağaçların çürüme aşaması) ölçülmüştür. Toplam ölü odun hacminin ortalaması ve canlı meşcere hacmine oranı Veliköy Orman İşletme Şefliğinde $10.1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve %2.5, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise $22.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve %4.2 olarak belirlenmiştir. Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki toplam ölü odun hacminin %29.4'ünü dikili kuru, %37.8'ini kütük ve %32.7'sini devrik kuru, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise %47.8 dikili kuru, %22.7'si kütük ve %29.4'ünü devrik kuru teşkil ettiği belirlenmiştir. Meşcere verim gücü iyileştikçe, meşcere yaşı, meşcere sıklığı, gelişme çağı, kapalılık, yola ve yerleşim yerine uzaklık arttıkça toplam ölü odun hacminin genel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Her iki araştırma alanında da en fazla ölü odun hacmi Ladin +Göknar karışık meşcerelerinde bulunmuş olup çoğu Veliköy Orman İşletme Şefliğinde (%57.6), Karagöl-Sahara Milli Parkında (%71.0) ve her iki araştırma alanında (%67.0) az (II) ve orta (III) derecede bozulma sınıfında olduğu ortaya konulmuştur. Elde edilen verilerle bozulma ve çürümenin bir göstergesi olan ölü odun miktarının korunan alanlarda işletme ormanlarına göre daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca ölü odun miktarı çeşitlendirilerek her bir kısma ait ölçüm ve değerlendirmelere de yer verilmiştir. Bu çalışmada işletmecilik faaliyetleri yapılan ve korunan ormanlardaki çürüme sınıfı dağılımındaki ölü odun hacminin değişimi, hem ağaç kesimi hem de ağaç ölümlerindeki zamansal değişimin bir göstergesini vermesi bakımından önemi ortaya konulmuştur. Ölü odun hacminin ölü odun türlerine ve çürüme sınıflarına göre dağılımı, bir ormanın geçmişinin bir göstergesi olarak ve biyoçeşitlilik çeşitlilik fonksiyonlu orman amenajmanı planlamasında uygun ölü odun hacim oranını belirlemek için kullanılabilirinecektir.

Anahtar Kelimeler: Ölü odun hacmi, Bozulma aşamaları, Meşcere ve fizyografik parametreler, Doğu Ladini, Şavşat, Karagöl-Sahara Milli Parkı

SUMMARY

DETERMINATION OF DEADWOOD AMOUNT IN THE PURE AND MIXED CAUCASIAN SPRUCE STANDS: A CASE STUDY IN VELIKÖY FOREST ENTERPRISE AND KARAGÖL-SAHARA NATIONAL PARK

In this study, firstly, it is aimed to determine the amount of deadwood in pure and mixed Caucasian spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) stands which are managed in Şavşat-Veliköy Forest Enterprise and unmanaged in Karagöl-Sahara National Park and to reveal the change in the amount of dead wood according to some stand, physiographic, and spatial factors. The amount of deadwood in the stands that are managed (Veliköy Forest Enterprise) and unmanaged (Karagöl-Sahara National Park) were compared. Taking into account some stand, physiographic and spatial-spatial factors that affect the change of deadwood trees, it was taken that there were 238 sample plots (476 sample plots considering the measurements made 40 m north of the sample plots). In each sample plot, the number and dimensions (diameter and height) of deadwood trees such as downed dead trees, snags, standing dead trees, stumps, and the detailed characteristics of the deadwood trees (deadwood tree type, decay stage of deadwood trees) were measured. The results showed that the mean volume of the total deadwood volume and its ratio to live volume was 10.1 m³/ha and 2.5% in the Veliköy Forest Enterprise and 22.5 m³/ha and 4.2% in the Karagöl-Sahara National Park. The volume of standing deadwood was 3.0 m³/ha (29.5%), that of stumps was 3.8 m³/ha (37.8%), and that of lying deadwood was 3.3 m³/ha (32.7%) in the Veliköy Forest Enterprise. The total volume of dead wood consists of 47.8% (10.8 m³/ha) standing deadwood, 22.7% of stumps (5.1 m³/ha) and 29.4% (6.6 m³/ha) lying deadwood. The amount of total deadwood volume increased in relation to stand age, density, crown closure, distance to road, and distance to settlement, and the site index improved. In both management types, the highest dead wood volume is found in spruce + fir mixed stands. Most of the deadwood volume in the study area was in the weekly (second class) and medium (third class) decayed classes in Veliköy (57.6%), in Karagöl-Sahara (71.0%) and in both of them (67.0%). In this study, the variation of deadwood volume in decay class distribution in managed and protected forests gives an indication of temporal variation in tree felling and tree mortality and can be utilized as an indicator of a forest's history. The distribution of dead wood volume by dead wood types and decay classes provides an indication of the temporal variation in tree mortality and can be used to estimate the optimal deadwood volume ratio in biodiversity integrated forest management planning.

Keywords: Deadwood volume, Decay classes, Stand and physiographic parameters, Caucasian spruce, Veliköy Forest Enterprise, Karagöl-Sahara National Park

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda ortalama ölü ağaç hacimleri (Vallauri ve ark., 2003)	18
Tablo 2. Ülke ve odun türüne göre ölü odun hacminin (m^3/ha) ortalama değerleri ve bunların %95 güven aralığı	23
Tablo 3. Araştırma alanının arazi kullanım sınıflarına göre konumsal dağılımı.....	35
Tablo 4. Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkındaki saf Ladin ve Ladin hakim karışık meşcerelerinin dağılışı	35
Tablo 5. Bu çalışmada sınıflandırılan ölü ağaç türleri ve özellikleri	47
Tablo 6. Örnek alan verilerine ilişkin bazı istatistiki bilgiler	58
Tablo 7. Örnek alanlardaki ölü odun hacimlerine ilişkin bazı istatistiki bilgiler	64
Tablo 8. Ölü odun sınıflarındaki hacimler için t testi sonuçları	65
Tablo 9. Ölü odun hacminin (m^3/ha) bazı meşcere değişkenlerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları	66
Tablo 10. Ölü odun hacminin (m^3/ha) bazı mevki değişkenlerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları	68
Tablo 11. Ölü odun hacmine ilişkin korelasyon analizi sonuçları	71
Tablo 12. Toplam ölü odun hacim modeline ilişkin parametrelerin tahmin değerleri ve bunlara ilişkin istatistiksel bilgiler	72
Tablo 13. Bozulma evrelerindeki ölü odun hacimleri için t testi sonuçları	73
Tablo 14. Ölü odun hacminin(m^3/ha) bozulma evrelerine göre dağılımı.....	74
Tablo 15. Ölü odun hacminin (m^3/ha) bazı meşcere değişkenleri ve bozulma evrelerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları.....	77
Tablo 16. Ölü odun hacminin (m^3/ha) bazı mevki özellikleri ve bozulma evrelerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları.....	80
Tablo 17. Toplam ölü odun hacminin ortalaması ve ölü odun hacminin dikili hacme oranı dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar ile daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması.	84

Tablo 18. Ölü Odun Sınıfları dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçların daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması.....	89
Tablo 19. Ölü Odun Sınıfları dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlarla daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması.	90
Tablo 20. Bozulma evrelerindeki hacim miktarları dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlarla daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması.	97
Tablo 21. Bu çalışma kapsamında her bir ölü odun sınıfı içerisindeki bozulma evresi miktarına ilişkin elde edilen sonuçlarla daha önce yapılan çalışmaların karşılaştırılması.....	100

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Dikili ve devrik ağaçların bozulma süreci (Anonim, 2002).....	13
Şekil 2. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda bulunan ortalama ölü odun hacimleri (m^3/ha) (Forest Europe, UNECE ve FAO 2011)	19
Şekil 3. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlık alanlarındaki ağaç türlerine göre ortalama ölü odun hacmi (m^3/ha).....	20
Şekil 4. Araştırma alanının genel görünümü (Türkiye (a), Şavşat OİM (b), Veliköy OİŞ ve Karagöl-Sahara Milli Parkı (c))	31
Şekil 5. Araştırma alanının meşcere tiplerine göre dağılımı	36
Şekil 6. Örnek alanların çalışma alanına konumsal olarak dağılımı	38
Şekil 7. Veliköy Orman İşletme Şefliği saf Ladin meşcerelerinden genel bir görünüm	40
Şekil 8. Veliköy Orman İşletme Şefliği Ladin+Gökmar karışık meşcerelerinden genel bir görünüm	40
Şekil 9. Veliköy Orman İşletme Şefliği Ladin+Sarıçam meşcerelerinden genel bir görünüm.....	41
Şekil 10. Karagöl –Sahara Milli Parkı Sahara Bölümü Ladin+Gökmar+Sarıçam meşcerelerinden genel bir görünüm	41
Şekil 11. Karagöl –Sahara Milli Parkı Karagöl Bölümü meşcerelerinden genel bir görünüm.....	42
Şekil 12. Dikili kuru ağaçlardan genel bir görünüm	42
Şekil 13. Tepesi kırık dikili kuru ağaçlardan genel bir görünüm.....	43
Şekil 14. Araştırma sahası içerisinde bulunan dip kütüklere ilişkin bazı görseller ...	43
Şekil 15. Araştırma sahası içerisinde bulunan devrik kuru ağaçlara ilişkin görseller.....	44
Şekil 16. Yatık gövde ve dal parçaları kurularından genel bir görünüm	44
Şekil 17. Dikili ağaçlarda yapılan yaş ve artımla ilgili ölçümlerden genel bir görünüm	45
Şekil 18. Dikili ağaçlarda yapılan çap ölçümleriyle ilgili genel bir görünüm	45

Şekil 19. Yatık-devrik ölü ağaçlarda yapılan çap ölçümlerinden genel bir görünüm	46
Şekil 20. Yatık-devrik ölü ağaçlarda yapılan çap-boy ölçümlerinden genel bir görünüm	46
Şekil 21. Kütüklerde yapılan ölçümlerden genel bir görünüm	47
Şekil 22. Toprak üstü ölü ağaç türleri	48
Şekil 23. Ölü ağaçların bozulma aşamaları	49
Şekil 24. Örnek alanların eğim gruplarına dağılımları	59
Şekil 25. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımları	60
Şekil 26. Örnek alanların yükselti basamaklarına dağılımları	60
Şekil 27. Örnek alanların yaş sınıflarına dağılımları	61
Şekil 28. Örnek alanların bonitet sınıflarına dağılımları	62
Şekil 29. Örnek alanların sıklık derecelerine dağılımları	62
Şekil 30. Örnek alanların yola uzaklıklarına göre dağılımları	63
Şekil 31. Örnek alanların yerleşim yerlerine uzaklıklarına dağılımları	63
Şekil 32. Ölü odun hacminin bozulma evreleri ve ölü odun sınıflarına göre dağılımı	75
Şekil 33. Ölü odun hacminin bozulma evreleri ve ölü odun sınıflarına göre yüzde olarak dağılımı	75
Şekil 34. Ölü odun hacminin ölü odun sınıfları ve bozulma evrelerine göre yüzde olarak dağılımı	76

KISALTMALAR DİZİNİ

ADNKS	: Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi
CWD	: Gövde ve dal parçaları
Çs	: Sarıçam
FAO	: Food and Agriculture Organization
DK	: Dikili Kuru
DKMP	: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
GPS	: Küresel konumlama sistemi
G	: Gökknar
IUCN	: Uluslararası Doğa Koruma Örgütü
İşletilen	: İşletmecilik Faaliyeti Yapılan, İşletme Ormanı, Yönetilen Orman
İşletilmeyen	: İşletmecilik faaliyeti yapılmayan, Korunan Orman
Kn	: Kayın
L	: Ladin
LTD	: Devrik ağaç
Kz	: Kızılçam
MP	: Karagöl-Sahara Milli Parkı)
M	: Meşe
N	: Ağaç sayısı
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OİŞ	: Veliköy Orman İşletme Şefliği
OMS	: Oransal Meşcere Sıklığı
SDT	: Dikili kuru
SNAG	: Tepesi kırık dikili kuru
STUMP	: Kütükler
UDGP	: Uzun Devreli Gelişme Planları
UDGRP	: Uzun Devreli Gelişme Revizyon Planı
UNECE	: BM Avrupa Ekonomik Komisyonu
V	: Hacim
YU	: Yerleşim Yerine Uzaklık

1 GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Biyolojik çeşitlilik, toprak besin döngüsü, karbon depolama, enerji akışları, ağaçların doğal yenilenmesi ve hidrolojik süreçler üzerindeki etkileriyle ölü ve ölmek üzere olan ağaçlar, orman ekosistemlerinin işleyişinde ve verimliliğinde kilit rol oynamaktadır. Bu kilit değerin anlaşılması son on yılda biyolojik çeşitlilik odaklı orman yönetiminin gelişmesiyle birlikte orman yöneticilerinin ormanlarda ölü odunla ilgili algılarıyla birlikte değişmiştir. Biyoçeşitlilik için ölü odun değerinin tanınması (Ratcliffe, 1993), işletilen ve yönetilen ormanlar için standartların ve kılavuzların geliştirilmesine vesile olmuştur (Anonim, 1998; Anonim, 2002; Hodge ve Peterken, 1998; Kirby ve ark., 1998; Ferris-Kaan ve ark., 1993).

Ormanlardaki ölü ağaçlar, orman yönetimi yaklaşımlarının değişimi nedeniyle, zaman içinde farklı çağrışımlar yaşamıştır. Radu, (2006)'ya göre “Özellikle geleneksel orman yönetimi yaklaşımı, ölü odunları potansiyel bir biyotik ve abiyotik rahatsızlık kaynağı ve silvikültürel uygulamaların önündeki bir engel olarak görmekteydi.” Ölü odun biyokütlesi, orman yöneticileri tarafından uygulanan orman yönetimi uygulamalarının “yanlış yönetimi, ihmali ve israfının” bir göstergesi olarak algılanmıştır (Pastorella ve ark., 2016).

Biyoçeşitliliğe yönelik ormancılıkta amaç, ölü odun miktarını arttırmak ve asıl amaçlardan biri de yönetilen ve yönetilmeyen ormanlar arasındaki ölü odun hacmindeki farkı azaltmaktır (Swanson ve Franklin, 1992). Doğaya uygun orman yönetimi yaklaşımı, orman ekosisteminin fonksiyonunu korumak için ormanda belirli oranda ölü odun tutmayı bile hedeflemektedir (Müller-Using ve Bartsch, 2009; De Meo ve ark., 2017).

Avrupa'nın Ormanları Bildirgesi 2011 (Forest Europe, UNECE, FAO, 2011), Avrupa ormanlarındaki ölü odunların biyolojik çeşitlilik odaklı yönetim ilkelerine uygun olarak son 20 yılda arttığını göstermektedir. Ormanlarda ölü odunu miktarını etkileyen ana faktörler, toprak ve iklim koşulları, bitki örtüsü bölgeleri, orman tipi,

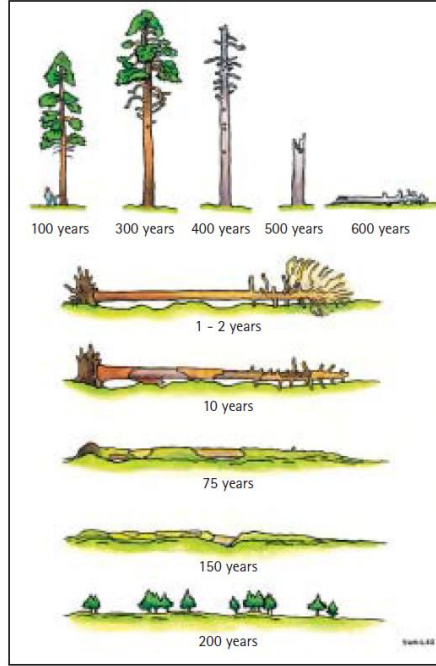
doğal ve/veya insan kaynaklı felaketler-yıkımlar, orman yönetim rejimleri olarak söylenebilir (Lombardi ve ark., 2008; Rock ve ark., 2008; Karahalil ve ark., 2017). İkincil değişkenlere gelince, ormanlarda ölü odun varlığı hem orman sisteminden (koru ve baltalık orman işletmesi) hem de işletme yoğunluğundan (yapılan kesimler) etkilenir (Green ve Peterken, 1997; Fridman ve Walheim, 2000). Aslında işletilen ormanlarda, emvalin çıkarılması ve enerji için biyokütle kullanımıyla potansiyel ölü odun hacimleri azalır (Verkerk ve ark., 2011).

Doğal ormanlarda çürüyen odun, küçük omurgalılar, omurgasızlar, balıklar (su içerisinde olan odun için), kovuklara yuva yapan kuşlar ve liken ve karayosunları, mantarlar vb. için önemli bir yaşam alanı sağlar. Bu canlılar yaşamlarını devam ettirmeleri için farklı özellik, miktar ve bozulma durumundaki ölü oduna ihtiyaç duymaktadırlar. Ağaç türü, bozulma evresi, ölümden bu yana geçen zaman, büyüklük, dikili veya devrik olması gibi faktörler, ağaçların bozulmalarını etkileyen önemli faktörlerdir. Genel olarak daha büyük ölü oduna sahip ağaç veya ağaç kısımları mikro yaşam alanlarına sahiptir ve daha küçük veya az hacimli ölü odunlara nazaran daha fazla canlılara ev sahipliği yapmaktadırlar (Rock ve ark., 2008; Verkerk ve ark., 2011). Ancak bu her zaman böyle olmayabilir; bazı durumlarda küçük bir ölü odunun büyük bir kısmı, bazı mantarlar için büyük bir ölü odunun küçük bir kısmı kadar değerli ve iyidir. Ormandaki ölü bir odun dikili ve canlı ağaçlarda ölü uzuvlar, çürük delikler, çürük gövde ve öz odunu şeklinde olabilir (Lombardi ve ark., 2008; Karahalil ve ark., 2017).

Ódor ve Standovár (2001)'a göre “Ölü odun çürümesi seviyesi çok önemli bir değişkendir çünkü ölü ağaçta yaşayan mantarları, yosun varlığını ve çeşitliliğini etkiler.” Ağaçların kurumasından devrilmesine kadar geçen süre (düşme süresi) tür topluluklarının silsilesini-devamlılığını etkiler (Onodera ve Tokuda, 2015). Dikili ve devrik ölü ağaçların bozulma süreci ağaç türü, büyüklük, dikili ya da devrik olma durumuna göre şu şekilde gelişmektedir (Şekil 1).

Dudley ve Vallauri, (2004)' ye göre “Ormanlarda yaşayan türlerin üçte birine yakını, yaşamlarını sürdürebilmek için yaşlı ağaçlara ve ölü ağaç gövdelerine bağımlıdır. Ölü ağaçlar; kuşlar, yarasalar ve diğer memeliler için yaşam ortamı, barınma ve besin kaynağı sağlar. Bunun dışında, ölü ağaçlar ormanda yaşayan ama fazla dikkat

çekmeyen canlıların çoğu (böcekler, mantarlar ve likenler) için de son derece önemlidir. Ölü ağaçlar ve onların sunduğu biyolojik çeşitlilik, ayrıca, ormanda verimliliğin ve çevresel hizmetlerin sürdürülmesinde anahtar rol oynar. Bu çevresel hizmetler arasında ekolojik dengenin devamı ve karbon depolanması da vardır.”



Şekil 1. Dikili ve devrik ağaçların bozulma süreci (Anonim, 2002)

Son 30 yıldır artan çevresel süreçlerin etkisi sonucu dünyada ve ülkemizde korunan alanların büyüklüğü ve adedi de arttığı görülmüştür. Ülkemiz yüzölçümünün %8'i (doğal sit alanları dahil) korunan alan niteliğindedir (DKMP, 2016; Sayman, 2017). Diğer taraftan, ülkeden ülkeye değişiklik gösteren korunan alanların koruma statüleri de farklılık göstermektedir (Durusoy ve ark., 2005; Karahalil ve ark., 2009). Ülkemizde toplamda 45 adet Milli Park, 31 adet Tabiatı Koruma Alanı, 115 adet Tabiat Anıtı (Anıt ağaçlar dâhil), 250 adet Tabiat Parkı, 84 adet Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, 86 adet Sulak Alan (14 adet Ramsar Alanları, 59 adet Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan, 13 adet Mahalli Öneme Haiz Sulak Alan), 54 adet Muhafaza Ormanları, 336 adet Gen Koruma Ormanları, 318 adet Tohum Meşcereleri, 207 adet Tohum Bahçeleri, 134 adet Şehir (Kent) Ormanı korunan alan statüsü bulunmaktadır (DKMP, 2020). Korunan alan statülerine göre Ülkemizdeki korunan alanların tamamı 3642826 ha büyüklüğündedir (DKMP, 2020). En

savunmasız ekosistemlerin ve nesli tükenmekte olan türlerin korunduğu ayrıcalıklı alanlardan biri olan Milli Parklar, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından uzun devreli gelişme planları (UDGP) ile yönetilmektedirler (DKMP, 2020).

Araştırmacılar ve hükümetler, işletme ormanlarında ne kadar ölü ağaç bulunduğunu ortaya koymak ve doğal ormanlarda ne kadar ölü ağacın bulunması gerektiğini öğrenmek için ormanlarda ölü ağaç envanteri yapmaktadır (Kirby ve ark., 1998; Fridman ve Walheim 2000; Saniga ve Schütz 2001; Mountford 2002; Christensen ve ark., 2005). Ölü ağaç envanteri özellikle işletilen-üretim yapılan ormanlar, doğal yapıya yakın ormanlar, ya da orman rezervlerinin nitelik ve miktarlarına odaklanarak genişletilmiştir (Oheimb ve ark., 2007; Rahman ve ark., 2008; Çolak ve ark., 2009; Löhmus ve Liira 2013; Vítková ve ark., 2018).

Ormandaki ölü ağaç hacmi, ormanın verimliliğine, doğa olaylarının seyrine, süksesyon evrelerine, ormanın tarihine ve insan müdahalesine bağlıdır. Ölü ağacın tipi ve çürüme süreci, ağacın ölüm nedenlerine (yıldırım, fırtına, kuraklık, hastalık, vb.) bağlı olarak değişmektedir (Parks Catherine, 1999). Ayrıca, ölü ağaç, ormanın tipine ve yönetim şekline göre değişiklik göstermektedir. Bazı kuruma gibi bazı doğa olayları dikili kuru gövdelerin oluşmasına neden olurken, fırtına gibi bazı olaylar da devrik kuru ağaçların oluşmasına neden olmaktadır (Hahn ve Katrine, 2004).

Ormanların önemli bir bileşeni olan ölü ağaçlar, oynadıkları önemli ekolojik roller ile sağlıklı bir doğal ormanın ayrılmaz bir parçasıdır.

- Ölü ağaç gövdeleri, iğne yapraklı ağaç türleri için organik madde, nem, besin ve gençleşme alanları yaratarak, ormanın verimliliğinin devam etmesini sağlar. Dağ ormanındaki çam ağaçların çimlenmesini kolaylaştıran ortamlar oluştururlar (Vallauri ve ark., 2003).
- Sinekler ve böcekler, mantarlar ve kırkayaklar gibi sayısız böcek türü için önemli habitatlar sağlar. Dikili kuru ve devrik ağaçlar üzerinde yuva yapan, orada beslenen ya da kovuklarda yaşayan canlılar için yaşam ortamı oluştururlar. Devrik ağaç gövdeleri ve dalları etrafında oluşan su birikintileri bazı sucul canlılar için çok önemli bir yaşam ortamı sunarlar. Orta ağaçlık ve ağaçlık çağındaki

ağaçlardaki ($d_{1.30} > 30$ cm) kovuklar ve delikler yaban hayatı için barınak sağlayarak önemli bir ekolojik rol oynamaktadır (Humphrey ve ark., 2004). Ölü ağaçlar tarafından barındırılan kuş türleri, birincil olarak oyucular-kazıcılar (ağaçkakanlar) veya ikincil olarak da oyuklara yuva kuranlar olarak ifade edilebilir (Hagan ve Grove, 1999).

- Kendine özgü beslenme özelliğine sahip böcek, bakteri ve mantar gibi türler için besin kaynağı sağlarlar.
- Toprağı fırtına ve sel gibi doğal olaylara karşı korur, toprak yüzeyini koruyarak toprak erozyonunu (Enrong ve ark., 2006) önler ve ortamda sürdürülebilir bir denge oluşturur.
- İklim değişikliğinin bazı olumsuz etkilerini karbonu uzun süreli depolayarak etkisini azaltır (Stevens, 1997). Ölü odun, yavaş ayrışma hızından dolayı, orman ekosistemlerinin önemli bir karbon rezervuarıdır (Kalies ve ark., 2016). Brown (2002) 'a göre, orman ekosistemlerindeki toplam karbon deposunun %10-20'si ölü odun karbon havuzunda iken, Woodall ve ark. (2008)' e göre ise Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam orman karbon havuzunun %14'ünün ölü odunda saklanmaktadır. Ayrıca, ölü odun C, N ve Mg'un besin döngüsünde (Krankina ve Harmon, 1994; Holub ve ark., 2001) ve doğal yenilenmede (Vallauri ve ark., 2003) önemli bir faktördür ve jeomorfolojik ve toprak hidrolojisi süreçlerinde (Bragg ve Kershner, 1999) temel bir elementtir.

Bazı yazarlar (Atıcı ve ark., 2008; Fridman ve Walheim, 2000; Christensen ve ark., 2005; Vacik ve ark., 2009) ölü ağaçları dikili kuru ve yatık-devrik olmak üzere iki gruba ayırırken, diğer araştırmacılar (Kirby ve ark., 1998; Schuck ve ark., 2004; Travaglini ve ark., 2007; Vítková ve ark., 2018) ise daha ayrıntılı olacak şekilde dört veya beş grupta (dikili kuru (standing dead trees), tepesi kırık dikili kuru (snags), yatık-devrilmiş kuru (downed dead trees), ince ve kaba dal veya odun parçaları (lying fine and coarse pieces) ve kütük (stumps)) sınıflandırmışlardır (Şekil 22). Diğer taraftan konukçu türler açısından ölü ağaçlar değerlendirildiğinde dikili kuru ve devrik kuru olmak üzere iki farklı ölü ağaç sınıfı öne çıkmaktadır. Kuşlar ve likenler dikili ölü ağaçlarla neredeyse tamamen ilişkiliyken, mantar ve yosun türleri temel olarak devrik-yatık ölü odunları kolonize eder (Stokland ve ark., 2004).

Ölü odun hacminin belirlenmesinde farklı envanter yöntemleri kullanılarak ve farklı şekilde sınıflandırmalar (dikili kuru, tepesi kırık dikili kuru, devrik kuru, kütük, kuru gövde ve dal parçaları) yapılarak pekçok çalışma yapılmıştır. Ancak ülkemizde genel olarak yapılan envanterlerden tahmin edilmesi hariç detaylı olarak yapılan çalışmalar çok azdır. Detaylı yapılan çalışmalardan biri Karahalil ve ark. (2017) tarafından Antalya İlindeki Köprülü Kanyon Milli Parkı Kızılçam ormanlarında yapılmıştır. Karahalil ve ark. (2017) karışık ve saf halde bulunan kızılçam meşcereleri içerisinde kapalılık, yaş, sıklık ve bonitet endeksi ile birlikte yerleşim yerlerine uzaklık, yükselti, bakı ve eğim gibi fizyografik faktörlere göre 387 geçici örnek alan almışlardır. Örnek alanlardan elde ettikleri verilere göre meşcerelerin ortalama ölü odun hacmini $3.8 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve ölü odunun dikili canlı ağaç hacmine oranını da %2.4 olarak bulmuşlardır. “Dikili kuruların ortalama hacmini $0.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ (%13.2), kütüklerinkini $0.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ (%5.3) ve devrik kuruların hacmini ise $3.1 \text{ m}^3/\text{ha}$ (%81.5) olarak hesaplamışlardır. Ölü odun hacmi ile dikili canlı ağaçlar, kapalılık, yükselti ve meşcere yaşı arasında ($p<0.05$) istatistiksel olarak pozitif korelasyon elde etmişlerdir.”

Ölü ağaç envanterine ilişkin Atıcı ve ark. (2008) tarafından Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsk) meşcerelerinde toplam ölü odun hacmi $22,87 \pm 4,34 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak hesaplanırken canlı ağaçlar içindeki oranını $\%4.81 \pm 4,72$ olarak belirlemişlerdir. Çolak ve ark. (2009) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, toplam ölü odun hacmi korunan alanda $30,05 \pm 11,06 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak hesaplanırken canlı ağaçlar içindeki oranını $\% 6,33 \pm 2,98$ 'i olarak belirlemişlerdir. Aynı miktar, işletmecilik faaliyeti yapılan ormanda toplam ölü odun hacmi $9,31 \pm 2,84 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak hesaplanırken canlı ağaçlar içindeki oranını $\%1,96 \pm 0,84$ olarak belirlemişlerdir.

Pala (2020) tarafından Gümüşhane-Kelkit yöresindeki saf Sarıçam (*Pinus Sylvestris* (L)) meşcerelerinde ortalama ölü ağaçların hacmi $2.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ (0-11.8) olarak hesaplanırken canlı ağaçlar içindeki oranını %1.3 olarak belirlemişlerdir.

Ülkemizde yapılan kapsamlı bir diğer çalışma, Kastamonu-Küre yöresinde Topacoğlu ve ark. (2017) tarafından değişik yaşlı Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana subsp. equi-trojani*) meşcerelerinde yapılmıştır. Bu çalışmada “ortalama ölü ağaçların hacmi $8.9 \text{ m}^3/\text{ha}$ (3.38-18.29) olarak hesaplanırken canlı

ağaçlar içindeki oranını %3.2 (%1.2-5.4) olarak belirlemişlerdir. Ayrıca ortalama tepesi sağlam dikili kuru hacmini 2.2 m³/ha (0.38-5.61 m³/ha), ortalama tepesi kırık dikili kuru hacmini 1.2 m³/ha (0.36-2.73 m³/ha), ortalama yakın zamanda devrilmiş devrik kuru hacmini 1.54 m³/ha (0.67-2.76 m³/ha), ortalama çürümüş devrik kuru hacmini 3.8 m³/ha (0.89-7.96 m³/ha) olarak hesaplamışlardır.” Topacoğlu ve ark. (2017)

Ölü odun hacminin ve bozulma aşamalarına ilişkin Avrupa’da ve dünyada yapılan çalışmalardan en önemlileri aşağıda özetlenmiştir. Bu yapılan çalışmaların bazıları bir ülke bazında veya kıta genelinde yapılırken, bazıları da yöresel veya bölgesel bazda yapılmıştır. Bu çalışmalardan da görüleceği üzere bazı çalışmalardan ölü odun hacim miktarı bakımından benzer sonuçlar elde edilirken bazı çalışmalardan da bulunduğu ekolojik koşullara bağlı olarak ve yerleşim yerlerine olan uzaklığına bağlı olarak farklı ve yüksek değerli hacim değerleri elde edilmiştir.

Sippola ve ark. (1998) tarafından Finlandiya’nın Laponya bölgesindeki doğal yaşlı Avrupa Ladini (*Picea abies* (L.) meşcerelerinde kaba kuru odun ve dal parçalarının hacmini 19-60 m³/ha olarak hesaplamışlardır. Bu ölü ağaçların yaklaşık %60-70’inini kaba gövde parçaları, %30-40’ını dikili kuru ve %3.5-7.0’sini ise kütükler oluşturmaktadır.

Siitonen ve ark. (2000) tarafından Güney Finlandiya’ki Avrupa Ladini (*Picea abies* (L). meşcerelerinde kesim çağındaki meşcerelerin hacmini 299 m³/ha, idare süresi geçmiş meşcerelerdeki hacmi 331 m³/ha ve doğal yaşlı meşcerelerde ise 396 m³/ha olarak belirlemişlerdir. Bu meşcerelerdeki toplam ölü ağaç hacmini 110 m³/ha, dikili kuru gövde hacmini 33 m³/ha ve devrik kuru hacmini ise 77 m³/ha olarak hesaplamışlardır. Devrik kuru ağaçların hacimlerini kesim çağındaki meşcerelerde 14 (2-28) m³/ha, idare süresi geçmiş meşcerelerde 22 (7-38) m³/ha ve doğal yaşlı meşcerelerde ise 111 (70-184) m³/ha olarak ölçülmüştür.

Vallauri ve ark. (2003) tarafından bazı Avrupa ülkelerinde yapılan çalışmaya göre, ormanlarda ortalama ölü odun hacimleri Tablo 1’de verilmiştir (Tablo 1). Christensen ve ark. (2005) tarafından Avrupa’daki bazı ülkelerde yayılış gösteren Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*) meşcerelerinde yaptığı çalışmada toplam ölü odun miktarını 130.0 m³/ha olarak hesaplamıştır. Bu meşcerelerdeki dikili kuru (snags)

ağaçların hacimlerini 39 m³/ha olarak hesaplarken, devriklerin hacmini ise 94 m³/ha olarak hesaplamıştır.

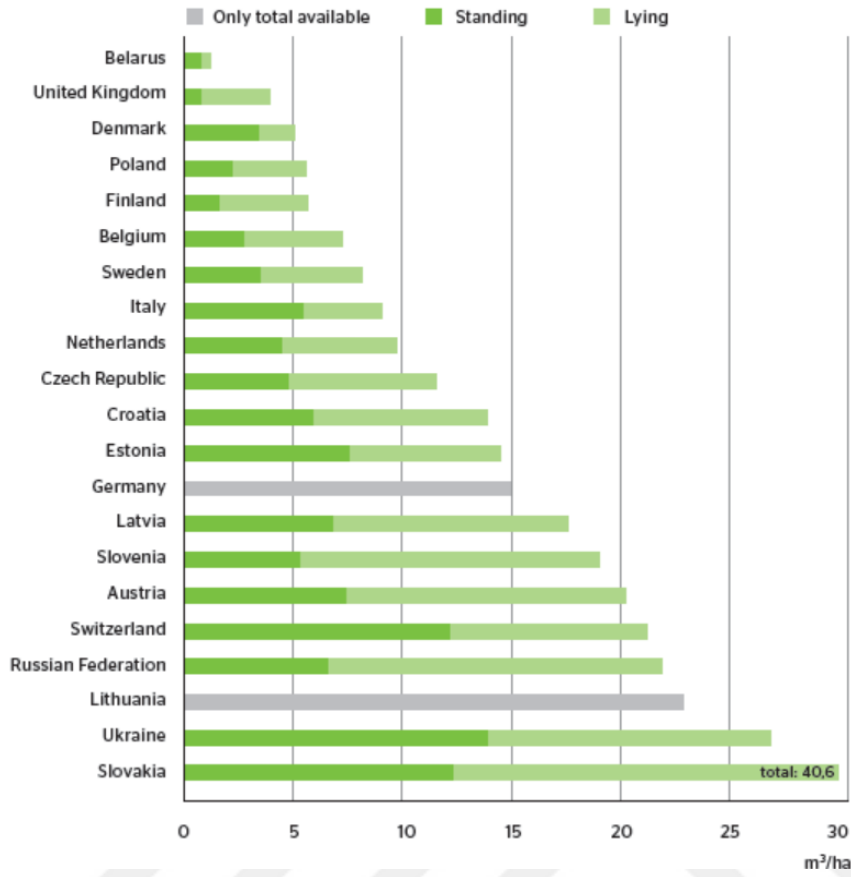
Polanya'daki Orta Avrupa Göknaı meşcerelerinde Zielonka (2006) tarafından yapılan çalışmada toplam ölü odun hacmini 191 m³/ha, dikili kuru gövde hacmini 92 m³/ha ve devrik kuru hacmin ise 92 m³/ha olarak hesaplamışlardır.

Tablo 1. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda ortalama ölü ağaç hacimleri (Vallauri ve ark., 2003)

Ülke	Ölü ağaç hacmi (m ³ /ha)	Verinin niteliği
Almanya	1-3	Bavyera bölgesi ortalama
Avusturya	0.6	Üretim yapılan ormanlar (%88), d _{1.30} >35 cm
Belçika	9.1	Valonya bölgesi ortalama, dikili ve devrik kuru
Finlandiya	2-10	Ortalama üretim ormanı
Fransa	2.2	Ulusal ortalama
	6.7	Bölgümlere göre maksimum (Savoie)
İsveç	6.1	Ulusal ortalama
	12.8	Kuzey İsveç maksimum
	12.0	Ulusal ortalama
	4.9	Plato bölgesinde ortalama
İsviçre	11.6	Alplerin güney bölgesindeki ortalama
	12.2	Ön Alplerde ortalama
	19.5	Alplerde ortalama

Forest Europe, UNECE ve FAO (2011)'a göre bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda ortalama ölü odun hacmi (m³/ha) Şekil 2'de gösterilmiştir.

Ölü ağaç miktarı orman türüne göre de değişiklik göstermektedir. Forest Europe, UNECE ve FAO (2011) tarafından yapılan bir çalışmaya göre bazı Avrupa ülkelerindeki ağaç türlerine göre ortalama ölü odun hacmi (m³/ha) Şekil 3'de verilmiştir.

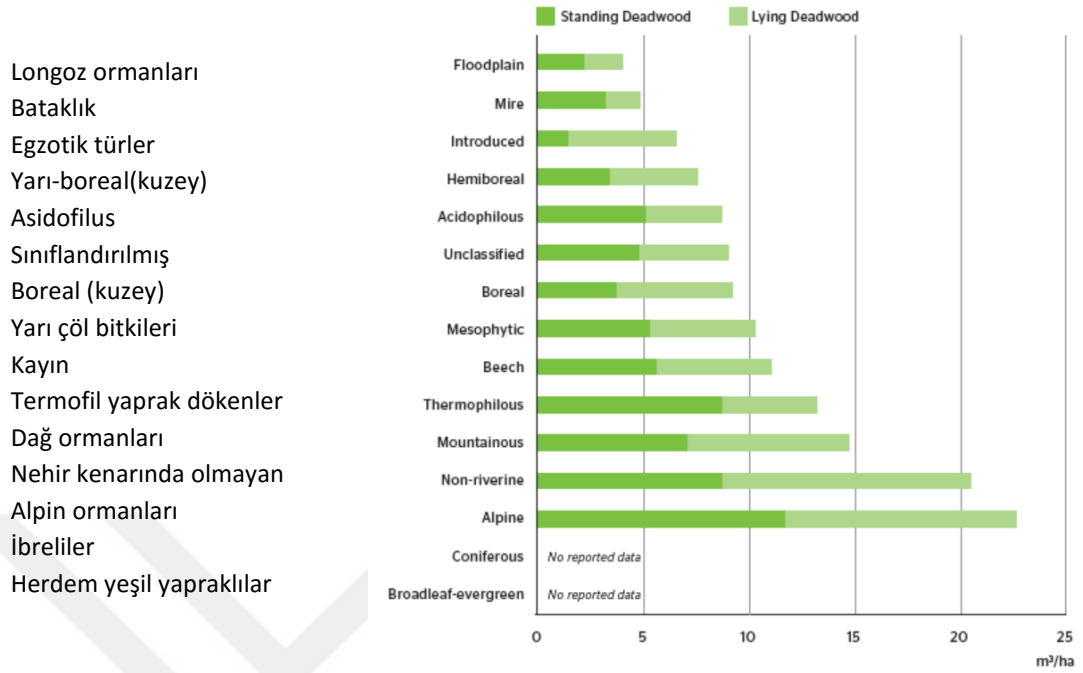


*Standing: Dikili kuru, Lying: Yatık-devrik kuru

Şekil 2. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda bulunan ortalama ölü odun hacimleri (m^3/ha) (Forest Europe, UNECE ve FAO 2011)

Herrmann ve ark. (2012) tarafından İsviçre'deki Avrupa Kayını ve Orta Avrupa Gökarnı meşcerelerinde yapılan envanter sonucunda, kayın meşcerelerindeki toplam ölü ağaç hacmini $69 m^3/ha$, dikili kuru gövde hacmini $25 m^3/ha$ ve devrik kuru hacmini ise $44 m^3/ha$ olarak belirlerken, Gökarn meşcerelerindeki toplam ölü odun hacmini $49-129 m^3/ha$, dikili kuru gövde hacmini $13-38 m^3/ha$ ve devrik kuru hacmini ise $20-100 m^3/ha$ olarak hesaplamışlardır.

Amanzadeh ve ark. (2013) tarafından İran'daki işletilmeyen değişik yaşlı Doğu Kayını ormanlarında yapılan ölü ağaç hacmi ölçümlerine göre hektardaki toplam ölü ağaç hacmini $37-119 m^3/ha$ olarak elde etmişlerdir. Ölü odunun dikili canlı ağaç hacmi içindeki oranını da $\%7.5-9.0$ olarak elde etmişlerdir. Ayrıca, dikili kuru hacmini, $9.1-24.7 m^3/ha$ ve devrik kuru hacmini ise $24.7-94.4 m^3/ha$ olarak elde etmişlerdir.



Şekil 3. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlık alanlarındaki ağaç türlerine göre ortalama ölü odun hacmi (m³/ha)

Paletto ve ark. (2014) tarafından Güney İtalya'daki *Mediterranean oak* meşcerelerinde yapılan ölçümler sonucunda toplam ölü odun hacmini 7.64 m³/ha, devrik kuru hacmini 2.68 m³/ha, tepesi kırık dikili kuru hacmini 3.38 m³/ha ve kütüklerin hacmini ise 1.58 m³/ha olarak elde etmişlerdir. Ayrıca, ölü odun hacminin bozulma sınıfına göre dağılımı göz önüne alındığında, üçüncü bozulma sınıfında hacimlerin en yüksek olduğu (toplamın %25'i), dördüncü ve beşinci bozulma sınıflarındaki toplam oranın %39 olduğu ve birinci ve ikinci bozulma sınıflarındaki oranın ise en düşük olduğu (%36) belirlenmiştir. Üç ölü odun bileşeni göz önüne alındığında, tepesi kırık dikili kuru hacminin birinci bozulma (%36) ve üçüncü bozulma sınıfında (%33) yoğunlaştığını, devrik kuru ve kütüklerin hacminin en ayrıştırmış sınıflarda yoğunlaştığını tespit etmişlerdir.

Motta ve ark. (2015) tarafından Karadağ'daki yaşlı karışık Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*), Orta Avrupa Göknaarı (*Abies alba*) ve Avrupa Ladini (*Picea abies*) meşcerelerindeki toplam ölü ağaç hacmini 420 m³/ha, devrik kuru hacmini 300 m³/ha ve dikili kuru gövde hacmini ise 114 m³/ha olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan bu doğal ormanlar yüksek dikili canlı meşcere hacmine (1029.6 m³/ha) sahiptir.

De Meo ve ark. (2017) tarafından İtalya (Monte Morello) ve Yunanistan'da (Xanthi) yer alan yarı kent ormanlarındaki (peri-urban forests) Kızılçam meşcerelerinde yapılan ölçümler ile ölü odun hacmi iki farklı yöntem (FAS: fixed-area sampling ve LIS: line intersect sampling) ile belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. İtalya'daki kent ormanında fazla ölü odun ($75.1 \text{ m}^3/\text{ha}$) hacmi olduğu, bu ölü odunların %80'ninin devrik kuru, %18'inin dikili kuru ve %2'sinin ise kütüklerden oluştuğunu belirlemişlerdir. Yunanistan'daki kent ormanında ise ölü odun hacminin $9.21 \text{ m}^3/\text{ha}$ olduğu, bu toplam ölü odunun %34'inin devrik kuru, %18'inin dikili kuru ve %48'sinin kütüklerden oluştuğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, İtalya'da FAS yöntemi ile tahmin edilen ortalama devrik ölü odun hacmi $59.91 \text{ m}^3/\text{ha}$ iken, LIS yöntemi ile ortalama hacim $64.9 \text{ m}^3/\text{ha}$ 'dır. Yunanistan'daki kent ormanında, devrik ölü odunların ortalama hacmi FAS kullanılarak $3.11 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve LIS kullanarak $5.49 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak elde edilmiştir.

Vasile ve ark. (2017) tarafından Romanya'daki iki farklı bölgede (Runcu Grosi (sessile oak-beech) ve Sinca (silver fir-beech)) yer alan ılıman orman kuşağı yaşlı karışık Avrupa Kayını meşcerelerinde yapılan ölü ağaç hacmi çalışmasında ölü ağaç 7 kısımda (dikili kuru, tepesi kırık dikili kuru, kökten sökülmüş devrik ağaç, devrik ölü ağaç, devrik tepesi kırık ağaç, kütükler, gövde ve dal parçaları) ve 5 ayrı bozulma evresine göre değerlendirilmiştir. Toplam ölü odun hacmi Runcu Grosi yöresinde $240.8 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve Sinca yöresinde ise $135.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak elde edilmiştir. Her iki ormanda da dikili kuru-tepesi kırık dikili kuru-kütükler genellikle ikinci bozulma evresinde, kökten sökülmüş devrik ağaç- devrik ölü ağaçlar ise genellikle dördüncü bozulma evrelerinde yer aldıkları tespit edilmiştir.

Rimle ve ark. (2017) tarafından İsviçre Avrupa Ladini (*Picea abies*) dağ ormanlarındaki 24 devamlı örnek alanından elde edilen veriler ile ölü odun hacmini belirlemişlerdir. Ortalama olarak bu ormanlardaki ölü ağaçların büyük boyutlu ve ileri derecede bozulmuş ($112 \pm 30 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($1-343 \text{ m}^3/\text{ha}$)) olduklarını belirlemişlerdir. Dikili ölü odun hacminin ortalaması $32 \pm 9 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($2-124 \text{ m}^3/\text{ha}$) olarak elde edilmişken, devrik kuru ağaçların hacimlerinin ortalaması ise $80 \pm 23 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($1-343 \text{ m}^3/\text{ha}$) olarak hesaplanmıştır.

Bujoczek ve ark. (2018) tarafından Polonya’da 4 farklı orman tipinde (Subalpin Ladin ormanı, Montane Kayın-Göknar ormanı, alçak kısımlardaki Kayın ormanı, Meşe-Gürgen ve nehir kıyısı ormanları) ölü odun hacmini belirlemişlerdir. Tüm orman türleri için ortalama ölü odun hacmi 172.0 m³/ha’dır. Montane Kayın-Göknar ormanlarında (223.9 m³/ha) ortalama ölü odun hacminin 103.5-142.5 m³/ha arasında değiştiğini ve diğer üç orman türünden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Parobeková ve ark. (2018) tarafından Slovakya- Batı Karpatlarda karışık yaşlı Göknar - Kayın - Ladin meşcerelerinde devrik ölü odunların, dikili canlı ağaçların %36’sını (ortalama 260 m³/ha) oluşturduğunu belirlemişlerdir. Devrik kuruların yaklaşık % 95’inin ibrelili ağaçlardan oluştuğunu ve %48’inin dördüncü bozulma evresinde olduğunu tespit etmişlerdir. Dikili kuruların dikili canlı ağaçların %7’sini oluşturduğunu ve yaklaşık %44’ünün ikinci bozulma evresinde olduğunu ortaya koymuşlardır. Tepesi kırık dikili kuru ağaçların %78’inin Göknar, %14’ünün Ladin ve %7’sinin ise Kayından teşekkül olduğunu tespit etmişlerdir.

Puletti ve ark. (2019)’nın 19 Avrupa ülkesinde yaptığı çalışmada (ICP Forests-Level 1; 3243 örnek alan) ölü odun hacim ortalamasını 15.8 m³/ha (5.6 - 33.1 m³/ha) olarak tespit etmişlerdir (Tablo 2). Ölü odun hacminin özellikle orta Avrupa ülkelerinde daha fazla olduğunu (Slovenya’da 33.1 m³/ha; Almanya’da 29.6 m³/ha, Slovak Cumhuriyeti’nde 27.3 m³/ha) tespit etmişlerdir.

Błońska ve ark. (2019a) tarafından Polonya’da 3 farklı toprak nemine (kuru (fresh), nemli (moist), ıslak (wet)) sahip ekosistemlerde yapılan çalışmada toplam ölü odun hacminin ortalaması, kuru toprak nemi sınıfı için 65 m³/ha, nemli toprak nemi için 45 m³/ha ve ıslak toprak nemi için ise 54 m³/ha olarak hesaplamışlardır. Diğer taraftan kuru nemli ortamda en fazla dikili kuru ölü ağaçların (85 m³/ha) ve nemli (29.93 m³/ha) ve ıslak (32.51 m³/ha) toprak nemli ortamlarda ise en fazla devrik kuru ölü odunların olduğu belirlenmiştir.

Błońska ve ark. (2019b)’nın Polonya’da ıslak nemli Kızılağaç meşcerelerinde yaptıkları çalışmada ıslak toprak nemli ortamlardaki geniş yapraklı meşcerelerdeki ortalama ölü odun hacmini 47 m³/ha ve kızılğaç meşcerelerinde ise 52 m³/ha olarak hesaplamışlardır.

Tablo 2. Ülke ve odun türüne göre ölü odun hacminin (m³/ha) ortalama değerleri ve bunların %95 güven aralığı

Country	SDT	LDT	Snag	CWD	Stump	Number of plots	Mean volume
Austria	9.1 ^{±2.9}	0.0	0.0	14.6 ^{±3.3}	0.0	136	23.7 ^{±4.6}
Belgium	4.8 ^{±2.4}	6.0 ^{±4.8}	1.3 ^{±1.3}	3.6 ^{±2.3}	1.0 ^{±0.2}	10	17.5 ^{±8.1}
Cyprus	0.2 ^{±0.2}	1.0 ^{±0.6}	24.9 ^{±24.9}	0.2 ^{±0.2}	0.5 ^{±0.3}	19	26.9 ^{±24.8}
Czech Rep.	0.0	0.0	0.0	3.8 ^{±0.7}	5.7 ^{±0.5}	146	9.8 ^{±1.0}
Denmark	1.4 ^{±0.9}	0.0	0.0	4.8 ^{±3.2}	0.0	22	6.2 ^{±3.2}
Finland	1.6 ^{±0.3}	0.6 ^{±0.2}	0.4 ^{±0.1}	2.1 ^{±0.2}	2.4 ^{±0.1}	630	7.1 ^{±0.5}
France	7.9 ^{±1.9}	0.0	2.0 ^{±0.4}	9.7 ^{±1.0}	2.2 ^{±0.1}	548	22.3 ^{±2.4}
Germany	3.3 ^{±0.8}	1.3 ^{±0.4}	7.0 ^{±2.5}	11.9 ^{±1.1}	5.8 ^{±0.5}	226	29.6 ^{±3.0}
Hungary	3.6 ^{±1.5}	0.1 ^{±0.1}	1.1 ^{±0.4}	3.9 ^{±1.0}	0.7 ^{±0.2}	78	9.7 ^{±1.9}
Ireland	0.0	0.0	0.0	1.4 ^{±0.4}	4.5 ^{±1.1}	35	6.1 ^{±1.4}
Italy	5.8 ^{±1.3}	1.3 ^{±0.5}	2.7 ^{±1.6}	2.7 ^{±0.5}	2.0 ^{±0.3}	224	14.9 ^{±2.4}
Latvia	7.1 ^{±1.3}	3.8 ^{±1.6}	3.0 ^{±0.8}	10.7 ^{±1.6}	1.2 ^{±0.2}	95	26.4 ^{±3.2}
Lithuania	5.8 ^{±2.0}	5.4 ^{±3.2}	1.5 ^{±0.4}	3.0 ^{±0.7}	2.0 ^{±0.3}	62	17.7 ^{±3.9}
Poland	2.4 ^{±1.1}	0.1 ^{±0.0}	0.8 ^{±0.3}	3.9 ^{±0.8}	2.6 ^{±0.2}	438	9.9 ^{±1.8}
Slovak Rep.	9.7 ^{±2.1}	0.0	0.0	12.1 ^{±1.8}	4.8 ^{±0.5}	108	27.3 ^{±3.5}
Slovenia	18.3 ^{±7.6}	5.0 ^{±2.0}	0.9 ^{±0.4}	5.2 ^{±1.5}	3.2 ^{±0.5}	44	33.1 ^{±7.8}
Spain	1.8 ^{±0.5}	0.1 ^{±0.1}	0.5 ^{±0.2}	2.1 ^{±0.5}	1.0 ^{±0.2}	155	5.6 ^{±0.9}
Sweden	2.4 ^{±1.2}	2.3 ^{±1.1}	3.2 ^{±0.8}	15.3 ^{±3.5}	1.1 ^{±0.1}	100	24.4 ^{±5.2}
United Kingdom	0.0	0.0	4.7 ^{±2.7}	9.3 ^{±1.9}	1.3 ^{±0.2}	167	15.5 ^{±4.2}
EU19	4.1 ^{±0.4}	0.7 ^{±0.1}	1.8 ^{±0.3}	6.4 ^{±0.3}	2.5 ^{±0.1}	3243	15.8 ^{±0.7}

*SDT: dikili kuru, LTD: devrik ağaç, Snag: tepesi kırık dikili kuru, CWD: gövde ve dal parçaları, Stump: kütükler

1.2 Doğu Ladini, Kafkas Göknaarı ve Sarıçam Türüne ait Genel Bilgiler

Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link. At Carr), Kafkas Göknaarı (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach. subsp. *nordmanniana*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türleri Karadeniz boyunca yayılım gösteren en değerli ormanlarımızı oluşturmaktadır.

Doğu Ladini Kuzey Anadolu'nun sahil kısımları ile Kafkasya'da yayılım göstermektedir. Ülkemizde doğuda Gürcistan sınırından batıda Ordu ili yakınlarındaki Melet ırmağı arasında, Kuzeydoğu Anadolu (Colchis) dağlarının denize bakan yamaçlarında görülür. Ülkemizde 365845ha'lık alanda bazen saf, çoğu kez de Sarıçam, Kafkas Göknaarı ve Doğu Kayını ile karışık meşcereler kurar. Çoğunlukla 900-1500 metreleri arasında karışık, 1500-2200 m (bazen de 2400 m) aralarında ise saf meşcereler oluşturur (Anşin ve Özkan, 2006; OGM, 2021).

Kafkas Göknaının genel coğrafi yayılış alanı, Kafkasya ile Kuzey Anadolu'nun dağlık kesimleridir. Asıl geniş yayılış bölgesi, Kafkasya'dadır. Ülkemizde Yeşilırmak vadisi ile Gürcistan'a kadar uzanan Doğu Karadeniz Bölgesi dağlarında saf ya da karışık olarak yayılış göstermektedir (Saatçioğlu, 1976; Anşin ve Özkan, 2006). Genel olarak 800-2300 metreleri arasında dağlık bölgeye serpilmiş durumda dikey bir yayılış gösterir. Dikey yayılışının 800-1600 m yükseklikleri arasında Doğu Kayını ve Sarıçam ile karışık meşcereler oluşturmaktadır. Doğu Karadenizin denize bakan nemli kısımlarını tercih eden Kafkas Göknaı karışık meşcerelerini Doğu Ladini ile birlikte bu ana yamaçlarda oluşturur. Kafkas Göknaı yağış rejimi düzgün, yağış miktarı bol, serin deniz iklimli bu bölgede 1500-2200 m yükseklikleri arasında oldukça yüksek hacme sahip meşcereler oluşturur (Atay, 1982). Doğu Ladini, Ordu ili yakınlarındaki Melet ırmağı ile Türk-Gürcistan sınırı arasındaki Doğu Karadeniz Dağlarının denize bakan ana yamaçlarında Kafkas Göknaı ile karışık meşcereler oluşturmaktadır. Ülkemizde Ladin-Göknaı karışık meşcereleri çoğu zaman Ladin ağırlıklı karışık meşcereler oluşturmaktadırlar (Ata, 1995).

Anşin ve Özkan (2006)'ya göre "Sarıçam (*Pinus sylvestris* L. ssp. *hamata* (Steven) Fomin), ülkemizde Eskişehir'in batısındaki Yeşildağ'dan başlayıp doğuya doğru Kuzey Anadolu dağlarının yüksek kesimlerini kaplayarak Sarıkamış üzerinden Kafkas'lara geçmekte ve 38° 34 ' - 41° 48 ' kuzey enlemleri (Pınarbaşı Ayancık hattı) ile 28° 00 ' - 43° 05 ' (Orhaneli – Kağızman hattı) doğu boylamları arasında doğal yayılışa sahiptir. Sarıçam, Doğu Karadeniz Göknaı, Kazdağı Göknaı, Doğu Kayını, Doğu Ladini, Anadolu Karaçamı, Meşe türleri ve Titrek Kavak gibi türler ile karışık meşcereler oluşturmaktadır".

Doğu Ladini 40-50 m boylarında, 1.5-2 m çapa ulaşabilen, düzgün ve dolgun gövdeli, sivri tepeli önemli orman ağacı türlerimizdendir. Kafkas Göknaı 40-50 m boylarında, uzun, düzgün gövdeli, sivri tepeli birinci sınıf orman ağacıdır (Anşin ve Özkan, 2006). Boyu 40 m'ye kadar ulaşabilen Sarıçam, sivri tepeli, düzgün ve dolgun gövdeli, yaşlandıkça yayvan tepe ve kalın dallar yapan herdem yeşi bir ağaç türümüzdür (Çepel ve ark. 1977).

Doğu Ladini optimumda sık büyür, düz ve dolgun gövdeler oluşturur. Dar ve sivri tepeler yapar. Göknaı düzgün ve dolgun gövdeler meydana getirir. Sürgünler dik

büyüme yapar, tepe belirli bir yaşa kadar yayvanlaşmaz, sivriliğini muhafaza eder. (Saatçioğlu, 1976). Sarıçam ağacında kabuk yaşlı ağaçların üst kesimleri ile genç ağaçların alt kesimlerinde kirli sarımsı kırmızı, tilki sarısı ya da kahverenginin kırmızıya yakın renklerinden oluşur (Anşin ve Özkan 2006).

Doğu Ladini ve Kafkas Göknarı silvikültürel özellikleri bakımından benzerlik gösteren türlerdir. Her ikisi de gölgeye dayanıklı türlerdir (Ata, 1995). Doğu Ladini yarı gölge ağacıdır. Ancak iyi yetiştirme ortamlarında oldukça fazla gölgeye dayanabilir ve yeterli düzeyde doğal gençlik oluşturabilir. İlerleyen yaşlarda daha serbest bir büyüme alanı isteği gösterir. 15-18 yıl 0.4-0.6 kapalılığa dayanabilir (Ata, 1995). Ancak Göknar gölgeye daha çok dayanmaktadır. İlk 25-30 yıl içinde kuvvetli gölgelenmeye dayanır, bu yeteneği 80, hatta 100 yaşına kadar devam eder. Göknarların en önemli silvikültürel özelliklerinden biri de, oldukça ileri yaşlarda gölge baskısı kalktıktan sonra yavaş yavaş normal gelişmeye geçebilmesidir (Saatçioğlu, 1976). Çepel ve ark. (1977)'ye göre "Sarıçam, denizden yükseltisi 0-2700 m arasında olan çeşitli yükseklik kademelerinde bulunabilmekle beraber ortalama 1000-2500 m arasında saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadır. Genellikle dağlık bölgelerde yayılmakta ise de yüksek ovalarda ve dar vadi tabalarında da görülmektedir".

Doğu Ladini ve Kafkas Göknarı ilk dönemlerde çok yavaş büyür. Göknarlar gençlikte yaklaşık olarak 10-12 yaşına kadar yavaş büyür, fakat daha sonraki dönemlerde büyüme giderek hızlanır ve bu durum uzun zaman devam eder. Doğu Ladini gençlikteki gelişmesi bakımından Kafkas Göknarı ile büyük benzerlik göstermektedir. Doğal yayılış alanlarında, 0.4-0.5 meşcere kapalılığı olmasına karşın, gençlikte açık alanlarda 8-10 yıl içinde ancak 50-60 cm boy yapabilmektedir (Atay, 1982). Gölgeye dayanma gücü düşük olan Sarıçam bir ışık ağacıdır. Gençlikte orta hızda büyümesine rağmen azman yapacak bir tepe gelişmesi göstermez. Bazı bireylerde orta derecede tepe gelişmesi olabilmektedir (Çepel ve ark., 1977).

Doğu Ladini ve Kafkas Göknarı gençlikleri yakıcı - kurutucu sıcaklıklara ve donlara karşı dayanıklıdır. Göknar ağaç türü bazı ilkbahar donlarından etkilenebilir. Doğu Ladini gençlikleri donlara karşı genel olarak dayanıklı kabul edilmekle beraber, yüksek rakımlarda ve açık alanlarda dondan zarar gördüğü tespit edilmiştir (Ata,

1995). Sipere dayanıklı olan Gökmarlar ise sadece geç ve erken donlara karşı değil, kuvvetli kış donlarına karşı da duyarlıdırlar (Saatçioğlu, 1976). Saram, yüksek sıcaklıklara dayanabilecek ve bahar donlarından etkilenmeyen bir ağaç türüdür. Sonuç olarak, karasal iklimlere adapte olabilecek bir türüdür. Işıık isteğinin kötülüğü oranında büyüyen evre, arttırıcı sarsam tipik bir ışıık ağacıdır (epel ve ark., 1977).

Doğu Ladini humuslu topraklardan hoşlanır. Sığ topraklarda da yetişebilir. Ancak iyi yetişme ortamlarında gelişmesini daha iyi yapmaktadır. Göknarlar genelde toprak derinliği isterler. Ancak toprağı sığ olan yerlerde de granit, gnays ana taşları üzerinde hatta ana kayanın mermer olduğu topraklarda da olağanüstü gelişme yapan Göknar'lara rastlanır (Saatçioğlu, 1976). Sarıçam, toprak isteği bakımından kanaatkrdır. Genellikle geçirgen, gevşek, kırıntı bünyeli kumlu kil topraklarını tercih eden Sarıçam tuz oranı fazla olan toprakları pek tercih etmez (epel ve ark., 1977).

Doğu Ladininde genel köklenme çoğunlukla sığdır ancak, nadir hallerde derinleşebilir. Göknar ağaç türü kazık kök sistemine sahip olmakla bebaber yan köklerin bir kısmı sığ kök şeklinde yayılma yeteneğindedir (Saatçioğlu, 1976). Sarıçam türünün kök sistemleri genellikle sağlam ve kuvvetli kazık köktür (Anşın ve zkan 2006).

Doğu Ladini odunu dışında, selüloz ve kğit yapı malzemesi, mobilya, kaplama, kontrplak, lambri, sandık, her türlü ambalaj, sepet, kutu, kibrit p ve kurşun kalem yapımında kullanılır. Ayrıca, cilalı görünümlü ve yoğun koyu renkli bir yapraklanma sistemi olduğundan park ve bahçelerde değerlendirilmektedir (Anşın ve zkan, 2006). Göknar, inşaat sektöründe mobilya, pervaz, lambri, kutular, örgü ambalajı, kasalar, kaplama plakaları ve inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır. Göknarlar hafif, yumuşak, işlenmesi kolay, yayılma kabiliyeti iyi, kğit odunu olarak çok makbul bir oduna sahiptir (Atay, 1982). Dekoratif bir tür olan Göknar, park ve bahçelerde ss bitkisi olarak yetiştirilmekte ve noel ağacı olarak en çok aranan ağaç türlerindendir (Atay, 1982). Sarıçam odunu günümüzde doğrama, parke ve mobilyalarda kaplama malzemesi olarak kullanılan çok değerli bir kerestedir (epel ve ark., 1977).

1.3 Doğu Ladini, Kafkas Gökarnı ve Sarıçam Türüne Ait Hasılat Tabloları ile Meşcere Hacim Çalışmaları

Doğu Ladini ağaç türü için Anamorfik yöntem kullanılarak bonitet endeks tabloları Akalp (1978) tarafından oluşturulmuştur. Bununla birlikte Ercanlı (2010) tarafından, Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri'ndeki Doğu Ladini-Sarıçam karışık meşcerelerinde cebirsel fark yaklaşımına dayanan polimorfik yöntem (GADA) yardımıyla bonitet endeksi çalışması yapılmıştır. Doğu Ladini için genel ağaç hacim tablosu Akalp (1978) ve Sun ve ark. (1978) tarafından yapılmıştır.

Gökarn meşcereleri için düzenlenen ağaç hacim tablolarına bakıldığında; Miraboğlu (1955) tarafından Kafkas Gökarnı-Kazdağı Gökarnı-Toros Gökarnı için, Sun ve ark. (1978) tarafından tüm Gökarn türleri için, Asan (1984) tarafından Balıkesir-Çanakkale yöresindeki Kazdağı Gökarnı için, Saraçoğlu (1988) tarafından Batı Karadeniz Gökarnı için, Brooks ve ark. (2008) tarafından Mut Orman İşletme Müdürlüğündeki Toros Gökarnı için, Bozkuş ve Carus (1997) tarafından Akdeniz Bölgesindeki Toros Gökarnı için düzenlendiği görülmektedir.

Ülkemizde Sarıçam için ilk hacim tablosu, Bolu yöresindeki meşcereler için Erkin (1956) tarafından düzenlenmiştir. Sarıçam için bölgesel ağaç hacim tabloları Pehlivan (2010) ile Yavuz ve ark. (2010) tarafından, Alemdağ (1967) ve Sun ve ark. (1978) ise genel ağaç hacim tabloları düzenlenmiştir. Özçelik (2010) ise Erzincan yöresinde yetişen Sarıçam meşcereleri için gövde hacim modeli geliştirilmiştir. Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam meşcereleri için Karışık Etkili Modelleme ile uyumlu Gövde Hacim Denklemleri Şenyurt ve ark. (2014) tarafından yapılmıştır.

Ülkemizdeki Doğu Ladini meşcereleri için geliştirilen ağaç hacim denklemleri; ülkemiz geneli için Akalp (1978) ve Sun ve ark. (1978) tarafından çift girişli, Artvin Orman İşletme Şefliği yöresi için Ercanlı (2003) tarafından tek girişli, Karadeniz Bölgesindeki Sarıçam-Ladin karışık meşcerelerindeki Ladin için Yavuz ve ark. (2010) tarafından tek girişli, Ardauç yöresi Kafkas Gökarnı-Doğu Ladini Karışık Meşcerelerindeki Ladin için Çakır (2018) tarafından hem tek hem de çift girişli ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir.

Ülkemizde Gökarn meşcereleri için düzenlenen ağaç hacim tabloları; Miraboğlu (1955) tarafından Kafkas Gökarnı-Kazdağı Gökarnı-Toros Gökarnı için, Sun ve ark.

(1978) tarafından ülkemiz genelindeki tüm göknar türleri için, Asan (1984) tarafından Balıkesir-Çanakkale yöresindeki Kazdağı Göknarı için, Saraçoğlu (1986) tarafından Batı Karadeniz Göknarı için ($d_{1.30} < 16$ cm için geçerli), Brooks ve ark. (2008) tarafından Mut Orman İşletme Müdürlüğündeki Toros Göknarı için, Bozkuş ve Carus (1997) tarafından Akdeniz Bölgesindeki Toros Göknarı için çift girişli olarak görülmektedir. Zonguldak yöresindeki Sarıçam-Göknar-Kayın karışık meşcereleri için Durkaya (2004) tarafından her bir tür için hem tek hemde çift girişli, Karadeniz Bölgesindeki Sarıçam-Göknar karışık meşcerelerindeki Göknar için Yavuz ve ark. (2010) tarafından tek girişli, Ardauç yöresi Kafkas Göknarı-Doğu Ladini Karışık Meşcerelerindeki Göknar için Çakır (2018) tarafından hem tek hemde çift girişli, Şavşat yöresi Göknar meşcereleri için Yazıcı (2019) tarafından hem tek hem de çift girişli ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir.

Sarıçam için geliştirilen ağaç hacim denklemleri; Erkin (1956) tarafından “Bolu yöresindeki meşcereler için tek girişli”, Alemdağ (1967) tarafından “ülkemiz geneli için çift girişli”, Sun ve ark. (1978) tarafından “ülkemizdeki tüm Sarıçam meşcereleri için çift girişli”, Durkaya (2004) tarafından Zonguldak yöresindeki Sarıçam-Göknar-Kayın karışık meşcerelerindeki her bir tür için “hem tek hemde çift girişli”, Yavuz ve ark. (2010) tarafından “Karadeniz Bölgesi için hem tek hem de çift girişli”, Pehlivan (2010) tarafından Kuzey Anadolu Bölgesi için “hem tek hem de çift girişli” ve Şenyurt (2011) tarafından “Batı Karadeniz Bölgesi için çift girişli”, Saygılı (2019) tarafından “Ardahan yöresi için hem tek hem de çift girişli” ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir.

Ölü odun miktarının ne kadar önemli olduğu ve “1.1. Giriş” bölümünde de belirtildiği üzere hem Avrupa’da hem de dünyada yapılan çalışmaların ölü odun miktarının belirlenmesinin tek başına yeterli olmadığı, diri odun miktarı ile de doğru ilişkili olduğu göstermektedir.

Giriş bölümünde de ifade edildiği gibi bu çalışmanın ana amacı öncelikle Şavşat-Veliköy Orman İşletme Şefliğinde işletmecilik faaliyetleri yapılan ve Karagöl-Sahara Milli Parkında korunan alanlardaki saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) meşcereleri ile karışık (Doğu Ladini+Sarıçam ve Doğu Ladini+ Kafkas Göknarı) meşcerelerindeki ölü odun miktarının (dikili kuru, kütük, devrik kuru, toplam kuru)

belirlenmesi ve ölü odun miktarının bazı meşcere, fizyografik ve uzamsal-mekansal faktörlere göre değişiminin ortaya konulmasıdır.

İkincil amaç olarak ölü odun hacimlerinin ölü odun sınıfları (dikili kuru, kütük, devrik kuru ve toplam kuru) dikkate alınarak bozulma evrelerine göre dağılımlarının ortaya konulması ve bu bozulma evrelerinin meşcere ve mevki parametreleri dikkate alınarak ölü odun hacmine göre dağılımlarının belirlenmesidir.

İşletmecilik faaliyeti yapılan (Veliköy Orman İşletme Şefliği) ve korunan alan (Karagöl-Sahara Milli Parkı) meşcerelerindeki ölü odun miktarlarının karşılaştırılması da hedeflenmiştir. Burada “işletilen” terimi orman amenajman planları kapsamında işletmecilik faaliyeti yapılan ve yönetilen orman alanlarını, “işletilmeyen” ise 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında odun üretimi amaçlı işletmecilik faaliyeti yapılmayan, korunan alanları ifade etmektedir.

2 MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

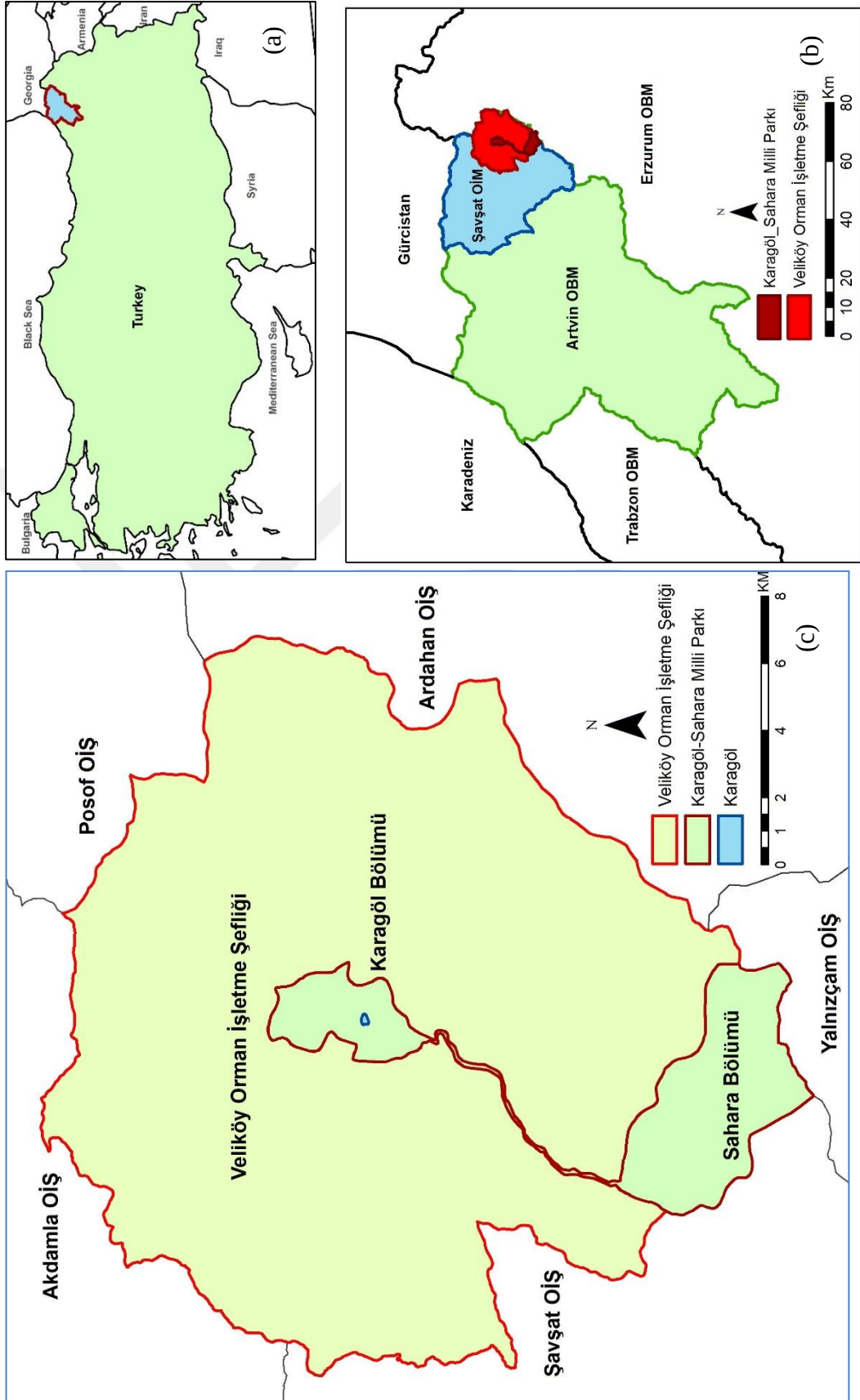
Bu çalışmanın kapsamı coğrafi olarak Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Şavşat Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Veliköy Orman İşletme Şefliği ile Karagöl-Sahara Milli Parkı sınırlarını, ağaç ve meşcere türleri bakımından Doğu Ladininin (*Picea orientalis* (L.) saf ve Sarıçam ve Kafkas Göknarı ile karışık meşcerelerini kapsamaktadır. Kullanılan diğer materyaller ise çap ölçer, boy ve eğim ölçer, artım burgusu, yüksek çözünürlüklü dijital renkli ve kızılötesi hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, sarf malzemeler, 1/25.000'lik jeolojik ve topografik haritalar, GPS, MS Excel ve IBM SPSS 19.0 istatistik paket programını oluşturmaktadır. Ayrıca CBS analizleri için ESRI'nin ArcGIS 10.2.1 yazılımı kullanılmıştır.

2.1 Yöntem

2.1.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırma alanı Artvin ili Artvin Orman Bölge Müdürlüğü hudutları içerisinde bulunan Şavşat Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Veliköy Orman İşletme Şefliği ile Karagöl-Sahara Milli Parkı sınırlarını kapsamaktadır (Şekil 4).

Şavşat yöresi, Karadeniz ardı, yani karasal iklimle deniz ikliminin geçiş zonunda bulunduğundan, ilkbahar ve sonbahar dönemleri yumuşak ve yağışlı, kışlar sert ve yağışlı, yaz aylarında ise az yağışlıdır (URL-2). Hava sıcaklığı aylık bazda ortalama -3.6 ile 19.4°C arasında, yıllık olarak ortalama 8.6°C'dir. Aylara ait en düşük sıcaklıklar -7.8- ile 12.9°C arasında değişmektedir. En yüksek sıcaklık ise 26°C'ye ulaşmaktadır. Yıllık ortalama bağıl nem in %60 ila %70 arasında değiştiği bölgede ortalama yıllık toplam yağışın 653 mm olduğu görülmektedir (MGM, 2016).



Şekil 4. Araştırma alanının genel görünümü (Türkiye (a), Şavşat OİM (b), Veliköy OİŞ ve Karagöl-Sahara Milli Parkı (c))

Artvin, %56.8 ormanlık alanı oranı ile ülkemizde en çok ormanlık alana sahip 20'nci il vasfındadır. Artvin'nin toplam yüzölçümünün (710973 ha) geriye kalan %43.2'sini (307278 ha) ise ormansız alanlar oluşturmaktadır. Artvin ilindeki ormanlık alanın da yaklaşık %54.9'u (221532 ha) normal orman ve yaklaşık %45.1'i (182163 ha) boşluklu kapalı orman alanlarından oluşmaktadır. (URL-3). Şavşat Orman İşletme Müdürlüğü'nün genel alanı 134042.2 ha olup, bunun 65423 (%49'u) ha'ı ormanlık alan ve 68619.2 (%51'i) ha'ı ise ormansız alandır. Ormanlık alanların da 31222.3 (%48'i) ha'ı normal ormanlardan; 34200.7 (%52'si) ha'ı ise boşluklu kapalı ormanlardan oluşmaktadır (URL-4). Gökmar meşcereleri Şavşat ormanlarının yüksek rakımlarındaki kuzey ve kuzeybatı yamaçlarını tercih etmektedirler. Diğer yamaçlarda ise Gökmar-Ladinin karışım yaptığı meşcereler bulunmaktadır. Geniş yapraklı türlerle (Kayın, Meşe, Kayacık, Dişbudak, Kestane, İhlamur, Akcağaç ve Gürgen) çalışma sahasının Kuzey ve Kuzeydoğu yamaçlarında karışık meşcereler oluşturmaktadır. Alçak rakımlı yerlerde Ladin hâkim bir tür olmakta ve Ladin-Gökmar ile Ladin-Gökmar-Sarıçam karışık meşcerelerini oluşturmaktadır. Araştırma alanının denizden yüksekliği 1100 ile 2300 m arasında değişmekte olup, arazi genellikle eğimlidir.

Şavşat Karagöl-Sahara Milli Parkı'nın milli park olarak ilan edilişi 5.7.1994 tarih ve 94/5841 sayılı Bakanlar Kurulu kararının Resmi Gazetenin 31.08.1994 tarih ve 22037 sayısıyla yürürlüğe girmiştir (Resmi Gazete, 1994). Toplam alanı 3251 ha olup, en düşük yükseklik 1150 m ve en yüksek yükseklik 2598 m'dir. Karagöl-Sahara Milli Parkı'nın koruma-kullanma dengesinin gözetilerek sürdürülebilir ve gelecek nesillere miras bırakılabilir Uzun Devreli Gelişme Revizyon Planı 8.11.2016 tarihinde Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından onaylanarak yürürlüğe girmiştir (UDGRP, 2016). Söz konusu Planın temel amacı; Karagöl-Sahara Milli Park alanının sahip olduğu kaynak değerlerinin korunmasıdır. Milli Park alanı Hassas Koruma Bölgesi (%51.8), Sürdürülebilir Kullanım Bölgesi (%45.7) ve Kontrollü Kullanım Bölgesi (%2.5) olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır (UDGRP, 2016).

Şavşat İlçesinin sınırları içinde bulunan Karagöl-Sahara Milli Parkı iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Bunlar Karagöl Bölümü ve Sahara Bölümüdür. Karagöl Bölümündeki ormanı meydana getiren ağaç türleri genelde Doğu Ladini, Sarıçam, Gökmar ağaç

türüdür. Sahara bölümünde orman örtüsü, Ladin ve Gökarnlardan meydana gelmiş olup, oldukça seyrek dokuya sahiptir. Alt zonlarda Sarıçam bulunmaktadır (URL-1). WWF/IUCN, (1994)'ye göre "Karagöl-Sahara Milli Parkı, zengin biyoçeşitliliği ve doğal seçme ormanlarıyla Uluslararası Doğa Koruma Örgütü (Conservation International) tarafından dünyadaki 35 biyoçeşitlilik sıcak noktasından (hotspot) biri olarak tanımlanan Kafkas sıcak noktasında yer almaktadır (CI, 2018). Bu alan ayrıca biyocoğrafik özelliği nedeniyle Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) tarafından dünyadaki öncelikli 200 ekolojik bölgeden biri olarak kabul edilmiştir".

Karagöl Sahara Milli Parkı'nın bir kısmı Yavuzköy ve Aşağıkoyunlu Köylerinin idari sınırları içinde kalsa da sosyo-kültürel ve sosyo-ekonomik açıdan daha çok Kocabey ve Meşeli Köyleri ile ilişkilidir (UDGP Analitik Etüt Raporu, 2008).

Kocabey köy yerleşim alanı Milli Park dışında kalmakta, ancak köylünün kullanımında olan Kocabey Kışlağı ve Kocabey Yaylası Sahara Bölümü içerisinde kalmaktadır (UDGP Analitik Etüt Raporu, 2008). Kışlakta yaklaşık 200 hane bulunmakta olup köylü bu yerleşim alanına mayıs ayı ortalarında göç etmekte ve temmuz ayı başına kadar burada ikamet etmektedir (UDGP Analitik Etüt Raporu, 2008). Kocabey Yaylası'nda yaklaşık 150 hane bulunmakta olup köylü temmuz ayı başında buraya gelerek eylül ayı içerisinde Kocabey köyüne dönmektedir (UDGP Analitik Etüt Raporu, 2008).

Meşeli köyü ise toplam 180 haneden oluşmaktadır. Köy toplam 9 mahalleden oluşmakta olup sadece 16 haneli Yıldırım Mahallesi Milli Park sınırları içerisinde kalmaktadır (UDGP Analitik Etüt Raporu, 2008).

Milli Park alanının en çok Kocabey ve Meşeli köyleri ile etkileşim halinde olması nedeniyle öncelikle bu köylerin nüfus verileri incelenmiştir. 31 Aralık 2020 tarihli adrese dayalı nüfus kayıt sistemi (ADNKS) sonuçlarına göre Kocabey Köyü'nün nüfusu 402, Meşeli Köyü'nün nüfusu 276'dır (URL-6). Köy nüfusu yaz ve kış ayları arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Yaz aylarında Köyün nüfusu önemli derecede artmaktadır.

Milli Park sınırlarının yakın çevresinde ve içinde bulunan yerleşim yerlerinde ve bu yerleşim yerlerinin yayla ve kışlaklarında yaşayan halkın ekonomik faaliyet türü genel olarak hayvancılık ve tarım olarak ifade edilebilir.

Veliköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan köylerin 31 Aralık 2020 Tarihli Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçlarına göre nüfusları Veliköy Köyü'nün nüfusu 214, Köprülü Köyü'nün nüfusu 84, Pınarlı Köyü'nün nüfusu 599, Kocabey Köyü'nün nüfusu 402, Kayadibi Köyü'nün nüfusu 247,

Cevizli Köyü'nün nüfusu 416, Ciriddüzü Köyü'nün nüfusu 231, Karaköy Köyü'nün nüfusu 102, Kirazlı Köyü'nün nüfusu 204, Yoncalı Köyü'nün nüfusu 235, Yukarı Koyunlu Köyü'nün nüfusu 143, Aşağı Koyunlu Köyü'nün nüfusu 179'dur (URL-6).

Bölge Ormanları 1970'li yıllara kadar yoğun bir şekilde açma ve işgal müdahalelerine muhatap olmuştur. 1970'li yıllardan itibaren göçler nedeni ile orman köyü nüfusunun durağanlaşması ve giderek azalmaya başlaması sonucu orman suçlarında ve dolayısı ile ormanların tahribinde de azalma olmuştur. Bilhassa dam örtülüğü olarak kullanılan hartama (pedavra) yapımı nedeni ile Ladin ormanlarında çok yoğun bir tahribat olmakla birlikte 1970'li yıllardan itibaren ORKÖY teşkilatınca dam örtülüğü olarak galvanizli sac dağıtımı yapılmaya başlanması bu tahribatı giderek azaltmış olup bugün artık dam örtülüğü olarak hartama kullanılmamaktadır (UDGP Analitik Etüt Raporu, 2008).

Usülsüz kesimler insanların orman vejetasyonunu tahrip ettiği en etkili abiyotik faktörlerden biridir. Bu faktörlerin etkisiyle, özellikle Sahara bölümünde orman vejetasyonu büyük ölçüde zarar görmüştür. Orman-subalpin geçiş zonunda hala devam eden bu tahribat subalpin alanların orman zonuna kadar inmesine neden olmuştur. Yaylacılık faaliyetleriyle de artan orman tahribatı, alandaki yüksek eğim ile birlikte çığlara ve toprak erozyonuna sebep olmaktadır (UDGP, 2008).

Güneyde Sahara ve kuzeyde Karagöl olmak üzere iki farklı bölümden oluşan Karagöl-Sahara Milli Parkını Değirmen Dere birbirine bağlanmaktadır. 3.251 ha büyüklüğünde olan Karagöl-Sahara Milli Parkının yükseltisi 1140-2.625 m arasında değişmektedir (Yavuz ve Vatandaşlar, 2018). Milli park sahasında Doğu Ladini, Sarıçam ve Kafkas Gökarnı ağaç türlerinin saf veya karışık meşcereleri yer almaktadır (DKMP, 2016).

Araştırma alanı olan Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkının arazi kullanım sınıflarına göre konumsal dağılımı (Yavuz ve Vatandaşlar, 2018) aşağıda verilmiştir (Tablo 3).

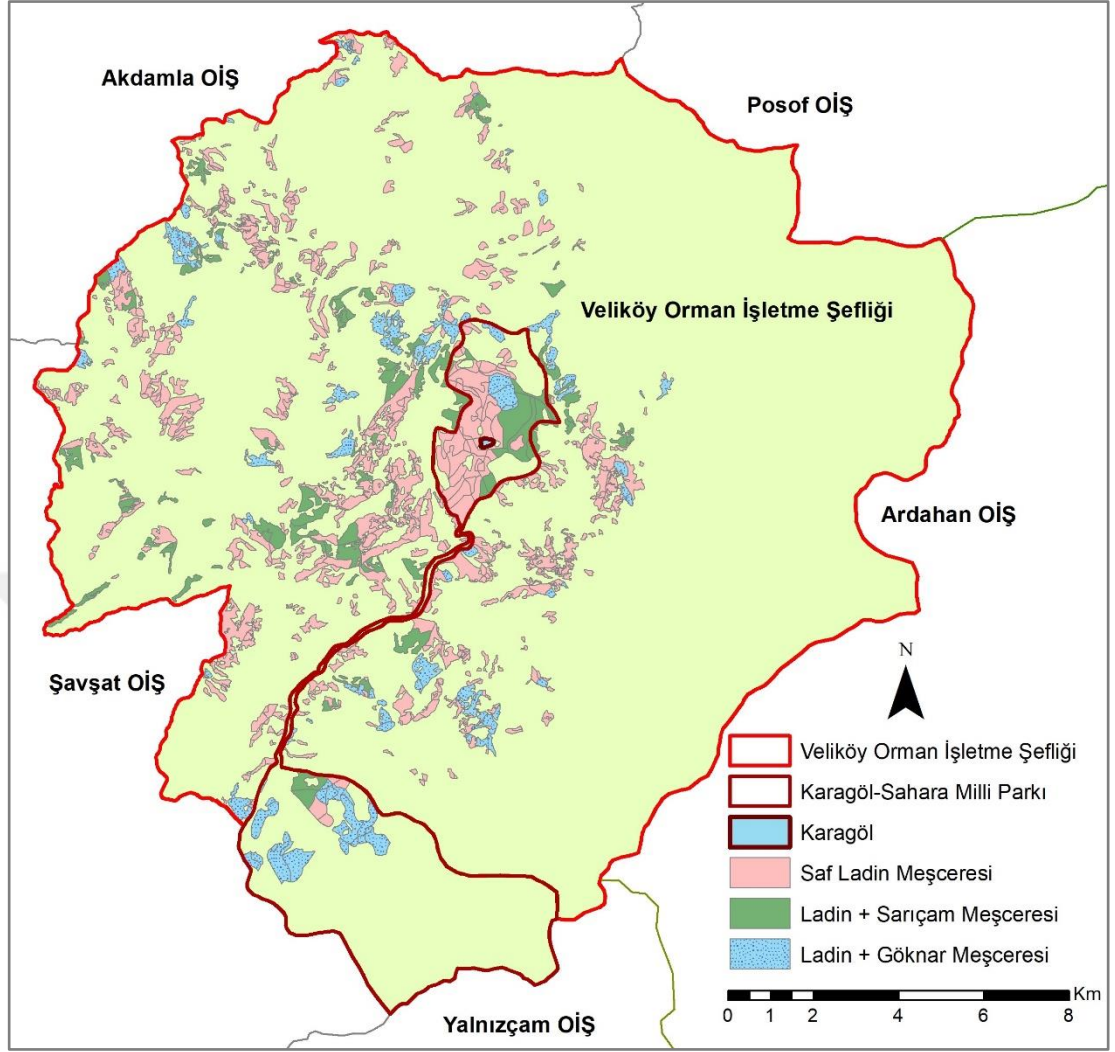
Tablo 3. Araştırma alanının arazi kullanım sınıflarına göre konumsal dağılımı

Arazi Kullanımı	Veliköy Orman İşletme Şefliği		Karagöl-Sahara Milli Parkı	
	(ha)	%	(ha)	%
Verimli Orman	8128.4	28.4	1002.0	30.8
Boşluklu Kapalı	2392.5	8.4	196.0	6.0
Toplam Orman	10520.9	36.8	1198.0	36.8
Orman Toprağı	2268.4	7.9	517.0	15.9
Ziraat	6078.2	21.3	158.0	4.9
Mera	9288.5	32.5	1351.0	41.6
Su	14.4	0.1	6.0	0.2
İskan	421.2	1.5	20.0	0.6
Toplam	28591.6	100.0	3251.0	100.0

Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkındaki saf ve karışık Ladin meşcerelerinin dağılışı Tablo 4 ve Şekil 5’de verilmiştir.

Tablo 4. Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkındaki saf Ladin ve Ladin hakim karışık meşcerelerinin dağılışı

İşletme Sınıfı	Meşcere	Verimli Orman (ha)	Boşluklu Kapalı (ha)	Toplam Orman (ha)	Toplam Oranı (%)
Veliköy Orman İşletme Şefliği	Saf Ladin	1748.2	347.5	2095.7	0.20
	Ladin+Gökmar	479.4	-	479.4	0.04
	Ladin+Sarıçam	577.2	-	577.2	0.06
	Toplam	2804.9	347.5	3152.4	0.30
Karagöl Sahara Milli Parkı	Saf Ladin	283.0	122.0	405.0	0.47
	Ladin+Gökmar	270.0	-	270.0	0.32
	Ladin+Sarıçam	184.0	-	184.0	0.21
	Toplam	737.0	122.0	859.0	1.00



Şekil 5. Araştırma alanının meşcere tiplerine göre dağılımı

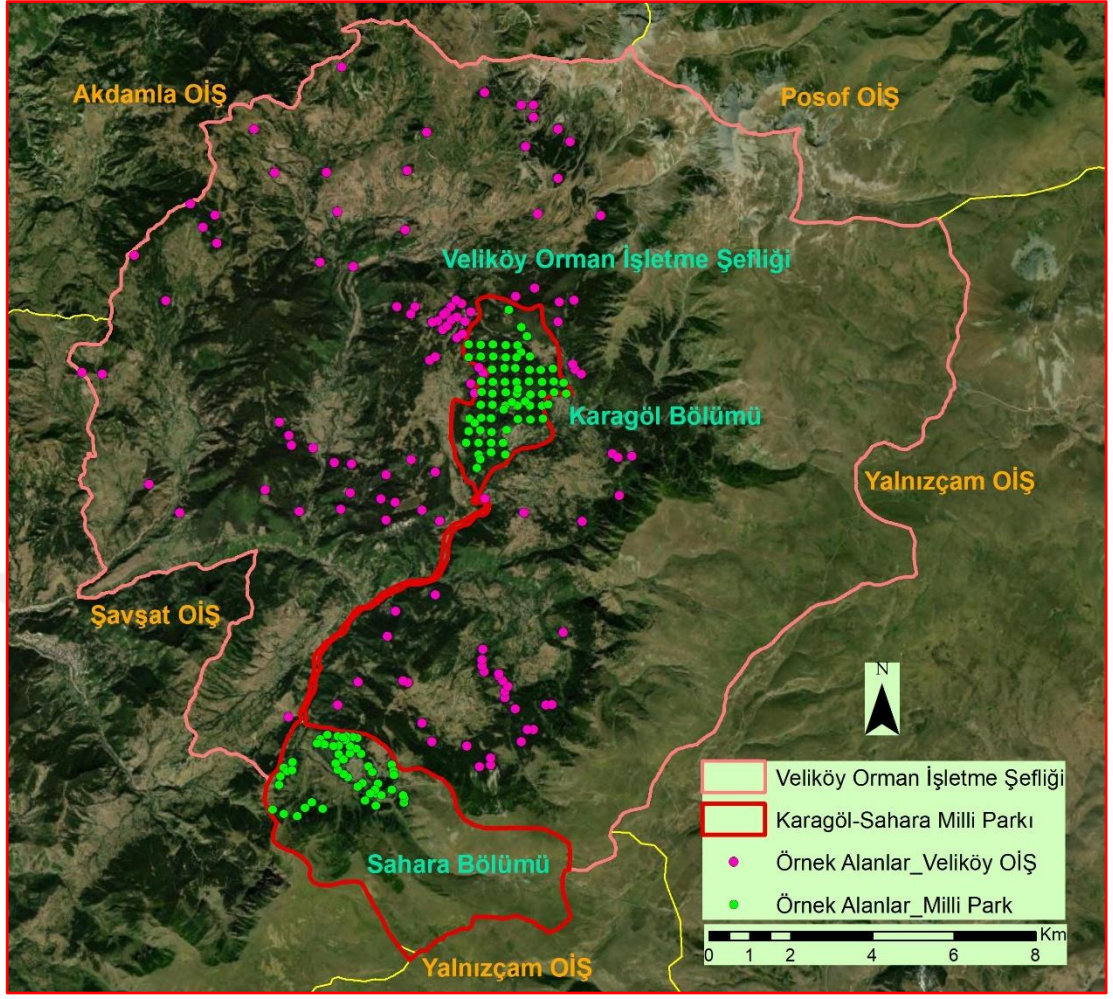
2.1.3 Örnek Alanların Belirlenmesi ve Arazi Çalışmaları

Ulusal Orman Envanteri'nde (NFIs), ölü odun hacmini tahmin etmek için birçok yöntem uygulanmıştır, (Bebber ve Thomas, 2003; Larjavaara ve Muller-Landau, 2011): sabit alan örnekleme (FAS: fixed-area sampling), çizgi kesişim örnekleme (LIS: line intersect sampling), çap-relaskop örnekleme (DRS: diameter relascope sampling), düşey mesafe örnekleme (PDS: perpendicular distance sampling) ve çizgi kesişimi-uzaklık örnekleme (LIDS: line intersect distance sampling). Genel olarak, FAS ve LIS, Ulusal Orman Envanteri'nde en yaygın kullanılan iki yöntemdir (De Meo ve ark., 2017). Bu yöntemler uygulanabilirlik ve işlevsellik açısından değişken alan yarıçap veya çap relaskop örneklemesine göre daha avantajlıdır. FAS, Avrupa'da Ulusal Orman Envanteri'nde yabancı ölü odun değerlendirmek için en

yaygın kullanılan yöntemdir, LIS ise İsviçre Orman Envanteri ve Amerika Birleşik Devletleri'nde kütük artıklarını, yakacak odun ve son zamanlarda karbon hesabı ve biyoçeşitlilik için ölü odunları değerlendirmek için kullanılır (Böhl ve Brändli, 2007; Di Cosmo ve ark., 2013; Ligot ve ark., 2012).

Bu çalışma kapsamında hem saf Doğu Ladini hem de Doğu Ladininin hakim olduğu Doğu Ladini + Sarıçam ve Doğu Ladini + Kafkas Göknaı karışık meşcerelerini temsil edecek şekilde ve hem de maliyet, işçilik, zaman faktörlerini dikkate alarak yeterli sayıda geçici örnek alan alınmıştır. Ayrıca hem subjektifliği daha da azaltmak ve hem de ölçüm sayısını artırmak (tekerrür) için her bir örnek alanın 40 m kuzeyinde de örnek alan alınmış ve ölü odun envanteri ölçümü yapılmıştır. Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkında örnek alanlar alınırken dikkat edilen özellikler ve alınan örnek alan sayıları aşağıda belirtilmiştir.

- ❖ Karagöl-Sahara Milli Parkında fizyografik veya meşcere özellikleri de dikkate alınarak; Karagöl Bölümünde 300 x 300 m aralıklarla sistematik olacak şekilde 136 örnek alan, Sahara Bölümünde ise 200 x 200 m aralıklarla olacak şekilde 104 örnek alan ve toplamda Milli Park sahasında 240 örnek alan alınmıştır.
- ❖ Veliköy Orman İşletme Şefliğinde örnek alanların sayısı bonitet sınıfı, yaş sınıfı, ve sıklık derecesi dikkate alınarak seçilmiştir. Yani, örnek alanların sayısı, 5 yaş sınıfı (1: 21-40, 2: 41-60, 3: 61-80, 4: 81-100, 5: >100 yıl) X 5 bonitet sınıfı (I. BS:30.0-33.0 m, II. BS:27.0-30.0 m, III. BS:24.0-27.0 m, IV. BS:21.0-24.0 m ve V. BS:18.0-21.0) X 3 kapallık (1: %11-40, 2: %41-70, 3: >%70) X 3 meşcere tipi (1: saf Ladin, 2: Ladin+Sarıçam, 3: Ladin+Göknaı meşceresi) X 2 tekerrür olacak şekilde toplamda 450 olacak şekilde planlanmıştır. Ancak Veliköy Orman İşletme Şefliğinde yer alan meşcerelerin meşcere tipi X yaş sınıfı X bonitet sınıfı X sıklık derecesi gibi çeşitli meşcere özellikleri itibariyle dağılımı incelendiğinde alınabilecek (bazı özelliklerden meşcere bulunmadığı için: örneğin II. yaş sınıfı II. bonitet sınıfı ve 1 kapallık sınıfında saf Ladin, Ladin+Sarıçam ve Ladin+Göknaı meşceresi bulunmamaktadır) örnek alan sayısının 182 olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte bazı meşcere özelliklerinden daha fazla ölçüm yapılarak toplamda 236 örnek alan alınmıştır. Araştırma alanı Şekil 6'da'da verilmiştir.



Şekil 6. Örnek alanların çalışma alanına konumsal olarak dağılımı

Örnek alanların büyüklükleri, hasılat-amenajman araştırmalarında meşcere yapısına bağlı olarak, 200-10000 m² arasında değişmekte olup; genellikle 400-800 m² arasında alınmaktadır. Karışık meşcerelerde ise alınacak örnek alanların büyüklükleri meşcere yapısını yansıtacak şekilde saf meşcerelere oranla daha büyük olmalıdır (Kalıpsız, 1984). Bu çalışmada meşcere kapalılığına (%11-40: 1 kapalı:800 m²; %41-70: 2 kapalı: 600 m²; >%70: 3 kapalı: 400 m²) göre örnek alan büyüklüğü dairesel olarak belirlenmiştir.

Her bir örnek alanda;

- ❖ Örnek alanların genel özellikleri (koordinat, eğim, bakı, yükselti, yamaç durumu, yol-yerleşim-dere-sırta olan uzaklık),

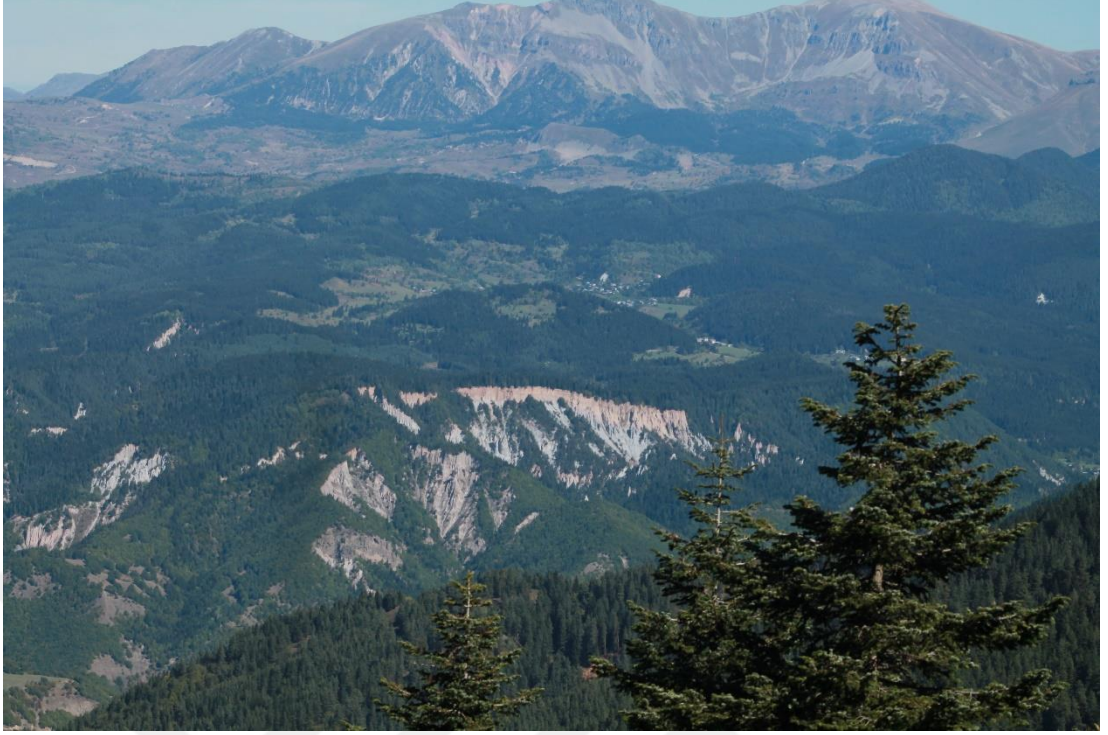
- ❖ Örnek alan sınırları içerisinde kalan tüm ağaçların türleri ve sayıları,
- ❖ Örnek alanlarda göğüs çapları 8 cm ve daha büyük tüm ağaçların ($d_{1.30} > 8.0$ cm) göğüs çapları,
- ❖ Her çap basamağına dengeli bir şekilde dağıtılan 10-15 ağaçta boy,
- ❖ Meşcere bonitetinin belirlenmesi için hektarda 100 ağaç yöntemine göre en boylu ağaçların boyu,
- ❖ Meşcere yaşı için meşcere orta çapına yakın 2-3 ağacın yaşı ölçülmüştür.

Örnek alandaki ölü odunlara ilişkin yapılan ölçümler:

- Dikili kurularda göğüs çapı, ağaç boyu, bozulma aşaması,
- Kütüklerde kütük çapı (Uzunluğu 30 cm'ye kadar olan kütüklerin kesilen yüzey olan 30 cm yüksekliğindeki (ince uç) çap, uzunluğu 30-130 cm arasında olan kütüklerin ise orta çapı) ve kütük boyu, bozulma aşaması,
- Devrik kurularda boyu < 6 m ve göğüs çapı 4 cm'den büyük ağaçlar için dip, orta ve uç çap ve kesit uzunluğu, bozulma aşaması; boyu > 6 m devrik kurular için kütük çapı, göğüs çapı ve 4.3, 8.3, ...olacak şekilde 4 m aralıkla gövde çapı, toplam boy ve bozulma aşaması ölçülmüştür.

Örnek alandaki dikili canlı ve dikili kuru ağaçların göğüs çapı ($d_{1.30}$), kütüklerin çapı, devrik kuruların gövde çapları çap ölçer ile mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Ağaçların boyları cm duyarlılığında Haglöl-Vertex III Dijital Boy Ölçer ile ölçülmüştür. Ağaçların yaşları, öncelikle göğüs hizasından “Pressler’in Artım Burgusu” ile alınan artım kalemeleri üzerindeki yıllık halka sayısı sayılarak belirlenmiştir. Bu yaşa ağacın 1.30 m'deki göğüs hizasına gelme yaşı (tür bazında örnek alan veya civarındaki 2-3 adet fidanda göğüs yüksekliğine ulaşma yaşı belirlenerek) eklenerek belirlenmiştir. Devrik kuru ağaçların uzunluğu şeritmetre ile ölçülmüştür. Her bir örnek alanın koordinatları GPS ile alınmıştır. Örnek alanın bakışı pusula kullanılarak tespit edilmiştir.

Ağaç üzerinde yapılan ölçümler ile örnek ağaçların seçildiği meşcerelere ilişkin görseller Şekil 7-21'de verilmiştir.



Şekil 7. Veliköy Orman İşletme Şefliği saf Ladin meşcerelerinden genel bir görünüm



Şekil 8. Veliköy Orman İşletme Şefliği Ladin+Göknar karışık meşcerelerinden genel bir görünüm



Şekil 9. Veliköy Orman İşletme Şefliği Ladin+Sarıçam meşcerelerinden genel bir görünüm



Şekil 10. Karagöl –Sahara Milli Parkı Sahara Bölümü Ladin+Göknar+Sarıçam meşcerelerinden genel bir görünüm



Şekil 11. Karagöl –Sahara Milli Parkı Karagöl Bölümü meşcerelerinden genel bir görünüm



Şekil 12. Dikili kuru ağaçlardan genel bir görünüm



Şekil 13. Tepesi kırık dikili kuru ağaçlardan genel bir görünüm



Şekil 14. Araştırma sahası içerisinde bulunan dip kütüklere ilişkin bazı görseller



Şekil 15. Araştırma sahası içerisinde bulunan devrik kuru ağaçlara ilişkin görseller



Şekil 16. Yatık gövde ve dal parçaları kurularından genel bir görünüm



Şekil 17. Dikili ağaçlarda yapılan yaş ve artımla ilgili ölçümlerden genel bir görünüm



Şekil 18. Dikili ağaçlarda yapılan çap ölçümleriyle ilgili genel bir görünüm



Şekil 19. Yatık-devrik ölü ağaçlarda yapılan çap ölçümlerinden genel bir görünüm



Şekil 20. Yatık-devrik ölü ağaçlarda yapılan çap-boy ölçümlerinden genel bir görünüm



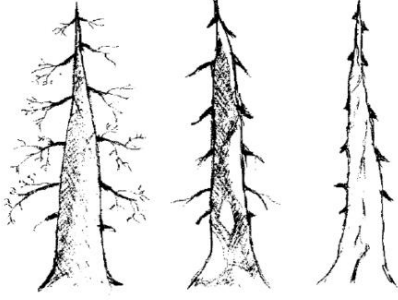
Şekil 21. Kütüklerde yapılan ölçümlerden genel bir görünüm

2.2.1 Ölü Odun Çeşitlerinin Sınıflandırılması

Bu çalışmada üç çeşit ölü odun çeşidi dikkate alınmıştır: (a) dikili ölü ağaçlar, (b) kütükler ve (c) yatık-devrilmiş ölü ağaçlar (Tablo 5).

Tablo 5. Bu çalışmada sınıflandırılan ölü ağaç türleri ve özellikleri

Ölü ağaç türü	Özellikleri
Dikili kuru ağaç	Göğüs çapı 4 cm'den daha kalın ve boyu 130 cm'den daha uzun olan ağaçlar (gövde odunlu veya gövde odunsuz), tepesi kırık ağaçlar (Harmon ve Sexton 1996)
Kütükler - ağaç kökleri	Planlı veya yasadışı olarak kesilmiş ağaçlardan boyu (toprak üstündeki yüksekliği) 10-130 cm arasında ve çapları 6 cm'den daha kalın olanlar
Yatık-devrilmiş kuru ağaçlar	Yatık ve devrilmiş ağaçlardan orta çapı ≥ 6 cm ve uzunluğu ≥ 15 cm olanlar

Ölü ağaç türü	Ölü ağaç görünümü
Dikili kuru ağaçlar	
Tepesi kırık dikili kuru ağaçlar	
Yatık-devrilmiş kuru ağaçlar	
Kütükler	

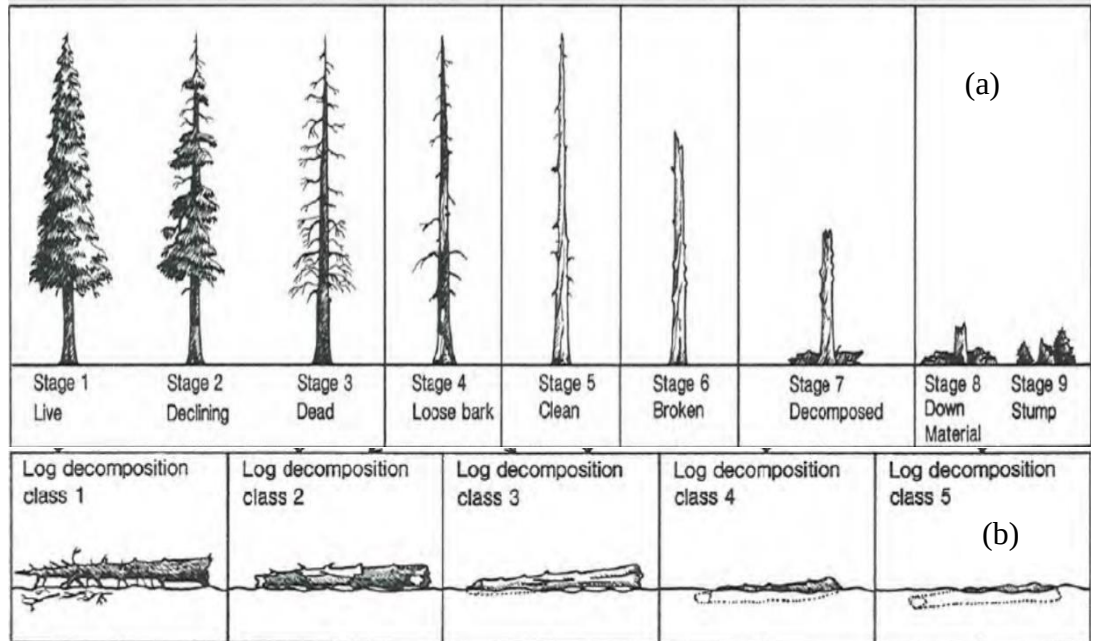
Şekil 22. Toprak üstü ölü ağaç türleri

Maser ve ark. (1979) ile Hunter (1990) tarafından sınıflandırılan ölü ağaçların özellikleri, görünümleri ve bozulma aşamaları aşağıda verilmiştir.

- 1) Dikili ölü ağaçlar: Örnek alandaki $d1.30 \geq 4$ cm olan dikili kuru ağaçlar, (Şekil 23a: Aşama 3-7)
- 2) Yatık-devrilmiş ölü ağaçlar: Örnek alandaki $d1.30 \geq 7$ cm olan yatık ağaçlar, (Şekil 23b: Aşama 1-5)
- 3) Kütükler-ağaç kökleri: Örnek alan içindeki kütükler, ölü ağaç kökleri (Şekil 23a: Aşama 8-9)

Ölü odunun bozulma durumunu tahmin etmek için Hunter (1990), Næsset (1999) ve Bayraktar ve ark. (2020) tarafından önerilen ölçek aşağıda verilmiştir.

- I. Yeni ölmüş: Kabuk sağlam, küçük dallar mevcut, gövde odunu sağlam ve çürümemiş.
- II. Az çürümüş: Gevşek kabuk, kısmen dökülmüş veya parçalanmış, kısmen küçük dallar mevcut, diri odun (sapwood) sağlam ancak gövde çürümeye bağlı olarak (0-3 cm) yumuşamaya başlamış.
- III. Orta çürük: Sadece kabuk parçaları var, küçük dallar yok, diri odun (sapwood) biraz zarar görmüş, başka bir ifadeyle bir bıçakla kolayca parçalanabilecek şekilde çürümüş, öz odun (hardwood) sağlam ve sert.
- IV. Çok çürümüş: Kabuk yok, küçük dallar yok, diri odun (sapwood) önemli derecede bozulmuş, öz odun (hardwood) yumuşamış ve bozulmaya başlamış.
- V. Tamamına yakını çürümüş: Kabuk yok, küçük dallar yok, diri odun (sapwood) tamamen ayrılmış, öz odun (hardwood) önemli derecede bozulmuş ve çürümüş.



Şekil 23. Ölü ağaçların bozulma aşamaları

2.2.1 Ölü Ağaçların Hacimlendirilmesi

Bazı araştırmacılar dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuru ağaçları ağaç hacim denklemleri ile (Sippola ve ark., 1998; Motta ve ark., 2006; Oheimb ve ark., 2007;

Burrascano ve ark., 2008; Du Cros ve Lopez, 2009; Di Cosmo ve ark., 2013; Motta ve ark., 2015; Karahalil ve ark., 2017; Rimle ve ark., 2017; Vasile ve ark., 2017; Keren ve Diaci, 2018; Behjou ve ark., 2018; Błońska ve ark., 2019a; Bayraktar ve ark., 2020; Senhofa ve ark., 2020) hacimlendirirken bazıları da göğüs boyu şekil katsayısı (Sippola ve ark., 1998; Burrascano ve ark., 2008; Paletto ve ark., 2014; Chmura ve ark., 2016; Herrero ve ark., 2016; Puletti ve ark., 2019; De Meo ve ark., 2017; Staniaszek-Kik ve ark., 2019; Paletto ve ark., 2020; Senhofa ve ark., 2020) yöntemiyle (gövde şeklini koni veya parabolit olarak kabul ederek) hesaplamışlardır. Kütük hacmini bazı araştırmacılar dip çapı ölçerek (20 cm) ve nayloid eşitliğini (silindir hacminin dörtte biri) kullanarak (Kramer ve Akça, 1995; Oheimb ve ark., 2007), bazı araştırmacılar kesilen yüzeydeki çapı ölçerek ve silindir hacim eşitliğini kullanarak (Burrascano ve ark., 2008; Di Cosmo ve ark., 2013; Puletti ve ark., 2019), bazı araştırmacılar kütük çapını ölçerek ve silindir hacim eşitliğini kullanarak (Herrero ve ark., 2016), bazı araştırmacılar koni eşitliğini (silindir hacminin üçte biri) kullanarak (Staniaszek-Kik ve ark., 2019), bazı araştırmacılar kalın ve ince çapı ölçerek ve Smalian (uçlardaki yüzeyler ortalaması) eşitliğini kullanarak (Senhofa ve ark., 2020), bazı araştırmacılar kalın ve ince çapı ölçerek ve uçlardaki çaplar ortalaması eşitliğini kullanarak (Paletto ve ark., 2014 ve 2020; De Meo ve ark., 2017; Bayraktar ve ark., 2020), bazı araştırmacılar kalın ve ince çapı ölçerek ve kesik koni eşitliğini kullanarak (Motta ve ark., 2006 ve 2015; Vasile ve ark., 2017; Keren ve Diaci, 2018), bazı araştırmacılar orta çapı ölçerek ve Huber (orta yüzey eşitliği) eşitliğini, diğer bir ifadeyle silindir eşitliğini kullanarak (Kramer ve Akça, 1995; Sippola ve ark., 1998; Du Cros ve Lopez, 2009; Herrero ve ark., 2016; Puletti ve ark., 2019; Karahalil ve ark., 2017; Behjou ve ark., 2018; Błońska ve ark., 2019a) hesaplamışlardır. Tepesi kırık olmayan bütün yatık -devrik kurullarda ağaçların hacimleri, bazı araştırmacılar tarafından ağaç hacim denklemleri ile hesaplanırken (Kramer ve Akça, 1995; Oheimb ve ark., 2007; Puletti ve ark., 2019), gövde ve dal parçaları şeklinde olan devrik kurullarda ise bazı araştırmacılar orta çapı ölçerek Huber (orta yüzey) eşitliği, diğer bir ifadeyle orta çapa göre silindir hacmi (Kramer ve Akça, 1995; Sippola ve ark., 1998; Oheimb ve ark., 2007; Du Cros ve Lopez, 2009; Puletti ve ark., 2019; Karahalil ve ark., 2017; Behjou ve ark., 2018; Błońska ve ark., 2019a ; Senhofa ve ark., 2020) ile, bazı araştırmacılar kalın ve ince çapı ölçerek Smalian (yüzeyler ortalaması) eşitliği ile (Paletto ve ark., 2014;

Parobeková ve ark., 2018), bazı araştırmacılar kalın ve ince çapı ölçüp ortalamasını alarak Huber (orta yüzey) eşitliği ile (De Meo ve ark., 2017), bazı araştırmacılar kalın ve ince çapı ölçerek kesik koni eşitliği ile (Vasile ve ark., 2017; Staniaszek-Kik ve ark., 2019), bazı araştırmacılar her 2 m’de olmak üzere kalın ve ince çapı ölçerek kesik koni eşitliği ile (Di Cosmo ve ark., 2013), bazı araştırmacılar dip, orta ve uç çapı ölçerek Huber (orta yüzey), Smalian (uçlardaki yüzeyler ortalaması), Newton-Riecke, centroid, uçlardaki çaplar ortalaması, kesik koni ve koni-paraboloit eşitliği (Herrero ve ark., 2016) ile hesaplanmıştır.

Bu çalışmada dikili kurullarda göğüs çapı ve ağaç boyu; kütüklerde kütük çapı ve kütük boyu, devrik kurullarda ise <6 m için dip, orta ve uç çap ve kesit uzunluğu, >6 m için kütük çapı, göğüs çapı ve 4.3, 8.3, ...olacak şekilde 4 m aralıkla gövde çapı ve toplam boy ölçülmüştür. Dikili kuru ve tepesi kırık dikili kurullarda (h>1.3 m) göğüs çapı ve boyu ölçülmüş ve göğüs boyu şekil katsayısı yöntemi (gövde şeklinin koni-paraboloit arasında olduğu kabul edilmiştir: paraboloit için $f_{1.3}$: 0.5, koni için $f_{1.3}$: 0.33) ile hacimleri hesaplanmıştır. Uzunluğu 30 cm’ye kadar olan kütüklerin kesilen yüzey olan 30 cm yüksekliğindeki (ince uç) çap ölçülerek silindir hacim eşitliği ile, uzunluğu 30-130 cm arasında olan kütüklerin ise orta çap ve uzunluk ölçülerek Huber-Orta Yüzey eşitliği ile hacimleri hesaplanmıştır. Boyu <6 m olan devrik kurulların dip, orta ve uç çap ve uzunluk ölçülerek Newton-Riecke eşitliği ile, boyu >6 m olan devrik kurulların için ise kütük çapı, göğüs çapı ve 4.3, 8.3, ...olacak şekilde 4 m aralıkla gövde çapı ve toplam boy ölçülerek dip kısmı silindir hacim eşitliği, seksiyon bölümü uçlardaki yüzeyler ortalaması (Smalian F.) eşitliği, uç kısım ise koni eşitliği ile hesaplanmıştır (Kalıpsız, 1984; Kramer ve Akça, 1995).

Dikili kuru, tepesi kırık dikili, yatık-devrik ağaç, dip kütük şeklinde olan ölü ağaçların hacimleri aşağıda verilen eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır.

Dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuru hacmi:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{1.3}^2 \cdot h \cdot f_{1.3} \quad (f_{1.3}: 0.415, \text{ koni-paraboloit ortası}) \quad (1)$$

Kütük hacmi:

$$\text{Boyu} < 0.30 \text{ m} \quad V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.3}^2 \cdot 0.3 \quad (2)$$

$$\text{Boyu } 0.30\text{-}1.30 \text{ m} \quad V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.5}^2 \cdot l \quad (3)$$

Devrik kuru hacmi:

$$\text{Boyu } < 6 \text{ m} \quad V = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot (d_0^2 + 4d_{0.5}^2 + d_n^2) \cdot l \text{ (Newton-Riecke eşitliği)} \quad (4)$$

$$\begin{array}{l} \text{Kütük} \\ \text{bölümü} \end{array} \quad V_{\text{kütük}} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.3}^2 \cdot 0.3 \quad (5)$$

$$\begin{array}{l} \text{Boyu } > 6 \text{ m} \\ \text{Seksiyon} \\ \text{bölümü} \end{array} \quad V_{\text{seksiyon}} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot (d_0^2 + d_n^2) \cdot l \quad (6)$$

$$\text{Uç parça} \quad V_{\text{uç}} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot d_n^2 \cdot l \quad (7)$$

$$\text{Toplam} \quad V_{\text{Toplam}} = V_{\text{kütük}} + V_{\text{seksiyon}} + V_{\text{uç}} \quad (8)$$

Burada $d_{0.3}$ kütük çapını, d_0 dip çapını, $d_{0.5}$ orta çapı, d_n uç çapını, h ağaç boyunu, l kesit uzunluğunu göstermektedir.

Dikili kuru, yatık-devrik ağaç, dip kütük şeklinde olan ölü ağaçların hacimleri yukarıdaki eşitlikler yardımıyla tahmin edildikten sonra her bir örnek alandaki toplam değerleri hesaplanmış ve hektar başına değerlere dönüştürülmüştür.

2.2.2 Meşcere Hacminin Hesaplanması

Meşcere hacim tahmininde, meşcere orta ağaç yöntemi, gövde hacim tablosu yöntemi, açılı sayım yöntemi, altı ağaç yöntemi, hasılat tablosu yöntemi, meşcere hacim denklemleri yöntemi, kritik boy ortalaması yöntemi, 3P örnekleme, Importance örnekleme, merkezi örnekleme gibi değişik metotlar tercih edilmektedir (Kalıpsız, 1984). Bununla birlikte, pratik olması nedeniyle uygulamada en çok ağaç hacim tablolarından yararlanılmaktadırlar (Kalıpsız, 1984). Bu çalışmada, örnek alanlardaki hacim tahminlerinde daha önce geliştirilmiş ve Şavşat yöresi için geçerli olan ağaç hacim denklemleri kullanılmıştır.

Sadece göğüs çapı ölçülen ağaçların hacimlerinin hesaplanmasında, Doğu Ladini için Çakır (2018), Sarıçam için Yavuz ve ark. (2010), Kafkas Göknaarı için Yazıcı (2019) tarafından geliştirilmiş tek girişli ağaç hacim denklemleri kullanılmıştır. Hem göğüs

çapı hem de ağaç boyu ölçümü yapılan ağaçların hacimleri ise Doğu Ladini için Akalp (1978), Sarıçam için Yavuz ve ark. (2010), Kafkas Göknarı için Yazıcı (2019) tarafından geliştirilmiş çift girişli ağaç hacim denklemleri kullanılmıştır. Ayrıca bazı örnek alanlarda az sayıda bulunan (%10'dan daha az) Doğu Kayını, Meşe, Titrek Kavak ve Gürgen ağaç türlerinin hacimleri de ilgili ağaç türleri için geçerli ağaç hacim denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Doğu Kayını için Carus (1998), Meşe için Eraslan (1954), Titrek Kavak için Bayburtlu (2007) tarafından geliştirilmiş olan hacim denklemleri kullanılmıştır. Gürgen ağaçlarının hacimleri ise bu ağaca büyüme formu bakımından en yakın olan Doğu Kayını hacim denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Doğu Ladini, Sarıçam ve Kafkas Göknarı için kullanılan tek girişli ağaç hacim denklemleri:

$$\text{Doğu Ladini} \quad V = 0.000143 d^{2.482109} \quad (9)$$

$$\text{Sarıçam} \quad \ln V = -8.209 + 2.324 \ln d - 3.664/d \quad (10)$$

$$\text{Kafkas Göknarı} \quad V = 0.0000424688 d^{2.85763} \quad (11)$$

Doğu Ladini, Sarıçam ve Kafkas Göknarı için kullanılan çift girişli ağaç hacim denklemleri:

$$\text{Doğu Ladini} \quad V = d^2(0.00032505 + 0.00002453h) \quad (12)$$

$$\text{Sarıçam} \quad \ln V = -9.769 + 1.872 \ln d + 0.987 \ln h + 5.784/h^2 \quad (13)$$

$$\text{Doğu K. Göknarı} \quad V = d^2(0.000086534 + 0.0000367103h) \quad (14)$$

Doğu Kayını, Meşe, Titrek Kavak ve Gürgen ağaç türleri için kullanılan ağaç hacim denklemleri:

$$\text{Doğu Kayını} \quad V = d^2 \cdot (-0.000116988 + 0.0000397641 \cdot h) \quad (15)$$

$$\text{Meşe} \quad V = 0.062151 d^{2.067172} h^{0.765174} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \text{Titrek Kavak} \quad \log V = & -4.754 + 2.636 \log d + 0.055h - 0.103(\log d)^4 - \\ & 1.341 \left(\frac{1}{h}\right)^2 + 1.18 \left(\frac{1}{h}\right) - 0.133 \left(\frac{1}{d}\right)^2 + 1.045 \left(\frac{1}{d}\right) \end{aligned} \quad (17)$$

biçimindedir. Her iki tür için yukarıda sözü edilen çift girişli ağaç hacim denklemleri kullanılarak, örnek alanlardaki tek ağaçların hacimleri hesaplanmıştır. Örnek alanların alındığı her bir meşcerenin hektardaki hacim değerleri ise 18 nolu eşitlikle hesaplanmıştır.

$$V = \frac{10000}{a} v \quad (18)$$

Burada, v; bir örnek alandaki tek ağaç hacimlerini (m^3), V; hektardaki hacmini (m^3), a; örnek alanı büyüklüğünü (m^2) göstermektedir. Meşcerenin hektardaki toplam hacim, hesaplanan meşcere hacimlerinin toplanması ile hesaplanmıştır.

2.2.3 Örnek Alanların Diğer Değerlerinin Hesaplanması

Örnek alandan elde edilen veriler kullanılarak, ağaç sayısı, orta boyu, yaşı, orta çapı, üst boyu, göğüs yüzeyi ve hacim değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu meşcere elemanları, ölü ağaç hacminin değişiminin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Eşityaşlı bir meşcerelerde ortalama yaş, örnek alanda “orta çapa yakın 4-5 ağacın yaşların aritmetik ortalaması” olarak hesaplanmaktadır (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984). Çalışmada, her bir örnek alanda meşcere orta çapına yakın 2-3 ağacın yaşı ölçülmüştür.

Örnek alanlar için orta çap olarak meşcere göğüs yüzeyi orta ağacının çapı ($\bar{d}_g$) esas alınmıştır. Uygulamalarda hacim orta ağacına çok yaklaşması ve kesin bir değer ifade etmesi bakımından “göğüs yüzeyi orta ağacının çapı” tercih edilmektedir (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984).

$$\bar{d}_g = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \bar{g}} = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}} \quad (19)$$

Burada, $\bar{g}$ = ortalama göğüs yüzeyini, $\bar{d}_g$ göğüs yüzeyi orta ağacının çapının = örnek alandaki ağaç sayısını, d = ağaçların göğüs çaplarını belirtmektedir.

Göğüs yüzeyi orta ağacının boyu “meşcere orta boyu” olarak alınmıştır. “Göğüs yüzeyi orta boyu”, göğüs yüzeyi orta ağacının çapının, ilgili tür için düzenlenmiş “meşcere boy eğrisinde” yerine konulmasıyla hesaplanmıştır (Kalıpsız, 1998).

“Hektarda 100 ağaç” hesabı ile örnek alana düşen sayıda “en boylu ağaçların aritmetik” ortalaması alınarak “üst boylar” hesaplanmıştır (Kalıpsız, 1998).

Geçici örnek alanlardan elde edilen meşcere yaşı ve üst boy değerleri ile anamorfik yöntem kullanılarak yetiştirme ortamı verim gücü belirlenmiştir. “Standart yaş olarak adlandırılan belirli bir yaştaki üst boy değeri”, yetiştirme ortamı verim gücü göstergesi olarak kullanılmaktadır ve bonitet endeksi olarak adlandırılmaktadır (Kalıpsız, 1998). Doğu Ladini için “uzun idare süreli” işletildiğinden standart yaş 100 yıl olarak alınmıştır.

Örnek alanlardaki çapı 8 cm’den daha büyük ağaçlar sayılarak Eşitlik 20’deki hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak “hektardaki ağaç sayıları” hesaplanmıştır.

$$N = \frac{10000}{a} n \quad (20)$$

Burada, n = örnek alandaki ağaç sayısını, N = hektardaki ağaç sayısını, a = örnek alanı büyüklüğünü göstermektedir. Meşcerenin hektardaki toplam ağaç sayısı ise, hesaplanan ağaç sayılarının toplanması ile bulunmuştur.

Örnek alandaki ağaçların hektardaki “göğüs yüzeyleri toplamının” hektara çevrilmesi ile hesaplanmıştır.

$$G = \frac{10000}{a} \cdot \frac{\pi}{4} \sum d^2 \quad (21)$$

Burada, d; ağaçların göğüs çaplarını (cm), G; hektardaki göğüs yüzeyini (m²), a; örnek alanı büyüklüğünü göstermektedir.

Curtis ve ark. (1981) tarafından geliştirilen Oransal Sıklık Endeksi ile meşcere sıklığı hesaplanmıştır. Oransal Meşcere Sıklığı (OMS) aşağıdaki eşitliği ile belirlenmektedir (Kapucu ve ark., 2002).:

$$OMS = \frac{G}{\sqrt{\bar{d}_g}} \quad (22)$$

Bu eşitlikte, G (m²/ha); hesaplanan toplam göğüs yüzeyini, $\bar{d}_g$ (cm) ise; göğüs yüzeyi orta ağacının çapını göstermektedir.

2.2.4 Veri Analizi

Toplam ölü odun hacmi üzerinde etki eden faktörleri ve etki derecelerini belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Ölü odun hacmi ile orta çap, orta boy, meşcere yaşı, bonitet endeksi, sıklık derecesi, meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı gibi meşcere değişkenleri, eğim, bakı, yükseklik, yola ve yerleşim yerine olan uzaklık gibi mevki özellikleri arasında 0.05 önem düzeyinde korelasyon testi yapılmıştır.

Toplam ölü odun hacminin tahmin edilmesinde orta çap, orta boy, meşcere yaşı, bonitet endeksi, sıklık derecesi, meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı gibi meşcere değişkenleri, eğim, bakı ve yükseklik gibi fizyografik faktörler, yola ve yerleşim yerine olan uzaklık değişkenleri ile bu değişkenlerden türetilen birçok bağımsız değişkenin fonksiyonu olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bunun için toplam ölü odun hacmini tahmin eden çoğul regresyon modelleri, “İleri Doğru Seçim (Forward Selection)”, “Geriye Doğru Seçim (Bacward Selection)” ve “Aşamalı Regresyon (Stepwise Selection)” yöntemleri kullanılarak SPSS paket programı (SPSS 19.0 Inc., 2010) ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak p<0.05 önem düzeyi ile anlamlı, Düzeltmiş Belirtme Katsayısı (R²) en büyük, Standart Hatası (Sy.x) en küçük ve ayrıca biyolojik kurallar ile uyumlu olan modeller seçilmiştir.

Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkı araştırma alanlarında dikili kuru, kütük, devrik kuru, toplam ölü odun hacmi, ölü odun hacim oranı ve her

bir bozulma evresinin farklı olup olmadığını araştırmak için Bağımsız İki Örneklem T-Testi yapılmıştır. Her iki araştırma alanı için ayrı ayrı olacak şekilde dikili kuru, kütük, devrik kuru, toplam ölü odun hacmi ve her bir bozulma evresinin yaş, bonitet endeksi, sıklık derecesi, gelişim çağı ve kapalılık gibi meşcere ve eğim, bakı, yükselti, yola ve yerleşim yerine uzaklık gibi mevki parametrelerine göre farklılık göstermediğini test etmek amacıyla tek-yönlü-varyans analizi (ANOVA), grup ortalamaları arasında farklılık olması durumunda da farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı belirlemek için ise Tukey HSD Testi yapılmıştır. Ayrıca tüm konumsal analizlerde ve harita üretiminde ArcGIS 10.2.1 (ESRI, 2013) yazılımı kullanılmıştır.



3 BULGULAR

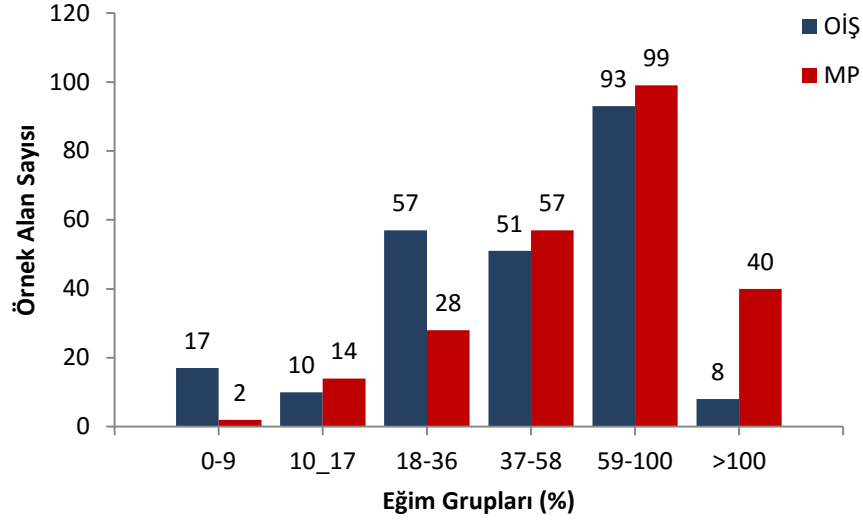
3.1 Örnek Alanların Meşcere ve Fizyografik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Şavşat Orman İşletme Müdürlüğü Veliköy Orman İşletme Şefliğinde alınan 236 ve Karagöl-Sahara Milli Parkı sınırları içerisinde alınan 240 örnek alana ilişkin bazı meşcere ve fizyografik özelliklerin çeşitli istatistiksel bilgileri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Örnek alan verilerine ilişkin bazı istatistiki bilgiler

Veri Kaynağı	Özellik	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Veliköy Orman İşletme Şefliği	Orta Çap (cm)	11.4	25.0	47.4	5.9
	Orta Boy (m)	7.5	18.3	28.0	4.8
	Yaş (yıl)	31.1	88.0	199.0	28.4
	Bonitet Endeksi (m)	12.9	24.9	34.4	4.0
	Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	11.1	40.1	84.1	16.7
	Meşcere Hacmi (m ³ /ha)	65.5	414.8	1000.5	213.9
	Ağaç Sayısı (N/ha)	162.0	911.9	2267.0	377.7
	Sıklık Derecesi	2.37	8.0	15.90	3.1
	Eğim (%)	1.0	51.2	140	28.5
	Yükselti (m)	1152.0	1795.7	2410.0	234.8
	Yola Uzaklık (m)	20.0	329.2	1090.0	270.6
	Yerleşim Yer.Uzak. (m)	45.0	913.6	2450.0	479.0
	Kapalılık (%)	10.1	74.0	100.0	18.5
	Orta Çap (cm)	16.0	25.0	49.9	3.9
Karagöl-Sahara Milli Parkı	Orta Boy (m)	14.1	22.1	29.6	2.1
	Yaş (yıl)	44.0	100.5	143.0	19.3
	Bonitet Endeksi (m)	19.8	26.9	33.9	2.6
	Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	8.8	51.8	86.7	13.4
	Meşcere Hacmi (m ³ /ha)	77.9	597.4	1098.2	172.2
	Ağaç Sayısı (N/ha)	175.0	838.5	2250.0	296.5
	Sıklık Derecesi	2.2	9.6	15.9	2.5
	Eğim (%)	3.0	65.7	140.0	32.1
	Yükselti (m)	1424.0	1807.8	2117.0	143.7
	Yola Uzaklık (m)	25.0	305.0	1080.0	210.0
	Yerleşim Yer.Uzak. (m)	100.0	849.8	2080.0	374.4
	Kapalılık (%)	35.0	84.6	100.0	13.1

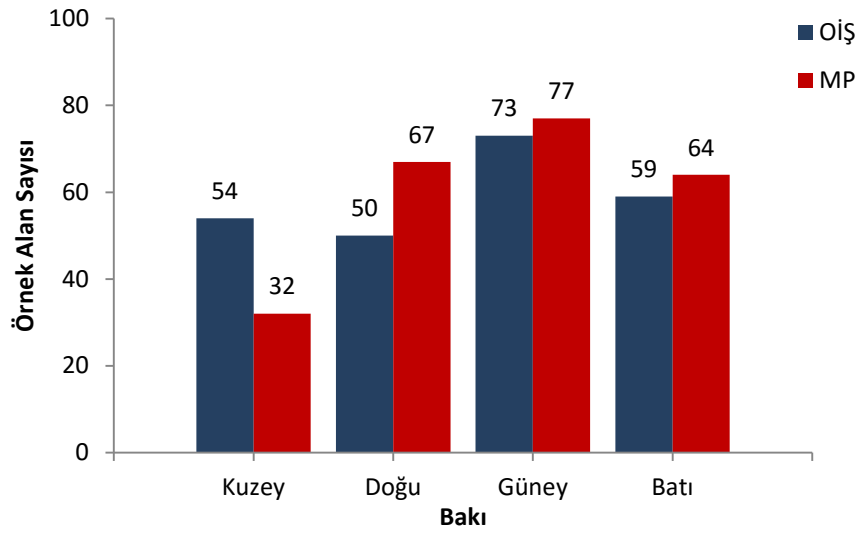
Örnek alanlarının alındığı meşcerelere ait fizyografik faktörlerden eğim, bakı ve yükselti gibi ölçüm ve tespitler Şekil 24, 25 ve 26’da verilmiştir.



Şekil 24. Örnek alanların eğim gruplarına dağılımları

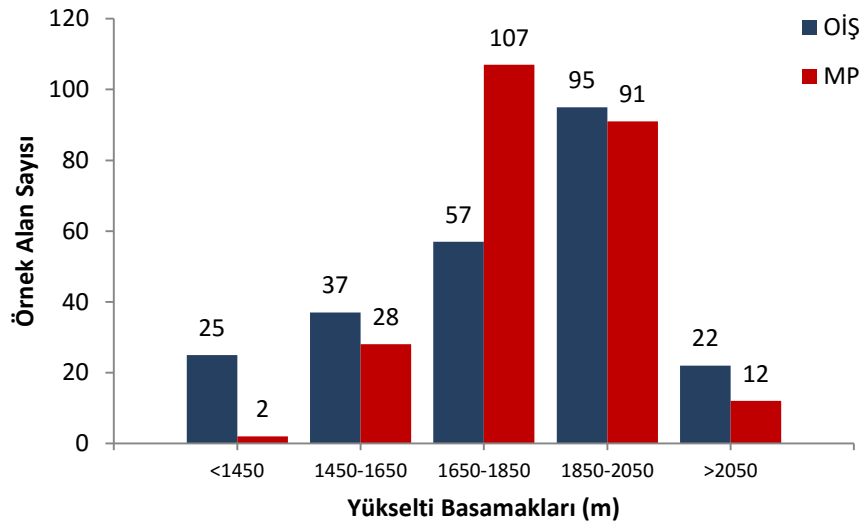
Genel olarak yetiştirme ortamı verimliliği, az eğimli yerlerde ise yüksek, çok eğimli yerlerde ise düşüktür (Çepel ve ark., 1977). Örnek alanlara ilişkin eğim değerleri incelendiğinde (Şekil 24); Veliköy Orman İşletme Şefliğinde alınan 236 örnek alandan 17’nin düz veya az eğimli (%0-9), 10’unun orta eğimli (%10-17), 57’sinin çok eğimli (%18-36), 51’inin dik (%37-58), 93’ünün çok dik (%59-100) ve 8’inin ise sarp (>%100) arazilerde yer aldıkları görülecektir ($\bar{X}$ =%51.2). Diğer taraftan Karagöl-Sahara Milli Parkında alınan 240 örnek alandan 2’sinin düz veya az eğimli (%0-9), 14’ünün orta eğimli (%10-17), 28’inin çok eğimli (%18-36), 57’sinin dik (%37-58), 99’unun çok dik (%59-100) ve 40’ının ise sarp (>%100) arazilerde yer aldıkları görülecektir ($\bar{X}$ =%65.7).

Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki örnek alanların 54’ü kuzey, 50’si doğu, 73’ü güney ve 59’u doğu bakıda yer alırken, Karagöl-Sahara Milli Parkındakileri ise 32’si kuzey, 67’si doğu, 77’si güney ve 64’ü doğu bakıda yer almaktadır (Şekil 25). Diğer taraftan Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki 236 örnek alanın 108’i gölgeli (kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu ve doğu) bakılarda ve 128’i güneşli (güneydoğu, güney, güneybatı ve batı) bakılarda yer alırken, Karagöl-Sahara Milli Parkındaki 240 örnek alanın ise 92’si gölgeli bakılarda ve 148’i güneşli bakılarda yer almaktadır.



Şekil 25. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımları

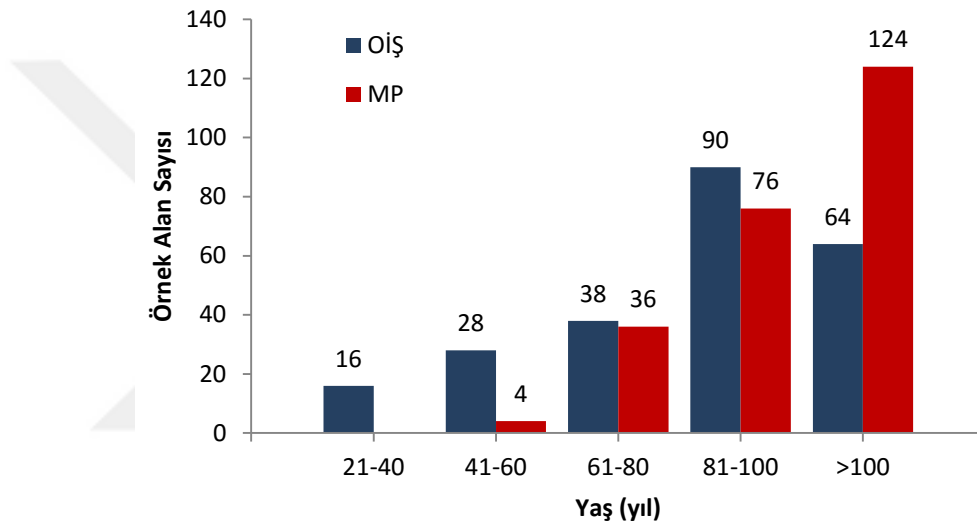
Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki örnek alanların denizden yükseklikleri incelendiğinde 236 örnek alandan 25'sinin <1450 m, 37'sinin 1450-1650 m, 57'sinin 1650-1850 m, 95'inin 1850-2050 m ve 22'sinin >2250 m yükseltiye sahip iken ($\bar{X}$ =1795.7 m), Karagöl-Sahara Milli Parkındaki 240 örnek alanının ise 2'sinin <1450 m, 28'inin 1450-1650 m, 107'sinin 1650-1850 m, 91'inin 1850-2050 m ve 12'sinin >2250 m yükseltiye ($\bar{X}$ =1801.1 m) sahiptir (Şekil 26).



Şekil 26. Örnek alanların yükselti basamaklarına dağılımları

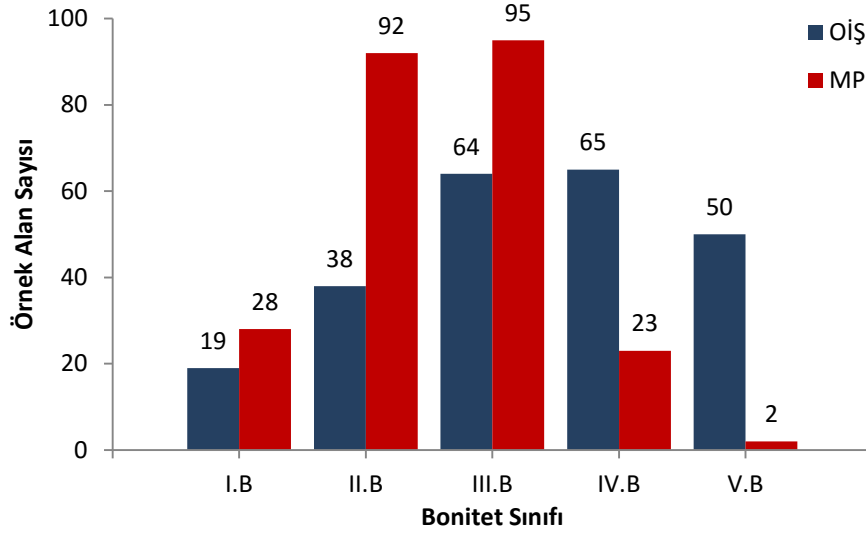
Doğu Ladini uzun idare süreli olarak işletildiğinden standart yaş 100 yıl alınmıştır. Standart yaştaki en büyük ve en küçük boy değerlerinin farkları dikkate alınarak 5 bonitet sınıfı oluşturulmuştur. Bu bonitet sınıflarının sırasıyla üst, orta ve alt sınır değerleri, I. Bonitet için 30.0-31.5-33.0 m, II. Bonitet için 27.0-28.5-30.0 m, III. Bonitet için 24.0-25.5-27.0 m, IV. Bonitet için 21.0-22.5-24.0 m ve V. Bonitet için 18.0-19.5-21.0 m olarak hesaplanmıştır.

Örnek alanların yaş, bonitet, sıklık derecesi gibi önemli meşcere özelliklerine dağılımları Şekil 27, 28 ve 29’da verilmiştir.

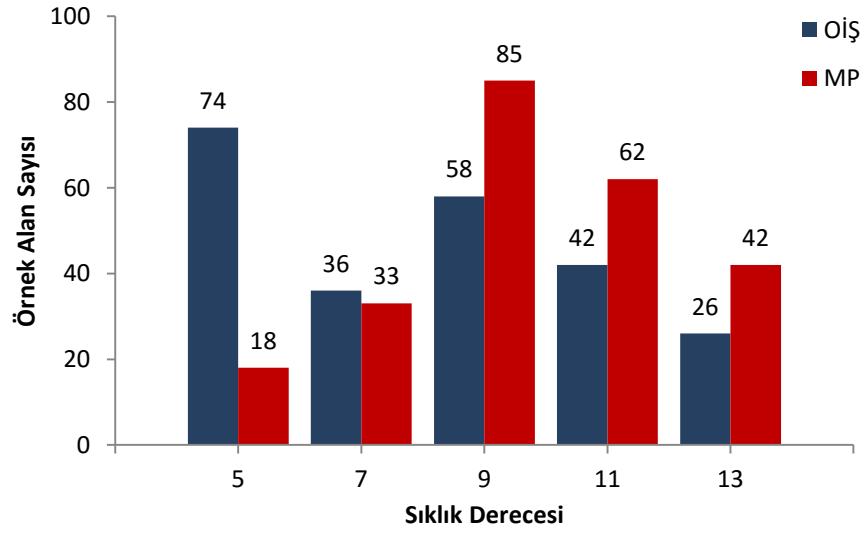


Şekil 27. Örnek alanların yaş sınıflarına dağılımları

Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki örnek alanlar için 21-40, 41-60, 61-80, 81-100 ve >100 yaş sınıflarına göre örnek alanların dağılımı sırasıyla 16, 28, 38, 90 ve 64 iken Karagöl-Sahara Milli Parkındaki örnek alanlar için ise 0, 4, 36, 76 ve 124 adettir (Şekil 27). Örnek alanların bonitet sınıflarına göre örnek alanların dağılımı Veliköy Orman İşletme Şefliği için iyi bonitetten kötü bonitete doğru sırasıyla 19, 38, 64, 65 ve 50 adet iken Karagöl-Sahara Milli Parkı için ise 28, 92, 95, 23 ve 2 adettir (Şekil 28). Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki örnek alanların 74’ü 5, 36’sı 7, 58’i 9, 42’si 11 ve 26’sı 13 sıklık derecesinde yer alırken, Karagöl-Sahara Milli Parkındaki örnek alanların ise 18’i 5, 33’ü 7, 85’i 9, 62’si 11 ve 42’si 13 sıklık derecesinde yer almaktadır (Şekil 29).

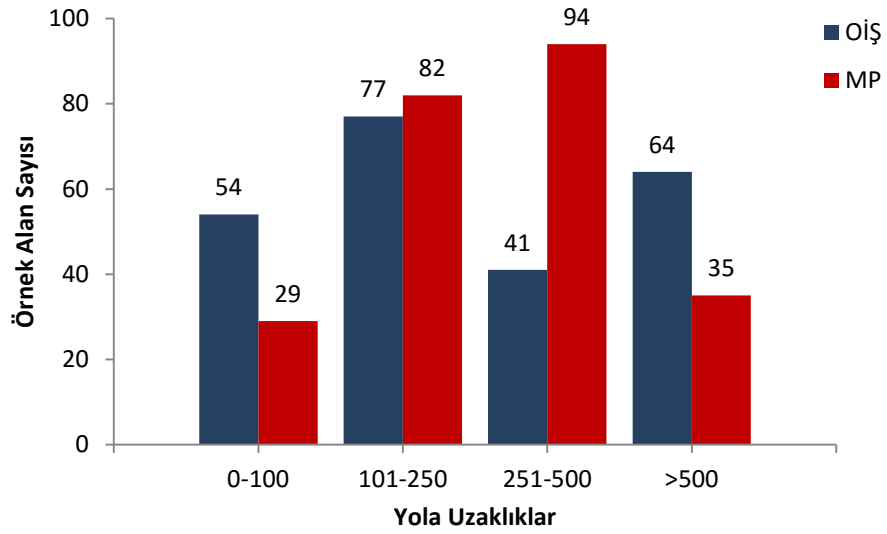


Şekil 28. Örnek alanların bonitet sınıflarına dağılımları

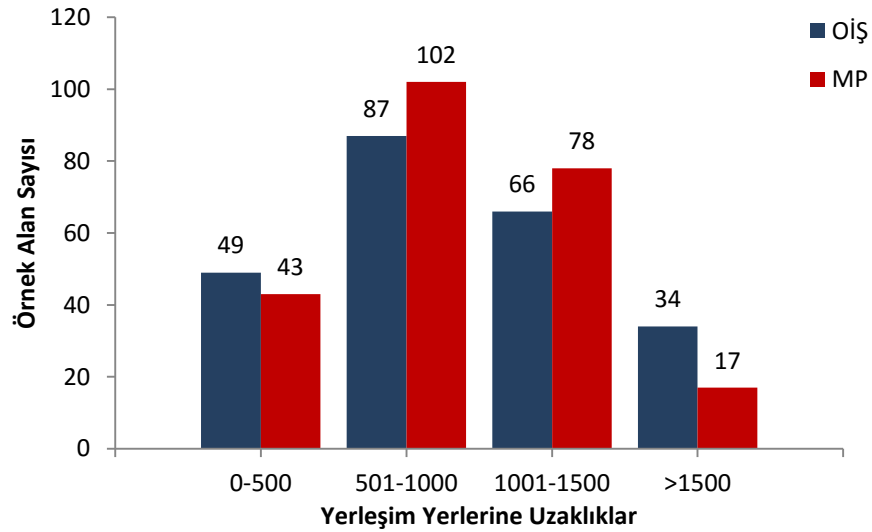


Şekil 29. Örnek alanların sıklık derecelerine dağılımları

Bu çalışma kapsamında sosyal baskı ve ağaç veya odunlara uzaklık ve bunlara ulaşımın kolaylığı değerlendirildiğinde ormanda doğal veya yapay olarak oluşan ölü ağaçların miktarını yola ve yerleşim yerlerine olan uzaklıklar önemli oranda etkilemektedir. Örnek alanların yol ve yerleşim yerlerine uzaklıklara göre dağılımları Şekil 30 ve 31’de verilmiştir



Şekil 30. Örnek alanların yola uzaklıklarına göre dağılımları



Şekil 31. Örnek alanların yerleşim yerlerine uzaklıklarına dağılımları

Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki örnek alanlar için 0-100, 101-250, 251-500 ve >500 m yola uzaklık sınıflarına göre örnek alanların dağılımı sırasıyla 54, 77, 41 ve 64 adet iken Karagöl-Sahara Milli Parkındaki örnek alanlar için ise 29, 82, 94 ve 35 adettir (Şekil 30). Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki örnek alanların 49'u 0-500 m, 87'si 501-1000 m, 66'sı 1001-1500 m ve 34'ü >1500 m yerleşim yerine uzaklık sınıfında yer alırken, Karagöl-Sahara Milli Parkındaki örnek alanların ise 43'ü 0-500 m, 102'si 501-1000 m, 78'i 1001-1500 m ve 17'si >1500 m yerleşim yerine uzaklık sınıfında yer almaktadır (Şekil 31).

3.2 Ölü Ağaçların Hacimlendirilmesine İlişkin Bulgular

Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkı sınırları içerisinde alınan örnek alanlardaki ölü odun ve canlı dikili hacim miktarlarına ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Örnek alanlardaki ölü odun hacimlerine ilişkin bazı istatistiki bilgiler

İşletme Sınıfı	Değişken	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Veliköy Orman İşletme Şefliği	Dikili kuru (m ³ /ha)	0.0	3.0	87.1	8.4
	Kütük (m ³ /ha)	0.0	3.8	11.9	2.6
	Devrik kuru (m ³ /ha)	0.0	3.3	31.1	5.1
	Toplam kuru (m ³ /ha)	0.2	10.1	96.2	11.3
	Kuru oranı (%)	0.0	2.6	27.5	2.7
Karagöl-Sahara Milli Parkı	Meşcere hacmi (m ³ /ha)	63.5	412.5	1000.5	212.7
	Dikili kuru (m ³ /ha)	0.0	10.8	148.0	21.2
	Kütük (m ³ /ha)	0.0	5.1	18.1	3.2
	Devrik kuru (m ³ /ha)	0.0	6.6	51.3	9.5
	Toplam kuru (m ³ /ha)	0.2	22.5	175.4	26.5
Tüm Araştırma Alanı	Kuru oranı (%)	0.0	4.2	33.7	5.3
	Meşcere hacmi (m ³ /ha)	61.1	589.7	1098.2	170.7
	Dikili kuru (m ³ /ha)	0.0	6.9	148.0	16.6
	Kütük (m ³ /ha)	0.0	4.5	18.1	3.0
	Devrik kuru (m ³ /ha)	0.0	5.0	51.3	7.8
	Toplam kuru (m ³ /ha)	0.2	16.3	175.4	21.3
	Kuru oranı (%)	0.0	3.4	33.7	4.3
	Meşcere hacmi (m ³ /ha)	61.1	501.8	1098.2	211.9

Yukarıdaki tabloda da görüleceği üzere canlı dikili meşcere hacmi Veliköy Orman İşletme Şefliğinde 63.5-1000.5 m³/ha arasında değişirken ortalaması 412.5 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise 61.1-1098.2 m³/ha oarasında değişirken ortalaması 589.7 m³/ha’dır. Toplam ölü odun hacmi Veliköy Orman İşletme Şefliğinde 0.2-96.2 m³/ha arasında değişirken ortalaması 10.1 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise 0.2-175.4 m³/ha arasında değişirken ortalaması 22.5 m³/ha’dır (Tablo 7). Toplam ölü odun hacminin canlı dikili meşcere hacmine oranı Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ortalama %2.6 ve Karagöl-Sahara Milli Parkında ise %4.2 olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan Veliköy Orman İşletme Şefliğinde en çok kütük ölü odun hacmi (3.8 m³/ha) tespit edilmişken, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise dikili kuru hacmi (10.8 m³/ha) tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre Veliköy Orman İşletme Şefliğinde dikili kuru, kütük ve devrik kuru hacimlerinin sırasıyla 3.0 (%29.4), 3.8 (%37.8) ve 3.3 (%32.7) m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise 10.8 (%47.8), 5.1 (%22.7) ve 6.6 (%29.4) m³/ha olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan işletme ve milli park alanı ayırt edilmeden dikili kuru, kütük ve devrik kuru hacimlerinin sırasıyla 6.9 (%42.2), 4.5 (%27.3) ve 5.0 (%30.5) m³/ha olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 8. Ölü odun sınıflarındaki hacimler için t testi sonuçları

Değişken	Araştırma Alanı	Ortalama m ³ /ha	Standart sapma	Levene Testi		T Testi	
				F	p	t	p
Dikili Kuru	OİŞ	2.98	8.43	48.81	0.000	-5.27	0.000
	MP	10.75	21.21				
Kütük	OİŞ	3.82	2.63	2.48	0.116	-4.76	0.000
	MP	5.10	3.19				
Devrik Kuru	OİŞ	3.31	5.08	38.57	0.000	-4.74	0.000
	MP	6.60	9.46				
Toplam Ölü Ağaç	OİŞ	10.11	11.30	40.70	0.000	-6.63	0.000
	MP	22.45	26.48				
Ölü odun oranı	OİŞ	2.55	2.72	28.03	0.000	-4.17	0.000
	MP	4.19	5.43				

OİŞ: Veliköy Orman İşletme Şefliği, MP: Karagöl-Sahara Milli Parkı

Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkı araştırma alanında dikili kuru, kütük, devrik kuru, toplam ölü odun hacmi ve ölü odun hacim oranlarına ilişkin Bağımsız İki Örneklem T-Testi sonuçları yukarıda verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde sadece kütük gruplarının varyanslarının homojen olduğu (p:0.116) ve dikili kuru, devrik kuru, toplam ölü odun hacmi ve ölü odun hacim oranı gruplarının ise varyanslarının homojen olmadığı (p<0.05) görülecektir. Varyansları homojen olmayanlar için, homojen olmadığı durumdaki değerler kullanılmıştır. Bağımsız Örneklem T-Testi sonucuna göre, dikili kuru, kütük, devrik kuru, toplam ölü odun hacmi ve ölü odun hacim oranı işletme şefliği ve milli park gruplarına göre önemli oranda farklılık gösterdiği görülecektir (p<0.001). Diğer bir ifadeyle, Milli Parkdaki dikili kuru, kütük, devrik kuru, toplam kuru hacim ve kuru hacim oranları İşletme Şefliğindeki değerlerden daha fazla olduğu ifade edilebilir (Tablo 8).

Tablo 9. Ölü odun hacminin (m³/ha) bazı meşcere değişkenlerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları

Değişken	Sınıflar	Veliköy OİŞ				Karagöl-Sahara MP			
		Dikili Kuru	Kütük	Devrik Kuru	Toplam Kuru	Dikili Kuru	Kütük	Devrik Kuru	Toplam Kuru
Meşcere tipi	L	1.3 ^a	3.1 ^a	1.9 ^a	6.3 ^a	10.5 ^{ab}	6.1 ^b	6.9 ^a	23.6 ^a
	LÇs	3.4 ^a	3.4 ^a	3.3 ^a	10.0 ^a	6.4 ^a	4.1 ^a	6.3 ^a	16.7 ^a
	LG	4.2 ^a	4.8 ^b	4.6 ^b	13.7 ^b	14.7 ^b	4.8 ^a	6.5 ^a	26.0 ^a
ANOVA	F	2.51	11.73	6.63	9.64	2.84	8.85	0.11	2.42
	p	0.084	0.000	0.002	0.000	0.060	0.000	0.898	0.091
Yaş (yıl)	21-40	0.8 ^a	1.6 ^a	0.5 ^a	2.9 ^a				
	41-60	0.3 ^a	2.6 ^{ab}	1.1 ^a	3.9 ^a	2.5 ^a	2.9 ^a	6.3 ^a	11.7 ^a
	61-80	2.3 ^a	3.6 ^{bc}	3.3 ^{ab}	9.2 ^{ab}	6.7 ^a	5.6 ^a	7.2 ^a	19.4 ^a
	81-100	3.0 ^a	4.3 ^c	4.5 ^b	11.7 ^b	12.0 ^a	5.0 ^a	5.2 ^a	22.3 ^a
	>100	5.1 ^a	4.4 ^c	3.4 ^{ab}	12.9 ^b	11.4 ^a	5.1 ^a	7.3 ^a	23.8 ^a
ANOVA	F	2.10	6.39	3.93	5.61	0.78	0.91	0.83	0.48
	p	0.082	0.000	0.004	0.000	0.506	0.438	0.476	0.694
Bonitet endeksi (m)	30-33	6.7 ^a	5.0 ^b	6.4 ^b	18.1 ^c	11.8 ^a	5.5 ^a	7.8 ^a	25.1 ^a
	27-30	2.6 ^a	4.4 ^b	6.5 ^b	13.5 ^{bc}	10.4 ^a	5.2 ^a	7.4 ^a	23.0 ^a
	24-27	3.6 ^a	4.5 ^b	3.2 ^a	11.4 ^b	11.6 ^a	5.0 ^a	5.5 ^a	22.1 ^a
	21-24	2.6 ^a	4.1 ^b	2.7 ^a	9.4 ^{ab}	7.7 ^a	4.7 ^a	6.9 ^a	19.3 ^a
	18-21	1.47 ^a	1.6 ^a	0.7 ^a	3.9 ^a	8.6 ^a	5.8 ^a	1.8 ^a	16.2 ^a
ANOVA	F	1.48	12.49	10.75	8.21	0.18	0.31	0.69	0.19
	p	0.208	0.000	0.000	0.000	0.947	0.872	0.598	0.944
Sıklık derecesi	< 6	1.4 ^a	2.6 ^a	1.9 ^a	5.8 ^a	3.6 ^a	2.8 ^a	4.8 ^a	11.2 ^a
	6-8	1.4 ^a	3.9 ^{ab}	2.3 ^a	7.6 ^{ab}	10.1 ^a	5.0 ^b	3.5 ^a	18.7 ^a
	8-10	4.1 ^{ab}	4.4 ^b	3.2 ^a	11.6 ^{abc}	10.9 ^a	5.2 ^b	6.4 ^a	22.4 ^a
	10-12	2.0 ^a	4.9 ^b	6.2 ^b	13.1 ^{bc}	11.3 ^a	5.1 ^b	8.7 ^a	25.1 ^a
	> 12	8.9 ^b	4.5 ^b	4.4 ^{ab}	17.7 ^c	13.2 ^a	6.0 ^b	7.4 ^a	26.6 ^a
ANOVA	F	4.85	7.93	5.70	7.83	0.67	3.30	1.92	1.41
	p	0.001	0.000	0.000	0.000	0.612	0.012	0.108	0.232
Gelişme çağı (cm)	8-20	0.5 ^a	2.3 ^a	0.7 ^a	3.5 ^a	3.3 ^a	3.9 ^a	10.4 ^a	17.6 ^a
	21-36	3.6 ^a	4.2 ^b	3.8 ^{ab}	11.6 ^b	10.2 ^{ab}	5.2 ^a	6.6 ^a	21.9 ^a
	>36	3.5 ^a	4.6 ^b	6.1 ^b	14.2 ^b	37.1 ^b	3.7 ^a	4.5 ^a	45.3 ^a
ANOVA	F	2.56	11.10	9.09	11.18	5.06	0.83	0.38	2.35
	p	0.079	0.000	0.000	0.000	0.007	0.438	0.681	0.097
Kapalılık (%)	11-40	2.0 ^a	1.8 ^a	1.6 ^a	5.3 ^a	1.6 ^a	2.3 ^a	5.6 ^a	9.4 ^a
	41-70	2.3 ^a	3.2 ^b	2.1 ^{ab}	7.7 ^{ab}	10.7 ^a	4.2 ^{ab}	7.5 ^a	22.3 ^a
	>70	3.6 ^a	4.5 ^b	4.4 ^b	12.5 ^b	11.0 ^a	5.3 ^b	6.5 ^a	22.9 ^a
ANOVA	F	0.71	12.94	6.97	6.87	0.58	4.33	0.18	0.75
	p	0.493	0.000	0.001	0.001	0.561	0.014	0.836	0.473
Ortalama		3.0	3.8	3.3	10.1	10.8	5.1	6.6	22.5
Genel Ortalama		6.9	4.5	5.0	16.3				

Ölü odun hacimlerinin meşcere ve mevki parametrelerine göre dağılımları, tek yönlü varyans analizi ve Tukey testi sonuçları verilmiştir (Tablo 9 ve 10). Veliköy Orman İşletme Şefliğinde L (saf Ladin), LÇs (Ladin+Sarıçam karışık) ve LG

(Ladin+Göknar karışık) meşcere tiplerine göre ölü odun hacimleri sırasıyla 6.3, 10.0 ve 13.7 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 23.6, 16.7 ve 26.0 m³/ha'dır (Tablo 9). Meşcere yaşlandıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacmi artış göstermektedir (Tablo 9). Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri 21-40, 41-60, 61-80, 81-100 ve >100 yaş sınıfları itibariyle sırasıyla 2.9, 3.9, 9.2, 11.7 ve 12.9 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 0.0, 11.7, 19.4, 22.3 ve 23.8 m³/ha'dır. Bonitet endeksi iyileştikçe hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacimleri artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri iyi bonitetden kötü bonitete doğru sırasıyla 18.1, 13.5, 11.4, 9.4 ve 3.9 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 25.1, 23.0, 22.1, 19.3 ve 16.2 m³/ha'dır. Meşcerenin sıklık değeri arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacim miktarı artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri düşük sıklıktan yüksek sıklığa doğru sırasıyla 5.8, 7.6, 11.6, 13.1 ve 17.7 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 11.2, 18.7, 22.4, 25.1 ve 26.6 m³/ha'dır. Gelişme çağı itibariyle meşcere orta çapı kalınlaştıkça ölü hacim miktarı hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri 8-20, 20-36 ve >36 cm itibariyle sırasıyla 3.5, 11.6 ve 14.2 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 17.6, 21.9 ve 45.3 m³/ha'dır (Tablo 9). Meşcere kapalılığı arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacim miktarı artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri %11-40, 41-70 ve >70 kapalılık sınıfları itibariyle sırasıyla 5.3, 7.7 ve 12.5 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 9.4, 22.3 ve 22.9 m³/ha'dır (Tablo 9).

Ölü odun hacmi yola ve yerleşim yerlerine uzaklıklara bağlı olarak genel olarak artış gösterirken eğim, bakı ve yükselti değişkenlerine göre ise düzensiz bir dağılım vardır (Tablo 10). Yola ve yerleşim yerlerine olan uzaklık arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacim miktarları artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri 0-100, 101-250, 251-500 ve > 500 m yola uzaklık sınıflarına göre sırasıyla 5.3, 9.7, 10.8 ve 14.2 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 17.8, 22.6, 23.2 ve 23.8 m³/ha'dır. Yerleşim yerlerine olan uzaklık değerleri arttıkça (0-500, 501-1000, 1001-1500, >1500 m) ölü odun

hacimleri sırasıyla Veliköy Orman İşletme Şefliği için 5.6, 8.3, 11.9 ve 18.1 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkı için ise 13.2, 19.2, 29.1 ve 35.3 m³/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Ölü odun hacminin (m³/ha) bazı mevki değişkenlerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları

Değişken	Sınıflar	Veliköy OİŞ				Karagöl-Sahara MP			
		Dikili Kuru	Kütük	Devrik Kuru	Toplam Kuru	Dikili Kuru	Kütük	Devrik Kuru	Toplam Kuru
Eğim (%)	0-9	0.1 ^a	3.6 ^a	1.9 ^a	5.6 ^a	5.6 ^a	8.3 ^a	4.7 ^a	18.6 ^a
	10-17	0.4 ^a	2.2 ^a	3.5 ^a	6.1 ^a	11.8 ^a	6.1 ^a	6.9 ^a	24.8 ^a
	18-36	2.3 ^a	3.8 ^a	2.1 ^a	8.2 ^a	4.9 ^a	5.5 ^a	6.2 ^a	16.6 ^a
	37-58	4.8 ^a	4.3 ^a	4.4 ^a	13.4 ^a	4.2 ^a	5.5 ^a	5.7 ^a	15.3 ^a
	59-100	2.9 ^a	3.8 ^a	3.8 ^a	10.4 ^a	15.9 ^a	4.8 ^a	7.1 ^a	27.8 ^a
	> 100	7.1 ^a	3.8 ^a	2.8 ^a	13.6 ^a	11.4 ^a	4.6 ^a	7.1 ^a	23.1 ^a
ANOVA	F	9.31	2.91	2.41	11.47	14.44	3.53	9.82	21.17
	p	1.529	1.085	1.476	2.229	2.832	1.330	0.204	1.979
Bakı	Kuzey	3.1 ^a	4.0 ^{ab}	3.8 ^{ab}	10.9 ^a	16.7 ^a	5.8 ^a	6.1 ^a	28.6 ^a
	Doğu	4.6 ^a	4.5 ^b	3.2 ^{ab}	12.2 ^a	7.2 ^a	5.8 ^a	6.6 ^a	19.5 ^a
	Güney	2.1 ^a	2.9 ^a	2.1 ^a	7.1 ^a	8.2 ^a	4.7 ^a	7.2 ^a	20.1 ^a
	Batı	2.6 ^a	4.3 ^b	4.6 ^b	11.5 ^a	14.6 ^a	4.5 ^a	6.3 ^a	25.3 ^a
ANOVA	F	0.87	4.91	2.96	2.75	2.61	2.98	0.16	1.30
	p	0.455	0.003	0.033	0.044	0.052	0.032	0.921	0.274
Yükselti (m)	< 1450	3.8 ^a	3.1 ^{ab}	1.3 ^a	8.1 ^{ab}	0.1 ^a	2.2 ^a	5.6 ^a	8.0 ^a
	1450-1650	3.3 ^a	3.3 ^b	2.3 ^{ab}	8.9 ^{ab}	9.4 ^a	3.9 ^a	3.5 ^a	16.8 ^a
	1650-1850	3.9 ^a	3.9 ^b	3.0 ^{ab}	10.9 ^b	9.9 ^a	5.3 ^a	6.8 ^a	21.9 ^a
	1850-2050	2.7 ^a	4.7 ^b	4.9 ^b	12.3 ^b	12.2 ^a	5.4 ^a	6.8 ^a	24.3 ^a
	> 2050	0.3 ^a	1.7 ^a	1.2 ^a	3.2 ^a	13.3 ^a	4.8 ^a	10.7 ^a	28.7 ^a
ANOVA	F	0.83	7.72	5.04	3.46	0.34	1.64	1.33	0.76
	p	0.507	0.000	0.001	0.009	0.850	0.165	0.258	0.553
Yola uzaklık (m)	0-100	1.6 ^a	2.4 ^a	1.4 ^a	5.3 ^a	5.5 ^a	5.6 ^a	6.7 ^a	17.8 ^a
	101-250	2.2 ^a	4.0 ^b	3.5 ^{ab}	9.7 ^{ab}	10.9 ^a	4.8 ^a	6.9 ^a	22.6 ^a
	251-500	3.3 ^a	4.2 ^b	3.3 ^{ab}	10.8 ^b	12.0 ^a	5.1 ^a	6.2 ^a	23.3 ^a
	> 500	4.9 ^a	4.6 ^b	4.7 ^b	14.2 ^b	11.3 ^a	5.5 ^a	7.1 ^a	23.8 ^a
	F	1.82	8.87	4.39	6.59	0.72	0.62	0.11	0.36
ANOVA	p	0.145	0.000	0.005	0.000	0.540	0.602	0.953	0.784
Yerleşim uzaklık (m)	0-500	0.8 ^a	2.9 ^a	1.8 ^a	5.6 ^a	5.3 ^a	4.7 ^a	3.2 ^a	13.2 ^a
	501-1000	2.6 ^{ab}	3.4 ^{ab}	2.3 ^a	8.3 ^{ab}	8.5 ^{ab}	4.8 ^a	5.9 ^{ab}	19.2 ^{ab}
	1001-1500	3.3 ^{ab}	4.4 ^{bc}	4.2 ^{ab}	11.9 ^b	14.7 ^{ab}	5.7 ^a	8.7 ^b	29.1 ^{bc}
	> 1500	6.6 ^b	5.0 ^c	6.5 ^b	18.1 ^c	19.9 ^b	5.7 ^a	9.7 ^b	35.3 ^c
ANOVA	F	3.38	6.20	8.37	10.77	3.36	1.71	4.14	5.54
	p	0.019	0.000	0.000	0.000	0.020	0.166	0.007	0.001
Ortalama		3.0	3.8	3.3	10.1	10.8	5.1	6.6	22.5
Genel Ortalama		6.9	4.5	5.0	16.3				

Meşçerenin eğimi arttıkça işletme şefliği için ölü odun hacmi artış gösterirken, milli park için düzensiz bir dağılım göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü

odun hacimleri 0-9, 10-17, 19-36, 36-58, 58-100 ve >100 eğim yüzdelere bağlı olarak 5.6, 6.1, 8.2, 13.4, 10.4 ve 13.6 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında 18.6, 24.8, 16.6, 15.3, 27.8 ve 23.1 m³/ha olarak elde edilmiştir (Tablo 10). Veliköy Orman İşletme şefliğinde  l  odun hacimleri kuzey, doğu, güney ve batı bakılarına bağlı olarak 10.9, 12.2, 7.1 ve 11.5 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında 28.6, 19.5, 20.1 ve 25.3 m³/ha olarak elde edilmiştir. Denizden yükseklik arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcereklerinde  l  odun hacim miktarları genel olarak artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme şefliğinde  l  odun hacimleri < 1450, 1450-1650, 1650-1850, 1850-2050 ve > 2050 m yükselti basamaklarına göre sırasıyla 8.1, 8.9, 10.9, 12.3 ve 3.2 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 8.0, 16.8, 21.9, 24.3 ve 28.7 m³/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 10).

Meşcere parametrelerine göre değerlendirme yapıldığında, tek yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme şefliğinde dikili kuru, kütük, devrik kuru ve toplam kuru hacmi sıklık derecesi sınıflarına göre; kütük, devrik kuru ve toplam kuru hacmi meşcere tipi, yaş, bonitet endeksi, gelişme  ağı ve kapalılık sınıflarına göre istatistiksel olarak (p<0.05) anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Karagöl-Sahara Milli Parkında ise sadece dikili kuru ve kütük hacmi meşcere tipi sınıfları, kütük hacmi sıklık derecesi sınıflarına göre istatistiksel olarak (p<0.05) anlamlı farklılık göstermektedir (Tablo 9). Tukey testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme şefliğinde meşcere tipi sınıfları için dip kütük, devrik kuru ve toplam kuruda LG (Ladin+Göknar) meşcere tipi, yaş sınıfları için kütük ve toplam kuruda 81-100 ve >100 yıl sınıfları, devrik kuruda 81-100 yıl sınıfları; bonitet endeksi sınıfları için kütük kuruda 30-33, 27-30, 24-27 ve 21-24 m sınıfları, devrik kuruda 30-33 ve 27-30 m sınıfları, toplam kuruda 30-33 m sınıfı; sıklık serecesi sınıfları için dikili kuru ve toplam kuruda >12 sınıfı, kütüklerde 8-10, 10-12 ve >12 sınıfları, devrik kuruda 10-12 ve >12 sınıfları; gelişme  ağı için kütük ve devrik kurularda >36 cm sınıfı ve toplam kurularda 20-36 ve >36 cm sınıfları; kapalılık için ise devrik ve toplam kurularda >%70 sınıfı ve kütüklerde ise %41-70 ve >%70 sınıfları en yüksek  l  odun hacim değerlerine sahiptir. Tukey testi sonuçlarına göre Karagöl-Sahara Milli Parkında meşcere tipi sınıfları için dikili kuruda (LG) Ladin+Göknar, dip kütükte saf Ladin meşcere tipinde, sıklık derecesi sınıfları için kütüklerde 6-8, 8-10, 10-12 ve

>12 sınıfı, gelişme çağı sınıfları için dikili kurularda >36 cm sınıfı, kapalılık sınıfları için kütüklerde >%70 sınıfı en yüksek ölü odun hacim değerlerine sahiptir (Tablo 9).

Mevki parametrelerine göre değerlendirme yapıldığında, tek yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme Şefliğinde dikili kuru, kütük, devrik kuru ve toplam kuru hacmi yerleşim yerine uzaklık sınıflarına göre; kütük, devrik kuru ve toplam kuru hacmi bakı, yükselti ve yola uzaklık sınıflarına göre istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Diğer taraftan Karagöl-Sahara Milli Parkında sadece dikili kuru, devrik kuru ve toplam kuru hacmi yerleşim yerine uzaklık sınıflarına göre istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık göstermektedir (Tablo 10). Tukey testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme Şefliğinde bakı sınıfları için kütükde doğu ve batı sınıfları, devrik kuruda batı sınıfı; yükselti sınıfları için kütük kuruda 1650-1850, 1850-2050 ve >2050 m sınıfları, devrik kuruda >2050 m sınıfı, toplam kuruda 1850-2050 ve >2050 m sınıfları; yola uzaklık sınıfları için kütüklerde 101-250, 251-500 ve >500 m sınıfları, devrik kuruda >500 m sınıfı, toplam kuruda 251-500 ve >500 m sınıfları; yerleşim yerine uzaklık için dikili kuru, kütük, devrik ve toplam kurularda >500 m sınıfları en yüksek ölü odun hacim değerlerine sahiptir. Tukey testi sonuçlarına göre Karagöl-Sahara Milli Parkında yerleşim yerine uzaklık sınıfları için dikili kuru ve toplam kurularda >1500 m sınıfı, devrik kurularda ise 1001-1500 ve >1500 m sınıfları en yüksek ölü odun hacim değerlerine sahiptir (Tablo 10).

Toplam ölü odun hacmi üzerinde etki eden faktörleri ve etki derecelerini belirlemek için korelasyon analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 11’de gösterilmiştir. Tablo 11’de de görüleceği üzere ölü odun hacmi ile orta çap, orta boy, meşcere yaşı, bonitet endeksi, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi, sıklık derecesi, eğim, kapalılık, yerleşim yerlerine uzaklık arasında 0.01 önem düzeyinde ve ölü odun hacmi ile yükselti arasında 0.05 önem düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte ölü odun hacmi ile ağaç sayısı, bakı ve yola uzaklık değişkenleri arasında anlamlı korelasyon gözlemlenmemiştir.(Tablo 11). Diğer taraftan Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacmi ile en yüksek ilişki sırasıyla meşcere hacmi ($r: 0.414$), orta boy ($r: 0.395$) ve göğüs yüzeyi ($r:0.357$) değişkenleri ile ve Karagöl-Sahara Milli Parkında ise yerleşim yerine uzaklık ($r:0.206$), yükselti ($r:0.165$) değişkenleri ile elde edilmiştir.

Tablo 11. Ölü odun hacmine ilişkin korelasyon analizi sonuçları

Değişken	Veliköy OİŞ		Karagöl-Sahara MP		Tüm araştırma alanı	
	r	p	r	p	r	p
Orta Çap (cm)	0.241 ^{**}	0.000	0.067 ^{ns}	0.299	0.207 ^{**}	0.000
Orta Boy (m)	0.395 ^{**}	0.000	0.085 ^{ns}	0.190	0.279 ^{**}	0.000
Yaş (yıl)	0.283 ^{**}	0.000	0.107 ^{ns}	0.097	0.210 ^{**}	0.000
Bonitet Endeksi (m)	0.337 ^{**}	0.000	-0.024 ^{ns}	0.715	0.198 ^{**}	0.000
Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	0.357 ^{**}	0.000	0.030 ^{ns}	0.647	0.214 ^{**}	0.000
Meşcere Hacmi (m ³ /ha)	0.414 ^{**}	0.000	0.060 ^{ns}	0.355	0.260 ^{**}	0.000
Ağaç Sayısı (N/ha)	0.094 ^{ns}	0.151	-0.012 ^{ns}	0.856	-0.015 ^{ns}	0.749
Sıklık Derecesi	0.351 ^{**}	0.000	0.133 [*]	0.039	0.250 ^{**}	0.000
Eğim (%)	0.094 ^{ns}	0.150	0.105 ^{ns}	0.105	0.158 ^{**}	0.001
Bakı (derece)	-0.074 ^{ns}	0.254	0.136 [*]	0.036	0.045 ^{ns}	0.329
Yukselti (m)	0.019 ^{ns}	0.774	0.165 [*]	0.010	0.091 [*]	0.046
Kapalılık (%)	0.260 ^{**}	0.000	0.059 ^{ns}	0.360	0.195 ^{**}	0.000
Yola Uzaklık (m)	0.285 ^{**}	0.000	-0.005 ^{ns}	0.936	0.066 ^{ns}	0.149
Yerleşim Yer.Uzak. (m)	0.326 ^{**}	0.000	0.206 ^{**}	0.001	0.186 ^{**}	0.000

(**): 0.01 önem düzeyinde anlamlı, (*):0.05 önem düzeyinde anlamlı (ns): anlamlı değil

Bu çalışma kapsamında toplam ölü odun hacminin tahmin edilmesinde orta çap, orta boy, meşcere yaşı, bonitet endeksi, sıklık derecesi, meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı gibi meşcere değişkenleri, eğim, bakı ve yükseklik gibi fizyografik faktörler, yola ve yerleşim yerine olan uzaklık değişkenleri ile bu değişkenlerden türetilen birçok bağımsız değişkenin fonksiyonu olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bunun için toplam ölü odun hacmini tahmin eden çoğul regresyon modelleri, “İleri Doğru Seçim (Forward Selection)”, “Geriye Doğru Seçim (Bacward Selection)” ve “Aşamalı Regresyon (Stepwise Selection)” teknikleri kullanılarak SPSS paket programı ile elde edilmiştir.

Geliştirilen toplam ölü odun hacmi modeline ilişkin parametrelerin tahmin değerleri ve bunlara ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler Tablo 12’de verilmiştir. Toplam ölü odun hacmi için geliştirilen modelin düzeltilmiş belirtme katsayısı (R^2) 0.63 ve standart hatası ($S_{y,x}$) 0.59 m³/ha, ve F_h değeri 101.92’dir. Bu çalışma kapsamında toplam ölü odun hacminin tahmin edilmesinde etkili değişkenlerin belirlenmesinde, bağımsız değişkenlere ilişkin hesaplanan standardize edilmiş katsayıların,

standardize edilmiş katsayıların mutlak değerce toplamına bölünmesi ile elde edilen oran kullanılmıştır. Toplam ölü odun hacminin tahmininde en etkili değişken göğüs yüzeyi (0.392) iken, daha sonra ise sırasıyla sıklık derecesi (0.338), meşcere hacmi (0.119), ağaç sayısı (0.058), bonitet endeksi (0.047), meşcere yaşı (0.026) ve yerleşim yerine uzaklık (0.019) gelmektedir (Tablo 12).

$$DW = e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot t + \beta_2 \cdot LnBe + \beta_3 \cdot Sd + \beta_4 \cdot G + \beta_5 \cdot V + \beta_6 \cdot N + \beta_7 \cdot Ln(YU))} \quad (23)$$

Tablo 12. Toplam ölü odun hacim modeline ilişkin parametrelerin tahmin değerleri ve bunlara ilişkin istatistiksel bilgiler

Denklem Parametreleri	Tahmin Değeri	Standart hata	Standardize edilmiş tahmin değeri	t değeri	Önem düzeyi
β_0	-7.72805	0.847		-9.125	0.000
β_1	0.00833	0.002	0.217	5.173	0.000
β_2	2.26410	0.248	0.390	9.137	0.000
β_3	0.93564	0.072	2.797	12.922	0.000
β_4	-0.19826	0.017	-3.241	-11.513	0.000
β_5	0.00451	0.001	0.985	5.125	0.000
β_6	-0.00141	0.000	-0.483	-6.909	0.000
β_7	0.23501	0.050	0.155	4.734	0.000
$F_h: 101.92$	$R^2: 0.63$		$S_{v,x}: 0.59$	$p < 0.001$	

Burada, t meşcere yaşını (yıl), Be bonitet endeksini (m), Sd sıklık derecesini, G göğüs yüzeyini, V meşcere hacmini, N ağaç sayısını, YU yerleşim yerine uzaklığı, $\beta_0, \dots, \beta_7$ model parametrelerini göstermektedir.

3.3 Ölü Odun Bozulma Evrelerine İlişkin Bulgular

Veliköy Orman İşletme Şefliği ve Karagöl-Sahara Milli Parkı araştırma alanında bozulma evrelerine ilişkin Bağımsız Örneklem T-Testi sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 13 incelendiğinde I ve V. bozulma evresi gruplarının varyanslarının homojen olduğu ($p: 0.326$ ve $p: 0.225$) ve II, III ve IV. bozulma evresi gruplarının ise varyanslarının homojen olmadığı ($p < 0.05$) görülmektedir. Varyansları homojen olmayanlar için, homojen olmadığı durumdaki değerler kullanılmıştır. Bağımsız

Örneklem T-Testi sonucuna göre, II, III ve IV. bozulma evrelerindeki ölü odun hacimlerinin işletme şefliği ve milli park gruplarına göre önemli oranda farklılık gösterdiği ($p<0.001$), I ve V bozulma evrelerindeki ölü odun hacimlerinin ise istatistiksel olarak farklılık göstermediği ($p>0.05$) görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, Milli Parkdaki II., III. ve IV. bozulma evrelerindeki ölü odun hacimleri İşletme Şefliğindeki değerlerden daha fazla olduğu ifade edilebilir (Tablo 13). İşletme Şefliğindeki I. ve V. bozulma evrelerindeki ölü odun hacim değerleri Milli Parkdaki değerlerden daha az olmakla birlikte, istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde farklılık oluşmamıştır.

Tablo 13. Bozulma evrelerindeki ölü odun hacimleri için t testi sonuçları

Bozulma evreleri	Araştırma Alanı	Ortalama m^3/ha	Standart sapma	Levene Testi		T Testi	
				F	p	t	p
I	OİŞ	0.41	1.08	0.97	0.326	-0.30	0.766
	MP	0.47	2.80				
II	OİŞ	3.56	5.99	20.54	0.000	-3.10	0.002
	MP	6.13	11.33				
III	OİŞ	2.26	6.74	69.64	0.000	-6.38	0.000
	MP	9.81	17.02				
IV	OİŞ	1.85	3.57	4.36	0.037	-2.38	0.018
	MP	3.46	9.84				
V	OİŞ	2.03	3.15	1.47	0.225	-1.48	0.141
	MP	2.59	4.93				

OİŞ: Veliköy Orman İşletme Şefliği, MP: Karagöl-Sahara Milli Parkı, Bozulma evreleri: 1:Yeni ölmüş, 2: Az çürümüş, 3: Orta çürük, 4: Çok çürümüş, 5: Tamamına yakını çürümüş.

Ölü odun hacminin Veliköy Orman İşletme Şefliği, Karagöl-Sahara Milli Parkı ve tüm araştırma alanında ölü odun sınıfları (dikili kuru, kütük, devrik kuru ve toplam kuru) dikkate alınarak bozulma evrelerine göre dağılımı aşağıda verilmiştir (Tablo 14, Şekil 32).

Tablo 14 ve Şekil 32’de de görüleceği üzere dikili kurular değerlendirildiğinde Veliköy Orman İşletme Şefliğinde en fazla II. bozulma evresi ($2.05 m^3/ha$), Karagöl-Sahara Milli Parkında en fazla III. bozulma evresi ($5.58 m^3/ha$) ve tüm araştırma alanında ise III. bozulma evresinde ($3.20 m^3/ha$) ölü odun hacmi bulunmaktadır. Kütük ölü odun hacim miktarlarının İşletme Şefliği, Milli Park ve tüm çalışma alanında en fazla V. bozulma evresinde (sırasıyla 1.25 , 1.59 ve $1.43 m^3/ha$) olduğu tespit edilmiştir. Devrik kurular dikkate alındığında Veliköy Orman İşletme

Şefliğinde en fazla IV. bozulma evresi (1.00 m³/ha), Karagöl-Sahara Milli Parkında en fazla III. bozulma evresi (3.13 m³/ha) ve tüm araştırma alanında ise III. bozulma evresinde (1.95 m³/ha) ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Ölü odun hacim sınıfı ayırımı yapılmadan bozulma evrelerindeki hacim miktarları sıralaması Veliköy Orman İşletme Şefliğinde çoktan aza doğru sırasıyla II, III, V, IV ve I bozulma evrelerinde 3.56, 2.26, 2.03, 1.85 ve 0.41 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında III, II, IV, V ve I bozulma evrelerinde 9.81, 6.13, 3.46, 2.59 ve 0.47 m³/ha, tüm araştırma alanında III, II, IV, V ve I bozulma evrelerinde 6.07, 4.86, 2.66, 2.31 ve 0.44 m³/ha olarak elde edilmiştir. Ölü odun hacim toplamaları değerlendirildiğinde hem İşletme Şefliği hem Milli Park ve hem de tüm araştırma alanında en az I. bozulma evresinde (sırasıyla 0.41, 0.47 ve 0.44 m³/ha) ölü odun hacmi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 14).

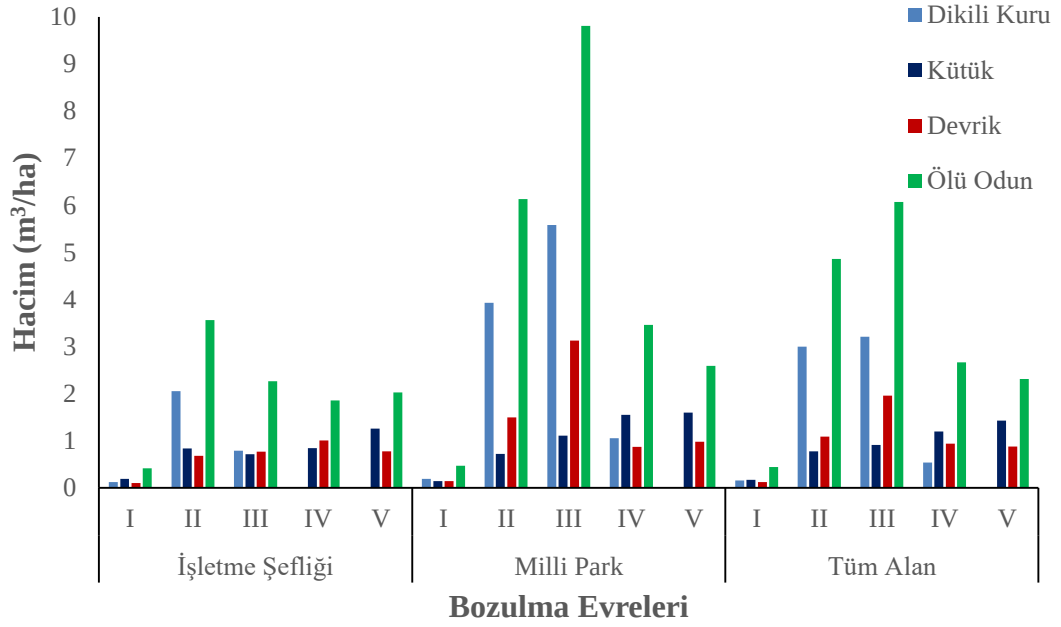
Tablo 14. Ölü odun hacminin(m³/ha) bozulma evrelerine göre dağılımı

Bozulma	Dikili Kuru			Kütük			Devrik Kuru			Toplam		
	OİŞ	MP	Tüm	OİŞ	MP	Tüm	OİŞ	MP	Tüm	OİŞ	MP	Tüm
I	0.12	0.19	0.16	0.19	0.14	0.16	0.10	0.14	0.12	0.41	0.47	0.44
II	2.05	3.92	3.00	0.83	0.72	0.77	0.68	1.49	1.09	3.56	6.13	4.86
III	0.79	5.58	3.20	0.71	1.10	0.91	0.76	3.13	1.95	2.26	9.81	6.07
IV	0.01	1.05	0.53	0.84	1.54	1.19	1.00	0.86	0.93	1.85	3.46	2.66
V	0.00	0.01	0.01	1.25	1.59	1.43	0.77	0.98	0.88	2.03	2.59	2.31
Toplam	2.98	10.75	6.90	3.82	5.10	4.47	3.31	6.60	4.97	10.11	22.45	16.33

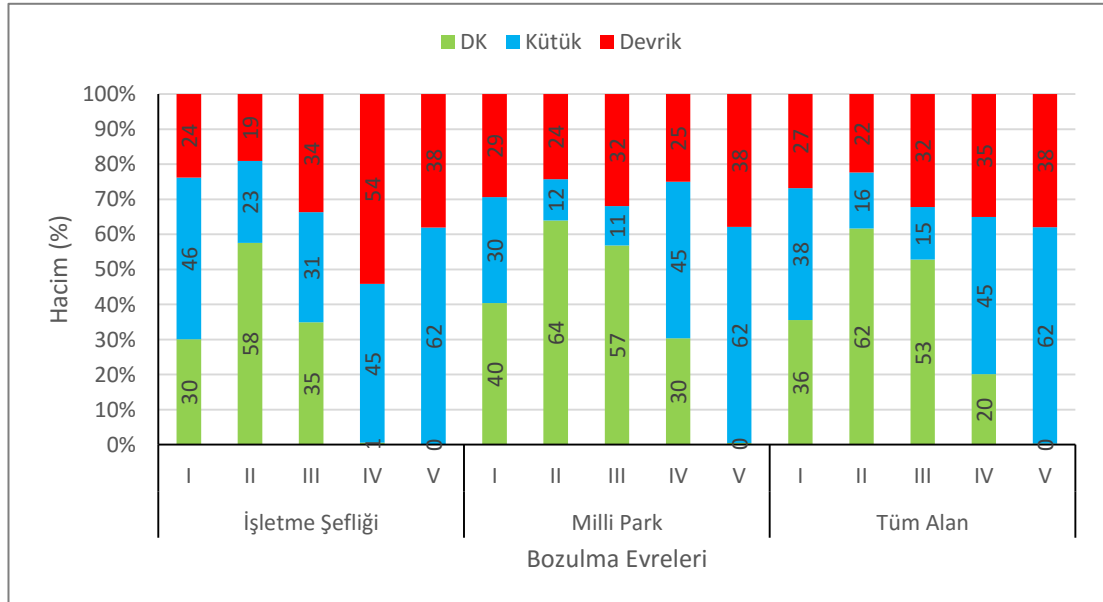
Her bir bozulma evresindeki ölü odun sınıfının (dikili kuru, kütük ve devrik kuru) miktarı yüzde olarak Şekil 33’de, her bir ölü odun sınıfı içerisindeki bozulma evresi (I: yeni ölmüş, II: az çürümüş, III: orta çürük, IV: çok çürümüş, V: tamamına yakını çürümüş) miktarı yüzde olarak Şekil 34’de verilmiştir.

Ölü odun hacimleri Veliköy Orman İşletme Şefliğinde I. bozulma evresinde en fazla kütük (%46), II. bozulma evresinde en fazla dikili kuru (%58), 3. bozulma evresinde en fazla dikili kuru (%35), IV. bozulma evresinde en fazla devrik kuru (%54), V. bozulma evresinde en fazla kütük (%62), Karagöl-Sahara Milli Parkında I. bozulma evresinde en fazla dikili kuru (%40), 2. bozulma evresinde en fazla dikili kuru (%64), III. bozulma evresinde en fazla dikili kuru (%57), 4. bozulma evresinde en fazla kütük (%45), V. bozulma evresinde en fazla kütük (%62), tüm araştırma alanı bazında ise I. bozulma evresinde en fazla kütük (%38), II. bozulma evresinde en

fazla dikili kuru (%62), III. bozulma evresinde en fazla dikili kuru (%53), IV. bozulma evresinde en fazla kütük (%45), V. bozulma evresinde en fazla kütük (%62) elde edilmiştir (Şekil 33).

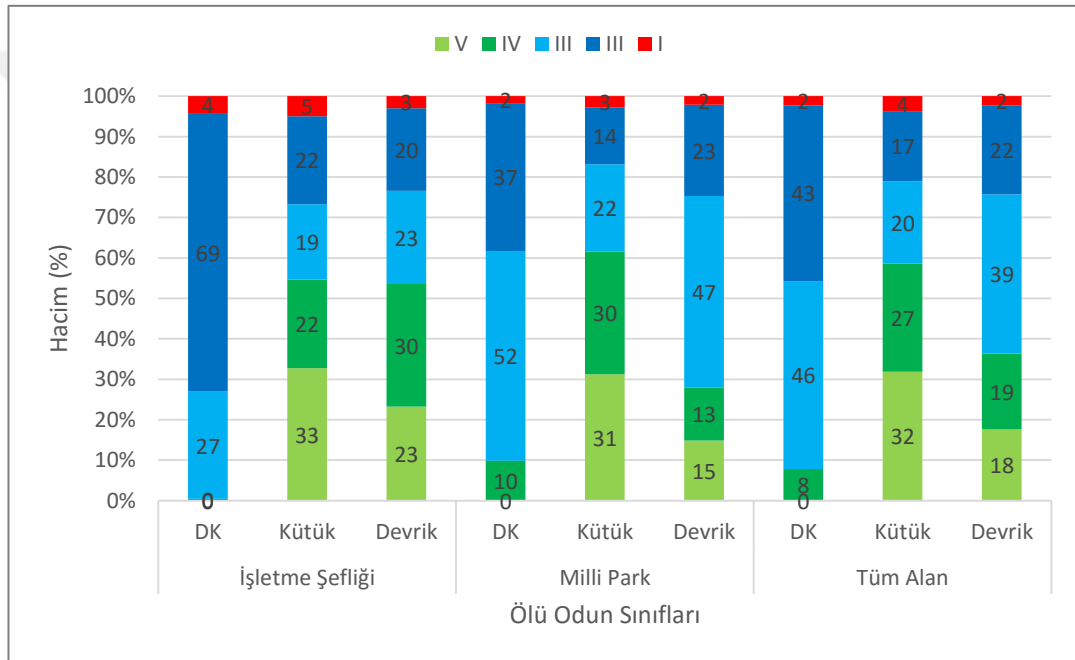


Şekil 32. Ölü odun hacminin bozulma evreleri ve ölü odun sınıflarına göre dağılımı



Şekil 33. Ölü odun hacminin bozulma evreleri ve ölü odun sınıflarına göre yüzde olarak dağılımı

Şekil 34’de elde edilen veriler Tablo 14’deki verilerin yüzdesel olarak hesaplanmış halidir. Şekil 34’de de görüleceği üzere Veliköy Orman İşletme Şefliğinde dikili kurullarda en fazla II. bozulma evresi (%69), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%33), devrik kurullarda en fazla IV. bozulma evresi (%30), Karagöl-Sahara Milli Parkında dikili kurullarda en fazla III. bozulma evresi (%52), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%31), devrik kurullarda en fazla III. bozulma evresi (%47) ve tüm araştırma alanı baz alındığında ise dikili kurullarda en fazla III. bozulma evresi (%46), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%32), devrik kurullarda en fazla III. bozulma evresinde (%39) ölü odun hacmi olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 34. Ölü odun hacminin ölü odun sınıfları ve bozulma evrelerine göre yüzde olarak dağılımı

Ölü odun hacimlerinin meşcere ve mevki parametreleri dikkate alınarak bozulma evrelerine göre dağılımları, tek yönlü varyans analizi ve Tukey testi sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 15 ve 19).

Meşcere tipi, yaş, bonitet endeksi, sıklık derecesinde bozulma evrelerine göre ölü odun hacim miktarları genel olarak düzensiz bir dağılım gösterirken, gelişme çağı ve kapalılık arttıkça çoğu bozulma evrelerinde ölü odun hacmi artış göstermektedir (Tablo 15).

Tablo 15. Ölü odun hacminin (m^3/ha) bazı meşcere değişkenleri ve bozulma evrelerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları

Değişken	Sınıf	Veliköy OİŞ					Karagöl Sahara MP				
		Bozulma Evreleri					Bozulma Evreleri				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Meşcere tipi	L	0.3 ^a	2.9 ^a	1.0 ^a	1.0 ^a	1.0 ^a	0.9 ^{ab}	8.3 ^a	6.5 ^a	4.4 ^a	3.5 ^a
	LÇs	0.6 ^a	2.4 ^a	3.4 ^a	1.1 ^a	2.5 ^b	0.3 ^a	5.2 ^a	7.4 ^a	1.9 ^a	1.9 ^a
	LG	0.4 ^a	5.0 ^b	2.5 ^a	3.2 ^b	2.6 ^b	0.1 ^a	4.4 ^a	15.6 ^b	3.7 ^a	2.1 ^a
ANOVA	F	1.68	4.43	2.48	10.29	6.19	1.49	2.95	7.50	1.32	2.58
	p	0.19	0.01	0.09	0.00	0.00	0.23	0.05	0.00	0.27	0.08
Yaş (yıl)	21-40	0.2 ^a	1.6 ^a	1.0 ^a	0.1 ^a	0.0 ^a					
	41-60	0.3 ^a	1.9 ^a	1.2 ^a	0.4 ^a	0.1 ^a	0.3 ^a	0.9 ^a	9.1 ^a	1.1 ^a	0.2 ^a
	61-80	0.4 ^a	3.8 ^a	1.1 ^a	2.2 ^a	1.6 ^{ab}	0.3 ^a	4.9 ^a	8.1 ^a	2.4 ^a	3.7 ^a
	81-100	0.5 ^a	4.2 ^a	2.1 ^a	2.2 ^a	2.8 ^b	0.9 ^a	6.8 ^a	9.4 ^a	2.4 ^a	2.8 ^a
	>100	0.4 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a	2.2 ^a	2.4 ^b	0.3 ^a	6.2 ^a	10.6 ^a	4.5 ^a	2.2 ^a
ANOVA	F	0.29	1.22	1.74	2.78	6.65	0.74	0.53	0.21	0.98	1.18
	p	0.89	0.30	0.14	0.03	0.00	0.53	0.66	0.89	0.40	0.32
Bonitet endeksi (m)	30-33	0.5 ^a	7.3 ^b	3.0 ^a	4.3 ^c	3.1 ^b	0.3 ^a	3.6 ^a	13.9 ^a	3.2 ^a	4.1 ^a
	27-30	0.4 ^a	4.4 ^{ab}	2.8 ^a	3.3 ^{bc}	2.6 ^b	0.4 ^a	8.2 ^a	9.4 ^a	2.4 ^a	2.5 ^a
	24-27	0.4 ^a	3.3 ^a	2.8 ^a	1.9 ^{ab}	2.8 ^b	0.6 ^a	5.3 ^a	9.3 ^a	4.8 ^a	2.2 ^a
	21-24	0.5 ^a	3.9 ^{ab}	1.6 ^a	1.4 ^{ab}	1.9 ^{ab}	0.6 ^a	4.5 ^a	9.4 ^a	2.0 ^a	2.9 ^a
	18-21	0.3 ^a	1.3 ^a	1.7 ^a	0.3 ^a	0.3 ^a	0.0 ^a	4.4 ^a	2.6 ^a	7.9 ^a	1.2 ^a
ANOVA	F	0.24	4.03	0.48	7.03	6.45	0.09	1.41	0.53	0.94	0.90
	p	0.91	0.00	0.75	0.00	0.00	0.98	0.23	0.71	0.44	0.46
Sıklık derecesi	< 6	0.4 ^a	2.1 ^a	2.1 ^a	0.8 ^a	0.4 ^a	0.1 ^a	2.6 ^a	6.2 ^a	1.0 ^a	1.2 ^a
	6-8	0.5 ^a	2.6 ^{ab}	1.5 ^a	1.4 ^{ab}	1.6 ^{ab}	1.4 ^a	4.4 ^a	8.8 ^a	2.6 ^a	1.4 ^a
	8-10	0.5 ^a	4.7 ^{ab}	1.7 ^a	2.2 ^{ab}	2.5 ^{bc}	0.3 ^a	5.3 ^a	9.4 ^a	5.4 ^a	2.0 ^a
	10-12	0.5 ^a	3.9 ^{ab}	2.0 ^a	3.3 ^b	3.4 ^{bc}	0.4 ^a	7.0 ^a	12.3 ^a	2.7 ^a	2.7 ^{ab}
	> 12	0.1 ^a	6.1 ^b	5.4 ^a	2.1 ^{ab}	4 ^c	0.3 ^a	9.5 ^a	9.2 ^a	2.4 ^a	5.2 ^b
ANOVA	F	0.82	3.17	1.69	3.77	11.23	1.07	1.80	0.58	1.41	4.35
	p	0.51	0.01	0.15	0.01	0.00	0.37	0.13	0.68	0.23	0.00
Gelişme çağı (cm)	8-20	0.3 ^a	1.9 ^a	0.7 ^a	0.3 ^a	0.3 ^a	0.0 ^a	0.9 ^a	12.5 ^a	3.7 ^a	0.3 ^a
	21-36	0.5 ^a	3.9 ^a	2.7 ^a	2.1 ^{ab}	2.4 ^{ab}	0.5 ^a	6.3 ^a	9.5 ^a	2.9 ^a	2.7 ^a
	>36	0.0 ^a	4.8 ^a	2.6 ^a	4.0 ^b	2.7 ^b	0.0 ^a	2.5 ^a	18.6 ^a	23.2 ^b	1.0 ^a
ANOVA	F	0.88	2.38	1.62	7.08	9.53	0.12	0.64	0.86	13.68	0.64
	p	0.42	0.09	0.20	0.00	0.00	0.88	0.53	0.43	0.00	0.53
Kapalılık (%)	11-40	0.0 ^a	3.8 ^a	0.6 ^a	0.2 ^a	0.8 ^a	0.0 ^a	0.6 ^a	7.5 ^a	0.9 ^a	0.4 ^a
	41-70	0.5 ^a	2.8 ^a	2.3 ^a	1.3 ^{ab}	0.7 ^a	1.6 ^a	7.0 ^a	10.1 ^a	2.5 ^a	1.2 ^a
	>70	0.4 ^a	4.1 ^a	2.4 ^a	2.5 ^b	3.1 ^b	0.3 ^a	6.2 ^a	9.8 ^a	3.7 ^a	2.9 ^a
ANOVA	F	1.82	1.36	0.55	5.08	19.92	3.06	0.80	0.06	0.42	2.23
	p	0.16	0.26	0.58	0.01	0.00	0.05	0.45	0.94	0.66	0.11
Ortalama		0.4	3.6	2.3	1.9	2.0	0.5	6.1	9.8	3.5	2.6

Veliköy Orman İşletme Şefliğinde saf Ladin meşcerelerinde en fazla II bozulma evresinde ($2.9 \text{ m}^3/\text{ha}$), Ladin+Sarıçam karışık meşcerelerinde en fazla III bozulma evresinde ($3.4 \text{ m}^3/\text{ha}$), Ladin+Gökmar karışık meşcerelerinde en fazla II bozulma evresinde ($5.0 \text{ m}^3/\text{ha}$), Karagöl-Sahara Milli Parkında saf Ladin meşcerelerinde en

fazla II bozulma evresinde ($8.3 \text{ m}^3/\text{ha}$), Ladin+Sarıçam karışık meşcerelerinde en fazla III bozulma evresinde ($7.4 \text{ m}^3/\text{ha}$), Ladin+Gökmar karışık meşcerelerinde en fazla III bozulma evresinde ($15.6 \text{ m}^3/\text{ha}$) ölü odun hacmi bulunmaktadır (Tablo 15). Veliköy Orman İşletme Şefliğinde 21-40, 41-60, 61-80, 81-100 yaş sınıflarında en fazla II. bozulma evresinde ($1.6, 1.9, 3.8$ ve $4.2 \text{ m}^3/\text{ha}$) >100 yaş sınıfında ise III. bozulma evresinde ($4.0 \text{ m}^3/\text{ha}$), Karagöl-Sahara Milli Parkında 21-40 yaş sınıfı hariç diğer tüm yaş sınıflarında en çok III. bozulma evresinde ($9.1, 8.1, 9.4$ ve $10.6 \text{ m}^3/\text{ha}$) ölü odun hacmi bulunmaktadır. Bonitet sınıflarına göre İşletme Şefliğinde ilk dört bonitet sınıfında en fazla II. bozulma evresinde ($7.3, 4.4, 3.3$ ve $3.9 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve V. bonitet sınıfında III. bozulma evresinde ($1.7 \text{ m}^3/\text{ha}$), Milli Parkda ilk dört bonitet sınıfında en fazla III. bozulma evresinde ($13.9, 9.4, 9.3$ ve $9.4 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve V. bonitet sınıfında IV. bozulma evresinde ($7.9 \text{ m}^3/\text{ha}$) ölü odun hacmi bulunmaktadır. İşletme Şefliğinde tüm sıklık derecelerinde en fazla II. bozulma evresinde ($2.1, 2.6, 4.7, 3.9$ ve $6.1 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve Milli Parkda ilk dört sıklık derecesinde en fazla III. bozulma evresinde ($6.2, 8.8, 9.4$ ve $12.3 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve >12 sıklık derecesinde II. bozulma evresinde ($9.4 \text{ m}^3/\text{ha}$) ölü odun hacmi bulunmaktadır. İşletme Şefliğinde tüm gelişme çağı sınıflarında en fazla II. bozulma evresinde ($1.9, 3.9$ ve $4.8 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve Milli Parkda ise 8-20 ve 20-36 cm sınıflarında en fazla III. bozulma evresinde (12.5 ve $9.5 \text{ m}^3/\text{ha}$), >36 cm sınıfında en fazla IV. bozulma evresinde ölü odun hacmi bulunmaktadır. Kapalılık sınıflarında da aynen gelişme çağında olduğu gibi İşletme Şefliğinde en fazla II. bozulma evresinde ($3.8, 2.8$ ve $4.1 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve Milli Parkda ise en fazla III. bozulma evresinde ($7.5, 10.1$ ve $9.8 \text{ m}^3/\text{ha}$) ölü odun hacmi bulunmaktadır (Tablo 15).

Eğim, bakı, yükselti, yola ve yerleşim yerine uzaklık değişkenleri için bozulma evrelerine göre ölü odun hacim miktarları genel olarak düzensiz bir dağılım göstermektedir (Tablo 16). Veliköy Orman İşletme Şefliğinde I. ve III. bozulma evresinde en fazla 38-58 eğim sınıfında (0.6 ve $4.0 \text{ m}^3/\text{ha}$), II. IV. ve V. bozulma evresinde >100 eğim sınıfında ($6.9, 2.3$ ve $2.5 \text{ m}^3/\text{ha}$), Karagöl-Sahara Milli Parkında I. bozulma evresinde en fazla 0-9 eğim sınıfında ($4.0 \text{ m}^3/\text{ha}$), II. IV. ve V. bozulma evrelerinde 10-17 eğim sınıfında ($8.9, 8.9$ ve $3.1 \text{ m}^3/\text{ha}$), III bozulma evresinde ise >100 eğim sınıfında ($15.4 \text{ m}^3/\text{ha}$) ölü odun hacmi bulunmaktadır. İşletme Şefliğinde bakı sınıflarında en fazla II. bozulma evresinde ($4.2, 4.2, 2.3$ ve $4.0 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve Milli

Parkda ise en fazla III. bozulma evresinde (13.4, 6.0, 7.7 ve 14.5 m³/ha) ölü odun hacmi bulunmaktadır. İşletme Şefliğinde ilk 2 yükselti basamağında en fazla III. bozulma evresinde (3.4 ve 3.7 m³/ha), son 3 yükselti basamağında, II. bozulma evresinde (5.0, 4.2 ve 1.3 m³/ha), Milli Parkda ise <1400 m sınıfında en fazla II. bozulma evresinde (6.2 m³/ha), 1450-1650 m sınıfında IV. bozulma evresinde (4.9 m³/ha), son 3 yükselti basamağında ise III. bozulma evresinde (8.0, 12.4 ve 19.8 m³/ha) ölü odun hacmi bulunmaktadır.

Yola uzaklık değişkenindeki değişime bakıldığında İşletme Şefliğinde 0-100, 101-250 ve >500 m yola uzaklık sınıflarında en fazla II. bozulma evresinde (1.6, 4.1 ve 5.3 m³/ha), 251-500 m sınıfında III. bozulma evresinde (3.7 m³/ha), Milli Parkda 0-100 m sınıfında II. bozulma evresinde (6.4 m³/ha), diğer sınıflarda III. bozulma evresinde (9.7, 10.1 ve 13.9 m³/ha) ölü odun hacmi olduğu görülmektedir. İşletme Şefliğinde yerleşim yerine uzaklık değişkeninde ilk 3 uzaklık sınıfında en fazla II. bozulma evresinde (2.1, 3.1 ve 4.8 m³/ha), >1500 m sınıfında III. bozulma evresinde (5.4 m³/ha), Milli Parkda tüm uzaklık sınıflarında III. bozulma evresinde (5.4, 7.6, 14.6 ve 12.1 m³/ha) ölü odun hacmi elde edilmiştir (Tablo 16).

Meşcere parametrelerine göre değerlendirme yapıldığında, tek yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme Şefliğinde II. bozulma evresindeki hacim meşcere tipi, bonitet endeksi ve sıklık derecesi sınıflarına göre, IV. bozulma evresindeki hacim meşcere tipi, bonitet endeksi, sıklık derecesi, gelişme çağı ve kapalılık sınıflarına göre, V. bozulma evresindeki hacim tüm meşcere değişkeni sınıflarına göre istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Karagöl-Sahara Milli Parkında sadece V. bozulma evresindeki hacim sıklık derecesi sınıflarına göre ve IV. bozulma evresindeki hacim gelişme çağı sınıflarına göre istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık göstermektedir (Tablo 15). Tukey testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme Şefliğinde meşcere tipleri için II. ve IV. bozulma evrelerinde LG ve V. bozulma evresinde LG+LÇs sınıfları, yaş sınıfları için V. bozulma evresinde 61-80, 81-100 ve >100 yıl sınıfları; bonitet endeksi sınıfları için II. bozulma evresinde 30-33 m sınıfı, IV. bozulma evresinde 30-33 m sınıfı, V. bozulma evresinde 30-33, 27-30 ve 24-27 m sınıfı; sıklık derecesi sınıfları için II. bozulma evresinde >12 sınıfı, IV. bozulma evresinde 10-12 sınıfı, V. bozulma evresinde >12 sınıfı; gelişme çağı için IV. ve V. bozulma evrelerinde > 36

cm sınıfları; kapalılık için ise IV. ve V. bozulma evrelerinde >%70 sınıfı en yüksek ölü odun hacim değerlerine sahiptir. Tukey testi sonuçlarına göre Karagöl-Sahara Milli Parkında meşcere tipleri için III. bozulma evresinde LG, sıklık derecesi sınıfları için V. bozulma evresinde >12 sınıfı ve gelişme çağı sınıfları için IV. bozulma evresinde >36 cm sınıfı, gelişme çağı için IV. bozulma evresinde > 36 cm sınıfı en yüksek ölü odun hacim değerlerine sahiptir (Tablo 16).

Tablo 16. Ölü odun hacminin (m³/ha) bazı mevki özellikleri ve bozulma evrelerine göre dağılımı, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları

Değişken	Sınıf	Veliköy OİŞ					Karagöl Sahara MP				
		Bozulma Evreleri					Bozulma Evreleri				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Eğim (%)	0-9	0.3 ^a	2.1 ^a	1.3 ^a	0.5 ^a	1.5 ^a	4.0 ^b	8.6 ^a	3.3 ^a	1.9 ^a	0.7 ^a
	10-17	0.1 ^a	2.1 ^a	1.2 ^a	2.2 ^a	0.6 ^a	1.3 ^{ab}	8.9 ^a	2.7 ^a	8.9 ^a	3.1 ^a
	18-36	0.6 ^a	3.0 ^a	1.2 ^a	1.6 ^a	1.8 ^a	0.5 ^{ab}	5.8 ^a	5.6 ^a	2.4 ^a	2.4 ^a
	37-58	0.6 ^a	4.2 ^a	4.0 ^a	2.2 ^a	2.4 ^a	0.9 ^{ab}	4.7 ^a	4.2 ^a	3.0 ^a	2.5 ^a
	59-100	0.3 ^a	3.7 ^a	2.3 ^a	2.0 ^a	2.2 ^a	0.2 ^a	7.8 ^a	13.1 ^a	3.9 ^a	2.8 ^a
	> 100	0.1 ^a	6.9 ^a	1.8 ^a	2.3 ^a	2.5 ^a	0.2 ^a	3.2 ^a	15.4 ^a	1.9 ^a	2.3 ^a
ANOVA	F	1.20	1.09	1.12	0.71	0.80	1.48	1.37	3.93	1.20	0.16
	p	0.31	0.37	0.35	0.61	0.55	0.20	0.24	0.00	0.31	0.98
Bakı	Kuzey	0.6 ^a	4.2 ^a	1.9 ^a	2.2 ^{ab}	2.0 ^a	0.6 ^a	5.4 ^a	13.4 ^{ab}	7.4 ^b	1.8 ^a
	Doğu	0.3 ^a	4.2 ^a	4.1 ^a	1.4 ^{ab}	2.1 ^a	0.7 ^a	6.0 ^a	6.0 ^a	3.4 ^{ab}	3.4 ^a
	Güney	0.5 ^a	2.3 ^a	1.9 ^a	0.9 ^a	1.5 ^a	0.5 ^a	6.2 ^a	7.7 ^{ab}	3.2 ^{ab}	2.4 ^a
	Batı	0.2 ^a	4.0 ^a	1.5 ^a	3.1 ^b	2.7 ^a	0.1 ^a	6.5 ^a	14.5 ^b	1.8 ^a	2.3 ^a
ANOVA	F	1.54	1.64	1.68	4.53	1.62	0.43	0.08	3.77	2.36	0.98
	p	0.20	0.18	0.17	0.00	0.18	0.73	0.97	0.01	0.07	0.40
Yükselti (m)	< 1450	0.2 ^a	2.7 ^a	3.4 ^a	0.8 ^{ab}	1.1 ^{ab}	0.1 ^a	6.2 ^a	0.3 ^a	0.7 ^a	0.7 ^a
	1450-1650	0.4 ^a	1.6 ^a	3.7 ^a	1.1 ^{ab}	2.1 ^{ab}	1.9 ^a	4.3 ^a	4.7 ^a	4.9 ^a	1.1 ^a
	1650-1850	0.3 ^a	5.0 ^a	1.3 ^a	2.0 ^{ab}	2.2 ^b	0.2 ^a	7.7 ^a	8.0 ^a	2.9 ^a	3.1 ^a
	1850-2050	0.5 ^a	4.2 ^a	2.3 ^a	2.7 ^b	2.6 ^b	0.4 ^a	5.0 ^a	12.4 ^a	4.0 ^a	2.6 ^a
	> 2050	0.4 ^a	1.3 ^a	1.0 ^a	0.3 ^a	0.2 ^a	0.4 ^a	5.2 ^a	19.8 ^a	1.4 ^a	2.0 ^a
ANOVA	F	0.53	3.13	1.08	3.42	3.46	2.14	0.94	2.72	0.46	1.09
	p	0.71	0.02	0.37	0.01	0.01	0.08	0.44	0.03	0.76	0.36
Yola uzaklık (m)	0-100	0.6 ^a	1.6 ^a	1.6 ^a	0.9 ^a	0.5 ^a	1.9 ^b	6.4 ^a	4.2 ^a	2.1 ^a	3.2 ^a
	101-250	0.3 ^a	4.1 ^{ab}	1.9 ^a	1.5 ^{ab}	1.8 ^b	0.4 ^a	5.6 ^a	9.7 ^{ab}	4.5 ^a	2.4 ^a
	251-500	0.4 ^a	2.4 ^a	3.7 ^a	2.1 ^{ab}	2.1 ^b	0.2 ^a	7.5 ^a	10.1 ^{ab}	3.1 ^a	2.3 ^a
	> 500	0.3 ^a	5.3 ^b	2.3 ^a	2.9 ^b	3.5 ^b	0.1 ^a	3.4 ^a	13.9 ^b	3.1 ^a	3.3 ^a
ANOVA	F	0.99	4.56	0.86	3.27	9.71	3.12	1.22	1.76	0.54	0.57
	p	0.40	0.00	0.46	0.02	0.00	0.03	0.30	0.16	0.66	0.64
Yerleşim yerine uzaklık (m)	0-500	0.2 ^a	2.1 ^a	1.4 ^a	1.0 ^a	0.9 ^a	1.1 ^a	2.8 ^a	5.4 ^a	2.6 ^a	1.2 ^a
	501-1000	0.4 ^a	3.1 ^a	1.9 ^a	1.2 ^a	1.7 ^{ab}	0.4 ^a	5.0 ^{ab}	7.6 ^a	3.4 ^{ab}	2.8 ^a
	1001-1500	0.6 ^a	4.8 ^a	1.8 ^a	2.1 ^a	2.5 ^{bc}	0.3 ^a	8.5 ^{ab}	14.6 ^a	2.9 ^a	2.8 ^a
	> 1500	0.3 ^a	4.5 ^a	5.4 ^b	4.1 ^b	3.7 ^c	0.3 ^a	10.1 ^b	12.1 ^a	8.7 ^b	4.1 ^a
ANOVA	F	1.63	2.52	2.92	7.01	6.79	0.80	3.50	3.80	1.84	1.68
	0.18	0.06	0.03	0.00	0.00	0.50	0.02	0.01	0.14	0.17	0.18
Ortalama		0.4	3.6	2.3	1.9	2.0	0.5	6.1	9.8	3.5	2.6

Mevki parametrelerine göre değerlendirme yapıldığında, tek yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme Şefliğinde II. bozulma evresindeki hacim yola uzaklık sınıflarına göre, III. bozulma evresindeki hacim yerleşim yerine uzaklık sınıflarına göre, IV. bozulma evresindeki hacim bakı, yükselti, yola ve yerleşim yerine uzaklık sınıflarına göre, V. bozulma evresindeki hacim yükselti, yola ve yerleşim yerine uzaklık sınıflarına göre istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Diğer taraftan Karagöl-Sahara Milli Parkında I. bozulma evresindeki hacim eğim ve yola uzaklık sınıflarına göre, II. bozulma evresindeki hacim yerleşim yerine uzaklık sınıflarına göre, III. bozulma evresindeki hacim eğim, bakı ve yola uzaklık sınıflarına göre, IV. bozulma evresindeki hacim bakı ve yerleşim yerine uzaklık sınıflarına göre istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı farklılık göstermektedir (Tablo 16). Tukey testi sonuçlarına göre Veliköy Orman İşletme Şefliğinde bakı sınıfları için IV. bozulma evresindeki batı bakı sınıfı; yükselti sınıfları için IV. bozulma evresinde 1850-2050 m sınıfı, V. bozulma evresinde 1650-1850 ve 1850-2050 m sınıfları; yola uzaklık sınıfları için II. bozulma evresinde >500 m sınıfı, IV. bozulma evresinde >500 m sınıfı, V. bozulma evresinde 101-250, 251-500 ve >500 m sınıfları; yerleşim yerine uzaklık için III. IV. ve V. bozulma sınıflarında >1500 m sınıfı en yüksek ölü odun hacim değerlerine sahiptir. Tukey testi sonuçlarına göre Karagöl-Sahara Milli Parkında eğim sınıfları için I. bozulma evresinde %0-9 eğim sınıfı; bakı sınıfları için III. bozulma evresinde batı bakı ve IV. bozulma evresinde kuzey bakı sınıfı; yola uzaklık sınıfları için I. bozulma evresinde 0-100 m ve III. bozulma evresinde >500 m sınıfı; yerleşim yerine uzaklık sınıfları için II ve IV bozulma evresinde >1500 m sınıfı en yüksek ölü odun hacim değerlerine sahiptir (Tablo 16).

4 TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre;

Veliköy Orman İşletme Şefliğinde dikili kuru, kütük ve devrik kuru hacimlerinin sırasıyla 3.0 (%29.4), 3.8 (%37.8) ve 3.3 (%32.7) m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise 10.8 (%47.8), 5.1 (%22.7) ve 6.6 (%29.4) m³/ha olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan işletme ve milli park alanı ayırt edilmeden dikili kuru, kütük ve devrik kuru hacimlerinin sırasıyla 6.9 (%42.2), 4.5 (%27.3) ve 5.0 (%30.5) m³/ha olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

Toplam ölü odun hacminin ortalaması ve ölü odun hacminin dikili hacme oranı, Veliköy Orman İşletme Şefliği için 10.1 m³/ha ve %2.5, Karagöl-Sahara Milli Parkı için 22.5 m³/ha ve %4.2 ve tüm araştırma alanı için ise 16.3 m³/ha ve %3.4 olarak hesaplanmıştır. Toplam ölü odun hacmi ve ölü odun oranı, Bayraktar ve ark. (2020) Meşe-Kayın meşcerelerinde 16.49 m³/ha ve %5.65; Pala (2020) Sarıçam meşcerelerinde 2.5 m³/ha ve %1.3; Collepardi ve ark. (2019) Kayın meşcerelerinde 22.5 m³/ha ve %4.6; Puletti ve ark. (2019) tarafından 19 Avrupa ülke genelindeki çalışmada 15.8 m³/ha; Błońska ve ark. (2019a) tarafından iğne ve yapraklı karışık meşcerelerde 54.1 m³/ha ve %11.4; Staniaszek-Kik ve ark., (2019) Ladin işletilen meşcerelerde 70 m³/ha ve Ladin korunan meşcerelerde ise 114 m³/ha; Bujoczek ve ark. (2018) Ladin meşcerelerinde 142.5 m³/ha ve %27; Behjou ve ark. (2018) geniş yapraklı meşcerelerde 9.2 m³/ha ve %2; Keren ve Diaci, (2018) Kayın-Gökmar-Ladin karışık yaşlı meşcerelerde 357 m³/ha ve %27 ve işletilen meşcerelerde ise 69 m³/ha ve %19.4; Parobeková ve ark. (2018) tarafından Gökmar-Kayın-Ladin karışık meşcerelerinde 313 m³/ha ve %43; Topacoğlu ve ark. (2017) tarafından Kazdağı Gökmarı meşcerelerinde 8.9 m³/ha ve %3.2; Vasile ve ark. (2017) Meşe-Kayın meşcerelerinde 240.8 m³/ha ve %30 ve Gökmar-Kayın meşcerelerinde 135.5 m³/ha ve %15; Rimle ve ark. (2017) Ladin meşcerelerinde 112 m³/ha ve %19; De Meo ve ark. (2017) İtalya ve Yunanistan'daki Kızılçam kent ormanında 75.1 m³/ha ve 9.21 m³/ha; Karahalil ve ark. (2017) Kızılçam meşcerelerinde 3.8 m³/ha ve %2.4; Motta ve ark. (2015) doğal yaşlı Kayın-Gökmar-Ladin karışık meşcerelerinde 420.4 m³/ha ve

%40.8; Meyer ve Schmidt (2011) Kayın ormanlarında 10-52 m³/ha; Çolak ve ark. (2009) işletilen ormanında 9.31± 2.84 m³/ha ve %1.96± 0.84 korunan alanda 30.05± 11.06 m³/ha ve % 6.33± 2.98; Burrascano ve ark. (2008) işletilen Kayın meşcerelerinde 12.1 m³/ha ve %3.2 ve doğal yaşlı Kayın meşcerelerinde 45.0 m³/ha ve %11.7; Burrascano ve ark. (2008) yaşlı Kayın meşcerelerinde 22 m³/ha; Atıcı ve ark. (2008) Doğu Kayını meşcerelerinde 22.87± 4.34 m³/ha ve %4.81± 4.72; Oheimb ve ark. (2007) Kayın meşcerelerinde 94.3 m³/ha ve %14; Motta ve ark. (2006) Avrupa Ladini meşcerelerinde 23.3 m³/ha ve %4.8; Zielonka (2006) Ladin meşcerelerinde 191 m³/ha ve %21-49, Köster ve ark., (2005) Estonya'daki iki farklı araştırma alanının ilkinde 48.46 m³/ha ve %21 ve ikincisinde 27.59 m³/ha ve %15; Christensen ve ark. (2005) Kayın meşcerelerinde 130 m³/ha ve %22; Siitonen ve ark. (2000) kesim çağındaki Ladin meşcerelerinde 14.4 m³/ha ve %5, idare süresi geçmiş Ladin meşcerelerinde 22.3 m³/ha ve %7 ve doğal yaşlı Ladin meşcerelerinde 111.4 m³/ha ve %3; Sippola ve ark. (1998) yaşlı Ladin meşcerelerinde 29.9 m³/ha ve işletilen Ladin meşcerelerinde 19.4 m³/ha; Korpel' (1997) Kayın-Gökmar-Ladin karışık meşcerelerinde 181-280 m³/ha, sadece saf Gökmar meşcerelerinde 50-183 m³/ha olarak elde edilmiştir. Çoğu Avrupa ülkesinde ölü odun hacim oranı %3.3 (Belçika) ile %14.4 (Slovakya) arasında değişmekle birlikte çoğu ülkede %5-7 (İsveç, Finlandiya, Lüksemburg, İtalya, Estonya) arasında değişmektedir. Ölü odun hacim oranı %7'nin üzerinde olduğu ülkeler İrlanda (%8.1) ve İsviçre (%9.5)'dir (Di Cosmo ve ark., 2013). Bu çalışmadaki sonuçlar daha önce yapılan çalışmalara göre değerlendirildiğinde bazı çalışmalara göre daha düşük, bazı çalışmalara göre daha yüksek, bazı çalışmalara göre de benzer olarak elde edilmiştir. Genel olarak Veliköy Orman İşletme Şefliğinde elde edilen ölü odun miktarının dünya ve özellikle Avrupa'da yapılan çalışmalara göre ortalamanın altında, Karagöl-Sahara Milli Parkında elde edilen ölü odun hacim miktarının ise daha yüksek ve ortalamaya yakın olduğu söylenebilir (Tablo 17).

Tablo 17. Toplam ölü odun hacminin ortalaması ve ölü odun hacminin dikili hacme oranı dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar ile daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması.

Yayın	Tür	Yapıldığı Yer	İşletme Türü	Toplam Kuru (m3/ha)	Kuru Oranı (%)
Bu çalışma	L-G-Çs	Artvin -Veliköy OİŞ	İşletilen	10.1	2.6
		Karagöl-Sahara MP	Korunan Alan	22.5	4.2
Bayraktar ve ark. (2020)	M-Kn	İstanbul-Belgrad	Koruma Ormanı	16.5	5.6
Pala (2020)	Çs	Giresun-Kelkit	İşletilen	2.5	1.3
Puletti ve ark. (2019)	-	Avrupa- 19 Ülke	İşletilen	15.8	-
Bujoczek ve ark. (2018)	L	Polonya	Koruma Ormanı	142.5	27.0
Keren ve Diaci, (2018)	Kn-G-L	Güney-Doğu Avrupa	Yaşlı Orman	357.0	27.0
Keren ve Diaci, (2018)	Kn-G-L	Güney-Doğu Avrupa	Yönetilen Orman	69.0	19.4
Parobeková ve ark. (2018)	G-Kn-L	Slovakya	Koruma Ormanı	313.0	43.0
Topacoğlu ve ark. (2017)	G	Kastamonu-Küre	Yönetilen Orman	8.9	3.2
Karahalil ve ark. (2017)	Kz	Köprülü Kanyon MP	Korunan Alan	3.8	2.4
Rimle ve ark. (2017)	L	İsviçre	İşletilen	112.0	19.0
De Meo ve ark. (2017)	Çz	İtalya	Kent Ormanı	75.1	12.6
De Meo ve ark. (2017)	Çz	Yunanistan	Kent Ormanı	9.2	2.3
Çolak ve ark. (2009)	Kozalaklı-G.Yapraklı	Karabük-Büyükdüz	Koruma Ormanı	30.1	6.3
Çolak ve ark. (2009)	Kozalaklı-G.Yapraklı	Karabük-Büyükdüz	Yönetilen Orman	9.3	1.9
Atıcı ve ark. (2008)	Kn	Kuzey Türkiye	Yönetilen Orman	22.9	4.8



Motta ve ark. (2006)	L	İtalya-Valbona	Koruma Ormanı	23.3	4.8
Zielonka (2006)	L	Polanya	Yönetilen Yaşlı Orman	191.0	21-49
Siitonen ve ark. (2000)	L	Güney Finlandiya	Yönetilen-Yaşlı Orman	111.4	3.0
Sippola ve ark. (1998)	L	Finlandiya-Laponya	İşletilen	19.4	18.6

OİŞ: Veliköy Orman İşletme Şefliği, MP: Karagöl-Sahara Milli Parkı, L: Ladin, G:Gökmar, Çs: Sarıçam, Kn: Kayın, Çz: Kızılçam, G. Yapraklı:Geniş Yapraklı

Ölü odun sınıfları (dikili kuru, kütük, devrik kuru ve toplam kuru) bazında elde edilen ölü odun hacim dağılımları değerlendirildiğinde Veliköy Orman İşletme Şefliğinde %37.8 ile kütük, Karagöl-Sahara Milli Parkında %47.8 ile dikili kuru ve tüm araştırma alanında %42.2 ile dikili kuru ölü odun hacmi en fazla olarak elde edilmiştir. Genel olarak beklenen dağılım sıralamasında kütük hacminin daha az olarak elde edilmesidir. Ancak Veliköy Orman İşletme Şefliğinde en fazla kütük ölü odun elde edilmiştir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde en fazla kütük hacminin fazla çıkması, planlı üretimin yanı sıra yasa dışı kesimlerin fazla olması ve dikili kuru ve yatık devriklerin yasa dışı olarak ormandan alınmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan Karagöl-Sahara Milli Parkında ise en fazla dikili kuru hacminin fazla olması ise yasa dışı kesimlerin milli park alanında işletme şefliğine göre büyük bir sorun olmadığını göstermektedir. Ayrıca, milli park meşcerelerinde planlı üretim yapılmamasına karşın, işletme şefliği sahalarında ise belirli aralıklarla meşcerelerde aralama veya gençleştirme kesimleri yapılmaktadır.

Daha önce yapılan çalışmaların çoğunda genellikle dikili kuru veya devrik kuru hacmi daha fazla, kütük hacmi ise daha az olarak elde edilmiştir. Bayraktar ve ark. (2020) tarafından İstanbul-Belgrad'daki Meşe-Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada sırası ile 13.44 m³/ha (%81.5) devrik kuru, 2.70 m³/ha dikili kuru (%16.4) ve 0.35 m³/ha (%2.1) kütük hacmi elde edilmiştir. Pala (2020) tarafından Gümüşhane-Kelkit'deki saf Sarıçam meşcerelerinde yapılan çalışmada sırası ile 1,3 m³/ha (%54) dikili kuru, 0,9 m³/ha (%38) devrik kuru ve 0,2 m³/ha (%8) dip kütük hacmi elde edilmiştir. Paletto ve ark. (2020) tarafından Huş meşcerelerinde yapılan çalışmada sırasıyla 16.9 m³/ha (%71) devrik kuru, 4.73 m³/ha (%20) kütük, 2.27 m³/ha (%9) dikili kuru olmak üzere toplamda 23.9 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Puletti ve ark. (2019) tarafından Avrupa'daki 19 ülke genelinde yapılan çalışmada sırasıyla 6.4 m³/ha (%41) gövde ve dal parçaları, 4.1 m³/ha (%26) dikili kuru, 2.5 m³/ha (%16) kütük, 1.8 m³/ha (%12) tepesi kırık dikili kuru ve 0.7 m³/ha (%5) devrik kuru olmak üzere toplamda 15.8 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Błońska ve ark. (2019a) tarafından Polanya'da yapılan çalışmada sırasıyla (kuru, nemli ve ıslak toprak nemi olan yetiştirme ortamlarındaki ortalama değerler) 30.1 m³/ha (%55.2) devrik kuru, 21.3 m³/ha (%39.0) dikili kuru, 1.7 m³/ha (%3.0) kütük, 1.5 m³/ha (%2.8) tepesi kırık dikili kuru olmak üzere toplamda 54.1 m³/ha ölü odun

hacmi elde edilmiştir. Collepari ve ark. (2019) tarafından Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada sırası ile 13.5 m³/ha (%60) devrik kuru, 7.3 m³/ha dikili kuru (%33) ve 1.7 m³/ha (%7) kütük hacmi elde edilmiştir. Vitkova ve ark. (2018) tarafından Orta Avrupa ülkelerinde yapılan çalışmada sırası ile 12.1 m³/ha (%51) küçük boyutlu ölü odun (<7 cm), 9.1 m³/ha (%38) büyük boyutlu ölü odun (dikili veya devrik) ve 2.7 m³/ha (%11) kütük hacmi elde edilmiştir. Behjou ve ark. (2018) tarafından geniş yapraklı meşcerelerde yapılan çalışmada sırasıyla 4.4 m³/ha (%48) dikili kuru, 3.4 m³/ha devrik kuru (%37) ve 1.4 m³/ha (%15) kütük hacmi olmak üzere toplamda 9.2 m³/ha ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Keren ve Diaci, (2018) tarafından güneydoğu Avrupa’da yapılan çalışmada Kayın-Göknar-Ladin karışık yaşlı meşcerelerde sırasıyla 272 m³/ha (%76) devrik kuru, 76 m³/ha (%21) dikili kuru ve 10 m³/ha (%3) kütük hacmi ve işletilen meşcerelerde ise 47 m³/ha (%67) devrik kuru, 20 m³/ha (%29) kütük hacmi 3 m³/ha (%4) dikili kuru hacmi elde edilmiştir. Karahalil ve ark. (2017) tarafından Antalya Köprülü Kanyon Milli Parkındaki Kızılçam meşcerelerinde yapılan çalışmada sırasıyla 3.1 m³/ha (%81.5) devrik kuru, 0.5 m³/ha dikili kuru (%13.2) ve 0.2 m³/ha (%5.3) kütük hacmi elde edilmiştir. De Meo ve ark. (2017) tarafından İtalya’daki kent ormanında (Kızılçam) 13.92 m³/ha (%18) dikili kuru, 59.91 m³/ha (%80) devrik kuru ve 1.25 m³/ha (%2) kütük olmak üzere toplamda 7.64 m³/ha ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Vasile ve ark. (2017) tarafından Romanya’daki Meşe-Kayın meşcerelerinde sırasıyla 113.5 m³/ha (%47.2) kökünden ayrılmış devrik, 76.1 m³/ha (%31.6) dikili kuru, 20.5 m³/ha (%8.5) gövde ve dal parçaları, 9.5 m³/ha (%3.9) tepesi kırık dikili kuru, 8.2 m³/ha (%3.4) devrik kuru, 7.6 m³/ha (%3.2) tepesi kırık devrik kuru ve 5.3 m³/ha (%2.2) kütük hacmi olmak üzere toplamda 240.8 m³/ha ölü odun hacmi ve Göknar-Kayın meşcerelerinde ise 35.5 m³/ha (%26.2) gövde ve dal parçaları, 28.7 m³/ha (%21.2) dikili kuru, 22.9 m³/ha (%16.9) devrik kuru, 18.5 m³/ha (%13.7) kökünden ayrılmış devrik, 17.1 m³/ha (%12.6) tepesi kırık devrik kuru, 12.3 m³/ha (%9.1) tepesi kırık dikili kuru ve 0.4 m³/ha (%0.3) kütük hacmi olmak üzere toplamda 135.5 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Topacoğlu ve ark. (2017) tarafından Kastamonu-Küre yöresinde değişik yaşlı Kazdağı Göknarı meşcerelerinde 2.2 m³/ha dikili kuru, 1.2 m³/ha tepesi kırık dikili kuru, 1.54 m³/ha yeni devrik kuru, 3.8 m³/ha çürümüş devrik kuru ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Herrero ve ark. (2016) tarafından Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada 10.89 m³/ha (%45) devrik kuru, 8.61 m³/ha (%35)

kütük, 4.68 m³/ha (%19) gövde dal ve parçaları, 0.24 m³/ha (%1) dikili kuru olmak üzere toplamda 24.43 m³/ha ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Motta ve ark. (2015) tarafından Karadağ'da doğal yaşlı Kayın-Gökmar-Ladin karışık meşcerelerinde yapılan çalışmada 300 m³/ha (%71) gövde dal ve parçaları, 114.2 m³/ha (%27) dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuru, 6.2 m³/ha (%2) kütük olmak üzere toplamda 420.4 m³/ha ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Paletto ve ark. (2014) tarafından İtalya'daki Meşe ormanlarında yapılan çalışmada 3.38 m³/ha (%44) dikili kuru, 2.68 m³/ha (%35) devrik kuru ve 1.58 m³/ha (%21) kütük olmak üzere toplamda 7.64 m³/ha ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Di Cosmo ve ark., (2013) tarafından İtalya'da yapılan çalışmada 5.4 m³/ha (%61) dikili kuru, 1.9 m³/ha (%22) devrik kuru ve 1.5 m³/ha (%17) kütük olmak üzere toplamda 8.8 m³/ha ölü odun hacmi olduğunu belirlemişlerdir. Du Cros ve Lopez, (2009) tarafından Fransa'da yapılan çalışmada sırasıyla 22.8 m³/ha (%73) devrik kuru, 6.9 m³/ha dikili kuru (%22) ve 1.6 m³/ha (%5) kütük hacmi olmak üzere toplamda 31.3 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Atıcı ve ark. (2008) tarafından Kuzey Türkiye'deki Doğu Kayını meşcerelerinde 9.9 m³/ha (%43) tepesi kırık dikili kuru, 5.5 m³/ha (%24) gövde ve dal parçaları, 4.1 m³/ha (%18) devrik kuru ve 3.4 m³/ha dikili kuru (%15) hacmi olmak üzere toplamda 22.9 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Burrascano ve ark. (2008) tarafından İtalya'daki yaşlı Kayın ormanlarında yapılan çalışmada 19.0 m³/ha (%42) devrik kuru, 11.5 m³/ha (%26) gövde ve dal parçaları, 10.3 m³/ha (%23) dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuru ve 4.2 m³/ha (%9) kütük hacmi olmak üzere toplamda 45 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Oheimb ve ark. (2007) tarafından Kayın meşcerelerinde sırasıyla 29.8 m³/ha (%32) kökünden ayrılmış devrik, 16.6 m³/ha (%18) dikili kuru, 16.2 m³/ha (%17) tepesi kırık dikili kuru, 14.8 m³/ha (%16) gövde ve dal parçaları, 8.7 m³/ha (%10) devrik kuru, 7.2 m³/ha (%8) tepesi kırık devrik kuru ve 0.9 m³/ha (%1) kütük hacmi olmak üzere toplamda 94.3 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Motta ve ark. (2006) tarafından İtalya'daki Avrupa Ladini ormanlarında yapılan çalışmada 9.0 m³/ha (%38.6) devrik kuru, 7.5 m³/ha (%32.2) dikili kuru ve 6.8 m³/ha (%29.2) kütük hacmi olmak üzere toplamda 23.3 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir. Sippola ve ark. (1998) tarafından yaşlı Ladin meşcerelerinde yapılan çalışmada %60-70 oranında kaba gövde ve dal parçaları, %30-40 dikili kuru ve %3.5-7 oranında kütük hacmi olduğu belirlenmiştir (Tablo 18).

Tablo 18. Ölü Odun Sınıfları dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçların daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması.

Yayın	Tür	Yapıldığı Yer	Dikili Kuru		Devrik Kuru		Kütük		Gövde ve Dal Parçaları		Tepesi Kırık Dikili Kuru	
			m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%
Bu çalışma	L-G-Çs	Artvin-Veliköy OİŞ	3.0	29.7	3.3	32.7	3.8	37.6	-	-	-	-
		Karagöl-Sahara MP	10.8	48.0	6.6	29.3	5.1	22.7	-	-	-	-
Bayraktar ve ark. (2020)	M-Kn	İstanbul- Belgrad	2.7	16.4	13.4	81.5	0.4	2.1	-	-	-	-
Pala (2020)	Çs	Giresun- Kelkit	1.3	54.0	0.9	38.0	0.2	8.0	-	-	-	-
Paletto ve ark. (2020)	H	Rusya	2.3	9.0	16.9	71.0	4.7	20.0	-	-	-	-
Puletti ve ark. (2019)	-	Avrupa- 19 Ülke	4.1	26.0	0.7	5.0	2.5	16.0	6.4	41.0	1.8	12.0
Błońska ve ark. (2019a)	İğne-G. Yapraklı	Polonya	21.3	39.0	30.1	55.2	1.7	3.0	-	-	1.5	2.8
Keren ve Diaci, (2018)	Kn-G-L	Güney-Doğu Avrupa	76.0	21.0	272.0	76.0	10.0	3.0	-	-	-	-
Topacoğlu ve ark. (2017)	G	Kastamonu-Küre	2.2	25.0	5.3	61.0	-	-	-	-	1.2	14.0
Karahalil ve ark. (2017)	Çz	Köprülü Kanyon MP	0.5	13.2	3.1	81.5	0.2	5.3	-	-	-	-
De Meo ve ark. (2017)	Çz	İtalya	13.9	18.0	59.9	80.0	1.3	2.0	-	-	-	-
Motta ve ark. (2015)	Kn-G-L	Karadağ	114.2	27.0	-	-	6.2	2.0	300.0	71.0	-	-
Paletto ve ark. (2014)	M	İtalya- Matera	3.4	44.0	2.7	35.0	1.6	21.0	-	-	-	-
Di Cosmo ve ark., (2013)	Kozalaklı-G.Yapraklı	İtalya	5.4	61.0	1.9	22.0	1.5	17.0	-	-	-	-

Du Cros ve Lopez, (2009)	İğne- G. Yapraklı	Fransa	6.9	22.0	22.8	73.0	1.6	5.0	-	-	-	-
Burrascano ve ark. (2008)	Kn	İtalya	10.3	23.0	19.0	42.0	4.2	9.0	11.5	26.0	-	-
Atıcı ve ark. (2008)	Kn	Kuzey Türkiye	3.4	15.0	4.1	18.0	-	-	5.50	24.0	9.87	43.0
Motta ve ark. (2006)	L	İtalya- Valbona	7.5	32.2	9.0	38.6	6.8	29.2	-	-	-	-

OİŞ: Orman İşletme Şefliği, MP: Milli Park, L: Ladin, G:Gökmar, Çs: Sarıçam, M: Meşe, Kn: Kayın, Çz: Kızılcık.

Tablo 19. Ölü Odun Sınıfları dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlarla daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması.

Yayın	Tür	Yapıldığı Yer	İşletme Türü	Dikili Kuru %	Devrik Kuru %	Kütük %	Gövde ve Dal Parçaları %
Bu çalışma	L-G-Çs	Artvin- Veliköy OİŞ	İşletilen	29.4	32.7	37.8	-
		Karagöl-Sahara MP	Korunan Alan	47.8	29.4	22.7	-
Staniaszek-Kik ve ark., (2019)	L	Polonya	İşletilen	4.0	31.0	65.0	-
Staniaszek-Kik ve ark., (2019)	L	Polonya	Koruma Ormanı	3.0	40.0	57.0	-
Burrascano ve ark. (2008)	Kn	İtalya	İşletilen	2.0	26.0	70.0	1.0
De Meo ve ark. (2017)	Çz	Yunanistan	Kent Ormanı	18.0	34.0	48.0	-

Daha önce yapılan bazı çalışmalarda ise kütük hacmi diğer ikisi olan dikili kuru veya devrik kuru hacminden daha fazla olarak elde edilmiştir. Staniaszek-Kik ve ark., (2019) tarafından Ladin ormanlarında yapılan çalışmada işletilen meşcerelerde 70 m³/ha ölü odunun sırasıyla %65'ini kütük, %31'ini devrik kuru ve %4'ünü dikili kuru oluştururken, korunan meşcerelerde ise 114 m³/ha ölü odun hacminin sırasıyla %57'sini kütük, %40'ını devrik kuru ve %3'ünü dikili kuru hacmi elde edilmiştir. De Meo ve ark. (2017) tarafından Yunanistan'daki kent ormanında (Kızılçam) sırasıyla 4.48 m³/ha (%48) kütük, 3.11 m³/ha (%34) devrik kuru ve 1.63 m³/ha (%18) dikili kuru olmak üzere toplamda 9.21 m³/ha ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Burrascano ve ark. (2008) tarafından İtalya'daki işletilen Kayın ormanlarında yapılan çalışmada 8.5 m³/ha (%70) kütük hacmi, 3.1 m³/ha (%26) devrik kuru, 0.3 m³/ha (%2) dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuru ve 0.1 m³/ha (%1) gövde ve dal parçaları olmak üzere toplamda 12.1 m³/ha ölü odun hacmi elde edilmiştir (Tablo 19).

Meşcere yaşı, bonitet endeksi, meşcere sıklığı, meşcere gelişim çağı ve kapalılık gibi meşcere parametrelerine göre ölü odun hacimlerinin dağılımları ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Ölü odun miktarının ağaç türü, meşcere tipi, meşcere yaşı, bonitet endeksi, eğim, yükselti, orman amenajmanı faaliyetleri, odunun niteliği ve ayrışma hızı gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu belirtilmiştir (Heilmann- Clausen ve Christensen, 2004; Köster ve ark., 2005; Topaçoğlu ve ark., 2017). Meşcere yaşlandıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacmi artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri 21-40 yaş sınıfındaki 2.9 m³/ha ile >100 yaş sınıfındaki 12.9 m³/ha arasında, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise 41-60 yaş sınıfındaki 11.7 m³/ha ile >100 yaş sınıfındaki 23.8 m³/ha arasında değişmektedir (Tablo 9). Aynı şekilde Bayraktar ve ark. (2020) tarafından İstanbul-Belgrad'daki Meşe-Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada ölü odun hacimleri yaş arttıkça artmaktadır ve hacim değerleri <60 yaş sınıfındaki 8.9 m³/ha ile >180 yaş sınıfındaki 20.39 m³/ha arasında değişmektedir. Benzer şekilde Karahalil ve ark., (2017) tarafından Kızılçam meşcerelerinde yaş arttıkça ölü odun hacminin arttığını ve ölü odun hacminin 0-20 yaş sınıfı için 1.6 m³/ha ile >100 yaş sınıfı için 6.2 m³/ha arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Köster ve ark., (2005) Estonya'daki yapılan çalışmada belirli bir yaşa kadar ölü odun hacminin artış gösterdiğini, ölü odun hacminin 0-29 yaş sınıfından (5 m³/ha) 110-129 yaş sınıfına

(100 m³/ha) kadar arttığını ve daha sonra (>130 yıl, 70 m³/ha) ise azaldığını belirlemişlerdir. Meşcere verim gücü iyileştikçe hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacmi artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri en kötü bonitet (18-21 m) sınıfındaki 3.9 m³/ha ile en iyi bonitet (30-33 m) sınıfındaki 18.1 m³/ha arasında, Karagöl-Sahara Milli Parkında ise 16.2 – 25.1 m³/ha arasında değişmektedir (Tablo 9). Benzer şekilde Karahalil ve ark., (2017) tarafından Kızılçam meşcerelerinde bonitet iyileştikçe (kötü bonitet için 2.4 m³/ha ve iyi bonitet için 4.2 m³/ha) ölü odun hacminin arttığını ortaya koymuşlardır. Köster ve ark., (2005) Estonya'daki yapılan çalışmada meşcere verim gücünün iyileştikçe (kötü bonitet için 14 m³/ha ve iyi bonitet için 70 m³/ha) ölü odun hacminin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Meşcerenin sıklık değeri arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacim miktarı artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri düşük sıklıktan yüksek sıklığa doğru sırasıyla 5.8, 7.6, 11.6, 13.1 ve 17.7 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 11.1, 18.7, 22.4, 25.1 ve 26.6 m³/ha'dır (Tablo 9). Næsset, (1999) meşcere sıklığının azaldıkça ölü odun hacminin azaldığını ve bozulma süresinin uzadığını belirlemiştir. Gelişme çağı itibariyle meşcere orta çapı kalınlaştıkça ölü hacim miktarı hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri 8-20, 20-36 ve >36 cm itibariyle sırasıyla 3.5, 11.6 ve 14.2 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 17.6, 21.9 ve 45.3 m³/ha'dır (Tablo 9). Herrero ve ark. (2016) ölü odun hacim miktarlarını gençlik aşamasında 17.14 m³/ha, sırkılık-direklik çağında 34.09 m³/ha, orta kalınlık çağı sınıfında 22.54 m³/ha ve gençleştirme aşamasında 24.27 m³/ha olduğunu, yani gelişme çağına göre ölü odun hacim eğiliminin “ters J” deseni şeklinde olduğunu belirlemişlerdir. Karahalil ve ark., (2017) ölü odun hacim miktarlarını 0-8 cm sınıfında 1.9 m³/ha, 8-20 cm sınıfında 2.9 m³/ha, 20-36 cm sınıfında 4.7 m³/ha ve >36 cm sınıfında 3.7 m³/ha olduğunu, yani gelişme çağına göre gençleştirme çağına kadar ölü odun hacminin arttığını ve bu çağıdan sonra ise azalış gösterdiğini belirlemişlerdir. Milli park alanında gelişme çağı sınıfları itibariyle ölü odun hacminin artış göstermesi yani gençleştirme çağında azalış göstermemesinin sebebi olarak, planlı ve kaçak kesimlerin yapılmaması söylenebilir. Dolayısıyla gençleştirme çalışmaları için müdahale yapılmadığı ve meşcerenin doğal büyüme seyri içerisinde kurumaların devam ettiği söylenebilir.

Meşcere kapalılığı arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacim miktarı artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri %11-40, 41-70 ve >70 kapalılık sınıfları itibariyle sırasıyla 5.3, 7.7 ve 12.5 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 9.4, 22.3 ve 22.9 m³/ha'dır (Tablo 9). Kapalılık arttıkça ölü odun hacminin artış göstermesi beklenen bir durumdur. Yani kapalılık artış gösterdiğinde ağaçlar arası rekabet arttığından ölüm oranları da buna bağlı olarak artış göstermektedir. Kahrıman (2011) ağaçların kuruması onun genetik yapısı ve çevresindeki diğer ağaçlarla yaptığı rekabetin şiddeti ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Karahalil ve ark., (2017) ölü odun hacim miktarlarının kapalılığın artması ile artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışma kapsamında eğim, bakı, yükselti, yola ve yerleşim yerine uzaklık gibi mevki parametrelerine göre elde edilen ölü odun hacimlerinin dağılımları, literatürde yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Meşcerenin eğimi arttıkça işletme şefliği için ölü odun hacmi artış gösterirken, milli park için düzensiz bir dağılım göstermektedir (Tablo 10). Böhl ve Brändli, (2007) ölü odun hacimlerinin %0-20 eğim sınıfı için 20.68 m³/ha, %20-40 için 22.31 m³/ha, %40-60 için 21.98 m³/ha ve >%60 için 38.85 m³/ha olduğunu yani genel olarak eğim arttıkça ölü odun hacminin de artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Karahalil ve ark., (2017) ölü odun hacim miktarlarının eğim sınıflarına göre düzensiz bir dağılım gösterdiğini ifade etmişlerdir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri kuzey, doğu, güney ve batı bakılarına bağlı olarak 10.9, 12.2, 7.1 ve 11.5 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında 28.6, 19.5, 20.1 ve 25.1 m³/ha olarak elde edilmiştir (Tablo 10). İşletme şefliğinde doğu bakıda, milli parkta ise kuzey bakıda olmak üzere her iki araştırma alanında da gölgeli bakılarda en fazla ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Karahalil ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmada da en çok kuzey (4.3 m³/ha) ve doğu (3.9 m³/ha) bakıda ölü odun hacmi olduğu belirlenmiştir. Denizden yükseklik arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacim miktarları genel olarak artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri < 1450, 1450-1650, 1650-1850, 1850-2050 ve > 2050 m yükselti basamaklarına göre sırasıyla 8.1, 8.9, 10.9, 12.3 ve 3.2 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 8.0, 16.8, 21.9, 24.3 ve 28.7 m³/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 10). Karahalil ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmada da

yükselti arttıkça ölü odun hacminin arttığı belirlenmiştir. Böhl ve Brändli, (2007) ölü odun hacimlerinin <600 m yükselti sınıfı için 25.13 m³/ha, 600-800 m için 28.12 m³/ha, >800 m için 27.24 m³/ha olduğunu yani alçak ve yüksek rakımlarda daha düşük ölü odun hacminin olduğunu belirlemişlerdir. Merganicova ve Merganic (2010) yükseltinin artmasıyla (1260-1460 m) birlikte ölü odun hacminin azaldığını tespit etmişlerdir. Tomescu ve ark. (2011) tarafından değişik yaşlı Kayın meşcerelerinde yaptıkları çalışmada yükseltinin 1000 m'den 1350 m'ye çıkmasıyla ölü odun hacminin de 50 m³/ha'den 223 m³/ha'e arttığını tespit etmişlerdir. Pasierbek ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada da yükseltinin 300 m'den 1000 m'ye çıkmasıyla küçük boyutlu ölü odun hacminin 10 m³/ha'den 100 m³/ha'e artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Yola ve yerleşim yerlerine olan uzaklık arttıkça hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacim miktarları artış göstermektedir. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde ölü odun hacimleri 0-100, 101-250, 251-500 ve > 500 m yola uzaklık sınıflarına göre sırasıyla 5.3, 9.7, 10.8 ve 14.2 m³/ha iken, Karagöl-Sahara Milli Parkında 17.8, 22.6, 23.2 ve 23.8 m³/ha'dır. Yerleşim yerlerine olan uzaklık değerleri arttıkça (0-500, 501-1000, 1001-1500, >1500 m) ölü odun hacimleri sırasıyla Veliköy Orman İşletme Şefliği için 5.6, 8.2, 11.9 ve 18.1 m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkı için ise 13.2, 19.1, 29.1 ve 35.3 m³/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 10). Karahalil ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmada yerleşim yerine uzaklık (0-3000) arttıkça ölü odun hacmi de (1.0- 5.6 m³/ha arasında) artış gösterdiğini, 0-500 m'ye kadar yola uzaklığın artmasıyla ölü odun hacminin arttığını (2.1 m³/ha'dan 4.2 m³/ha'a artış) ve daha uzak yola uzaklık mesafeleri için azaldığını (3.8 m³/ha) tespit etmişlerdir. Böhl ve Brändli, (2007) ölü odun hacimlerinin 0-50 m yola uzaklık sınıfı için 23.7 m³/ha, 51-100 m için 30.2 m³/ha, 101-200 m için 27.5 m³/ha ve >200 m için 28.0 m³/ha olduğunu yani ikinci yola uzaklık mesafesi hariç genelde yola uzaklık arttıkça ölü odun hacminin arttığını belirlemişlerdir. Pasierbek ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada da yerleşim yerlerinden uzaktaki yüksek dağlık ormanlarda ölü odun hacminin fazla olduğunu belirtmiştir. Behjou ve ark. (2018) eğim, eğim yönü, yola uzaklık ve yol tipine bağlı olarak ölü oduna erişilebilirliği 3 sınıfa ayırmıştır. Ölü odun hacmine erişilebilirliğin zorlaşmasıyla ölü odun hacminin 4.03 m³/ha'dan 14.87 m³/ha artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Ölü odun hacim sınıfı ayırımı yapılmadan bozulma evrelerindeki hacim miktarları sıralaması, Veliköy Orman İşletme Şefliğinde çoktan aza doğru sırasıyla II, III, V, IV ve I bozulma evrelerinde 3.56 (%35), 2.26 (%23), 2.03 (%20), 1.85 (%18) ve 0.41 (%4) m³/ha, Karagöl-Sahara Milli Parkında III, II, IV, V ve I bozulma evrelerinde 9.81 (%44), 6.13 (%27), 3.46 (%15), 2.59 (%12) ve 0.47 (%2) m³/ha, tüm araştırma alanında III, II, IV, V ve I bozulma evrelerinde 6.07 (%37), 4.86 (%30), 2.66 (%16), 2.31 (%14) ve 0.44 (%3) m³/ha olarak elde edilmiştir (Tablo 14). Elde edilen bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında genellikle benzer sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Bazı çalışmaların sonuçları ile farklılık çıkması ormanın sahipliği, yerleşim yerlerinin sıklığı ve ormana olan uzaklığı, ormana yakın yaşayanların ormandan elde edilecek orman ürünlerine olan ihtiyaç farklılığı (gelir düzeyi veya ormandan yakacak elde etme zorunluluğu), ağaç türleri, iklim koşulları, meşcere ve mevki parametrelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Senhofs ve ark., (2020) tarafından yaşlı Huş meşcerelerinde yapılan çalışmada ölü odun hacimleri bozulma evrelerine göre sırasıyla II (22.5 m³/ha ve %38), I (12.5 m³/ha ve %21), III (12.0 m³/ha ve %21), IV (8.0 m³/ha ve %14) ve V (3.5 m³/ha ve %6); Bayraktar ve ark. (2020) tarafından İstanbul-Belgrad'daki Meşe-Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada I (%34), IV (%19), V (%1), II (%17) ve III (%13); Puletti ve ark. (2019) tarafından Avrupa'daki 19 ülke genelinde yapılan çalışmada I (3.78 m³/ha ve %26), II (3.58 m³/ha ve %24), III (3.01 m³/ha ve %20), IV (2.97 m³/ha ve %20) ve V (1.41 m³/ha ve %10); Błońska ve ark. (2019a) tarafından Polanya'da yapılan çalışmada III (%48), II (%28), V (%14), I (%9) ve I (%1); Paletto ve ark. (2020) tarafından Huş meşcerelerinde yapılan çalışmada II (5.74 m³/ha ve %24.1), IV (5.64 m³/ha ve %23.6), III (4.46 m³/ha ve %18.7), IV (4.06 m³/ha ve %17.0) ve I (3.97 m³/ha ve %16.6); Behjou ve ark. (2018) tarafından geniş yapraklı meşcerelerde yapılan çalışmada V (8.96 m³/ha ve %32), IV (6.54 m³/ha ve %24), III (6.13 m³/ha ve %22), I (3.65 m³/ha ve %13) ve II (2.53 m³/ha ve %9); Keren ve Diaci, (2018) tarafından güneydoğu Avrupa'da yapılan çalışmada Kayın-Gökmar-Ladin yaşlı meşcerelerinde V (108.5 m³/ha ve %30), IV (108.0 m³/ha ve %29), III (81.9 m³/ha ve %22), II (44.3 m³/ha ve %12) ve I (24.2 m³/ha ve %7) ve işletilen meşcerelerde ise IV (32.0 m³/ha ve %46), V (20.8 m³/ha ve %30), III (11.8 m³/ha ve %17), II (4.0 m³/ha ve %6) ve I (0.6 m³/ha ve %1); Rimle ve ark. (2017) tarafından İsviçre Avrupa Ladini meşcerelerinde yapılan çalışmada V

(%39), IV (%32), III (%15), II (%10) ve I (%4); De Meo ve ark. (2017) İtalya Kızılçam kent ormanında yapılan çalışmada III (37.55 m³/ha ve %50), II (19.94 m³/ha ve %27), IV (9.04 m³/ha ve %12), I (7.38 m³/ha ve %10) ve V (1.18 m³/ha ve %2) ve Yunanistan Kızılçam kent ormanında ise V (2.23 m³/ha ve %24), I (2.01 m³/ha ve %22), II (1.99 m³/ha ve %22), III (1.91 m³/ha ve %21) ve IV (1.07 m³/ha ve %12); Motta ve ark. (2015) tarafından doğal yaşlı Kayın-Gökmar-Ladin karışık meşcerelerinde yapılan çalışmada IV (38.3 m³/ha ve %38), III (36.3 m³/ha ve %36), II (12.5 m³/ha ve %12), V (8.8 m³/ha ve %9) ve I (4.2 m³/ha ve %4); Paletto ve ark. (2014) tarafından İtalya'daki Meşe ormanlarında yapılan çalışmada III (%25), I (%23), IV (%22), V (%17) ve II (%13); Du Cros ve Lopez (2009) tarafından Fransa'da yapılan çalışmada III (15.2 m³/ha ve %49), I (6.5 m³/ha ve %21), IV (5.3 m³/ha ve %17), II (3.1 m³/ha ve %17) ve V (1.2 m³/ha ve %4); Motta ve ark. (2006) tarafından Avrupa Ladini meşcerelerinde yapılan çalışmada II (8.2 m³/ha ve %35.2), III (6.6 m³/ha ve %28.2), I (4.9 m³/ha ve %21.1), IV (3.6 m³/ha ve %15.5) ve V (0.0 m³/ha ve %0.0); Sippola ve ark. (1998) tarafından yaşlı Ladin meşcerelerinde IV (11.6 m³/ha ve %39), III (7.4 m³/ha ve %25), II (5.0 m³/ha ve %17), V (5.0 m³/ha ve %17) ve I (0.9 m³/ha ve %3) ve işletilen meşcerelerde ise IV (10.2 m³/ha ve %53), V (2.8 m³/ha ve %14), I (2.3 m³/ha ve %12), II (2.1 m³/ha ve %11) ve I (2.0 m³/ha ve %10) olarak elde edilmiştir (Tablo 21).

Tablo 20. Bozulma evrelerindeki hacim miktarları dikkate alınarak bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlarla daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması.

Yayın	Tür	Yapıldığı Yer	İşletme Türü	Bozulma Evrelerine Göre
Bu çalışma	L-G-Çs	Artvin-Veliköy OİŞ	İşletilen	II (%35), III (%23), V (%20), IV (%18) ve I (%4)
Bayraktar ve ark. (2020)	M-Kn	Karagöl-Sahara MP	İşletilmeyen	III (%44), II (%27), IV (%15), IV (%12) ve I (%2)
Senhofa ve ark., (2020)	H	İstanbul-Belgrad	Koruma Ormanı	I (%34), IV(%19), V (%1), II (%17) ve III (%13);
Błońska ve ark. (2019a)	İğne ve G. Yapraklı	Letonya	İşletilmeyen	II (%38), I (%21), III (%21), IV (%14) ve V (%6)
Puletti ve ark. (2019)	-	Polonya	Koruma Ormanı	III (%48), II (%28), V (%14), II (%9) ve I (%1)
Keren ve Diaci, (2018)	Kn-G-L	Avrupa- 19 Ülke	İşletilen	I (%26), II (%24), III (%20), IV (%20) ve V(%10)
Rimle ve ark. (2017)	L	Güneydoğu Avrupa	Yaşlı Orman	V (%30), IV (%29), III (%22), II (%12) ve I (%7)
De Meo ve ark. (2017)	Çz	İsviçre	İşletilen	V (%39), IV (%32), III (%15), II (%10) ve I (%4)
De Meo ve ark. (2017)	Çz	Yunanistan	Kent Ormanı	V (%24), I (%22), II (%22), III (%21) ve IV (%12)
Motta ve ark. (2015)	Kn-G-L	İtalya	Kent Ormanı	III (%50), II (%27), IV (%12), I (%10) ve V (%2
Paletto ve ark. (2014)	M	Karadağ	Koruma Ormanı	IV (%38), III (%36), II (%12), V (%9) ve I (%4)
Du Cros ve Lopez (2009)	İğne ve G. Yapraklı	İtalya	İşletilen	III (%25), I (%23), IV (%22), V (%17) ve II (%13)
Motta ve ark. (2006)	L	Fransa	İşletilen	III (%49), I (%21), IV (%17), II (%17) ve V (%4)
Sippola ve ark. (1998)	L	İtalya	Koruma Ormanı	II (%35), III (%28),I (%21), IV (%16) ve V (%0)
	L	Finlandiya	İşletilen	IV (%39), III (%25), II (%17), V (%17) ve I (%3)

OİŞ: Orman İşletme Şefliği, MP: Milli Park, L: Ladin, G:Gökmar, Çs: Sarıçam, M: Meşe, Kn: Kayın, H: Huş, Çz: Kızılçam, G. Yapraklı: Geniş Yapraklı.

Çalışma kapsamında her bir ölü odun sınıfı içerisindeki bozulma evresi (I: yeni ölmüş, II: az çürümüş, III: orta çürük, IV: çok çürümüş, V: tamamına yakını çürümüş) miktarı yüzde olarak karşılaştırılmıştır. Veliköy Orman İşletme Şefliğinde dikili kurularda en fazla II. bozulma evresi (%69), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%33), devrik kurularda en fazla IV. bozulma evresi (%30), Karagöl-Sahara Milli Parkında dikili kurularda en fazla III. bozulma evresi (%52), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%31), devrik kurularda en fazla III. bozulma evresi (%47) ve tüm araştırma alanı baz alındığında ise dikili kurularda en fazla III. bozulma evresi (%46), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%32), devrik kurularda en fazla III. bozulma evresinde (%39) ölü odun hacmi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 34). Elde edilen bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında genellikle benzer sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Bayraktar ve ark. (2020) tarafından İstanbul-Belgrad'daki Meşe-Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada dikili kuruda sırasıyla %73 ve %20 oranında I ve II bozulma evresi, devrik kuruda en fazla %25.7 oranında I bozulma evresi, kütükte ise %58.4 oranında V bozulma evresinde; Puletti ve ark. (2019) tarafından Avrupa'daki 19 ülke genelinde yapılan çalışmada dikili kuru ve devrik kurularda sırasıyla %23 ve %30 oranında II bozulma evresi, kütük ve gövde ve dal parçalarında sırasıyla %30 ve %22 oranında IV bozulma evresi, tepesi kırık dikili kuruda ise en fazla %23 oranında III bozulma evresinde; Keren ve Diaci, (2018) tarafından güneydoğu Avrupa'da yapılan çalışmada Kayın-Gökmar-Ladin yaşlı meşcerelerinde dikili kuruda en fazla %34 oranında III bozulma evresi, devrik kuruda en fazla %61 oranında IV bozulma evresi, kütükte ise %39 oranında V bozulma evresinde ve Kayın-Gökmar-Kayın işletilen meşcerelerinde dikili kuruda en fazla %40 oranında II bozulma evresi, devrik kuruda en fazla %44 oranında V bozulma evresi, kütükte ise %63 oranında IV bozulma evresinde; Parobeková ve ark. (2018) tarafından Gökmar-Kayın-Ladin karışık meşcerelerinde yapılan çalışmada dikili kuruda en fazla %44 oranında II bozulma evresi ve devriklerde ise %48 oranında IV bozulma evresinde; Vasile ve ark. (2017) tarafından Romanya'daki Meşe-Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada dikili kuru, tepesi kırık dikili kuru ve kütükte en fazla %52 oranında II bozulma evresinde, kökünden ayrılmış devrik kuru ve devrik kuruda ise en fazla %44 oranında IV bozulma evresinde; De Meo ve ark. (2017) İtalya'daki Kızılçam kent ormanında yapılan çalışmada dikili kuruda en fazla

%35 oranında II bozulma evresi, devrik kuruda en fazla %54 oranında III bozulma evresi, kütükte ise %56 oranında III bozulma evresi ve Yunanistan'daki Kızılçam kent ormanında ise dikili kuruda en fazla %71 oranında II bozulma evresi, devrik kuruda en fazla %29 oranında I bozulma evresi, kütükte ise %43 oranında V bozulma evresinde; Motta ve ark. (2015) tarafından doğal yaşlı Kayın-Gökmar-Ladin karışık meşcerelerinde yapılan çalışmada dikili kuruda en fazla %43 oranında III bozulma evresi, gövde ve dal parçalarında en fazla %42 oranında IV bozulma evresi, kütükte ise %87 oranında IV bozulma evresi; Paletto ve ark. (2014) tarafından İtalya'daki Meşe ormanlarında yapılan çalışmada dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuruda en fazla %36 oranında I bozulma evresi ve %33 oranında III bozulma evresi, devrik kuruda en fazla %43 oranında V bozulma evresi ve %23 oranında III bozulma evresinde ve kütükte ise en fazla %39 oranında V bozulma evresi ve %27 oranında IV bozulma evresinde; Du Cros ve Lopez (2009) tarafından Fransa'da yapılan çalışmada dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuruda %56.5 oranında III bozulma evresi, gövde ve dal parçalarında en fazla %46.5 oranında III bozulma evresi, kütükte ise %43.8'er oranında III ve IV bozulma evrelerinde ölü odun hacmi elde edilmiştir (Tablo 21).

Tablo 21. Bu çalışma kapsamında her bir ölü odun sınıfı içerisindeki bozulma evresi miktarına ilişkin elde edilen sonuçlarla daha önce yapılan çalışmaların karşılaştırılması.

Yayın	Tür	Yapıldığı Yer	Dikili Kuru	Devrik Kuru	Kütük	Gövde ve Dal Parçaları	Tepesi Kırık Dikili Kuru
Bu çalışma	L-G-Çs	AArtvin-Veliköy OİŞ	%69 :II	%30 :IV	%33 :V	-	-
		Karagöl-Sahara MP	%52 :III	%47 :III	%31 :V	-	-
Bayraktar ve ark. (2020)	M-Kn	İstanbul-Belgrad	%73 :I	%26 :I	%58 :V	-	-
Puletti ve ark. (2019)	Seviye 1	Avrupa- 19 Ülke	%23 :II	%30 :II	%30 :IV	%22 :IV	%23 :III
Keren ve Diaci, (2018)	Kn-G-L	Güney-Doğu Avrupa	%34 :III	%61 :IV	%39 :V	-	-
Parobeková ve ark. (2018)	G-Kn-L	Slovakya	%44 :II	%48 :IV	-	-	-
Vasile ve ark. (2017)	M-Kn	Romanya	%52 : II	%44 :IV	%52 :II	-	%52 :II
De Meo ve ark. (2017)	Çz	İtalya	%35 : II	%54 :III	%56 :III	-	-
De Meo ve ark. (2017)	Çz	Yunanistan	%71 :II	%29 :I	%43 :V	-	-
Motta ve ark. (2015)	Kn-G-L	Karadağ	%43 :III	-	%87 :IV	%42 :IV	-
Paletto ve ark. (2014)	M	İtalya	%36 : I	%43 :V	%39 :V	-	%36 :I
Du Cros ve Lopez, (2009)	İğne ve G. Yapraklı	Fransa	%56 :III	-	%44 :III ve IV	%47 :III	%57: III

OİŞ: Orman İşletme Şefliği, MP: Milli Park, L: Ladin, G:Gökmar, Çs: Sarıçam, M: Meşe, Kn: Kayın, Çz: Kızılcık.

Her bir bozulma evresindeki ölü odun hacminin eğim, bakı, yükselti, yola ve yerleşim yerine uzaklık gibi mevki parametreleri ve meşcere yaşı, bonitet endeksi, meşcere sıklığı, gelişim çağı ve kapalılık gibi meşcere özelliklerine değişimleri ortaya konulmuştur ve ayrıca literatürde yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Yaş, bonitet endeksi, sıklık derecesinde bozulma evrelerine göre ölü odun hacim miktarları genel olarak düzensiz bir dağılım gösterirken, gelişme çağı ve kapalılık arttıkça bozulma evrelerinde ölü odun hacmi artış göstermektedir (Tablo 15). Eğim, bakı, yükselti, yola ve yerleşim yerine uzaklık değişkenleri için bozulma evrelerine göre ölü odun hacim miktarları genel olarak düzensiz bir dağılım göstermektedir (Tablo 16). Behjou ve ark. (2018) geniş yapraklı meşcerelerde ölü oduna ulaşım bakımından kolay ve orta ulaşım sınıfında çoktan aza doğru bozulma sınıflarındaki ölü odun hacim sıralaması $V>IV>III>II>I$ iken zor ulaşım sınıfında ise $III>V>IV>I>II$ olarak tespit etmişlerdir. Diğer taraftan her bir bozulma evresindeki ölü odun hacim miktarının zor ulaşım sınıfında daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Bayraktar ve ark. (2020) tarafından İstanbul-Belgrad'daki Meşe-Kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada dört yaş sınıfında da (<60, 60-120, 120-180, >180 yıl) I bozulma evresindeki ölü odun hacminin (sırayla 3.74, 7.04, 4.79 ve 5.17 m³/ha) en fazla olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada I bozulma evresindeki hacmin en fazla 60-120 yaş sınıfında, II, III ve IV bozulma evrelerindeki hacmin en fazla >180 yaş sınıfında, V bozulma evresindeki hacmin en fazla 120-180 yaş sınıfında olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca ölü oduna ulaşım sınıfları bazında hem kolay hem de zor ulaşım sınıfında en fazla yeni bozulmaya başlamış ölü odun hacminin olduğunu belirlemişlerdir. Meşe ağırlıklı işletme sınıfındaki meşcerelerde yeni bozulmaya başlamış ölü odun hacimlerinin ve Kayın ağırlıklı işletme sınıfında ise I, II ve IV derecede bozulmuş ölü odun hacimlerinin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ölü odunlar orman ekosistemlerinin önemli bir bileşeni olduğundan böcekler, kuşlar, küçük memeliler, sürüngenler, amfibiler, mantarlar, likenler ve karayosunları için önemli habitatlar sağlayarak biyolojik çeşitliliği arttırmaktadırlar. Bir ormanın doğallık seviyesi sadece ölü odun miktarı ile değil, aynı zamanda kalitesi (ölü odun türleri, çürüme sınıfları, boyut dağılımı) ve konumsal dağılımı ile de tanımlanabilir.

Bu çalışmada Şavşat-Veliköy Orman İşletme Şefliğinde işletmecilik faaliyetleri yapılan ve Karagöl-Sahara Milli Parkında korunan saf ve Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ağırlıklı Doğu Ladini + Sarıçam ve Doğu Ladini + Kafkas Göknaı karışık meşcerelerindeki ölü odun miktarının belirlenmesi ve ölü odun miktarının bazı meşcere, fizyografik ve uzamsal-mekansal faktörlere göre değişimi ortaya konulmuştur. Ölü odun hacimlerinin bozulma evrelerine göre dağılımları, ölü odun hacminin ölü odun sınıfları (dikili kuru, kütük, devrik kuru ve toplam kuru) dikkate alınarak bozulma evrelerine göre dağılımları, ölü odun hacimlerinin meşcere ve mevki parametreleri dikkate alınarak bozulma evrelerine göre dağılımları belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışma kapsamında işletmecilik faaliyetleri yapılan (Veliköy Orman İşletme Şefliği) ve korunan (Karagöl-Sahara Milli Parkı) meşcerelerdeki ölü odun miktarları da karşılaştırılmıştır.

Karagöl-Sahara Milli Parkındaki dikili kuru, kütük, devrik kuru, toplam kuru hacim ve kuru hacim oranları Veliköy Orman İşletme Şefliğindeki değerlerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 8). Milli park meşcerelerinde planlı üretim yapılmaması, milli park ormanlarının korunması, ormana yakın yerleşim yerlerinde yaşayanların milli parkdaki ormanlara müdahalesinin işletilen ormanlara göre daha az olması sebebiyle milli parkta daha çok ölü odun hacmi elde edilmiştir.

Ölü odun hacmi ile orta çap, orta boy, meşcere yaşı, bonitet endeksi, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi, sıklık derecesi, eğim, kapalılık, yerleşim yerlerine uzaklık arasında 0.001 önem düzeyinde ve ölü odun hacmi ile yükselti arasında 0.05 önem düzeyinde anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte ölü odun

hacmi ile ağaç sayısı, bakı ve yola uzaklık değişkenleri arasında anlamlı ilişki olmadığı tespit edildi (Tablo 11). Toplam ölü odun hacminin tahmini için yapılan regresyon analizinde en etkili değişkenlerin sırasıyla göğüs yüzeyi, sıklık derecesi, meşcere hacmi, ağaç sayısı, bonitet endeksi, meşcere yaşı ve yerleşim yerine uzaklık olduğu belirlenmiştir.

Meşcere yaşlandıkça, meşcere verim gücü iyileştikçe, meşcere sıklığı arttıkça, meşcere gelişim çağına bağlı olarak orta çap arttıkça (işletme şefliği hariç), kapalılık arttıkça, yola ve yerleşim yerine uzaklık arttıkça, yükselti arttıkça (işletme sınıfında en yüksek yükselti sınıfı hariç) hem işletme şefliğinde hem de milli park meşcerelerinde ölü odun hacminin artış gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 9 ve 10). Orman rejimine yapılan plansız kaçak müdahalelerin ölü odun özelliklerini değiştirdiği, ormana erişebilirliğin kolay olduğu yerlerde ölü odun hacminin azaldığı ve buna bağlı olarak dikili kuru ve devrik kurularında azaldığı söylenebilir.

Bu çalışma kapsamında yapılan hesaplamalar sonucunda ölü odun hacim sınıfı ayırımı yapılmadan bozulma evrelerindeki ölü odun hacim miktarları sıralaması, Veliköy Orman İşletme Şefliği için çoktan aza doğru sırasıyla II, III, V, IV ve I'inci bozulma evreleri, Karagöl-Sahara Milli Parkında III, II, IV, V ve I bozulma evreleri, tüm araştırma alanında ise III, II, IV, V ve I'inci bozulma evreleri olarak elde edilmiştir (Tablo 14). Ayrıca, Veliköy Orman İşletme Şefliğinde dikili kurularda en fazla II. bozulma evresi (%69), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%33), devrik kurularda en fazla IV. bozulma evresi (%30), Karagöl-Sahara Milli Parkında dikili kurularda en fazla III. bozulma evresi (%52), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%31), devrik kurularda en fazla III. bozulma evresi (%47) ve tüm araştırma alanı baz alındığında ise dikili kurularda en fazla III. bozulma evresi (%46), kütüklerde en fazla V. bozulma evresi (%32), devrik kurularda en fazla III. bozulma evresinde (%39) ölü odun hacmi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 34).

Ölü odun çürümesi süreci karmaşıktır ve birbiriyle ilişkili ağaç türü, meşcere yaşı, işletme sınıfı, iklim, nem içeriği, böcek ve mantar topluluğu gibi çok sayıda faktöre bağlıdır. Ölü odunun boyutu ve parçalı olması bozulma oranına ve sürecine katkıda bulunur. Burada dikili kuru ve tepesi kırık dikili kuruların devrik kurulardan daha düşük bir bozulma oranı gösterdiği, diğer bir ifadeyle dikili kuruların daha uzun

süreçte bozuldukları unutulmamalıdır. Çürüyen odun ve odun parçaları nemi muhafaza eder ve ormanın yenilenmesinde ve mikro yaşamın korunmasında önemli bir role sahiptir. Ayrıca çok sayıda yaban hayatının yaşamını devam ettirebilmesi, çeşitli trofik düzeylerde organizmalar için gıda, besin ve koruma kaynağı olarak odunun çürümesine bağlıdır. Dikili kuru veya tepesi kırık dikili kuruların uygun yoğunluğu ve farklı bozulma aşamalarına göre dağılımları, biyolojik çeşitliliğin korunması ve orman ekosistemlerinin sürekli işlevselliği için kritik öneme sahiptir. Yaban hayatı faydalarını ve daha genel olarak biyoçeşitlilik korumasını en üst düzeye çıkarmak için, dikili kuru, tepesi kırık dikili kuru, devrik kuru, kütük gibi ölü odunların çeşitli ölü odun bozulma sınıfları gereklidir. Bu manada orman yöneticileri de özellikle gençleştirme aşamasına gelmiş meşcerelerde arz ve talep şartlarını da dikkate alarak rotasyon süresini uzatabilir, ölmüş ve ölmekte olan ağaçları meşcerede tutabilir, özellikle ormana yakın yaşamını idame ettiren halka gelir getirici desteklemelerle (uygun olan yerlere gelir getirici türler dikilebilir, arıcılık için uygun ağaçlar dikilebilir, güneş enerji sistemleri ile ısı ve elektrik tüketimleri karşılanabilir, evlerin izolasyonlu olmasına katkıda bulunabilir) ormana müdahalelerini azaltabilir. Biyoçeşitlilik için odun çürümesinin önemi, dünya ve özellikle gelişmiş ülkelerde orman yönetiminde son zamanlarda kabul edilmiştir ve ormanlarla ilgili yönetmelikler ve yönergeler, çürüyen odunun hasat sırasında ormanda bırakılması gerektiğine dair genel tavsiyeler vermektedir.

Sürdürülebilir orman yönetiminde aralama, bakım ve gençleştirme gibi ormana yapılan müdahalelerin, ormanda kalan ölü odun miktarını ve türünü nasıl etkilediğini bilmek gerekir. Orman kaynağının yönetiminin etkili ve tam olarak sürdürülebilir olabilmesi için yerel nüfusun ihtiyaçlarının, haklarının veya geleneksel kullanımlarının bilincinde olması da çok önemlidir. Bu bağlamda yerel halkın sosyo-ekonomik yönleri dikkate alınmalıdır. Diğer bir ifadeyle çeşitli bozulma evrelerindeki ölü odun hacmini artırarak biyolojik çeşitliliği artırmaya yönelik bir politika geliştirirken, yerel toplumun ihtiyaçlarını da dikkate almak gerekir. Doğu Ladininin saf ve ibreli türlerle (Sarıçam ve Gökmar) yaptığı meşcerelerden elde edilen bu sonuçlar, işletilen ve korunan orman alanları için referans olarak kullanılabilir, toplam ölü odun hacminin veya her bir ölü odun sınıfındaki ölü odun hacminin belirlenmesinde kullanılabilir, ölü odun sınıflarındaki bozulmanın hangi

aşamada olduğu ve bu değerler özellikle biyolojik çeşitlilik açısından değerlendirilebilir, son yıllarda popüler olan biyolojik çeşitliliği de kapsayan orman amenajmanı planlarında da değerlendirilebilir.

Son yıllarda popüler olan biyolojik çeşitliliği de kapsayan 295 Nolu Orman Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Uygulanmasına Ait Usul ve Esaslar Tebliğinde hektarda 1-2 adet ağacın bırakılması gerektiği ifade edilmiştir (OGM, 2022). Bu araştırma bize gösteriyor ki ağaç sayısından ziyade canlı dikili servetin işletilen ormanlarda % 2-3'ü, işletilmeyen ormanlarda ise % 3-5'i olarak kuru ağaçların ormanda bırakılmasının daha doğru olduğu değerlendirilmektedir.

Modelleme çalışmalarında (özellikle stratejik planlarda) gelecekteki ölü odun hacminin ortaya konmasında, geliştirilen regresyon denklemleri çok yardımcı olacaktır. Böylece ilgili değişkenler yardımıyla ölü odun hacmi tahmin edilebilecek ve geliştirilen senaryolara bağlı olarak biyolojik çeşitliliğin arttığı ya da azaldığı (diğer biyolojik çeşitlilik parametreleri ile birlikte) ortaya konabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akalp, T., 1983. Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simülasyonu. İÜ Yayın No:3051, Orman Fakültesi Yayın No: 327, İstanbul, 169 s.
- Alemdağ, İ.Ş., 1967. Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 20, Ankara, 160s.
- Amanzadeh, B., Sagheb-Taleb, K.h., Foumani, B.S., Fadaie, F., Camarero, J.J., Linares, J.C., 2013. Spatial distribution and volume of dead wood in unmanaged Caspian beech (*Fagus orientalis*) forests from northern Iran. *Forests* 4:751-765.
- Anonim, 1994. Sarıçam El Kitabı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 67, Ankara.
- Anonim, 1998. Başlıca Ağaç Türleri İçin Değişik Dönemlerde Çıkarılan Amenajman Yönetmeliklerinde ve Orman Genel Müdürlüğü Olurları'nda Verilen ve Amenajman Planlarında Kullanılan İdare Süreleri, 20.7.1998 Gün ve AS.1.A-1-4/20 2829 Nolu Tamim.
- Anonim, 2002. A guide to managing deadwood in Forestry Commission forests. The Forestry Commission of Great Britain, Forest Enterprise – Environment & Communications, Edinburgh.
- Anonim, 2008. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2008 Yılı Raporu, Orman Genel müdürlüğü, Ankara.
- MGM, 2016. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler, Artvin.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C., 2006. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi Yayın No 167/19, Tranzon.
- Asan, Ü., 1984. Kazdağı Göknaarı (*Abies equi-trojani* Aschers Et Sinten) Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi, 3205/365, İstanbul. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, B Serisi, Cilt 43, Sayı 1-2, s. 31-44, İstanbul.
- Asan, Ü., 1998. Fonksiyonel Planlamada İdare Süreleri ve Amaç Çapları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 48(1-2-3-4): 23-40.
- Asan, Ü., Yeşil, A., Özdemir, İ., Sağlam, S., 2005. Ormanlarda Karbon Birikimi ve Yıllık Değişimin Belirlenmesinde Başvurulan Temel Yaklaşımlar. Türk Ormancılığında, Uluslararası Süreçte Acilen Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu, s.243–257, Antalya.

- Ata, C., 1995. Silvikültür Tekniği, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Yayın No: 4/3, Bartın.
- Atay, İ., 1982. Doğal Gençleştirme Yöntemleri I (Doğal Gençleştirmenin Başarısını Etkileyen Önemli Hususlar), İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2876/306, İstanbul.
- Atıcı, E., Colak, A.H., Rotherham, I.D., 2008. Coarse Dead Wood Volume of Managed Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stands in Turkey. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, Vol. 17, No. 3, pp. 216-227.
- Başkent, E., Yolaşmaz, H. A., Mısır, M., 2001. Orman Ekosistem Amenajmanı, I. Ulusal Ormancılık Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 60-74.
- Bayburtlu, Ş., 2007. Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) Hacim ve Bonitet Endeks Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 52 s.
- Bayraktar, S., Paletto, A., Floris, A., 2020. Deadwood volume and quality in recreational forests: the case study of the Belgrade forest (Turkey), *Forest Systems*, 29 (2):e008, Doi: 10.5424/fs/2020292-16560.
- Bebber, D. P., Thomas, S. C., 2003. Prism sweeps for coarse woody debris. *Canadian Journal of Forest Research*, 33, 1737–1743. doi:10.1139/x03-097.
- Behjou, F.K., Monaco, A., Tavankar, F., Venanzi, R., Nikooy, M., Mederski, P.S., Picchio, R., 2018. Coarse Woody Debris Variability Due to Human Accessibility to Forest, *Forests*, 9, 509: 1-20.
- Błońska, E., Lasota, J., Piaszczyk, W., 2019a. Carbon and nitrogen stock in deadwood biomass in natural temperate forest along a soil moisture gradient, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, DOI: 10.1080/11263504.2019.1587538.
- Błońska, E., Lasota, J., Piaszczyk, W., 2019b. Stock and structure of deadwood and its importance in carbon accumulation on wet broadleaved forest and riparian alder forest sites, *Sylvan* 162(2):141-149.
- Bond-Lamberty, B., Wang, C., Gower, S. T., 2002. Annual carbon flux from woody debris for a boreal black spruce fire chronosequence. *Journal of Geophysical Research*, 108 (D3), 8220.
- Bozkuş. H.F. ve Carus. S., 1997. Toros Göknaarı(*Abies cilicica* Carr.) ve Sedir (*Cedrus libani* Link.)'in Çift Girişli Gövde Hacim Tabloları ve Mevcut Tablolarla Karşılaştırılması. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 47, 1, 51-70.
- Böhl, J., Brändli, U. B., 2007. Deadwood volume assessment in the third Swiss National Forest Inventory: Methods and first results. *European Journal of Forest Research*, 126(3), 449–457. doi:10.1007/s10342-007-0169-3.
- Bragg, D. C., Kershner, J. L., 1999. Coarse woody debris in Riparian Zones. *Journal of Forestry*, 4, 30–35.

- Brooks, J. R., Jiang, L. ve Özçelik, R. 2008. Compatible stem volume and taper equations for Brutian Pine, Caedar oflebanon, and Cilicica Fir in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 256,147-151.
- Brown, S., 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges, *Environmental Pollution*,116(3):363-372, (Conference on the Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements, and Monitoring)
- Bujoczek, L., Szewczyk, J., Bujoczek, M., 2018. Deadwood volume in strictly protected, natural, and primeval forests in Poland, *European Journal of Forest Research*, 137:401–418, <https://doi.org/10.1007/s10342-018-1124-1>.
- Burrascano, S., Lombardi, F., Marchetti, M., 2008. Old-growth forest structure and deadwood: are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy. *Plant Biosystems* 142 (2), 313–323.
- Carus, S., 1998. Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky) Ormanlarında Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Carus, S., 2002. Ilgaz Dağı Üst Orman Zonundaki (*Alpinetum* Kuşağı) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Türkiye Dağları I. Ulusal Sempozyumu, 25-27 Haziran 2002, Ilgaz Dağı-Kastamonu.
- Chmura, D., Zarnowiec, J., Staniaszek-Kik, M., 2016. Interactions between plant traits and environmental factors within and among montane forest belts: A study of vascular species colonising decaying logs, *Forest Ecology and Management*, 379: 216–225.
- Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E.P., Odor, P., Standovar, T., Rozenbergar, D., Diaci, J., Wijdeven, S., Meyer, P., Winter, S., Vrska, T., 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*, Vol. 210, pp. 267-282.
- Christensen, M., Katrine, H., 2003. A Study of Dead Wood in European Beech Forest Reserves, *Nature-Based Management of Beech in Europe Project*.
- Christensen, M., Katrine, H., 2003. A Study of Dead Wood in European Beech Forest Reserves, *Nature-Based Management of Beech in Europe Project*.
- CI, 2018. The World's 35 biodiversity hotspots. [ht t ps://w w w.conser vation.org / How/ Pages/ Hotspots.aspx](https://www.conser vation.org / How/ Pages/ Hotspots.aspx) (Ziyaret tarihi: 25.02.2018).
- Colleparadi, I., Ziaco, E., Pérez-Cruzado, C., Lo Monaco, A. 2021. Characterisation of Woody Necromass in Beech Forests with Different Anthropic Accessibility: The Case of La Rioja (Spain), 3, 26.
- Curtis, R.O., Clendenan, G.W. ve Demars, D.J., 1981. A New Stand Simulator for Coast Douglas-Fir: DFSIM Users Guide: U.S. Forest Service General Technical Report PNW-128.
- Çakır, C.Y., 2018. Doğu Karadeniz Göknarı-Doğu Ladini Karışık Meşcereleri İçin Uyumlu Gövde Çapı ve Gövde Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 88 s.
- Çalışkan, A., 1989. Karabük Büyükdüz Araştırma Ormanında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) - Göknar (*Abies bornmüleriana* Matff.) - Kayın (*Fagus*

- orientalis Lipsky.) Karışık Meşcerelerinde Büyüme İlişkileri ve Gerekli Silvikültürel İlişkiler. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çepel, N., DüNDAR, M., Günel, A. 1977. Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler, TÜBİTAK, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG 154, Tübitak Yayınları No: 354, TOAG Seri No: 65, Ankara, 165 s.
- Çolak, A. H., Kırca, S., Rotherham, I. D., Atıcı, E., 2009. The amount of coarse dead wood and associated decay rates in forest reserves and managed forests, Northwest Turkey. Investigation Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, 18(3), 350–359.
- De Meo, I.D., Agnelli, A.E., Graziani, A., Kitikidou, K., Lagomarsino, A., Milios, E., Radoglou, K., Paletto, A., 2017. Deadwood volume assessment in Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) peri-urban forests: Comparison between two sampling methods, Journal of Sustainable Forestry, 36:7, 666-686, DOI: 10.1080/10549811.2017.1345685.
- Demirci, A., 1991 Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) - Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Karışık Meşcerelerinin Gençleştirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 223 s.
- Di Cosmo, L., Gasparini, P., Paletto, A., Nocetti, M., 2013. Deadwood basic density values for national-level carbon stock estimates in Italy. Forest Ecology and Management, 295, 51–58. doi:10.1016/j.foreco.2013.01.010.
- DKMP, 2016. Korunan alanlar istatistikleri (1958- 2016). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara, <http://www.milliparklar.gov.tr/resmiistatistikler>, (Ziyaret tarihi: 08.03.2018).
- DKMP, 2020. Korunan Alan İstatistikleri (1958-2019). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri>, (Ziyaret tarihi:03.03.2022).
- Du Cros, R.T., Lopez, L. 2009. Preliminary study on the assessment of deadwood volume by the French national forest inventory. Annals of Forest Science, 66: 302, Doi: 10.1051/forest/2009007.
- Dudley, N., Vallauri, D., 2004. Deadwood - living forests. General Report, Worldwide Fund for Nature (WWF).
- Durkaya, B., 2004. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)- Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) - Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Karışık Meşcerelerinde Artım-Büyüme İlişkileri. Doktora tezi, Z.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 226 s.
- Durusoy, İ., Türker, M.F. and Öztürk, A., 2005. Türkiye orman kaynakları yönetiminde korunan alanların yeri: ulusal planlar ve uluslar arası süreçler kapsamında değerlendirmeler. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, SDÜ, Isparta s.61-69.

- Enrong, Y., Xihua, W., Jianjun, H., 2006. Concept and classification of coarse woody debris in forest ecosystems. *Frontiers of Biology in China*, 1, 76–84. doi:10.1007/s11515-005-0019-y.
- Eraslan, İ., 1954. Trakya ve Bilhassa Demirköy Mıntıkası Meşe Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. OGM Yayınları, Ankara, Sıra No: 132, Seri No:13, 250 s.
- Ercanlı, İ., 2003. Artvin Orman İşletme Şefliği Sınırları İçerisindeki Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Meşcerelerinde Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosunun Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 103 s.
- Ercanlı, İ., 2010. Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri Sınırları İçerisinde Yer Alan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Karışık Meşcerelerine İlişkin Büyüme Modelleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 351 s.
- Ercanlı, İ., Keleş, S., Sivrikaya, F., Çakır, G., Günlü, A., Karahalil, U., Kadioğulları, A., Başkent, E. Z., Köse, S., 2007a. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcereleri İçin Yöresel (Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme Şeflikleri) Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosunun Düzenlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi 70-101.
- Ercanlı, İ., Sivrikaya, F., Keleş, S., Günlü, A., , 2007b. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinin Hacim Artımının Meşcere Yaşı, Bonitet Endeksi ve sıklık Derecesine Göre Değişimi, Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi, 7 (1), 24-37.
- Ercanlı, İ., Şenyurt, M., Bolat, F. , 2014. Çankırı yöresi sarıçam meşcereleri için dinamik bonitet endeks modellerinin otoregresif modelleme ile geliştirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 15, 53-60.
- Erdemir, Ö., 1974. Sarıkamış, Otlu ve Göle Mıntıkları Saf Sarıçam Meşcerelerinde Hasılat Araştırması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 59, Ankara.
- Erkin, K., 1956. Seben mıntıkası sarıçamları hacim eğrisine ait tamamlayıcı etütler. İstanbul Orman Fakültesi Dergisi, A, 6, 2, 243-263.
- ESRI, 2013. ArcGIS for Desktop (Version 10.2.1), Environmental Systems Research Institute, Redlands CA, USA.
- Fakılı, M., 2012. Çamkoru araştırma ormanı (Çamlıdere-Ankara) saf, aynı yaşlı ve doğal sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin büyüme özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- FAO, 2011. Global Forest Resources Assessment 2010. Main Report, FAO Forestry Paper 163, 343 pp, Erişim Tarihi: 28.05.2012, www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/.
- Ferris-Kaan, R., Lonsdale, D., and Winter, T., 1993. The conservation management of deadwood in forests. Research Information Note 241. Forestry Commission, Alice Holt.

- Fırat, F., 1973. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 1800/193, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 359 s.
- Forest Europe, UNECE, FAO, 2011. State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo.
- Forrester, J. A., Mladenoff, D. J., Gower, S. T., Stoffel, J. L., 2012. Interactions of temperature and moisture with respiration from coarse woody debris in experimental forest canopy gaps. *Forest Ecology and Management*, 265, 124–132. doi:10.1016/j.foreco.2011.10.038.
- Fraver S, Ringvall A, Jonsson BG, 2007. Refining volume estimates of down woody debris. *Can J Forest Res* 37: 627-633. <http://dx.doi.org/10.1139/X06-269>.
- Fridman, J., Walheim, M., 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 131, 23–36. doi:10.1016/S0378-1127(99) 00208-X.
- Geray, A. U. 1992. Orman Amenajman Planlarının Kritiği ve Yeni Yaklaşımlar. Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme. *Bildiriler Kitabı*, s.197-207, Ankara.
- Green, P., Peterken, G. F., 1997. Variation in the amount of deadwood in the woodlands of the Lower Wye Valley, UK in relation to the intensity of management. *Forest Ecology and Management*, 98, 229–238. doi:10.1016/S0378-1127(97)00106-0.
- Güzenge, E., 2005. İdare Süreleri, Orman ve Av Dergisi, Temmuz-Ağustos, Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara.
- Hagan, J. M., Grove, S. L., 1999. Coarse woody debris. *Journal of Forestry*, 97, 6–11.
- Hahn, K. and Christensen, M., 2004. 2. DYNAMICS OF DEAD WOOD IN EUROPEAN BEECH FORESTS IN RELATION TO NATURAL DISTURBANCES. Natural disturbances dynamics as component of ecosystem management planning, 22, p.5.
- Harmon, M.E., Sexton, J., 1996. Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems. U.S.LTER Network Office, University of Washington, Seattle, Publ. No. 20.
- Heilmann-Clausen, J., Christensen, M. 2004. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *Forest Ecology and Management* 201: 105–117.
- Herrero C, Krankina O, Monleon V, Bravo F, 2014. Amount and distribution of CWD in pine ecosystems of Northwest Spain, NW Russia and NW United States. *IForest* 7: 53- 60. <http://dx.doi.org/10.3832/ifor0644-007>.
- Herrero, C., Monleon, V.J., Gómez, N., Bravo, F. 2016. Distribution of dead wood volume and mass in mediterranean *fagus sylvatica* L. forests in Northern Iberian Peninsula. Implications for field sampling inventory. *Forest Systems*, Volume 25, Issue 3, e069. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2016252-09009>.

- Herrmann, S., Conder, M., Brang, P., 2012. Totholzvolumen und -qualität in ausgewählten Schweizer Naturwaldreservaten. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163 (6), 222–231.
- Hodge, S.J., and Peterken, G.F., 1998. Deadwood in British forests: priorities and a strategy. Forestry 71, 99-112.
- Holub, S. M., Spears, J. D. H., Lajtha, K., 2001. A reanalysis of nutrient dynamics in coniferous coarse woody debris. Canadian Journal of Forest Research, 31, 1894–1902. doi:10.1139/x01-125
- Humphrey, J. W., Sippola, A. L., Lempérière, G., Dodelin, B., Alexander, K. N. A., Butler, J. E., 2004. Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: From theory to operational guidance. In M. Marchetti (edited by), Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe – from ideas to operationality (pp. 193–206). Joensuu, Finland: EFI Proceedings 51.
- Hunter, M. L., Jr., 1990. Wildlife, forests and forestry: principals of managing forests for biological diversity. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Kahriman, A., 2011. Karadeniz Bölgesi Sınırları İçerisinde Yer Alan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) - Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Karışık Meşcerelerine İlişkin Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:3194/354, İstanbul. 406 s.
- Kalıpsız, A., 1998. Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:4060/448, İstanbul. 349 s.
- Kalies EL, Haubensak KA, Finkral AJ (2016) A metaanalysis of management effects on forest carbon storage. J Sustain For 35(5):311-323. <https://doi.org/10.1080/10549811.2016.1154471>
- Kapucu, F., 1978. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğu Ladini, Sarıçam, Doğu Karadeniz Göknarı ve Doğu Kayını Karışık Meşcerelerinin Kuruluşları-Amenajman Yönünden Değerlendirilmesi Üzerine Araştırmalar. Doçentlik Tezi. Trabzon. 178 s.
- Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A.U. ve Mısır, N., 2002. Kestane Meşcerelerinin Hasılatı Ve Amenajman Esasları, TÜBİTAK TOGTAG-TARP 2229 Nolu Proje Sonuç Raporu.
- Karabürk, T., 2011. Bartın ili Göknar Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Karahalil, U., Baskent, E. Z., Sivrikaya, F., Kiliç, B., 2017. Analyzing dead wood volume of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in relation to stand and site parameters: A case study in Köprülü Canyon National Park. Environmental Monitoring and Assessment, 189, 112.
- Karahalil, U., Kadioğulları, A.İ., Başkent, E.Z., Köse, S., 2009. The spatiotemporal forest cover changes in Köprülü Canyon National Park (1965- 2008) in Turkey. African Journal of Biotechnology, 8 (18): 4495-4507.

- Keren, S., Diaci, J., 2018. Comparing the Quantity and Structure of Deadwood in Selection Managed and Old-Growth Forests in South-East Europe, *Forests*, 9: 76: 1-16, Doi:10.3390/f9020076.
- Kirby, K.J., Reid, C.M., Thomas, R.C. and Goldsmith, F.B., 1998. Preliminary estimates of fallen deadwood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. *Journal of Applied Ecology* 35, 148-155.
- Korpel', S., 1997. Totholz in Naturwäldern und Konsequenzen für Naturschutz und Forstwirtschaft. *Forst und Holz* 52 (21), 619-624.
- Köse, S., Yavuz, H., Mısır, M. ve Mısır, N., 2001. KTÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı Ladin Meşçerelerinin Hasılat Esasları Sonuç Raporu, K.T.Ü. Araştırma Fonu Başkanlığı, Sonuç Raporu, 27 s.
- Köster, K., Jöngiste, K., Tukia, H., Niklasson, M., Möls, T. 2005. Variation and ecological characteristics of coarse woody debris in Lahemaa and Karula National Parks, Estonia. *Scand. J. For. Res.*, 20, 102-111.
- Kramer, H., Akça, A., 1995. Leitfaden zur Waldmeßlehre. Frankfurt: Sauerländer's Verlag.
- Krankina, O. N., Harmon, M. E., 1994. The impact of intensive forest management on carbon stores in forest ecosystems. *World Journal of Research and Review*, 6, 161-177.
- Larjavaara, M. and Muller-Landau, H.C., 2011. Cross-section mass: an improved basis for woody debris necromass inventory. *Silva Fennica*.
- Ligot, G., Lejeune, P., Rondeux, J. and Hébert, J., 2012. Assessing and harmonizing lying deadwood volume with regional forest inventory data in Wallonia (Southern region of Belgium). *Open Forest Science Journal*, 5, pp.15-22.
- Lombardi, F., Cherubini, P., Lasserre, B., Tognetti, R., Marchetti, M., 2008. Tree rings used to assess time-since-death of deadwood of different decay classes in beech and silver fir forests in the Central Apennines (Molise, Italy). *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 821-833. doi:10.1139/ X07-195.
- Löhmus, K., Liira, J., 2013. Old rural parks support higher biodiversity than forest remnants. *Basic and Applied Ecology*, 14, 165-173.
- Maser, C., Anderson, R.G., Cromack, K., 1979. Dead and down woody material, In: *Wildlife Habitats in Managed Forests: The Blue Mountains of Oregon and Washington*, Thomas, J.W. (Ed.), USDA Forest Service, pp. 78-95.
- Merganicova, K., Merganic, J. 2010. Coarse woody debris carbon stocks in natural spruce forests of Babia hora. *Journal of Forest Science*, 56(9), 397-405.
- Meyer, P., Schmidt, M., 2011. Accumulation of deadwood in abandoned beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in northwestern Germany. *For. Ecol. Manage.* 261 (3), 342-352.
- Mısır, M., Köse, S., Yavuz, H., Mısır, N., Altun, L., Sakıcı, O.E. ve Karahalil, U., 2010. KTÜ Orman Fakültesi, Eğitim Araştırma Ormanının Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi ve Orman Amenajman Planına Aktarılması. (KTÜ Bilimsel Araştırma Projesi, No: 2007.113.001.13), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi.

- Miraboğlu, M., 1955. Gökarda Şekil ve Hacim Araştırmaları, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 103 s. İstanbul.
- Motta R, Berretti R, Lingua E, Piussi P. 2006. Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps. *For Ecol Manage* 235: 155–163.
- Motta, R., Garbarino, M., Berretti, R., Bjelanovic, I., Borgogno Mondino, E., Čurović, M., Keren, S., Meloni, F., Nosenzo, A., 2015. Structure, spatio-temporal dynamics and disturbance regime of the mixed beech–silver fir–Norway spruce old-growth forest of Biogradska Gora (Montenegro). *Plant Biosyst. – Int. J. Deal. Aspects Plant Biol.* 149 (6), 966–975.
- Mountford, E. P., 2002. Fallen dead wood levels in the near-natural beech forest at La Tillaie reserve, Fontainebleau, France. *Forestry*, 75, 203–208.
- Müller-Using, S., Bartsch, N., 2009. Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. *European Journal of Forest Research*, 128, 287– 296. doi:10.1007/s10342-009-0264-8.
- Næsset, E., 1999. Relationship Between Relative Wood Density of *Picea abies* Logs and Simple Classification Systems of Decayed Coarse Woody Debris, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14:5, 454-461, DOI: 10.1080/02827589950154159.
- Ódor, P. and Standovár, T., 2001. Richness of bryophyte vegetation in a near-natural and managed beech stands: The effects of management-induced differences in deadwood. *Ecological Bulletins*, 49, 219–229.
- OGM, 2022. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/mevzuat/tebligler>.
- Oheimb, G., Westphal, C., Hardtle, W., 2007. Diversity and spatio-temporal dynamics of dead wood in a temperate near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*). *European Journal of Forest Research*, 126, 359–370.
- Onodera, K., and Tokuda, S., 2015. Do larger snags stand longer?—Snag longevity in mixed conifer– hardwood forests in Hokkaido, Japan. *Annals of Forest Science*, 72, 621–629. doi:10.1007/s13595- 015-0478-5.
- Özçelik, R., 2010. Sarıçam için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim modeli. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Artvin, Bildiriler Kitabı, 358-366.
- Pala, M., 2020. Saf Sarıçam Meşcerelerinde Ölü Odun Miktarının Bazı Parametrelere Göre Belirlenmesi: Kelkit Orman İşletme Şefliği Örneği, 42.
- Paletto, A., Agnelli, A.E., De Meo, I., 2020. Carbon Stock in Deadwood: The Mountain Birch (*Betula pubescens* subsp. *czerepanovii*) Forests in the Khibiny Mountains (Russia), *Journal of Sustainable Forestry*, Doi: 10.1080/10549811.2020.1767144.
- Paletto, A., De Meo, I., Cantiani, P., Ferretti, F., 2014. Effects of forest management on the amount of deadwood in Mediterranean oak ecosystems. *Annals of Forest Science*, 71, 791–800.

- Parks Catherine, G., 1999. Decay Processes: Why Simply Managing for Snag and Log Quotas is not Enough, The Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests, Reno.
- Parobeková, Z., Pittner, J., Kucbel, S., Saniga, M., Filípek, M., Sedmáková, D., Vencurik, J., Jaloviar, P., 2018. Structural Diversity in a Mixed Spruce-Fir-Beech Old-Growth Forest Remnant of the Western Carpathians, *Forests*, 9, 379; doi:10.3390/f9070379.
- Pasierbek, T., Holeksa, J., Wilczek, Z., Zywiec, M. 2007. Why the amount of dead wood in Polish forest reserves is so small? *Nature Conservation*, 64, 65–71.
- Pastorella, F., Avdagić, A., Čabaravdić, A., Mraković, A., Osmanović, M., Paletto, A., 2016. Tourists' perception of deadwood in mountain forests. *Annals of Forest Research*, 59, 311–326. doi:10.15287/afr.2016.482.
- Pehlivan, S., 2010. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 53 s.
- Puletti, N., Canullo, R., Mattioli, W., Gawryś, R., Corona, P., Czerepko, J., 2019. A dataset of forest volume deadwood estimates for Europe, *Annals of Forest Science*, 76:68, 1-8, Doi:10.1007/s13595-019-0832-0.
- Puletti, N., Giannetti, F., Chirici, G., ve Canullo, R., 2017. Deadwood distribution in European forests, *Journal of Maps*, 13-2, 733-736. DOI: 10.1080/17445647.2017.1369184.
- Radu, S., 2006. The ecological role of deadwood in natural forests. *Environmental Engineering Science*, 3, 137–141.
- Rahman, M., Frank, G., Ruprecht, H., Vacik, H., 2008. Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. *Journal of Forest Science*, 54(4), 161–169.
- Ratcliffe, P.R., 1993. Biodiversity in Britain's forests. The Forestry Authority, Edinburgh.
- Resmi Gazete, 1994. 31.08.1994 tarih ve 22037 sayılı Resmi Gazete ve 94/5841 sayılı Bakanlar Kurulu kararı.
- Rimle, A., Heiri, C., Bugmann, H., 2017. Deadwood in Norway spruce dominated mountain forest reserves is characterized by large dimensions and advanced decomposition stages, *Forest Ecology and Management*, 404: 174–183.
- Rock, J., Badeck, F. W., and Harmon, M. E., 2008. Estimating decomposition rate constants for European tree species from literature sources. *European Journal of Forest Research*, 127, 301–313. doi:10.1007/s10342-008-0206-x.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2187/222, İkinci Baskı, Sermet Matbaası, İstanbul.
- Sanchez, E.; Gallery, R.; Dalling, J. 2009. Importance of nurse logs as a substrate for the regeneration of Pioneer tree species on Barro Colorado Island, Panama. *J. Trop. Ecol.* 25, 429–437.

- Saniga, M., Schütz, J. P., 2001. Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. *Journal of Forest Science.*, 47(12), 557–565.
- Saraçoğlu, Ö., 1986. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Hasılatı ve Biyometri Bilim Dalı, İstanbul, 369 s.
- Saraçoğlu, Ö., 1986. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Hasılatı ve Biyometri Bilim Dalı, İstanbul, 369 s.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, O. G. M. Yayınları, No: 25, 312.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, O. G. M. Yayınları, No: 25, 312.
- Saygılı, B., 2019. Ardahan yöresi Sarıçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı modellerinin karışık etkili modelleme tekniği kullanılarak geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 85 s.
- Sayman, R.Ü., 2017. Türkiye’de korunan alanların yönetimi. Natura 2000 gerekliliklerinin uygulanması için ulusal doğa koruma sisteminin güçlendirilmesi projesinde REC Türkiye adına gerçekleştirilen sunum, 12 Eylül, Erzurum.
- Sayman, R.Ü., 2017. Türkiye’de korunan alanların yönetimi. Natura 2000 gerekliliklerinin uygulanması için ulusal doğa koruma sisteminin güçlendirilmesi projesinde REC Türkiye adına gerçekleştirilen sunum, 12 Eylül, Erzurum.
- Schuck, A., Meyer, P., Menke, N., Lier, M., Lindner, M., 2004. Forest biodiversity indicator: dead wood - a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. *EFI-Proceedings*, Vol. 51, pp. 49-77.
- Senhofa, S., Jaunslaviete, I., Snepsts, G., Jansons, J., Liepa, L., Jansons, A., 2020. Deadwood Characteristics in Mature and Old-Growth Birch Stands and Their Implications for Carbon Storage, *Forests*, 11 (536): 1-13.
- Siitonen, J., Martikainen, P., Punttila, P., Rauh, J., 2000. Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. *For. Ecol. Manage.* 128 (3), 211–225.
- Sippola, A.L., Siitonen, J., Kallio, R., 1998. Amount and quality of coarse woody debris in natural and managed coniferous forests near the timberline in Finnish Lapland. *Scand. J. For. Res.* 13 (1–4), 204–214.
- Sönmez, T., Yılmaz, M., Günlü, A., Karahalil, U. ve Aktürk, G.M., 2010. Aynıyaşlı ve Saf Doğu Ladini Meşcereleri İçin Büyüme Modeli Geliştirilmesi, (TÜBİTAK-TOVAG, proje no: 106O603), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, Artvin.
- SPSS Institute Inc. 2010. IBM SPSS Statistics 19 Core System User’s Guide, SPSS Programming and Data Management, 426 pp.

- Staniaszek-Kik, M., Źarowiec, J., Chmura, D., 2019. The effect of forest management practices on deadwood resources and structure in protected and managed montane forests during tree-stand reconstruction after dieback of Norway spruce, *Baltic Forestry*, 25: (2), 249-256.
- Stevens, V., 1997. The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in BC forests, Ministry of Forestry, Victoria, British Columbia, Canada, pp. 30.
- Stokland, J.N., Tomter, S.M. and Söderberg, U. 2004. Development of dead wood indicators for biodiversity monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI Proceedings* 51: 207-226.
- Sun, O., Eren, M. E. ve Orpak, M., 1978. Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması, (TÜBİTAK, proje no: TOAG-288), Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Yayını.
- Swanson, F. J., Franklin, J. F., 1992. New forestry principles from ecosystem analysis of Pacific Northwest forests. *Ecological Applications*, 2, 262–274. doi:10.2307/1941860.
- Şenyurt, M., 2011, Batı Karadeniz yöresi Sarıçam meşcerelerinde artım ve büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 210 s.
- Şenyurt, M., Ercanli, İ., Saraçoğlu, Ö. 2014. Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam Meşcereleri İçin Uyumlu Gövde Çapı ve Gövde Hacim Denklemlerinin Karışık Etkili Modelleme ile Geliştirilmesi, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Isparta, 601-607.
- Şenyurt, M., Saraçoğlu, Ö., 2012. Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcereleri İçin Bonitet Tablosunun Düzenlenmesi. *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi* Cilt:12 No:1 102-111.
- Tomescu, R., Tarziu, D. R., Turcu, D. O. 2011. The importance of dead wood in the forest. *ProEnvironment*, 4, 10–19.
- TopaloğluTopaçoğlu, O., Kara, F., Yer, E.N., Savci, M., 2017. Determination of deadwood volume and the affecting factors in Trojan fir forests, *Austrian Journal of Forest Science*, 134:3, 245-260.
- Tosun, S., 1992. Batı Karadeniz Bölgesindeki Doğu Kayını (*Fagus orientalis*)-Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana*) Gençliklerinde Yaş- Boy İlişkisi. *OAE Teknik Raporlar Seri No:50*, 15 Ref, 38: 75, 59-77, Ankara.
- Travaglini, D., Barbati, A., Chirici, G., Lombardi, F., Marchetti, M., Corona, P., 2007. ForestBIOTA data on deadwood monitoring in Europe. *Plant Biosystems*, Vol. 141, No. 2, pp. 222-230.
- UDGP, 2008. Karagöl-Sahara Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Planı Analitik Etüt Raporu, Doğa Koruma ve Milli Parklar Artvin Şube Müdürlüğü, Artvin
- UDGRP, 2016. Karagöl-Sahara Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Revizyon Planı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 20216
- URL-1.<http://bolge12.ormansu.gov.tr/12bolge/karagolsaharamilliparki.aspx?sflang=tr>, (Erişim tarihi: 5.10.2019).

- URL-2. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/artvin/savsat-8538/>, (Erişim tarihi: 5.10.2019).
- URL-3. <http://www.ogm.gov.tr/tr/resmi-istatistikler>, (Erişim tarihi: 08.05.2021).
- URL-4. <https://artvinobm.ogm.gov.tr/Lists/BolgeOrmanVarligi/DispForm.aspx?ID=5>
- URL-5. <https://artvinobm.ogm.gov.tr/SavsatOIM/Sayfalar/default.aspx>, Erişim tarihi: 5.10.2019.
- URL-6. 31 Aralık 2020 Tarihli Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Sonuçları, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, Erişim tarihi: 05.05.2021.
- Vacik, H., Rahman, M.M., Ruprecht, H., Frank, G., 2009. Dynamics and structural changes of an oak dominated Natural Forest Reserve in Austria. *Botanica Helvetica*, Vol. 119, pp. 23-29.
- Vallauri, D., Jean, A. and Jacques, B., 2003. Le bois mort: une lacune des forêts gérées, *Revue Forestière Française*, Nancy and information on Austria from Gerald Steindlegger, on Belgium and Luxembourg from Branquart, E., Vandekerckhove, K., Bourland, N., Lecomte, H in press. (Actes du colloque de Chambéry).
- Vasile, D., Petritan, E.M., Tudose, N.C., Toiu, F.L., Scarlatescu, V., Petritan, I.C., 2017. Structure and Spatial Distribution of Dead Wood in Two Temperate Old-Growth Mixed European Beech Forests, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45(2):639-645. DOI:10.15835/nbha45210829.
- Verkerk, P. J., Lindner, M., Zanchi, G., Zudin, S., 2011. Assessing impacts of intensified biomass removal on deadwood in European forests. *Ecological Indicators*, 11, 27–35. doi:10.1016/j.ecolind.2009.04.004.
- Vítková, L., Bače, R., Kjučukov, P., Svoboda, M., 2018. Deadwood management in Central European forests: Key considerations for practical implementation, *Forest Ecology and Management*, 429: 394–405.
- Woodall, C. W., and G. C. Liknes. 2008. Climatic regions as an indicator of forest coarse and fine woody debris carbon stocks in the United States. *Carbon Balance and Management* 3:5. doi: 10.1186/1750-0680-3-5
- WWF/IUCN, 1994. Centers of plant diversity. A guide and strategy for their conservation (Vol 1: Europe, Africa, South West Asia and the Middle East). IUCN Publications Unit, Cambridge, UK.
- Yatskov, M.; Harmon, M.E.; Krankina, O.N. 2003. A chronosequence of wood decomposition in the boreal forests of Russia. *Can. J. For. Res.* 2003, 33, 1211–1226.
- Yavuz, H., 1992. Değişik Yaşlı Meşcerelerde Büyümenin Markov Zincirleri Yöntemi ile Analiz Edilmesi. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 230 s.
- Yavuz, H., Mısıır, N., Tüfekçioğlu, A., Altun, L., Mısıır, M., Ercanlı, İ., Sakıcı, O. E., Kahriman, A., Karahalil, U., Yılmaz, M., Sarıyıldız, T., Küçük, M., Meydan, G., Bayburtlu, Ş., Bilgili, F., Aydın, A. C., Kara, Ö., Bolat, İ., Usta, A., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcereleri

İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi. (TÜBİTAK-TOVAG Projesi, Proje No: 106O274), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.

Yavuz, M., Vatandaşlar, C., 2018. Korunan alanların zamansal ve ekolojik değişiminin parçalılık analizi yardımıyla izlenmesi: Karagöl-Sahara Milli Parkı örneği. Ormancılık Araştırma Dergisi, 5 (1), 82-96. DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.403803>.

Yazıcı, Z.T., 2019. Şavşat Yöresi Doğu Karadeniz Göknaı Meşcereleri için Gövde Çapı ve Gövde Hacim Modellerinin Karışık Etkili Modelleme Tekniğı ile Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 86 s.

Yıldızbakan, A., ve Saraçoğlu, Ö., 2004. Toros Göknaı (Abies cilicica Carr.) Meşcerelerinde Bazı Artım ve Büyüme İlişkileri. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi (DOA Dergisi), Tarsus.

Zielonka, T., 2006. Quantity and decay stages of coarse woody debris in old-growth subalpine spruce forests of the western Carpathians Poland. Can. J. For. Res. 36 (10), 2614–2622.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÖZDEMİR, Salih
Uyruğu :
Doğum tarihi ve yeri :
Medeni hali :
e-mail :

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	1999
Lise	Şalpazarı Lisesi	1994

Kısa Özgeçmiş:

2006 yılında Bitlis İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'ne orman mühendisi olarak atanmıştır. 2011-2015 yılları arasında Bitlis Doğa Koruma ve Milli Parklar İl Şube Müdürlüğü görevini yapmıştır. 2015 yılında Maçka Altındere Vadisi Milli Park Şefliği'ne atanmış olup 2018 yılından itibaren Tarım ve Orman Bakanlığı 12. Bölge Müdürlüğü Milli Parklar Şube Müdürlüğü'nde görev yapmaktadır.

Yabancı Dil

İngilizce