

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNDE ÖLÜ ODUN MİKTARININ BAZI
PARAMETRELERE GÖRE BELİRLENMESİ: KELKİT ORMAN İŞLETME
ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammet PALA

**KASIM 2020
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNDE ÖLÜ ODUN MİKTARININ BAZI
PARAMETRELERE GÖRE BELİRLENMESİ: KELKİT ORMAN
İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ**

Muhammet PALA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"ORMAN YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02 / 10 / 2020

Tezin Savunma Tarihi : 25 / 11 / 2020

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Uzay KARAHALİL

Trabzon 2020

ÖNSÖZ

"Saf Sarıçam Meşcerelerinde Ölü Odun Miktarının Bazı Parametrelere Göre Belirlenmesi: Kelkit Orman İşletme Şefliği Örneği" isimli bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle, tez konusunun seçiminde ve araştırmamın yürütülmesinde öncülük eden, çalışmamın içerik ve şekil bakımından yönlendirilmesini sağlayan, ayrıca her konuda yakından ilgilenen destek ve yardımlarını esirgemeyen, değerli bilgilerini benimle paylaşan, saygıdeğer hocam Doç. Dr. Uzay KARAHALİL'e bana kendisiyle çalışma şerefini verdiği için en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın içerik ve şekil yönünden olgunlaşmasına katkı sağlayan hocam Dr. Öğr. Üyesi Emre BABÜR'e şükranlarımı sunarım. Hem arazi çalışmalarında, hem de büro çalışmalarında büyük bir çaba gösteren kıymetli meslektaşım İsmail ÖZTÜRK'e teşekkür ederim. Tezin hazırlanması ve çeşitli aşamalarında üstün bilgi ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım Kelkit Orman İşletme Şefi Sayın Fatih EKİNCİ'ye en kalbi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım. Araziye ulaşım konusunda her türlü lojistik desteği sağlayan, gerekli araç ve gereçlerin teminini sağlayan çok değerli büyüklerim, Orman Muhafaza Memuru ağabeylerim Ercan ÇOLAK, Embiya GENÇOSMANOĞLU, Ali ERDEN, Mesut DABAĞ ve Uğur YEĞİN'e en içten dileklerimi sunuyorum. Ve tabiki bir teşekkürü de en zor şartlarda bile benden yardımını esirgemeyen değerli ağabeyim Mehmet SAYGIN'a borç bilirim

Ayrıca öğrenim hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek olan aileme teşekkür eder, bu çalışmanın uygulayıcılara, bilim dünyasına ve tüm ilgilienlere katkı sağlamasını temenni ederim.

Muhammet PALA
Trabzon 2020

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Saf Sarıçam Meşcerelerinde Ölü Ağaç Miktarının Bazı Parametrelere Göre Belirlenmesi: Kelkit Orman İşletme Şefliği Örneği" başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Uzay KARAHALİL'in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 25.11.2020

Muhammet PALA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	.III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. Genel bilgiler.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Temel Kavramlar	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	23
2.1. Materyal	23
2.1.1. Araştırma Alanlarının Genel Özellikleri.....	23
2.1.2. Çalışmada Kullanılan Veri Kaynakları ve Yazılımlar	27
2.1.3. Topoğrafik Haritalar ve Amenajman Planı Meşcere Haritaları	27
2.1.5. Çalışmada Kullanılan Yazılımlar	27
2.2. Yaklaşım Tarzı	28
2.2.1. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler	29
2.2.2. Meşcere Parametrelerinin Hesaplanması	32
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	42
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
5. KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

"SAF SARIÇAM MEŞCERELERİNDE ÖLÜ ODUN MİKTARININ BAZI PARAMETRELERE GÖRE BELİRLENMESİ: KELKİT ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ

Muhammet PALA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Uzay KARAHALİL
2020, 50 Sayfa

Üretime dayalı ormanlarda yakın zamana kadar hasta veya ölmeye yüz tutmuş ağaçların tümüyle sahadan çıkarılması en doğru yaklaşım olarak benimsenmekteydi. Ancak günümüzde orman ekosisteminin canlılığı ve bütünlüğü, biyolojik çeşitliliğin bir göstergesi olarak görülmektedirler. Ölü odun miktarı ve çeşidi, besin piramidinin oluşması ve dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin sağlanması noktasında önemli işlevler yerine getirmektedir. Ülkemizde, ölü ağaç konusunda gerçekleştirilen çalışma sayısı sınırlıdır. Gerçekleştirilen çalışmaların ise daha çok ölü odun miktarı üzerine yoğunlaştığı, farklı parametrelere göre değişimin irdelenmediği ve ölü odun sınıfları üzerinde yeterince durulmadığı görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmada, Kelkit Orman İşletme Şefliği sınırları içindeki saf Sarıçam (*Pinus Sylvestris* (L) Link) meşcerelerindeki ölü miktarı ve çeşidi belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, ölü ağaç miktarını ve çeşidini etkileyen farklı parametreler dikkate alınarak toplamda 100 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alanlar içerisinde kalan tüm ölü ağaçlar sınıflandırılarak ölçülmüş, çürüklük dereceleri belirlenmiş ve seçilen bazı meşcere ve konumsal parametrelere göre değişimi araştırılmıştır. Sonuçta dikili kuru ağaçların 1,3 m³/ha (%54), yüksek dip kütüklerinin 0,2 m³/ha (%8) ve devrik/yatık ölü ağaçların ise 0,9 m³/ha (%38) olduğu ortaya konmuştur. Gerçekleştirilen çalışmada, ölü odun miktarı ile ölçülen parametreler arasında anlamlı bir istatistiksel ilişki olup olmadığı incelenmiş, Pearson korelasyon testi uygulanmıştır. Sonuçta, ölü odun hacmi ile kapalılık, eğim ve yükseklik arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ölü odun, çürüklük sınıfı, meşcere parametreleri, konumsal parametreler, orman amenajmanı, Sarıçam

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATING THE AMOUNT OF DEAD WOOD FOR PURE SCOTS PINE STANDS IN
RELATION TO SELECTED PARAMETERS: A CASE STUDY IN KELKİT PLANNING UNIT

Muhammet PALA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Uzay KARAHALİL
2020, 50 Pages

Until recently, removing all sick or dying trees from the field seemed to be the best approach in production-based forests. However, today the vitality and integrity of the forest ecosystem are seen as an indicator of biological diversity. The amount and type of dead wood fulfill important functions in the formation of a food pyramid and thus ensuring biological diversity. The number of studies on dead wood is limited in our country. It is seen that the studies conducted mostly focus on the amount of dead wood, the change according to different parameters is not examined and the dead wood classes are not sufficiently emphasized. In this thesis, the amount and type of dead in pure Scotch Pine (*Pinus sylvestris* Link) stands within the boundaries of Kelkit Forest Planning Unit have been determined. Within the scope of this study, a total of 100 sample plots were taken, considering different parameters affecting the amount and variety of dead wood. All dead trees in the sample plots were classified and measured, their decay classes were determined and their variation according to some stand and spatial parameters was investigated. As a result, the average volume of standing dead is 1,3 m³/ha (%54), stumps is 0,2 m³/ha (%8), and the lying dead trees is 0,9 m³/ha (%38). In the conducted study, it was examined whether there was a significant statistical relationship between the amount of dead wood and the measured parameters. For this purpose, Pearson correlation test was performed. As a result of the test, it was understood that there was a relationship between the dead wood volume and canopy, slope and height.

Key Words: Dead wood, Decay class, Stand parameters, Site parameters, Forest management, Scots pine

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Dikili ve yatık ağaçların bozulma süreci	4
Şekil 2. Bazı ülkelerdeki ormanlarda ortalama ölü odun hacmi (m ³ /ha).....	10
Şekil 3. Bir meşede doğal yaşam evreleri.....	21
Şekil 4. Dikili kuru ve yatık ölü ağaçların formları	22
Şekil 5. Kelkit orman işletme şefliğinin konumsal gösterimi.....	24
Şekil 6. Örnek alanlardaki ağaçlarda çap ölçümü	28
Şekil 7. Örnek alanlarda karşılaşılan farklı ölü ağaç formları	29
Şekil 8. Örnek alanlardaki ağaçlarda yaş ölçümü.....	30
Şekil 9. Bazı örnek alanların topoğrafik haritada gösterimi	31
Şekil 10. 76 numaralı örnek alanın en yakın yola ve en yakın yerleşim yerine olan uzaklığının gösterimi	33
Şekil 11. Yatık ve ölü odunların çap sınıflarına dağılımı.....	36

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye ormanlarına ait toplam karbon	7
Tablo 2. 2015 Yılı itibarıyla ormanlardaki karbon depolarındaki karbon stoklar	7
Tablo 3. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda ortalama ölü ağaç hacimleri	9
Tablo 4. Ülke ve odun türüne göre ölü odun hacminin (m ³ /ha) ortalama değerleri ve bunların % 95 güven aralığı	12
Tablo 5. Ulusal SOY Biyolojik Çeşitlilik Kriterine İlişkin Göstergeler	19
Tablo 6. Kelkit orman işletme şefliği genel alan bilgileri	24
Tablo 7. Kelkit OİŞ orman alanının ağaç türlerine dağılımı (OGM, 2013)	24
Tablo 8. Kelkit Orman İşletme Şefliğinde saf ve verimli Sarıçam meşçelerinin alansal dağılımı	25
Tablo 9. Çalışılan ölü odun çeşitlerinin tanımları	26
Tablo 10. Çalışma alanlarında meşcere hacminin belirlenmesinde kullanılacak olan Sarıçam tek girişli ağaç hacim tablosu	30
Tablo 11. Örnekleme alanlarında ölçülen ölü odunların hacimleri ve oranları	33
Tablo 12. Kelkit Orman İşletme Şefliğinde saf ve verimli Sarıçam meşçelerinin alansal dağılımı	34
Tablo 13. Örnek alanlardaki bazı parametrelere göre ölü odun hacim ve oranları	36
Tablo 14. Ölü odun hacmi ve ölçülen parametreler arasındaki Pearson korelasyon sonuçları	38
Tablo 15. Dip kütük hacmi tahminine ilişkin regresyon modeli çıktıları	39
Tablo 16. Dip kütük hacmi tahminine ilişkin regresyon modeli ANOVA sonuçları	39
Tablo 17. Dip kütük hacmi tahminine ilişkin regresyon modeli katsayı çıktıları	40
Tablo 18. Elde edilen sonuçların önceki araştırma sonuçları ile karşılaştırılması	40
Tablo 19. Dikili kuru ağaçlar ve kesik dip kütüklerinin çürüklük sınıflarına dağılımı	42
Tablo 20. Yatık ölü ağaçların/odunların çürüklük sınıflarına dağılımı	43

KISALTMALAR DİZİNİ

Ar	: Ardıç
CWD	: Gövde ve dal parçaları
Çs	: Sarıçam
DK	: Dip Kütük
DKA	: Dikili Kuru Ağaç
GA	: Optimale kıyasla, kalın çap basamaklarında fazla sayıda ağaç bulunmasına karşın, orta ve ince çap basamaklarında az sayıda ağaç bulunan seçme ormanı
GB	: Optimale kıyasla, ince çap basamaklarında fazla sayıda ağaç bulunmasına karşın, orta ve kalın çap basamaklarında az sayıda ağaç bulunan seçme ormanı
GC	: Optimale kıyasla, orta çap basamaklarında fazla sayıda ağaç bulunmasına karşın, ince ve kalın çap basamaklarında az sayıda ağaç bulunan seçme ormanı
GD	: Yukarıdaki üç sapma biçiminin dışında kalan ya da bunların karışımından oluşan seçme ormanı
GPS	: Küresel konumlama sistemi
GY	: Göğüs yüzeyi
Kv	: Kavak
LTD	: Devrik ağaç
M	: Meşe
N	: Ağaç sayısı
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OİPDB	: Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
OSİB	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
ÖA	: Örnek Alan
ÖA	: Örneklama alanı
ÖAB	: Örnek Alan Büyüklüğü
PÜ	: Planlama Ünitesi
SDT	: Dikili kuru
SNAG	: Tepesi kırık dikili kuru
SOY	: Sürdürülebilir Orman Yönetimi
STUMP	: Kütükler

T : Tepe
V : Hacim
YÖÖ : Yatık Ölü Odun



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Orman ekosisemi içerisindeki bir ağacın yok olması, aslında başka bir canlının onun yerini alması anlamına gelebilmektedir. Kulağa biraz mantıksız gelse de, ancak durum aslında tam da böyle olmaktadır. Bir ağacın ölmesi başka bir canlının doğmasına vesile olmaktadır. Birçok böceğin, kuşun, mantarın ve likenin yaşamları tamamen bu ölü ağaçlara bağımlıdır (Butler ve Shlaepfer, 2004). Bu nedenle ölü ağaç; birçok yayında “biyotop ağacı, yüksek biyolojik çeşitliliğe sahip yaşam alanı veya ormanlardaki biyolojik çeşitlilik merkezi, hotspot” olarak da adlandırılmaktadır (Saarforst, 2004). Bilinmelidir ki, bizim canlı olarak ifade ettiğimiz ağacın büyük bir kısmı aslında canlı değildir, ölü kısımlardan oluşmaktadır. Ağacın tamamı öldükten sonra ise, birbirinden farklı yüzlerce canlı grubu adeta bu ağaçlar üzerine yuva kurar. Aslına bakarsak, “canlı ağaç aslında, ölü ağaçtan daha ölüdür” (Çolak vd., 2011) denilebilir.

Doğal orman ekosistemleri olan bakir ormanlar, yaşama eğiliminde olan ve ölü kısımları arasındaki belli bir düzeyde dinamik denge göstermesiyle nitelendirilir. Ölü ağaçlar, doğal olarak gelişen ve doğal yollarla gelişim evrelerini tamamlayan ormanların bir düzen içerisinde devamlılığını sağlaması açısından son derece önemlidir. Bundan ötürü ölü ağaç “doğal ormanın bir parçası” olup (Saniga ve Schütz, 2001), “doğaya yakınlığın ve ormanların doğaya yakın işletilmesinin bir özelliği” olarak kabul edilmektedir (Korpel, 1997).

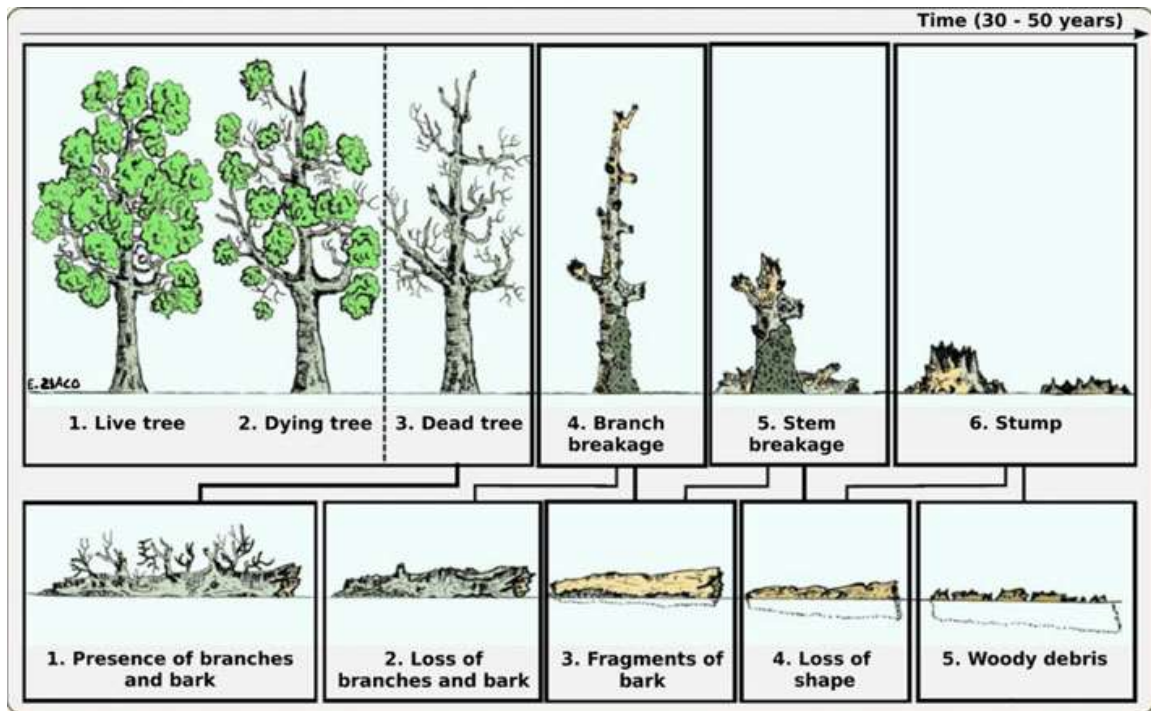
Ölü ağaçlar, çok özel yaşam toplulukları için yaşam alanlarını oluştururlar. Kabukta, odunda, dik duran “ayakta kuru” veya “yatık ölü ağaç”ta çok farklı türler yaşamlarını sürdürürler. Ölü ağacın çok farklı özelliklerinin kombinasyonundan dolayı teorik olarak yaklaşık “2 milyar farklı ekolojik niş” söz konusudur (Heinrich, 1997) (“Ekolojik niş”: Yetiştirme ortamı -biyotik ve abiyotik- ve yaşam koşullarının uygun kombinasyonunun, belli canlıların yaşamasını olanaklı kıldığı küçük yaşam alanlarıdır. Bu olay çok basit olarak bir kayalık üzerinde görülebilir. Kayalığın güneş, yağmur, rüzgâr alan kısımları ile bu etmenlerin değişik oranda olduğu birkaç cm uzağındaki kısımlarının farklı organizmaların -algler, likenler, yosunlar gibi- bulunmasına olanak sağlaması gibi). Yatık ölü ağaçlar ile ayakta kurulardan (Ağaçkakan ağaçları) oluşan ölü ağaçlar orman ekosistemlerinde

dinamik birer kaynak durumundadırlar (Mark vd., 2006). Bunların yaban hayatı ve ekolojik süreç (Harmon vd., 1986; Hunter, 1990; Jonsson vd., 2005) için büyük bir öneme sahip olduğu bilinmektedir. Toprak üzerine devrilmiş ölü ağaçlar (yatık ölü ağaçlar) serin ılıman, boreal, submontan ve subalpin ormanlarında birçok yerde ormanın gençleşmesini de sağlarlar.

Ormanlardaki ölü ağaçlar, ormanların farklı yaklaşımlarla işletilmeleri sebebiyle, zaman içerisinde değişik algı yaratmıştır. Özellikle geleneksel orman işletmeciliği yaklaşımı, ölü odunları “potansiyel bir biyotik ve abiyotik rahatsızlık kaynağı ve silvikültürel uygulamaların önündeki bir engel” olarak görmüştür (Radu, 2006). Ölü odun biyokütlesi, geleneksel olarak orman yöneticileri tarafından, uygulamadaki “yanlış yönetim, savsaklama ve savurganlığının” bir ifadesi olarak algılanmıştır (Pastorella vd., 2016). Son yıllarda biyolojik çeşitlilik konusunun dünya kamuoyunda gündem oluşturması, ormanların planlanmasında yeni yaklaşımların kabulüyle birlikte, ormandaki ölü ağaçlar konusundaki düşünceler değişmiştir. Biyolojik çeşitliliğe yönelik ormancılıktaki amaçlardan biri, ölü odun miktarını üst seviyeye çıkarmak ve bir diğeri de işletilen ve işletilmeyen ormanlar arasındaki ölü odun hacmindeki farkı en alt seviyeye indirmektir (Swanson ve Franklin, 1992). Doğaya yakın orman işletmeciliği yaklaşımı, orman ekosisteminin işlevselliğini korumak için belirli miktarda ölü odun tutmayı hedeflemektedir (Müller-Using ve Bartsch, 2009; Meo vd., 2017).

Ölü ve ölmek üzere olan ağaçlar; biyolojik çeşitlilik, karbon depolama, toprak besin döngüsü, enerji akışları, hidrolojik süreçler ve ağaçların doğal olarak kendilerini yenilemesi gibi etmenlerle orman ekosistemlerinin ilerleyişinde ve sürekliliğinde önemli bir yere sahiptir. Biyoçeşitlilik için ölü odunun bir parametre olarak kabul görmesi (Ratcliffe, 1993), uygulanma sürecinde olan işletilen ormanlar için standartların ve kılavuzların geliştirilmesine yol açmıştır (Ferris-Kaan vd., 1993; Anonim, 1998; Hodge ve Peterken, 1998; Kirby vd., 1998; Anonim, 2000). Doğal ormanlarda ekolojik süresini tamamlayan, artık yaşama kabiliyetini kaybeden ölü ağaçlar, küçük omurgalılar, omurgasızlar, ağaçların gövdesine yuva yapan kuşlar, özellikle de ağaçkakan, alg, karayosunları, mantarlar için önemli bir yaşam alanı haline gelmektedir. Bu canlı organizmalar, hayatlarını sürdürebilmeleri için farklı özellik, miktar ve çürüme formundaki ölü ağaca/oduna gereksinim duymaktadır. Ağaç türü, çürüklük sınıfı, ölümünden bu ana zamana kadar geçen süre, büyüklük, dikili veya yatık olması gibi etmenler, ağaçların çürümelerini etkileyen önemli faktörlerdir. Genel olarak bir ağaçta veya ağaç kısmında ne

kadar fazla büyük ölü odun miktarı olursa, bu kısımlar üzerindeki canlı organizma miktarı da o derecede artmaktadır. Ancak bu durumu genelleştirmek doğru değildir. Bazen küçük bir ölü odunun büyük bir bölümü, özellikle bazı mantarlar için büyük bir ölü odunun küçük bir kısmı kadar iyidir. Ölü odun aynı zamanda yaşayan ağaçlarda çürük delikler, ölü uzuvlar, çürük gövde ve öz odunu şeklinde olabilir. Doğal olarak meydana gelmiş ormanlarda, bazı biyotik ve abiyotik faktörler sebebiyle kuraklık, fırtına, böcek hastalığı ve yangın gibi unsurlar; ağaçları öldüren ve ölü odun oluşumunda en önemli faktörlerdir. Şiddeti ve büyüklüğüne bağlı olarak bu faktörler, hem meşceredeki ölü ağaçların düzensiz bir şekilde dağılımına ve hem de görsellik açısından doğal yaşlı ormanlarda tepe çatılarında boşlukların oluşmasına neden olmaktadır. Ölü odun çürüklük seviyesi çok önemli bir değişkendir. Çünkü ölü ağaçta yaşayan mantarları, yosun varlığını ve çeşitliliğini (Ódor ve Standovár, 2001) ve atmosfere salınan karbonu etkiler (Rock vd., 2008). Ağaçların kurumamasından devrilmesine kadar geçen süre (devrilme süresi) tür topluluklarının silsilesini-devamlılığını etkiler (Onodera ve Tokuda, 2015). Dikili ve yatık ölü ağaçlarda bozulma süreci; ağaç türü, büyüklük, dikili ya da devrik olma durumuna göre şu şekilde gelişmektedir (Ziaco vd., 2012). (Şekil 1).



Şekil 1. Dikili ve yatık ağaçların bozulma süreci

Bilinçli bir orman işletmeciliği, ormanda yeterli miktarda ölü ağacın bırakılmasını gerektirmektedir. Ekonomik fanksiyonlu ormanlarda, yani üretim amaçlı ormanlarında yer yer yaşlı ağaçlar alınmayıp bırakılırsa ve ölü ağaç gövdeleri ormandan çıkarılmazsa, ormanın doğal dengesi ve hastalıklara karşı direnci artar. Ölü ağaç ormanda durmadan sürüp giden ekolojik döngünün destekçisidir. Bir ağacın yaşam döngüsündeki son evreler - yaşlı, ölmekte olan ve ölü ağaçlar- sağlığının ve dengesinin devamında kilit rol oynayan bazı özel türleri kendine çeker (WWF, 2004).

Ormandaki ölü ağaçlar tek başına bir yaşam alanı değil, zaman içerisinde değişen ve evrimleşen bir takım küçük habitatlar topluluğudur. Ölü ağacın kalitesi ve değişik türlere yönelik yararları; ölü ve bozulmakta olduğu sürenin uzunluğu, ağacın türü, ölüm anındaki yaşı, dikili ya da yatık olma durumu, büyüklüğü ve çevresindeki iklim koşulları gibi etkenlere bağlı olarak değişir. Örneğin İsveç'te ölü ağaçlar, kuzu göbeği mantarı, fincansı (bazıli) mantarlar vb. için zengin bir yaşam ortamı sağlar. Başka araştırmalar küçük gövde ve dalların iri gövdeler gibi çürümediğini göstermektedir. Bu yüzden ortaya çıkan mikro-habitat tipleri de farklı olmaktadır.

Ormanlarda hayatını sürdüren organizmaların çoğunluğu, yaşamlarını devam ettirebilmeleri için yaşlı ağaçlara ve ölü ağaç gövdelerine mecburdur. Ölü ağaçlar; kuşlar, yarasalar ve diğer memeliler için yaşam alanı, barınma ve besin kaynağı sağlar. Bunun dışında, ölü ağaçlar ormanda yaşayan ama göze batmayan canlıların çoğu (böcekler, mantarlar ve likenler) için de, önemli derecede önemlidir.

Ayakta kuru -ağaçkakan ağaçları- ile yatık ölü ağaçlardan oluşan ölü ağaçlar orman ekosistemlerinde dinamik birer kaynak durumundadırlar (Mark vd., 2006). Bunların yaban hayatı ve ekolojik süreçler için büyük bir öneme sahip olduğu bilinmektedir (Harmon vd., 1986; Hunter, 1990; Jonsson vd., 2005). Toprak üzerine devrilmiş ölü ağaçlar (yatık ölü ağaçlar) serin ılıman, boreal, submontan ve subalpin ormanlarında birçok yerde gençleşmeyi de sağlarlar (Christensen vd., 2005; Eichrodt, 1969; Ott vd., 1998). Ölü ağaç, artan bir şekilde, ormanlardaki biyolojik çeşitliliğin başlıca bileşeni ve göstergesi olarak kabul edilmektedir (Christensen vd., 2005; Çolak, 2002; Hahn ve Christensen, 2005; Marage ve Lemperere, 2005; Norden vd., 2004; Ratcliffe, 1994). Bu nedenle, Orman sertifikasyonu süreçleri ve Viyana'da 2003 yılında gerçekleştirilen Dördüncü Bakanlar Konferansı'nda (MCPFE, 2003; Avrupa Ormanlarının Korunması - Living Forest Summit) ölü ağaçların modern ve sürekli bir ormancılık için ne kadar önemli olduğu açıkça ortaya konmuştur (Butler ve Schlaepfer, 2004). Ölü ağacın doğadaki önemi ve bunların doğa

koruma çalışmalarındaki yeri günümüzde çok iyi aydınlatılmış konulardır. Ölü ağaçlar ve onların sunduğu biyolojik çeşitlilik, ayrıca, ormanda verimliliğin ve orman fonksiyonlarının sürekliliğinde kilit faktör rolünü üstlenmektedir. Bu fonksiyonlar arasında su ekonomisini düzenleme ve karbon depolama da vardır.

Ölü ağaçlar, ılıman bölge ormanlarında uzun süreli karbon deposu işlevi görmektedir. Doğal yaşlı ormanlarda ve ölü ağaçlarda tutulan karbon, plantasyonlardan daha uzun süre ve daha etkin biçimde depolanmaktadır. Ölü ağaçlar, karbon depolama yoluyla küresel ısınmanın etkilerini azaltmada genç plantasyonlar kadar etkin rol oynar. Ölü ağaçlar, orman alt tabakasındaki bitki örtüsü, bitki artıkları ve toprak ormanda karbon birikimi sağlayan önemli unsurlardandır (WWF, 2004).

Ölü ağaçlar, ayrıştırıcı organizmaların mikrobiyal solunumu sırasında atmosfere karbon salarak, bizzat kendisi de karbon kaynağı olur. Ancak serin iklimlerdeki ekosistemlerde mikrobiyal aktivite sınırlı ve ayrışma çok yavaştır. Bu nedenle, bu bölgedeki ölü ağaçlar, uzun ömürlü bir depo işlevi görmektedir. Sarıçam gibi uzun ömürlü ve yavaş çürüyen ağaçlardaki karbonun çoğu bin yıldan fazla süre tutulmuş olarak kalabilir. Bu nedenle, ölü ağaçlar ve doğal yaşlı ormanlar, karbon deposu olarak yeni ve genç ormanlara göre daha iyi işlev görürler. Kanada'nın British Columbia eyaletinde yapılan bir araştırma, gençleştirme ile oluşturulan ve idare süresi 80 yıl olan işletme ormanında tutulan karbon miktarının, komşu alandaki doğal yaşlı ormanların (çoğunluğu 500 yaş civarında) yaklaşık yarısı kadar olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, doğal yaşlı ormanların, genç işletme ormanlarına dönüştürülmesinin atmosfere önemli ölçüde net karbon salınımıyla sonuçlanacağını göstermektedir. Oysa yaşlanmış ormanlarda ölü ağaçların alanda bırakılması ve onların ormana yeniden kazandırılmasıyla, karbonun ormanda depolanması onyıllar hatta yüzyıllar boyunca sağlanmış olacaktır. Fransa'daki araştırmalar, odun üretiminin yapılmadığı yeni korunan alanlar oluşturmanın, ağaçlandırma alanı ile aynı miktarda karbonu depolayabileceğini ortaya koymaktadır (WWF, 2004).

Asan (1995) tarafından FAO'nun hazırladığı "Guidelines for Country Reporting to FRA (FRA: Orman Kaynakları Değerlendirmesi: Forest Resources Assessment) - 2010" (FAO, 2011) belgesinde öngörülen tanım ve yöntemlerden faydalanılarak, Türkiye ormanlarında tutulan mevcut karbon miktarı hesaplanmıştır. Tolunay (2010) tarafından yapılan çalışma ile Asan vd., (2005)'in karbon hesaplama katsayıları güncellenmiştir. Orman Genel Müdürlüğü'nce 2019 yılında yayınlanan orman atlasındaki verilerden

faýdalanılarak aşağıda yer alan Türkiye ormanlarına ait toplam karbon hesapları yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye ormanlarına ait toplam karbon (OGM, 2019)

FRA - 2010 Kategorileri (Karbon Havuzları)	Karbon (Milyon Ton)					
	Normal Ormanda		Bozuk Ormanda		Genel Alanda	
	İbrelİ	Yapraklı	İbrelİ	Yapraklı	2008	2018
Toprak st	308.273	177.109	12.424	9.155	410.819	506.961
Toprak altı	89.399	40.735	4.970	4.211	119.582	139.315
l Odun	3.083	1.771	124	92	4.108	5.070
l rt	61.741	14.715	2.574	1.796	123.341	80.826
Toprak	452.576	262.147	232.424	202.671	1.054.712	1.149.817
Toplam Karbon	915.071	496.476	252.516	217.926	1.712.562	1.881.989

Diğer taraftan, “2005 yılında Türkiye ormanları tarafından yıllık olarak bağlanan karbonun 6,82 milyar/ton/yıl (ya da 24,96 milyar CO₂/ton/yıl) olduğu ve ormanlar tarafından bağlanan karbonun Türkiye’nin toplam sera gazı salınımlarının ancak %7,99’unu oluşturduğu hesaplanmıştır” (Tolunay, 2010). Ormanlarda karbon sadece ağağlarda depolanmamaktadır. Diğer karbon depolanan yerler ise l örtü, l odun ile topraklardır. Bunlardan en önemlisi topraklar olup, topraklardaki organik karbon stokları 1,24 milyar ton kadardır. Buna karşılık l odunlarda depolanmış karbon miktarı oldukça düşüktür (Tablo 2).

Tablo 2. 2015 Yılı itibarıyla ormanlardaki karbon depolarındaki karbon stokları (Tolunay vd., 2018)

Karbon Havuzu	Toplam Karbon Stoku (ton C)	Toplam Karbon Stoku (ton CO ₂ eřdeđeri)	%
Toprak st bitkisel kütle	497.199.233	1.740.197.316	25.0
Toprak altı bitkisel kütle	145.569.008	509.491.528	7.3
l rt	95.405.738	333.920.083	4.8
l odun	4.385.145	15.348.008	0.2
Toprak	1.244.054.621	4.354.191.174	62.6
Toplam	1.986.613.744	6.953.148.104	100.0

Dünyada ölü odun miktarı üzerine çok sayıda araştırma yapıldığı görülmektedir. Ölü odun hacminin belirlenmesinde farklı envanter yöntemleri kullanılarak ve farklı şekilde sınıflandırmalar (dikili kuru ağaç, yatık/devrik ölü ağaç, yüksek dip kütükleri, kuru gövde ve dal parçaları) yapılarak pek çok çalışma yapılmıştır. Ölü odun hacminin ve bozulma sınıflarına ilişkin dünyada ve Avrupa'da yapılan en önemli çalışmalar aşağıda özetlenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmaların bazıları yöresel, bazıları bölgesel, bazıları ülke bazında yapılırken, bir kısmı da kıta geneli için gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, bazı araştırmalarda ölü odun hacim miktarı bakımından benzer sonuçlar elde edilirken, bazı çalışmalarda ise bulunduğu ekolojik koşullara bağlı olarak ya da yerleşim yerlerine olan uzaklığına bağlı olarak farklı ve daha yüksek hacim değerleri elde edilmiştir.

Kirby vd. (1991), tarafından Polanya ve İngiltere'deki Kış Ihlamuru (*Tilia cordata*) baltalık ormanlarında yapılan ölçümlerde devrik ölü odunların 52-94 m³/ha arasında olduğunu belirlemişlerdir. Rauh ve Schmitt (1991) tarafından Almanya'daki Orta Avrupa Göknaarı (*Abies alba*) meşcerelerinde yapılan çalışmada, meşcerelerdeki toplam ölü ağaç hacmini 84 m³/ha, dikili kuru gövde hacmini 56 m³/ha ve devrik ölü odun hacmini ise 28 m³/ha olarak hesaplamışlardır. Korpel (1997) tarafından Slovakya'daki Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*), Orta Avrupa Göknaarı (*Abies alba*) ve Avrupa Ladini (*Picea abies*) meşcerelerinde yapılan envanter neticesinde, meşcerelerdeki toplam ölü ağaç hacmini 181-280 m³/ha, dikili kuru gövde hacmini 41-82 m³/ha ve devrik kuru hacmini ise 140-198 m³/ha olarak belirlerken, sadece saf Göknaar meşcerelerindeki toplam ölü ağaç hacmini ise 50-183 m³/ha, dikili kuru gövde hacmini 18-55 m³/ha ve devrik kuru hacmini ise 26-141 m³/ha olarak hesaplamıştır.

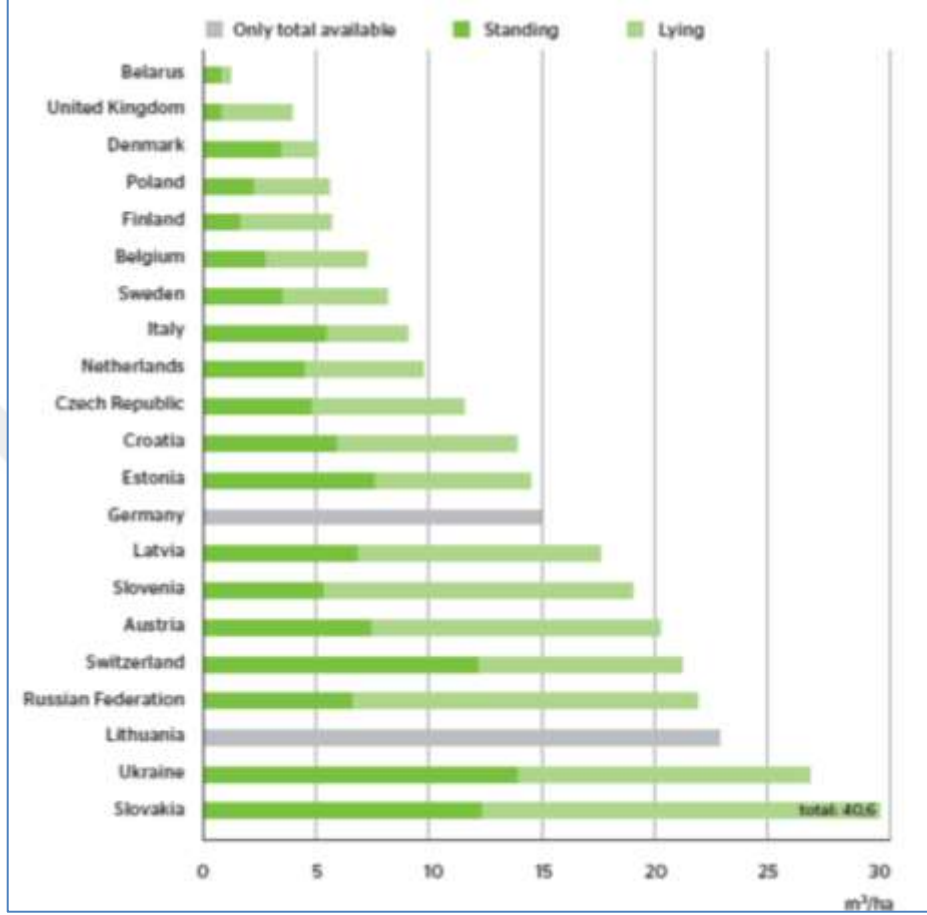
Bobiec (2002) tarafından Polanya'da Kış Ihlamuru (*Tilia cordata*) baltalık ormanlarında yapılan ölçümlerde dikili kuru ağaçların hacimlerinin 3-30 m³/ha arasında ve devrik kuru ağaçların 84-150 m³/ha arasında olduğunu belirlemiştir. Vallauri vd. (2004), tarafından yapılan çalışmaya göre, bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda ortalama ölü ağaç hacimleri aşağıda verilmiştir (Tablo 3). Aşağıda verilen tablodaki ölü ağaç hacim değerleri, her ülkede farklı örnekleme yöntemlerine göre elde edildiği için, bunların karşılaştırılması ve yorumlanmasında zorluklar bulunmaktadır. Bununla birlikte değişik ulusların orman envanterlerine ait verilerle, doğal yaşlı ormanlardaki ölü ağaç hacimleri arasında önemli farklılıklar olduğu bilinmektedir.

Tablo 3. Bazı Avrupa ülkelerindeki ormanlarda ortalama ölü ağaç hacimleri (Dudley vd., 2004)

Ülke	Ölü ağaç hacmi (m ³ /ha)	Verinin niteliği
Avusturya	0.6	Üretim yapılan ormanlar (toplam % 88), d _{1.30} >35 cm
Belçika	9.1	Bölgesi ortalama, dikili ve devrik kuru ağaçlar dahil (Valonya)
Finlandiya	2-10	Ortalama üretim ormanı
Fransa	2.2	Ulusal ortalama
	6.7	Bölgelere göre maksimum (Savoie)
Almanya	1-3	Bölgesel ortalama (Bavyera)
Lüksemburg	11.6	Ulusal ortalama
İsveç	6.1	Ulusal ortalama
	12.8	Bölgesel maksimum (Kuzey İsveç)
İsviçre	12	Ulusal ortalama
	4.9	Plato bölgesinde ortalama
	11.6	Alplerin güney bölgesindeki ortalama
	12.2	Ön Alplerde ortalama
	19.5	Alplerde ortalama
Türkiye		Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesinin ulaşımı zor olan bazı ormanlarında, Avrupa ortalamasının üstünde

Zielonka (2006) tarafından Polonya'daki Orta Avrupa Göknaarı (*Abies alba*) meşcerelerinde toplam ölü odun hacmini 184 m³/ha, dikili kuru gövde hacmini 92 m³/ha ve devrik kuru hacmin ise 92 m³/ha olarak hesaplamışlardır. Von Oheimb vd. (2007) tarafından Almanya'da Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*) ormanlarında yapılan çalışmada dikili kuru ağaçların oranının toplam ölü ağaçların yaklaşık %33 ünü oluşturduğunu belirlemişlerdir. Sapsız Meşe (*Quercus petraea*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ağaçlarının olduğu bu meşcerelerdeki toplam ölü odun miktarını 79 m³/ha, dikili ağaçların hacimlerini 33 m³/ha ve devriklerin hacmini ise 46 m³/ha olarak hesaplamıştır. Burrascano vd. (2008) tarafından İtalya'daki yaşlı ormanlarda yapılan ölçümlere bağlı olarak, Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*) meşcerelerinde ölü odun miktarını 22,0 m³/ha olarak ortaya koymuşlardır. Bu meşcerelerdeki dikili kuru ağaçların hacimlerini 10 m³/ha olarak hesaplarken, devriklerin hacmini ise 12 m³/ha olarak belirlemişlerdir. Meyer ve Schmidt (2011) tarafından Almanya'da Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*) ormanlarında yapılan çalışmada toplam ölü odun hacmini 10-52 m³/ha, dikili kuru gövde hacmini 2-22 m³/ha ve devrik kuru hacmin ise 7-42 m³/ha olarak hesaplamışlardır. Forest Europe, UNECE ve

FAO (2011) tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmada bazı ülkelerindeki ormanlarda ortalama ölü odun hacmi (m^3/ha) aşağıda verilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Bazı ülkelerdeki ormanlarda ortalama ölü odun hacmi (m^3/ha) (FAO, 2011)

Merce vd. (2015), "Runcu Grosi" Tabiatı Koruma Alanı'nda, 1000 m^2 büyüklüğünde 41 adet örnek alanda yaptıkları ölçümlerde, ölü odun hacmini 126,40 m^3/ha tespit etmişlerdir. Motta vd. (2015) tarafından Bosna Hersek'de doğal yaşlı karışık Avrupa Kayını (*Fagus sylvatica*), Orta Avrupa Göknaarı (*Abies alba*) ve Avrupa Ladini (*Picea abies*) meşcerelerinde yapılan envanter neticesinde, meşcerelerdeki toplam ölü ağaç hacmini 420 m^3/ha , dikili kuru gövde hacmini 114 m^3/ha ve devrik ölü odun hacmini ise 300 m^3/ha olarak belirlemişlerdir. Bu ormanlar 1029,6 m^3/ha gibi yüksek dikili canlı meşcere hacmine sahiptir.

Puletti vd. (2017) tarafından "Avrupa'nın 17 ülkesindeki seviye 1 alanlarından 3243 örnek alanından elde edilen verilere bağlı olarak (ICP Forests-Level 1) ölü odun hacmini

belirlemeye çalışmışlardır. Bu örnek alanlardaki ölü odun hacim miktarını $0 \text{ m}^3/\text{ha}$, $0-50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve $>50 \text{ m}^3/\text{ha}$ olacak şekilde 3 sınıfa ayırmışlardır. Elde edilen verilere bağlı olarak da örnek alanların %12'sinde hiç ölü odun olmadığını, %80'inden fazlasında $0-50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve çok az örnek alanda da $>50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ölü odun hacmi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Parobeková vd. (2018) tarafından Slovakya'nın Batı Karpatlarında yaşlı karışık Gökmar (Abies alba Mill.) - Kayın (Fagus sylvatica L.) - Ladin (Picea abies L. Karst.) meşcerelerinde yapılan ölü ağaç hacmi çalışmasında, devrik ölü odunların ortalama hacminin $260 \text{ m}^3/\text{ha}$ 'a ulaştığını ve dikili canlı ağaçların da % 36'sını temsil ettiğini tespit etmişlerdir. Ölü gövde parçalarının (tomruk) çoğunluğunun ibrelili ağaçlardan (%95) kaynaklandığını ve bu kuru gövde parçalarının da en çok dördüncü bozulma evresinde (%48) oldukları belirlenmiştir. Ağaç türlerine göre 1-3 bozulma evresindekiler sınıflandırıldığında, Ladinin %61 ve Gökmar odun parçalarının da %34 civarında olduğu ortaya konmuştur. Dikili kuruların oranı ortalama olarak, dikili canlı ağaçların %7'sini oluşturduğunu ve ağırlıklı olarak (%44) ikinci bozulma evresinde oldukları belirlenmiştir. Ağaç türlerine göre tepesi kırık dikili kuruların %78'ini Gökmar, %14'ünü Ladin ve %7'sinin ise Kayından oluştuğu tespit edilmiştir.

Leipa et al., (2019) ortalama büyüklüğü 2,5 ha olan küçük ölçekli, korunan orman parselleri üzerinde yaptıkları çalışmada, ölü odun varlığını, ortalama olarak 38,2 ila $149,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ arasında belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, farklı ölü odun çeşitlerinden orta miktarda ve kalitede bulunduğunu göstermişler, fakat iyi kalitedeki örneklerin azlığına vurgu yapmışlardır.

Puletti vd. (2019) tarafından Avrupa'nın 19 ülkesindeki Seviye-1 alanlarından 3243 örnek alanından elde edilen verilere bağlı olarak (ICP Forests-Level 1) ölü odun hacmini belirlemeye çalışmışlardır. Ülke düzeyinde, ölü odun miktarının ortalama $15,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ olduğunu ve 5,6 ile $33,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ arasında değiştiğini belirlemişlerdir (Tablo 4).

Tablo 4. 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	Lean 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 ^{±0.2}	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 ^{±0.8}	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 ^{±1.4}	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}

Dikili kuru, LDT: devrik ağaç, Snag: tepesi kırık dikili kuru, CWD: gövde ve dal parçaları, Stump: kütükler)

Yukarıdaki çalışma, ölü odun hacminin çoğunlukla Orta Avrupa'da, özellikle Slovenya'da (30 m³/ha'den fazla), Almanya (29.6 m³/ha), Slovak Cumhuriyeti (27.3 m³/ha), Letonya (26.4 m³/ha), Avusturya (23.7 m³/ha, Fransa (22.3 m³/ha)'da ve ayrıca Kıbrıs (26.9 m³/ha) ve İsveç (24.4 m³/ha) gibi 2 ülkede daha yüksek değerlerde olduğunu ortaya koymaktadır.

Błońska vd. (2019a) tarafından Polonya'da; kuru, nemli, ıslak olmak üzere 3 farklı toprak nemi dikkate alınarak, meşcerelerdeki ölü odun hacmi belirlenmiştir. En yüksek ölü odun miktarının kuru toprak nemi sınıfında (ortalaması 65 m³/ha ve medyanı ise 49,9 m³/ha; 27,3-149.3 m³/ha arasında) olduğu belirlenmiştir. Islak toprak nemi değişkeninde, ölü odun miktarındaki artışı, aşırı nemli dönemlerde çürüme süreçlerinin yavaşlamasıyla ve havasız toprak oluşumlarının olması ile açıklamışlardır. Toprak koşullarının,

meşcerelerin yapısını ve ağaç türü oluşumlarını belirlediğini ve bunun da ölü ağaçlardaki karbon ve azot miktarını etkilediğini ifade etmişlerdir. Nemli toprak nemli ortamda ölü odun miktarının ortalaması $65 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($9,44-165,22 \text{ m}^3/\text{ha}$) iken, ıslak toprak nemli ortamda ise $54,16 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($8,64-96,87 \text{ m}^3/\text{ha}$)'dır. Ayrıca, ortalama değerler olarak kuru nem topraklı ortamda en fazla dikili kuru hacmi ($34,85 \text{ m}^3/\text{ha}$) varken, nemli ($29,93 \text{ m}^3/\text{ha}$) ve ıslak ($32,51 \text{ m}^3/\text{ha}$) toprak nemli ortamlarda ise en fazla devrik kuru hacmi elde edilmiştir.

Błońska vd. (2019b) tarafından Polanya'da nehir kenarındaki Kızılağaç meşcerelerinden (ıslak nemli) alınan 16 örnek alanda ölü odundaki karbon birikimini belirlemişlerdir. Islak toprak nemli geniş yapraklı orman sahasındaki (Czarna Rozga rezervindeki) ortalama ölü odun stoğu $47 \text{ m}^3/\text{ha}$ iken, nehir kıyısındaki Kızılağaç ormanlık alanında $52 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak belirlenmiştir. Ölü odun stoğunun fazla olmasını, bozulma sürecinin nem ve havasız koşullar nedeniyle yavaşlatılması ile açıklamışlardır.

Korhonen et al., (2020) tarafından çalışmada kent ormanları sıradan ve değerli kent ormanları olarak ikiye ayrılmış, sıradan kent ormanlarının (ortalama $10,1 \text{ m}^3/\text{ha}$), üretim ormanlarından ($2,7 \text{ m}^3/\text{ha}$) daha fazla ölü oduna sahip olduğu, ancak yine de korunmuş eski üretim ormanlarından ($53,9 \text{ m}^3/\text{ha}$) veya yarı doğal ormanlardan ($115,6 \text{ m}^3/\text{ha}$) önemli ölçüde daha az ölü oduna sahip olduklarını bulmuşlardır. Öte yandan, değerli kentsel ormanlar nispeten yüksek ortalama ölü odun hacmine ($88,2 \text{ m}^3/\text{ha}$) sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Ülkemizde ölü ağaç envanterinin sınırlı sayıda yapıldığı görülmektedir. Atıcı vd. (2008) tarafından Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsk) üzerinde ve çalışma alanı olarak 15 farklı yer ve 79 örnek alandan toplanan veriler ışığında yapılmıştır. Çalışmada Doğu kayını meşcerelerinde toplam ölü odun hacminin çoğunluğu tepesi kırık dikili kuru ağaçlardan olduğu gözlemlenmiştir. Doğu kayınının toplam ölü odun hacmi hesaplanırken t testi uygulanmış ve hektarda $22,87 \pm 4,34 \text{ m}^3$ bulunmuştur. Ayrıca toplam ölü ağaç hacmi, toplam ağaç hacminin ise %4,72 olduğu belirtilmiştir. Çolak vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada, korunan alanda $30,05 \pm 11,06 \text{ m}^3/\text{ha}$ (dikili hacmin % $6,33 \pm 2,98$ 'i) aralığında ortalama toplam ölü ağaç hacmi belirlenmiştir. Aynı miktar, işletilen ormanda ise $9,31 \pm 2,84 \text{ m}^3/\text{ha}$ (dikili hacmin % $1,96 \pm 0,84$ 'ü) olarak tespit edilmiştir. Özetle, korunan alanda, işletilen ormana göre 3,22 kat daha yüksek ölü ağaç miktarı söz konusudur.

Iva vd. (2016) tarafından Karadeniz Bölgesi Kayın meşcerelerinde gerçekleştirilen çalışmada, ortalama meşcere hacmi $320 \text{ m}^3/\text{ha}$ olan 43 farklı örnekleme alanı verisine göre,

ortalama ölü odun hacmi 81 m³/ha olarak bulunmuştur. Bu değer toplam meşcere hacminin neredeyse% 25'ini temsil etmektedir ve bu Avrupa işletilen Kayın ormanlarından çok daha fazladır. Hakim olan tip, yatık ölü odun olup, dikili kuru ortalama ölü odun hacmi sadece 6 m³/ha (ortalama 8 ağaç) olarak belirlenmiştir.

Detaylı yapılan çalışmalardan biri Karahalil vd. (2017) tarafından Antalya Köprülü Kanyon Milli Parkı meşcerelerinde yapılmıştır. Veriler, meşcere yaşı, kapalılık, bonitet endeksi, sıklık gibi farklı meşcere özellikleri ve eğim, bakı, yükselti ve yerleşim yerlerine uzaklık gibi farklı mevki parametreleri dikkate alınarak Kızılcıam'ın (*Pinus brutia* Ten.) saf ve ağırlıkta olduğu meşcerelerdeki 387 geçici örnek alandan elde edilmiştir. Meşcerelerin ortalama ölü odun hacmini 3,8 m³/ha ve ölü odunun dikili canlı ağaç hacmine oranını da % 2.4 olarak elde edilmiştir. Dikili kuruların ortalama hacmini 0,5 m³/ha (% 13,2), kütüklerinkini 0,2 m³/ha (% 5,3) ve devrik kuruların hacmini ise 3,1 m³/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. Diğer taraftan meşcere altındaki diri örtü sayısı ile ölü odun hacmi arasında (p <0.01) negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde yapılan diğer bir çalışma, Topaçoğlu vd. (2017) tarafından Kastamonu-Küre yöresinde değişik yaşlı Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) meşcerelerinde, 4 farklı tip seçme kuruluşundaki meşcerelerden olmak üzere toplamda 50 X 50 m'lik 40 örnek alanda yapılmıştır. Meşcere tipi (GA: Yaşlı seçme-Kalın çap fazla, GB: Genç seçme-ince çap fazla, GC: Orta yaşlı seçme-orta çap fazla, GD: Aktüel seçme-karışık çaplı), orta çap, göğüs yüzeyi değişimi Göknaar ormanlarındaki ölü odun hacmini önemli ölçüde etkilerken, meşcere hacmi, yükselti ve bakının ölü odun hacmini etkilemediğini belirlemişlerdir. Ortalama ölü ağaçların hacmi 8,9 m³/ha (3,38-18,29) olarak hesaplanırken canlı ağaçlar içindeki oranını % 3,2 (% 1,2-5,4) olarak belirlemişlerdir. Ayrıca ortalama 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 devrik ölü odun hacmini 1,54 m³/ha (0,67-2,76 m³/ha), ortalama çürümüş devrik ölü odun hacmini 3,8 m³/ha (0,89-7,96 m³/ha) olarak hesaplamışlardır.

1.2. Temel Kavramlar

1.2.1. Orman Amenajmanı ve Ölü Odun Miktarı

Ormanlar; yeryüzünde geniş alanlar kaplayan, topografyanın, iklim ve toprağın, barındırdığı canlı ve cansız varlıkların çeşitli etkileşimleri, ortak yaşamları, rekabetleri gibi çok karmaşık birlikteliklerin oluşturduğu bir ilişkiler bütünüdür. Bu haliyle ormanlar dünyadaki ekosistemlerin en ilgi çekici ve karmaşık olanıdır. Bulunduğu yakın çevreyi, insanları ve hatta dünyayı etkileyen bir güce ve işleve sahiptir. Bu nedenle ormanları sadece ağaç topluluğu olarak değil, diğer odunsu ve otsu bitkiler, hayvanlar, toprak ve mikroorganizmaların birlikte oluşturdukları bir ekosistem, bir doğal ünite olarak görmek gerekir. Orman ekosistemi içinde bulunan elemanlar birbirlerine fonksiyonel bağlarla bağlı olduklarından, orman kaynaklarından yararlanırken ekosistemde oluşacak değişikliklerin zararını en aza indirmek, değişimi olumlu yöne doğru yönlendirmek, olumsuzlukları sınırlandırarak var olan tabii sisteme zarar vermemektir.

Türkiye ormanlarının tamamına yakını devletin hüküm ve tasarrufu altında olup, Orman Genel Müdürlüğü tarafından sürdürülebilirlik ilkesi esas alınarak işletilmektedir. 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 26. maddesinde yer alan "...Devlet ormanlarından yapılacak istihsal, Tarım ve Orman Bakanlığınca tespit olunacak esaslar dairesinde ve amenajman planlarına göre Devlet tarafından yapılır..." hükmünün bir uygulaması olarak ülke ormanlarının tamamı orman amenajman planları ile işletilmektedir. Bu planlar Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı tarafından 10 veya 20 yıllık süreler için orman işletme şefliği bazında yapılmaktadır. Yapılacak üretim çalışmaları veya orman ekosisteminin sağlayacağı diğer fonksiyonlardan yararlanma işlemlerinin tümü amenajman planları doğrultusunda yürütülmekte, bu planlar orman ekosistemlerinden yararlanmanın düzenlenmesinin temel dayanağı olmaktadır. Dolayısıyla, orman amenajman planları, orman ekosistemlerinin gerek odun hammaddesi ve odun dışı ürünler üretimi ve gerekse üretim dışı diğer hizmetlerden sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde yararlanmayı düzenleyen temel araçlardır (Çil, 2015).

1990'lı yıllardan sonra dünyada doğa koruma açısından meydana gelen değişiklikler ülkemizi de etkilemiş ve orman amenajman planlarının yapımında uygulanan yaklaşım bu değişimlerle şekillenmiştir. Biyoçeşitlilik sözleşmesi, Pan Avrupa ve Yakın-Doğu süreçleri ülkemizde benimsemiştir. Bu dönemlerde ormancılık yaklaşımında köklü değişimler

olmuştur. Bu kapsamda, sürdürülebilir bir yaklaşımla orman kaynaklarının planlanması ve işletmeciliği, özellikle biyolojik çeşitliliğin, orman amenajman planlarına entegrasyonu konusunda uluslararası ve ulusal destekli projeler kapsamında pilot çalışmalar yapılmıştır. Ülke genelinde bu planların yaygınlaştırılması ve Türkiye ormancılığında uygulamaya geçirilmesi için çalışmalar devam etmektedir (Adıgüzel, 2020). Özetle, ülkemizde amenajman planlarının düzenlenmesinde, ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımı benimsenmiş, bu yaklaşım tarzı orman amenajman planlarına entegre edilmeye başlanmıştır. Bu bağlamda, ormanların sahip olduğu fonksiyonlar ortaya konmakta, fonksiyon haritaları bu fonksiyonlara göre yapılmakta, işletme amaç ve/veya amaç kombinasyonları belirlenerek ete kararlaştırılmakta ve planlama çalışmaları gerçekleştirilmektedir (Keleş vd., 2009).

Ülkemizde her orman işletme şefliği için, bahsedilen fonksiyonel orman amenajman planlarını düzenlemek amacıyla, orman ekosistemini meydana getiren bitkisel, hayvansal ve mineral kökenli tüm varlıklar, bu ekosistem içinde kendiliğinden oluşan hizmetlerden öne çıkanlar, ürün ve hizmetlerin miktarı üzerinde etkili olan doğal ve sosyo-ekonomik faktörler, orman zarar ve hastalıkları hakkında bilgi toplama ve değerlendirme yoluyla orman envanteri yapılmaktadır. Buna göre orman envanteri aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır (OGM, 2008);

- a. Alan envanteri,
- b. Yetiştirme ortamı envanteri,
- c. Biyolojik çeşitlilik envanteri,
- ç. Ağaç serveti ve artım envanteri,
- d. Odun dışı orman ürünleri envanteri,
- e. Ormanın ürün dışı fonksiyonlarının envanteri,
- f. Sosyo-ekonomik durum envanteri,
- g. Sağlık durumu envanteri.

Biyolojik çeşitlilik; kara ekosistemleri yanında, deniz ve diğer su ekosistemleri ve beraberinde bu ekosistemlerin bir parçası olan ekolojik yapılar da dahil olmak üzere tüm kaynaklardaki canlı organizmalar arasındaki farklılaşma anlamındadır. Habitatların daha genel anlamda ekosistemlerin yani çeşitli biyotik ve abiyotik etkenler açısından türlerin yaşama ortamlarının ortaya koyduğu farklılıkları, ekosistemlerde yaşayan canlıların kendi içlerinde, canlılar ile cansızlar arasında, zamana ve yere göre değişen farklılıkları ile türler, genler, ekosistemler ve işlevlerin tamamını ifade etmektedir. Bu bağlamda ormandaki

ekolojik dengenin korunması ve biyolojik çeşitliliğin geliştirilmesine yönelik olarak ormanların doğal yapısının, ender, endemik, tehlike altındaki türlerin korunması ve ölü ağaçların ormanda bırakılması gibi birçok önlem alınmaya başlanmıştır. Ölü ağaç, artan bir şekilde, ormanlardaki biyolojik çeşitliliğin başlıca bileşeni ve göstergesi olarak kabul edilmektedir (Christensen et al., 2005; Çolak, 2002; Hahn ve Christensen, 2005; Marage ve Lemperiere, 2005; Norden et al., 2004; Ratcliffe, 1994).

Bahsedilen kapsamda, odun hammaddesi üretimi fonksiyonu ile işletilen koru ve baltalık ormanlarda ölü, yaşlı, kuru, kovuk, vb. ağaçlardan hektarda 1-3 adedinin bırakılması, anıt ağaç özelliği taşıyan yaşlı, kalın ağaçların korunması, sağlıklı fertlerden de 1-3 adet/ha yukarıda belirtilen şekilde ormanda bırakılması, bu işlemler yapılırken sadece gençleştirme alanlarında değil, bakıma konu ormanlarda da yapılması ve su kenarı, dere içi, kayalık yerler ile yol kenarlarının tercih edilmesi, ekolojik ve biyolojik denge için kesim alanlarında yeterli sayıda ağacın bırakılması ve bunların ileride kesilip yok edilmemeleri için “Bu Ağaç Ekolojik ve Biyolojik Denge İçin Doğaya Bırakılmıştır. OGM” şeklinde levhaların asılması ve korunmaları için gerekli her türlü önlemin alınması gerektiğine yönelik hedefler konmuştur.

Orman sertifikasyonu süreçleri ve Viyana’da 2003 yılında gerçekleştirilen Dördüncü Bakanlar Konferansı’nda (MCPFE, 2003; Avrupa Ormanlarının Korunması - Living Forest Summit) sonucunda ölü ağaçların modern ve sürekli bir ormancılık için ne kadar önemli olduğu açıkça ortaya konmuştur (Butler ve Schlaepfer, 2004). Ayrıca 2002 yılında Pan-Avrupa düzeyinde ölü ağaçlar, biyolojik çeşitliliğin göstergesi (indikatörü) olarak kabul edilmiştir (Indicators, 2002). Avrupa’daki tehlike altındaki tür listeleri de açık olarak göstermektedir ki, bu türlerin çoğunluğu ölü ağaca bağımlı türlerdir ve bu sayı muhtemelen yakın zamanda gerekli önlemler alınmaz ise daha da yükselecektir. Ayrıca bunlarda yaşayan birçok tür henüz araştırılıp ortaya bile konamamıştır. Örneğin İngiltere’de 150 orman böceği türünden %65’inin tehlike altında olmasına gerekçe olarak ölü ağaçların ormandan çıkarılmış olması gösterilmektedir (Grove et al., 2002).

Benzer hedefler “Avrupa Ormanlarının Korunması Bakanlar Konferansı” sürecinde alınan kararlar sonucu, Ulusal Kalkınma Planları ile Ulusal Ormancılık Programına da uygun olarak Sürdürülebilir Orman Yönetimini (SOY) kapsamında da yer almaktadır. Orman Genel Müdürlüğü 1999 yılında başlatmış olduğu çalışmalar ile kademeli olarak önce Avrupa Ormanları için geliştirilen Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri ile Yakın Doğu Bölgesi için geliştirilen Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter

ve Göstergelerini harmanlayarak ve kendi görev alanı dışında kalan göstergeleri eleyerek, bir ulusal kriter ve gösterge seti hazırlamıştır (OGM, 2006). Sonrasında kriter ve göstergelerin yenilenmesine karar vermiş, 2018 yılında 6 kriter 40 göstergeden oluşan sürdürülebilir orman yönetimi ulusal kriter ve gösterge seti belirlenmiştir. Pilot işletmelerde test edilmesi planlanan ve öncesinde pratik bir uygulama kılavuzunun hazırlanmasının gerekli olduğu düşünülen kriterlerden dördüncüsü “Orman Biyoçeşitliliği” olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu kriter altında toplam 10 gösterge tespit edilmiş ve dördüncüsü “ölü odun” olarak ortaya konmuştur (Tablo 5).



Tablo 5. Ulusal SOY biyolojik çeşitlilik kriterine ilişkin göstergeler

Gösterge	Kategoriler	Alt Kategoriler	Değişkenler	Birimi	Verinin Derlenme Sıklığı	Verinin Sağlanması Sorumlu Kurum	Verinin Sağlanması Sorumlu Birim-İrtibat
Ölü Odun	NKOA	<i>Quercus sp.</i>	A- Dikili ölü odun	m3/ha	5-10 yıl	<u>Bakanlık</u>	<u>Daire</u>
	BKOA	<i>Pinus brutia</i>	(d.b.h.>8 cm)			<u>Genel Müdürlük</u>	Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı(OİPDB)
		<i>Pinus nigra</i>	B- Yatık ölü odun	m3/ha			
		<i>Fagus Orientalis</i>	(Orta çap >10 cm			Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB)	<u>Müdürlük</u>
		<i>Pinus sylvestris</i>	boy > 50 cm.				
		<i>Juniperus sp.</i>	C- Hacim	ma/ha			<u>Sube</u>
		<i>Abies sp.</i>	(Dikili ölü odun ve yatık ölü odun hacmi)			Orman Genel Müdürlüğü (OGM)	Ulusal Orman Envanteri Şube Müdürlüğü-OİPDB
		<i>Cedrus libani</i>					<u>Diğerleri</u>
		<i>Picea orientalis</i>					
		<i>Pinus pinea</i>					
		<i>Alnus sp.</i>					
		<i>Castanea sativa</i>				<u>Diğerleri</u>	
		<i>Carpinus sp.</i>					
		<i>Populus sp.</i>					
		<i>Tilia sp.</i>					
		<i>Fraxinus sp</i>					
		<i>Eucalyptus sp</i>					
		<i>Diğer Türler</i>					

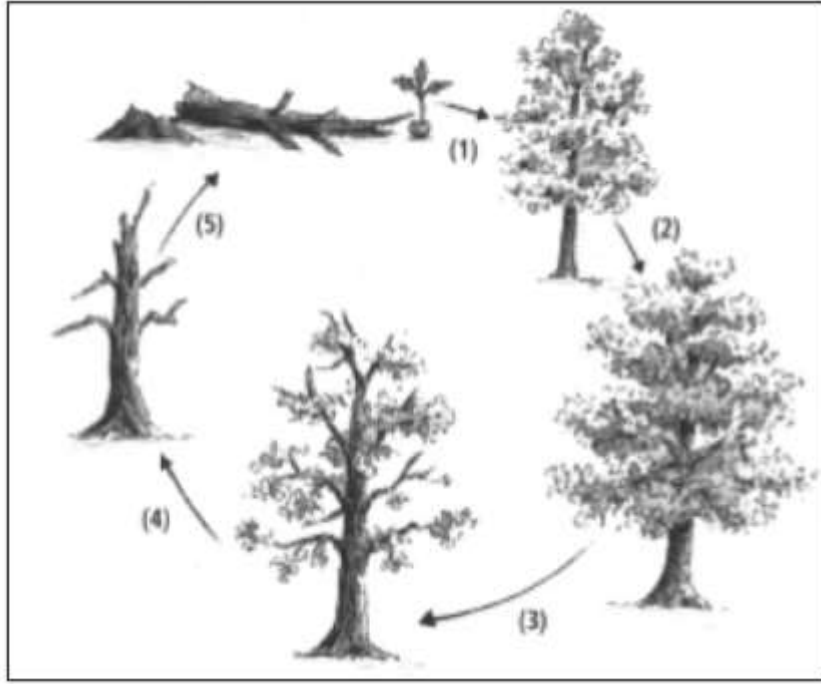
Dikili ve yatık olmak üzere ikifarklı tipte ve 5 yıl aralıklarla elde edilmesi istenen ölü odun verilerinin; orman amenajman planlarından temin edilmesi (dikili ölü odun alt göstergesi için 8 cm ve üstü çapa sahip dikili ölü ağaçlar, yatık ölü odun alt göstergesi için 10 cm ve üstü çapa sahip en az 50 cm boyundaki yatık ölü odun dikkate alınacak) istenmiştir.

1.2.2. Ölü Odun Çeşitleri

Ölü ağaçlar genel olarak; ağacın tamamının, bir uzunun ya da bir kısmının yaşama süresini tamamlaması sonucunda doğal ölüm süreçleriyle, meşçere tür içi ve türler arası rekabetle, kar yağışlarının fazla olmasından dolayı tepe kırılmalarıyla, üretime konu olan ormanlarda emvallerin bölmeden çıkarılması sırasında dikili ağaçlara verdiği zarar neticesinde, fırtına devirmeleriyle, yangınlarla-şimşeklerle, böcekler ve mantarlar gibi abiyotik ve biyotik sebepli ölümler sonucunda oluşurlar. Bunların dışında ölü ağaçlar, ormana dıştan etkiler (asit yağışlar, emisyonlar vb.) sonucunda gerçekleşen insan faktörü etkisinden doğan orman ölümleri sonucunda da oluşabilmektedir.

Ölü ağaçların oluşum nedenlerini (Brenner ve Müller, 1995) aşağıdaki gibi kısaca özetlemiştir:

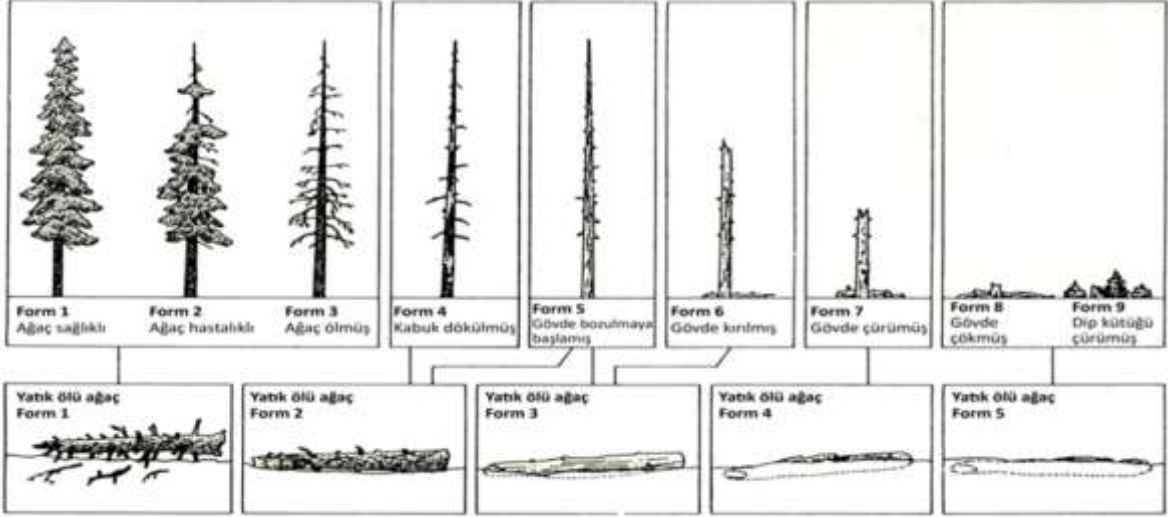
- Yaşama süresinin sonuna gelmesine bağlı doğal ölümlerden,
- Bir arada yaşayan ağaçların birbirleriyle rekabetleri sonucunda (türiçi ve türlerarası rekabet) gerçekleşen ölümler,
- Afetler sonrası ölümlerden (rüzgar devirmeleri ve böcek afetleri gibi),
- Üretim yapılan ormanlardan sonra ormanda kalan kesim artıklarından.



Şekil 3. Bir meşede doğal yaşam evreleri

Ölü ağacın olmaması durumunda, yüzyıllarca yaşam döngüsü içerisinde önemli bir bileşen eksik olacaktır. Eğer orman kendi haline bırakılırsa, Şekil 3’de gösterilen 5 doğal yaşam evresi doğada gerçekleşmektedir. 1- Oluşum evresi (gençleşme evresi), 2- Genç orman evresi (sıklık evresi), 3-Optimal evre, 4- Yaşlanma evresi (terminal evre), 5- Çökme evresi (David, 2010). Şekil 4’de görüldüğü gibi hiçbir müdahalenin olmadığı ormanlar içerisinde doğal ölüm sürecinden (biyolojik yaşlanma, şimşek, yangın, zararlı böcekler vb.) ağaçların aşağıdaki formları söz konusudur (Pfarr, 1990):

- Sağlıklı, ancak ölmüş veya ölmekte olan tepeye sahip ağaçlar,
- Tepeleri bütünüyle kurumuş ağaçlar,
- Farklı boylardan kırılmış ağaçlar,
- Devrilmiş, yatık durumdaki ölü ağaçlar,
- Ölü kök kısımları,
- Yüksek oranda dal parçaları (üretim ormanlarında),
- Dip kütükleri ve yüksek kesimler (üretim ormanlarında).



Şekil 4. Dikili kuru ve yatık ölü ağaçların formları (Maser vd., 1979'a atfen McComb ve Lindermayer, 1999; Çolak vd., 2011)

Yukarıda sayılan bakir ormanlardaki ve üretim ormanlarındaki ölü ağaç formları birleştirilerek daha basit olarak aşağıdaki gibi verilebilir (Brenner ve Müller, 1995):

- “Yatık ölü ağaç”: Devrilmiş ölü ağaçlar, toprak üzerinde yatık durumda bulunan ölü ağaçlar
- “Dikili kuru” ve “Ağaçkakan ağacı”: Dikili ölü ağaçlar
- Ormanda üretimden sonra arta kalan ölü odunlar (kesim artıkları): Yüksek dip kütükleri, ölü dallar vb.

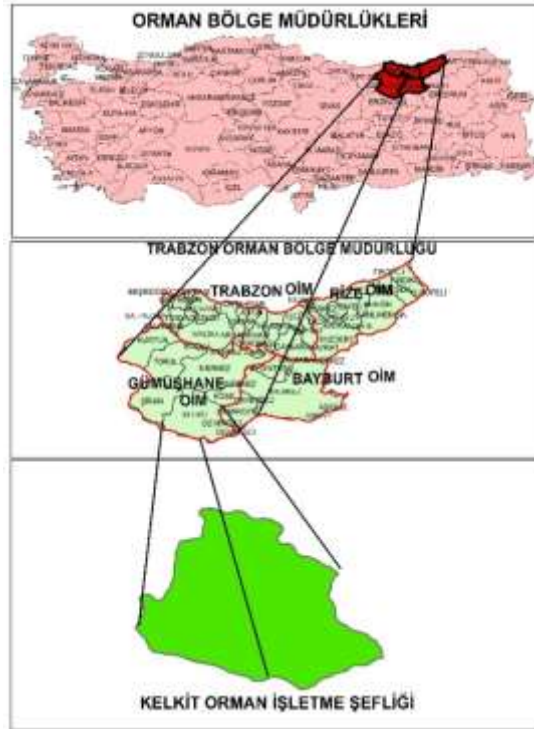
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Alanının Genel Özellikleri

Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Kelkit Orman İşletme Şefliği, idari olarak Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer almaktadır. Şeflik ormanları Kelkit ilçesinin kuzeyinde olup, Gümüşhane'ye 55 km, Erzincan'a ise 73 km uzaklıktadır. İşletme Şefliği ormanları; Ekvator'a göre $39^{\circ}50'24'' - 40^{\circ}19'33''$ Kuzey Enlemleri ile Greenwich'e göre $39^{\circ}09'36'' - 39^{\circ}53'25''$ Doğu Boylamları arasındadır.

Kelkit Orman İşletme Şefliği, Kuzey'inde Gümüşhane Orman İşleme Müdürlüğü, Güney'inde Erzincan Orman İşletme Müdürlüğü, Doğu'sunda Bayburt İşletme Müdürlüğü ve Batı'sında Şiran Orman İşletme Şefliği ile sınırdır (Şekil 5).



Şekil 5. Kelkit orman işletme şefliğinin konumsal gösterimi (OGM, 2013)

Gümüşhane ilinin Kelkit ve Köse İlçelerini kapsayan planlama birimi alanı, mutedil bir arazi yapısına sahiptir. İşletme şefliğinin en yüksek noktası Gedik T. olup 2557 m, en alçak yeri ise Kelkit çayının birleştiği yer olan Susuz mevki 1300 m dir. İklim itibari ile Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu arasında bir iklim geçidi bulunmaktadır. Her iki bölgenin iklim özelliğini taşıyan yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk, ilkbahar ve sonbahar ayları oldukça yağışlı geçmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 460 mm²/yıl'dır. Kelkit'te alçak kesimlerde Kavak, Ardıç ve Meşe ağaçları, yüksek kesimlerde Sarıçam, Titrek Kavak gibi ağaç türleri görülmektedir (OGM 2013). Tüketim az olup, büyük bir kısmı Gümüşhane'de gerçekleştirilmektedir. Güncel orman amenajman planına göre, Kelkit Orman İşletme Şefliğinin genel alanı 201774,8 ha olup, 7 işletme sınıfı ayrılmıştır (OGM, 2013). Tablo 6'da genel alana ait bilgiler verilmiştir.

Tablo 6. Kelkit orman işletme şefliği genel alan bilgileri (OGM 2013)

Arazi Kullanımı	Toplam Alan (ha)
Verimli ormanlık alan	27682.4
Verimsiz ormanlık alan	17507.8
Ormanlık alan	45190,2
Ormansız alan	156584.6
Genel Alan Toplamı	201774.8

Kelkit OİŞ'de yayılış gösteren türler Tablo 7'de verilmiş olup, çalışma kapsamında ele alınan Sarıçam, alanda Meşe'den sonra ikinci sırada yayılış göstermektedir.

Tablo 7. Kelkit OİŞ orman alanının ağaç türlerine dağılımı (OGM, 2013)

Ağaç Türü	Alan (ha)	%
M	12854.0	28.4
Çs	10662.9	23.6
Ar	6354.5	14.1
Kv	2850.4	6.3
Karışık	12468.4	27.6
Toplam	445190,2	100

Orman amenajman planı verilerine göre; a, ab, cd gelişim çağındaki meşcereler oldukça düşük alan kaplamakta, d gelişim çağında meşcere ise meşcere bulunmamaktadır. (Tablo 8).

Tablo 8. Kelkit Orman İşletme Şefliğinde saf ve verimli Sarıçam meşcelerinin alansal dağılımı

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Oran (%)
Çsa	144.0	2.0
Çsa3	61.7	0.9
Çsab2	43.0	0.6
Çsb3	87.2	1.2
Çsbc1	1234.9	17.3
Çsbc2	1823.1	25.5
Çsbc3	2297.4	32.1
Çsc1	199.3	2.8
Çsc2	312.1	4.4
Çsc3	262.7	3.7
Çscd/ab3	23.5	0.3
Çscd1	174.8	2.4
Çscd2	447.1	6.2
Çscd3	43.9	0.6
Toplam	7154.7	100.0

2.1.2. Çalışmada Kullanılan Veri Kaynakları ve Yazılımlar

Çalışma kapsamında örnek alanların belirlenmesinde, ölü ağaç hacimlerinin hesabında Kelkit Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planından yararlanılmıştır. Ayrıca çalışılan örnek alanların, en yakın yerleşim yerine uzaklığı, yola olan uzaklığı gibi farklı parametrelerin hesaplanabilmesi için ArcGIS 10.8TM yazılımı kullanılmıştır. Çalışma alanına ait topografik haritalar ve sayısal eşyüksekti eğrileri tez kapsamında kullanılan diğer altlıklardır. Farklı parametrelerin ölü odun miktarı ile ilişkisini saptayabilmek için IBM SPSS Statistic 20 paket programı kullanılmıştır.

2.2. Yaklaşım Tarzı

2.2.1.Çalışmada Dikkate Alınan Ölü Odun Çeşitleri

Bu çalışmada 3 çeşit ölü odun dikkate alınmıştır: dikili ölü ağaçlar, devrik ölü ağaçlar, yüksek dip kütükleri (Tablo 9). Çürüklük sınıfları ise giriş bölümünde tanımlanan sınıflar ile aynı şekilde kabul edilmiştir.

Tablo 9. Çalışılan ölü odun çeşitlerinin tanımları

Ölü Odun Çeşitleri	Özellikleri
Dikili Ölü Ağaçlar	Dikili ölü ağaçlarda göğüs yüksekliği çapı 8 cm ve üzerindeki ağaçlar
Devrik Ölü Ağaçlar	Devrik ölü ağaçlarda orta çapı 5 cm ve üzerindeki ağaçlar
Yüksek Dip Kütükler	Üretim yapılması/kaçak kesim sonucunda, alanda kalan dip kütükler

2.2.2. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler

Meşcere kapalılığına bağlı kalınarak, büyüklükleri 400-600-800 m² olan 100 adet daire şeklinde örnek alan alınmıştır.

Örnek alanlar içerisinde göğüs çapı ($d_{1,30}$) 8 cm'den büyük olan tüm ağaçlar numaralandırılmış, örnek alanın koordinatları ve yükseltisi kaydedilmiş, tüm ağaçlarda çap, bazı ağaçlarda ise yaş ve boy değerleri ölçülmüştür (Şekil 6).



Şekil 6. Örnek alanlardaki ağaçlarda çap ölçümü

Ölü ağaçlara ilişkin ise; dikili kuru ağaçların çapı, devrik ölü ağaçların ve yüksek dip kütüklerin ise çapları ile boyları ölçülmüş, çürüklük dereceleri ise not edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Örnek alanlarda karşılaşılan farklı ölü ağaç formları

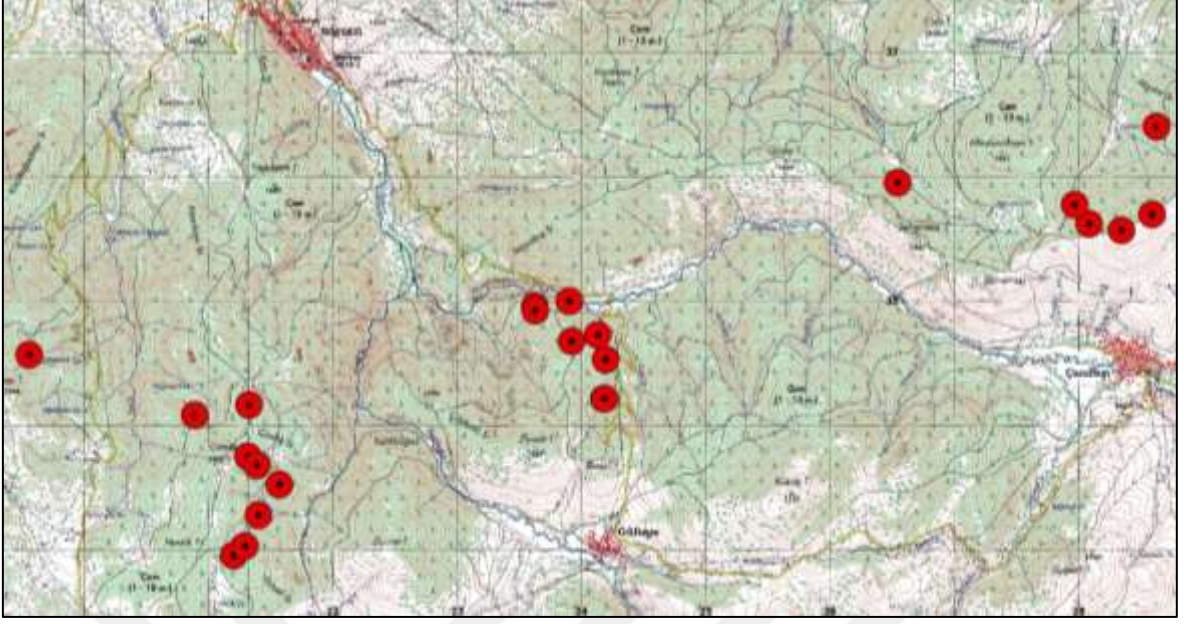
Meşcere yetiştirme ortamı verim gücü ünü belirlemek amacıyla hektarda 100 ağaç hesabına göre örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların boyu ölçülmüştür (Üstboy).

Üst boya ilişkin ölçüm yapılan ağaçlarda; artım burgusu ile $d_{1.30}$ yüksekliğinden artım kalemleri alınarak yaş ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Örnek alanlardaki ağaçlarda yaş ölçümü

Diri örtü olarak yüzeyi kaplayan otsu ve/veya çalı formundaki çalı örtüsünün kapalılığı ve yerden yüksekliği ölçülmüştür. Bu şekilde toplam 100 adet örnek alan alınmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Bazı örnek alanların topoğrafik haritada gösterimi

2.2.3. Meşcere ve Konumsal Parametrelerin Hesaplanması

Örnek alanlara giren ağaçların hacminin hesaplanmasında orman amenajman planı için düzenlenmiş olan tek girişli ağaç hacim tablolarından yararlanılmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Çalışma alanlarında meşcere hacminin belirlenmesinde kullanılacak olan Sarıçam tek girişli ağaç hacim tablosu (OGM, 2013)

Sarıçam (Kelkit/Gümüşhane)			
Çap Kademeleri (cm)	Hacim (m ³)	Çap Kademeleri (cm)	Hacim (m ³)
8 - 11.9	0.042	48 - 51.9	1.341
12 - 15.9	0.093	52 - 55.9	1.566
16 - 19.9	0.159	56 - 59.9	1.808
20 - 23.9	0.243	60 - 63.9	2.066
24 - 27.9	0.347	64 - 67.9	2.340
28 - 31.9	0.470	68 - 71.9	2.631
32 - 35.9	0.611	72 - 75.9	2.929
36 - 39.9	0.769	76 - 79.9	3.256
40 - 43.9	0.945	80 - 83.9	3.595
44 - 47.9	1.135	84 - 87.9	3.944

Gerçekleştirilen çalışmada, meşcere üst boyunun hesaplanmasında tek ağaçların gövde analizleri ile elde edilen verilere bağlı olarak, Sarıçam ağaç türü için geliştirilen bonitet denklemleri kullanılmıştır (Yavuz vd., 2008).

$$H_2 = \frac{35.107 + X_i}{1 + 2861.809 / X_i t^{-1.404}}$$

$$X_i = 0.5(H_1 - 35.107 + \sqrt{(H_1 - 35.107)^2 + 4(2861.809)H_1 t_1^{-1.404}})$$

Burada

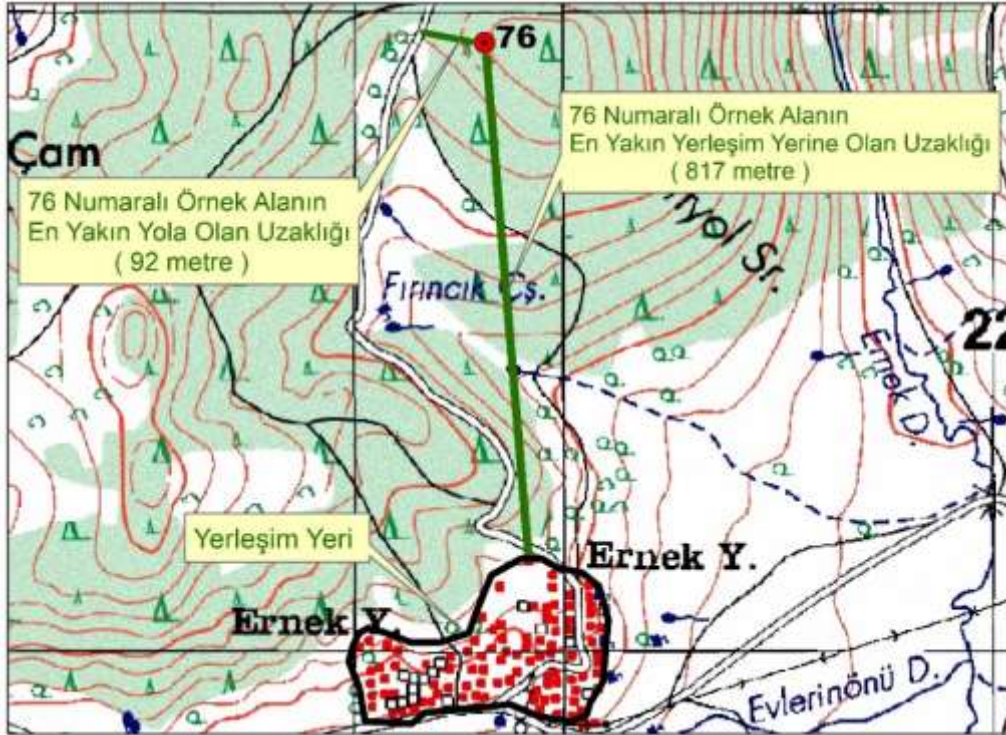
t_1 = Meşcere Yaşı

t = İstenilen Yaş (Standart Yaş = 100)

H_1 = Meşcere Üstboyu

H_2 = İstenilen t_2 Zamanı İçin Meşcere Üstboyu

Her bir örnek alanın en yakın yerleşim yerine olan uzaklığı ve en yakın yola uzaklığına ilişkin parametrelerinin hesaplanabilmesi için ArcGIS 10.8™ yazılımı kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. 76 numaralı örnek alanın en yakın yola ve en yakın yerleşim yerine olan uzaklığının gösterimi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dikili kuru, devrik/yatık ölü odun ve kesik dip kütüklere ilişkin hesaplanan hacim değerleri ve oranları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Örnekleme alanlarında ölçülen ölü odunların hacimleri ve oranları

	ÖA	Canlı Hacim (m ³ /ha)	DKA (m ³ /ha)	YÖO (m ³ /ha)	Dip Kütük (m ³ /ha)	Top. Ölü Odun (m ³ /ha)	Ölü Odun Oranı(%)
Gelişim Çağı							
a-ab	-	-	-	-	-	-	-
b	38	196.6	1.4	0.9	0.2	2.5	1.3
bc	31	198.1	1.5	0.7	0.3	2.5	1.3
c	29	196.6	1.0	1.1	0.2	2.3	1.2
cd	2	205.9	1.5	0.0	0.0	1.5	0.7
d	-	-	-	-	-	-	-
Kapalılık (%)							
10-40	14	196.3	1.0	1.9	0.1	3.0	1.5
40-70	38	196.6	1.5	0.6	0.1	2.2	1.1
>70	48	198.1	1.4	0.8	0.3	2.5	1.3
Yaş							
0-40	3	182.7	0.4	0.0	0.0	0.4	0.2
40-60	19	188.1	1.8	0.7	0.3	2.8	1.5
60-80	49	195.8	1.5	0.8	0.2	2.5	1.3
>80	29	199.5	1.0	1.2	0.3	2.4	1.2
Bonitet Endeksi (m)							
10.0-19.3	57	197.0	1.5	1.0	0.2	2.7	1.4
19.3-28.6	40	187.3	1.1	0.7	0.3	2.1	1.1
28.6-37.9	3	187.6	1.7	0.0	0.2	1.9	1.0
Diri Örtü Yük. (m)							
0.0-1.0	36	195.6	0.8	0.5	0.3	1.6	0.8
1.0-2.0	59	198.2	1.7	1.1	0.2	3.0	1.5
2.0-3.0	5	196.1	0.5	0.8	0.2	1.5	0.8
Diri Örtü Kap. (%)							
0-15	48	196.9	1.2	0.8	0.2	2.2	1.1
15-30	45	197.2	1.4	0.9	0.3	2.6	1.3
30-50	7	183.2	1.4	1.3	0.1	2.8	1.5
Gen. Top./Ort.	100	197.2	1.3	0.9	0.2	2.5	1.3

ÖA: Örnek Alan Sayısı, DKA: Dikili Kuru Ağaç, YÖO: Yatık Ölü Odun, DK: Dip Kütük

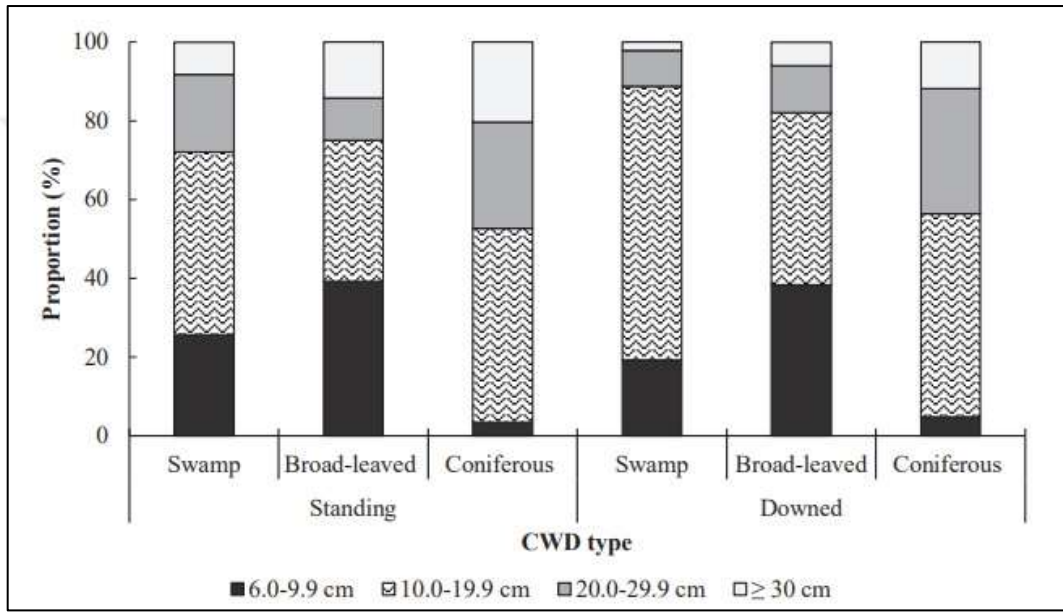
Elde edilen sonuçlar gelişim çağı bakımından değerlendirildiğinde, gelişim çağı kalınlaştıkça ölü odun hacminin azaldığı görülmüştür. Kelkit Orman İşletme Şefliği sınırları içinde kalan ormanlar daha çok sıklık bakımına konu olup, örnek alanlar çoğunlukla ince gelişim çağındaki meşcereleri kapsamaktadır. Zamanında gerekli bakım müdahaleleri görmeyen ve bonitetin genellikle düşük olduğu bölgede, ortalama ağaç çapının düşük kaldığı görülmektedir. Orman amenajman planı verilerine göre; a, ab, cd gelişim çağındaki meşcereler oldukça düşük alan kaplamakta, d gelişim çağında meşcere ise meşcere bulunmamaktadır. (Tablo 12).

Tablo 12. Kelkit Orman İşletme Şefliğinde saf ve verimli Sarıçam meşcilerinin alansal dağılımı

Meşcere Tipi	Alan (ha)	Oran (%)
Çsa	144.0	2.0
Çsa3	61.7	0.9
Çsab2	43.0	0.6
Çsb3	87.2	1.2
Çsbc1	1234.9	17.3
Çsbc2	1823.1	25.5
Çsbc3	2297.4	32.1
Çsc1	199.3	2.8
Çsc2	312.1	4.4
Çsc3	262.7	3.7
Çscd/ab3	23.5	0.3
Çscd1	174.8	2.4
Çscd2	447.1	6.2
Çscd3	43.9	0.6
Toplam	7154.7	100.0

Örnekleme alanlarındaki ölçümler; b ve bc gelişim çağındaki meşcerelerde ölü odun hacminin en fazla olduğunu göstermektedir. Ölü odun çeşidine bakıldığında ise, dikili kuru ağaçları sırasıyla devrik odunlar ve dip kütükler takip etmektedir. Literatüre bakıldığında, en yüksek ölü odun miktarının olgun ve yıkım aşamasında gerçekleştiği, en az oluşumun ise olgunlaşma evresinde meydana geldiği görülmektedir (Merganicova ve Merganic 2010). Sturtevant vd. (1997) ise ölü odun miktarının meşcerede genellikle

zamansal olarak “U” şekline benzer bir yapıda seyrettiğini göstermiştir. Diğer taraftan Herrero vd. (2016) gelişim çağına göre trendin; gençlik çağına 17.14 m³/ha, direklik çağına 34.09 m³/ha, ağaçlık çağına 22.54 m³/ha ve gençleştirme çağına ise 24.27 m³/ha olmak üzere “ters j” şeklinde olduğunu ortaya koymuşlardır. Gençlik çağındaki ölü odun miktarının ise boşaltma kesimi sonrasında kalan üretim artıklarından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Liepa vd., (2019) ise en yüksek oranın iğne yapraklılarda, orta çaplı sınıflarda (10.0 - 19.9 cm arası), 49.2% ile tespit etmişlerdir (Şekil 11).



Şekil 11. Yatık ve ölü odunların çap sınıflarına dağılımı (Liepa vd., 2019)

Gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen sonuçlar kalın gelişim çağına ilişkin elde veri olmamasına karşın, “U” şekline benzer bir yapı olacağı izlenimini vermektedir.

Meşcere yaşı arttıkça, ölü odun miktarının önce arttığı, sonra ise azaldığı tespit edilmiştir. Meşcere 40-60 yaşına geldiğinde, ölü ağaç hacminin en yüksek seviyeye çıktığı, 60 yaşından sonra ölü ağaç hacminde düşüş olduğu görülmektedir. Benzer durum, dikili kuru ağaçlar için de söz konusudur. Yatık ölü ağaçların miktarının, meşcere yaşına bağlı olarak arttığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, ilk yaşlarda meşcereledeki dip kütük hacminin en az olduğu görülmektedir. Dip kütük hacminin ilk yaşlarda az olmasının nedeni olarak ince çaplı meşcereelerde kaçak kesim faaliyetlerinin çok az olması ve sıklık bakımı uygulamalarının gecikmiş olması gösterilebilir.

Ölü odun hacmi bonitet endeksine göre incelendiğinde, bonitet endeksi arttıkça yani standart yaştaki üst boy değeri arttıkça; ölü odun hacminde azalma olduğu tespit edilmiştir. Standart yaştın en yüksek olduğu değerde ölü odun hacmi en az seviyede yani standart yaştın 10 ile 20 m olduğu aralıkta bu değerin en yüksek seviyede olduğu anlaşılmıştır.

Sturtevant vd. (1997), daha büyük ağaçların oluşturduğu orman tabanındaki daha büyük kütük boyutları nedeniyle ölü odunun saha kalitesinden etkilendiğini belirtmiştir. Sonuçlara bakıldığında, iyi sahada 4,2 m³ / ha, orta sahada 4,0 m³ / ha ve zayıf sahada 2,4 m³ / ha ile söz konusu çalışmaya benzer görünse de, istatistiksel analizlere göre çok anlamlı değildi. Ayrıca, tepe tacının kapanmasıyla artan ölü odun hacmi, canlı hacim artışı ile açıklanabilir. Ek olarak, Pasierbek vd.'ye göre yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde daha fazla ölü odun hacmi tespit edilmiştir (2007).

Kapalılığa göre ölü odun hacminin değişimi irdelendiğinde, “U” şeklinde bir dağılım gösterdiği ve gevşek kapalı (%10-40) meşcerelerde yatık ölü odun hacminin diğer ölü odun çeşitlerine göre yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir.

Diri örtü kapalılığı arttıkça, ölü odun miktarı arttığı, diri örtü yüksekliğinin arttıkça ise düzensiz bir yapının oluştuğu gözlemlenmiştir. Karahalil vd. (2017) tarafından Kızılcıdam ormanlarında gerçekleştirilen çalışmada ise, diri örtü kapalılığının %0-20, %20-40 ve %>50 sınıfları için sırasıyla ortalama 3.9 m³/ha, 4.3 m³/ha ve 2.9 m³/ha’da değerler bulunmuştur.

Ölü odun miktarının seçilen bazı konumsal parametrelere göre dağılımı ise Tablo 13’de verilmiştir.

Yükselti faktörü incelendiğinde; örnekleme alanlarında yükselti arttıkça, son yükselti kuşağı olan 1900-2000 m arasında küçük bir yükseliş hariç, ölü ağaç hacminde azalış meydana gelmektedir. En düşük yükselti olan 1600-1800 metrelerde ölü odun hacminin en yüksek seviyede olduğu anlaşılmaktadır. Dikili ölü ağaç hacmi ise düzensiz bir eğilimine göstermektedir.

Tablo 13. Örnek alanlardaki bazı parametrelere göre ölü odun hacim ve oranları

	ÖA	Canlı Hacim (m ³ /ha)	DKA (m ³ /ha)	YÖÖ (m ³ /ha)	Dip Kütük (m ³ /ha)	Toplam Ölü Odun (m ³ /ha)	Ölü Odun Oranı (%)
Yükselti (m)							
1600-1800	21	188.4	1.8	2.0	0.3	4.1	2.2
1800-1850	18	196.9	2.0	0.3	0.2	2.5	1.3
1850-1900	29	194.4	0.7	0.7	0.2	1.6	0.8
1900-2000	30	196.6	1.2	0.7	0.2	2.1	1.1
Eğim (%)							
0-40	12	195.6	1.8	1.2	0.2	3.2	1.6
40-60	54	197.8	1.5	1.1	0.2	2.8	1.4
60-80	20	196.7	0.9	0.3	0.3	1.5	0.8
80-100	14	175.4	1.0	0.8	0.2	2.0	1.1
Bakı							
Kuzey	36	198.1	1.5	0.8	0.3	2.6	1.3
Batı	21	192.4	1.4	0.6	0.2	2.2	1.1
Doğu	21	196.7	1.5	1.2	0.2	2.9	1.5
Güney	20	192.8	0.7	1.1	0.3	2.1	1.1
Yerleşime Uzaklık (m)							
0-1000	20	209.5	1.0	0.4	0.2	1.6	0.8
1000-2000	23	209.2	1.6	2.0	0.1	3.7	1.8
2000-2500	44	197.8	1.2	0.5	0.3	2.0	1.0
2500-4000	11	190.4	1.9	0.8	0.2	2.9	1.5
Yola Uzaklık (m)							
0-250	54	195.9	1.2	0.8	0.2	2.2	1.1
250-500	17	196.6	1.1	0.6	0.4	2.1	1.0
500-1000	12	202.5	2.1	2.2	0.3	4.6	2.3
1000-3000	15	189.5	1.3	0.6	0.3	2.2	1.2
Gen. Top./Ort.	100	197.2	1.3	0.9	0.2	2.5	1.3

Kühnel (1999), dağ ormanlarındaki ölü odun miktarının ovalara göre üç kat daha fazla olduğunu bildirmiştir. Merganic vd. (2011) ölü odun hacmini alçak rakımlarda 10 m³ / ha ve orman sınırı altında yaklaşık 100 m³ / ha olarak rapor etmiştir. Öte yandan, Merganicova ve Merganic (2010), ölü ağaç hacminin 1260 m'den 1460 m'ye yükseldikçe düştüğünü bulmuştur. Ancak bu azalmanın sebebi, yükselen ağaçların azalan boyutlarıdır. Üst rakımlarda, iklim özellikleri daha az elverişlidir, bu da orman verimliliğini ve

dolayısıyla ormanda biriken ölü odun miktarını olumsuz yönde etkiler. Tomescu vd. (2011), düzensiz yaşlandırılmış doğal kayın ormanlarından gelen ölü odun miktarının yüksekliğe göre 50 ila 223 m³ / ha arasında, ortalama 87 m³ / ha arasında değiştiğini göstermiştir. En büyük değerler, bitki örtüsünün kayın ormanları için optimal koşullara yakın olduğu 1000 m rakımda kaydedilmiş ve en düşük değerler 1350 m rakımda bulunmuştur. Kızılçam meşcereleri genellikle 200 ile 1300 m arasında hakimlik kurmuştur. Bunu Avusturya karaçamı ağırlıklı meşcereler takip eder. Orman sınırı çalışma alanında 1800 metreye kadar ulaşır. Bu nedenle, bu çalışmada ormanların canlı hacmindeki artışa bağlı olarak yükselti arttıkça ölü odun miktarı artmaktadır.

Eğim bakımından bir değerlendirme yapıldığında, her üç ölü ağaç çeşidi miktarının da %40 eğime kadar olan meşcerelerde en yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Eğim değeri %60-80 arasında olan meşcerelerde bariz bir düşüş görülmektedir. Kelkit Orman İşletme Şefliği ormanlarının Doğu Karadeniz Bölgesi ortalaması kadar olmasa da, genel olarak eğimli araziler üzerinde kurulduğu görülmektedir.

Bakı yönünden ele alındığında, doğu bakıda ölü odun miktarının en yüksek olduğu, dikili ölü ağaç hacminin ise yine aynı bakıda yüksek değerlere ulaştığı anlaşılmaktadır.

Yerleşim yerine uzaklık ve yola olan uzaklıkta ise beklenen sonuçla karşılaşılmamış olup, düzensiz bir yapı söz konusudur. Burada beklenen ormanların insanlara en uzak olduğu meşcerelerde ölü ağaç hacmi en yüksek seviyede olması şeklindeydi. Yani insan müdahalesinin az olduğu meşcerelerde ölü odun oranı en yüksek seviyeye ulaşması beklenmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmada, ölü odun miktarı ile ölçülen parametreler arasında anlamlı bir istatistiksel ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle Pearson korelasyon testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Ölü odun hacmi ve ölçülen parametreler arasındaki Pearson korelasyon sonuçları

Parametre	Toplam Ölü Ağaç Hacmi (m ³ /ha)		Kesik Dip Kütük Hacmi (m ³ /ha)	
	Pearson Korelasyonu	Önem Düzeyi	Pearson Korelasyonu	Önem Düzeyi
Canlı hacim (m ³ /ha)	0.128	0.206	0.076	0.509
Ağaç sayısı (N/ha)	0.087	0.391	0.186	0.104
Gelişim çağı	-0.025	0.809	-0.046	0.693
Kapalılık (%)	0.031	0.760	-0.269*	0.018
Yaş	0.029	0.776	-0.137	0.235
Bonitet endeksi	-0.116	0.250	0.181	0.115
Alt tabaka kapalılığı	0.106	0.293	-0.007	0.950
Alt tabaka yüksekliği	0.144	0.152	-0.042	0.717
Yükseklik (m)	-0.272**	0.007	-0.140	0.231
Eğim (%)	-0.172	0.086	0.225*	0.049
Bakı	0.028	0.779	-0.121	0.295
Yerleşim yerine uzaklık (m)	0.044	0.664	0.158	0.176
Yola uzaklık (m)	0.133	0.190	-0.141	0.227

Pearson korelasyon testi yapılan 0.01 önem düzeyindeki istatistiksel ilişkide incelendiğinde, toplam ölü ağaç hacmi ile yalnızca yükselti arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur. Yani yükseltinin artmasına bağlı olarak ölü odun hacminde azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer parametreler ile arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır

Ürün çeşitleri dikkate alınarak benzer bir ilişki arandığında ise, kesik dip kütük hacmi ile 0,05 önem düzeyinde yapılan Pearson korelasyonu testinin sonuçlarına bakıldığında eğim ve kapalılık derecesiyle ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Kapalılık derecesi arttıkça dip kütük hacmi azalmakta, eğim arttıkça da dip kütük hacim değeri artmaktadır.

Çalışmada ayrıca, ölü odun hacimleri ölçülen değişkenler yardımıyla tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ancak, yüksek bir tahmin değeri elde edilememiştir. Dip kütüklerin tahmin edildiği, ($R^2=0.10$) modele ilişkin değerler aşağıdaki tablolarda sunulmuştur (Tablo 15-17).

Tablo 15. Dip kütük hacmi tahminine ilişkin regresyon modeli çıktıları

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of The Estimate
1	,363 ^a	,132	,108	,284300
a. Predictors: (Constant), Kapalılık, Eğitim (%)				

Tablo 16. Dip kütük hacmi tahminine ilişkin regresyon modeli ANOVA sonuçları

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
1 Regression	,883	2	,442	5,464	,006 ^c
Residual	5,820	72	,081		
Total	6,703	74			
a. Dependent Variable: Dip Kütük					
b. Predictors: (Constant), Kapalılık					
b. Predictors: (Constant), Kapalılık, Eğitim (%)					

Tablo 17. Dip kütük hacmi tahminine ilişkin regresyon modeli katsayı çıktıları

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	,411	,157		2,616	,011
Kapalılık	-,001	,000	-,285	2,597	,011
Eğitim (%)	,004	,002	,232	2,115	,038
a. Dependent Variable: Dip Kütük					

Bu araştırmanın sonuçları, benzer konuda gerçekleştirilmiş diğer araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır (Tablo 18).

Tablo 18. Elde edilen sonuçların önceki araştırma sonuçları ile karşılaştırılması

Yayın	Yıl	Ülke	İşletme Türü	Açıklayıcı Değişkenler	Ölü Ağaç Özellikleri
Kühnel	1999	Almanya	İşletilen	Yükselti	Ovadın 3 kat daha yüksek
Pasierbek vd.	2007	Polonya (West Beskides)	Doğa Rezervi	Yükselti	Yükselti arttıkça artar. 300 m'de az miktarda Ölü odun (10 m ³ / ha'nın altında) ve yaklaşık 1000 m'de 100 m ³ / ha'nın üzerinde kaydedilmiştir.
Merganicova and Merganic	2010	Slovakya (Babia hora)	Doğa Rezervi	Yükselti	1260 m'den 1460 m'ye yükseldikçe azalır.
Tomescu vd.	2011	Romanya (Izvoarele Nerei)	Doğa Rezervi	Yükselti	1000 m'de 50 m ³ / ha ile 1350 m'de 223 m ³ / ha arasında değişir
Karahalil vd.	2017	Köprülü Canyon	Korunan Alan	Yükselti	2,6 m ³ / ha'dan (180-300 m) 5,0 m ³ / ha'ya (650-800 m) artmıştır
Bu Çalışma	2020	Kelkit	İşletilen	Yükselti	Yükseltinin artmasına bağlı olarak ölü odun hacminde azalma olduğu sonucuna varılmıştır
Sturtevant et al.	1997	Kanada (Newfoundland)	İşletilmeyen	Gelişim Çağı	Ölü odun hacmi, temel olarak genel "U-şekilli" zamansal eğilim gibi gelişir (36 yıllık bir stantta 32,3 m ³ / ha, 58 yıllık bir stantta en düşük (15,2 m ³ / ha) ve en yüksek 80- yıllık stant (78,1 m ³ / ha)
Pasierbek et al.	2007	Polonya (West Beskides)	Doğa Rezervi	Gelişim Çağı	Bir rezervin kurulduğu yıl ile ölü odun arasında güçlü ve pozitif ilişki bulunmuştur. 1950'de 10 m ³ / ha'nın altından 1970'de 100 m ³ / ha'nın üzerine çıkmıştır.
Merganicova and Merganic	2010	Slovakya (Babia hora)	Doğa Rezervi	Gelişim Çağı	Aşırı olgunlaşma veya bozulma aşamalarında daha fazla ölü odun hacmi, en düşük miktar ise olgunluk aşamasındadır.
Herrero et al.	2016	İspanya (Navarra)	İşletilen	Gelişim Çağı	Ölü odun, meşcere geliştirme aşamasına göre fide aşamasında 17,14 m ³ / ha, direk aşamasında 34,09 m ³ / ha, olgun dönemde 22,54 m ³ / ha ve rejenerasyon aşamasında 24,27 m ³ / ha olarak değişmiştir.
Karahalil vd.	2017	Köprülü Canyon	Korunan Alan	Gelişim Çağı	1.9 m ³ / ha (0-8 cm) 'den 3.7 m ³ / ha (>36 cm)' ye yükselmiştir
Bu Çalışma	2020	Kelkit	İşletilen	Gel. Çağı	Ağaç Çapı kalınlaştıkça ölü odun hacminin azaldığı görülmüştür.
Sturtevant et al.	1997	Kanada (Newfoundland)	İşletilmeyen	Bonitet	Ölü odun hacmi, ayakta ağaçların oluşturduğu orman zeminindeki kütük boyutları nedeniyle saha kalitesinden etkilenmiştir.

Tablo 18'in devamı

Karahalil vd.	2017	Köprülü Canyon	Korunan Alan	Bonitet	Zayıf sahada 2,4 m ³ / ha'dan iyi sahada 4,2 m ³ / ha'ya yükselmiştir
Bu Çalışma	2020	Kelkit	İşletilen	Bonitet	Bonitet endeksi arttıkça yani standart yaştaki üst boy değeri arttıkça; ölü odun hacminde azalma olduğu tespit edilmiştir.
Pasierbek et al.	2007	Polonya (West Beskides)	Doğa Rezervi	Yerleşim yerlerine uzaklık	Yerleşim yerlerinden uzakta, dağların yüksek kesimlerinde yer alan rezervlerde ölü odun miktarı daha fazladır.
Karahalil vd.	2017	Köprülü Canyon	Korunan Alan	Yerleşim yerlerine uzaklık	0-500 m ve 3000 m'den yüksek yerleşim yerlerinden sırasıyla 1.0 m ³ / ha'dan 5.6 m ³ / ha'ya yükselmiştir.
<i>Bu Çalışma</i>	2020	Kelkit	İşletilen	Yerleşim yerlerine uzaklık	Burada beklenen ormanların insanlara en uzak olduğu meşcerelerde ölü ağaç hacmi en yüksek seviyede olması şeklindeydi. Yani insan müdahalesinin az olduğu meşcerelerde ölü odun oranı en yüksek seviyeye ulaşması beklenmiştir.

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında, ölü ağaç/ölü odun çeşitlerinin çürüklük sınıflarına dağılımı ayrıca ortaya konmuştur. Buna göre, dikili kuru ağaçlar, yatık ölü ağaçlar ve kesik dip kütüklerin çürüklük sınıflarına dağılımları Tablo 19 ve Tablo 20'da verilmiştir. Yöntem bölümünde de ifade edildiği üzere, dikili kurular ve kesik dip kütükler 9 farklı çürüklük sınıfı üzerinden değerlendirildiği için, bu iki çeşit bir arada değerlendirilmiştir. Yatık ölü ağaç ve odunlar ise, 5 sınıfı üzerinden değerlendirildiği için ayrı sunulmuştur.

Tablo 19. Dikili kuru ağaçlar ve kesik dip kütüklerinin çürüklük sınıflarına dağılımı

Çürüklük Sınıfı	Ölü ağaç hacmi (m ³ /ha)
I	0.00
II	0.03
III	0.35
IV	0.29
V	0.38
VI	0.16
VII	0.11
VIII	0.21
IX	0.06
Ortalama	1.59

Dikili kuru ve kesik dip kütükler için belirlenen 9 farklı çürüklük sınıfı değerleri incelendiğinde en fazla ölü odun miktarının III. ve V. sınıfta olduğu ortaya konmuştur. I. çürüklük sınıfında ölü odun hacmi yok denecek kadar azdır. Bu sınıfı 0.03 m³ ile II. çürüklük sınıfı takip etmektedir.

Tablo 20. Yatık ölü ağaçların/odunların çürüklük sınıflarına dağılımı

Çürüklük Sınıfı	Ölü ağaç hacmi (m ³ /ha)
I	0.45
II	0.37
III	0.10
IV	0.03
V	0.10
Ortalama	1.04

Yatık ölü ağaçların/odunların çürüklük sınıfları incelendiğinde ise, I. çürüklük sınıfında ölü ağaç hacminin en yüksek olduğu, bu sınıfı ise II. Çürüklük sınıfının takip ettiği görülmektedir. En düşük ölü hacim değeri ise $0.03 \text{ m}^3/\text{ha}$ ile IV. çürüklük sınıfında tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışma, genel olarak önceki çalışmalara kıyasla düşük ölü odun hacmi değerlerini ortaya koymuştur. Lombardi vd. (2010), İtalyan yarımadasında Akdeniz koşullarında 11 farklı çalışma alanında 2 ile $143 \text{ m}^3/\text{ha}$ arasında değişen ortalama $60 \text{ m}^3/\text{ha}$ ölü odun hacmi bulmuş, INFC (2005) ise 2,3 ile 10,2 arasında ortalama $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak tespit etmiştir. Kuzey İber Yarımadası'ndaki kayın meşcerelerinde ortalama ölü odun hacmi $24 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak ortaya konmuştur (Herrero et al. 2016). Paletto vd. (2014), Güney İtalya'da bulunan Basilicata bölgesinde çok fonksiyonlu işletilen ormanlarda toplam ölü odun hacmini $11,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ olarak tahmin etmiştir. Üretim ormanlarında, $2,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ yatık ölü odun, $4,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ dikili kuru ve $1,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ dip kütüklerinden oluşan $8.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ölü odun hacmine sahiptir. Öte yandan, yoğun şekilde işletilen ormanların ölü odun hacimleri $3.1 \text{ m}^3/\text{ha}$ 'a kadar düşmüştür. Öte yandan, Hernando ve ark. (2013), Doğu İspanya'da $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ 'dan daha düşük bir ölü odun hacmi olduğunu göstermiştir.

Yüzde değerleri kullanılarak Akdeniz bölgesinde yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu çalışmada elde edilen sonuçlar iki çalışma dışında hala düşüktü. Diğer bazı faktörler daha düşük bir değere neden olabilir ve bu konuda farklı araştırmalar yapılmalıdır. Çalışma alanında ortalama meşçere hacmi yaklaşık $197.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ 'dır. Bu nedenle ölü ağaç miktarının çok yüksek seviyelere ulaşması beklenmemelidir. Çalışma alanında daha az ölü odun hacmine neden olan bir diğer faktör, ölü ağaç miktarları üzerinde yaygın bir etkiye sahip olan odun toplayıcılığıdır.

Kelkit orman işletme şefliği sınırları içerisinde çok sayıda dağınık yerleşim bulunmaktadır. Devlet Enstitüsü İstatistiklerinden (TÜİK 2020) elde edilen 2019 nüfus verilerine göre toplam nüfus 60957'tür. Yöre halkı yakacak odun ihtiyaçları için ölü odunları toplamakta ve yakacak olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca yerel halk nispeten düşük gelir düzeyine ve sosyoekonomik statüye sahiptir. Ayrıca, iklim tipi, diğer bölgelere göre daha farklı olan yağış rejimi ve sıcaklık modeli ile muhtemelen bozunma oranlarını etkilemektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, saf Sarıçam ormanlarında ölü odun hacminin 0 ile 11,8 m³/ha arasında değiştiğini ve ortalama 2,5 m³/ha olduğunu göstermiştir. Değerler, farklı meşcere özellikleri (meşcere yaşı, kapalılık, bonitet ve diri örtü) ve diğer parametrelerin (yükseklik, eğim, bakı, konumsal özellikler) dikkate alındığı toplam 100 geçici örnek alan verisine dayanmaktadır. Ortalama ölü odun hacmi, toplam canlı hacminin (197.2 m³/ha) % 1.3'ünü oluşturmuştur. Ölü odun tiplerine göre, dikili kuru odun hacmi 1,3 m³/ha (% 54), yatık/devrik ölü odun hacmi 0,9 m³/ha (% 38) ve ölü (kesik) kütük hacmi 0,2 m³/ha (% 8) olmuştur. İstatistiksel analiz, ölü odun hacminin, yükseltiye, kapalılığa ve eğime bağlı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, düşük yükselti, tepe çatısının azalması, eğimin artması toplam ölü odun hacmi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Ölü odun miktarı meşcere ve diğer parametrelerine bağlı olarak farklılık gösterse de, toplam canlı hacmin % 1-2'si, öncelikle korumaya yönelik orman alanları için yönetilen Sarıçam ormanlarında ihtiyaç duyulan uygun ölü odun seviyesi olarak önerilebilir.

Orman alanlarında zaman içinde ölü odun miktarındaki değişiklikleri gösteren ilgili birkaç çalışma bulunmaktadır. Kelkit'teki düşük miktardaki ölü odun miktarının olası nedenleri hakkında bazı gerekçeler sunulsa da, bu çalışmada hala “diğer faktörler” olarak kalan bazı boşluklar bulunmaktadır. Bu nedenle, odun toplama gibi akla gelebilecek etkileri görebilmek adına benzer çalışmaların her 10 veya 20 yılda bir tekrarlanması gerekebilir. Bu tür bir çalışma, ölü odun miktarının potansiyel nedenlerini ortaya çıkarmaya da yardımcı olabilir. Bu şekilde, ölü odun birikiminin zamansal ve konumsal dinamikleri iyi bir şekilde gösterilebilir ve anlaşılabilir. Bu çalışmada, ölü odun envanter sürecinde ve canlı ağaçlarda değişken alanlı dairesel örnek alanlar kullanılmıştır. Öte yandan, transekt örnekleme gibi farklı örnekleme yöntemleri, daha az zaman ve emek harcanması düşünüldüğünde denenebilir. Ek olarak, ölü odun hacminin hesaplanmasında yüksek hassasiyetli ve düşük hatalara sahip farklı denklemlerin denemesi gerekebilir.

Sarıçam ormanlarından elde edilen sonuçlar, ölü odun dinamiklerinin ve Karadeniz ormanları için ölü odun miktarını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilir. Çalışma, bir Sarıçam ormanında uygun veya doğal ölü odun seviyeleri hakkında anlayış oluşturmak için büyük bir potansiyel sağlamaktadır. Bununla birlikte, çalışma alanı dışındaki yönetilen ormanlarda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Farklı

iklimsel, fizyografik ve edafik koşulları bütünüleştiren benzer çalışmaların yapılması gerekir.



5. KAYNAKLAR

- Adıgüzel, U., 2020. Meşcere Haritalarının Sınıflandırılarak Flora Çeşitlilikleri İle Karşılaştırılması: Trabzon İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 60 s.
- Anonim, 1998. The UK Forestry Standard: The UK Government's Approach to Sustainable Forestry. The Forestry Commission, Edinburgh.
- Anonim, 2000. The UK Woodland Assurance Scheme Guide to Certification. Ukwas Steering Group, c/o Forestry Commission, Edinburgh.
- Anonim, 2002. A guide to managing deadwood in Forestry Commission forests. The Forestry Commission of Great Britain, Forest Enterprise – Environment & Communications, Edinburgh.
- Asan, Ü., 1995. Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında karbon Birikimi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, İstanbul.
- Asan, Ü., Yeşil, A., Özdemir, İ., ve 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, Antalya. 243–257.
- Atıcı E., ve Çolak H.A., 2008. "Coarse Dead Wood Volume of Managed Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stands in Turkey., "Investigación Agraria: Sistemasy Recursos Forestalesi, 1, 1, 216-227.
- Błońska, E., Lasota, J., ve 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.
- Blonska, E., Lasota, J., ve Piaszczyk, W., 2019b. Stock and structure of deadwood and its importance in carbon accumulation on wet broadleaved forest and riparian alder forest sites.
- Bobiec, A., 2002. Living stands and dead wood in the Białowieża forest: suggestions for restoration management. For. Ecol. Manage. 165, 1, 125–140.
- Brenner G., ve Müller G., 1995. Totholz und Forstwirtschaft ein Gegensatz Tiroller Forstdienst 38 (TFD), 4-5.
- Burrascano, S., Lombardi, F., ve 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.

- 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*, 193–206. Joensuu, Finland: EFI Proceedings 51.
- Butler R., ve Schlaepfer R., 2004. Dead wood in managed forests: how much is enough? *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 155, 2, 31-37.
- Çil B., 2015. Bazı Meşcere Parametrelerinin Farklı Uydu Görüntüleri Yardımıyla Tahmin Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çolak A.H., 2002. Dead wood and its role in nature conservation and forestry – a Turkish perspective. *The Journal of Practical Ecology and Conservation (The Journal for Professional Ecologist and Conservation Managers)*, Wildtrack Publishing, Sheffield, 5, 1, 37-49.
- Çolak, A.H., Tokcan, M., Rotherham, I.D., ve Atıcı, E., 2009. The amount of coarse dead wood and associated decay rates in forest reserves and managed forests, northwest Turkey, *Investigación Agraria: Sistemasy Recursos Forestales*, 18, 3, 350-359.
- Çolak A.H., Tokcan M. ve Kırca S., 2011. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü-Bolu, Çeşitli Yayınlar Serisi No.6
- Christensen M., Hahn K., Mountford E.P., Ódor P., ve Standovar T., 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 210, 1-3, 267-282.
- David W., 2010. *Lebensraum Totholz. Gesatltung und Naturschutz im Garten*. Pala Verlag. Darmstadt.
- Dudley N., Vallauri E. D., Steindlegger G., ve Pollard D., 2004. WWF Ölü Ağaçlar-Yaşayan Ormanlar, İsviçre, 1-16.
- Eichrodt R., 1969. Über die Bedeutung von Morderholz für die natürliche Verjüngung im subalpinen Fichtenwald. Diss. Zürich, ETH Nr. 4261.
- FAO, Global Forest Resources Assessment 2010. Main Report, www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/ 28.05.2012.
- Ferris-Kaan, R., Lonsdale, D., and Winter, T., 1993. The conservation management of deadwood in forests. Research Information Note 241. Forestry Commission, Alice Holt.
- Grove S., Meegs J., ve Goodwin A., 2002. A review of biodiversity conservation issues relating to coarse woody debris management in the wet eucalypt production forests of Tasmania. Forestry Tasmania, Hobart, 72.

- Hahn K., ve Christensen M., 2005. Dead wood in European forest reserves - A reference for forest management. In: Marchetti M. (Ed.): Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to Operationality. European Forest Institute Proceedings, Florence, 51, 181-191.
- Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson F.J., Sollins P., Gregory S.V., Lattin J.D., Anderson N.H., Cline S.P., Aumen N.G., Sedell J.R., Lienkaemper G.W., Cromack K.J.R., ve Cummins K.W., 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystem. In: Advances in Ecological Research. Academic Press, New York, 15, 133-302.
- Heinrich C., 1997. Urwälder von morgen: Prozessschutz für eine natürliche Vielfalt In: Bode, W. Hrsg. 1997. Naturnahe Waldwirtschaft Prozessschutz oder biologische Nachhaltigkeit? Deukalion Verlag, Holm.
- Herrero, C., Monleon, V. J., Gomez, N., ve 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, 25, 3, DOI:10.5424/fs/2016252-09009.
- Hodge, S.J., ve Peterken, G.F., 1998. Deadwood in British forests: priorities and a strategy. Forestry, 71, 99-112.
- Hunter JR M.L., 1990. Wildlife, forests and forestry: Principles of managing forests for biological diversity. Engelwood Cliffs, Prentice-Hall, New York.
- Indicators, 2002. Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management. Ministerial conference on the protection of forests in Europe MCPFE. Liaison Unit Vienna.
- Iva, U., Vladimir, J., Vaclav, S., Dan, Z., Michaela, K., ve Osman, T., 2016. Dead wood structure and volume in managed *Fagus orientalis* forests in the Black Sea region. Austrian Journal of Forest Science, 133, 2, 111-138.
- Jonsson B.G., Kruyss N., ve Ranius T., 2005. Ecology of species living on dead wood- Lessons for dead wood management, Silva Fennica, 39, 2, 289-309.
- Karahalil, U., Baskent, E. Z., Sivrikaya, F., ve Kılıç, 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.
- Kirby, K.J., Webster, S.D., ve Antczak, A., 1991. Effects of forest management on stand structure and the quantity of fallen deadwood: some British and Polish examples. For. Ecol. Manage., 43, 1, 167-174.
- Kirby, K.J., Reid, C.M., Thomas, R.C. ve 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.

- Korhonen, A., Siitonen, J., Kotze, D. J., Immonen, A., ve Hamberg, L., 2020. Stand characteristics and dead wood in urban forests: Potential biodiversity hotspots in managed boreal landscapes, Landscape and Urban Planning, 201, 103855, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103855
- Korpel', S., 1997. Totholz in Naturwäldern und Konsequenzen für Naturschutz und Forstwirtschaft. Forst und Holz, 52, 21, 619–624.
- Kühnel, S., 1999. Totholz im Bayerischen Staatswald-Ergebnisse der Totholzinventur. LWF aktuell, 18, 6–12.
- Liepa, L., Straupe, I., Miezīte, O., ve Jansons, A., 2019. Structural diversity of dead wood in small-scaled protected, Forestry and Wood Processing, 1, 12-17, DOI: 10.22616/rrd.25.2019.002.
- Marage D., ve Lemperiere G., 2005. The management of snags: A comparison in managed and unmanaged ancient forests of the Southern French Alps, Annals of Forest Science, 62, 2, 135-142.
- Mark C.V., Malcolm J.R., ve Smith S.M., 2006. An integrated model for snag and downed woody debris decay class transitions, Forest Ecology and Management, 234, 1-3, 48-59.
- Mccomb W., ve Lindenmayer D., 1999. Dying, dead, and down trees, In: Hunter Jr M.L. (Ed.) Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems, 335-372. Cambridge University Press, Cambridge.
- MCPFE, 2003. Vienna declaration and Vienna resolutions, Adopted at the fourth ministerial conference on the protection of forests in Europe, (Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe), 28–30 April, Vienna, Austria.
- Meo, I.D., Agnelli, A.E., Graziani, A., Kitikidou, K., Lagomarsino, A., Milios, E., Radoglou, K., ve 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
- Merce, O., Borlea, G.F., Turcu, D.O., Cantar, I.C., ve Biris, I.A., 2015. Dead Wood Volume and Its Correlation With Living Standing Volume in the Runcu-Grosi Nature Reserve, Proceedings Paper, International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM, 447-454.
- 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., ve Schmidt, M., 2011. Accumulation of deadwood in abandoned beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in northwestern Germany. For. Ecol. Manage, 261, 3, 342–352.

- Motta, R., Garbarino, M., Berretti, R., Bjelanovic, I., Borgogno Mondino, E., Čurović, M., Keren, S., Meloni, F., ve 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.
- Müller-Using, S., ve 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.
- Norden B., Gotmark F., Tonnberg M., ve Ryberg M., 2004. Dead wood in semi-natural temperate broadleaved woodland: contribution of coarse and fine dead wood, attached dead wood and stumps, *Forest Ecology and Management*, 194, 1-3, 235-248.
- 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, 2008. Orman Amenajman Yönetmeliği, 26778, 05.02.2008, 9.
- OGM, 2019. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeler Kavram Notu, Orman Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 26.
- OGM, 2013. Kelkit Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- 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.
- Ott E., Frehner M., Frey M., ve Lüscher P., 1997. Gebirgsnadelwälder, Ein praxisorientierter Leitfaden für eine Standortgerechte Waldbehandlung, Verlag Haupt, Bern.
- Parobeková, Z., Pittner, J., Kucbel, S., Saniga, M., Filípek, M., Sedmáková, D., Vencurik, J., ve 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., ve 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., ve Paletto, A., 2016. Tourists' perception of deadwood in mountain forests. *Annals of Forest Research*, 59, 311–326. DOI:10.15287/afr.2016.482.

- Pfarr U., 1990. Fichten-Totholz im Spannungsfeld von Natur- und Forstschutz. Unpublished Dissertation, Forstwissenschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians- Universität München.
- 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.
- Puletti, N., Canullo, R., Mattioli, W., Gawryś, R., Corona, P., ve 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.
- Radu, S., 2006. The ecological role of deadwood in natural forests. Environmental Engineering Science, 3, 137–141.
- Rauh, J., Schmitt, M., 1991. Methodik und Ergebnisse der Totholzforschung in Naturwaldreservaten. Forstwissenschaftliches Centralblatt vereinigt mit Tharandter forstliches Jahrbuch. 110, 1, 114–127.
- Ratcliffe P.R., 1994. Biodiversity in Britain's Forests. Forestry Authority, Edinburgh.
- 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.
- Saarforst, 2004. Totholz lebt. Bedeutung von Biyotop Holz im Wald, SaarForst, Landesbetrieb, Saarbrücken.
- Saniga, M., ve 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.
- Sturtevant, B. R., Biossonette, J. A., Long, J. N., ve Roberts, D.W., 1997. Coarse woody debris as a function of age, stand structure and disturbance in boreal Newfoundland. Ecological Applications, 7, 2, 702–712.
- Swanson, F. J., ve Franklin, J. F., 1992. New forestry principles from ecosystem analysis of Pacific Northwest forests. Ecological Applications, 2, 262–274. DOI:10.2307/1941860.
- Tolunay, D., 2010. Total carbon stock and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34, 1-15.
- Tolunay, D., Karabıyık, B., ve Özturna, A.G., 2018. Türkiye Ormanlarında Bitkisel Kütledeki Karbon Stokları. 71. Türkiye Jeoloji Kurultayı 23-27 Nisan 2018, 1027-1027.

- Tomescu, R., Tarziu, D. R., ve Turcu, D. O., 2011. The importance of dead wood in the forest. ProEnvironment, 4, 10–19.
- Topacođlu, O., Kara, F., Yer, E.N., ve Savci, M., 2017. Determination of deadwood volume and the affecting factors in Trojan fir forests, Austrian Journal of Forest Science, 134, 3, 245-260.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus VeriTabanı, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>
- 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., Vandekerkhove, K., Bourland, N., Lecomte, H in press. (Actes du colloque de Chambéry).
- Von Oheimb, G., Westphal, C., ve 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.
- Yavuz, H., Mısır, N., Mısır, M., Tüfekçiođlu, A., Karahalil, U., ve Küçük, M., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam Meşcereleri için Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi, TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 106O274, Trabzon.
- Ziako, E., Alessandrini, A., Blasi, S., Di Filippo, A., Dennis, S., ve Piovesan, G., 2012. Communicating old-growth forest through an educational trail, Biodiversity Conservation, 21, 131-144.
- 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

Muhammet PALA, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği bölümünde başladığı eğitimini 2016 yılında ONUR ÖĞRENCİSİ olarak tamamlayarak üniversiteden mezun oldu. Aynı yıl, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Amenajmanı Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Programına başladı. Bu süreçte Türkiye genelinde uygulanan danışmanlık hizmet alımı ihaleleri ile her işletme şefliğinde "Orman Mühendisi" çalıştırılması kapsamında, Kelkit Orman İşletme Şefliği'nde "Danışman Orman Mühendisi" ünvanı adı altında 3 yıl görev yapmıştı. Sonrasında, 2019 yılında Orman Genel Müdürlüğü tarafından ilan edilen orman mühendisi alımında sözlü ve uygulamalı sınavlarını başarmış ve 2020 yılının Mart ayından itibaren Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü, Yiğitkaya Orman İşletme Şefliğine atanmıştır. Orta derecede İngilizce bilmektedir.