



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MÜDAHALE GÖRMEMİŞ GENÇ KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)
AĞAÇLANDIRMA ALANLARINDA YANICI MADDE
MİKTARININ BELİRLENMESİ**

MEHMET YURTGAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ İSMAİL BAYSAL**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜDAHALE GÖRMEMİŞ GENÇ KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)
AĞAÇLANDIRMA ALANLARINDA YANICI MADDE
MİKTARININ BELİRLENMESİ

Mehmet YURTGAN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi İsmail BAYSAL

Düzce Üniversitesi

Eş Danışman

Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK

Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi İsmail BAYSAL

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK

Kastamonu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi BİLAL ÇETİN

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Ali Kemal ÖZBAYRAM

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 20/06/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

20 Haziran 2019

Mehmet YURTGAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi İsmail BAYSAL'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen eş danışmanım Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK'e de şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmalarına idari ve teknik olarak sağladığı katkılar dolayısıyla Orman Genel Müdürlüğü kurumu ile Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Göynük Orman İşletme Müdürlüğü kurumuna, özellikle Hacımahmut Orman İşletme Şefi Volkan Ulusoy'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, 2018 yılı Göynük Orman İşletme Müdürlüğü Toplum Yararına Çalışma Programı çalışanlarından Filiz Demirtaş, Gönül Şimşir, Aysel Çakmak, Şengül Dağ, Rabia Alkan, Sadiye Arma, Mükaddes Ünal ve İbrahim Çetin'e arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı teşekkür etmek isterim.

Gerek arazi çalışmalarında gerekse laboratuvar çalışmalarındaki katkıları nedeniyle Arş. Gör. Nuray ÖZTÜRK, Orman Mühendisliği Bölümü stajyer öğrencilerinden Ramazan AVCI, Zafer ÇELİKOĞLU ve Enes DUMAN'a da arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca her türlü yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen eşim Feyza Yurtgan'a çocuklarım Dilem ve Ahmet Baha'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2018.02.02.789 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir

Haziran 2019

Mehmet YURTGAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
HARİTA LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
2.1. MATERYAL.....	6
2.2. YÖNTEM.....	8
2.2.1. Arazi Çalışmaları.....	8
2.2.1.1. Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi.....	8
2.2.1.2. Meşcerelerde Ölü Örtü ve Humus Miktarının Belirlenmesi.....	10
2.2.1.3. Tek Ağaç Üzerindeki Yanıcı Madde Miktarının Belirlenmesi.....	11
2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	14
2.2.3. Yanıcı Madde Modellerinin Geliştirilmesi.....	15
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	16
3.1. MEŞCERE ÖLÇÜMLERİ.....	16
3.1.1. Çzab3 Gelişim Çağındaki Örnekleme Alanlarında Gerçekleştirilen Ölçümlere Ait Bulgular.....	16
3.1.2. Çzb3 Gelişim Çağındaki Örnekleme Alanlarında Gerçekleştirilen Ölçümlere Ait Bulgular.....	17
3.1.3. Çzbc3 Gelişim Çağındaki Örnekleme Alanlarında Gerçekleştirilen Ölçümlere Ait Bulgular.....	19
3.2. YÜZEY YANICI MADDE MİKTARINA AİT BULGULAR.....	21
3.3. TEK AĞAÇ ÖLÇÜMLERİNE AİT BULGULAR.....	24

3.3.1. Çzab3 Meşçerelerindeki Ağaçlarda Cansız ve Canlı Yanıcı Madde Miktarı	24
3.3.2. Çzb3 Meşçerelerindeki Ağaçlarda Cansız ve Canlı Yanıcı Madde Miktarı	27
3.3.3. Çzbc3 Meşçerelerindeki Ağaçlarda Cansız ve Canlı Yanıcı Madde Miktarı	31
3.4. YANICI MADDE MODELLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ	37
3.4.1. Ağaç Üzerindeki Canlı, Cansız ve Toplam Yanıcı Madde Miktarlarının Belirlenmesine Yönelik Geliştirilen Modeller	37
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
5. KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	58

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Çzab3 meşçeresi örnekleme alanlarındaki a) Ölçüm b) Kayıt çalışmaları.....	8
Şekil 2.2. Çzb3 meşçeresi örnekleme alanlarındaki a) Ölçüm b) Yaş hesabı çalışmaları.	9
Şekil 2.3. Çzbc3 meşçerelerinde gerçekleştirilen a) Boy b) Tepe altı yükseklik c) Mesafe ölçüm çalışmaları.....	10
Şekil 2.4. Arazide ölü örtü ve humus miktarının belirlenmesi çalışmaları a) Ölü örtü alımı b) Humus alımı c) Ölçüm çalışmaları.	11
Şekil 2.5. Laboratuvarda ölü örtü ve humus miktarının belirlenmesi a) Numunelerin ayrımı b) Fırına koyma işlemi c) Tartı işlemleri.	11
Şekil 2.6. Farklı gelişim çağlarındaki meşçerelerden a) Örnek ağaç belirlenmesi b) Ağaçların alınması c) Seksiyona ayrılması d) Numunelerin taşınması e) Dal ve ibrelerin tasnifi f) Ağaçlar üzerindeki cansız ve canlı yanıcı madde miktarının belirlenmesi.	13
Şekil 2.7. Arazide örneklenen ağaçlar üzerindeki cansız ve canlı yanıcı maddelerin a) Kese kağıtlarında bekletilmesi b) Örneklerin tasnifi c) Ağaç üzerindeki yanıcıların fırınlara konulması d) Yüzey yanıcıların fırınlara konulması çalışmaları.	14
Şekil 3.1. Çzab3 gelişim çağındaki ağaçların gövde sınıfları durumu.	17
Şekil 3.2. Çzb3 gelişim çağındaki ağaçların gövde sınıfları durumu.	19
Şekil 3.3. Çzbc3 gelişim çağındaki ağaçların gövde sınıfları durumu.	20
Şekil 3.4. Çzab3 meşçeleri için örneklenen ağaçlardaki ortalama ölü ve canlı yanıcı madde miktarının seksiyon yüksekliğine göre % değerlerini gösterir grafik.	27
Şekil 3.5. Çzb3 meşçeleri için örneklenen ağaçlardaki ortalama ölü ve canlı yanıcı madde miktarının seksiyon yüksekliğine göre % değerlerini gösterir grafik.	31
Şekil 3.6. Çzbc3 meşçeleri için örneklenen ağaçlardaki ortalama ölü ve canlı yanıcı madde miktarının seksiyon yüksekliğine göre % değerlerini gösterir grafik.	34
Şekil 3.7. Üç farklı meşçere tipindeki toplam yanıcı madde miktarının ağaç boyundaki 1 metrelik seksiyonlara göre değişimlerini gösterir grafikleri.	35
Şekil 3.8. a) Ölçülen canlı ibre miktarının $d_{1.30}$ çapı ve ağaç yaşı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişkiyi b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.	43
Şekil 3.9. a) Ölçülen toplam ibre miktarının $d_{1.30}$ çapı ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.	44
Şekil 3.10. a) Ölçülen canlı dal miktarının $d_{1.30}$ çapı ve tepe altı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösterir grafikleri.....	45
Şekil 3.11. a) Ölçülen toplam dal miktarının $d_{1.30}$ çapı ve ağaç yaşı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu	

ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.	46
Şekil 3.12. a) Ölçülen canlı aktif yanıcı madde miktarının $d_{1,30}$ çap ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösterir grafikleri.	47
Şekil 3.13. a) Ölçülen toplam aktif yanıcı madde miktarının $d_{1,30}$ çapı ve ağaç yaşı ve kabuk kalınlığı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.	48
Şekil 3.14. a) Ölçülen toplam canlı ve cansız yanıcı madde miktarının $d_{1,30}$ çapı ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.	49



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Hacımahmut OİŞ ormanlık alanlarının ağaç türlerine göre dağılımı.	7
Çizelge 3.1. Çzab3 gelişim çağındaki örnekleme alanlarında gerçekleştirilen ölçümlerde her bir örnekleme alanına yönelik ortalama ölçüm verileri.	16
Çizelge 3.2. Çzb3 gelişim çağındaki örnekleme alanlarında gerçekleştirilen ölçümlerde her bir örnekleme alanına yönelik ortalama ölçüm verileri.	18
Çizelge 3.3. Çzbc3 gelişim çağındaki örnekleme alanlarında gerçekleştirilen ölçümlerde her bir örnekleme alanına yönelik ortalama ölçüm verileri.	20
Çizelge 3.4. Yüzey yanıcı maddelerinden ölü örtü ve humus yanıcı madde miktarlarının meşcere gelişim çağına göre ölçüm verileri.	23
Çizelge 3.5. Çzab3 meşcerelerinde cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi çalışmalarının gerçekleştirildiği ağaçlara ilişkin ortalama ölçüm verileri.	25
Çizelge 3.6. Çzab3 gelişim çağındaki örneklenen ağaçlarda cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarına ilişkin açıklayıcı istatistik veriler.	26
Çizelge 3.7. Çzb3 meşcerelerinde cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi çalışmalarının gerçekleştirildiği ağaçlara ilişkin ortalama ölçüm verileri.	29
Çizelge 3.8. Çzb3 gelişim çağındaki örneklenen ağaçlarda cansız yanıcı madde miktarlarına ilişkin açıklayıcı istatistik veriler.	30
Çizelge 3.9. Çzbc3 meşcerelerinde cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi çalışmalarının gerçekleştirildiği ağaçlara ilişkin ortalama ölçüm verileri.	32
Çizelge 3.10. Çzbc3 gelişim çağındaki örneklenen ağaçlarda ölü yanıcı madde miktarlarına ilişkin açıklayıcı istatistik veriler.	33
Çizelge 3.11. Üç farklı gelişim çağından örneklenen ağaçlar üzerindeki canlı ve cansız yanıcı madde miktarının toplam yanıcı madde miktarı içindeki yüzdesel dağılımları.	36
Çizelge 3.12. Ağaç özellikleri ile ağaç üzerindeki canlı yanıcı madde miktarları arasındaki ilişkiyi gösterir korelasyon matrisi.	38
Çizelge 3.13. Ağaç özellikleri ile ağaç üzerindeki cansız yanıcı madde miktarları arasındaki ilişkiyi gösterir korelasyon matrisi.	39
Çizelge 3.14. Ağaç özellikleri ile ağaç üzerindeki canlı ve cansız yanıcı madde miktarları arasındaki ilişkiyi gösterir korelasyon matrisi.	40
Çizelge 3.15. Canlı ve cansız yanıcı madde ile toplam yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yönelik geliştirilen modeller ve bu modellere ait belirtme katsayısı (R^2) ile standart hata (S.H.) değerleri.	42

HARİTA LİSTESİ

Sayfa No

Harita 2.1. Çalışma alanının a) Türkiye ve b) Bolu OBM haritalarındaki konumu. 6



KISALTMALAR

°C	Santigrat
cm	Santimetre
Çzab3	Kızılçam ab gelişim çağı 3 kapalı meşcere
Çzb3	Kızılçam b gelişim çağı 3 kapalı meşcere
Çzab3	Kızılçam bc gelişim çağı 3 kapalı meşcere
gr	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
R	Korelasyon katsayısı
R ²	Belirtme katsayısı
S.H.	Standart hata

ÖZET

MÜDAHALE GÖRMEMİŞ GENÇ KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) AĞAÇLANDIRMA ALANLARINDA YANICI MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİ

Mehmet YURTGAN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail BAYSAL

Haziran 2019, 55 sayfa

Çalışma, müdahale görmemiş kızılçam ağaçlandırma alanlarında yürütülmüştür. Meşcere özelliklerinin belirlenmesi amacıyla üç farklı meşcere tipinde toplamda 15 adet örnekleme alanı alınmıştır. Ayrıca her bir ağacın sosyal statü sınıfı belirlenmiştir. Örnekleme alanlarındaki yüzey yanıcı maddelerinden ölü örtü ve humus miktarını belirlemek amacıyla her bir örnekleme alanından 30x30 cm ölçülerinde üç farklı noktadan örnekler alınmıştır. Örnekleme alanlarından ölçülen ağaçların 36'sında ağaç üzerindeki yanıcı madde miktarının belirlenmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ağaçlar $d_{0.30}$ yüksekliğinden itibaren 1 metre uzunluk dikkate alınarak bölümlere ayrılmıştır. Her bir bölüm üzerindeki canlı ve cansız yanıcı maddeler ibre ve dallar olmak üzere farklı sınıflara ayrılmıştır. Canlı ve cansız ibrelerin ve dalların arazideki yaş ve laboratuvardaki fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Meşcerelerde ölü örtü miktarı 8,90-13,30 ton/ha ve humus miktarı ise 5,10-19,40 ton/ha arasında bulunmuştur. Ortalama toplam yüzey yanıcı madde miktarı ise 14,10-32,80 ton/ha olarak bulunmuştur. Tek ağaç üzerindeki yanıcı madde miktarının belirlenmesi çalışmalarından elde edilen veriler üzerinde korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Ağaç üzerindeki canlı ve cansız ibre ve dallar ile birlikte toplam yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yarayan modeller geliştirilmiştir. Modellerde göğüs yüzeyindeki çap, tepe altı yüksekliği, boy ve tepe çapı gibi değişkenler belirleyici olmuştur. Geliştirilen modellerin R^2 değerleri 0,602 ile 0,960 arasında değişmektedir. Çalışma ile kızılçam türünde canlı ve cansız yanıcı madde miktarının dikey yöndeki değişimi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ağaç başına düşen en düşük fırın kurusu yanıcı madde miktarı 2,31 kg, en yüksek 36,84 kg olup ortalaması 12,05 kg olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, örneklenen ağaçlardaki toplam yanıcı madde miktarının %26,7 lik kısmını cansız yanıcılar, %73,3'lük kısmını ise canlı yanıcı maddeler oluşturmaktadır.

Anahtar sözcükler: Orman yangınları, Kızılçam, Tepe yanıcı madde miktarı, Yanıcı madde modeli.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE AMOUNT OF CROWN FUEL LOADING IN NON-TREATED YOUNG TURKISH RED PINE (*Pinus Brutia* Ten.) AFFORESTATION AREAS.

Mehmet YURTGAN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering

Master's Science Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İsmail BAYSAL

June 2019, 55 pages

The study was carried out in the areas of unthreatened *Pinus brutia* afforestation. Totally 15 sampling plots were taken in three different stand types to determine the stand characteristics. To determine the amount of litter fuel and humus in surface fuels, 30x30 cm size of sub-samples were taken from three different locations of sampling plots. Studies were carried out to determine the amount of crown fuel on 36 measured trees selected from sampling plots. Trees are divided into sections taking into account 1 meter length from the height of $d_{0,30}$ to top branches of trees. The living and non-living fuels on each section are divided into different classes as foliage and branches. Live and dead foliage and braches wet weights determined in the field and transported to the laboratory. Later, oven-dried fuel weight was determined in laboratory conditions. According to the results of the determination of the amount of litter fuel ranged from 8,90 to 13,30 tone/ha and duff ranged from 5,10 to 19,40. Besides the average total fuel loading was found as 14,10-32,80 tone/ha. Correlation and regression analyzes were made on the data obtained from the determination of the amount of fuel materials on single tree. Models for predicting the amount of total fuel amount with the live and non-living foliages and branches on the tree were developed. In developed models, diameter at breast height, crown base height, tree height and crown width were found determinative. The R^2 values of the developed models were changed between 0,602 to 0,960. With this study, it has been tried to reveal the change in the vertical distribution of the amount of live and nonliving fuel amount in *Pinus brutia* tree species. The lowest oven dried fuel amounts were determined 2,31 kg per tree and the highest oven dried fuel amount were determined 36,84 kg per tree with the average 12,05 kg. Also 26,7% of total fuel amount are non-living and 73,3% of the total fuel amount are live fuels in sampled trees.

Keywords: Forest fires, Turkish red pine, Crown fuel load, Fuel model.

1. GİRİŞ

Kuruluş aşamalarından itibaren kendilerine has bir büyüme ve gelişme özelliğine sahip orman ekosistemleri, sayısız birçok canlı için eşsiz yaşam alanları sunmakla birlikte, başta odun üretimi, su üretimi, erozyonu önleme, iklim değişikliği üzerindeki düzenleyici etkisi gibi insan yaşamına ve sağlığına doğrudan ve dolaylı bir şekilde olumlu katkı sağlayan yenilebilir özellikteki en önemli doğal kaynaklardandır (Baysal, 2014). Doğal kaynaklardan sürdürülebilir ve ekonomik bir biçimde yararlanmada, ormanlık alanları etkileyen yangın, böcek, fırtına vb. doğal afetlerin araştırılması, anlaşılması, orman kaynaklarının korunması ve yönetimine ışık tutacak etki ve sonuçlarının ortaya konulması gerekmektedir (Baysal vd., 2016).

Ormanlık alanlarda, başta odun hammaddesi olmak üzere odun dışı orman ürünleri ve hizmetlerinden faydalanmayı sağlayacak olan ormancılık faaliyetlerinin gerçekleştirimini kısıtlayan (Gadow, 2000) biyotik (Schroeder ve Eidmann, 1993; Weed vd., 2013; Seidl vd., 2014) ve abiyotik (Petty ve Swain, 1985; Petty ve Worrell, 1991; Lassig ve Mocalow, 2000; King vd., 2005; Michaelian vd., 2011) kökenli birçok doğal afet etkili olmaktadır (Attiwill, 1994). Bu doğal afetler arasında en önemli ve yaygın olanlarından biri de hiç şüphesiz ki orman yangınlarıdır (Bowman vd., 2009). Orman yangınlarının kontrol edilebilmesi (Agee ve Skinner, 2005), etkin ve başarılı bir şekilde orman yangını davranışının tahmini ve mücadelesi çoğunlukla yanıcı maddeler (Alexander vd., 2013) ve özellikleri ile yakından ilişkilidir (Bilgili, 1995; Bilgili, 2003; Fernandes, 2009). Yanıcı maddeler yangın olayının (Byram, 1959) ve orman yangını yönetiminin ayrılmaz bir bileşeni konumundadırlar (Agee vd., 2000).

Yanıcı maddeler, çıkan bir yangının gelişmesi, yayılması ve söndürülmesi süreçlerinde yangın davranışı üzerinde etkili olan faktörler arasında müdahalede bulunulabilecek en önemli bileşenlerdendir (Bessie ve Johnson, 1995). Yanıcı maddeler, zamansal ve mekânsal ölçekte değişebilir ve kontrol edilebilir özellikte olmaları nedeniyle, üzerlerinde herhangi bir kontrolün söz konusu olmadığı meteorolojik ve topografik faktörlerden ayrılırlar (Küçük, 2004). Yanıcı maddelerin tipi, boyutu, miktarı, arazideki

dağılımları gibi özelliklerinin bilinmesi başarılı ve etkin bir yangın yönetim planının hazırlanması dolayısıyla da orman ve yangın yönetim planlarının uygulanabilirlikleri üzerinde büyük ölçüde söz sahibidir (Bilgili vd., 2001).

Farklı yapı ve kuruluştaki ormanlık alanlardan yapraklı türlerin ağırlıkta bulunduğu ormanlarda çıkan yangınlar genellikle düşük ve orta şiddetteki örtü yangını şeklinde etkili olurken (Weaver, 1943; Weaver, 1967; Baysal, 2017), özellikle çam türlerinden oluşan ibreli ormanlardaki yangınlar çoğunlukla tepe yangını şeklinde etkili olmaktadır (Van Wagner, 1978; Turner ve Romme, 1994; Veblen, 2000). Orman zeminindeki şiddetli bir örtü yangınının desteği ile birlikte gerçekleşen bir tepe yangınında, tüketilen yanıcı madde materyalinin büyük bir bölümü ağaçlar üzerinde bulunan ibre ve ince yanıcı materyaller ile farklı statü ve özellikteki ağaçlardan oluşmuş meşcere tepe tabakasındaki yanıcı maddelerden oluşmaktadır (Call vd., 1997; Stocks vd., 2004). Bir meşcerede, ağaç ile çok sayıda farklı statüye sahip ağaçlardan oluşan meşcere tepe tabakasındaki yanıcı madde miktarı, tepe yangını yayılma oranı ve tepe yangını şiddeti gibi yangın davranış parametreleri üzerinde doğrudan belirleyici ve açıklayıcı konumdadırlar (Cruz vd., 2003; Alexander ve Cruz, 2016).

Yanıcı maddelerin sınıflandırılması (Gould vd., 2008; Gould ve Cruz, 2012) ve tepe yanıcı madde miktarının belirlenmesi (Küçük vd., 2008a) gibi çalışmalar yangınların önlenmesi ve orman yangınlarıyla mücadele çalışmalarında büyük önem taşımaktadır. Bakım çalışmaları yapılmamış ve yüksek miktarda yüzey yanıcı yükü taşıyan genç çam ağaçlandırma alanları son derece yüksek tutuşma özelliğindeki yanıcı madde tiplerini oluşturmaktadır (Cruz vd., 2008; Fernandes, 2009). Özellikle genç ve orta yaşlı çam ormanlık alanlarındaki bakım çalışmaları sonrasında, orman zemininde yanıcı madde özellikleri ve miktarında önemli değişimler olmaktadır. Yanıcı madde özelliklerinde görülen bu değişiklikler yangının başlamasına ve hızla yayılmasına uygun bir ortam hazırlamakta, özellikle bakım çalışmaları sonrasında orman zemininde artan kesim artıkları, boşluklu yapıları, kimyasal içerikleri ve yavaş ayrışmaları nedeniyle yangın davranışı üzerinde büyük ölçüde belirleyici olmaktadır (Küçük vd., 2008).

Tepe yangınları, orman yangınlarıyla mücadele çalışmalarında en çok zorlanılan yangın türlerindedir (Viegas, 2012). Bu nedenle, özellikle genç ağaçlandırma alanlarındaki tepe yanıcı madde özelliklerinin ve tepe yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik

yapılacak çalışmalar; tepe yangını başlangıcı (Van Wagner, 1977; Alexander, 1998; Cruz, 2004), tepe yangını şiddeti değerinin hesaplanması (Rothermel, 1991; Scott ve Reinhardt, 2002; Reinhardt vd., 2006) ve yangınlarla mücadele çalışmaları bakımından büyük önem taşımaktadır (Taylor vd., 1997; Werth vd., 2011). Bu nedenle bazı ağaç türlerindeki tepe yanıcı madde miktarı (Stocks, 1980; Ter-Mikaelian ve Korzukhin, 1997; Stocks vd., 2004; Mitsopoulos ve Dimitrakopoulos, 2007) ile yangına hassas meşcerelerdeki tepe tabakası yanıcı madde özelliklerinin belirlenmesine yönelik (Cruz vd., 2003; Cruz ve Fernandes, 2008; Baysal vd., 2015) kapsamlı çalışmalar yürütülmektedir.

Ülkemizde orman yangınlarının en fazla gerçekleştiği ve etkili olduğu Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yayılış gösteren kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), karaçam (*Pinus nigra* J.F. Arnold) ve maki ormanlık alanları, en önemli yanıcı madde tiplerini oluşturmaktadır. Bu üç yanıcı madde tipinin ağırlıklı olarak yayılış gösterdiği yangına birinci derece hassas yaklaşık 7,2 milyon ha ormanlık alan ve yangına ikinci derece hassas 5,1 milyon ha ormanlık alan, ülke ormanlarımızın yaklaşık % 55'ine karşılık gelmektedir (OGM, 2016). Kızılçam yaklaşık 5,6 milyon ha yayılışı ile en geniş yayılışa sahip çam türlerimizdendir (OGM, 2016). Kızılçam, aynı zamanda ülke ormanlık alanlarında orman yangınlarının en fazla gerçekleştiği ve gerçekleşen bu yangınların ormanlık alanların işletilmesi üzerine olumsuz etkilerinin en fazla gerçekleştiği ibrelili türüdür (Bilgili ve Baysal, 2013). Kızılçamın yayılış gösterdiği ormanlık alanlarda genç ve orta yaşlı meşcerelerde gerçekleşen yangınlar genellikle çok şiddetli örtü ve tepe yangını şeklinde gerçekleşmektedir (Bilgili vd., 2010a). Her iki yangın türü, orman yangınları ile mücadele çalışmalarında en çok zorlanılan yangın türlerindedir. Dolayısıyla genç ve orta yaşlı kızılçam meşcerelerinde özellikle de ağaçlandırma ile tesis edilmiş meşcerelerdeki yanıcı maddelerin sınıflandırılması (Gould vd., 2008; Gould ve Cruz, 2012) ve miktarının belirlenmesine yönelik gerçekleştirilecek çalışmalar (Küçük, Bilgili ve Sağlam, 2008a), yangın önleme ve orman yangınlarıyla mücadele çalışmalarında ihtiyaç duyulan verilerin temini bakımından önem taşımaktadır (Cruz vd., 2008; Fernandes, 2009).

Son yıllarda Batı Karadeniz Bölgesinde meydana gelen orman yangınları alan ve şiddet olarak etkisini arttırmaktadır (Bilgili vd., 2010b). Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinin yangına birinci ve ikinci derece hassas olan ve ibrelili türlerin ağırlıklı olarak yayılış

gösterdiği ormanlık alanlarının aksine yapraklı türlerin saf ya da ibreli türler ile karışık meşcereler oluşturduğu ormanlık alanlardaki yangınlar önemli ölçüde bölgede etkili olmaktadır. Bolu Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Düzce Orman İşletme Müdürlüğü (OİM), Konuralp Orman İşletme Şefliği (OİŞ)'nde, 2015 yılı Eylül ayında etkili olan ve yakın tarihinin en büyük orman yangını gerçekleşmiştir. Benzer şekilde aynı yıl içinde Bolu OBM, Mudurnu OİM'de yakın tarihinin en büyük orman yangını yaşanmıştır. Bolu OBM, Göynük Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki Hacımahmut OİŞ'de de 2017 yılının Eylül ayında yine yakın tarihinin en büyük orman yangını yaşanmıştır. Çıkan bu yangın aynı zamanda proje araştırma alanı olarak belirlenen alana 2 km mesafedeki kızılçam, karaçam ve sedir türlerinden oluşan genç ağaçlandırma alanları ile doğal kızılçam ve karaçam ormanlık alanlarında gerçekleşmiştir. Son üç yıl içinde orman yangınlarının adet ve yaktığı alan bakımından etkisini giderek arttırdığı bu bölgede, çalışma ile orman yangını davranışı, yangın ekolojisi ve orman yangını yönetimi konularında ihtiyaç duyulacak veriler elde edilebilecektir.

Ülkemizde, özellikle Türkiye Orman Yangını Tehlike Oranı Sistemi gibi karar destek sisteminin geliştirilmesi çalışmaları kapsamında (Küçük vd., 2007), yangına hassas bölgelerde tepe yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Küçük ve Bilgili, 2007a; Küçük vd., 2007c; Küçük vd., 2008a; Küçük ve Bilgili, 2008b; Bilgili ve Küçük, 2009). Bu çalışmalarda, yaklaşık 5,6 milyon ha gibi bir alanda yayılış gösteren kızılçam türü (OGM, 2015) en çok çalışılan ağaç türlerindedir. Kızılçamda biyokütle miktarlarının belirlenmesi ve biyokütle modellerinin geliştirilmesi kapsamında da farklı alanlarda çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Sun vd., 1980; Durkaya vd., 2009; Sönmez vd., 2016; Eker vd., 2017; Sakici vd., 2018). Fakat bugüne kadar yapılmış olan bu çalışmalarda, tesisinden günümüze kadar geçen zaman sürecinde müdahale görmemiş genç kızılçam ağaçlandırma alanlarındaki meşcere özelliklerinin belirlenmesi, ağaç üzerindeki canlı ve cansız yanıcı madde miktarı ile birlikte bu yanıcı madde miktarının dikey yöndeki dağılımının araştırılmasına yönelik çalışma bulunmamaktadır.

Bu tez çalışmasında, müdahale görmemiş genç kızılçam ağaçlandırma alanlarında meşcere özelliklerine bağlı olarak ölü örtü ve humus yanıcı madde miktarının belirlenmesi, ağaç üzerindeki canlı ve cansız yanıcı madde miktarının dikey yöndeki dağılımlarının araştırılması ve ağaç üzerinde bulunan canlı, cansız, canlı ve cansız toplam

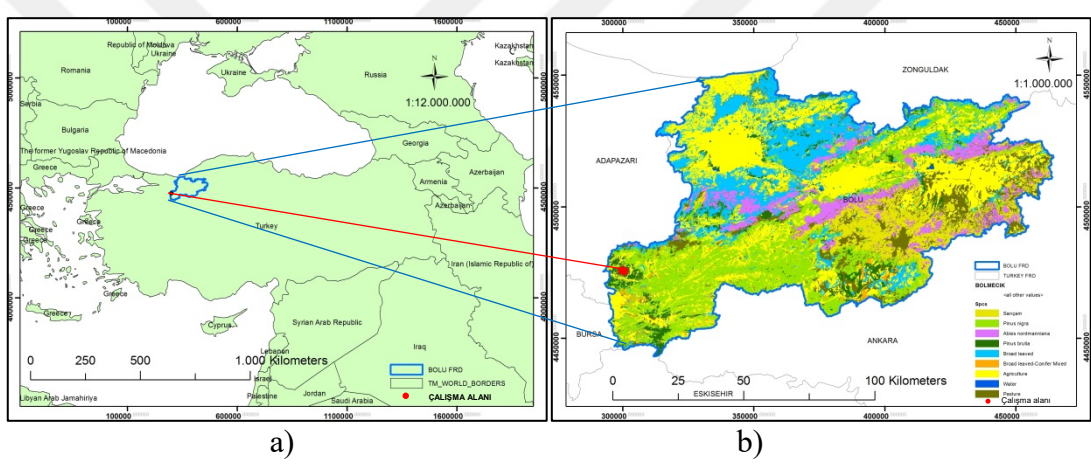
yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yarayacak modellerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

Tez çalışması, Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Bolu Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Göynük Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) idari sınırları içinde yer alan Hacımahmut Orman İşletme Şefliği (OİŞ) ormanlık alanlarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1). Coğrafi konum olarak çalışmaların yürütüldüğü bölmeler $40^{\circ} 23' 25'' - 40^{\circ} 23' 49''$ kuzey enlemleri ile $30^{\circ} 38' 42'' - 30^{\circ} 38' 48''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır.



Harita 2.1. Çalışma alanının a) Türkiye ve b) Bolu OBM haritalarındaki konumu.

Hacımahmut OİŞ toplam alanı; 20949,9 hektar olup, bu alanın yaklaşık %71'i ormanlık sahadır. Şeflik alanının %61'i ibrelî, %6'sı yapraklı olup, %4'ü ise ibrelî-yapraklı karışık ormanlık alanlardan oluşmaktadır. Kızılcım türü, Hacımahmut OİŞ toplam ormanlık alanın yaklaşık %26'sında yayılış göstermektedir (Çizelge 2.1). İbrelî ormanların yaklaşık %6'sını ağaçlandırma ile tesis edilmiş yapay ormanlık alanlar oluşturmaktadır. Çalışmaların yürütüldüğü şeflik ve çalışma alanı, II. derecede yangına hassas alanlar içerisinde yer almaktadır (OGM, 2016).

Çizelge 2.1. Hacımahmut OİŞ ormanlık alanlarının ağaç türlerine göre dağılımı.

Çz (ha)	Çk (ha)	G (ha)	Kn (ha)	Gn+M (ha)	İbreli-ibreli karışık (ha)	İbreli- yapraklı karışık (ha)	Ormansız Alan (ha)	Genel Alan (ha)
3839,6	6519,0	106,4	1120,7	205,8	2239,1	825,5	6093,8	20949,9

Bölge arazisi Karadeniz ardı dağların karakteristik iklim özelliklerine sahiptir. Göynük ilçesi genelinde sıcak ve ılıman bir iklim hakimdir. Kış döneminde yaz aylarına göre çok daha fazla yağış düşmektedir. Araştırma alanında görülen 27 yıllık ölçüm verilerine göre en yüksek ortalama sıcaklık 20.6 °C ile temmuz ayında, en düşük ortalama sıcaklık 1 °C ile ocak ayında, en düşük ortalama yağış 25,1 mm ile ağustos ayında, en yüksek ortalama yağış 60,2 mm ile mayıs ayında gerçekleşmektedir (Devlet Meteoroloji İşleri, 2018). Çalışma alanında yer alan ormanlar, çeşitlilik bakımından özgün değerler taşıyan bir ekosistemler topluluğuna ev sahipliği yapmaktadır. Bu bağlamda yükselti, eğim ve bakıya göre; kızılçam, karaçam, göknar kayın, meşe türleri, gürgen, üvez ve akçağaçtan oluşan zengin orman ekosistemleri mozaiğini sergilemektedir. Alan hem Batı Karadeniz hem de İç Anadolu orman kuruluşlarının birlikte yer aldığı bölgelerden birisidir.

Hacımahmut OİŞ sınırları içerisindeki 161,162, 163, 179, 180, 181, 182, 183, 192, 193 numaralı bölmelerde 1990'lı yıllarda yapılan ağaçlandırma çalışmaları ile tesis edilmiş genç kızılçam meşcereleri, araştırma kapsamında ihtiyaç duyulan özellikteki meşcerelerin ve ağaçların temin edildiği bölmelerdir. Çalışmada, çağ ve kapalılığa bağlı olarak hiç müdahale görmemiş genç ve orta yaşlı meşcereler belirlenmiştir. Bu kapsamda ab, b ve bc gelişim çağı kızılçam meşcerelerinden her bir gelişim çağı için 5 örnekleme alanı olmak üzere toplamda 15 örnekleme alanı seçilmiştir. Örnekleme alanlarında yanıcı madde özelliklerinin belirlenmesine yönelik bazı ölçüm ve gözlemler gerçekleştirilmiştir. Bu örnekleme alanlarında, meşcere özelliklerini belirlemeye yönelik gerçekleştirilen ölçüm verilerinden hareketle, alt, orta ve üst meşcere ortalama özelliklerine yakın değerlere karşılık gelen toplamda 36 adet ağaç seçilmiştir. Seçilen bu ağaçlar üzerinde canlı ve cansız tepe yanıcı madde miktarının belirlenmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2.2. YÖNTEM

Bu araştırmada, arazi çalışmaları kapsamında üç farklı meşcere tipindeki kızılçam meşcerelerinde bazı ölçümler ve gözlemler yapılmıştır. Ayrıca, arazide farklı meşcere tiplerindeki ölü örtü ve humus miktarının tespiti ve bu farklı meşcere tiplerindeki ağaçlar üzerinde bulunan cansız ve canlı yanıcı madde miktarının belirlenmesi çalışmaları yürütölmüştür. Laboratuvar ortamında araziden alınan örneklerin analizi çalışmaları ve büro ortamında veriler üzerinde gerçekleştirilen istatistiksel analizler olmak üzere araştırma üç ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Arazi alışmaları

Arazi alışmaları 2018 ve 2019 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmalar, meşcere özelliklerinin belirlenmesi, ölü örtü ve humus miktarının belirlenmesi ve tek ağaç üzerindeki cansız ve canlı yanıcı madde miktarının tespiti çalışmaları olmak üzere üç ana başlık altında gerçekleştirilmiştir.

2.2.1.1. Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi

Saf kızılçam türünden oluşan 3 kapalılığa (> %70) sahip meşcereler arazide belirlenmiştir. alışmalara gelişim ağı ve kapalılık dikkate alınarak seçilen bu meşcerelerde örnekleme alanı için en uygun merkez noktası seçilmiş olup, ölçümlere bu merkez noktasına en yakın mesafedeki kuzey yönünde (0 – 360 aı derecesi) bulunan ağaçtan başlanılmıştır. Örnekleme alanları yarıçapı 7,98 m olan 200 m²'lik dairesel bir bölgedir. Yarıçap alanı içinde kalan ağaçların merkeze olan uzaklıklarının belirlenmesinde lazer metre kullanılmıştır (şekil 2.1).



şekil 2.1. zab3 meşceresi örnekleme alanlarındaki a) Ölçüm b) Kayıt alışmaları.

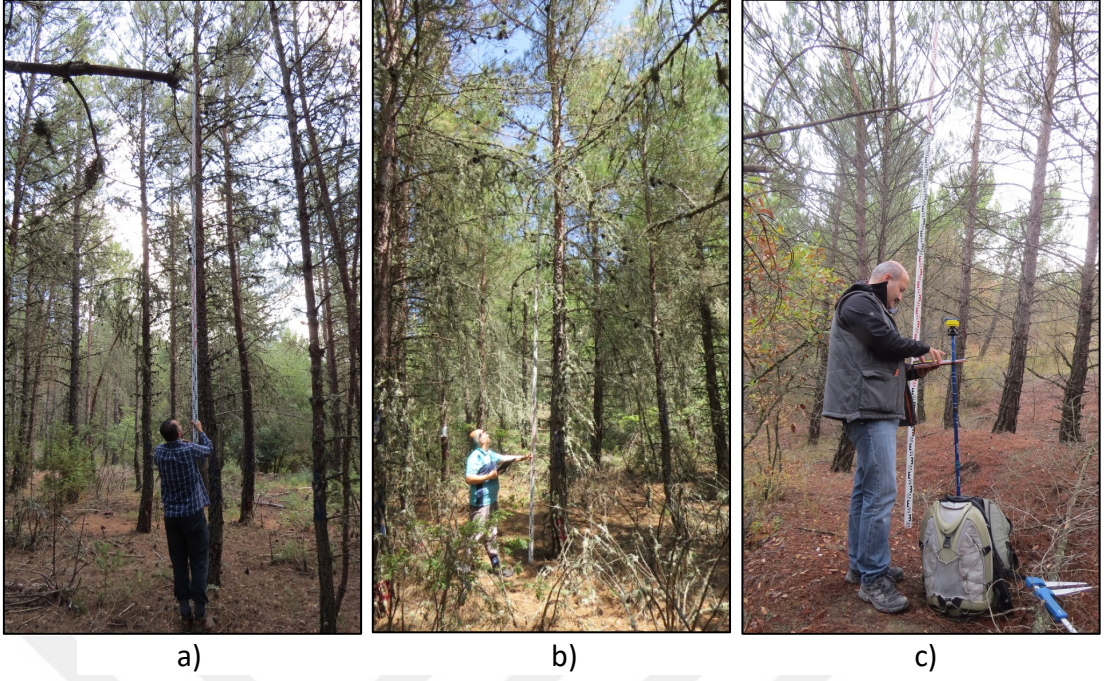
Örnekleme alanı içinde $d_{1,30}$ çapı 5 cm ve üzerindeki bütün ağaçlara numara verilmiş ve

bu ağaçlar üzerinde bazı ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. $d_{1.30}$ çapı 5 cm'den küçük olan ağaçların türü, hayatiyet durumları ve sayıları ayrıca arazi envanter karnesine kayıt edilmiştir. Ağaçların yaş, $d_{1.30}$ çapı (cm), boy (m), tepe altı yüksekliği (orman zemininden canlı dal başlangıcına kadar olan yükseklik), tepe çapı (m), kabuk kalınlığı (cm) ölçülmüştür. Ağaç yaşı, $d_{1.30}$ yüksekliğinden artım burgusu ile alınan artım kalemindeki yıllık halkaların sayılması ile hesaplanmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Çz3 meşçeresi örnekleme alanlarındaki a) Ölçüm b) Yaş hesabı çalışmaları.

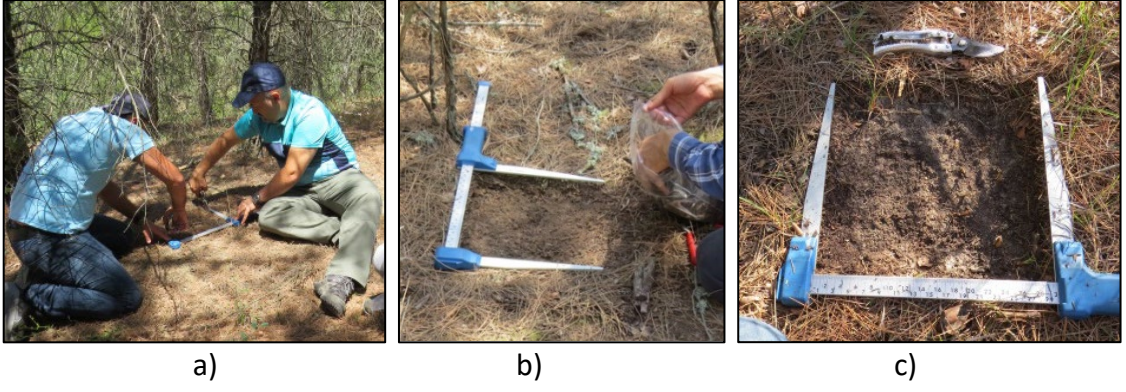
Ağaçların $d_{1.30}$ çapı, kumpasla birbirine dik iki ayrı ölçümle gerçekleştirilmiş ve bu iki verinin ortalaması alınarak bulunmuştur. Ağaçların **taç**, canlı en uzun dallarının yerdeki izdüşümleri esas alınarak şerit metre ile birbirine dik iki ölçümün ortalaması alınarak belirlenmiştir. Kraft (1884)'e göre örnekleme alanında ölçülen tüm ağaçların sosyal statüsü belirlenmiştir. Ayrıca örnekleme alanlarının yetişme ortamına ilişkin bakı, yükselti, bitki örtüsü, topoğrafya gibi alanı tanımlayıcı parametreleri belirlenerek arazi envanter karnesine kaydedilmiştir. Ancak $d_{1.30}$ çapı 5 cm den küçük olan ağaçlara numara verilmemiştir. Sadece adet ve tür olarak tespitleri yapılarak sağlık durumları arazi envanter karnesine kaydedilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Çzbc3 meşcerelerinde gerçekleştirilen a) Boy b) Tepe altı yükseklik c) Mesafe ölçüm çalışmaları.

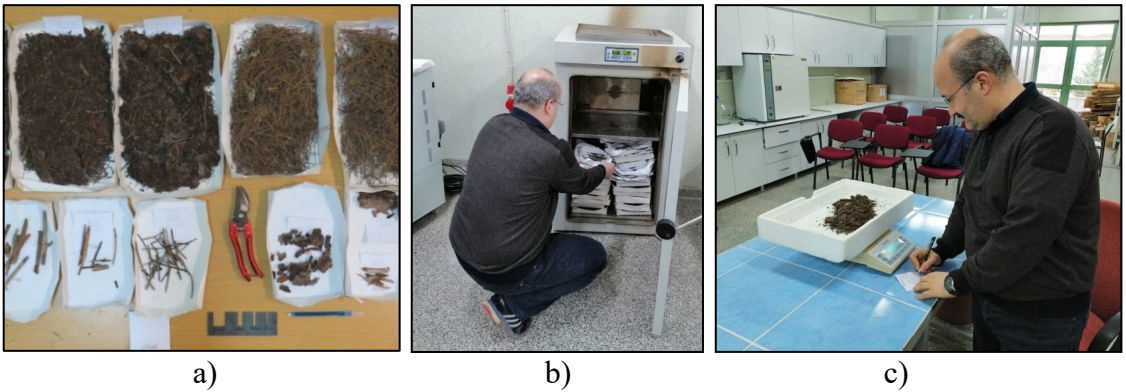
2.2.1.2. Meşcerelerde Ölü Örtü ve Humus Miktarının Belirlenmesi

Örnekleme alanlarındaki yüzey yanıcı madde miktarı ve özelliklerinin belirlenmesi amacıyla örnekleme alanını en iyi temsil edecek şekilde 3 ayrı noktada ve 30x30 cm ölçülerinde ölü örtü ve humus örnekleme yapılmıştır. Belirlenen bu alanlar içindeki ölü örtü, bir bağ makası yardımıyla toprak seviyesine kadar kesilmiştir. Ölü örtünün toprak seviyesine kadar olan yükseklikleri altı farklı noktadan ölçülüp arazi envanter karnesine kaydedilmiştir. Sonrasında ibre, dallar, kozalak ve kabuk gibi yanıcı maddelerden oluşan ölü örtü ile humus tabakası ayrı ayrı olacak şekilde üzerlerine örnek alan numaraları ile örnek numarası yazılı poşetlerin içine konulmuştur. Diri örtü mevcudiyetinin bazı alanlar için bulunmaması ve diğer alanlarda ise kapalılık ve miktar bakımından az olması nedeniyle diri örtü örnekleme yapılmamıştır. Diri örtü bulunan alanlarda, diri örtü bitki türleri, diri örtü ortalama boyu, örnekleme alanı genelindeki kapalılık yüzdesi gibi parametreleri belirlenerek deneme alanı envanter karnesine not edilmiştir (Şekil 2.4). Örnekleme alanı merkez noktasından alanının farklı yönlerini gösterir fotoğrafları, daha sonraki büro ortamındaki değerlendirmelerde kullanılmak amacıyla çekilmiştir. Bu alanların koordinatları GPS ile belirlenerek örnekleme alanı envanter karnesine kaydedilmiştir.



Şekil 2.4. Arazide ölü örtü ve humus miktarının belirlenmesi çalışmaları a) Ölü örtü alımı b) Humus alımı c) Ölçüm çalışmaları.

Arazide alınan örnekler daha sonra laboratuvar ortamına taşınmıştır. Laboratuvar ortamında ölü örtü örnekleri ibre, kabuk-kozalak, çok ince kalınlıktaki dal (0-3 mm), ince kalınlıktaki dal (3-6 mm), orta kalınlıktaki dal (6-10 mm), kalın dal (10 – 25 mm) ve çok kalın dal (25 mm den büyük) olmak üzere sınıflara ayrılmıştır (Küçük vd., 2004). Humus örnekleri ise içinde taş ya da organik olmayan materyal bulunup bulunmaması bakımından kontrol edilmiştir. Ölü örtü ve humus örnekleri daha sonra fırın kurusu ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla fırına yerleştirilmiştir. Örnekler 24 saat süre ile 105 °C’de 1 gün süre ile bekletilmiş ve hassas terazide (0,01 gr) tartılarak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Laboratuvarda ölü örtü ve humus miktarının belirlenmesi a) Numunelerin ayrımı b) Fırına koyma işlemi c) Tartı işlemleri.

2.2.1.3. Tek Ağaç Üzerindeki Yanıcı Madde Miktarının Belirlenmesi

Yanıcı madde özelliklerinin belirlendiği örnekleme alanlarından seçilen ağaçların gövdesi üzerindeki cansız ve canlı yanıcı madde miktarı belirlenmiştir. Kızılcım ağaçlarında yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yönelik geliştirilecek modellerin

temsil etme özelliklerinin ve tahmin etme yeterliliklerinin yüksek tutulabilmesi amacıyla, örnekleme alanlarında ölçümleri gerçekleştirilen ağaçlardan alt, orta ve üst d_{1.30} çap, boy, yaş, tepe altı yüksekliği ve tepe çapı gibi değerleri dikkate alınarak farklı özelliklerdeki ağaçların seçilmesine özen gösterilmiştir. Bu amaçla, 7 farklı örnekleme alanından toplamda 36 adet ağaç belirlenmiştir.

Belirlenen bu ağaçlar, orman zeminine yakın olan 0.30 cm yükseklik kademesinden başlamak üzere ağacın tepesindeki en uç sürgününe kadar 1 metre aralıklarla olacak şekilde bölümlere ayrılmıştır. Her 1 metrelik bölümde bulunan tüm canlı ve cansız dallar gövdeye birleşim yerlerinden motorlu testere, kalın dal budama makası veya el makasları ile kesilmiştir. Bölümlerdeki ibre ve dal (0-3 mm, 3-6 mm, 6-10 mm, 10-25 mm ve 25 mm'den daha kalın çaplı) kısımları birbirinden ayrılarak arazide gram hassasiyetinde terazi ile tartılmıştır (Stocks, 1980; Küçük vd., 2007; Küçük vd., 2008; Bilgili ve Küçük, 2009). Her bir bölüme ait arazideki canlı ve cansız ibre ve dal ağırlıkları belirlenerek arazi karnesine not edilmiştir. Cansız ve canlı yanıcı maddelerin arazide belirlenen ağırlıklarının, fırın kurusu ağırlıkları olarak belirlenebilmesi amacıyla her bir seksiyona ait olan ibre ve dallardan örnekler alınmıştır. Alınan bu örnekler kese kağıtlarına konularak arazide hassas terazide tartılmış olup (0,01 gr), arazideki ağırlıkları kese kağıtları üzerine ve arazi envanter karnesine kayıt edilmiştir (Şekil 2.6).

Örnekler, daha sonra laboratuvar ortamına taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler etüvlerde 105 °C 24 saat süreyle kurutularak fırın kurusu hale getirilmiştir. Örneklerin arazide ölçülen yaş ve laboratuvarda belirlenen fırın kurusu ağırlıklarından hareketle arazide ölçülen toplam yaş ağırlıklarının oranlanması yoluyla toplam fırın kurusu yanıcı madde miktarı ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 2.7).



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Şekil 2.6. Farklı gelişim çağlarındaki meşcerelerden a) Örnek ağaç belirlenmesi b) Ağaçların alınması c) Seksiyona ayrılması d) Numunelerin taşınması e) Dal ve ibrelerin tasnifi f) Ağaçlar üzerindeki cansız ve canlı yanıcı madde miktarının belirlenmesi.



a)



b)



c)



d)

Şekil 2.7. Araziye örneklenen ağaçlar üzerindeki cansız ve canlı yanıcı maddelerin a) Kese kağıtlarında bekletilmesi b) Örneklerin tasnifi c) Ağaç üzerindeki yanıcıların fırınlara konulması d) Yüzey yanıcıların fırınlara konulması çalışmaları.

2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar ortamına getirilen ibre ve dal örnekleri kurutma fırınlarında 105 °C de 24 saat süre kurutulmuş ve hassas terazi ile tartılarak (0,01 gr) fırın kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Örneklerin arazideki toplam yaş ağırlıkları ile yine araziden alınmış olan örneklerin yaş arazi ağırlıkları ve bu örneklerin fırın kuru ağırlıklarının birbirine oranlanması yardımıyla yanıcı maddelerin fırın kuru ağırlıkları hesaplanmıştır (2.1.).

$$\text{Toplam fırın kuru ağırlık} = \text{Toplam yaş ağırlık}_{\text{arazi}} \times \left(1 - \frac{\text{Yaş ağırlık}_{\text{örnek}} - \text{Kuru ağırlık}_{\text{örnek}}}{\text{Yaş ağırlık}_{\text{örnek}}} \right) \quad (2.1.)$$

Formülde; Toplam fırın kurusu ağırlık= yanıcı madde fırın kurusu ağırlığını (gr); Toplam yaş ağırlık_{arazi}= arazideki ölçülen toplam yaş ağırlığını; Yaş ağırlık_{örnek}= arazide toplam yaş ağırlık kütlesi içinden alınan örnek yaş ağırlığını, Kuru ağırlık_{örnek} =105°C'de 24 saat bekletilen toplam yaş ağırlık kütlesi içinden alınan örneğin fırın kurusu ağırlığını ifade etmektedir.

2.2.3. Yanıcı Madde Modellerinin Geliştirilmesi

Büro ortamında, laboratuvarda ölçümleri gerçekleştirilen ve fırın kurusu ağırlıkları belirlenen ağaçlardan elde edilen örneklerin verileri kullanılarak yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yarayan modeller geliştirilmiştir. Modellerin geliştirilmesi aşamasında SPSS version 21.0 istatistik paket programından yararlanılmıştır. Model geliştirmede kullanılacak verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine yönelik olarak normalite testi yapılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veriler üzerinde logaritmik dönüşümler yapılmıştır. Dönüşüm yapılmış bu veriler üzerinde korelasyon ve lineer regresyon analizleri yapılmıştır.

Korelasyon analizleri ile arazide ölçülen ağaç özellikleri ile laboratuvar ortamında belirlenen yanıcı madde miktarları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Regresyon analizleri ile ağaçlar üzerindeki canlı, cansız, canlı ve cansız toplam yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yönelik modeller geliştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. MEŞCERE ÖLÇÜMLERİ

3.1.1. Çzab3 Gelişim Çağındaki Örnekleme Alanlarında Gerçekleştirilen Ölçümlere Ait Bulgular

Çzab3 gelişim çağı için alınan örnekleme alanlarına ilişkin bazı açıklayıcı istatistik veriler Çizelge 3.1'de verilmektedir. Örnekleme alanı ölçüm verilerine göre $d_{1.30}$ ortalama çapı 7,48 cm ve 4,68 m ortalama boy ile en düşük 7 nolu örnekleme alanında, $d_{1.30}$ ortalama çapı 9,86 cm ve 7,39 m ortalama boy ile en yüksek 6 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. Boy, $d_{1.30}$ çapı, tepe altı yüksekliği, tepe uzunluğu ve tepe çapı gibi parametreler ağaçtaki yanıcı madde miktarı üzerinde belirleyici olan oldukça önemli ağaç özelliklerindedir (Küçük vd., 2007; Küçük vd., 2008). Bu parametrelerden tepe altı yüksekliği, kapalılık değerinin en düşük olarak belirlendiği 8 nolu örnekleme alanında 1,33 m ile en düşük olarak bulunmuştur. Tepe altı yüksekliği ortalama 3,25 m ile en yüksek 9 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. Tepe uzunluğu 7 nolu örnekleme alanında ortalama en düşük 2,84 m olup ortalama 4,34 m ile en yüksek 9 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. Tepe çapı ise 7 nolu örnekleme alanında ortalama en düşük 1,98 m olup ortalama 2,4 m ile en yüksek 9 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür.

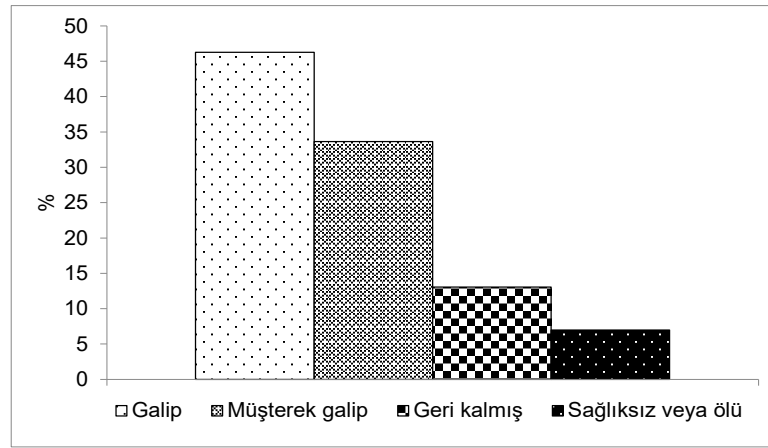
Çizelge 3.1. Çzab3 gelişim çağındaki örnekleme alanlarında gerçekleştirilen ölçümlerde her bir örnekleme alanına yönelik ortalama ölçüm verileri.

Meşcere tipi	Örnek alan sayısı	Ölçüm yapılan ağaç sayısı	Tanımlayıcı istatistikler	Kapalılık (%)	Eğim (%)	Yükselti (m)	$d_{1.30}$ çap (cm)	Boy (m)	Yaş (yıl)	Tepe altı yüksekliği (m)	Tepe çapı (m)	Kabuk kalınlığı (cm)	Göğüs yüzeyi (m^2/ha)	Örnekleme alanındaki ağaç sayısı (adet)
Çzab3	5	214	En düşük	70,00	0,00	590,00	5,00	2,68	10,00	0,70	1,03	1,20	7,95	1250
			En yüksek	90,00	80,00	710,00	17,10	9,75	23,00	4,42	4,15	4,40	21,02	2550
			Ortalama	83,00	20,00	622,40	8,85	6,01	17,70	2,19	2,22	2,46	13,86	2010
			S. Sapma	7,58	33,91	50,39	2,74	1,52	3,23	0,84	0,59	0,67	5,10	514,05

Örnekleme alanlarındaki ortalama göğüs yüzeyi en düşük 7,94 m^2/ha ile 8 nolu örnekleme alanında bulunurken, 21,02 m^2/ha ile en yüksek 6 nolu örnekleme alanında

bulunmuştur. Çzab gelişim çağında alınan tüm örnekleme alanlarının ortalama göğüs yüzeyi ise 13,86 m²/ha dır. Hektardaki ağaç sayısı en düşük 8 nolu örnekleme alanında, en yüksek 2550 adet ile 6 nolu örnekleme alanında bulunmuş olup, Çzab gelişim çağındaki alınan tüm örnekleme alanları için ortalama 2020 adet/ha bulunmuştur. Göğüs yüzeyinin en fazla bulunduğu 6 nolu örnekleme alanındaki hem hektardaki ağaç adedi hem de tepe altı yükseklik değerleri en fazla bulunmuştur.

Çzab gelişim çağındaki örnekleme alanlarında ölçülen 214 ağaç Kraft'ın gövde sınıfları taksimatına göre değerlendirildiğinde (Kraft, 1884), ağaçların %80'inin galip ve müşterek galip, %13'ünün geri kalmış, %7'lik kısmının ise sağlıklı ya da cansız gövde kategorisinde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çzab3 gelişim çağındaki ağaçların gövde sınıfları durumu.

3.1.2. Çzab3 Gelişim Çağındaki Örnekleme Alanlarında Gerçekleştirilen Ölçümlere Ait Bulgular

Çzab3 gelişim çağındaki meşcerelerden alınan örnekleme alanlarına ilişkin bazı açıklayıcı istatistiksel veriler Çizelge 3.2'de verilmektedir. Örnekleme alanı ölçüm verilerine göre d_{1.30} ortalama çapı 11,04 cm ve 7,11 m ortalama boy ile en düşük 3 nolu örnekleme alanında, d_{1.30} ortalama çapı 12,62 cm ile 11 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. En yüksek ortalama boy ise 8,87 m ile 15 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. Ortalama tepe altı yüksekliği 3 nolu örnekleme alanında 2,58 m ile en düşük ölçülmüş olup ortalama 3,42 m ile ortalama boyun en yüksek ölçüldüğü 15 nolu örnekleme alanında en yüksek değer olarak ölçülmüştür. Tepe uzunluğu 11 nolu örnekleme alanında ortalama en düşük 4,20 m olup ortalama 5,33 m ile en yüksek 5 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. Tepe çapı

ise kapalılık değerinin en yüksek değer olarak lldğ 3 nolu rneklemeye alanında ortalama 2,44 m ile en düşük llmştr. En yüksek olarak ise ortalama 2,77 m tepe çapı değeri ile 11 nolu rneklemeye alanında llmştr.

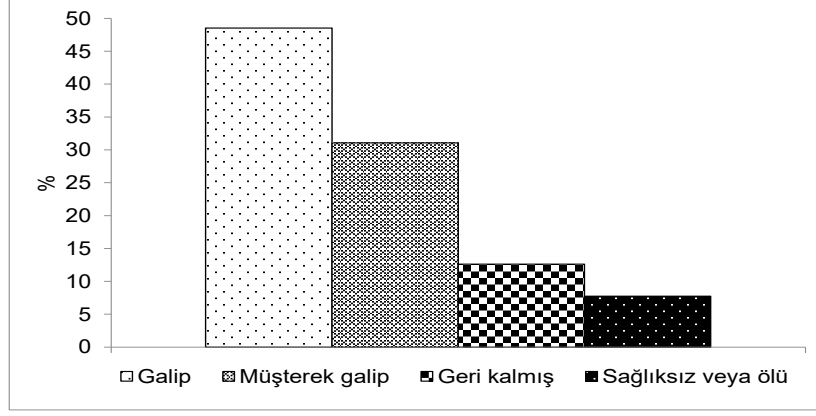
Çizelge 3.2. zb3 gelişim çağındaki rneklemeye alanlarında gerçekleştirilen ölümlerde her bir rneklemeye alanına yönelik ortalama ölüm verileri.

Meşcere tipi	örnek alan sayısı	ölüm yapılan ağaç sayısı	Tanımlayıcı istatistikler	Kapalılık (%)	Eğim (%)	Yükselti (m)	d _{1,30} çap (cm)	Boy (m)	Yaş (yıl)	Tepe altı yüksekliği (m)	Tepe apı (m)	Kabuk kalınlığı (cm)	Göğüs yüzeyi (m ² /ha)	rneklemeye alanındaki ağaç sayısı (adet)
zb3	5	206	En düşük	80,00	0,00	590,00	5,00	4,50	18,00	1,00	1,16	1,30	20,33	1550
			En yüksek	95,00	50,00	710,00	24,50	14,00	27,00	5,80	4,15	4,90	26,78	2000
			Ortalama	90,00	24,04	622,40	11,50	8,33	21,40	3,09	2,59	3,12	23,21	1880
			S. Sapma	6,12	19,75	50,39	3,88	1,98	2,21	0,82	0,66	0,71	2,61	195,57

zb3 gelişim çağından alınan rneklemeye alanlarındaki ortalama göğüs yüzeyi en düşük 20,33 m²/ha ile orta bonitet sınıfındaki 15 nolu rneklemeye alanında bulunurken, 26,78 m²/ha ile iyi bonitet sınıfında yer alan 5 nolu rneklemeye alanında en yüksek olarak bulunmuştur. Örneklemeye alanlarının ortalama göğüs yüzeyi ise 13,86 m²/ha olarak bulunmuştur.

Hektardaki ağaç sayısı en düşük 11 nolu rneklemeye alanında 1650 adet olarak en yüksek 2000 adet ile 3, 4 ve 5 nolu rneklemeye alanında bulunmuş olup, zb3 gelişim çağındaki alınan tüm rneklemeye alanları için ortalama 1900 adet/ha bulunmuştur. apı 5 cm altında olup, rneklemeye alanında kayıt edilen ağaç sayısı en az 1 ve 11 nolu rneklemeye alanında, en fazla ise 4 adet ile 15 nolu rneklemeye alanında tespit edilmiştir.

zb3 gelişim çağındaki rneklemeye alanlarında llen 206 ağaç Kraft'ın gövde sınıfları taksimatına göre değerlendirildiğinde (Kraft, 1884), ağaçların %80'inin galip ve müşterek galip, %12'sinin geri kalmış, %8'lik kısmının ise sağlıksız ya da cansız gövde kategorisinde olduğu gözlemlenmiştir (şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çzb3 gelişim çağındaki ağaçların gövde sınıfları durumu.

3.1.3. Çzb3 Gelişim Çağındaki Örnekleme Alanlarında Gerçekleştirilen Ölçümlere Ait Bulgular

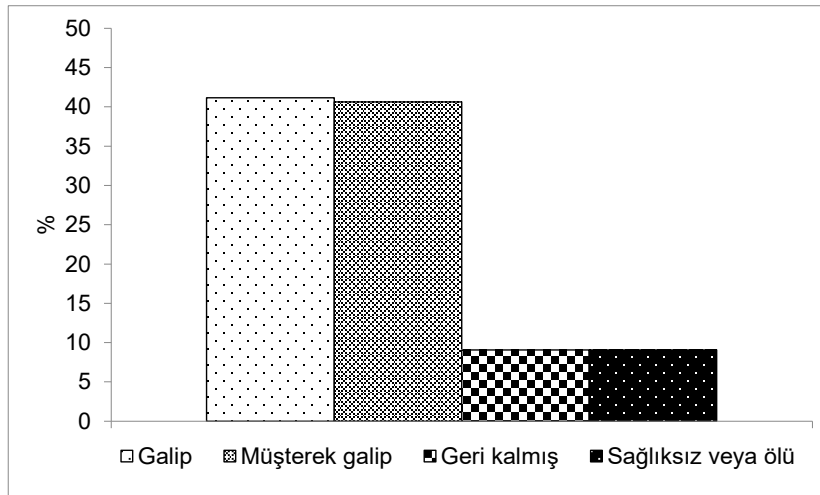
Çzb3 gelişim çağındaki meşcerelerden alınan örnekleme alanlarına ilişkin bazı açıklayıcı istatistik veriler Çizelge 3.3'te verilmektedir. Örnekleme alanlarının tamamı iyi bonitet sınıfında yer almaktadır. Örnekleme alanı ölçüm verilerine göre $d_{1.30}$ ortalama çapı 13,55 cm ve 8,21 m ortalama boy ile en düşük 12 nolu örnekleme alanında ölçülmüş olup, $d_{1.30}$ ortalama çapı 18,04 cm ve 13,38 m ortalama boy ile en yüksek 10 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. Tepe altı yüksekliği 12 nolu örnekleme alanında ortalama en düşük 3,09 m olup ortalama 7,17 m ve 7,11 m ile kapalılık değerinin de en yüksek olarak belirlendiği 10 ve 14 nolu örnekleme alanlarında en yüksek olarak ölçülmüştür. Tepe uzunluğu 12 nolu örnekleme alanında ortalama en düşük 5,12 m olup ortalama 6,36 m ile en yüksek 1 nolu örnekleme alanında ölçülmüştür. Tepe çapı ise 12 nolu örnekleme alanında ortalama en düşük 3,11 m olup kapalılık değerinin en düşük belirlendiği 1 nolu örnekleme alanında ortalama 3,75 m ile en yüksek ölçülmüştür.

Örnekleme alanlarındaki ortalama göğüs yüzeyi en düşük 25,13 m²/ha ile 1 nolu örnekleme alanında bulunurken, 39,01 m²/ha ile en yüksek 10 nolu örnekleme alanında bulunmuş olup, tüm örnekleme alanlarının ortalama göğüs yüzeyi ise 32,90 m²/ha dır. Hektardaki ağaç sayısı en düşük 10 nolu örnekleme alanında 1300 adet, en yüksek ise 2050 adet ile 2 nolu örnekleme alanında bulunmuş olup, tüm örnekleme alanları için ortalama 1710 adet/ha bulunmuştur. Çzb3 gelişim çağındaki örnekleme alanlarında 187 ağaç Kraft'ın gövde sınıfları taksimatına göre değerlendirildiğinde (Kraft, 1884), ağaçların %82'si galip ve müşterek galip, %9'u geri kalmış ve diğer %9'luk kısmının ise

sağlıksız ya da cansız gövde kategorisinde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.3).

Çizelge 3.3. Çzbc3 gelişim çağındaki örnekleme alanlarında gerçekleştirilen ölçümlerde her bir örnekleme alanına yönelik ortalama ölçüm verileri.

Meşcere tipi	Örnek alan sayısı	Ölçüm yapılan ağaç sayısı	Tanımlayıcı istatistikler	Kapalılık (%)	Eğim (%)	Yükselti (m)	d _{1.30} çap (cm)	Boy (m)	Yaş (yıl)	Tepe altı yüksekliği (m)	Tepe çapı (m)	Kabuk kalınlığı (cm)	Göğüs yüzeyi (m ² /ha)	Örnekleme alanındaki ağaç sayısı (adet)
Çzbc3	5	187	En düşük	85,00	2,00	595,00	5,30	4,75	16,00	1,90	1,35	1,80	25,13	1200
			En yüksek	95,00	25,00	715,00	25,60	16,60	28,00	9,50	6,70	4,80	39,00	2050
			Ortalama	91,00	7,20	687,00	14,81	11,49	24,15	5,91	3,37	3,25	32,90	1690
			S. Sapma	4,18	9,96	51,79	4,38	2,28	2,77	1,66	0,78	0,62	6,51	362,97



Şekil 3.3. Çzbc3 gelişim çağındaki ağaçların gövde sınıfları durumu.

Gövde sınıfları taksimatına göre tüm örnekleme alanlarında Sınıf 1: Tepe gelişmesi normal ve gövde şekli iyi olan galip gövdelerin %45 oransal olarak en fazla sayıda olduğu görülmektedir. Sınıf 2: Tepe gelişimi anormal ve gövde şekli fena olan galip gövdeler ise tüm örnekleme alanları genelinde %35 oranında karışıma girmektedir. Sınıf 3: Geri kalmış fakat tepeleri henüz siperlenmemiş gövdeler ise %7'lik kısmı oluşturmaktadır. Sınıf 4: Ezilmiş alt vaziyette, tepelerinin üstü kapalı fakat henüz yaşama yeteneğinde bulunan gövdelerin oluşturduğu oran ise %5'tir. Sınıf 5: Ölmek üzere olan ya da ölmüş gövdeler, toprağa doğru kıvrık sırıkların karışımdaki oranı ise % 8'dir. Sınıf 1'deki gövdelerin dışındaki %55'lik orana sahip müşterek galip ve mağlup gövdeler ile birlikte ölmüş ve ölmek üzere olan gövdeler silvikültürel müdahalelere öncelikli olarak konu gövdeleri oluşturmaktadır.

3.2. YÜZEY YANICI MADDE MİKTARINA AİT BULGULAR

Gelişim çağlarına göre ölü örtü ve humus yanıcı madde miktarına ilişkin veriler Çizelge 3.4'te verilmiştir. Ortalama yaş ve çap değeri en düşük olan Çzab3 meşçereleri için humus miktarı en az belirlenmiş olmakla birlikte, yaş ve çap değerlerindeki artışa da bağlı olarak humus miktarında da bir artış olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, toplam ölü örtü ve humus miktarının ortalama değeri genç yaştaki Çzab3 meşçerelerinde en az miktar belirlenmiş olup, Çzb3 meşçereleri için artış gösteren, Çzbc3 meşçerelerinde ise yaklaşık olarak iki katından fazla miktarda bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Antalya ili, Düzlerçamı, Bük ve Korkuteli bölgelerindeki saf kızılçamın meşçerelerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, ölü örtü miktarı 6,06-13,16 ton/ha, humus miktarı 0,62-32,69 ton/ha, toplam ölü örtü ve humus miktarını ise 7,22-43,43 ton/ha arasında tespit edilmiştir (Çepel ve Tekerek, 1980). Bu çalışma kapsamında Çzbc3 meşçerelerinde tespit edilen ölü örtü miktarı, Çepel ve Tekerek (1980) tarafından yapılan çalışmalarındaki ölü örtü miktarından fazla bir değerde tespit edilmiş olup, toplam ölü örtü ve humus miktarı bakımından ise altında bir değerde kaldığı görülmüştür. Baysal vd., (2015) tarafından Antalya ili, Serik ilçesi kızılçam ormanlık alanlarında farklı kapalılık ve gelişim çağlarındaki saf kızılçam meşçerelerinde tespit edilen toplam ölü örtü ve humus yanıcı madde miktarı 0,3-34,27 ton/ha arasında bulunmuştur. Bu çalışma sonuçlarından elde edilen ortalama 16,13 ton/ha değeri ile karşılaştırıldığında yaşlı ve çok yaşlı kızılçam meşçelerinin de dikkate alındığı araştırmalarından elde edilen miktarlara yakın bir değerde olduğu anlaşılmaktadır. Küçük vd., (2007) tarafından orta yaşlı Çkc3 ve normal kapalılıktaki saf karaçam meşçelerinde 12,7-24,5 ton/ha olarak belirlenen toplam ölü örtü ve humus miktarı, üç farklı meşçere tipi için ortalama değer olarak belirlenen ve 16,13 ton/ha ile kıyaslandığında, bu çalışma kapsamında belirlenen toplam ölü örtü ve humus değerinin altında kalmaktadır.

Çalışmanın yürütüldüğü Bolu civarındaki göknar kayın meşçerelerinde ortalama 42,93 ton/ha, göknar çam meşçerelerinde 46,92 ton/ha, göknar kayın çam meşçerelerinde ise 33,85 ton/ha ölü örtü miktarı ölçülmüştür (Arol, 1959). Bolu Aladağlar'daki sarıçam meşçerelerinde ölçülen ölü örtü ağırlık miktarları ise 4,440 ton/ha ile 14,23 ton/ha arasında değişmektedir (Arol, 1959). Çalışma kapsamında en fazla miktarda ölü örtünün tespit edildiği Çzbc3 meşçerelerindeki ölü örtü miktarı, göknar-kayın karışık ve göknar-

çam karışık meşcerelerinde tespit edilen ölü örtü miktarından az olmakla birlikte, farklı gelişim çağlarındaki kızılçam meşcereleri için belirlenen ortalama ölü örtü değerlerinin ise sarıçam için belirlenen en düşük ve en yüksek değerleri arasında kaldığı görülmektedir.



Çizelge 3.4. Yüzey yanıcı maddelerinden ölü örtü ve humus yanıcı madde miktarlarının meşcere gelişim çağlarına göre ölçüm verileri.

Meşcere tipi	Örnek Adedi	Tanımlayıcı istatistikler	Humus (kg/m ²)	İbre (kg/m ²)	Çok ince dallar (0-3mm) (kg/m ²)	İnce dallar (3-6 mm) (kg/m ²)	Orta kalın dallar (6-10 mm) (kg/m ²)	Kalın dallar (10-25 mm) (kg/m ²)	Çok kalın dallar (> 25 mm) (kg/m ²)	Kozalak ve kabuk (kg/m ²)	Toplam ölü örtü (kg/m ²)	Toplam ölü örtü ve humus (kg/m ²)	Ölü örtü kalınlığı (cm)
Çzab3	15	En düşük	0,14	0,68	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,81	1,17	1,68
		En yüksek	0,87	0,84	0,05	0,07	0,09	0,01	0,00	0,06	1,08	1,77	3,04
		Ortalama	0,51	0,76	0,03	0,03	0,04	0,00	0,00	0,04	0,90	1,41	2,4
		S. Sapma	0,27	0,06	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01	0,10	0,22	0,48
Çzb3	15	En düşük	0,33	0,57	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,73	1,14	2,82
		En yüksek	2,10	0,91	0,04	0,07	0,02	0,02	0,00	0,08	1,03	2,98	3,17
		Ortalama	1,11	0,74	0,03	0,06	0,01	0,01	0,00	0,05	0,89	2,00	2,97
		S. Sapma	0,69	0,13	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,11	0,75	0,13
Çzbc3	15	En düşük	1,79	0,67	0,05	0,05	0,06	0,03	0,00	0,03	0,90	1,99	2,92
		En yüksek	2,19	1,10	0,07	0,19	0,16	0,08	0,11	0,19	1,74	3,53	5,12
		Ortalama	1,94	0,87	0,06	0,12	0,10	0,05	0,04	0,09	1,33	3,12	3,62
		S. Sapma	0,13	0,18	0,01	0,04	0,04	0,02	0,05	0,06	0,28	0,57	0,77

3.3. TEK AĞAÇ ÖLÇÜMLERİNE AİT BULGULAR

3.3.1. Çzab3 Meşçerelerindeki Ağaçlarda Cansız ve Canlı Yanıcı Madde Miktarı

Çzab3 gelişim çağında toplamda 14 adet ağaç üzerinde çalışılmıştır. Örneklenen ağaçların alındığı örnekleme alanları ile bu örnekleme alanlarına ve ağaçlara ilişkin özellikler Çizelge 3.5'te verilmiştir. Çzab3 gelişim çağı örnekleme alanlarından seçilen 14 ağaç için en düşük 13 en yüksek 23 yaş değerleri ölçülmüş olup, ortalama yaş olarak ise 16,3 bulunmuştur. Zeminden 30 cm yükseklikteki $d_{0.30}$ çapı en düşük 8,1 cm ve en yüksek 15,6 cm ölçülmüş olup, ortalama çap olarak ise 11,3 cm bulunmuştur. Göğüs yüzeyindeki $d_{1.30}$ çapı en düşük 5,2 cm ve en yüksek 11,7 cm ölçülmüş olup, ortalama çap olarak ise 7,8 cm bulunmuştur. Canlı dalların başladığı yükseklikteki çap olan tepe altı yüksekliğindeki çap değeri için en düşük 4,6 cm, en yüksek 11,9 cm olup, ortalama ise 7,1 cm olarak ölçülmüştür.



Çizelge 3.5. Çzab3 meşcerelerinde cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi çalışmalarının gerçekleştirildiği ağaçlara ilişkin ortalama ölçüm verileri.

Örnek alan no	Ağaç no	Yaş	d _{0,30} çap (cm)	d _{1,30} çap (cm)	Boy (m)	Tepe altı yüksekliği (m)	Tepe boyu (m)	Tepe altı yüksekliğindeki çap (cm)	Tepe çapı (m)	Kabuk kalınlığı (cm)
6	22	23	12,80	9,10	6,70	3,40	3,30	6,60	1,90	3,60
7	12	14	8,60	6,60	5,50	2,02	3,48	5,80	1,65	1,90
7	22	12	8,13	5,20	4,25	1,93	2,32	4,60	1,65	1,70
7	23	13	8,90	5,80	4,10	1,52	2,58	6,00	1,90	2,00
7	24	13	8,60	5,20	3,86	1,83	2,03	5,00	1,35	2,40
7	26	13	12,50	7,80	5,60	1,55	4,05	7,50	2,25	1,60
7	34	14	11,90	8,30	4,28	1,80	2,48	7,78	2,15	2,50
7	39	14	8,60	5,30	3,95	1,13	2,82	5,50	1,75	1,60
9	3	18	13,50	11,10	7,25	2,35	4,90	8,63	2,84	3,10
9	15	17	12,60	8,80	4,60	1,10	3,50	9,20	2,75	2,70
9	17	19	15,10	10,00	6,50	3,10	3,40	7,90	2,76	2,60
9	27	20	12,50	8,70	6,50	2,35	4,15	7,90	2,30	2,60
9	31	19	15,60	11,70	5,70	1,10	4,60	11,90	2,84	2,70
9	34	19	8,10	6,10	4,90	2,32	2,58	4,60	1,65	2,20

Örneklenen ağaçlardaki ölçülen boylar için en düşük boy değeri 3,86 m ve en yüksek 7,25 m olarak ölçülmüş olup, ortalama ise 5,26 m olarak bulunmuştur. En düşük tepe altı yüksekliği 1,10 m ölçülmüş olup, en yüksek 3,40 m ve ortalama olarak ise 1,96 m olarak bulunmuştur. Tepe altı yüksekliği ile ağaç boyu arasındaki farkın karşılığı olarak hesaplanan tepe boyu ise en düşük 2,03 m ve en yüksek 4,90 m olarak bulunmuş olup, ortalama ise 3,30 m olarak belirlenmiştir. Tepe çapı için ölçülen en düşük değer 1,35 m ve en yüksek ise 2,84 m olup, ortalama ise 2,13 m olarak ölçülmüştür. Ağaçların orman zemininden 0,30 m yükseklikte ölçülen kabuk kalınlığı en düşük 1,60 cm, en yüksek 3,60 cm ve ortalama olarak ise yaklaşık 2,4 cm olarak ölçülmüştür.

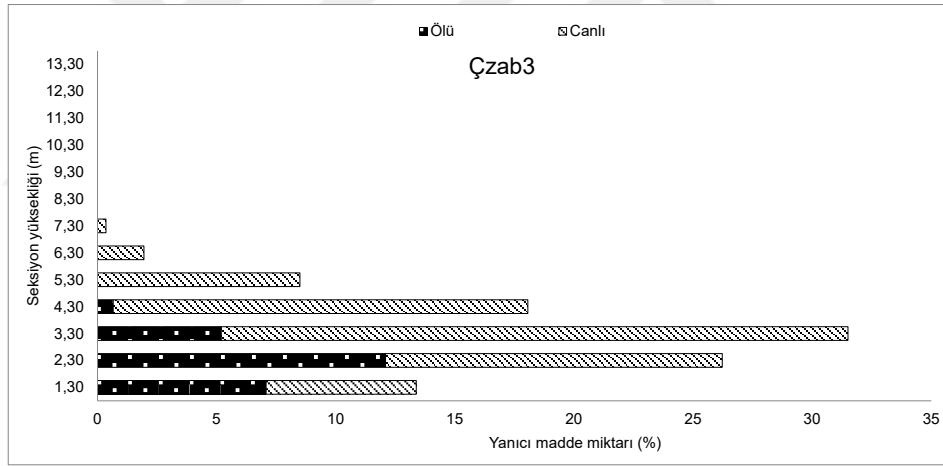
Çzab3 meşcerelerindeki ağaçlar üzerinde yapılan çalışmalarda, cansız yanıcı madde miktarı, canlı yanıcı madde miktarı ile bu yanıcı madde miktarlarının kilogram ağırlık birimi dikkate alınarak belirlenen tanımlayıcı bazı değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir. Ayrıca, örneklenen bu ağaçlar üzerindeki canlı yanıcı madde miktarı, canlı yanıcı madde miktarı ile bu yanıcı madde miktarlarının birer metrelik seksiyonlar için belirlenen ve kilogram cinsinden ağırlıkları esas alınarak hesaplanan yüzde değerleri Şekil 3.6'daki grafikte verilmiştir.

Çizelge 3.6. Çzab3 gelişim çağındaki örneklenen ağaçlarda cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarına ilişkin açıklayıcı istatistik veriler.

Yanıcı durumu	Ağaç adedi	Tanımlayıcı istatistikler	İbre (kg)	Çok ince dallar (0-3 mm) (kg)	İnce dallar (3-6 mm) (kg)	Orta kalın dallar (6-10 mm) (kg)	Kalın dallar (10-25 mm) (kg)	Çok kalın dallar (>25 mm) (kg)	Toplam yanıcı madde (kg)
Cansız	14	En düşük	0,01	0,19	0,22	0,17	0,11	0,00	0,77
		En yüksek	0,17	1,18	1,03	0,89	1,60	0,00	4,73
		Ortalama	0,04	0,40	0,41	0,38	0,39	0,00	1,63
		S. Sapma	0,04	0,25	0,23	0,19	0,37	0,00	1,02
Canlı	14	En düşük	0,58	0,17	0,28	0,20	0,21	0,00	1,53
		En yüksek	2,61	0,98	1,75	1,31	2,78	0,43	9,05
		Ortalama	1,44	0,46	0,79	0,57	1,30	0,04	4,59
		S. Sapma	0,65	0,28	0,47	0,34	0,91	0,11	2,64
Cansız + Canlı	14	En düşük	0,59	0,40	0,54	0,47	0,39	0,00	2,46
		En yüksek	2,62	1,68	2,02	1,59	3,26	0,43	10,50
		Ortalama	1,48	0,86	1,20	0,95	1,69	0,04	6,22

	S. Sapma	0,65	0,41	0,53	0,42	1,08	0,11	3,04
--	----------	------	------	------	------	------	------	------

Yaş olarak en genç meşcerelerin bulunduğu Çzab3 gelişim çağıında, ağaçlardaki en fazla canlı yanıcı madde miktarı ortalama 1,71 kg ile 2,30-3,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. En fazla cansız yanıcı madde miktarı ise ortalama 0,79 kg ile 1,30-2,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Toplam canlı ve cansız yanıcı madde miktarı en fazla ortalama 2,05 kg ile 2,30-3,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Ağaç üzerindeki toplam yanıcı maddenin %75'lik kısmını canlı yanıcılar oluşturmakta iken, cansız yanıcı maddeler ise %25'lik kısmını oluşturmaktadır. Ağaç üzerindeki cansız ve canlı ibreler, çok ince dallar ve ince dalların oluşturduğu aktif yanıcı maddelerin oranı, ağaç üzerindeki toplam yanıcı madde miktarının yaklaşık %54'lük kısmına karşılık gelmektedir. Ortalama 6 m boya sahip olan bu gelişim çağıındaki ağaçlarda bulunan toplam yanıcı maddenin %60,4'lük kısmının yerden 2,3 m seksiyonundan sonraki yükseklikte bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çzab3 meşcereleri için örneklenen ağaçlardaki ortalama ölü ve canlı yanıcı madde miktarının seksiyon yüksekliğine göre % değerlerini gösterir grafik.

3.3.2. Çzab3 Meşcerelerindeki Ağaçlarda Cansız ve Canlı Yanıcı Madde Miktarı

Çzab3 gelişim çağıındaki meşcerelerde toplamda 14 adet ağaç üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Örneklenen ağaçların alındığı örnekleme alanları ile bu örnekleme alanlarına ve ağaçlara ilişkin özellikler Çizelge 3.7'de verilmiştir. Çzab3 gelişim çağı örnekleme alanlarından seçilen 14 ağaç için en düşük 18 en yüksek 27 yaş değerleri ölçülmüş olup, ortalama yaş olarak ise 22,5 bulunmuştur. Zeminden 30 cm yükseklikteki $d_{0.30}$ çapı en düşük 7,5 cm ve en yüksek 25,0 cm ölçülmüş olup, ortalama çap olarak ise

17,3 cm bulunmuştur. Göğüs yüksekliği seviyesindeki $d_{1.30}$ çapı en düşük 5,0 cm ve en yüksek 19,6 cm ölçülmüş olup, ortalama çap olarak ise 13,7 cm bulunmuştur. Canlı dalların başladığı yükseklikteki çap olan tepe altı yüksekliğindeki çap değeri için en düşük 3,7 cm, en yüksek 13,8 cm olup, ortalama ise 10,3 cm olarak ölçülmüştür.

Örneklenen ağaçlardaki ölçülen boylar için en düşük boy değeri 5,6 m ve en yüksek 12,0 m olarak ölçülmüş olup, ortalama ise 8,6 m olarak bulunmuştur. En düşük tepe altı yüksekliği 2,13 m ölçülmüş olup, en yüksek 5,02 m ve ortalama olarak ise 3,21 m olarak bulunmuştur. Tepe altı yüksekliği ile ağaç boyu arasındaki farkın karşılığı olarak hesaplanan tepe boyu ise en düşük 2,65 m ve en yüksek 6,98 m olarak bulunmuş olup, ortalama ise 5,41 m olarak belirlenmiştir. Tepe çapı için ölçülen en düşük değer 1,75 m ve en yüksek ise 3,60 m olup, ortalama ise 2,85 m olarak ölçülmüştür. Ağaçların toprak seviyesinden 0,30 m yükseklikte ölçülen kabuk kalınlığı en düşük 2,70 cm, en yüksek 4,50 cm ve ortalama olarak ise yaklaşık 3,6 cm olarak ölçülmüştür.



Çizelge 3.7. Çzb3 meşcerelerinde cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi çalışmalarının gerçekleştirildiği ağaçlara ilişkin ortalama ölçüm verileri.

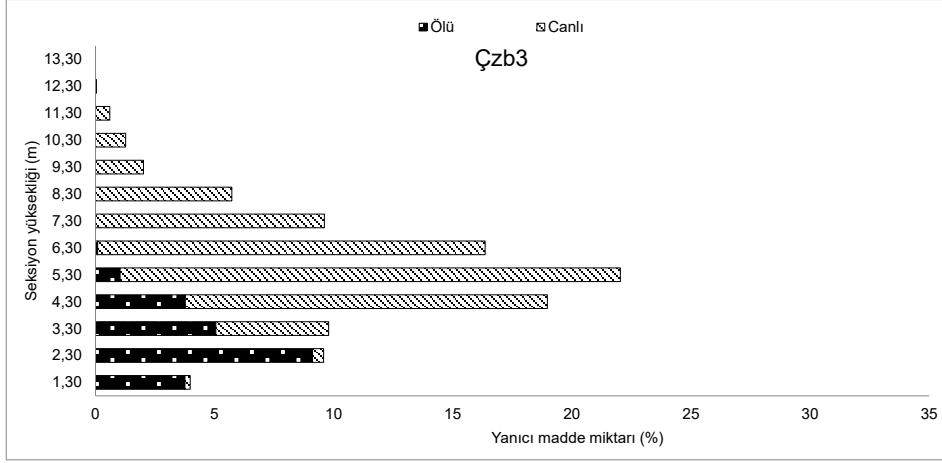
Örnek alan no	Ağaç no	Yaş	d _{0.30} çap (cm)	d _{1.30} çap (cm)	Boy (m)	Tepe altı yüksekliği (m)	Tepe boyu (m)	Tepe altı yüksekliğindeki çap (cm)	Tepe çapı (m)	Kabuk kalınlığı (cm)
3	9	22	20,70	16,00	8,20	2,34	5,86	13,70	2,55	3,50
3	14	21	17,40	14,25	7,40	2,40	5,00	13,72	2,55	3,80
3	23	24	17,90	14,20	9,40	3,32	6,08	11,52	2,66	3,60
3	39	23	19,40	15,60	9,10	2,13	6,97	13,10	3,56	3,50
4	4	20	7,50	5,00	6,75	3,55	3,20	3,70	2,47	2,70
4	12	23	11,50	8,10	6,10	2,78	3,32	6,05	1,83	3,50
4	14	24	25,00	19,60	9,60	3,70	5,90	9,60	3,45	4,00
4	16	23	13,20	9,80	8,80	3,32	5,48	7,21	2,36	3,10
4	21	22	18,30	14,60	9,30	3,46	5,84	10,70	3,44	3,40
4	31	24	15,50	13,30	10,50	4,40	6,10	9,70	2,76	3,50
4	37	18	10,30	7,40	5,60	2,95	2,65	5,40	1,75	3,10
5	7	20	21,00	17,10	8,80	2,85	5,95	13,80	3,45	3,90
5	15	27	21,90	18,60	12,00	5,02	6,98	12,10	3,60	4,50
5	38	24	22,20	18,10	9,20	2,75	6,45	13,70	3,41	4,20

Çzb3 meşcerelerindeki ağaçlar üzerinde yapılan çalışmalarda, cansız yanıcı madde miktarı, canlı yanıcı madde miktarı ile cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının kilogram ağırlık birimi dikkate alınarak belirlenen tanımlayıcı bazı değerleri Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Çzb3 gelişim çağındaki örneklenen ağaçlarda cansız yanıcı madde miktarlarına ilişkin açıklayıcı istatistik veriler.

Yanıcı durumu	Ağaç adedi	Tanımlayıcı istatistikler	İbre (kg)	Çok ince dallar (0-3 mm) (kg)	İnce dallar (3-6 mm) (kg)	Orta kalın dallar (6-10 mm) (kg)	Kalın dallar (10-25 mm) (kg)	Çok kalın dallar (> 25 mm) (kg)	Toplam yanıcı madde (kg)
Cansız	14	En düşük	0,02	0,35	0,53	0,40	0,12	0,00	1,54
		En yüksek	0,22	1,78	2,87	1,87	5,17	1,83	13,56
		Ortalama	0,06	0,76	0,97	0,69	1,42	0,23	4,13
		S. Sapma	0,06	0,36	0,62	0,42	1,29	0,57	3,18
Canlı	14	En düşük	0,32	0,10	0,20	0,12	0,03	0,00	0,77
		En yüksek	8,21	1,38	3,87	2,71	6,78	4,79	23,29
		Ortalama	4,19	0,85	2,04	1,44	3,59	1,78	13,89
		S. Sapma	2,46	0,47	1,16	0,79	2,05	1,78	8,21
Cansız + Canlı	14	En düşük	0,35	0,45	0,73	0,63	0,15	0,00	2,31
		En yüksek	8,25	2,69	5,87	4,04	9,64	6,63	36,84
		Ortalama	4,24	1,61	3,01	2,13	5,01	2,00	18,01
		S. Sapma	2,47	0,64	1,49	1,02	2,85	2,11	10,12

Çzb3 gelişim çağında örneklenen ağaçlardaki en fazla canlı yanıcı madde miktarı ortalama 3,79 kg ile 4,30-5,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. En fazla cansız yanıcı madde miktarı ise ortalama 1,65 kg ile 1,30-2,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Toplam yanıcı madde miktarı en fazla ortalama 3,98 kg ile 4,30-5,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Bu gelişim çağındaki ağaçlar üzerinde bulunan toplam yanıcı maddenin yaklaşık %77’lik kısmını canlı yanıcılar oluşturmakta iken, cansız yanıcılar %23’lük kısmını oluşturmaktadır. Ağaç üzerindeki aktif yanıcı maddelerin oranı (ibre ve 6 mm’den küçük dallar), ağaç üzerindeki toplam yanıcı madde miktarının %49,1’lik kısmına karşılık gelmektedir. Ortalama 8,6 m boya sahip olan bu gelişim çağındaki ağaçlarda bulunan toplam yanıcı maddenin %86,4’lük kısmının yerden 2,3 m yükseklikte bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çzb3 meşçeleri için örneklenen ağaçlardaki ortalama ölü ve canlı yanıcı madde miktarının seksiyon yüksekliğine göre % değerlerini gösterir grafik.

3.3.3. Çzbc3 Meşçelerindeki Ağaçlarda Cansız ve Canlı Yanıcı Madde Miktarı

Çzbc3 gelişim çağıında toplamda 8 adet ağaç üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Örneklenen ağaçların alındığı örnekleme alanları ile bu örnekleme alanlarına ve ağaçlara ilişkin özellikler Çizelge 3.9'da verilmiştir. Çzbc3 gelişim çağı örnekleme alanlarından seçilen 8 ağaç için en düşük yaş 22 en yüksek 24 yaş değerleri ölçülmüş olup, ortalama yaş olarak ise 23,2 bulunmuştur. Zeminden 30 cm yükseklikteki $d_{0,30}$ çapı en düşük 12,3 cm ve en yüksek 23,1 cm ölçülmüş olup, ortalama çap olarak ise 17,2 cm bulunmuştur. Göğüs yüzeyindeki $d_{1,30}$ çapı en düşük 8,5 cm ve en yüksek 18,2 cm ölçülmüş olup, ortalama çap olarak ise 12,4 cm bulunmuştur. Canlı dalların başladığı yükseklikteki çap olan tepe altı yüksekliğindeki çap değeri için en düşük 3,9 cm, en yüksek 10,50 cm olup, ortalama ise 7,2 cm olarak ölçülmüştür.

Örneklenen ağaçlardaki en düşük boy değeri 8,1 m ve en yüksek 12,6 m olarak ölçülmüş olup, ortalama ise 10,8 metredir. En düşük tepe altı yüksekliği 4,60 m ölçülmüş olup, en yüksek 6,50 m ve ortalama olarak ise 5,53 m olarak bulunmuştur. Tepe altı yüksekliği ile ağaç boyu arasındaki farkın karşılığı olarak hesaplanan tepe boyu ise en düşük 3,1 m ve en yüksek 7,1 m olarak bulunmuş olup, ortalama ise yaklaşık 5,30 m olarak belirlenmiştir. Tepe çapı için ölçülen en düşük değer 1,7 m ve en yüksek ise 4,6 m olup, ortalama ise yaklaşık 3,1 m olarak ölçülmüştür. Ağaçların toprak seviyesi 0,30 m yükseklikte ölçülen kabuk kalınlığı en düşük 2,40 cm, en yüksek 3,40 cm ve ortalama olarak ise yaklaşık 2,8 cm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.9. Çzbc3 meşcerelerinde cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi çalışmalarının gerçekleştirildiği ağaçlara ilişkin ortalama ölçüm verileri.

Örnek alan no	Ağaç no	Yaş	d _{0.30} çap (cm)	d _{1.30} çap (cm)	Boy (m)	Tepe altı yüksekliği (m)	Tepe boyu (m)	Tepe altı yüksekliğindeki çap (cm)	Tepe çapı (m)	Kabuk kalınlığı (cm)
1	2	22	13,60	8,50	8,10	4,60	3,50	4,90	1,70	2,40
1	10	24	17,00	10,50	10,50	6,00	4,50	5,90	2,80	2,60
1	12	23	12,30	9,50	10,10	5,50	4,60	6,10	2,25	2,50
1	18	23	22,00	16,50	11,90	4,90	7,00	8,10	4,40	3,10
1	44	22	18,00	12,80	12,60	5,50	7,10	9,00	2,90	2,60
1	54	24	17,90	13,10	11,00	5,30	5,70	8,90	3,55	2,90
1	55	23	14,00	10,20	9,60	6,50	3,10	3,90	2,46	2,60
1	79	24	23,10	18,20	12,50	5,90	6,60	10,50	4,60	3,40

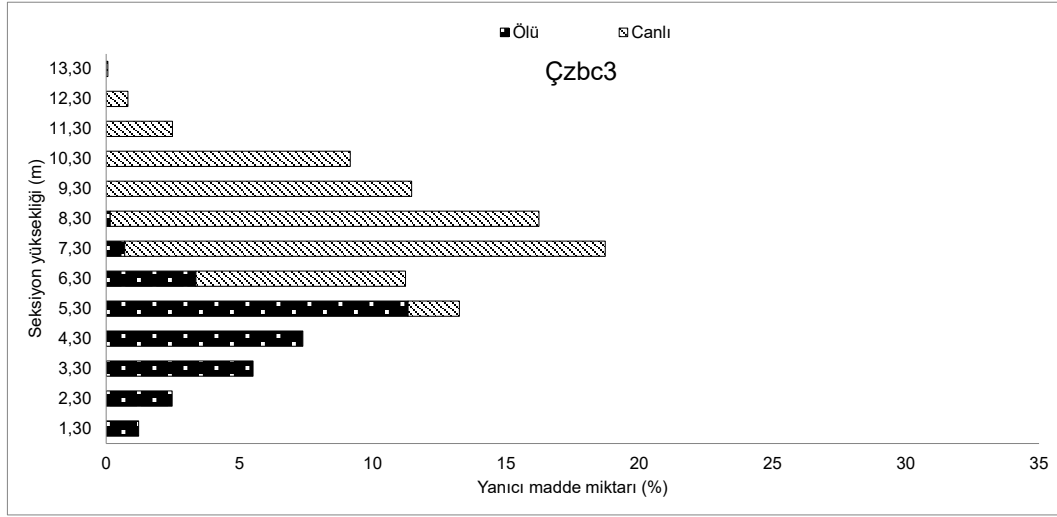
Çzbc3 meşcerelerindeki ağaçlar üzerinde yapılan çalışmalarda, cansız yanıcı madde miktarı, canlı yanıcı madde miktarı ile cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının kilogram ağırlık birimi dikkate alınarak belirlenen tanımlayıcı bazı değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir. Ayrıca, örneklenen bu ağaçlar üzerindeki cansız yanıcı madde miktarı, canlı yanıcı madde miktarı ile cansız ve canlı yanıcı madde miktarlarının birer metrelik seksiyonlar için belirlenen ve kilogram cinsinden ağırlıkları esas alınarak hesaplanan yüzde değerleri Şekil 3.6'daki grafikte verilmiştir.

Çizelge 3.10. Çzbc3 gelişim çağındaki örneklenen ağaçlarda ölü yanıcı madde miktarlarına ilişkin açıklayıcı istatistik veriler.

Yanıcı durumu	Ağaç adedi	Tanımlayıcı istatistikler	İbre (kg)	Çok ince dallar (0-3 mm) (kg)	İnce dallar (3-6 mm) (kg)	Orta kalın dallar (6-10 mm) (kg)	Kalın dallar (10-25 mm) (kg)	Çok kalın dallar (> 25 mm) (kg)	Toplam yanıcı madde (kg)
Cansız	8	En düşük	0,17	0,17	0,29	0,44	0,74	0,00	2,31
		En yüksek	0,75	0,80	1,13	0,81	4,23	0,34	7,36
		Ortalama	0,41	0,52	0,69	0,55	1,68	0,07	3,95
		S. Sapma	0,21	0,21	0,27	0,12	1,17	0,12	1,87
Canlı	8	En düşük	0,54	0,13	0,37	0,28	0,45	0,00	2,11
		En yüksek	4,43	1,03	2,43	1,56	6,14	1,51	18,29
		Ortalama	2,25	0,52	1,22	0,83	2,67	0,40	8,35
		S. Sapma	1,37	0,34	0,78	0,49	2,15	0,61	5,90
Cansız + Canlı	8	En düşük	0,72	0,30	0,66	0,73	1,19	0,00	4,43
		En yüksek	5,18	1,79	3,56	2,37	8,65	1,84	24,29
		Ortalama	2,66	1,04	1,92	1,39	4,34	0,48	12,31
		S. Sapma	1,57	0,54	1,03	0,59	3,10	0,69	7,59

Çzbc3 gelişim çağındaki ağaçlarda, en fazla canlı yanıcı madde miktarı ortalama 2,22 kg ile 6,30-7,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. En fazla cansız yanıcı madde miktarı ise ortalama 1,39 kg ile 4,30-5,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Toplam canlı ve cansız yanıcı madde miktarı en fazla ortalama 2,3 kg ile 6,30-7,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Ağaç üzerindeki toplam yanıcı maddenin yaklaşık %67,9'luk kısmını canlı yanıcılar oluşturmakta iken, cansız yanıcı maddeler ise %32,1'lik kısmını oluşturmaktadır. Ağaç üzerindeki aktif yanıcı maddelerin oranı, ağaç üzerindeki toplam yanıcı madde miktarının %45,6'lük kısmına karşılık gelmektedir. Ortalama 10,8 m boya sahip olan bu gelişim çağındaki ağaçlarda bulunan toplam yanıcı maddenin %70,2'lik kısmının yerden

5,3 m yükseklikte bulunduğu tespit edilmiştir.



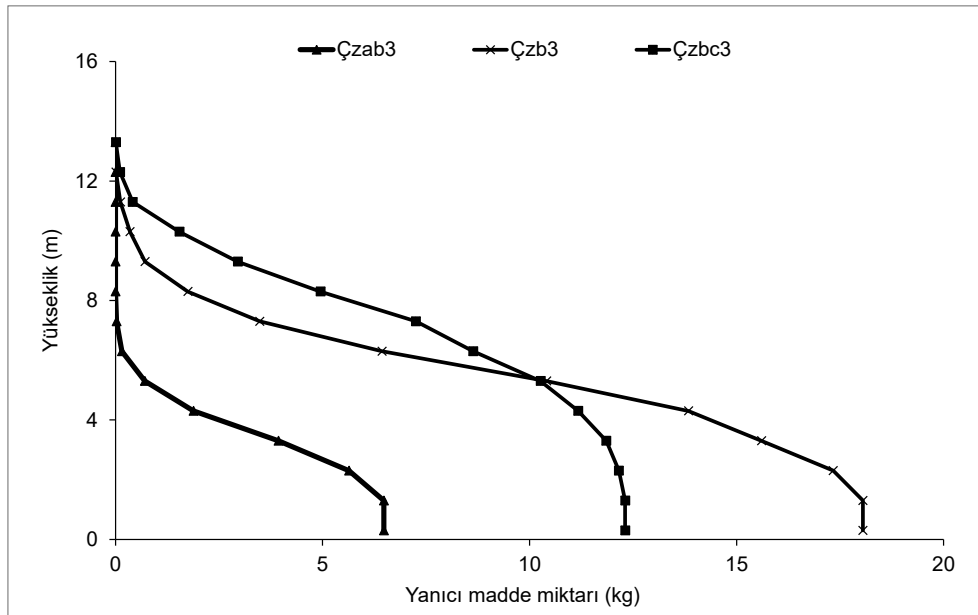
Şekil 3.6. Çzbc3 meşçeleri için örneklenen ağaçlardaki ortalama ölü ve canlı yanıcı madde miktarının seksiyon yüksekliğine göre % değerlerini gösterir grafik.

Arazide üç farklı meşcere tipinde yürütülen çalışmalar ve bu meşcere tiplerindeki ağaçlar üzerinde gerçekleştirilen yanıcı madde miktarının tespitine yönelik araştırmalar kapsamında, Çzab3, Çzb3 ve Çzbc3 meşçerelerinde hesaplanan meşcere tepe tabakası yanıcı madde ağırlıkları (Cruz vd., 2003) aktif yanıcılar dikkate alındığında (Mitsopoulos ve Dimitrakopoulos, 2007) 0,71 kg/m², 1,67 kg/m² ve 0,95 kg/m² olarak belirlenmiş olup, bu meşçereler için hesaplanan tepe tabakası yanıcı madde yoğunluğu değerleri ise sırasıyla 0,19 kg/m³, 0,32 kg/m³ ve 0,17 kg/m³ olarak belirlenmiştir.

Ülkemizde kızılçam türü üzerine yapılmış çalışmalarda bulunan meşcere tepe tabakası yanıcı madde yoğunluğu değerleri ile araştırma kapsamında bulunan değerler oldukça yakın bir benzerlik göstermektedir (Küçük ve Bilgili, 2008). Benzer şekilde, genç karaçam meşçerelerinde gerçekleştirilmiş çalışmalar kapsamında elde edilen meşcere tepe tabakası yanıcı madde yoğunluğu için bulunan değer aralıklarındadır (Küçük vd., 2007). Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) için yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ise meşcere tepe tabakası yanıcı madde ağırlığı için bulunan değerler aralığına düşmektedir. Tepe tabakası yanıcı madde yoğunluğu için Çzab3 ve Çzbc3 meşçerelerindeki değerler ilgili çalışmada bulunan değerler aralığına düşmekte iken (Mitsopoulos ve Dimitrakopoulos, 2007), Çzb3 meşçeresi için bu çalışma kapsamında elde edilmiş bulunan tepe tabakası yanıcı madde yoğunluğu değeri ise ilgili çalışmada bulunan

değerler aralığından yüksek bir değerde olduğu görülmüştür (Mitsopoulos ve Dimitrakopoulos, 2007).

Her üç meşcere tipi için, en fazla canlı yanıcı madde miktarı ortalama 2,22 kg ile 6,30-7,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. En fazla cansız yanıcı madde miktarı ise ortalama 1,39 kg ile 4,30-5,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Toplam canlı ve cansız yanıcı madde miktarı en fazla ortalama 2,3 kg ile 6,30-7,30 m seksiyonunda tespit edilmiştir. Ağaç üzerindeki toplam yanıcı maddenin yaklaşık %68'lik bölümünü canlı yanıcılar oluşturmakta iken, cansız yanıcı maddeler ise yaklaşık %32'lik bölümünü oluşturmaktadır. Ağaç üzerindeki cansız ve canlı ibreler, çok ince dallar ve ince dalların oluşturduğu aktif yanıcı maddelerin oranı, ağaç üzerindeki toplam yanıcı madde miktarının %45,6'lük kısmına karşılık gelmektedir. Ortalama yaklaşık 10,8 m boya sahip olan bu gelişim çağındaki ağaçlarda bulunan toplam yanıcı maddenin yaklaşık %70'lik kısmının yerden 5,3 m yükseklikte bulunduğu tespit edilmiştir. Meşcere tipleri için orman zemininden yüksekliğe bağlı olarak yanıcı madde miktarındaki değişimi gösterir grafik aşağıda Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Üç farklı meşcere tipindeki toplam yanıcı madde miktarının ağaç boyundaki 1 metrelik seksiyonlara göre değişimlerini gösterir grafikleri.

Arazide üç farklı meşcere tipinden alınan örnekleme alanlarının 7 tanesinde yürütülen ve toplamda 36 ağaç üzerinde gerçekleştirilen yanıcı madde miktarının belirlenmesi çalışmaları neticesinde, meşcere tipleri için canlı ve cansız yanıcı maddelerden ibre ve

dal yanıcı madde miktarının % olarak değerleri ile ağaçların üzerinde bulunan canlı ve cansız ibre ve dallar için fırın kurusu yanıcı madde miktarı değerleri aşağıdaki çizelgede ayrıca verilmiştir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Üç farklı gelişim çağından örneklenen ağaçlar üzerindeki canlı ve cansız yanıcı madde miktarının toplam yanıcı madde miktarı içindeki yüzdesel dağılımları.

Meşcere	Yanıcı durumu	İbre (%)	Çok ince dallar (0-3 mm) (%)	İnce dallar (3-6 mm) (%)	Orta kalın dallar (6-10 mm) (%)	Kalın dallar (10-25 mm) (%)	Çok kalın dallar (> 25 mm) (%)	Ortalama toplam yanıcı madde (kg)
Çzab3	Cansız	0,8	7,1	7,5	6,8	6,2	0,0	1,63
	Canlı	23,8	7,2	12,3	9,0	18,9	0,4	4,59
	Cansız + Canlı	24,6	14,3	19,8	15,8	25,1	0,4	6,22
Çzb3	Cansız	0,5	5,9	7,5	5,6	7,8	0,7	4,13
	Canlı	22,5	4,7	11,0	8,0	18,6	7,2	13,89
	Cansız + Canlı	23,0	10,6	18,5	13,6	26,4	7,9	18,02
Çzbc3	Cansız	3,7	5,1	7,1	6,2	14,7	0,7	3,93
	Canlı	18,9	4,3	10,4	7,2	19,7	2,0	7,89
	Cansız + Canlı	22,6	9,4	17,5	13,4	34,4	2,7	11,82

3.4. YANICI MADDE MODELLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

3.4.1. Ağaç Üzerindeki Canlı, Cansız ve Toplam Yanıcı Madde Miktarlarının Belirlenmesine Yönelik Geliştirilen Modeller

Çalışmaların yürütüldüğü farklı meşcere tiplerinden örneklenen ağaçlara yönelik olarak, canlı, cansız, canlı ve cansız ibreler, dallar, aktif yanıcılar ve toplam yanıcı madde değerleri üzerinde korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Korelasyon analizleri sonucunda arazide ölçülen bazı ağaç özellikleri ile ağaçlar üzerindeki fırın kurusu yanıcı maddelerin arasında en az %5 güven düzeyinde anlamlı ilişkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Yapılan korelasyon analizleri sonucunda, ağaç özellikleri ile canlı (Çizelge 3.12), cansız (Çizelge 3.13) ve toplam yanıcı madde miktarı (Çizelge 3.14) arasındaki ilişkileri gösterir korelasyon matrisleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Korelasyon analizleri sonucunda ağaç üzerindeki canlı yanıcı maddelerden ibre ve dal miktarının tepe altı yüksekliği ile bir ilişkisinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 3.12). Cansız ibre ve dal yanıcı maddeleri için yapılan korelasyon analizinde ise ağaç özellikleri ile cansız aktif, cansız dallar ve toplam cansız yanıcı madde miktarı arasında pozitif yönde oldukça kuvvetli ilişkilerinin olduğu görülmektedir (Çizelge 3.13). Ağaç üzerindeki toplam yanıcı madde miktarının ağaç özellikleri ile olan ilişkilerine yönelik yapılan korelasyon analizinde ise, tepe altı yüksekliği hariç, ağaç özelliklerinin tamamının toplam yanıcı madde miktarı ile aralarında pozitif yönde oldukça kuvvetli ilişkilerinin olduğu görülmektedir (Çizelge 3.14).

Çizelge 3.12. Ağaç özellikleri ile ağaç üzerindeki canlı yanıcı madde miktarları arasındaki ilişkiyi gösterir korelasyon matrisi.

	yaş	dipçap	çap	boy	tay	tboy	tçap	kk	tayçap	canlı ibre	canlı cokince	canlı ince	canlı orta	canlı kalın	canlı cokkalın	canlı aktif	canlı dallar	tcanlı ymm
yaş	1																	
dipçap	,649**	1																
çap	,635**	,981**	1															
boy	,892**	,796**	,804**	1														
tay	,855**	,457**	,448**	,835**	1													
tboyu	,636**	,872**	,899**	,861**	,453**	1												
tçapı	,583**	,857**	,859**	,759**	,416*	,850**	1											
kk	,549**	,732**	,791**	,626**	,419*	,652**	,609**	1										
tayçap	,201	,797**	,831**	,440**	-,042	,772**	,691**	,650**	1									
canlıibre	,376*	,895**	,919**	,589**	,179	,808**	,776**	,745**	,897**	1								
canlıcokince	,245	,818**	,835**	,441**	,027	,688**	,764**	,628**	,878**	,907**	1							
canlıince	,427**	,913**	,924**	,611**	,174	,837**	,805**	,725**	,896**	,956**	,920**	1						
canlıorta	,399*	,899**	,922**	,597**	,171	,821**	,792**	,731**	,895**	,973**	,915**	,974**	1					
canlıkalın	,391*	,854**	,874**	,576**	,153	,812**	,719**	,584**	,887**	,916**	,854**	,918**	,925**	1				
canlıcokkalın	,526*	,886**	,894**	,619**	,381	,773**	,470	,679**	,549*	,875**	,613**	,807**	,785**	,752**	1			
canlıaktif	,383*	,908**	,927**	,587**	,161	,815**	,797**	,738**	,910**	,992**	,938**	,982**	,983**	,924**	,859**	1		
canlıdallar	,412*	,915**	,936**	,620**	,175	,858**	,811**	,700**	,923**	,975**	,923**	,984**	,983**	,958**	,890**	,988**	1	
tcanlıymm	,404*	,914**	,937**	,614**	,178	,847**	,805**	,720**	,920**	,988**	,922**	,981**	,986**	,950**	,895**	,995**	,997**	1

yas: d_{1,30}'daki ağaç yaşı; dipçap: d_{0,30}'daki ağaç çapı; çap: d_{1,30}'daki ağaç çapı; boy: ağaç boyu; tay: tepe altı yüksekliği; tboy: tepe boyu; tcap: tepe çapı; kk: kabuk kalınlığı; taycap: tepe altı yüksekliğindeki gövde çapı; canlibre: canlı ibre; canlıcokince: canlı çok ince dallar (0-3 mm); canlıince: canlı ince dallar (3-6 mm); canlıorta: canlı orta dallar (6-10 mm); canlıkalın: canlı kalın dallar (10-25 mm); canlıcokkalın: canlı çok kalın dallar (3-6 mm); canliaktif: canlı ibre+canlı çok ince dallar (0-3 mm)+canlı ince dallar (3-6 mm); canlıdallar: canlı dallar; canliymm: toplam canlı yanıcı madde miktarı
 ** 0,01 güven düzeyinde anlamlı; * 0,05 güven düzeyinde anlamlı.

Çizelge 3.13. Ağaç özellikleri ile ağaç üzerindeki cansız yanıcı madde miktarları arasındaki ilişkiyi gösterir korelasyon matrisi.

	yas	dipçap	çap	boy	tay	tboy	tcapı	kk	taycap	cansız ibre	cansız cokince	cansız ince	cansız orta	cansız kalın	cansız cokkalın	cansız aktif	cansız dallar	tcansız ymm
yaş	1																	
dipçap	,649**	1																
çap	,635**	,981**	1															
Boy	,892**	,796**	,804**	1														
Tay	,855**	,457**	,448**	,835**	1													
tboyu	,636**	,872**	,899**	,861**	,453**	1												
tcapı	,583**	,857**	,859**	,759**	,416*	,850**	1											
kk	,549**	,732**	,791**	,626**	,419*	,652**	,609**	1										
taycap	,201	,797**	,831**	,440**	-,042	,772**	,691**	,650**	1									
cansızibre	,784**	,312	,283	,635**	,746**	,329	,326	,089	-,139	1								
cansızcokince	,472**	,671**	,699**	,628**	,475**	,624**	,604**	,698**	,477**	,210	1							
cansızince	,598**	,678**	,700**	,714**	,619**	,627**	,591**	,732**	,386*	,307	,929**	1						
cansızorta	,637**	,625**	,659**	,723**	,624**	,631**	,583**	,691**	,346*	,345	,842**	,891**	1					
cansızkalın	,747**	,886**	,878**	,832**	,632**	,782**	,766**	,668**	,577**	,494**	,785**	,795**	,780**	1				
cansızcokkalın	-,466	,635	,689	,200	-,067	,348	,566	,727	,427	-,281	,753	,865*	,920**	,808*	1			
cansızaktif	,682**	,718**	,735**	,783**	,689**	,673**	,648**	,704**	,393*	,462**	,946**	,970**	,903**	,866**	,817*	1		

cansızdallar	,700**	,797**	,813**	,815**	,661**	,745**	,715**	,727**	,487**	,430*	,909**	,940**	,923**	,935**	,887**	,972**	1	
tcansızymm	,732**	,797**	,810**	,833**	,692**	,744**	,719**	,713**	,467**	,487**	,893**	,928**	,917**	,942**	,875**	,972**	,998**	1

yas: d_{1,30}'daki ağaç yaşı; dipcap: d_{0,30}'daki ağaç çapı; cap: d_{1,30}'daki ağaç çapı; boy: ağaç boyu; tay: tepe altı yüksekliği; tboy: tepe boyu; tcap: tepe çapı; kk: kabuk kalınlığı; taycap: tepe altı yüksekliğindeki gövde çapı; cansızibre: cansız ibre; cansızcokince: cansız çok ince dallar (0-3 mm); cansızince: cansız ince dallar (3-6 mm); cansızorta: cansız orta dallar (6-10 mm); cansızkalın: cansız kalın dallar (10-25 mm); cansızcokkalın: cansız çok kalın dallar (3-6 mm); cansızaktif: cansız ibre+cansız çok ince dallar (0-3 mm)+cansız ince dallar (3-6 mm); cansızdallar: cansız dallar; tcansızymm: toplam cansız yanıcı madde miktarı
** 0,01 güven düzeyinde anlamlı; * 0,05 güven düzeyinde anlamlı.

Çizelge 3.14. Ağaç özellikleri ile ağaç üzerindeki canlı ve cansız yanıcı madde miktarları arasındaki ilişkiyi gösterir korelasyon matrisi.

	yas	dipcap	cap	boy	tay	tboy	tcap	kk	taycap	tibre	tcokince	tince	torta	tkalın	tcokkalın	taktif	tdallar	tymm
yaş	1																	
dipçap	,649**	1																
cap	,635**	,981**	1															
Boy	,892**	,796**	,804**	1														
Tay	,855**	,457**	,448**	,835**	1													
tboyu	,636**	,872**	,899**	,861**	,453**	1												
tcapı	,583**	,857**	,859**	,759**	,416*	,850**	1											
kk	,549**	,732**	,791**	,626**	,419*	,652**	,609**	1										
tayçap	,201	,797**	,831**	,440**	-,042	,772**	,691**	,650**	1									
tibre	,450**	,920**	,941**	,641**	,245	,829**	,798**	,751**	,879**	1								
tcokince	,374*	,850**	,879**	,575**	,224	,743**	,788**	,761**	,811**	,894**	1							
tince	,512**	,921**	,939**	,692**	,315	,847**	,823**	,816**	,825**	,937**	,932**	1						
torta	,533**	,912**	,945**	,716**	,341*	,865**	,837**	,834**	,825**	,932**	,904**	,968**	1					
tkalın	,546**	,934**	,948**	,715**	,324	,876**	,814**	,667**	,852**	,940**	,861**	,906**	,910**	1				
tcokkalın	,239	,908**	,921**	,563*	,207	,817**	,618**	,762**	,642**	,878**	,663**	,820**	,839**	,794**	1			

taktif	,476**	,931**	,953**	,669**	,278	,845**	,830**	,799**	,868**	,982**	,947**	,983**	,965**	,934**	,853**	1		
tdallar	,536**	,951**	,974**	,730**	,335*	,894**	,860**	,785**	,865**	,965**	,926**	,977**	,979**	,960**	,880**	,988**	1	
tymm	,520**	,950**	,972**	,715**	,317	,885**	,851**	,783**	,873**	,979**	,924**	,975**	,975**	,960**	,887**	,992**	,998**	1

yas: d_{1,30}'daki ağaç yaşı; dipcap: d_{0,30}'daki ağaç çapı; cap: d_{1,30}'daki ağaç çapı; boy: ağaç boyu; tay: tepe altı yüksekliği; tboy: tepe boyu; tcap: tepe çapı; kk: kabuk kalınlığı; taycap: tepe altı yüksekliğindeki gövde çapı; fibre: toplam ibre; tcokince: toplam çok ince dallar (0-3 mm); tince: toplam ince dallar (3-6 mm); torta: toplam ince dallar (6-10 mm); tkalin: toplam kalın dallar (10-25 mm); tcokkalin: toplam çok kalın dallar (3-6 mm); taktif: toplam ibre+toplam çok ince dallar (0-3 mm)+toplam ince dallar (3-6 mm); tdallar: toplam dallar; tymm: toplam yanıcı madde miktarı

** 0,01 güven düzeyinde anlamlı; * 0,05 güven düzeyinde anlamlı.

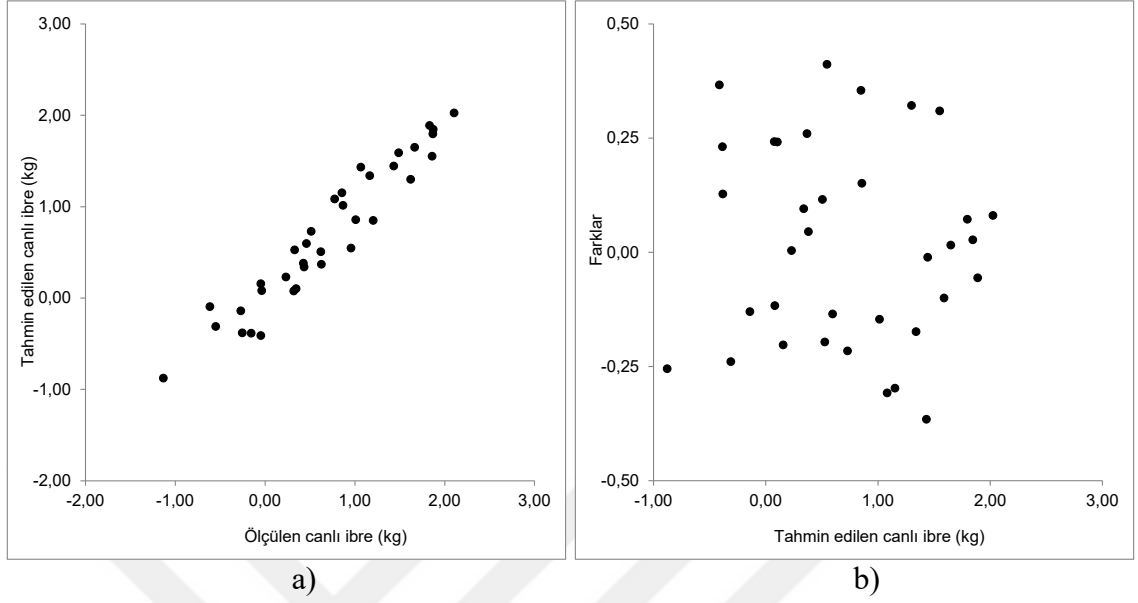
Ağaçlar üzerindeki canlı, cansız, toplam yanıcı madde miktarının tahmin edilebilmesinde yararlanılacak modellerin geliştirilmesi için regresyon analizleri yapılmıştır. Analizlerde ağaçların arazide ölçülen değerleri bağımsız değişken ve laboratuvar ortamında belirlenen fırın kurusu yanıcı madde miktarları bağımlı değişken olarak alınmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler üzerinde logaritmik dönüşümler yapılmıştır. Regresyon analizleri sonucunda ağaç üzerindeki canlı, cansız ve toplam yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yönelik geliştirilen modeller aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.15).

Çizelge 3.15. Canlı ve cansız yanıcı madde ile toplam yanıcı madde miktarını tahmin etmeye yönelik geliştirilen modeller ve bu modellere ait belirtme katsayısı (R^2) ile standart hata (S.H.) değerleri.

Model no	Modeller	R^2	S.H.
1a	$lncanlı_{ibre} = -3,534 + (1,812 \times d_{1.30})$	0,840	$\pm 0,323$
1b	$lncanlı_{ibre} = -1,693 + (2,249 \times d_{1.30}) + (-0,936 \times yas)$	0,912	$\pm 0,239$
1c	$lncanlı_{dallar} = -3,728 + (2,216 \times d_{1.30})$	0,873	$\pm 0,345$
1d	$lncanlı_{dallar} = -3,850 + (2,540 \times d_{1.30}) + (-0,595 \times tay)$	0,949	$\pm 0,220$
1e	$lncanlı_{aktif} = -2,919 + (1,794 \times d_{1.30})$	0,856	$\pm 0,300$
1f	$lncanlı_{aktif} = -3,0,23 + (2,069 \times d_{1.30}) + (-0,506 \times tay)$	0,937	$\pm 0,198$
1g	$lncanlı_{hepsi} = -3,012 + (2,079 \times d_{1.30})$	0,874	$\pm 0,323$
1h	$lncanlı_{hepsi} = -3,126 + (2,379 \times d_{1.30}) + (-0,553 \times tay)$	0,947	$\pm 0,208$
2a	$lncansız_{ibre} = -11,938 + (3,007 \times yas)$	0,602	$\pm 0,722$
2b	$lncansız_{ibre} = -12,234 + (3,699 \times yas) + (-1,718 \times kk)$	0,704	$\pm 0,623$
2c	$lncansız_{dallar} = -2,107 + (1,491 \times boy)$	0,654	$\pm 0,386$
2d	$lncansız_{dallar} = -2,214 + (1,083 \times boy) + (0,883 \times kk)$	0,726	$\pm 0,344$
2e	$lncansız_{aktif} = -2,274 + (1,227 \times boy)$	0,602	$\pm 0,355$
2f	$lncansız_{aktif} = -2,365 + (0,882 \times boy) + (0,745 \times kk)$	0,669	$\pm 0,323$
2g	$lncansız_{hepsi} = -2,170 + (1,542 \times boy)$	0,685	$\pm 0,373$
2h	$lncansız_{hepsi} = -2,265 + (1,178 \times boy) + (0,788 \times kk)$	0,739	$\pm 0,339$
3a	$lntoplaml_{ibre} = -3,449 + (1,802 \times d_{1.30})$	0,882	$\pm 0,270$
3b	$lntoplaml_{ibre} = -3,520 + (1,991 \times d_{1.30}) + (-0,347 \times tay)$	0,919	$\pm 0,233$
3c	$lntoplaml_{dallar} = -2,379 + (1,855 \times d_{1.30})$	0,946	$\pm 0,181$
3d	$lntoplaml_{dallar} = -2,420 + (1,963 \times d_{1.30}) + (-0,199 \times tay)$	0,958	$\pm 0,159$
3e	$lntoplaml_{aktif} = -2,078 + (1,573 \times d_{1.30})$	0,906	$\pm 0,207$
3f	$lntoplaml_{aktif} = -1,111 + (1,803 \times d_{1.30}) + (-0,491 \times yas)$	0,934	$\pm 0,174$
3g	$lntoplaml_{aktif} = -1,004 + (1,622 \times d_{1.30}) + (-0,517 \times yas) + (0,375 \times kk)$	0,940	$\pm 0,165$
3h	$lntoplaml_{hepsi} = -2,073 + (1,839 \times d_{1.30})$	0,943	$\pm 0,185$
3i	$lntoplaml_{hepsi} = -2,121 + (1,964 \times d_{1.30}) + (-0,230 \times tay)$	0,960	$\pm 0,155$

Ağaç üzerindeki canlı ibre yanıcı madde miktarının tahmin edilmesine yönelik yapılan regresyon analizlerine göre geliştirilen modellerde $d_{1.30}$ çapı ve ağaç yaşı bağımsız değişkenleri dikkate alınarak geliştirilen model (model 1b) canlı ibre yanıcı madde miktarını en iyi şekilde açıklayabilmektedir ($R^2=0,912$; $p<0,01$). Canlı ibre miktarının ölçülen değeri ile $d_{1.30}$ çapı ve ağaç yaşına bağlı olarak hesaplanan miktarı arasındaki

logaritmik ilişki ve bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikler aşağıda verilmiştir (Şekil 3.8).

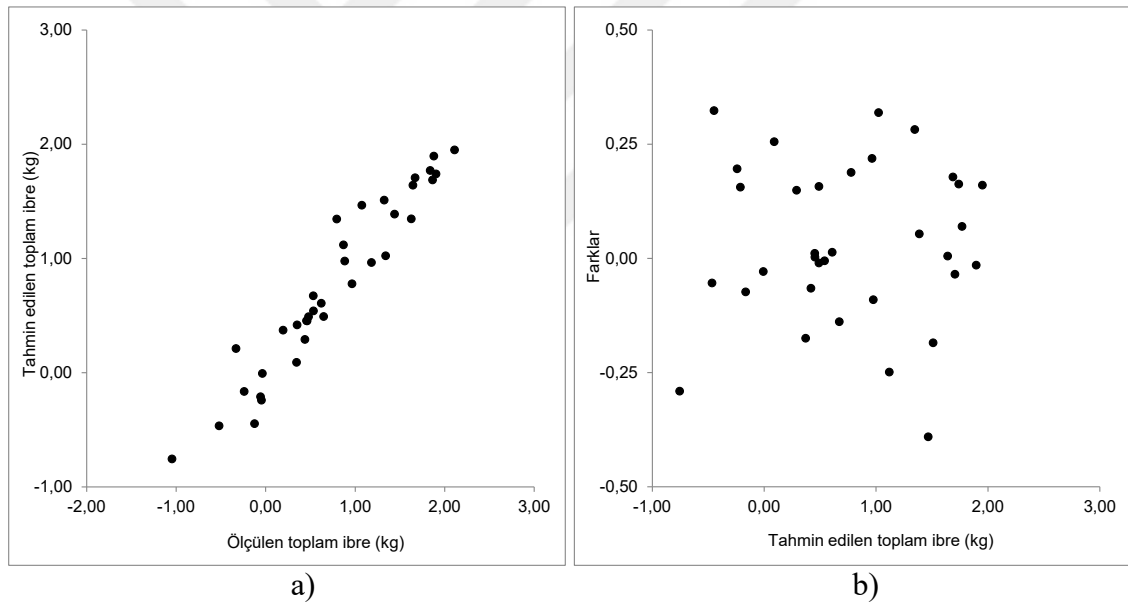


Şekil 3.8. a) Ölçülen canlı ibre miktarının $d_{1.30}$ çapı ve ağaç yaşı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişkiyi b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.

Ülkemizde kızılçamda canlı ibre miktarının tahminine yönelik olarak biyokütle çalışmaları kapsamında Durkaya ve arkadaşları (2009) tarafından Adana ilinde gerçekleştirilmiş çalışma kapsamında $d_{1.30}$ çapı kullanılarak toplam ibre miktarı tahmin edilmeye çalışılmıştır ($R^2=0,80$) (Durkaya vd., 2009). Benzer şekilde Sönmez ve arkadaşlarının (2016) Akdeniz Bölgesi kızılçam ormanlık alanlarında yürüttükleri bir başka çalışmada ise toplam ibre miktarının tahmin edilmesinde $d_{1.30}$ çapı ve ağaç boyunun bağımsız değişken olarak yer aldığı bir model geliştirilmiştir ($R^2=0,65$; $p<0,01$) (Sönmez vd., 2016). Yanıcı madde miktarının belirlenmesi odaklı ülkemiz ormanlarında gerçekleştirilen çalışmalardan Küçük ve arkadaşlarının (2008) Kuzey ve Kuzeybatı Anadolu saf kızılçam ormanlarında yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında tepe uzunluğu ve tepe çapı değişkenlerinin yer aldığı bir model geliştirilmiştir ($R^2=0,737$; $p<0,01$) (Küçük vd., 2008). Güngöroğlu ve arkadaşları tarafından (2018) Antalya ili Merkez, Korkuteli, Serik ve Taşağıl OİM kızılçam ormanlık alanlarında kızılçam ağaçlarındaki canlı ibre yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik geliştirilen modelde ise ağaç boyu, tepe çapı ve canlı tepe uzunluğu bağımsız değişkenleri yer

almıştır ($R^2=0,816$; $p<0,01$) (Güngöroğlu vd., 2018).

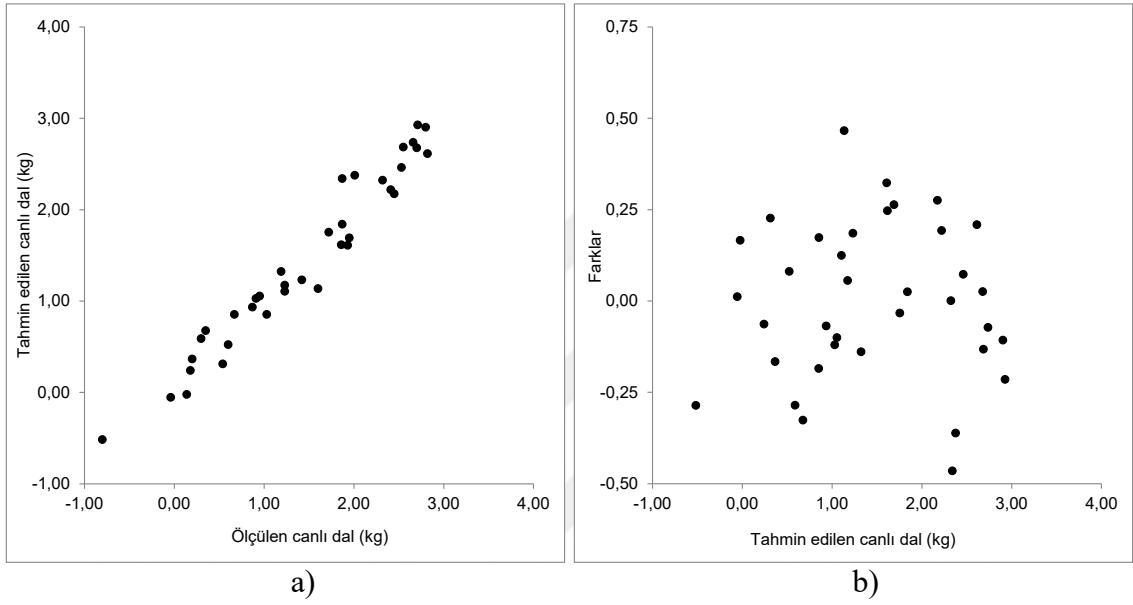
Ülkemizde ağaç üzerindeki cansız ibre yanıcı madde miktarı ya da biyokütlesinin belirlenmesine yönelik bir çalışmaya rastlanılmamakla beraber, çalışma kapsamında cansız ibre yanıcı madde miktarının tahmini için $d_{1,30}$ 'daki ağaç yaşı ve kabuk kalınlığı bağımsız değişkenleri kullanılarak geliştirilen model (model 2b) cansız ibre yanıcı madde miktarını önemli ölçüde açıklayabilmektedir ($R^2=0,704$; $p<0,01$). Canlı ve cansız toplam ibre yanıcı madde miktarının tahmininde ise $d_{1,30}$ çap ve tepe altı yüksekliği bağımsız değişkenlerinin yer aldığı model ile (model 3b) toplam ibre yanıcı madde miktarı yüksek bir oranda tahmin edilebilmektedir ($R^2=0,919$; $p<0,01$). Canlı ve cansız toplam ibre miktarının $d_{1,30}$ çap ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak hesaplanan miktarı arasındaki logaritmik ilişki ve bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. a) Ölçülen toplam ibre miktarının $d_{1,30}$ çapı ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.

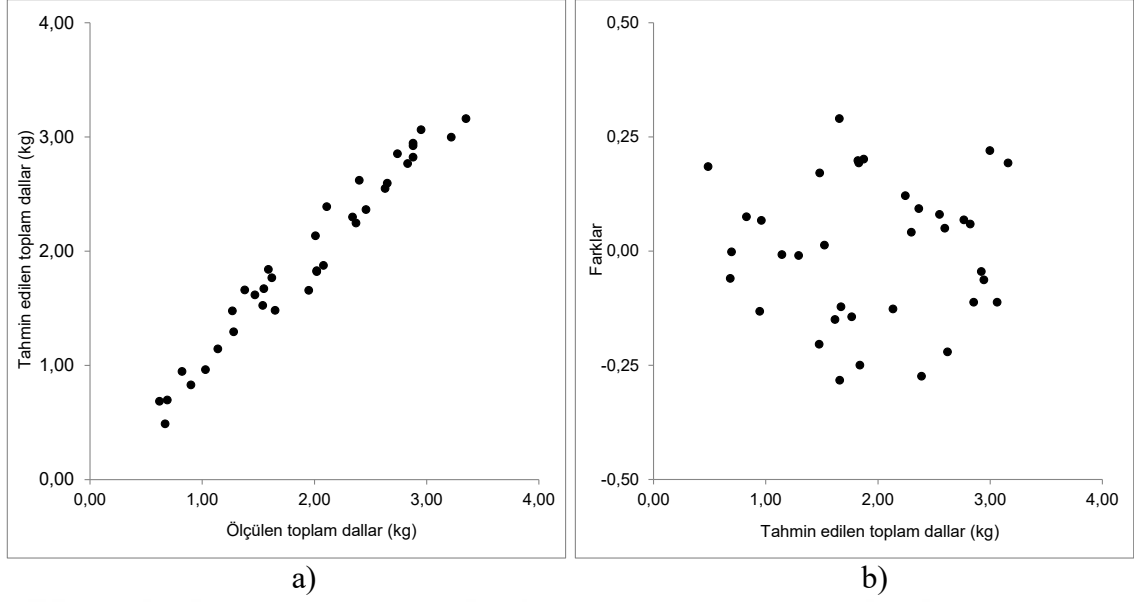
Ağaç üzerindeki canlı dalların miktarının tahmin edilmesinde $d_{1,30}$ çap ve tepe altı yüksekliği bağımsız değişkenleri kullanılarak geliştirilen model (model 1d) ($R^2=0,949$; $p<0,01$) ve cansız dallar için ağaç boyu ve kabuk kalınlığı bağımsız değişkenlerinin kullanıldığı model (model 2d) cansız dalların miktarını önemli ölçüde açıklayabilmektedir ($R^2=0,726$; $p<0,01$). Canlı dalların miktarı, $d_{1,30}$ çapı ve ağaç boyu değişkenlerinin yer

aldığı $R^2=0,824$ ve $R^2=0,840$ aralıklarındaki değerlere sahip geliştirilmiş modellerle yüksek doğruluklarda tahmin edilebilmektedir (Durkaya vd., 2009; Sönmez vd., 2016) ($p<0,01$). Canlı dal miktarının $d_{1.30}$ çap ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak hesaplanan miktarı arasındaki logaritmik ilişkisi ve bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.10). Ülkemizde kızılçam türünde ağaç üzerindeki cansız dal sınıfındaki yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır.



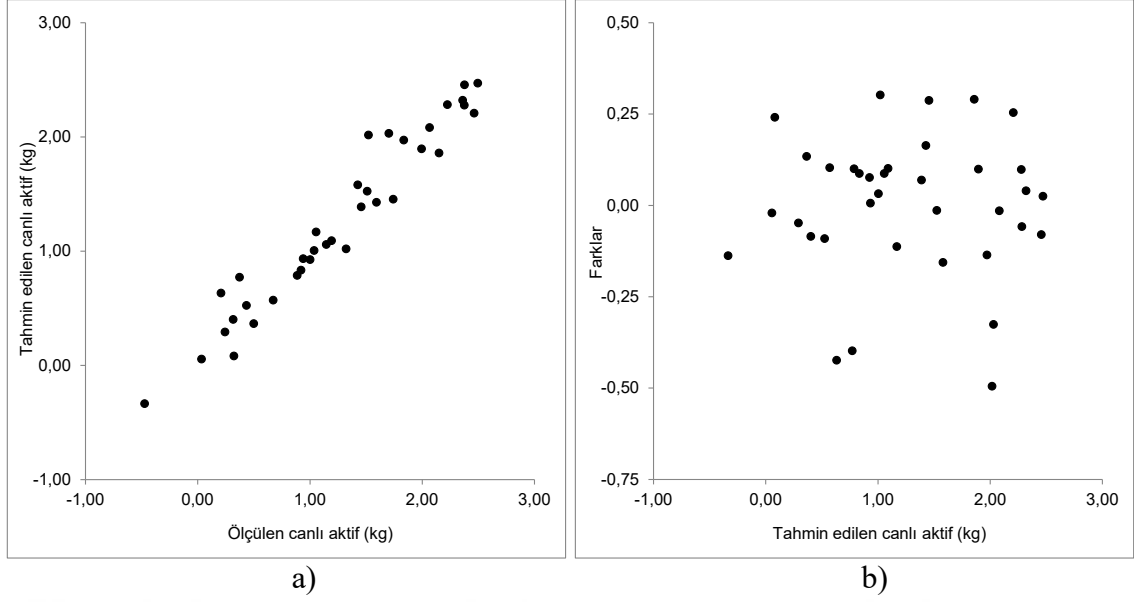
Şekil 3.10. a) Ölçülen canlı dal miktarının $d_{1.30}$ çapı ve tepe altı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösterir grafikleri.

Ağaç üzerindeki canlı ve cansız dalların toplam miktarının tahmininde ise $d_{1.30}$ çap ve tepe altı yüksekliği bağımsız değişkenlerinin yer aldığı model sayesinde (model 3d) toplam dalların miktarı oldukça yüksek bir oranda tahmin edilebilmektedir ($R^2=0,958$; $p<0,01$). Ağaç üzerindeki toplam canlı ve cansız dalların ölçülen değerleri ile $d_{1.30}$ çap ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak hesaplanan miktarı arasındaki logaritmik ilişkisi ve bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösterir grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.11).



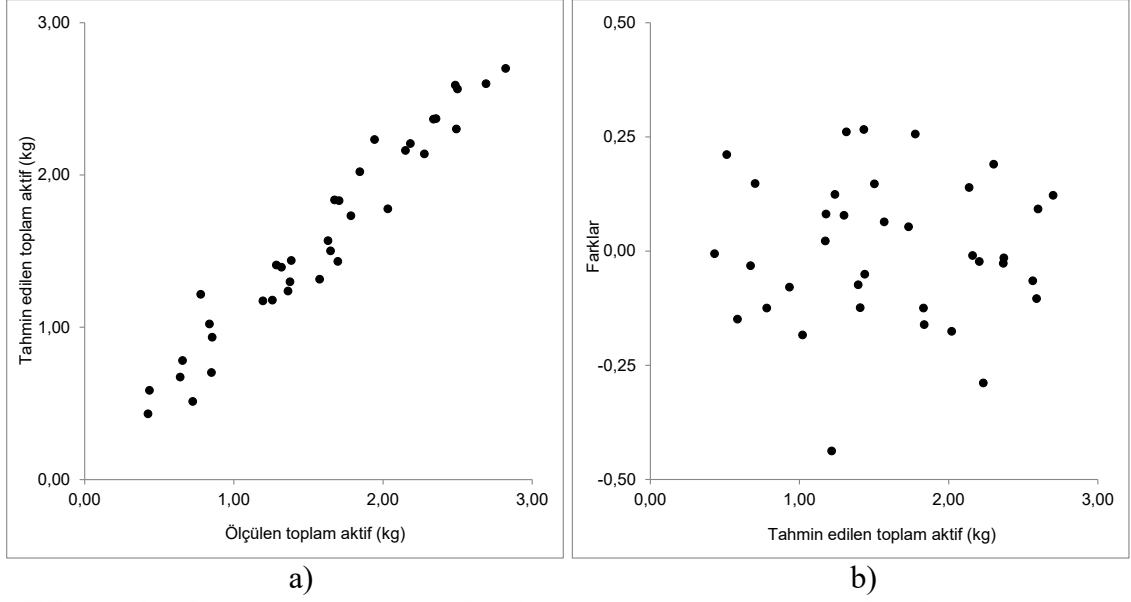
Şekil 3.11. a) Ölçülen toplam dal miktarının $d_{1.30}$ çapı ve ağaç yaşı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.

Tepe yangınlarında oldukça önemli olan aktif yanıcıların ağaç üzerindeki miktarının tahmininde (Küçük vd., 2007), canlı aktif yanıcılar için $d_{1.30}$ yüzeyindeki çap ve tepe altı yüksekliği bağımsız değişkenleri kullanılarak geliştirilen model (model 1f) ($R^2=0,937$; $p<0,01$) ve cansız aktif yanıcılar için ağaç boyu ve kabuk kalınlığı bağımsız değişkenlerinin kullanıldığı model (model 2f) cansız aktif yanıcıların miktarını önemli ölçüde açıklayabilmektedir ($R^2=0,669$; $p<0,01$). Ağaç üzerindeki canlı aktif yanıcı madde miktarının ölçülen değerleri ile $d_{1.30}$ çap ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak hesaplanan miktarı arasındaki logaritmik ilişki ve bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösterir grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.12).



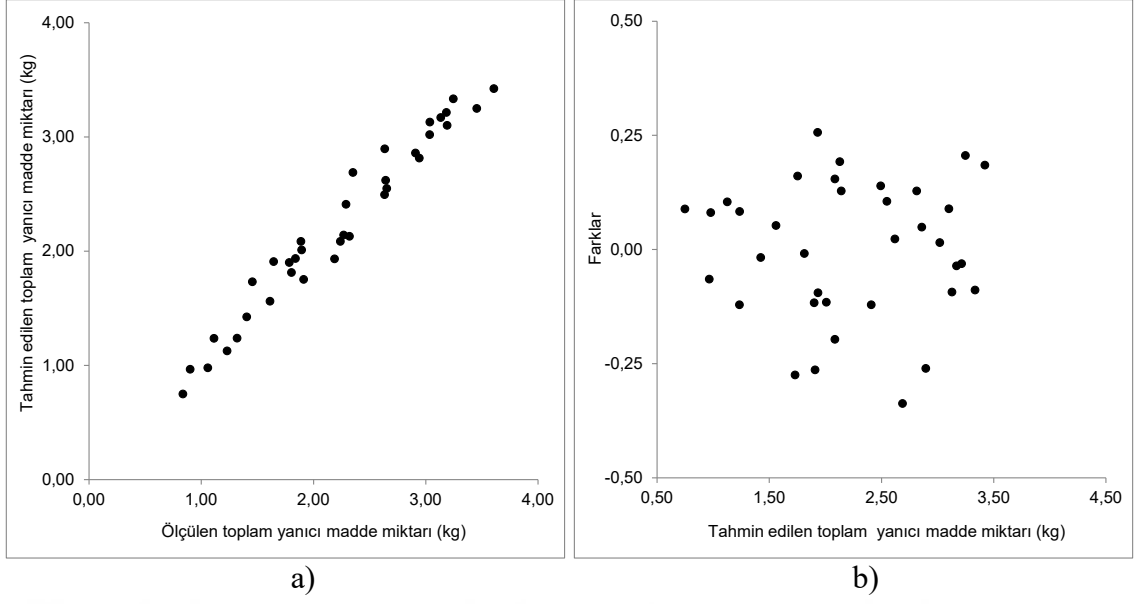
Şekil 3.12. a) Ölçülen canlı aktif yanıcı madde miktarının $d_{1.30}$ çap ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösterir grafikleri.

Ağaç üzerindeki canlı ve cansız toplam aktif yanıcı madde miktarının tahmininde ise $d_{1.30}$ yüzeyindeki çap ve yaş ile birlikte kabuk kalınlığı bağımsız değişkenlerinin kullanıldığı model (model 3g) toplam aktif yanıcı madde miktarını yüksek bir oranda tahmin edilebilmektedir ($R^2=0,940$; $p<0,01$). Toplam aktif yanıcı madde miktarının ölçülen değeri ile $d_{1.30}$ çapı, yaş ve kabuk kalınlığına bağlı olarak hesaplanan miktarı arasındaki logaritmik ilişki ve bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.13). Küçük ve arkadaşları (2008) ile ($R^2=0,937$; $p<0,01$), Güngöroğlu vd., (2018) ($R^2=0,929$; $p<0,01$) tarafından kızılçamda aktif yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında tepe çapı ve tepe uzunluğu değişkenleri ile yüksek doğrulukla tahmin edilebilmektedir (Küçük vd., 2009; Güngöroğlu vd., 2018). Her iki çalışmadan da farklı olarak gerçekleştirilen bu çalışmada ağaç üzerindeki canlı aktif yanıcı madde miktarının belirlenmesinde ağaç boyu ve kabuk kalınlığı değişkenleri farklı olarak modelde yer almıştır.



Şekil 3.13. a) Ölçülen toplam aktif yanıcı madde miktarının $d_{1.30}$ çapı ve ağaç yaşı ve kabuk kalınlığı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.

Ağaç üzerindeki canlı ve cansız toplam yanıcı madde miktarının tahmininde ise $d_{1.30}$ çapı ve tepe altı yüksekliği bağımsız değişkenlerinin yer aldığı model (model 3i) yardımıyla toplam yanıcı madde miktarı geliştirilen modeller arasında en yüksek orana sahip olup, toplam yanıcı madde miktarının oldukça yüksek bir oranda tahmin edilebilmesine olanak sağlamaktadır ($R^2=0,960$; $p<0,01$). Durkaya ve arkadaşları (2009) ($R^2=0,952$) ile Sönmez ve arkadaşlarının (2016) ($R^2=0,94$; $p<0,01$) $d_{1.30}$ çap ve boy değişkenlerini kullanılarak geliştirdikleri modellerinde ağaç üzerindeki toplam kuru biyokütle miktarı oldukça yüksek bir doğrulukla tahmin edilebilmektedir. Toplam aktif yanıcı madde miktarının ölçülen değeri ile $d_{1.30}$ çap, yaş ve kabuk kalınlığına bağlı olarak hesaplanan miktarı arasındaki logaritmik ilişki ve bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.14). Bilgili ve Küçük (2009) ($R^2=0,937$; $p<0,01$) tarafından kızılçamda ağaç üzerindeki canlı yanıcı madde miktarının belirlenmesi çalışmaları kapsamında tepe uzunluğu ve tepe çapı değişkenleri, Güngöroğlu ve arkadaşlarının (2018) tepe uzunluğu ve $d_{1.30}$ yüzeyindeki çap değişkenlerini ($R^2=0,858$; $p<0,01$) (2009) kullanarak geliştirdikleri modeller ağaç üzerindeki fırın kuru canlı yanıcı madde miktarını yüksek doğrulukla tahmin edilebilmektedir. (Bilgili ve Küçük, 2009; Güngöroğlu vd., 2018).



Şekil 3.14. a) Ölçülen toplam canlı ve cansız yanıcı madde miktarının $d_{1.30}$ çapı ve tepe altı yüksekliği değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki b) Bu ilişkinin hata terimleri dağılımlarını gösteren grafikleri.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında, 1990'lı yılların başında ağaçlandırma çalışmaları ile tesis edilmiş ve müdahale görmemiş kızılçam ormanlık alanlarındaki üç farklı meşcere tipindeki yanıcı madde özelliklerindeki değişim ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma, ülkemizde biyokütle ve yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik gerçekleştirilmiş çalışmalarda bu zamana kadar dikkate alınmayan ağaç üzerindeki cansız yanıcı madde miktarının da dikkate alındığı bir çalışma olması nedeniyle önem taşımaktadır. Özellikle farklı meşcere tiplerine ait ağaçlar üzerindeki canlı ve cansız toplam yanıcı madde miktarının belirlenmesi ve ayrıca yerden yüksekliğe bağlı olarak dikey yöndeki yanıcı madde dağılımının karakterize edilmeye çalışıldığı bir çalışma olması bakımından da bir ilk olma özelliği taşımaktadır.

Yüzey yanıcı maddeleri yangının başlaması ve gelişmesinde oldukça önemli bir altlık görevi üstlenen yanıcı maddelerdendir (Baysal, 2007). Çalışma kapsamında tespit edilen yüzey yanıcı madde miktarının, farklı ağaç türleri ve bu türlere ait meşcereler için yapılan çalışmalardan elde edilen bulgularla karşılaştırmalarında, meşcere ve yetişme ortamına ilişkin açıklayıcı bazı parametrelerin bulunmaması sebebiyle karşılaştırma ve değerlendirmelerin yapılabilmesinde bazı zorluklarla karşılaşmıştır. Bu bağlamda gelişim çağı, yaş, boy, çap veya göğüs yüzeyi gibi araştırma alanını tanımlayan ve araştırmadan elde edilen sonuçların kıyaslanmasına olanak sağlayan meşcere ve yetişme ortamı özelliklerine ilişkin bilgilerin olması daha sağlıklı değerlendirmelerin yapılabilmesine olanak sağlayabilecektir.

Meşcere tipleri itibariyle ağaç üzerinde bulunan yanıcı madde miktarının dağılımları dikkate alındığında Çzab3 meşcerelerinde örneklenen ağaçlarda bulunan toplam yanıcı madde miktarının yaklaşık %25'ini cansız yanıcı maddeler oluşturmakta iken %75'lik bölümünü ise canlı yanıcı maddeler oluşturmaktadır. Çzb3 meşcere tipinde örneklenen ağaçlardaki toplam yanıcı madde miktarının yaklaşık %23'ünü cansız, %77'lik bölümünü ise canlı yanıcı maddeler oluşturmaktadır. Çzbc3 meşcerelerinde örneklenen ağaçlar için ise toplam yanıcı madde miktarının yaklaşık %32'sini cansız, %68'lik bölümünü ise canlı yanıcı maddeler oluşturmaktadır. Dolayısıyla her üç meşcere tipi için canlı yanıcı madde

miktarının önce artmakta sonra ise azalmakta iken cansız yanıcı madde miktarının ise önce azalmakta sonra ise artmakta olduğu tespit edilmiştir.

Arazi çalışmalarının yürütüldüğü Çzab3, Çzb3 ve Çzbc3 meşcereleri için sırasıyla tepe yanıcı madde miktarı 0,90 kg/m², 2,07 kg/m² ve 1,18 kg/m² olarak belirlenmiştir. Ayrıca her üç meşcere tipi için tepe yanıcı madde yoğunluğu ise 0,23 kg/m³, 0,39 kg/m³ ve 0,21 kg/m³ olarak hesaplanmıştır. Çzab3 meşcere tepe katmanında bulunan canlı yanıcı maddelerin önemli bir bölümünün orman zeminine oldukça yakın bir yükseklik kademesinde toplandığı görülmüştür. Dolayısıyla, çalışmaların gerçekleştirildiği meşcerelerde çıkacak bir yangının tepe yangınına dönüşmesi olasılığının oldukça yüksek bir oranda olması beklenilmektedir. Bununla birlikte, gelişim çağı b ve bc olan meşcerelerde, tepe altı yüksekliğinin artmasına da bağlı olarak canlı yanıcı maddelerin büyük bir bölümünün ağacın daha üst kısımlarında toplandığı tespit edilmiştir. Bu durum, toplam canlı ve toplam yanıcı madde miktarının tahmini için geliştirilen modellerde göğüs yüzeyi çapı ile birlikte tepe altı yüksekliğinin de modelde önemli bir değişken olarak yer almasını açıklamaktadır.

Müdahale görmemiş farklı gelişim çağılarındaki meşcerelerde çıkarılması gereken bireylerin oranı oldukça yüksek olup, ara ve alt tabaka da mağlup ve cansız özelliğindeki bu ağaçlar, yanıcı maddenin yatay ve dikey yöndeki dağılımı üzerinde meşcere genelinde kesintisiz bir yapı ortaya koymaktadır. Bu durumun ise çıkması muhtemel bir tepe yangınının sürekliliği ve şiddeti üzerinde önemli ölçüde etkili olması beklenmekle birlikte, zararın boyutunun ve derecesinin artması üzerine olumsuz bir zemin hazırlamaktadır.

Ağaç üzerindeki yanıcı madde miktarının belirlenmesi ve bu yanıcı madde miktarının tahmini emek yoğun arazi ve laboratuvar çalışmalarını gerektirmektedir (Poudel vd., 2015). Bugüne kadar yapılmış ve yapılacak olan çalışmaların uzaktan algılama tekniklerinden faydalanılarak entegre bir çalışma anlayışıyla zamandan ve paradan tasarruf edecek şekilde planlanması ve gerçekleştirimi yerinde olacaktır. Bu bağlamda, uydu görüntüleri, insansız hava aracı ve lidar gibi teknolojilerden yararlanılması önerilebilir. Teknolojik araç ve yöntemlerden yararlanılarak yapılacak bu gibi çalışmalar işgücü maliyeti ve harcanan zamanı önemli ölçüde azaltacak, ayrıca çalışmanın temsiliyetinin ve kullanılabilirliklerinin ise artmasına katkı sağlayabilecektir.

Ülkemizde yangına hassas ormanlık alanlarda kızılçamın doğal meşcerelerinin yayılış

gösterdiği ormanlık alanlarda da benzer çalışmaların yapılmasının, yanıcı madde yönetimi (Lutes vd., 2017), yanıcı madde modellemesi (Poudel vd., 2015), tepe yangını oluşum mekanizmaları (Küçük vd., 2009) gibi orman yangını yönetimi ve araştırmalarına önemli katkılar sağlayacak olması bakımından gerekli olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, yapılacak bu gibi çalışmalar ayrıca orman hasılatı ve orman amenajmanı gibi çalışma alanlarında da kullanılabilir son derece faydalı bilgilerin elde edilmesine de yardımcı olabilecektir.



5. KAYNAKLAR

- Agee, J. K., Bahro, B., Finney, M. A., Omi, P. N., Sapsis, D. B., Skinner, C. N., Van Wagtenonk, J. W. & Weatherspoon, C. P. (2000). The use of shaded fuelbreaks in landscape fire management. *Forest Ecology and Management*. 127(1-3), 55- 66.
- Agee, J. K. & Skinner, C.N. (2005). Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management*, 211, 83-96.
- Alexander, M. E. 1998. Crown fire thresholds in exotic pine plantations of Australasia. PhD thesis, Australian National University., Canberra.
- Alexander, M. E., Cruz, M. G., Vaillant, N. M., & Peterson, D. L. (2013). *Crown fire behavior characteristics and prediction in conifer forests*. Final report to the Joint Fire Science Program.
- Alexander, M. E. & Cruz, M. G. (2016). *Crown fire dynamics in conifer forests*. In Synthesis of knowledge of extreme fire behavior: Volume 2 for fire behavior specialists, researchers, and meteorologists. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General technical report No-891, Portland.
- Arol, N. (1959). Bolu ve civarında Bazı göknar, kayın, çam saf ve karışık meşçerelerinde ölü örtü miktarı ile besin maddeleri muhtevası üzerine araştırmalar. Ziraat Vekaleti Orman Umum Müdürlüğü Yayını.
- Attiwill, P. M. (1994). The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management*, 63, 247-300.
- Baysal, İ. (2007). 'Karaçam ölü örtüsünde yangın büyüme ve gelişimi', Yüksek lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Türkiye.
- Baysal, İ. (2014). 'Orman yangınlarının orman amenajman planlarına entegrasyonu' Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Baysal İ., Bilgili E., Küçük Ö., Sağlam B. & Dinç Durmaz B., (2015). Fuel Characterization of Calabrian Pine Stands. İçinde *International Wildland Fire Conferance, Pyeongchang*, (ss. 672-672).
- Baysal İ., Bilgili, E. & Başkent, E. Z. (2016). Orman yangınları ve orman amenajman planları. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16, 169-180.
- Baysal, İ. (2017). Determination of fire types and fire severity in burned oak forest: A case study on 2 September 2015 Hecinler forest fire. İçinde *Ecology Symposium 2017*. (ss. 102-102).
- Bessie W. C. & Johnson E. A. (1995). The relative importance of fuels and weather on fire behavior in sub-alpine forests. *Ecology*, 76, 747-62.
- Bilgili, E. (1995). 'Fuel characterization and fire behavior prediction in even-aged conifer stands,' PhD thesis. University of New Brunswick, Fredericton.

- Bilgili, E., Sağlam, B. & Başkent, E. Z. (2001). Yangın amenajmanı planlamalarında yangın tehlike oranları ve coğrafi bilgi sistemleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4 (2), 288-97.
- Bilgili, E., (2003). Stand development and fire behavior. *Forest Ecology and Management*, 179, 333-339.
- Bilgili E., Dinc Durmaz B., Sağlam B., Kucuk O. & Baysal, I. (2006). Fire behavior in immature calabrian pine plantations, *Forest Ecology and Management*, 234, 77-112.
- Bilgili, E. & Kucuk, O. (2009). Estimating above-ground fuel biomass in young calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Turkey. *Energy and Fuels*, 23, 1797-1800.
- Bilgili, E., Baysal, İ., Dinç Durmaz, B., Sağlam, B., & Küçük, Ö., (2010a). Türkiye’de 2008 yılında çıkan büyük orman yangınlarının değerlendirilmesi. İçinde *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, (ss. 1270-1279).
- Bilgili, E., Dinç Durmaz, B., Baysal, İ., Sağlam, B., & Küçük, Ö., (2010b). Doğu Karadeniz ormanlarında orman yangınları. İçinde *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, (ss. 1280-1290).
- Bilgili, E. & Baysal, İ. (2013). Orman yangınlarının orman amenajman planları üzerine olan etkileri_Akbaş Orman İşletme Şefliği örneği. İçinde *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50.Yılı Uluslararası Sempozyumu*, (ss. 224-233).
- Bowman, D. M. J. S., Balch, J.K., Artaxo, P., Bond, W.J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., D’Antonio, C. M., DeFries, R. S., Doyle, J. C., Harrison, S. P., Johnston, F. H., Keeley, J. E., Krawchuk, M. A., Kull, C. A., Marston, J. B., Mortiz, M. A., Prentice, I. C., Roos, C. I., Scott, A. C., Swetnam, T. W., van der Werf, G. R. & Pyne, S. J. (2009). Fire in the Earth System, *Science*, 324, 480–484.
- Brown, J. K. (1978). *Weight and density of crown of Rocky Mountain conifers*. US Forest Service Research Paper. 197, 56.
- Byram, G. M. (1959). Combustion of Forest Fuels. İçinde *In Forest Fire: Control and Use*. (ss. 61–89), McGraw-Hill.
- Call P. T. & Albin F. A. (1997). Aerial and surface fuel consumption in crown fires. *International Journal of Wildland Fire*. 7, 259–264.
- Cruz, M. G., Alexander, M. E. & Wakimoto, R. H. (2003). Assessing canopy fuel stratum characteristics in crown fire prone fuel types of western North America. *International Journal of Wildland Fire*, 12, 39–50.
- Cruz, M. G. (2004). ‘Ignition of crown fuels above a spreading surface fire’, PhD thesis, University of Montana, Missoula.
- Cruz, M. G. & Fernandes, P. A. M. (2008). Development of fuel models for fire behaviour prediction in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stands. *International Journal of Wildland Fire*, 17, 194–204.
- Çepel, N. & Tekerek, Ö. (1980). Antalya Orman Bölge Başmüdürlüğü yöresinde bazı saf kızılçam meşcerelerinin ölü örtü miktarı üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 30(1), 111-123.
- De-Miguel, S., Pukkala, T., Assaf, N. & Shater Z. (2014). Intra-specific differences in allometric equations for aboveground biomass of eastern Mediterranean *Pinus brutia*. *Annals of Forest Science*, 71(1), 101-112.

- Durkaya, A., Durkaya, B. & Ünsal, A. (2009). Predicting the aboveground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8, 2483–2488.
- Eker, M., Poudel, K. P. & Ozcelik, R. (2017). Aboveground biomass equations for small trees of Brutian pine in Turkey to facilitate harvesting and management. *Forests*, 8, 477.
- Fernandes, P. M. (2009). Combining forest structure data and fuel modelling to classify fire hazard in Portugal. *Annals of Forest Science*, 66(4), 415- 415.
- Gadow, K. V. (2000). Evaluating risk in forest planning models. *Silva Fennica*, 34(2), 181-191.
- OGM, (2018). *Hacımahmut Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı*. Ankara Orman Genel Müdürlüğü.
- Gould, J. S., McCaw, W. L., Cheney, N. P., Ellis, P.F. & Matthews, S. (2008). Field guide. İçinde *Fuel assessment and fire behaviour prediction in dry eucalypt forest* (ss. 92). Csiro.
- Gould, J. & Cruz, M. (2012). Ecosystem sciences and climate adaption flagship report. İçinde *Australian fuel classification: stage II*. Csiro.
- Johnson, A., Woodard, P., & Titus, S. (1990). Lodgepole pine and white spruce crown fuel weights predicted from diameter at breast height. *Forestry Chronicle*, 66, 596–599.
- Kraft, G. (1884). *Beitrage zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben*. Hannover, Germany: Klindworth's.
- King, D. J., Olthof, I., Pellikka, P. K. E., Seed, E. D. & Butson, C. (2005). Modelling and mapping forest ice storm damage using remote sensing and environmental data. *Natural Hazards*, 35, 321–342.
- Küçük, Ö. (2004). 'Kızılçamda yanıcı madde tiplerinin belirlenmesi, haritalanması ve karaçamda yangın davranışının tahmini', Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Kucuk, O. & Bilgili, E. (2007a). Crown fuel load for young calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) trees. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 7(2), 180-189.
- Kucuk, O., Bilgili, E., Saglam, B., Dinc Durmaz, B. & Baysal, I. (2007b). The Studies to Support a Fire Danger Rating System in Turkey. *Journal of Forestry Faculty*, 7(1), 104-109.
- Kucuk, O., Saglam, B. & Bilgili, E. (2007c). Canopy fuel characteristics and fuel load in young black pine trees. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 21(2), 235-240.
- Kucuk O. & E. Bilgili. (2008a). Crown fuel characteristics and fuel load estimates in young calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in northwestern of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(12b), 2226-2231.
- Kucuk, O., Bilgili, E. & Saglam, B. (2008b). Estimating crown fuel loading for calabrian pine and Anatolian black pine. *International Journal of Wildland Fire*, 17(1), 147-154.

- Küçük Ö., Bilgili E., Sağlam B., Başkaya Ş., & Dinç Durmaz B. (2008c). Some parameters affecting fire behavior in Anatolian black pine slash. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(2), 121-129.
- Küçük, Ö., Bilgili, E., Dinç Durmaz, B., Sağlam, B. & Baysal, İ., (2009). The Effect Factors on Transition from Surface Fire to Crown Fire. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 9(2), 80-85.
- De-Miguel, S., Pukkala, T., Assaf, N. & Shater, Z. (2014). Intra-specific differences in allometric equations for aboveground biomass of eastern Mediterranean *Pinus brutia*. *Annals of Forest Science*, 71, 101-112.
- Lassig, R. & Mocalov, S. A. (2000). Frequency and characteristics of severe storms in the Urals and their influence on the development, structure and management of the boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 135, 179–194.
- Lutes, D., Reinhardt, E., Keane, R., Scott, J. & Gangi L. 2017. FuelCalc (version 1.5) <http://www.firelab.org>. (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2019).
- Michaelian, M., Hogg, E. H., Hall, R. J. & Arsenault, E. (2011). Massive mortality of aspen following severe drought along the southern edge of the Canadian boreal forest. *Global Change Biology*, 17, 2084–2094.
- Mitsopoulos, I. D. & Dimitrakopoulos, A. P. (2007). Allometric equations for crown fuel biomass of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in Greece. *International Journal of Wildland Fire*, 16, 642–647.
- Petty, J. A. & Swain, C. 1985. Factors influencing stem breakage of conifers in high winds. *Forestry*, 58(1), 75–85.
- Petty, J. A. & Worrell, R. (1981). Stability of coniferous tree stems in relation to damage by snow. *Forestry*, 54(2), 115–128.
- Poudel, P. P., Temesgen, H. & Gray, A. N. (2015). Evaluation of sampling strategies to estimate crown biomass. *Forest Ecosystems*, 2(1).
- Reinhardt, E. D., Scott, J., Gray, K. & Keane, R. (2006). Estimating canopy fuel characteristics in five conifer stands in the western United States using tree and stand measurements. *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 2803–2814.
- Rothermel, R. C. (1991). *Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- Sakici, O. E., Kucuk, O. & Ashraf, M. I. (2018). Compatible above-ground biomass equations and carbon stock estimation for small diameter Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.). *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 285
- Schroeder, L. M. & Eidmann, H. H. (1993). Attacks of bark-and wood-boring Coleoptera on snow-broken conifers over a two year period. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8, 257–265.
- Scott, J. H. & Reinhardt, E. D. (2002). Estimating canopy fuels in conifer forests. *Fire Management Today*, 62, 45–50.
- Seidl, R., Schelhaas, M. J., Rammer, W. & Verkerk, P. J. (2014). Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*, 4, 806–810.

- Sonmez, T., Kahriman, A., Şahin, A. & Yavuz, M. (2016). Biomass equations for Calabrian pine in the Mediterranean region of Turkey. *Şumarski List*, 11-12, 567–576.
- Stocks, B. J. (1980). Black spruce crown fuel weights in northern Ontario. *Canadian Journal of Forest Research*, 17, 80-86.
- Stocks, B. J., Alexander, M. E., Wotton, B. M., Steffner, C. N., Flannigan, M. D., Taylor, S. W., Lavoie, N., Mason, J. A., Hartley, G. R., Maffey, M. E., Dalrymple, G. N., Blake, T. W., Cruz, M. G. & Lanoville, R. A. (2004). Crown fire behaviour in a northern jack pine black spruce forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 34, 1548–1560.
- Sun, O., Uğurlu, S. & Özer, E. (1980). Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) türüne ait biyolojik kütlelerin saptanması. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni*, Teknik Bülten Serisi No: 104, (ss. 32).
- Taylor, S. W., Pike, R. G. & Alexander, M. E. 1997. *Field guide to the Canadian forest fire behavior prediction (FBP) system*, Technical Report 11, Canadian Forest Service, Edmonton.
- Ter-Mikaelian, M. T. & Korzukhin, M. D. (1997). Biomass equations for sixtyfive North American tree species. *Forest Ecology and Management*. 97, 1–24.
- Turner, M. G. & Romme, W. H. (1994). Landscape dynamics in crown fire ecosystems. *Landscape Ecology*, 9(1), 59-77.
- Van Wagner, C. E. (1977). Conditions for the start and spread of crown fire. *Canadian Journal of Forest Research*, 7, 23–34.
- Van Wagner, C. E. (1978). Age-class distribution and the forest fire cycle. *Canadian Journal of Forest Research*, 8, 220-227.
- Veblen, T. T. (2000). Disturbance patterns in southern Rocky Mountain forests. *Boulder: University Press of Colorado*.
- Viegas, D. X. (2012). *Extreme Fire Behaviour*. In Forest Management: Technology, Practices and Impact, Nova Science Publishers.
- Weaver, H. (1943). Fire as an ecological and silvicultural factor in the ponderosa pine region of the Pacific Slope. *Journal of Forestry*, 41(1), 7–15.
- Weaver, H. (1967). Fire and its relationship to ponderosa pine. *In Proceedings Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 7,127-149.
- Weed, A. S., Ayres, M. P. & Hicke, J. A. (2013). Consequences of climate change for biotic disturbances in North American forests. *Ecological Monographs*, 83, 441–470.
- Werth, P. A., Potter, B. E., Clements, C. B., Finney, M. A., Goodrick, S. L., Alexander, M. E., Cruz, M. G., Forthofer, J. A. & McAllister, S. S. (2011). *Synthesis of knowledge of extreme fire behavior: volume I for fire managers*. United States Department of Agriculture, Forest Service.
- Zianis, D., Xanthopoulos, G., Kalabodikis, K., Kazakis, G., Ghosn, D. & Roussou, O. (2011). Allometric equations for aboveground biomass estimation by size class for *Pinus brutia* Ten. trees growing in North and South Aegean Islands Greece. *European Journal of Forest Research*, 130, 145-160.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet YURTGAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 17.08.1976 POLATLI
Yabancı Dili : İngilizce – Arapça
E-posta : yurtgan76@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	İşletme	Anadolu Üniversitesi	2017
Lisans	Orman Mühendisliği	İstanbul Üniversitesi	2000
Lise		Meram Anadolu Lisesi	1994

YAYINLAR

Yurtgan, M., Baysal, İ., Küçük, Ö. 2019. Hiç müdahale görmemiş genç kızılçam meşcerelerinde yüzey yanıcı madde miktarının belirlenmesine yönelik ilk sonuçlar. Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) Bildiriler Kitabı, 26-28 Nisan 2019, Kocaeli/Türkiye. (cilt 1; ss. 810-814).