



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



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKMEN DAĞI KARAÇAM MEŞCERELERİNDE İBRE
DÖKÜMÜ İLE EKOSİSTEME GİREN BESİN MADDESİ
MİKTARLARI**

Ertan Şeref KORAY

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Toprak İlimi ve Ekolojisi Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY**

Temmuz, 2017

İSTANBUL

Bu çalışma 10.07.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliğı Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekolojisi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



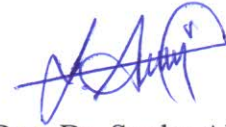
Prof. Dr. Ender MAKİNECİ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Doç. Dr. Ayçim BAŞKAYA
İstanbul Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi



Doç. Dr. Servet ÇALIŞKAN
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Yrd. Doç. Dr. Serdar AKBURAK
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



20.04.2016 tarihli resmi gazetede yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi'nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 37939 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Bu tez, ESK-12.(6309)/2012-2014 numaralı Orman Genel Müdürlüğü projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu çalışma, “Türkmen Dağı Karaçam Meşcerelerinde İbre Dökümü İle Ekosisteme Giren Besin Maddesi Miktarları” adı ile İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Yüksek Lisans Programı’nda, Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY’ın danışmanlığında hazırlanmıştır. Çalışmanın konusunu belirleyerek her aşamasında yardım ve ilgisini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY’a en içten teşekkürlerimi sunarım. Arazi ve laboratuvar çalışmaları ile verilerin değerlendirilmesinde, özellikle de istatistiksel değerlendirmelerde büyük katkı sağlayan Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürü Dr. Ş. Teoman GÜNER ve Başmühendis Dr. Aydın ÇÖMEZ’e şükran borçluyum. Aynı şekilde, örnek ağaçlardan alınan artım kalemlerinde yaş belirlenmesine katkı sağlayan Dr. Münevver ARSLAN ile arazi çalışmalarında, laboratuvar ve bürodaki yardımlarından dolayı diğer tüm Enstitü Müdürlüğü çalışanlarına da çok teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları için başta, gerekli izinleri vererek katkıda bulunan Orman Bölge Müdürü Zekeriya MERE olmak üzere, sağladıkları kolaylıklardan dolayı Eskişehir Bölge Müdürlüğü yetkililerine içtenlikle teşekkür ederim.

Bu çalışmanın konuyla ilgilenen uygulamacı-araştırmacı meslektaşlarımla, bilim insanlarına faydalı olmasını dilerim.

Temmuz 2017

Ertan Şeref KORAY

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. TÜRKİYE'DE KARAÇAMIN YAYILIŞI	4
2.2. DÖKÜLME VE DÖKÜLME İLE EKOSİSTEME GİREN KARBON VE BESİN MİKTARLARI	4
2.3. DÖKÜLME ORANLARI.....	10
3. MALZEME VE YÖNTEM	13
3.1. ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ	13
3.1.1. Coğrafi Konum	13
3.1.2. İklim Özellikleri.....	14
3.1.3. Yeryüzü Şekli Özellikleri.....	14
3.1.4. Jeolojik Temel, Anakaya ve Toprak Özellikleri	16
3.2. MATERYAL VE METOT	17
3.2.1. Örnek Alanların Seçimi ve Tanıtımı	17
3.3.2. Arazi Çalışması	17
3.3.2.1. Döküntü Kapanlarının Yerleştirilmesi ve Döküntülerin Toplanması	20
3.3.2.2. Toprak Üstü Ağaç Kütleleri Örneklerinin Alınması	20
3.3.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	21
3.3.4. Değerlendirme Yöntemi.....	22
4. BULGULAR	24
4.1. CANLI AĞAÇ KÜTLESİNE AİT BULGULAR	24
4.1.1. Tek Ağaca Ait Bulgular	24

4.1.1.1. Örnek Ağaçların Genel Özellikleri ve Kütleleri.....	24
4.1.1.2. Gövde Odunu Hacmi ve Tek Ağaç Kütleli Denklemleri	27
4.1.2. Birim Alandaki Bitkisel Kütleyle Ait Bulgular	27
4.2. DÖKÜLMEMEYE AİT BULGULAR.....	28
4.2.1. Dökülme Miktarları.....	28
4.2.2. Dökülen Materyallerin Karbon ve Besin Maddesi İçerikleri.....	33
4.2.3. Dökülme ile Ekosisteme Giren Karbon ve Besin Maddesi Miktarları	37
4.2.3.1. Karbon.....	37
4.2.3.2. Azot.....	37
4.2.3.3. Fosfor	37
4.2.3.4. Potasyum	40
4.2.3.5. Kalsiyum.....	40
4.2.3.6. Kükürt.....	41
4.2.3.7. Magnezyum.....	41
4.2.3.8. Sodyum	42
4.2.3.9. Demir.....	42
4.2.3.10. Mangan.....	43
4.2.3.11. Çinko	43
4.2.3.12. Bakır	44
4.2.3.13. Genel Değerlendirme	44
4.3. DÖKÜLME ORANINA (TURNOVER RATE) AİT BULGULAR.....	45
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
5.1. DÖKÜLME	46
5.2. DÖKÜLME ORANI.....	49
KAYNAKLAR	52
EKLER.....	57
EK 1. Bileşenlere göre yıllık döküntü miktarları (65 °C’de kuru ağırlık).	57
EK 2. Örnekleme dönemlerine göre döküntü miktarları (65 °C’de kuru ağırlık)....	58
EK 3. Döküntü miktarlarının, meşcere tipi, bakı ve yamaç konumuna göre dağılımı (65 °C’de kuru ağırlık) (kg/ha/yıl).....	59
EK 4. Dökülen ibrelerdeki besin maddesi konsantrasyonları.	60
EK 5. Dökülen dallardaki besin maddesi konsantrasyonları.	61
EK 6. Dökülen kabuklardaki besin maddesi konsantrasyonları.	62
EK 7. Dökülen kozalaklardaki besin maddesi konsantrasyonları.....	63
EK 8. Diğer döküntülerdeki besin maddesi konsantrasyonları.....	64

EK 9. Dökülme ile ölü örtüye ulaşan besin maddesi miktarları,	65
ÖZGEÇMİŞ	66



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Karaçamın dünyadaki yayılışı (EUFORGEN, 2009).....	5
Şekil 2.2: Türkiye’de karaçamın dağılımı (OGM, 2015).	5
Şekil 2.3: Orman ekosistemlerinde karbon döngüsü (Tolunay ve Çömez, 2007) (düz çizgiler karbon çıktısını, kesik çizgiler karbon girdisini göstermektedir).	6
Şekil 3.1: Türkmen Dağı kütlesinin uydu fotoğrafı (Anonim 2017).	13
Şekil 3.2: Türkmen Dağı’nın jeomorfografik haritadaki konumu (İzburak 1968).	16
Şekil 3.3: Örnek alanlarda kapanların kurulması ve yapılan diğer ölçümler.	21
Şekil 3.4: Örnek alanlarda gerçekleştirilen bitkisel kütle örneklemeleri.....	22
Şekil 4.1: Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinden örneklenen ağaçlarda ağaç çapı ($D_{1,3}$) ile boy (H) arasındaki ilişkiler.....	25
Şekil 4.2: Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinden örneklenen ağaçlarda ağaç çapı ($D_{1,3}$) ile yaş arasındaki ilişkiler.....	25
Şekil 4.3: Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinden örneklenen ağaçlarda ağaç boyu (H) ile yaş arasındaki ilişkiler.	26
Şekil 4.4: Kesilen örnek ağaçlarda ağaç bileşenlerinin oransal dağılımı.	27
Şekil 4.5: Günlük ibre dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).....	30
Şekil 4.6: Günlük dal dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).	31
Şekil 4.7: Günlük kabuk dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).	31
Şekil 4.8: Günlük kozalak dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).....	32
Şekil 4.9: Günlük diğer döküntü dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).....	32
Şekil 4.10: Günlük toplam dökümün yıllık seyri (kg/ha/gün).....	33
Şekil 4.11: Toplam döküntü ve ortalama göğüs yüksekliğindeki çap arasındaki ilişki.....	35
Şekil 4.12: Toplam döküntü ve yaş arasındaki ilişki.....	35
Şekil 4.13: Toplam döküntü ve kabuklu gövde odunu arasındaki ilişki.	36

Şekil 4.14: Toplam döküntü ve toprak üstü bitkisel kütle arasındaki ilişki.36



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Çalışma sahası yakınlarındaki meteoroloji istasyonlarına ilişkin veriler ...	15
Tablo 3.2: Örnek alanların bazı yetişme ortamı ve meşcere özellikleri.....	18
Tablo 4.1: Bitkisel kütle örnekleme için kesilen ağaçlara ilişkin bazı bilgiler.....	24
Tablo 4.2: Kesilen ağaçlarda ağaç bileşenlerinin ağırlıkları (65 °C’de kuru ağırlık) (kg/ağaç).....	26
Tablo 4.3: Türkmen dağı karaçam meşcerelerinden tek ağaç bileşenleri kütlelerinin tahmininde kullanılabilecek denklemler.	28
Tablo 4.4: Örnek alanlara ilişkin bitkisel kütle değerleri (65 °C’de kuru ağırlık) (ton/ha).	29
Tablo 4.5: Yıllık toplam dökülme miktarları (kg/ha/yıl).	30
Tablo 4.6: Çeşitli meşcere parametreleri ve Ağaç bileşenleri kütlelerinin yıllık dökülme miktarları ile ilişkilerine ait (n=39) korelasyon analizi sonuçları.	34
Tablo 4.7: Döküntü bileşenlerinde karbon ve bitki besin maddeleri miktarları.....	38
Tablo 4.8: Dökülmeyle ölü örtüye katılan karbon miktarları (kg/ha/yıl).....	39
Tablo 4.9: Dökülmeyle ölü örtüye katılan azot miktarları (kg/ha/yıl).	39
Tablo 4.10: Dökülmeyle ölü örtüye katılan fosfor miktarları (kg/ha/yıl).	39
Tablo 4.11: Dökülmeyle ölü örtüye katılan potasyum miktarları (kg/ha/yıl).	40
Tablo 4.12: Dökülmeyle ölü örtüye katılan kalsiyum miktarları (kg/ha/yıl).	40
Tablo 4.13: Dökülmeyle ölü örtüye katılan kükürt miktarları (kg/ha/yıl).	41
Tablo 4.14: Dökülmeyle ölü örtüye katılan magnezyum miktarları (kg/ha/yıl).	41
Tablo 4.15: Dökülmeyle ölü örtüye katılan sodyum miktarları (g/ha/yıl).	42
Tablo 4.16: Dökülmeyle ölü örtüye katılan demir miktarları (g/ha/yıl).	42
Tablo 4.17: Dökülmeyle ölü örtüye katılan mangan miktarları (g/ha/yıl).	43
Tablo 4.18: Dökülmeyle ölü örtüye katılan çinko miktarları (g/ha/yıl).	43

Tablo 4.19: Dökülmeyle ölü örtüye katılan bakır miktarları (g/ha/yıl).....44

Tablo 4.20: Çalışma alanında bir hektar alanda dökülme ile ölü örtüye ulaşan yıllık toplam besin maddesi miktarları.44

Tablo 4.21: Dökülme oranı (turnover rate) değerleri.45



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
a	: Ortalama çapı 0-7,9 cm arasındaki meşcere
Ai	: Ağaç bileşenlerinin (ibre, dal, kabuk, kozalak ve diğer) döküntü içindeki miktarı
b3	: Ortalama çapı 8,0-19,9 cm ve kapalılığı %70-100 arasındaki meşcere
Bi	: Ağaç bileşenlerinin canlı ağaç üzerindeki bitkisel kütlesi
BCANLIDAL	: Canlı dal kütlesi (kg/ağaç ya da t/ha)
BİBRE	: İbre kütlesi (kg/ağaç ya da t/ha)
BKABUK	: Kabuk kütlesi (kg/ağaç ya da t/ha)
BKBZGÖVDE	: Kabuksuz gövde odunu kütlesi (kg/ağaç ya da t/ha)
BKURUDAL	: Kuru dal kütlesi (kg/ağaç ya da t/ha)
BTOPRAKÜSTÜ	: Toprak üstü kütlesi (kg/ağaç ya da t/ha)
c1	: Ortalama çapı 20,0-35,9 cm ve kapalılığı %10-40 arasındaki meşcere
c2	: Ortalama çapı 20,0-35,9 cm ve kapalılığı %40-70 arasındaki meşcere
c3	: Ortalama çapı 20,0-35,9 cm ve kapalılığı %70-100 arasındaki meşcere
d1	: Ortalama çapı 36-51,9 cm ve kapalılığı %10-40 arasındaki meşcere
d2	: ortalama çapı 36-51,9 cm ve kapalılığı %40-70 arasındaki meşcere
d3	: ortalama çapı 36-51,9 cm ve kapalılığı %70-100 arasındaki meşcere
Çk	: Karaçam
Çs	: Sarıçam
D_{1,3}²H	: Göğüs yüksekliğindeki çapın karesi ile boyun çarpımından oluşan katsayı
D_{1,30}	: Göğüs yüksekliği çapı (cm)
DO	: Dökülme oranı
H	: Ağaç boyu (m)
ha	: hektar
m³	: Metre küp
n	: Örnek sayısı
p	: Önem düzeyi
R	: Kök/sak oranı
R²	: İlişki katsayısı

t	: ton
t/ha	: ton/hektar
V	: Kabuklu gövde odunu hacmi (m ³)

Kısaltmalar	Açıklama
--------------------	-----------------

BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovermental Panel Climate Change)
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
NIR	: Sera Gazları Ulusal Envanter Raporu

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKMEN DAĞI KARAÇAM MEŞCERELERİNDE İBRE DÖKÜMÜ İLE EKOSİSTEME GİREN BESİN MADDESİ MİKTARLARI

Ertan Şeref KORAY

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY

Bu çalışmada, Türkmen Dağı'ndaki kapalılık ve gelişim çağları bakımından farklı doğal karaçam (*Pinus nigra* Arnold) meşcerelerinde, toprak üstü bitkisel kütle, ağaç bileşenlerinin (ibre, dal, kozalak, kabuk ve diğer) yıllık dökülme miktarı, yıllık dökülme ile ölü örtüye ulaşan karbon ve bitki besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu) miktarları belirlenmiştir. Çalışma Haziran 2012 ve Haziran 2013 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışma alanında ortalama yıllık dökülme miktarı 3449 kg/ha/yıl olarak bulunmuştur. Toplam dökülme içinde ibre döküntülerinin oranı % 53 olup, ibreleri % 25 ile kozalak, % 11 ile diğer döküntüler, % 6 ile kabuk ve % 5 ile dal izlemektedir. Dökülme miktarları meşcere tiplerine göre farklılık göstermektedir ve genel olarak kapalılık ve meşcere ortalama çapı arttıkça dökülme miktarları da artmaktadır. Dökülme ile ekosisteme giren yıllık karbon ve bitki besin maddesi (N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) miktarları, sırasıyla 1744 kg/ha/yıl, 10,11 kg/ha/yıl; 1,73 kg/ha/yıl; 11,41 kg/ha/yıl; 25,73 kg/ha/yıl; 2,41 kg/ha/yıl; 5,99 kg/ha/yıl, 307 g/ha, 1299 g/ha/yıl, 309 g/ha/yıl, 140 g/ha/yıl ve 63,1 g/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Kesilen örnek ağaçların toprak üstü bitkisel kütleleri (ibre + canlı dal + kuru dal + kabuk + gövde) 15,3 kg/ağaç ile 1687,8 kg/ağaç arasında değişmektedir. Kesilen ağaçlarda bileşen kütlelerinin bağımlı, göğüs çapı ($D_{1,3}$), ağaç boyu (H) ve $(D_{1,3})^2H$ indekslerinin ise bağımsız değişken olarak kullanıldığı regresyon denklemleri test edilmiştir. Üs denklemlerin R^2 değerleri doğrusal denklemlere nazaran daha yüksek, standart hataları ise daha düşük bulunmuştur. Geliştirilen tek ağaç bitkisel kütle denklemleri kullanılarak birim alandaki ağaç

bileşenleri ve toplam toprak üstü bitkisel kütle miktarları hesaplanmıştır. Örnek alanlardaki toplam toprak üstü bitkisel kütle 35,48 t/ha ile 535,34 t/ha arasında değişmektedir. Çalışma ile canlı ağaçlardaki ibre, dal ve kabuklardan yıllık olarak dökülen miktarların tahmininde kullanılacak dökülme oranları da hesaplanmıştır. Orman topraklarda depolanan organik karbon miktarını tahminde bulunan çeşitli modellerde kullanılan bu dökülme oranları ibreler için 0,170, dallar için 0,008 ve kabuklar için 0,012 olarak bulunmuştur.

Temmuz 2017, 83 sayfa.

Anahtar kelimeler: Karaçam, dökülme, bitkisel kütle, dökülme oranı, karbon ve besin maddesi stoku



SUMMARY

M.Sc. THESIS

NUTRIENT INPUTS BY LITTERFALL INTO ECOSYSTEMS IN ANATOLIAN BLACK PINE STANDS AT TÜRKMENDAĞI

Ertan Şeref KORAY

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Forest Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY

In this study, the above-ground biomass, the amount of annual litterfall of tree components (needle, branch, cone, bark, and other) and the amount of carbon and plant nutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Zn and Cu) passing into forest floor by litterfall were determined in different natural black pine (*Pinus nigra* Arnold) stands in terms of canopy cover and development stages in Türkmen Mountain. The study was carried out between June 2012 and June 2013. The average annual amount of litterfall in the study area was found to be 3449 kg/ha. The proportion of foliage in the total litterfall is 53%; followed by 25% for cone, 11% for other material, %6 for bark and %5 for branch. The amount of litterfall varies according to the types of stands, and as the canopy cover and the average diameter of stand increase, the amount of litterfall generally increases. The amounts of annual carbon and plant nutritious elements (N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) entering the ecosystem by litterfall were calculated 1744 kg/ha, and 10.11 kg/ha, 1.73 kg/ha, 11.41 kg/ha, 25.73 kg/ha, 2.41 kg/ha, 5.99 kg/ha, 307 g/ha, 1299 g/ha, 309 g/ha, 140 g/ha and 63.1 g/ha, respectively. The above-ground biomass of sample trees (needle + branch + dead branch + bark +stemwood) are between 15,3 kg and 1687,9 kg per tree. The regression equations in which the masses of the tree components are used as dependent, and the diameter at breast height ($D_{1,3}$), tree height (H) and $(D_{1,3})^2H$ indexes are used as independent variables in sample trees were tested. The R^2 values of the power equations were found to be higher than the linear equations while the standard errors were

found to be lower. The amount of tree components per unit area and the total above-ground biomass were calculated by using the equations of the developed single-tree biomass. The total above-ground biomasses in the sample areas vary between 35.48 t/ha and 535.34 t/ha. With this study, the turnover rates which can be used to estimate the annual amounts of the litterfall of tree components from live trees were also calculated. These turnover rates used in various models to estimate the amount of organic carbon stored in forest soils were found to be 0.170 for needles, 0.008 for branches and 0.012 for barks.

July 2017, 83 pages.

Keywords: Black pine, litterfall, biomass, turnover rate, carbon and nutrient stocks



1. GİRİŞ

Bir ekosistemde, ölü örtüye katılan döküntü materyalinin miktarı ve bununla bağlantılı olarak, bitki besin maddeleri döngüsünün araştırılması o ekosistemin verimliliğinin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Diğer taraftan, ekosistemde toprakta biriken karbon miktarının belirlenmesi de, küresel iklim değişimi ile ilgili önemli araştırma konularından biridir.

Yeryüzündeki yaşam için en önemli tehditlerden biri olan küresel iklim değişimine, sera gazlarının atmosferdeki konsantrasyonlarının artması neden olmaktadır (Nowak ve Crane, 2002; Schimel ve diğ., 2000). Bunların arasında önde gelen karbondioksitin (CO_2) atmosferdeki miktarını azaltabilmek için salımların sınırlanması amaçlanmakta olup, bu noktada ise en önemli yutaklardan biri olarak orman ekosistemleri ön plana çıkmaktadır. Küresel iklim değişimi etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak yapılan uluslararası anlaşmalar, ülkelere karbon salımlarını ve karbon yutaklarını bildirme yükümlülüğü getirmiştir. Ülkemiz de, taraf olduğu anlaşmalar gereği olarak ulusal bildirimlerde bulunmakta, her yıl ulusal sera gazı envanteri düzenleyerek Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) Sekretaryasına göndermektedir. Bu envanterler Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan kılavuzlara göre (IPCC, 2003 ve 2006) hazırlanmaktadır. Bu envanterde ormanlardaki karbon stokları verilmemekte, yıllık karbon birikimleri hesaplanmaktadır. 2014 yılı için hazırlanan ulusal sera gazı envanterinde ülkemiz ormanlarında canlı bitkisel kütlede yıllık 10,3 milyon t/yıl, toprak ve ölü örtüde ise 3,8 milyon t/yıl karbon birikimi olduğu raporlanmıştır (NIR Turkey, 2016). Toprak ve ölü örtü için hesaplanan yıllık karbon birikimleri arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan, başka bir ifadeyle ormana dönüştürülen tarım ve mera alanlarından kaynaklanan birikimlerdir. Uzun süredir orman olarak kalan araziler için ölü örtü ve topraklardaki karbon birikimleri hesaplanmamaktadır.

Ormanlarımızda depolanan karbon stokları ve yıllık birikimlerle ilgili olarak çeşitli araştırmalar mevcuttur. Bu araştırmalarda karbon stokları ya da birikimleri canlı ağaçlar

için hesaplanmaktadır. Örneğin Karabıyık (2014) 2012 yılı itibarıyla Türkiye ormanlarında canlı ağaç kütleindeki karbon stoklarını 602 milyon ton olarak hesaplamıştır. Yine Karabıyık (2014) ormanlardaki canlı ağaç kütlelerindeki yıllık karbon birikiminin 8,04 milyon ton/yıl olduğunu bildirmektedir.

Orman ekosistemlerinde karbon; bitkisel kütle, ölü odun, ölü örtü ve toprak havuzlarında tutulmaktadır. Ülkemiz şartlarında orman topraklarında diğer havuzlardan daha fazla karbon depolanabileceği, ancak topraklarda yıllık olarak depolanan karbon miktarı çok değişken olduğu, hatta topraklar CO₂ salınmasına da yol açabildiği belirtilmektedir (Tolunay ve Çömez, 2007). Ölü örtüye karbon girişi ağaçlardan ve diri örtüden dökülen bitkisel artıklar ile olurken, topraklara karbon girişi büyük oranda ölü örtü ve ölü köklerin ayrışması ile olmaktadır. Bu konuda, ölü örtü ayrışması ile toprağa karbon girişi ölü köklere oranla çok daha fazladır. Bu nedenle yurtdışındaki çalışmalarda yıllık olarak yaprak, dal, kozalak vb organik materyalin dökülen miktarı ve bunların ayrışma hızlarının takibine dayanan yöntemlere odaklanılmıştır. Bu kapsamda, dökülme ile toprağa karbon girişinin belirlenmesi yıllık karbon birikiminin hesaplanmasında önemli bir yere sahiptir. Orman ağaçları tohumlarının çimlenmesi, meydana gelen fideciklerin büyümesi ve genel olarak meşcerenin gelişmesi üzerine çeşitli etkileri bulunan ölü örtü, özellikle orman ağaçları için büyük önem taşıyan bir edafik faktördür. Zira, ölü örtü, bir çok mineral besin maddelerine sahip olduğundan, ayrıştığında bunları bitkilerin faydalanmasına arz eden bir “besin maddesi kaynağıdır” (Irmak ve Çepel 1968). Bundan başka, ölü örtünün ayrışmasından meydana gelen humusun bir kısmı, topraktaki besin maddelerini sorpsiyon ile tutan ve onları bitkilere gerektiğinde verebilen bir “besin maddesi taşıyıcısıdır” (Irmak ve Çepel 1968). Ayrıca, ölü örtü, toprağı ekstrem atmosferik hallere karşı koruyucu bir etki yapmakta, mikroorganizma hayatına olumlu katkı sağlamakta, humus ile birlikte strüktür ilişkilerini düzeltmekte; özellikle su ekonomisini iyileştirerek bitki beslenmesinde önemli derecede olumlu rol oynamakta olup, bir bakıma meliorasyon faktörüdür (Irmak ve Çepel 1968). Toprakların hem fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştiren hem de ağaçların ihtiyaç duyduğu bitki besin maddesini sağlayan ölü örtünün esas kaynağını yıllık yaprak dökümü oluşturmaktadır. Bu nedenle bir meşcerenin yıllık yaprak dökümü ile toprağa verdiği organik madde miktarı ve içindeki besin maddelerinin

belirlenmesinin ekolojik açıdan önemli bir konu olduğu daha 50 yıl kadar önce belirtilmiştir (Irmak ve Çepel 1968).

Orman ekosistemlerinde, ölü örtü ve anakayadaki minerallerin ayrışması ile besin maddesi girdisi sağlanmaktadır. Ölü örtü orman ekosistemlerinin en önemli besin maddesi kaynağıdır. Birçok besin maddesi ve özellikle azotun başlıca kaynağı ölü örtüdür. Ölü örtünün ayrışmasıyla bitkiler tarafından topraktan alınan besin maddeleri yaprak dökülmesiyle tekrar toprağa ulaşmaktadır. Ölü örtü, orman ekosisteminde madde dolaşımında belki de en önemli noktadır. Zira ölü örtü ayrışmasının çok hızlı olması durumunda kökler tarafından alınamayan besin maddeleri topraktan yıkanmaktadır. Tam tersi durumda ise ölü örtü ayrışmasının çok yavaş olması sebebiyle toprağa az miktarda besin maddesi girişi olmakta ve bitkiler yeterince beslenememektedir (Kantarcı, 2000). Ağaçlardan dökülen ibre, yaprak, dal, kozalak, meyve, kabuk, çiçek vb. materyaller (döküntü) orman ekosisteminde toprağa ulaşan organik karbon ve besin maddesi miktarı için önemli bir göstergedir. Ağaçlardan dökülen materyaller ile toprağa ulaşan besin maddeleri (Ca, K, Mg, C, N, P, S) belirlenerek, ormanın beslenme bozuklukları olup olmadığı ortaya konmaktadır. Buna ek olarak ormanın karbon birikimi üzerindeki katkıları da belirlenebilmektedir. Ağaçlardan dökülen ibre, yaprak, dal vb. materyaller (döküntü) hava kirliliği ve iklim değişikliği açısından da önemli bir göstergedir. Yaprak, dal, çiçek gibi ağaçlardan dökülen organik materyallerde gözlenen değişimler kuraklık, don, böcek salgını, rüzgâr etkisi gibi doğal faktörler yanında hava kirliliği gibi olumsuzlukların ortaya konmasında kullanılabilir. Ayrıca dökülme meşcerenin fenolojik gelişimi hakkında sayısal ve geçici bilgiler sağlayabilmektedir.

Bu çalışma ile farklı meşcere tiplerindeki doğal karaçam ormanlarında dökülmeyle ölü örtüye katılan döküntü (toplam organik materyal = ibre, kuru dal, canlı dal, kozalak, diğer) miktarı, bu döküntülerdeki karbon ve bitki besin elementleri miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

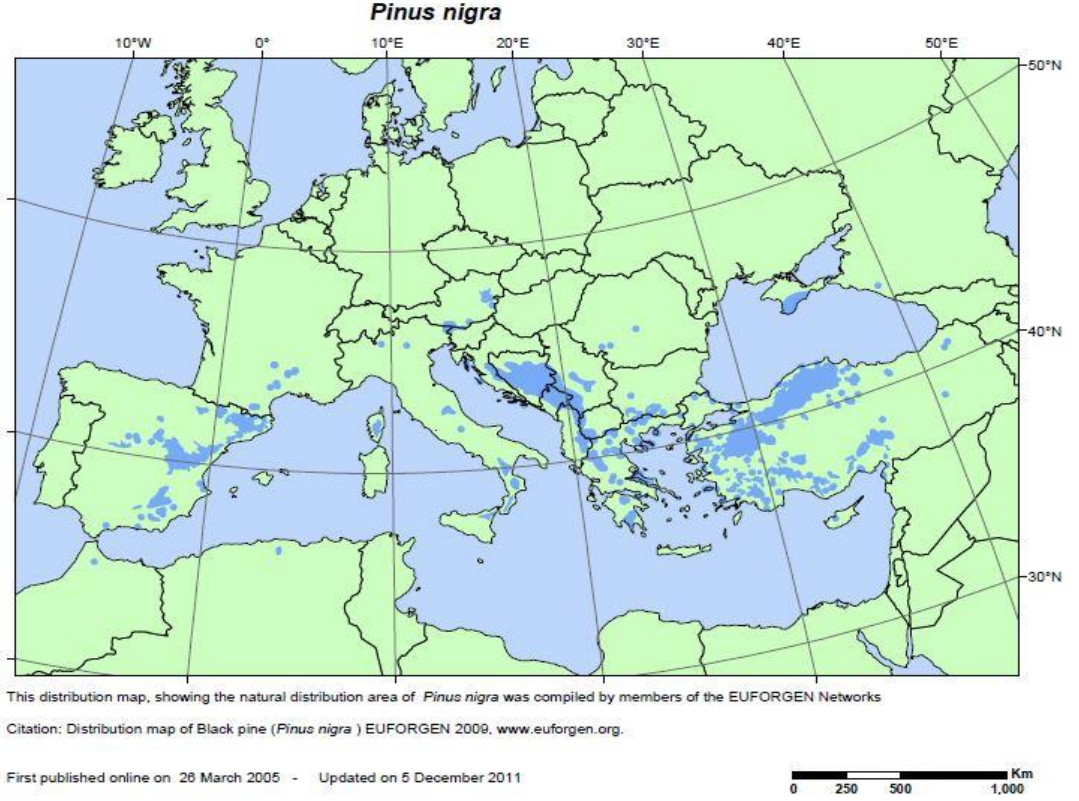
2.1. TÜRKİYE'DE KARAÇAMIN YAYILIŞI

Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold.) Ülkemizde 4,69 milyon ha kadar bir alanda yayılış göstermekte olup, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'dan sonra en geniş yayılışa sahip ibreli türümüzdür (OGM, 2013). Akdeniz'e kıyısı olan İspanya, Fransa, İtalya, Balkan ülkeleri, Yunanistan gibi ülkelerde yayılış gösteren Karaçam, Avusturya, Kırım Yarımadası, Fas, Cezayir ve Kıbrıs'ta küçük alanlarda bulunmaktadır (Şekil 2.1). Ülkemizde ise Türkiye'de Trakya, Kuzey, Batı ve Güney Anadolu'da yayılış göstermektedir (Şekil 2.2). Saf meşcereler olarak çoğunlukla 700-1400 m yükseltiler arasında bulunan karaçam, 1400-1700 m'ler arasında ise küçük alanlarda sarıçamla (*Pinus sylvestris* L.) karışık meşcereler oluşturur. Karaçam İç Anadolu'da bozkıra en çok sokulan orman ağacı türlerimizden biridir. Bu nedenle de son yıllarda İç Anadolu'da ağaçlandırmalarda en fazla kullanılan türlerdendir. Karaçamın yaz kuraklığına ve sıcaklarına karşı dayanıklı olduğu gibi, kış soğuklarına karşı da dayanıklı ve toprak istekleri bakımından da kanaatkâr bir tür olduğu bilinmektedir (Saatçioğlu, 1979).

2.2. DÖKÜLME VE DÖKÜLME İLE EKOSİSTEME GİREN KARBON VE BESİN MİKTARLARI

Dökülme orman ekosistemlerinde cereyan eden biyojeokimyasal döngünün en önemli parametresidir (Pitman ve diğ., 2010). Ağaçların ölen ya da canlı iken rüzgar, fırtına gibi nedenlerle canlı iken kırılarak dökülen bileşenlerinin (yaprak/ibre, dal, kabuk vb.) ölü örtüye ulaşması ile topraklara karbon ve besin maddesi girdisi de olmaktadır (Şekil 2.3.). Dökülme, orman ekosistemlerinin iklim değişikliği ve hava kirliliği de dahil olmak üzere biyotik ve çevresel etkilere karşı verdiği tepkilerin değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir ve ormanların sağlığının izlenmesinde de dökülme miktarları bir parametre olarak kullanılmaktadır (Ukonmaanaho ve diğ., 2016). Ülkemizde 2006 yılında başlanan "Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Programı" kapsamında da sabit Seviye 2 örnek alanlarında dökülmenin izlenmesi çalışmalarına başlanmıştır, ama henüz dökülme ile

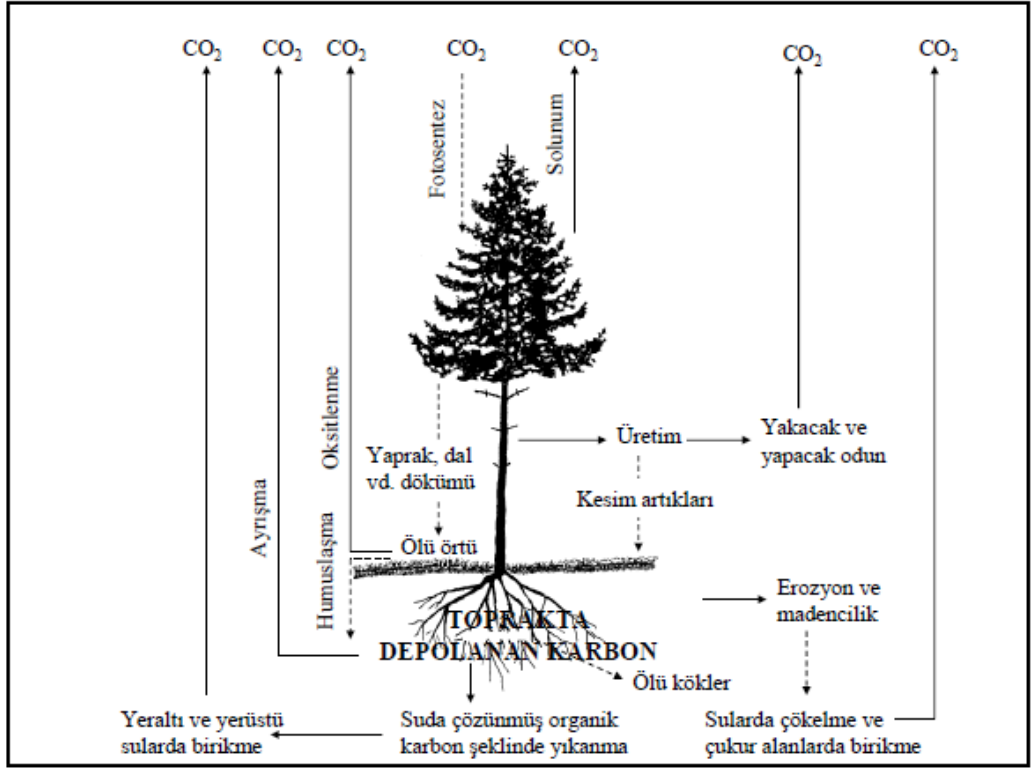
ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır. Özellikle orman ekosistemlerinde karbon birikiminin belirlenmesi ile ilgili modelleme çalışmalarında dökülme miktarları, dökülme oranları ve ölü örtünün ayrışmasına ait veriler girdi olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.1: Karaçamın dünyadaki yayılışı (EUFORGEN, 2009).



Şekil 2.2: Türkiye’de karaçamın dağılımı (OGM, 2015).



Şekil 2.3: Orman ekosistemlerinde karbon döngüsü (Tolunay ve Çömez, 2007) (düz çizgiler karbon çıktısını, kesik çizgiler karbon girdisini göstermektedir).

Ağaçlardan dökülen materyallerin miktarı meşcere özelliklerine (ağaçların yaşı, çap ve boyu, sıklık ve kapalılığı, saf ya da karışık olması), iklim özelliklerine (kuraklık, rüzgar ve fırtına, don zararı vb.), toprak özelliklerine (toprakların su tutma kapasitesi, besin maddesi durumu, reaksiyonu vb.), mevsime ve uygulanan silvikültürel yöntemlere göre değişebilmektedir (Negash ve Starr, 2013). Benzer şekilde iklim özelliklerini değiştirdiği için eğim, bakı, yükselti gibi yeryüzü şekli özellikleri de dökülme miktarlarını etkilemektedir (Lu ve Liu, 2012).

Ülkemizde dökülme ile ilgili ilk çalışma Irmak ve Çepel (1968) tarafından Belgrad Ormanında doğu kayını, meşe ve karaçam meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Yazarlar 5 yıl süre ile yıllık ibre/yaprak dökümünü ve bunlardaki N, P, K, Ca, Mg, Na miktarlarını araştırmışlardır. Çalışmada dökülen ibre/yapraklarda besin maddesi konsantrasyonlarının yıldan yıla değiştiği, karaçamdaki değişimlerin ise diğer iki türe göre daha az olduğu, besin maddesi konsantrasyonlarının en yüksekten en aza doğru N, Ca, Mg, K, P ve Na

şeklinde sıralandığı ve 4.525 kg/ha/yıl ile karaçam meşcerelerinde daha fazla ibre dökülmesi olduğu belirtilmiştir (Irmak ve Çepel, 1968).

Ülkemizde dökülme ile ilgili ulaşılan ikinci çalışma da yine Belgrad Ormanında yürütülmüştür. Özhan (1977), saf meşe ve saf doğu kayını ile meşe+kayın karışık meşcerelerinde farklı anakaya ve bakılarda yıllık yaprak döküm miktarını 3.382-3.531 kg/ha/yıl arasında bulmuş olup, meşcere tipleri arasında dökülme bakımından önemli bir fark olmadığını belirlemiştir.

Dökülme ile ilgili diğer bir çalışmada Antalya'daki kızılçam ormanlarında aralamanın ve yükseltinin ibre dökümü üzerindeki ve dökülme ile ekosisteme giren besin maddesi miktarları araştırılmıştır. Çepel ve diğ. (1988). tarafından, kızılçam meşcerelerinde iğne yaprak dökümü ile toprağa verilen besin maddesi miktarları araştırılmıştır. Araştırmada en fazla ibre dökülmesinin temmuz-ekim ayları arasında meydana geldiği, yükselti ve aralama şiddeti arttıkça ibre dökümünün azaldığı belirlenmiştir. Farklı yükselti, yaş ve aralama şiddetlerine göre bir hektar alana yılda 745 ile 2.342 kg/ha/yıl arasında ibre döküldüğü, bu dökülme ile 4,23-6,57 kg/ha/yıl azot, 2,53-3,00 kg/ha/yıl potasyum ve 0,98-1,67 kg/ha/yıl kadar da fosfor ekosisteme girdiği ortaya konmuştur (Çepel ve diğ., 1988).

Dündar (1988) tarafından Bolu Orman Bölge Müdürlüğündeki sarıçam meşcerelerinde 5 yıl süre boyunca ibre dökülmesi takip edilmiştir. Çalışma sonucunda ibre dökülmesinin 1.720 ile 6.500 kg/ha/yıl, dökülen yapraklardaki azot miktarlarının ise 16,3 ile 45,0 kg/ha/yıl arasında değiştiği raporlanmıştır (Dündar, 1988).

Yukarıda verilen Irmak ve Çepel (1968), Çepel ve diğ. (1988) ile Dündar (1988) tarafından yürütülen çalışmalarda sadece ibre/yaprak dökülmesi incelenmiştir. Kutbay ve Horuz (2001) Bafra'daki *Quercus cerris* ormanlarında yıllık toplam dökülme miktarının 6.819 kg/ha olduğu bunun % 64'ünün yaprak, % 27'sinin odunsu materyal, % 7'sinin üreme organları ve % 2'sinin de çeşitli organik materyaller olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar toplam dökülme ile ölü örtüye 42,70 kg/ha/yıl N, 2,62 kg/ha/yıl P, 44,37

kg/ha/yıl K, 85,78 kg/ha/yıl Ca ve 15,54 kg/ha/yıl Mg girişi olduğunu hesaplamışlardır (Kutbay ve Horuz, 2001).

Tüfekçioğlu ve diğ. (2005) ise çalışmalarında, doğu ladini meşcerelerinde toplam dökülmeyi belirlemişlerdir. Araştırmada dökülme miktarının 6.428 kg/ha/yıl olduğu belirlenmiş olup, bunun % 44'ünün (2.837 kg/ha/yıl) ibre, % 14'ünün (906 kg/ha/yıl) dal ve geri kalanın ise dal ve kozalaklardan kaynaklandığı açıklanmıştır. Yazarlar bu dökülme ile ekosisteme 19,6 kg/ha/yıl N, 0,9 kg/ha/yıl P, 17,2 kg/ha/yıl K, 12,1 kg/ha/yıl Ca, 6,2 kg/ha/yıl Mg girişi olduğunu hesaplamıştır (Tüfekçioğlu ve diğ, 2005).

Çakıroğlu (2011) tarafından Bartın'daki doğu kayını, Uludağ göknarı ve bu iki türün karışık olarak bulunduğu meşcerelerde toplam dökülme miktarları belirlenmiştir. Çalışmada toplam dökülme miktarları doğu kayını meşcerelerinde 4.245 kg/ha/yıl, Uludağ göknarı meşcerelerinde 2.935 kg/ha/yıl ve karışık meşcerelerde 3.510 kg/ha/yıl olarak verilmektedir (Çakıroğlu, 2011).

Ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada da Belgrad Ormanında saf meşe ve doğu kayını meşcereleri ile meşe-doğu kayını karışık meşcerelerinde toplam dökülme miktarları ortalama 3.947-4.578 kg/ha/yıl arasında bulunmuştur. Toplam döküntüler içinde en önemli payın yapraklarda olduğu açıklanırken, besin maddesi konsantrasyonlarının yapraklarda daha fazla olduğu, dalların ise diğer döküntü bileşenlerine göre daha az element içerdiği açıklanmaktadır (Çakır ve Akburak, 2017).

Son yıllarda dökülme konusunda yapılan diğer bir çalışma da Sündiken Dağlarındaki sarıçam ormanlarında yürütülmüştür. Beş yıl süre ile toplam dökülmenin incelendiği çalışmada en az dökülmenin 1.389 kg/ha/yıl ile Çsa meşcerelerinde, en fazla dökülmenin ise 4.488 kg/ha/yıl ile Çsc3 meşcerelerinde oluğu ortaya konmuştur. Dökülme yoluyla ortalama olarak yılda 714 kg ile 2.285 kg arasında karbon girişi olduğu ve karbon giriş miktarlarının meşcere tiplerine göre değişimler gösterdiği tespit edilmiştir (Çömez ve diğ., 2017).

Yurtdışında yapılan çalışmalarda; Berg ve diğ. (1999), İskandinavya Yarımadası ve Finlandiya ile Fransa'da sarıçamların ortalama 490 ile 6.604 kg/ha/yıl arasında ibre döküklerini, kumlu topraklar üzerindeki fakir yetiştirme ortamlarında verimli ortamlardan daha az ibre dökülmesi meydana geldiğini bildirmektedirler. Pirene Dağları'nda sarıçam ormanlarında yapılan bir araştırmada toplam döküntü miktarının 2.263-4.629 kg/ha/yıl arasında olduğu, bu toplam döküntü içindeki ibrelerin payının %45-60 arasında değiştiği açıklanmaktadır (Pausas, 1997). Berg ve Meentemeyer (2001) ise, Avrupa'nın çeşitli yerlerindeki sarıçam ve ladin ormanlarında yaptıkları araştırmada dökülmeyi gerçek evapotranspirasyon ve meşcere yaşı ile açıklayan denklemler geliştirmişlerdir.

Finlandiya'da sarıçamda yapılan bir diğer araştırmada, meşceredeki yıllık ortalama ibre dökülmesinin 22 g/m²/yıl (220 kg/ha/yıl) (Kuzey Finlandiya) ile 157 g/m²/yıl (1.570 kg/ha/yıl) (Güney Finlandiya) arasında değiştiği, buna mukabil, toplam organik madde dökülmesinin ise, sırasıyla 32 g/m²/yıl (320 kg/ha/yıl) ile 230 g/m² (2.300 kg/ha/yıl) arasında olduğu bildirilmektedir (Starr ve diğ., 2005).

Ukonmaanaho ve diğ. (2008) ladin ve sarıçam ormanlarında toprak üstü bitkisel kütlenin yaklaşık % 2'sinin yıllık olarak döküntü şeklinde ölü örtüye katıldığını bildirmektedirler. Matala (2008), çeşitli ağaç türlerinde yaptığı araştırmada, yaprak dökülmesiyle meşcere hacmi, hacim artımı, göğüs yüzeyi arasında pozitif, enlem derecesi arasında ise negatif bir ilişki bulmuştur.

Kostarika'da genç, orta yaşlı ve yaşlı meşe ormanlarında yapılan araştırmada ise, yıllık toplam dökülmenin en fazla 17,20 t/ha/yıl ile orta yaşlı ormanlarda meydana geldiği, bunu 12,88 t/ha/yıl ile yaşlı ormanların ve 9,34 t/ha/yıl ile genç ormanların takip ettiği bildirilmektedir (Köhler ve diğ., 2008).

Loess Platosu'nda Yan'an yakınlarındaki (Çin), bir egzotik, N-bağlayıcı yalancı akasya (*Robinia pseudo-acacia*) ağaçlandırması ve bir yerli tür meşe (*Quercus liaotungensis*) ormanındaki araştırmada, yaprak dökülmelerinin benzer olduğu bildirilmektedir (Tateno ve diğ. 2007). Kuzeydoğu Hindistan'da, subtropikal bir doğal meşe ormanı ile işletilen ağaçlandırma sahasındaki araştırmada ise, toplam yaprak dökülmesinin, ağaçlandırma

sahasında 419,9 g/m²/yıl (4.199 kg/ha/yıl) ve doğal ormanda ise 547,7 g/m²/yıl (5.477 kg/ha/yıl) olduğu bildirilmektedir (Pandey ve diğ., 2007).

Kim ve diğ. (2011) tarafından *Larix leptolepis* ağaçlandırmalarında üre, süperfosfat ve potasyum klorid gübrelemelerinin dökülme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Toplam döküntü miktarları gübrenenmiş alanlarda 3.552 kg/ha/yıl, gübrenenmemiş alanlarda 3541 kg/ha/yıl olarak bulunmuş olup, gübrelemenin dökülme miktarı üzerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Toplam döküntü içinde gübrenenmiş alanlarda %72,2'sinin, gübrenenmemiş alanlarda ise % 70,6'sının ibrelerden oluştuğu belirlenmiştir. Sadece ibre dökülmesi ile karbon ve azot girdisinin ölçüldüğü araştırmada ibre dökülmesi ile gübrenenmiş alanlarda 1.148 kg/ha/yıl, gübrenenmemiş alanlarda 1.085 kg/ha/yıl karbonun ölü örtüye katıldığı ortaya konmuştur. İbre dökülmesi ile azot girdisi ise sırasıyla 17,7 ve 15,6 kg/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak gübrelemenin ibre dökülmesi ile ölü örtüye katılan karbon miktarında etkili olmadığı, ancak azot girişinde istatistiksel açıdan pozitif yönde etkilediği bulunmuştur.

Lado-Monserrat ve diğ. (2016) İspanya'da Halep çamı (*Pinus halepensis*) ormanlarında aralamaların dökülme üzerindeki etkilerini iki yıl süresince takip etmişlerdir. İlk yıl 2.653 kg/ha/yıl olan toplam dökülmenin ikinci yıl 3.170 kg/ha/yıl'a çıktığını döküntüler içinde en önemli payın ibrelerde (ilk yıl 2.080 kg/ha/yıl, ikinci yıl 2.218 kg/ha/yıl) olduğunu belirlemişlerdir. Aralamaların döküntü miktarlarını azalttığının ortaya konduğu araştırmada dökülme ile ölü örtüye 1.377 kg/ha/yıl C, 15,6 kg/ha/yıl N, 0,5 kg/ha/yıl P, 2,9 kg/ha/yıl K, 24,3 kg/ha/yıl Ca ve 3,0 kg/ha/yıl Mg girişi olduğu hesaplanmıştır.

2.3. DÖKÜLME ORANLARI

Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının emisyonu ya da çeşitli karbon havuzları tarafından atmosferden uzaklaştırılan miktarlarının hesaplanmasında IPCC (2006) kılavuzu kullanılmaktadır. Söz konusu kılavuzda gerek ormanlardaki topraklarda gerekse diğer arazi kullanımlarındaki (tarım, mera, sulak alan, yerleşim ve diğer) topraklarda depolanan ya da atmosfere salınan karbon miktarlarının ülkeye özgü veri bulunması halinde modeller ile hesaplanması önerilmektedir. Bu konuda YASSO07, CBM-CFS3, Century, FBDC gibi çok sayıda model kullanılmaktadır. Bu modellerin çoğunda

topraklara giren organik madde miktarı ve bunların bir yıl içindeki ayrışma oranları girdi olarak kullanılmaktadır.

Topraklara organik madde girişi ağaçlardan dökülme ve kılcal köklerin ölmesiyle gerçekleşmektedir. Ancak toprağa organik madde girişinin önemli bir bölümü çeşitli ağaç bileşenlerinin dökülerek ölü örtüye ulaşması ile mümkündür. Modellerde ölü örtüye dökülme ile katılan organik madde miktarı olarak arazide ölü örtü kapanları ile toplanan ağaç bileşenlerinin yıllık dökülme miktarları kullanılabilir. Ancak ölü örtü kapanları ile dökülen organik maddenin bir yıl boyunca toplanması oldukça güçtür. Bu nedenle ağaç bileşenlerinin dökülerek ölü örtüye ulaşan miktarlarının tahmininde katsayılar da kullanılmaktadır. Dökülme oranı (turnover rate; biomass turnover rate; litterfall rate) ya da ölü örtü üretim oranı (litter production rate) olarak adlandırılan bu katsayılar ölü örtü kapanları ile toplanan döküntü miktarlarının canlı ağaçlardaki ağaç bileşenleri kütlelerine oranıdır. Örneğin kışın yaprağını döken türlerde sonbaharda tüm yaprakların döküldüğü kabul edilmektedir (Tüpek ve diğ., 2015). Ancak diğer ağaç bileşenleri (dal, kabuk, üreme organları vb.) ile her dem yeşil türlerde yaprakların sadece bir kısmı dökülmektedir.

Finlandiya Sera Gazları Ulusal Envanter Raporunda güney enlemlerdeki çam ormanlarında dökülme oranları ibrelerde 0,245, dallarda 0,02, gövde odunu kabuklarında 0,0052 ve kütük kabuklarında 0,0029 olarak kabul edilmiştir (NIR Finland, 2017). Kuzey enlemlerdeki çam ormanları için ise ibre döküm oranının 0,154 olduğu, diğer bileşenlerde ise güney enlemlerdeki dökülme oranları ile aynı olduğundan hareketle YASSO07 modeli çalıştırılmıştır (NIR Finland, 2017). Söz konusu envanterde yapraklılar için ağaç bileşenlerinin dökülme oranları kuzey ve güney enlemler ayrımı yapılmadan yapraklar için 0,79, dallar için 0,0135, gövde odunu kabuklarında 0,0029 ve kütük kabuklarında 0,0001 olduğu açıklanmaktadır (NIR Finland, 2017). Muukkoen (2005) yine Finlandiya'da ibreler için dökülme oranını kuzey bölgeler için 0,10 güney bölgeler için 0,21 olduğunu bildirmektedir.

Türkiye'de sarıçam ormanlarındaki karbon stoklarının FBDC modeli kullanılarak tahmin edilmesi konusunda yürütülen bir araştırmada ibreler için dökülme oranı 0,25 olarak

kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır (Lee ve diğ., 2016). Aynı çalışmada gövde odunu ve dal dökülme oranları Liski ve diğ. (2002)'den alınmıştır (Lee ve diğ., 2016). Liski ve diğ. (2002) ibreli türler için gövde odunu dökülme oranını 0,0043, dal dökülme oranını 0,027 olarak vermektedir. İbrelerin dökülme oranını ise tahminen ibrelerin ömrünün 5 yıl olduğundan hareketle 0,2 olarak tahmin etmiştir. Geniş yapraklı türlerde ise dökülme oranları yaprak, dal ve gövde odunu için sırasıyla 1,0, 0,025 ve 0,0087 kullanılmıştır (Liski ve diğ., 2002).

Topraklardaki organik karbonun modellenmesinde kullanılan diğer bir model CBM-CFS3 modelidir. Bu model Kanada için geliştirilmiş olup, Kanada'daki ekolojik bölgelerin her biri için ayrı dökülme oranları verilmiştir. Örneğin Atlantik Maritime ekolojik bölgesi için ibre, dal ve gövde odunu dökülme oranları sırasıyla ibrelilerde 0,15, 0,1 ve 0,032, yapraklılarda 0,95, 0,10, 0,032'dir (Kull ve diğ., 2016).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ

3.1.1. Coğrafi Konum

Çalışma, 39° 15' 57'' - 39° 31' 51'' kuzey enlemleri ile 30° 20' 36'' - 30° 42' 52'' doğu boylamları arasında yer alan 2 ana mevkide üzerinde gerçekleştirilmiştir. İlk mevki, Eskişehir İlinin güneyinde yer alan Türkmen Dağı (Kalabak, İdrisyayla Köyleri vb.) mntıkasıdır. Bu mevkide 29 örnek alan seçilmiştir. İkinci mevki ise yine Eskişehir İlinin güneyinde, Türkmen Dağı'nın ana kütesinin devamı durumundaki, Eskişehir – Afyonkarahisar şehirlerarası karayolunun doğusunda ve Seyitgazi İlçesi yakınlarında (Sarıcailyas, Şükranlı Köyleri vb. civarı) kalan mntıkadır. Bu mevkide ise, toplam 10 adet örnek alanda çalışılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Türkmen Dağı kütesinin uydu fotoğrafı (Anonim 2017).

Türkmen Dağı Kütesinin batısında Kütahya, doğusunda Seyitgazi, güneyinde Afyonkarahisar, kuzeydoğusunda ise Eskişehir yer almakta olup, kütle, kuzeyde ve batıda Porsuk Çayı, doğuda ise Seydi Suyu ile sınırlanmıştır. Kütlenin güney bölümü ise, Seydi

Suyu'nun güneye ve batıya doğru uzanan çeşitli dereleri ile parçalanarak Nuri Dağı ile birleşmektedir.

3.1.2. İklim Özellikleri

Eskişehir soğuk-yarı karasal iklim tipine sahiptir. Eskişehir meteoroloji istasyonunun 1954–2013 yıllarını kapsayan 60 yıllık verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 11,0 °C olup, yazları kuraktır. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 370,3 mm'dir (Tablo 3.1).

Afyonkarahisar meteoroloji istasyonunun 1954–2013 yıllarını kapsayan verilerine bakıldığında; yıllık ortalama sıcaklık 11,3 °C, yıllık toplam yağış ortalaması ise 416,7 mm'dir (Tablo 3.1).

Kütahya meteoroloji istasyonunun 60 yıllık (1954–2013) verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 10,8 °C, yıllık ortalama yağış ise 560,1 mm'dir (Tablo 3.1).

Eskişehir, Afyonkarahisar ve Kütahya illerinde hakim rüzgar yönleri genel olarak kuzey ve kuzeybatıdır. Bu nedenle, Türkmen Dağı kütesinin özellikle kuzey yamaçlarında, kuzey ve batıdan gelen nemli hava akımlarının etkili olduğu söylenebilir.

Yağış rejimi bakımından Kütahya, Akdeniz ile İç Anadolu yağış rejimi arasında; Eskişehir ise, Karadeniz ile İç Anadolu yağış rejimi arasında bir geçiş tipine sahiptir. Afyonkarahisar ise İç Anadolu yağış rejimi içinde kalmaktadır (Anonim, 1989). Thornthwaite yöntemine göre, Eskişehir ve Afyonkarahisar kurak-az nemli; Kütahya, yarı nemli bir iklime sahiptir (Akgündüz, 2000).

3.1.3. Yeryüzü Şekli Özellikleri

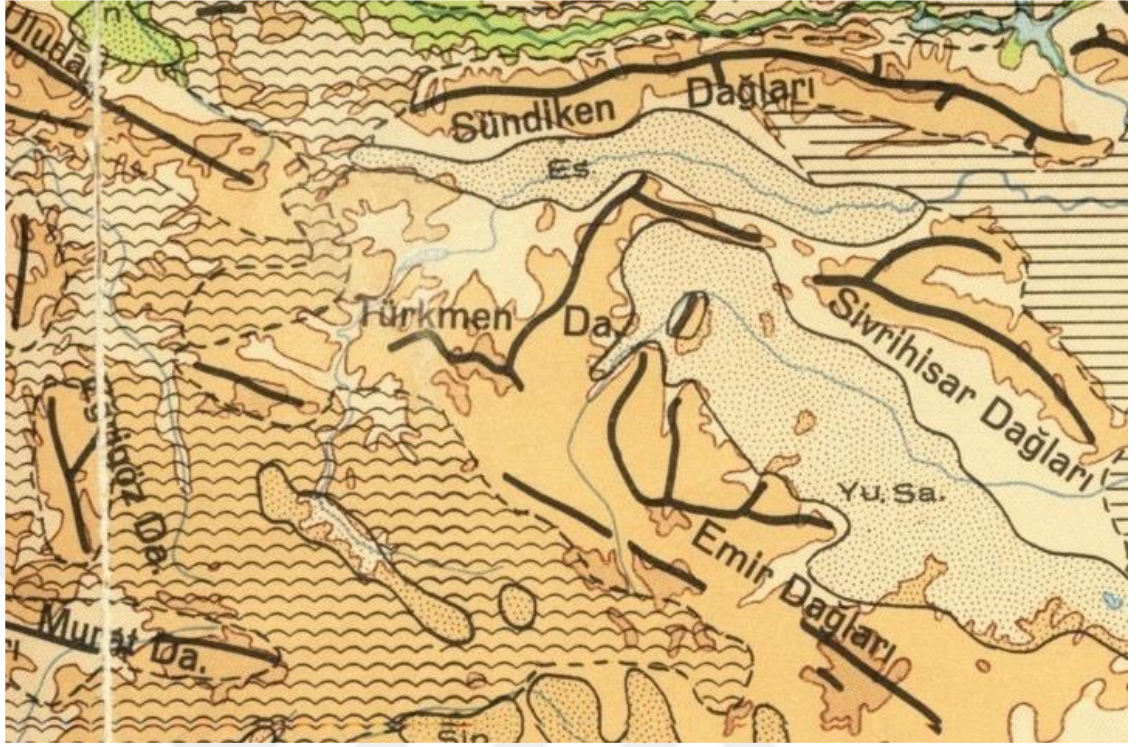
Kuzeybatı-güneydoğu istikametinde uzanan Türkmen Dağı kütesi, kuzeyde Sündiken Dağları, doğuda Sivrihisar Dağları, batıda Eğrigöz Dağı, kuzeybatıda Uludağ, güneydoğuda ise Emir Dağları ile çevrilidir (İzburak, 1968) (Şekil 3.2).

1826 m yükseltideki Türkmenbaba Tepe Türkmen Dağı'nın en yüksek noktası olup, diğer önemli yükselteleri ise, Küçüktürkmen Tepe (1.795 m), Kurtasıldı Tepe (1.726 m),

İnliyayla Çıplak Tepe (1.719 m), Paşaköşkü Tepe (1.701 m), Mestanlı Tepe (1.676 m), Ayı Tepe (1.643 m) ve Bozkuş Tepe (1.641 m) olarak sıralanabilir.

Tablo 3.1: Çalışma sahası yakınlarındaki meteoroloji istasyonlarına ilişkin veriler.

ESKİSEHIR	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0,1	1,4	5,2	10,3	15,1	19,1	21,7	21,4	17,2	11,9	6,3	2,1	11,0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3,9	6,3	11,4	16,8	21,9	26	29	29,2	25,2	19,5	12,5	6,1	29,2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3,6	-2,9	-0,4	3,7	7,8	11,3	13,9	13,6	9,4	5,2	1	-1,4	-3,6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,5	3,7	5	6,3	8,5	10,4	11,5	10,9	9	6,3	4,2	2,3	6,7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13,8	11,7	12	11,3	10,7	7,1	3,7	2,7	4,2	7,6	9,6	13,5	9,0
Aylık Toplam Ortalama Yağış (kg/m ²)	40,6	32	37,3	41,8	42,8	31,3	13,4	8,2	15	29,9	31,4	46,6	370,3
AFYONKARAHİSAR	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,3	1,6	5,5	10,3	15	19,2	22,3	22,1	17,7	12,2	6,8	2,5	11,3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,6	6,3	11	16,2	21,2	25,7	29,4	29,4	25,1	19,1	12,6	6,6	29,4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3,4	-2,5	0,3	4,4	8,2	11,4	13,9	13,8	10	6	1,7	-1,2	-3,4
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3,6	4,1	5,1	6,2	8,2	10,1	11,2	10,5	8,6	6,3	4,5	2,5	6,7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,7	12,1	12,4	12,2	12	7,3	4	3,2	4,3	7,5	8,7	12,7	9,1
Aylık Toplam Ortalama Yağış (kg/m ²)	42,1	37,8	42,7	46,7	49,5	33,6	17,8	11,6	18,6	36,7	33,1	46,5	416,7
KUTAHYA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,5	1,8	5,2	10	14,6	18,4	20,9	20,6	16,5	11,8	6,8	2,6	10,8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,7	6,6	11	16,1	21,2	25,2	28,2	28,5	24,6	19	12,7	6,6	28,5
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3,2	-2,4	0	4,1	7,9	11,1	13,4	13,2	9,3	5,7	1,9	-0,9	-3,2
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,1	3,2	4,3	6,6	7,3	9,3	10,1	9,4	7,4	5,1	3,3	2	5,8
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	14,8	13	13,3	12,8	12,1	7,5	4,1	3,3	4,6	8,5	10,3	14,5	9,9
Aylık Toplam Ortalama Yağış (kg/m ²)	70,4	59,6	59,1	54,5	53	33,6	19,8	14,8	22	41,4	50,8	81,1	560,1



Şekil 3.2: Türkmen Dağı'nın jeomorfolojik haritadaki konumu (İzburak 1968).

Uludağ, Domaniç Dağları, Türkmen Dağı ve Emir Dağları yön bakımından bir diğeri takip ederek birbirlerine bağlanmakta olup, Ege Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi arasında bir eşik durumundadırlar. Bu dağlar, her ne kadar kıvrımlı yapıya sahiplerse de, arazinin yükselmesi veya alçalmasını sağlayan “epirojenik” hareketlerden büyük ölçüde etkilenmişlerdir ve yükselme (horst) sonucu oluştuklarından dolayı, aralarında fay kırıkları da mevcuttur (Özoğul, 1992).

3.1.4. Jeolojik Temel, Anakaya ve Toprak Özellikleri

Türkmen Dağı kütlelerinde bulunan başlıca anakayalar riyolit ve dasittir. Yer yer bazalt, kilaşı, killi-kumlu-çörtlü kireçtaşı anakayalarına da rastlanmaktadır. Kütle genel olarak neojen yaşlı olup, Söğüt Yaylası'nın güneyinde mesozoik, jura-kretase ve permien-mesozoik yaşlı seriler de mevcuttur (Pamir ve Erentöz, 1975).

Asit erüptif kayalar grubu içerisinde yer alan riyolit, kuvarslı olması nedeniyle, kumlu türde balçık toprakların (kumlu balçık, balçıklı kum) meydana gelmesini; nötr erüptif kayalar grubu içerisinde yer alan dasit ise, balçıklı kum-kumlu balçık ve balçık toprakların meydana gelmesini sağlar. Dasitlerin bünyelerindeki plajyoklastlardan dolayı

topraklaşma hızı riyolitlerden daha yüksektir ve bu topraklar kalsiyumca daha zengin olduklarından bitki beslenmesi bakımından riyolit topraklarından daha iyi olarak kabul edilirler (Kantarcı, 2000).

Araştırma alanındaki ana kütle olan Türkmen Dağı'nda, kuzey bakıda dasit ve dasidik tüf, güney bakıda ise riyolit ve riyodasit anakayalar daha yaygın olup, topraklar boz esmer orman toprağı tipindedir (Güner, 2006).

3.2. MATERYAL VE METOT

Türkmen Dağı'ndaki karaçam meşcerelerinde 39 örnek alana kurulan kapanlardan toplanan döküntüler, farklı çap-boy gruplarını temsilen 13 farklı örnek alandan kesilen birer adet (toplam 13 adet) örnek ağaç, örnek alanlar içinde kalan ve ölçümler yapılan diğer örnek ağaçlar çalışmanın materyalini oluşturmuşlardır.

3.2.1. Örnek Alanların Seçimi ve Tanıtımı

Araştırmada, 2 ana bakı grubu (kuzey (K, KD, D, KB) ve güney (G, GD, GB, B) bakılar) ile 3 farklı yeryüzü şeklinde (alt, orta ve üst yamaç) bulunan Çkb3, Çkc1, Çkc2, Çkc3, Çkd1, Çkd2 ve Çkd3 meşcerelerinin her birinden bir adet örnek alan olmak üzere toplam 42 örnek alanda çalışılması hedeflenmiştir. Ancak Çkc1 ve Çkd3 meşcerelerinde güney bakı grubu alt yamaç konumu için örnek alan bulunamamış, Çkd2 güney bakı grubu üst yamaç konumunda tesis edilen örnek alan ise yerel halk tarafından tahrip edildiğinden çalışmadan çıkartılmıştır. Böylece çalışmada toplam 39 örnek alanda çalışılmıştır (Tablo 3.4).

3.3.2. Arazi Çalışması

Örnek alanlar meşcere tiplerine göre farklı boyutlarda seçilmiştir. Ağaç sayısının fazla olduğu meşcerelerde $10\text{ m} \times 10\text{ m} = 100\text{ m}^2$ ya da $10\text{ m} \times 15\text{ m} = 150\text{ m}^2$ büyüklüğündeki örnek alanlarda çalışılmıştır. Ağaç sayısının az olduğu gelişim çağındaki meşcerelerde ise örnek alan büyüklüğü $30\text{ m} \times 30\text{ m} = 900\text{ m}^2$ ya da $30\text{ m} \times 35\text{ m} = 1050\text{ m}^2$ 'ye çıkarılmıştır.

Tablo 3.2: Örnek alanların bazı yetiştirme ortamı ve meşcere özellikleri.

Örnek Alan No	Meşcere tipi	Enlem	Boylam	Yükseklik (m)	Eğim (%)	Bakı	Yeryüzü şekli	D _{1,3} Çap (cm)	Ort. Boy (m)	Hektarda Ağaç Sayısı	Ort. Yaş
1	b3	4378130	0276329	1075	20	D	Alt Yamaç	18,5	9,1	1200	103
2	b3	4376332	0276908	1160	20	KB	Orta Yamaç	18,1	7,3	1200	72
3	b3	4377837	0274310	1150	10	KD	Üst Yamaç	15,9	10,7	3400	68
4	c1	4377990	0274394	1145	17	KD	Orta Yamaç	28,8	11,5	433	106
5	c3	4372030	0276655	1345	30	K	Alt Yamaç	25,2	15,7	933	92
6	c3	4372017	0277080	1310	25	K	Orta Yamaç	34,3	17,8	622	129
7	d1	4356898	0299525	1219	5	K	Alt Yamaç	38,7	10,8	300	145
8	d2	4357516	0297257	1221	10	KB	Alt Yamaç	36,8	12,3	400	110
9	d2	4356323	0296458	1288	15	K	Orta Yamaç	33,5	11	400	121
10	d3	4371116	0276733	1427	28	KD	Orta Yamaç	45	19,5	367	121
11	c1	4355348	0295815	1287	12	GB	Alt Yamaç	27,9	8	400	65
12	c1	4378180	0278833	1010	15	G	Orta Yamaç	22,3	7,5	400	112
13	c2	4353513	0303564	1218	10	G	Alt Yamaç	28,8	9,4	533	55
14	c2	4349634	0301361	1386	8	G	Üst Yamaç	27	10,6	567	76
15	c3	4352774	0299135	1281	20	G	Alt Yamaç	23,4	12,8	800	101
16	d2	4352414	0297512	1348	9	G	Orta Yamaç	38,8	15,2	425	103
17	d2	4368064	0274478	1635	28	GB	Alt Yamaç	52,2	17,7	350	110
18	d3	4367809	0274374	1611	25	GB	Orta Yamaç	49,6	23	192	109
19	c3	4367506	0274400	1605	35	GB	Orta Yamaç	25,7	17,6	1300	106
20	d1	4367729	0274384	1605	35	GB	Orta Yamaç	51,8	20,4	225	106

Tablo 3.2 (devam): Örnek alanların bazı yetiştirme ortamı ve meşcere özellikleri.

Örnek Alan No	Meşcere tipi	Enlem	Boylam	Yükseklik (m)	Eğim (%)	Bakı	Yeryüzü şekli	D1,3 Çap (cm)	Ort. Boy (m)	Hektarda Ağaç Sayısı	Ort. Yaş
21	d1	4371884	0270796	1585	18	GD	Üst Yamaç	48,3	21,3	114	116
22	d1	4371657	0270803	1575	28	KB	Orta Yamaç	66,5	17,5	111	80
23	c1	4355989	0297606	1317	7	KB	Üst Yamaç	30	10,9	350	93
24	d1	4356577	0298288	1286	7	K	Üst Yamaç	41	14,1	289	111
25	d2	4360755	0280591	1289	16	KB	Üst Yamaç	37,3	13,6	425	213
26	b3	4360395	0280635	1301	25	GD	Üst Yamaç	12,6	7,3	4000	65
27	c2	4359718	0280697	1270	20	GB	Orta Yamaç	23,3	8,5	800	91
28	c3	4359717	0280754	1281	25	GB	Üst Yamaç	23,5	8,6	1133	92
29	d3	4361777	0277412	1387	25	KD	Üst Yamaç	39,9	16,3	467	172
30	c3	4361613	0277551	1368	16	D	Üst Yamaç	23,1	11,8	1133	101
31	b3	4361401	0277605	1353	25	GD	Orta Yamaç	12,1	8,7	3400	62
32	c2	4361458	0277605	1357	35	D	Orta Yamaç	28,9	13,4	850	163
33	c2	4365044	0276676	1517	35	KD	Üst Yamaç	31,3	14,5	650	116
34	d1	4365794	0276543	1482	33	G	Alt Yamaç	48,9	17,9	160	186
35	d3	4366129	0276866	1523	15	GB	Üst Yamaç	48,4	19,7	489	193
36	d3	4366477	0276770	1534	40	KD	Alt Yamaç	51,2	23,2	300	127
37	c1	4366284	0276995	1520	10	KD	Alt Yamaç	32,5	15,3	533	123
38	c2	4367238	0277291	1437	38	D	Alt Yamaç	26,9	12,3	711	109
39	b3	4376609	0275690	1183	48	GD	Alt Yamaç	13,8	6,1	1400	90

Örnek alanların eğim, yükselti, bakı, yamaç konumu gibi fizyografik özellikleri tespit edilmiş, göğüs yüksekliğindeki çapı ($D_{1,3}$) 8 cm'den büyük tüm ağaçların $D_{1,3}$ çapları ve boyları ölçülmüştür. Örnek alanlarda galip ve en galip 3-5 ağaçta artım kalemi ile yaş tespit edilmiş ve bu ağaçların ortalama yaşı değerlendirilmelerde kullanılmıştır (Kalıpsız, 1984).

3.3.2.1. Döküntü Kapanlarının Yerleştirilmesi ve Döküntülerin Toplanması

Ağaçlardan dökülen materyallerin miktarını belirlemek amacıyla 15.05.2012–02.06.2012 tarihleri arasında her örnek alan içerisine 5 adet 0,50 x 0,50 m (0,25 m²) genişlikte çerçevelere 1 mm gözlü polyester ağ geçirilmiş kapanlar kurulmuş ve bu kapanların etrafı üç sıra dikenli tel ile çevrilmiştir (Pitman ve diğ., 2010) (Şekil 3.3). Kapanlarda biriken döküntü materyali, yaklaşık 30-40 günlük dönemlerde 2012 yılında 5 kez (sonuncusu 28-29.11.2012 tarihlerinde) toplanmıştır. Hava ve arazi koşullarından dolayı örnekleme yapılamayan kış döneminden sonra, 19/20.04.2013 tarihlerinde 6. periyot ve 31.05.2013/01.06.2013 tarihlerinde de 7. periyot olmak üzere toplam 7 defa toplanarak, yaklaşık bir senelik dökülme/örnekleme dönemi (15.05.2012/02.06.2012-31.05.2013/01.06.2013) tamamlanmıştır. Her bir örnekleme döneminde kapanlarda biriken materyaller toplanmış ve laboratuvara götürülmüştür.

3.3.2.2. Toprak Üstü Ağaç Kütlesi Örneklerinin Alınması

Örnek alanlarda ağaç bileşenlerinin bitkisel kütlelerini belirlemek amacıyla örnek ağaçlar kesilmiştir. Bu ağaçlar farklı çap-boy gruplarını temsil edecek şekilde sağlıklı, tepesi ve dalları kırılmamış, baskı altında kalmamış fertlerden olmak üzere toplam 13 adettir. Kesilen ağacın boyu cm hassasiyetinde ölçülüp, dip kütükte alınan 3-5 cm kalınlığındaki diskte laboratuvar ortamında yaş sayımı yapılmıştır. Daha sonra, kesilen ağacın dalları temizlenip, gövde 2 m'lik seksiyonlara ayrılarak her bölümün kabuklu-kabuksuz çapları birbirine dik çift eksenle ölçülmüştür. Bu gövde bölümlerinin taze ağırlıkları arazide tartılmıştır. Ayrıca canlı dal, kuru dal, ibre ve kozalaklar ayrı ayrı tartılarak taze ağırlıkları bulunmuştur (Şekil 3.4).

Gövde odunu fırın kurusu ağırlıkların hesaplanmasında kullanılacak nem içeriklerini belirlemek amacıyla her seksiyonun ortasından 3-5 cm kalınlığında diskler alınmıştır. Bu diskler arazide tartılmış ve taze haldeki ağırlıkları kaydedilmiştir. Benzer şekilde canlı

dal, kuru dal, ibre ve kozalaklardan da alt örnekler alınarak bunların da taze ağırlıkları arazide belirlenmiştir.



Şekil 3.3: Örnek alanlarda kapanların kurulması ve yapılan diğer ölçümler.

3.3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Her bir örnekleme periyodunda kapanlardan alınan ve laboratuvara getirilen döküntü örnekleri önce hava kuru hale gelene kadar kurtulmuştur. Kurutulan döküntü örnekleri ibre, dal, kabuk, kozalak ve diğer döküntüler (çiçek, tomurcuk vb.) olarak 5 bölüme ayrılmış ve bunların her birinin hava kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra alt örnekler alınmış ve bunlar 65 °C’da sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve nem içerikleri hesaplanmıştır. Hava kuru ve fırın kuru ağırlıklardan döküntü materyallerinin fırın kuru ağırlıkları bulunmuştur. Ayrıca gövde odunundan alınan kesitler ve diğer bileşenlerden alınan alt örnekler de Benzer işlemlere tabi tutulmuştur.



Şekil 3.4: Örnek alanlarda gerçekleştirilen bitkisel kütle örneklemeleri.

İbre, dal, kabuk, kozalak ve diğer olarak sınıflandırılan döküntü örneklerinin C, N, P, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, S, Zn ve Cu içerikleri belirlenmiştir. C, N ve S elementer analiz yöntemiyle LecoTruSpec CNH-S Elemental Analyzer cihazında, P, vanadamolibdofosforik sarı renk metodu ile Spectronic 20D kolorimetre cihazında (Gülçur, 1974) ölçülmüştür. Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn içeriklerinin belirlenmesi için ibre ve döküntü örnekleri önce nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş olarak yakılmıştır. Bu şekilde elde edilen çözeltilerde Na ve K Jenway PFP 7 flame photometer cihazı ile Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn ise Perkin-Elmer 3110 atomic absorption spectrometer cihazı ile ölçülmüştür.

3.3.4. Değerlendirme Yöntemi

Örnek alanlardan kesilen 13 ağacın gövde odunu hacmi, ağaç bileşenleri ile toprak üstü kütle tahmini için denklemler geliştirilmiştir. Bu denklemlerde göğüs yüksekliğindeki çap ($D_{1,3}$) ya da çap ile boyun (H) birlikte kullanıldığı $D_{1,3}^2H$ bağımsız değişkenleri kullanılmıştır. Test edilen denklemlerden en düşük standart hata ve en yüksek R^2 değerine sahip olanlar seçilmiştir.

Örnek alana katılan yıllık döküntü materyali (ibre, dal, kozalak, kabuk, diğer) miktarı ve analizler ile bulunan bitki besin maddeleri miktarları kullanılarak, ölü örtüye yıllık bitki besin maddeleri girişi bulunmuş, daha sonra bu değerler 1 hektar alana dönüştürülmüştür. Ağaç bileşenlerinin dökülme oranları (DO) (turnover rate) dökülen ilgili ağaç bileşenin canlı ağaçtaki kütesine oranı olarak aşağıdaki formülle belirlenmiştir.

$$DO_i = A_i/B_i \quad (3.1)$$

Denklemden DO dökülme oranı, i ağaç bileşenleri (ibre, dal, kabuk), A ilgili ağaç bileşeninin döküntü içindeki miktarı (kg/ha/yıl), B ilgili ağaç bileşeninin canlı ağaç üzerindeki bitkisel kütesidir (kg/ha).

Toprak üstü bitkisel kütle, meşcere tipi, meşcerenin yaşı ve çapı ile dökülme ve bu yolla ölü örtüye katılan bitki besin maddeleri miktarları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu kapsamda, dökülme miktarları ile ölü örtüye katılan yıllık bitki besin maddeleri miktarlarının meşcere tiplerine göre farklı olup olmadığı basit varyans analizi ile, dökülme miktarı ile çeşitli meşcere özellikleri (çap, boy, gövde odunu hacmi, yaş, vb) arasındaki ilişkiler ise korelasyon ve regresyon analizleri ile incelenmiştir.

Varyans analizi ile bulunan farklılıklar için, Duncan testi uygulanarak benzer gruplar oluşturulmuştur (Kalıpsız, 1994; Özdamar, 2002). Varyans analizinden önce verilerin normallik denetimi Kolmogorov–Smirnov (K-S) testi ile yapılmış, normal dağılım göstermeyen veriler logaritmik, karekök dönüşümleri gibi çeşitli işlemlerle normal dağılıma dönüştürülmüştür. Daha sonra varyans analizi uygulanmış, Levene testi ile varyansların homojenliği denetlenmiştir. Gruplar arasındaki farklar varyansların homojen olması durumunda Duncan testi, varyansların homojen olmaması halinde Tamhane testi ile denetlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. CANLI AĞAÇ KÜTLESİNE AİT BULGULAR

4.1.1. Tek Ağaca Ait Bulgular

4.1.1.1. Örnek Ağaçların Genel Özellikleri ve Kütleleri

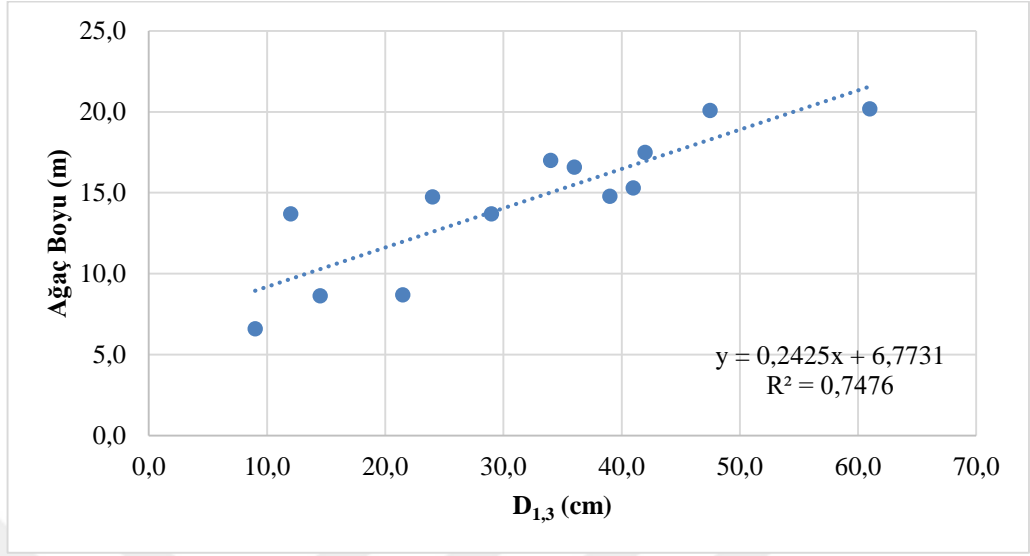
Değişik çap gruplarını temsil edecek şekilde toplam 13 ağaç kesilmiştir. Bu ağaçların $D_{1,3}$ çapları 9,0 ile 61,0 cm, boyları 6,6 m ile 20,2 m arasında değişmektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Bitkisel kütle örnekleme için kesilen ağaçlara ilişkin bazı bilgiler.

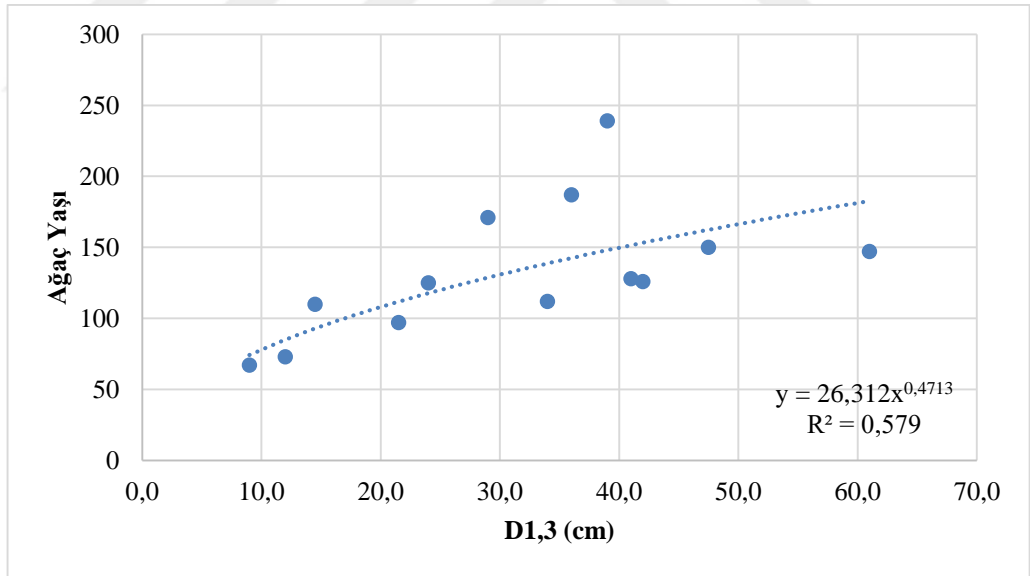
Örnek Ağaç No	Kesildiği Örnek Alan	Meşcere Tipi	Bakı Grubu	Yamaç Konumu	Göğüs Yüksekliği Çapı (cm)	Boy (m)	Yaş	Kabuklu Gövde Hacmi (m ³)
1	1	b3	K	Alt yamaç	14,5	8,6	110	0,079
2	17	d2	G	Alt yamaç	61,0	20,2	147	2,645
3	19	c3	G	Orta yamaç	34,0	17,0	112	0,898
4	21	d1	G	Üst yamaç	42,0	17,5	126	1,049
5	24	d1	K	Üst yamaç	41,0	15,3	128	1,186
6	25	d2	K	Üst yamaç	39,0	14,8	239	0,983
7	26	b3	G	Alt yamaç	9,0	6,6	67	0,026
8	28	c3	G	Üst yamaç	21,5	8,7	97	0,029
9	29	d3	K	Üst yamaç	36,0	16,6	187	0,892
10	31	b3	G	Orta yamaç	12,0	13,7	73	0,071
11	32	c2	K	Orta yamaç	29,0	13,7	171	0,462
12	36	d3	K	Alt yamaç	47,5	20,1	150	2,036
13	37	c1	K	Alt yamaç	24,0	14,8	125	0,385

Kesilen ağaçlarda $D_{1,3}$ ile ağaç boyu arasında istatistiksel açıdan önemli doğrusal bir ilişki bulunmaktadır ($R^2= 0,748$) (Şekil 4.1). Ancak $D_{1,3}$ çapı ile yaş ve boy ile yaş arasındaki ilişkiler daha zayıftır (Şekil 4.2. ve 4.3).

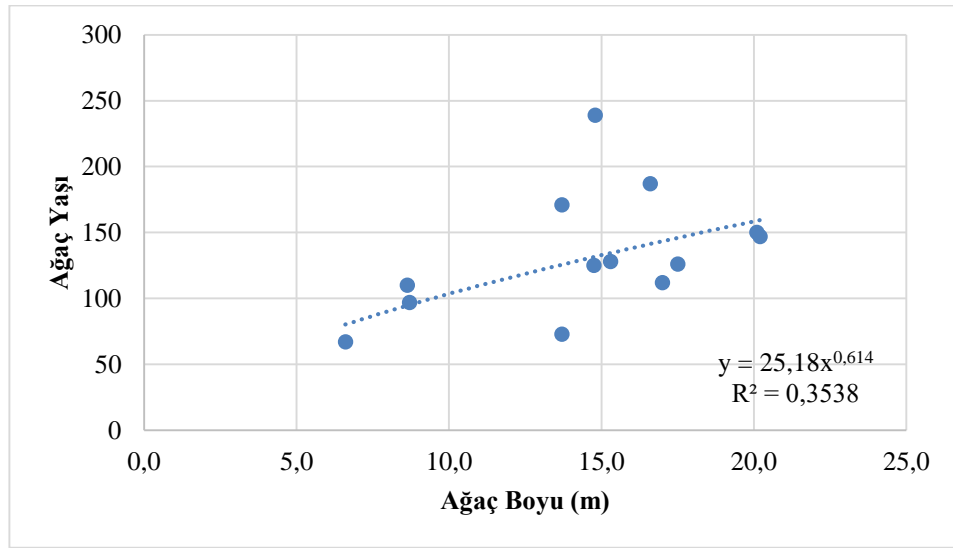
Örnek alanlardan kesilen ağaçların ibre, canlı dal, kuru dal, kabuk ve gövde odunu ağırlıkları Tablo 4.2’de verilmiştir. Örnek ağaçların toprak üstü bitkisel kütleleri 41,1 kg/ağaç ile 1.687,8 kg/ağaç arasındadır. Toprak üstü kütlelerin önemli bir kısmını gövde odunu oluşturmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.1: Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinden örneklenen ağaçlarda ağaç çapı (D_{1,3}) ile boy (H) arasındaki ilişkiler.



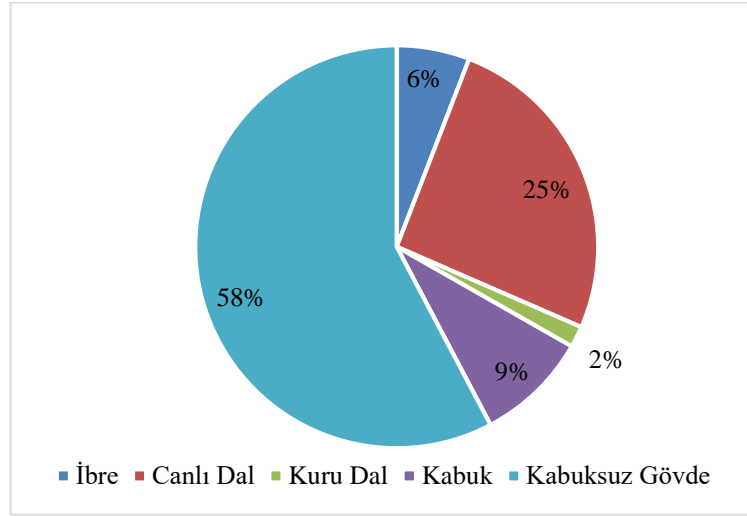
Şekil 4.2: Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinden örneklenen ağaçlarda ağaç çapı (D_{1,3}) ile yaş arasındaki ilişkiler.



Şekil 4.3: Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinden örneklenen ağaçlarda ağaç boyu (H) ile yaş arasındaki ilişkiler.

Tablo 4.2: Kesilen ağaçlarda ağaç bileşenlerinin ağırlıkları (65 °C’de kuru ağırlık) (kg/ağaç).

Örnek Ağaç Nu.	Kesildiği Örnek Alan	İbre Ağırlığı	Canlı Dal Ağırlığı	Kuru Dal Ağırlığı	Kabuk Ağırlığı	Kabuklu Gövde Ağırlığı	Kabuksuz Gövde Ağırlığı	Toplam Toprak Üstü Kütle Ağırlığı
1	1	3,4	6,1	0,9	6,5	32,9	26,4	43,3
2	17	76,5	564,8	18,4	113,8	1028,1	914,3	1687,8
3	19	24,3	75,9	19,1	41,9	417,6	375,4	536,9
4	21	42,4	125,7	9,7	80,4	406,0	324,6	583,8
5	24	33,8	302,9	7,3	69,1	490,1	421,0	834,1
6	25	35,9	136,3	13,2	54,9	379,7	324,8	565,1
7	26	2,2	2,4	0,3	2,1	10,4	8,3	15,3
8	28	12,5	24,7	4,1	9,2	62,8	53,6	104,1
9	29	32,4	134,9	4,2	38,2	385,0	346,8	556,5
10	31	4,3	4,1	0,7	5,7	32,0	26,3	41,1
11	32	16,3	41,5	5,1	29,9	171,4	141,5	234,3
12	36	41,3	228,2	25,6	108,1	767,1	659,0	1062,2
13	37	11,1	20,8	2,1	28,0	157,1	129,1	191,1



Şekil 4.4: Kesilen örnek ağaçlarda ağaç bileşenlerinin oransal dağılımı.

4.1.1.2. Gövde Odunu Hacmi ve Tek Ağaç Kütlesi Denklemleri

Örneklenen 13 ağaçta kabuklu gövde odunu hacmi ve ağaç bileşenleri kütlelerinin bağımlı değişken $D_{1,3}$ ve $D_{1,3}$ ile ağaç boyunun (H) birlikte kullanıldığı $D_{1,3}^2H$ değişkenlerinin bağımsız değişken olarak kullanıldığı regresyon denklemleri test edilmiştir. Bitkisel kütle bileşenlerini tahmin etmek için geliştirilen üs (power) denklemlerin R^2 değerleri doğrusal denklemlere nazaran daha yüksek, standart hataları ise daha düşük bulunmuştur. Ancak kabuklu gövde odunu hacmi doğrusal denklem ile daha doğru tahmin edilebilmektedir. Söz konusu denklemler Tablo 4.3'te verilmiştir. Buna göre; denklemlerde en yüksek R^2 değeri, kabuksuz gövde bileşenine aitken, en düşük R^2 değeri ise 0,879 ile kuru dalda bulunmuştur. Kabuk ve kabuksuz gövde bileşenlerinin kütlesi $D_{1,3}^2H$, diğer bileşen kütleleri de $D_{1,3}$ değişkeni ile daha iyi tahmin edilmiştir.

4.1.2. Birim Alandaki Bitkisel Kütleyle Ait Bulgular

Örnek alanlarda bir hektar alandaki bitkisel kütle miktarları Tablo 4.3'te verilen denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Örnek alanlardaki toplam topraküstü bitkisel kütle miktarları 35,48 t/ha ile 535,34 t/ha arasında değişmektedir. Ağaç bileşenleri içinde kabuklu gövde odunu topraküstü bitkisel kütlelerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Kuru dallar ise en az paya sahiptir (Tablo 4.4).

Tablo 4.3: Türkmen dağı karaçam meşcerelerinden tek ağaç bileşenleri kütlelerinin tahmininde kullanılabilecek denklemler.

Bitkisel Kütle Bileşenleri	Örnek Sayısı	Model	a	b	R _{adj} ²	Standart Hata	F Değeri	Önem Düzeyi
Kabuklu Gövde Odu Hacı	13	$V=a+b \times (D_{1,3}^2 H)$	0,0608	0,00004	0,966	0,148	339,366	0,000
Canlı Dal	13	$B_{CANLIDAL}=a \times D_{1,3}^b$	0,00259	2,96444	0,969	0,306	370,383	0,000
İbre	13	$B_{IBRE}=a \times D_{1,3}^b$	0,03189	1,88943	0,974	0,175	457,374	0,000
Kabuk	13	$B_{KABUK}=a \times (D_{1,3}^2 H)^b$	0,00921	0,86097	0,980	0,179	581,257	0,000
Kabuksuz Gövde Odu	13	$B_{KBZGGÖVDE}=a \times (D_{1,3}^2 H)^b$	0,01622	0,98616	0,988	0,159	974,927	0,000
Kuru Dal	13	$B_{KURUDAL}=a \times D_{1,3}^b$	0,00230	2,2881	0,879	0,483	87,824	0,000
Toprak Üstü	13	$B_{TOPRAKÜSTÜ}=a \times D_{1,3}^b$	0,06551	2,48896	0,983	0,186	704,119	0,000

4.2. DÖKÜLMEMEYE AİT BULGULAR

4.2.1. Dökülme Miktarları

Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinde ortalama yıllık döküntü miktarı 3.449 kg/ha/yıl olarak bulunmuştur. Çkc1, Çkc2 ve Çkc3 meşcerelerinde toplam döküntü miktarı diğer meşcerelere göre daha düşüktür. “d” gelişim çağındaki meşcerelerde ise yıllık döküntü miktarı daha yüksek olup Çkd3 meşcerelerinde 5.620 kg/ha/yıl’a ulaşmaktadır. Döküntü içinde ibreler önemli bir paya sahiptir (Tablo 4.5). Meşcere gelişim çağı arasında yıllık dökülen ibre, dal ve kabuk miktarları arasında fark bulunamamıştır. Ancak kozalak, diğer ve toplam dökülen materyal miktarları meşcere tiplerine göre farklılık göstermektedir (Tablo 4.5).

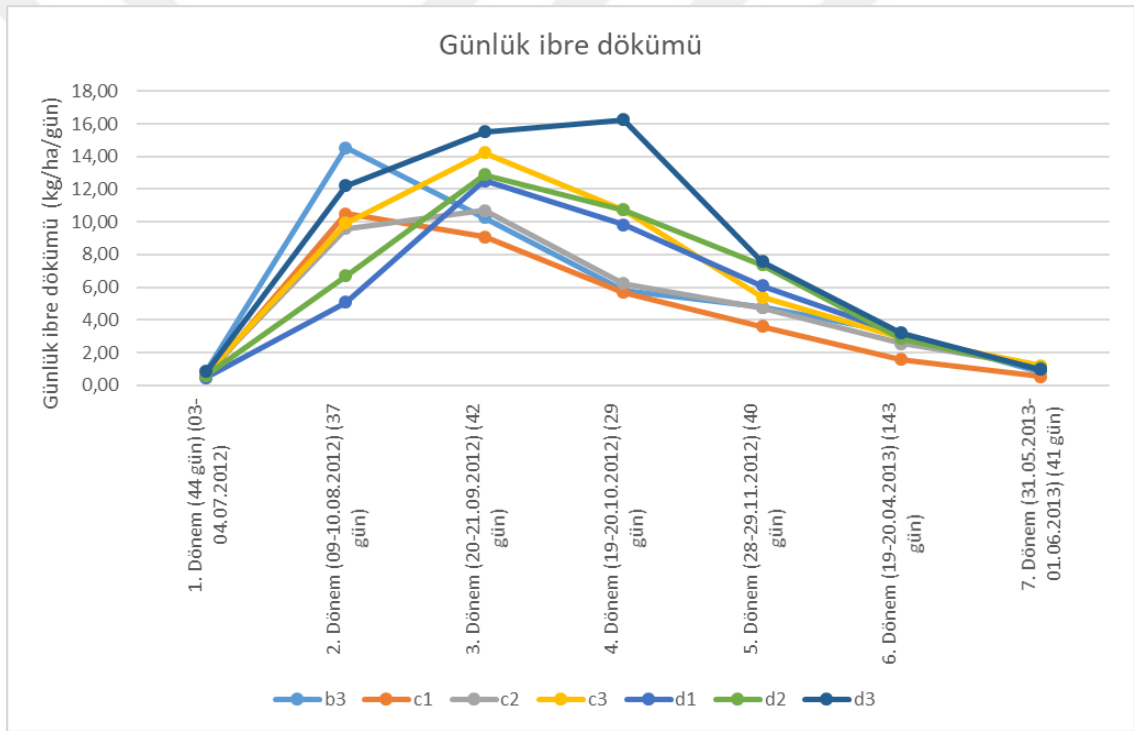
Döküntü örneklerinin toplandığı dönemlerdeki gün sayıları birbirinden farklıdır. Bu nedenle yıl içinde dökülmenin seyrini açıklayabilmek için günlük dökülme miktarları hesaplanmıştır. Çkd3 meşcerelerinde ibre dökülmesi Ekim ayı sonuna kadar artış göstermekte, kış ve ilkbahar aylarında azalmaktadır. Çkc2, Çkc3, Çkd1 ve Çkd2 meşcerelerinde ise ibre dökülmesi Eylül ayında en yüksek değere ulaşmakta, daha sonra azalmaktadır. Çkb3 ve Çkc1 meşcerelerinde ise en yüksek ibre dökülmesi 4 temmuz-10 ağustos döneminde bulunmuştur (Şekil 4.5). Kabuk, dal, kozalak, diğer döküntüleri ile toplam döküntünün yıllık seyri Şekil 4.6-4.10’da gösterilmiştir.

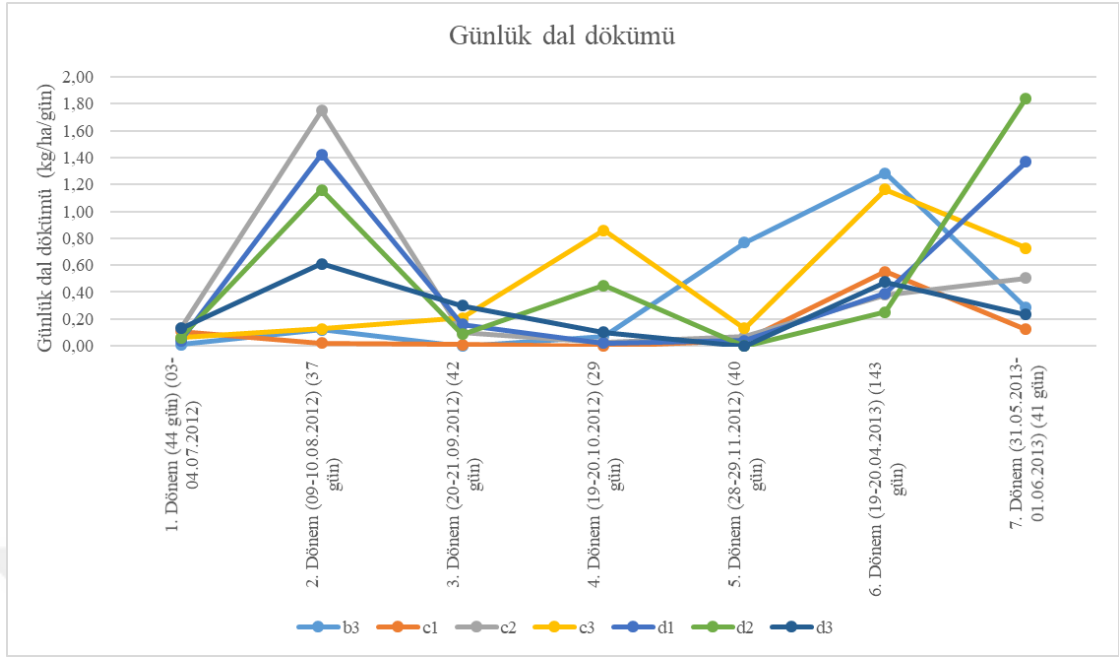
Tablo 4.4: Örnek alanlara ilişkin bitkisel kütle değerleri (65 °C'de kuru ağırlık) (ton/ha).

Örnek Alan No	İbre	Canlı Dal	Kuru Dal	Kabuk	Kabuksuz Gövde	Kabuklu Gövde	Toprak Üstü Bitkisel Kütle
1	9,61	18,52	2,24	11,44	55,60	67,04	97,42
2	9,38	18,23	2,19	9,31	44,10	53,41	83,21
3	6,91	11,85	1,54	9,71	46,74	56,46	76,76
4	8,16	26,34	2,30	11,23	63,62	74,85	111,66
5	13,77	39,18	3,70	25,02	142,46	167,49	224,14
6	16,09	61,00	4,81	30,70	189,68	220,38	302,28
7	9,66	41,06	3,02	11,69	69,66	81,36	135,09
8	12,01	50,76	3,74	17,01	103,98	120,99	187,50
9	10,00	37,82	2,99	12,64	73,53	86,17	136,97
10	15,75	58,82	3,99	24,29	160,77	185,06	260,04
11	7,68	29,59	2,27	8,01	45,29	53,30	92,84
12	4,80	12,61	1,25	4,79	24,53	29,32	47,97
13	10,08	32,95	2,85	11,58	63,99	75,57	121,44
14	9,84	32,59	2,78	12,67	71,17	83,83	129,05
15	10,33	27,48	2,70	15,96	87,25	103,21	143,72
16	13,82	59,54	4,34	22,47	140,03	162,50	240,20
17	20,41	126,32	7,31	36,40	252,50	288,91	442,95
18	9,82	53,53	3,37	21,90	152,03	173,93	240,65
19	23,08	72,11	6,41	47,86	285,50	333,37	434,96
20	12,78	76,88	4,53	25,61	179,22	204,83	299,03
21	5,69	31,72	1,96	11,88	81,94	93,82	133,19
22	10,21	82,31	4,03	16,75	122,00	138,75	235,29
23	7,10	23,82	2,03	9,04	50,94	59,97	92,92
24	10,19	45,66	3,25	15,57	97,18	112,75	171,85
25	12,80	52,65	3,95	19,23	117,27	136,50	205,90
26	16,14	22,98	3,33	17,23	75,97	93,20	135,65
27	10,61	30,06	2,84	11,83	62,66	74,50	118,01
28	14,57	38,21	3,79	16,19	84,30	100,50	157,06
29	16,05	72,69	5,12	27,21	172,24	199,45	293,32
30	14,12	22,68	2,24	12,36	67,11	79,48	112,91
31	4,28	5,95	0,88	5,27	23,51	28,78	39,88
32	21,31	67,82	5,97	33,15	190,27	223,41	318,52
33	14,14	48,76	4,08	23,36	138,37	161,73	228,71
34	7,99	43,39	2,73	14,50	97,70	112,20	166,32
35	24,17	132,19	8,29	47,46	323,24	370,70	535,34
36	16,77	101,38	5,95	37,68	268,13	305,81	429,91
37	12,40	43,97	3,62	20,94	124,95	145,89	205,89
38	11,85	28,45	2,57	13,66	76,88	90,53	130,90
39	6,71	7,16	0,97	4,17	18,67	22,83	35,48

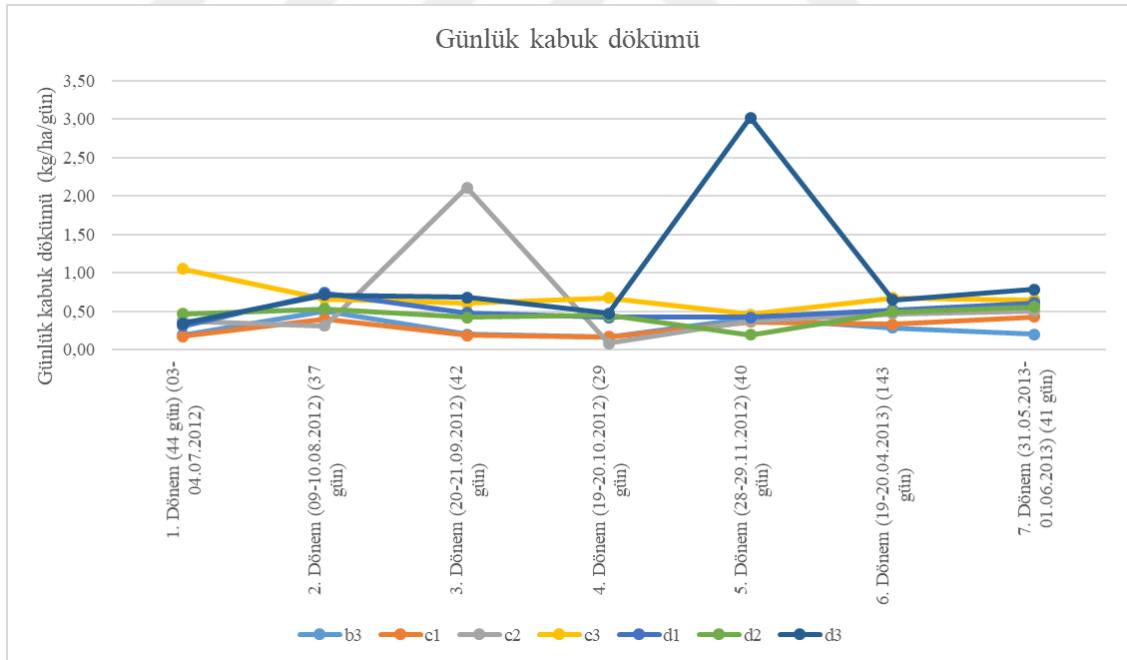
Tablo 4.5: Yıllık toplam dökülme miktarları (kg/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	1.858±382 ^{ab}	233±374 ^a	106±42 ^a	257±196 ^{ab}	169±82 ^a	2.623±871 ^{ab}
Çkc1	1.349±399 ^a	92±96 ^a	115±56 ^a	494±305 ^{abc}	223±134 ^{ab}	2.272±653 ^a
Çkc2	1.619±424 ^a	153±148 ^a	221±209 ^{ab}	215±173 ^a	319±179 ^{abc}	2.527±782 ^{ab}
Çkc3	1.994±312 ^{ab}	242±151 ^a	257±137 ^{ab}	922±814 ^{bc}	384±233 ^{abcd}	3.799±1.288 ^{ab}
Çkd1	1.749±858 ^{ab}	175±191 ^a	190±149 ^{ab}	1.352±851 ^{cd}	581±243 ^d	4.046±1.840 ^b
Çkd2	1.873±268 ^{ab}	174±210 ^a	172±64 ^{ab}	763±516 ^{abc}	432±226 ^{bcd}	3.414±1.002 ^{ab}
Çkd3	2.411±943 ^b	122±120 ^a	329±172 ^b	2.213±1.189 ^d	546±148 ^{cd}	5.620±1.662 ^c
Ortalama	1.833±598	173 ^a ±197	198±143	867±894	377±225	3.449±1.551
%	53,1	5,0	5,7	25,1	10,9	100,0

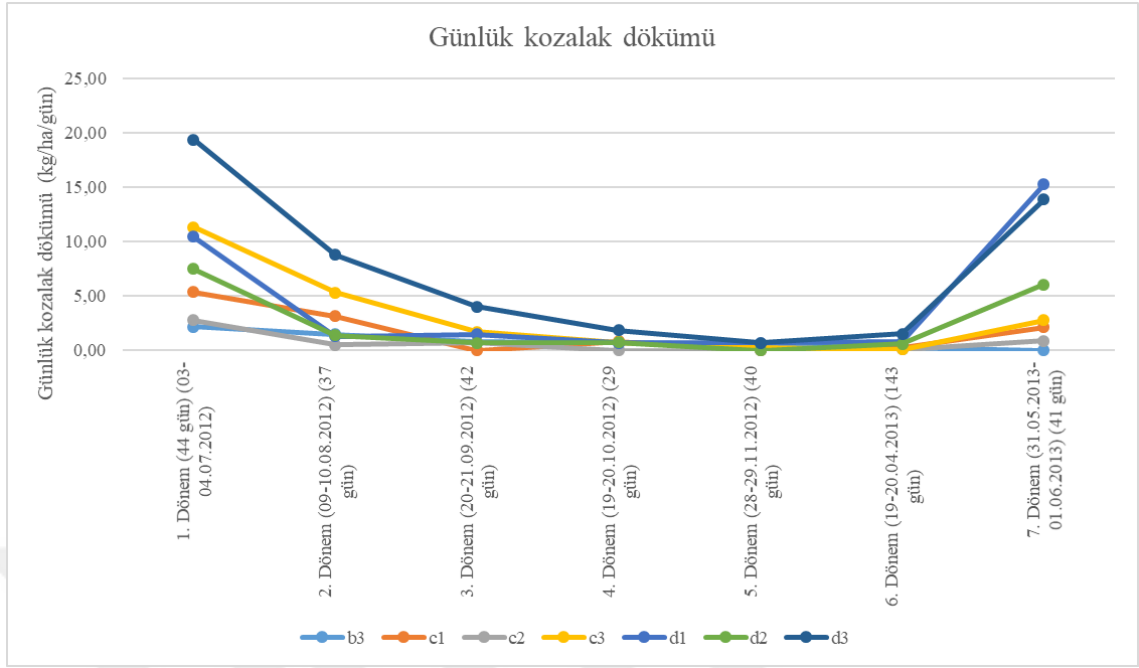
**Şekil 4.5:** Günlük ibre dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).



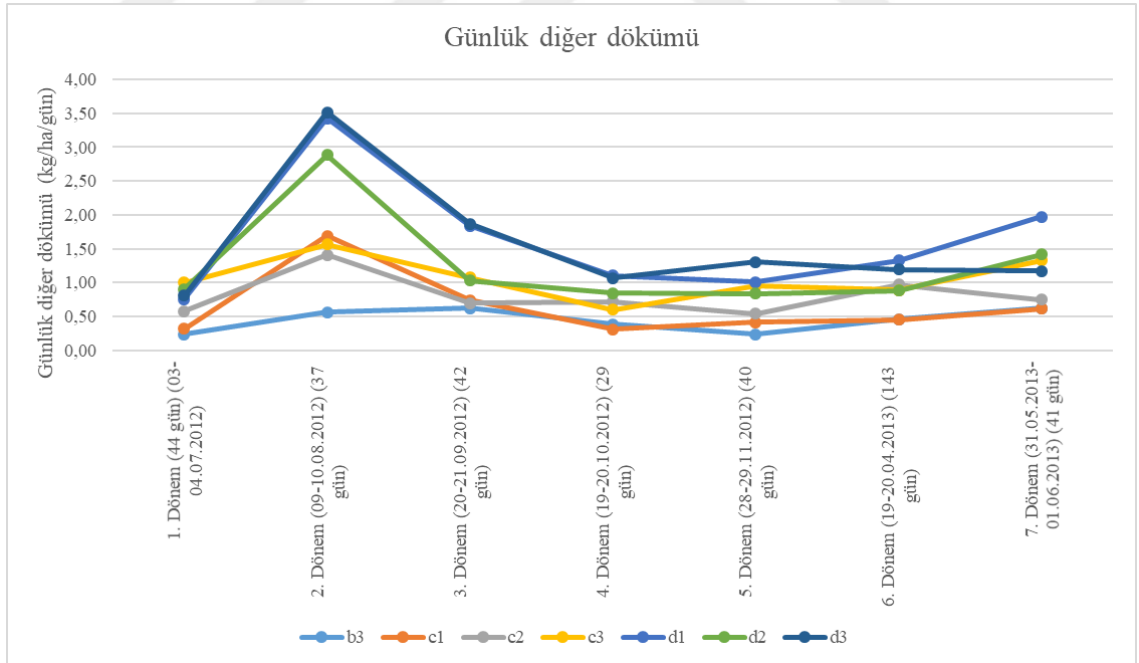
Şekil 4.6: Günlük dal dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).



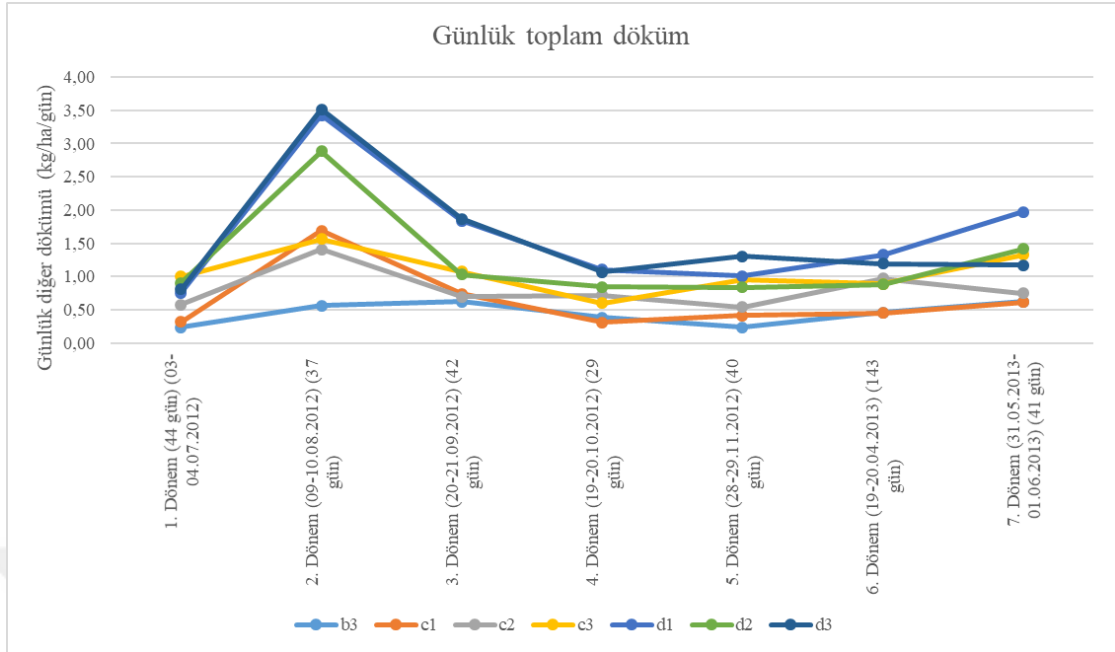
Şekil 4.7: Günlük kabuk dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).



Şekil 4.8: Günlük kozalak dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).



Şekil 4.9: Günlük diğer döküntü dökümünün yıllık seyri (kg/ha/gün).



Şekil 4.10: Günlük toplam dökümün yıllık seyri (kg/ha/gün).

Döküntü bileşenleri ve toplam döküntü miktarı ile meşcere ortalama çapı ve boyu, kabuklu gövde odunu hacmi ile ağaç bileşenleri arasındaki ilişkilerin değerlendirildiği korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.6.'de verilmiştir. Dökülen dal miktarı ile çap, boy gövde odunu hacmi, yaş ve ağaç bileşenleri kütleleri arasında bir ilişki bulunamamıştır. Buna karşılık kozalak ve toplam döküntü miktarı ilişkisi sorgulanan 11 parametre arasında $p < 0,05$ önem düzeyinde pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Meşcere ortalama yaşı ile döküntüler arasındaki ilişkiler de diğer parametrelere nazaran daha zayıftır. Örnek alanlardaki toplam döküntü miktarları meşcere parametreleri ile en yüksek korelasyon değerlerine sahiptir (Şekil 4.11-4.14).

4.2.2. Dökülen Materyallerin Karbon ve Besin Maddesi İçerikleri

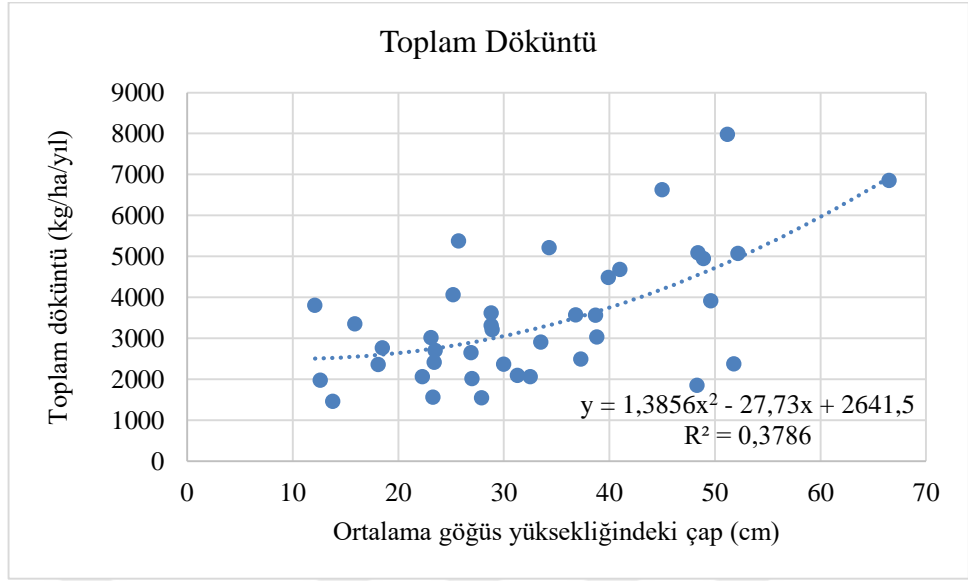
Dökülen materyallerin karbon ve bitki besin maddesi içerikleri Tablo 4.7'de yer almaktadır. Döküntü bileşenlerinin karbon, potasyum, sodyum, mangan, çinko ve bakır içerikleri meşcere tiplerine göre farklılık göstermemektedir. Diğer olarak adlandırılan döküntülerin azot, fosfor ve kükürt içerikleri varyans analizi sonuçlarına göre meşcere tiplerine göre önemli derecede farklı bulunmuştur. Fosfor aynı zamanda ağaçlardan dökülen kabuklarda meşcere tiplerine göre anlamlı düzeyde değişim göstermektedir.

Magnezyum ise dökülen dallardaki konsantrasyon açısından meşcere tipleri arasında farklıdır (Tablo 4.7).

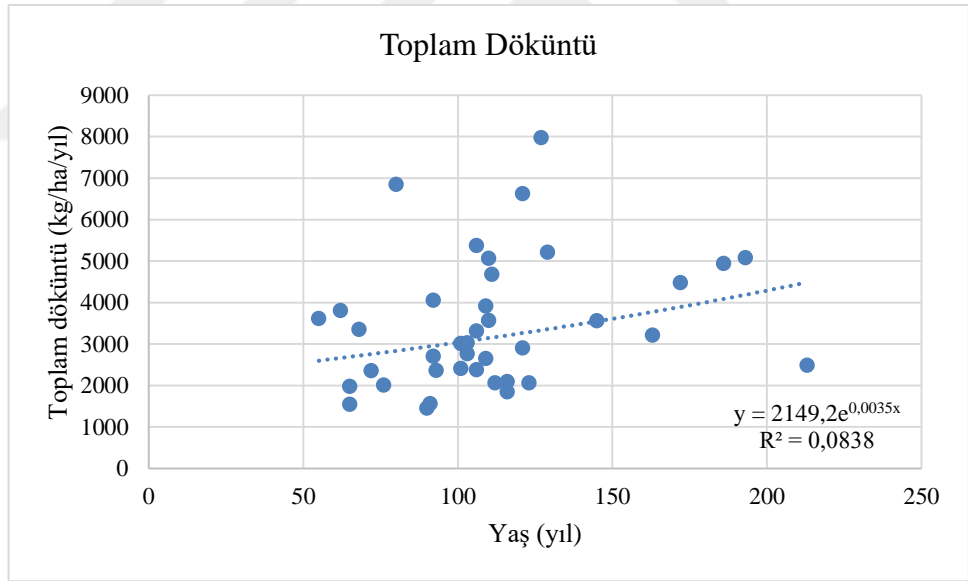
Tablo 4.6: Çeşitli meşcere parametreleri ve Ağaç bileşenleri kütlelerinin yıllık dökülme miktarları ile ilişkilerine ait (n=39) korelasyon analizi sonuçları.

Meşcere parametreleri	İstatistik	Yıllık Dökülme Miktarları (kg/ha/yıl veya (g/ha/yıl)					
		İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Ortalama Çap (cm)	<i>r</i>	0,316*	-0,083	0,343*	0,584**	0,759**	0,590**
	<i>p</i>	0,050	0,616	0,033	0,000	0,000	0,000
Ortalama Boy (m)	<i>r</i>	0,329*	-0,027	0,338*	0,640**	0,634**	0,812**
	<i>p</i>	0,041	0,869	0,035	0,000	0,000	0,000
Ortalama Yaş	<i>r</i>	-0,055	-0,124	0,201	0,409**	0,265	0,634**
	<i>p</i>	0,739	0,452	0,220	0,01	0,103	0,000
Gövde Odunu Hacmi (m ³)	<i>r</i>	0,352*	-0,001	0,379*	0,610**	0,542**	0,601**
	<i>p</i>	0,026	0,996	0,017	0,000	0,000	0,000
İbre Kütlesi (t/ha)	<i>r</i>	0,325*	-0,006	0,387*	0,397*	0,349*	0,440**
	<i>p</i>	0,043	0,971	0,015	0,012	0,029	0,005
Canlı Dal İbre Kütlesi (t/ha)	<i>r</i>	0,378*	-0,046	0,431**	0,637**	0,663**	0,644**
	<i>p</i>	0,018	0,782	0,006	0,000	0,000	0,000
Kuru Dal Kütlesi (t/ha)	<i>r</i>	0,331*	-0,050	0,432**	0,549**	0,530**	0,554**
	<i>p</i>	0,040	0,763	0,006	0,000	0,001	0,000
Kabuk Kütlesi (t/ha)	<i>r</i>	0,334*	0,008	0,401*	0,589**	0,535**	0,584**
	<i>p</i>	0,038	0,964	0,011	0,000	0,000	0,000
Kabuksuz Gövde Kütlesi (t/ha)	<i>r</i>	0,355*	-0,005	0,407*	0,651**	0,603***	0,637***
	<i>p</i>	0,027	0,976	0,010	0,000	0,000	0,000
Kabuklu Gövde Kütlesi (t/ha)	<i>r</i>	0,353*	-0,003	0,407*	0,644***	0,595***	0,631***
	<i>p</i>	0,028	0,984	0,010	0,000	0,000	0,000
Toprak Üstü Kütle (t/ha)	<i>r</i>	0,363*	-0,016	0,421**	0,645***	0,614***	0,638***
	<i>p</i>	0,023	0,922	0,008	0,000	0,000	0,000

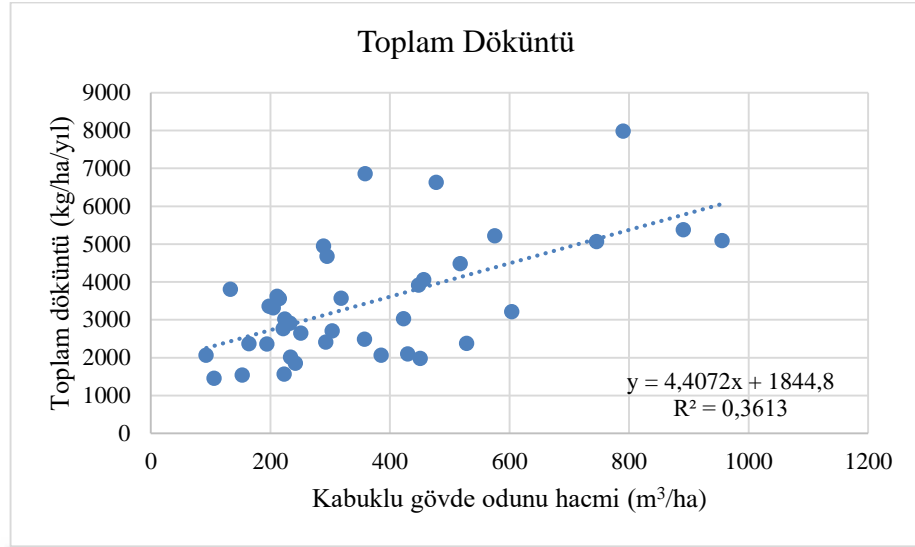
*0,05 güven düzeyinde önemli; ** 0,01 güven düzeyinde önemli; *** 0,001 güven düzeyinde önemli



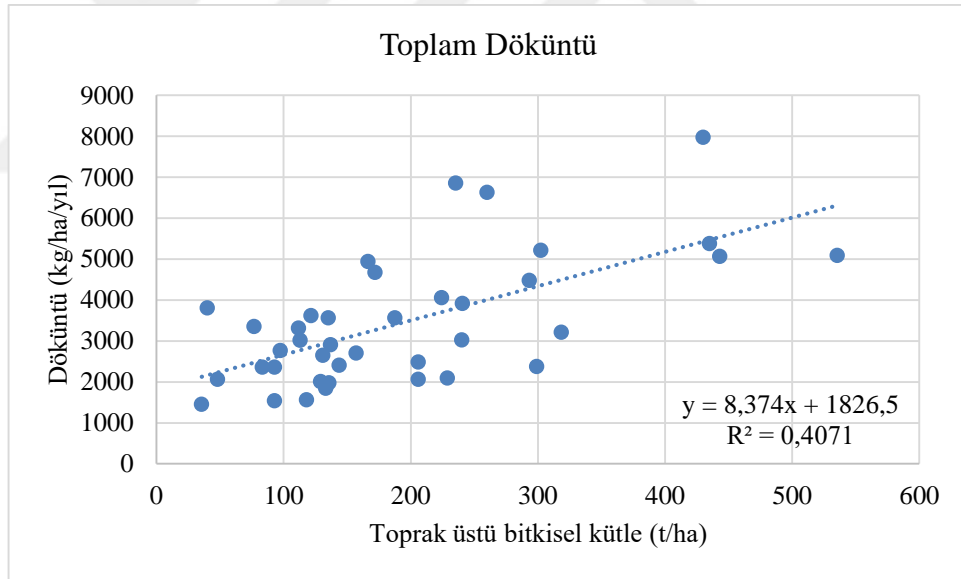
Şekil 4.11: Toplam döküntü ve ortalama göğüs yüksekliğindeki çap arasındaki ilişki.



Şekil 4.12: Toplam döküntü ve yaş arasındaki ilişki.



Şekil 4.13: Toplam döküntü ve kabuklu gövde odunu arasındaki ilişki.



Şekil 4.14: Toplam döküntü ve toprak üstü bitkisel kütle arasındaki ilişki.

Döküntü bileşenlerinden diğer olarak adlandırılan materyallerde azot, fosfor, potasyum, sodyum, kükürt, demir, çinko ve bakır, ibrelerde ise karbon ve magnezyum içerikleri diğer bileşenlerden yüksektir. Kalsiyum ve mangan içerikleri dökülen dallarda daha fazla bulunmuştur. Kabuk ve kozalaklarda ise genel olarak besin maddesi içerikleri düşüktür (Tablo 4.7).

4.2.3. Dökülme ile Ekosisteme Giren Karbon ve Besin Maddesi Miktarları

4.2.3.1. Karbon

Çalışma alanında dökülme ile orman ekosistemine yıllık olarak ortalama 1.744 kg/ha/yıl karbon girişi olmaktadır. Karbon girişinin % 54,2'si (945 kg/ha/yıl) ibre ve % 24,7'si (431 kg/ha/yıl) kozalak dökülmesiyle gerçekleşmektedir. Gelişim çağı arasında sadece kozalak, dal ile ekosisteme giren karbon miktarları arasında fark oluşmamıştır. Genel olarak b3, c1 ve c2 meşcerelerinde döküntülerdeki karbon miktarları daha düşüktür. Dökülme ile karbon girişi en fazla d3 ve d1 meşcerelerinde bulunmuştur. d1 gelişim çağındaki meşcerelerde kapalılığı daha yüksek olan ve daha fazla dökülme beklenen d2 meşcerelerinden daha fazla karbon girişi belirlenmesinin nedeni d1 meşcerelerindeki kozalak dökülmesinin daha fazla olmasındandır (Tablo 4.8).

4.2.3.2. Azot

Çalışma alanında dökülme sonucunda toprağa ulaşan azot miktarı meşcereler yaşlandıkça artmakta olup, yıllık ortalama 10,11 kg/ha/yıl olarak bulunmuştur. Bu miktarın 4,67 kg/ha/yıl'ı ibre, 31,0 kg/ha/yıl'ı diğer materyallerin dökülmesiyle oluşmaktadır. İbre ve dal dökülmelerinde meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Ancak kabuk, kozalak ve diğer döküntülerle toplam döküntü yolu ile ölü örtüye ulaşan azot miktarları $p \leq 0,05$ önem düzeyinde meşcere tiplerine göre farklılık göstermektedir. d1 ve d3 meşcerelerinde döküntülerdeki azot miktarları daha yüksektir. Dökülen kabuk ve dallardaki azot miktarlarının daha az olması dikkat çekicidir (Tablo 4.9).

4.2.3.3. Fosfor

Döküntülerdeki ortalama toplam fosfor miktarı 1,73 kg/ha/yıl kadardır. Genel olarak çapın ve kapalılığın artmasıyla döküntülerdeki fosfor miktarları artmaktadır. Bu artışlar ibre, kabuk, kozalak, diğer ver toplam döküntülerdeki fosfor miktarları için $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak d1 meşcerelerinde kozalak ve diğer olarak adlandırılan döküntülerdeki fosfor miktarları d2 meşcerelerinden yüksektir. Fosfor en fazla ibre döküntülerinde bulunmaktadır. Kozalak ve diğer döküntülerdeki fosfor miktarları birbirine yakinken, dal ve kabuk döküntüleri çok az fosfor içermektedir (Tablo 4.10).

Tablo 4.7: Döküntü bileşenlerinde karbon ve bitki besin maddeleri miktarları.

Meşcere tipi	C %	N %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm	S ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
İbre												
Çkb3	50,17 ^a	0,17 ^a	392 ^a	3619 ^a	9078 ^a	697 ^a	104 ^a	1517 ^a	332 ^a	131 ^a	43 ^a	15 ^a
Çkc1	52,22 ^a	0,23 ^a	451 ^a	3732 ^a	6875 ^a	956 ^a	101 ^a	1762 ^a	340 ^a	116 ^a	42 ^a	13 ^a
Çkc2	51,51 ^a	0,27 ^a	444 ^a	3437 ^a	9164 ^a	739 ^a	102 ^a	1699 ^a	330 ^a	91 ^a	33 ^a	25 ^a
Çkc3	51,86 ^a	0,24 ^a	529 ^a	3719 ^a	7901 ^a	1100 ^a	96 ^a	1958 ^a	340 ^a	95 ^a	37 ^a	14 ^a
Çkd1	51,50 ^a	0,29 ^a	498 ^a	3136 ^a	8220 ^a	931 ^a	74 ^a	2032 ^a	359 ^a	81 ^a	36 ^a	22 ^a
Çkd2	52,62 ^a	0,24 ^a	454 ^a	3254 ^a	7686 ^a	1093 ^a	79 ^a	1662 ^a	339 ^a	67 ^a	42 ^a	11 ^a
Çkd3	51,36 ^a	0,27 ^a	582 ^a	3593 ^a	10319 ^a	790 ^a	59 ^a	2242 ^a	348 ^a	82 ^a	43 ^a	16 ^a
Ort.	51,57	0,25	477	3496	8476	897	88	1835	341	95	39	17
Dal												
Çkb3	48,74 ^a	0,23 ^a	323 ^a	943 ^a	11382 ^a	280 ^a	124 ^a	1510 ^a	554 ^a	487 ^a	50 ^a	14 ^a
Çkc1	50,76 ^a	0,40 ^a	474 ^a	2276 ^a	13711 ^a	717 ^b	187 ^a	2316 ^a	759 ^a	286 ^a	69 ^a	18 ^a
Çkc2	50,76 ^a	0,42 ^a	514 ^a	2142 ^a	13847 ^a	484 ^{ab}	117 ^a	1715 ^a	608 ^a	194 ^a	41 ^a	32 ^a
Çkc3	49,88 ^a	0,47 ^a	462 ^a	2141 ^a	12970 ^a	593 ^b	132 ^a	1923 ^a	717 ^a	188 ^a	55 ^a	17 ^a
Çkd1	51,12 ^a	0,57 ^a	579 ^a	2407 ^a	12582 ^a	607 ^b	106 ^a	1872 ^a	538 ^a	212 ^a	54 ^a	31 ^a
Çkd2	51,68 ^a	0,55 ^a	596 ^a	3334 ^a	13851 ^a	670 ^b	111 ^a	2197 ^a	688 ^a	123 ^a	67 ^a	18 ^a
Çkd3	51,32 ^a	0,53 ^a	644 ^a	2975 ^a	15611 ^a	615 ^b	81 ^a	2169 ^a	628 ^a	320 ^a	64 ^a	23 ^a
Ort.	50,61	0,46	513	2310	13399	566	122	1948	640	254	57	22
Kabuk												
Çkb3	48,11 ^a	0,15 ^a	241 ^a	814 ^a	13912 ^a	259 ^a	123 ^a	947 ^a	649 ^a	127 ^a	54 ^a	17 ^a
Çkc1	50,00 ^a	0,13 ^a	264 ^{ab}	1043 ^a	12868 ^a	308 ^a	113 ^a	1289 ^a	628 ^a	114 ^a	56 ^a	16 ^a
Çkc2	49,83 ^a	0,17 ^a	302 ^{abc}	864 ^a	14859 ^a	305 ^a	117 ^a	1365 ^a	661 ^a	73 ^a	43 ^a	20 ^a
Çkc3	49,68 ^a	0,14 ^a	268 ^{ab}	1130 ^a	11185 ^a	318 ^a	109 ^a	1408 ^a	622 ^a	59 ^a	43 ^a	15 ^a
Çkd1	50,40 ^a	0,20 ^a	335 ^c	1013 ^a	11644 ^a	422 ^a	109 ^a	1333 ^a	662 ^a	79 ^a	45 ^a	26 ^a
Çkd2	49,89 ^a	0,22 ^a	278 ^{abc}	1183 ^a	13775 ^a	393 ^a	117 ^a	1756 ^a	689 ^a	68 ^a	52 ^a	17 ^a
Çkd3	49,83 ^a	0,20 ^a	313 ^{bc}	984 ^a	13406 ^a	313 ^a	73 ^a	1793 ^a	651 ^a	125 ^a	46 ^a	21 ^a
Ort.	49,66	0,17	286	999	13073	331	109	1397	651	91	48	19
Kozalak												
Çkb3	49,37 ^a	0,05 ^a	267 ^a	3055 ^a	1278 ^a	228 ^a	83 ^a	936 ^a	112 ^a	133 ^a	16 ^a	11 ^a
Çkc1	51,17 ^a	0,07 ^a	341 ^a	2953 ^a	1348 ^a	245 ^a	119 ^a	1233 ^a	108 ^a	79 ^a	18 ^a	14 ^a
Çkc2	52,41 ^a	0,38 ^a	727 ^a	2891 ^a	1949 ^a	304 ^a	56 ^a	1316 ^a	160 ^a	62 ^a	25 ^a	21 ^a
Çkc3	51,33 ^a	0,20 ^a	475 ^a	3619 ^a	1070 ^a	349 ^a	108 ^a	1371 ^a	96 ^a	52 ^a	20 ^a	16 ^a
Çkd1	50,99 ^a	0,27 ^a	442 ^a	3684 ^a	880 ^a	332 ^a	56 ^a	1157 ^a	108 ^a	55 ^a	19 ^a	25 ^a
Çkd2	49,48 ^a	0,10 ^a	336 ^a	3513 ^a	1647 ^a	364 ^a	75 ^a	1054 ^a	78 ^a	54 ^a	17 ^a	17 ^a
Çkd3	51,01 ^a	0,12 ^a	423 ^a	2955 ^a	1397 ^a	285 ^a	67 ^a	1281 ^a	140 ^a	75 ^a	16 ^a	19 ^a
Ort.	50,88	0,18	439	3251	1362	303	80	1200	115	71	19	18
Diğer												
Çkb3	47,38 ^a	0,44 ^a	603 ^a	3138 ^a	9655 ^a	666 ^a	127 ^a	1336 ^a	881 ^a	54 ^a	98 ^a	16 ^a
Çkc1	49,82 ^a	0,60 ^{ab}	719 ^{ab}	3334 ^a	9638 ^a	795 ^a	101 ^a	1550 ^{ab}	871 ^a	28 ^a	112 ^a	30 ^a
Çkc2	47,30 ^a	0,73 ^{bc}	803 ^{abc}	3873 ^a	15207 ^a	773 ^a	169 ^a	2199 ^{bc}	923 ^a	38 ^a	79 ^a	26 ^a
Çkc3	47,53 ^a	0,74 ^{bc}	778 ^{abc}	4283 ^a	13205 ^a	879 ^a	126 ^a	1864 ^{ab}	942 ^a	23 ^a	88 ^a	20 ^a
Çkd1	49,13 ^a	0,97 ^d	1079 ^c	4184 ^a	7390 ^a	908 ^a	112 ^a	2766 ^c	808 ^a	20 ^a	88 ^a	30 ^a
Çkd2	51,41 ^a	0,85 ^{cd}	857 ^{abc}	5206 ^a	10161 ^a	935 ^a	141 ^a	2847 ^c	809 ^a	19 ^a	85 ^a	20 ^a
Çkd3	48,39 ^a	0,83 ^{cd}	996 ^{bc}	3274 ^a	11817 ^a	820 ^a	117 ^a	2055 ^{ab}	925 ^a	32 ^a	84 ^a	29 ^a
Ort.	48,62	0,74	832	3896	11047	823	128	2083	881	31	90	24

Tablo 4.8: Dökülmeyle ölü örtüye katılan karbon miktarları (kg/ha/yıl).

Meşçere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	933±200 ^{ab}	115±186 ^a	51±21 ^a	124±95 ^a	81±41 ^a	1304±441 ^{ab}
Çkc1	703±201 ^a	47±51 ^a	57±27 ^a	244±145 ^{ab}	110±65 ^{ab}	1161±309 ^a
Çkc2	837±233 ^{ab}	75±70 ^a	111±108 ^{ab}	107±86 ^a	146±73 ^{ab}	1276±407 ^{ab}
Çkc3	1031±140 ^{ab}	120±74 ^a	126±64 ^{ab}	458±412 ^b	179±103 ^{abc}	1914±617 ^{ab}
Çkd1	904±456 ^{ab}	90±99 ^a	96±78 ^{abc}	676±419 ^{bc}	287±128 ^c	2053±956 ^{bc}
Çkd2	985±135 ^{ab}	87±101 ^a	86±34 ^{ab}	385±267 ^{ab}	219±103 ^{bc}	1761±499 ^{ab}
Çkd3	1241±507 ^b	63±65 ^a	163±84 ^b	1095±571 ^c	264±69 ^c	2826±819 ^c
Ortalama	945±314	87±98	98±72	431±442	183±109	1744±780
%	54,2	5,0	5,6	24,7	10,5	100,0

Tablo 4.9: Dökülmeyle ölü örtüye katılan azot miktarları (kg/ha/yıl).

Meşçere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	3,12±0,74 ^a	0,49±0,78 ^a	0,16±0,13 ^a	0,37±0,36 ^a	0,77±0,56 ^a	4,92±1,70 ^a
Çkc1	2,94±1,10 ^a	0,29±0,21 ^a	0,12±0,09 ^a	0,75±0,85 ^{ab}	1,52±1,29 ^{ab}	5,62±2,12 ^a
Çkc2	4,35±1,57 ^a	0,49±0,39 ^a	0,40±0,48 ^{ab}	0,30±0,17 ^a	2,41±1,56 ^{abc}	7,96±2,31 ^{ab}
Çkc3	4,79±0,85 ^a	1,26±1,18 ^a	0,28±0,21 ^{ab}	1,53±1,50 ^{abc}	2,92±1,93 ^{abc}	10,79±4,40 ^{ab}
Çkd1	6,18±7,54 ^a	1,07±1,16 ^a	0,44±0,53 ^{ab}	2,59±2,16 ^c	6,01±3,81 ^d	16,29±14,34 ^b
Çkd2	4,50±1,97 ^a	0,67±0,46 ^a	0,36±0,10 ^{ab}	1,20±0,64 ^{abc}	3,80±2,50 ^{bcd}	10,54±4,37 ^{ab}
Çkd3	6,87±4,48 ^a	0,74±0,89 ^a	0,68±0,54 ^b	1,93±1,71 ^{bc}	4,56±1,42 ^{cd}	14,78±4,90 ^b
Ortalama	4,67±3,52	0,73±0,82	0,35±0,37	1,23±1,42	3,13±2,60	10,11±7,23
%	46,2	7,2	3,4	12,2	31,0	100,0

Tablo 4.10: Dökülmeyle ölü örtüye katılan fosfor miktarları (kg/ha/yıl).

Meşçere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	0,72±0,13 ^{ab}	0,06±0,10 ^a	0,03±0,01 ^a	0,07±0,05 ^a	0,11±0,09 ^a	0,99±0,27 ^a
Çkc1	0,60±0,17 ^a	0,04±0,03 ^a	0,03±0,01 ^a	0,17±0,11 ^{abc}	0,18±0,15 ^{ab}	1,01±0,35 ^a
Çkc2	0,72±0,23 ^{ab}	0,05±0,05 ^a	0,07±0,08 ^{ab}	0,09±0,07 ^{ac}	0,25±0,13 ^{ab}	1,18±0,43 ^{ab}
Çkc3	1,07±0,41 ^{bc}	0,11±0,08 ^a	0,07±0,04 ^{ab}	0,51±0,70 ^{bc}	0,29±0,19 ^{abc}	2,06±1,19 ^{abc}
Çkd1	0,86±0,41 ^{ab}	0,09±0,09 ^a	0,06±0,05 ^{ab}	0,57±0,42 ^{cd}	0,65±0,41 ^d	2,24±1,23 ^{bc}
Çkd2	0,87±0,36 ^{ab}	0,08±0,06 ^a	0,05±0,02 ^{ab}	0,32±0,39 ^{abc}	0,35±0,13 ^{bcd}	1,66±0,88 ^{ab}
Çkd3	1,44±0,73 ^c	0,09±0,13 ^a	0,09±0,04 ^b	0,89±0,37 ^d	0,59±0,41 ^{cd}	3,11±1,13 ^c
Ortalama	0,89±0,44	0,07±0,08	0,06±0,05	0,37±0,44	0,34±0,30	1,73±1,08
%	51,4	4,3	3,3	21,1	19,9	100,0

4.2.3.4. Potasyum

Döküntü ile toprağa ulaşan toplam potasyum miktarı 10,41 kg/ha/yıl kadardır. Bunun 6,45 kg/ha/yıl'ı ibre ve 3,01 kg/ha/yıl'ı ise kozalıklarda bulunmaktadır. Kabuk ve dallardaki potasyum miktarları yine oldukça düşüktür. Döküntülerdeki potasyum miktarları dal haricinde meşcere gelişim çağları arasında istatistiksel olarak önemli farklar göstermektedir (Tablo 4.11).

4.2.3.5. Kalsiyum

Çalışma alanında karbondan sonra dökülme ile toprağa ulaşan en yüksek miktardaki besin maddesi miktarı kalsiyumdur ve ortalama toplam miktar 25,73 kg/ha/yıl kadardır. Dökülen ibrelerdeki kalsiyum miktarları bu değer içinde en yüksek paya sahipken, dal ve kabuklarda diğer besin maddelerinin düşük olmasına rağmen kalsiyumun oransal olarak daha fazla olması dikkat çekmektedir. Meşcere tipleri arasında sadece dallardaki kalsiyum miktarları arasında fark bulunamamıştır (Tablo 4.12).

Tablo 4.11: Dökülmeyle ölü örtüye katılan potasyum miktarları (kg/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	6,69±1,38 ^{ab}	0,17±0,21 ^a	0,09±0,08 ^a	0,77±0,57 ^a	0,59±0,58 ^a	8,32±2,28 ^a
Çkc1	4,95±2,23 ^a	0,16±0,11 ^a	0,10±0,04 ^{ab}	1,49±0,96 ^{ab}	0,70±0,36 ^a	7,40±2,86 ^a
Çkc2	5,46±1,13 ^{ab}	0,19±0,16 ^a	0,22±0,28 ^{abc}	0,91±1,05 ^a	1,19±0,65 ^{ab}	7,97±2,52 ^a
Çkc3	7,47±1,72 ^{ab}	0,44±0,32 ^a	0,29±0,21 ^{bc}	3,78±3,97 ^{abc}	1,56±1,05 ^{abc}	13,55±6,02 ^{ab}
Çkd1	5,57±3,50 ^{ab}	0,31±0,31 ^a	0,17±0,11 ^{abc}	4,97±4,09 ^{bc}	2,35±1,23 ^c	13,38±7,19 ^{ab}
Çkd2	6,12±1,27 ^{ab}	0,44±0,44 ^a	0,20±0,058 ^{abc}	2,86±2,63 ^{abc}	2,01±0,38 ^{bc}	11,63±3,50 ^{ab}
Çkd3	8,97±4,90 ^b	0,48±0,81 ^a	0,31±0,16 ^c	6,58±3,65 ^c	1,77±0,52 ^{bc}	18,12±6,73 ^b
Ortalama	6,45±2,69	0,31±0,38	0,20±0,17	3,01±3,30	1,45±0,94	11,41±5,73
%	56,5	2,7	1,7	26,4	12,7	100,0

Tablo 4.12: Dökülmeyle ölü örtüye katılan kalsiyum miktarları (kg/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	16,70±5,00 ^{bc}	2,76±5,10 ^a	1,44±0,72 ^a	0,33±0,29 ^a	1,49±0,59 ^a	22,72±10,06 ^a
Çkc1	9,02±2,58 ^a	1,22±1,26 ^a	1,47±0,68 ^a	0,63±0,39 ^a	2,22±1,82 ^a	14,56±3,65 ^a
Çkc2	14,75±4,57 ^{ab}	2,79±3,70 ^a	2,95±2,36 ^{ab}	0,34±0,29 ^a	5,45±4,74 ^{bc}	26,28±11,82 ^a
Çkc3	15,61±6,41 ^{ab}	3,53±2,75 ^a	2,69±1,31 ^{ab}	0,72±0,40 ^a	5,17±3,51 ^{bc}	27,73±10,04 ^{ab}
Çkd1	13,68±4,64 ^{ab}	2,17±2,38 ^a	2,04±1,20 ^a	1,34±1,24 ^a	4,09±1,46 ^{abc}	23,32±9,68 ^a
Çkd2	14,17±4,85 ^{ab}	2,68±3,64 ^a	2,21±0,62 ^{ab}	1,16±1,00 ^a	4,25±2,99 ^{abc}	24,47±8,19 ^a
Çkd3	25,54±12,87 ^c	1,66±1,22 ^a	4,68±2,96 ^b	3,31±2,37 ^b	6,39±2,46 ^c	41,58±16,37 ^b
Ortalama	15,59±7,40	2,45±3,03	2,47±1,80	1,07±1,36	4,14±3,09	25,73±12,11
%	60,6	9,5	9,6	4,2	16,1	100,0

4.2.3.6. Kükürt

Makro besin maddelerinden olan kükürt de ölü örtüye en fazla ibrelerin dökülmesiyle ulaşmaktadır. 5,99 kg/ha/yıl olan döküntülerdeki kükürt miktarının 3,41 kg/ha/yıl kadarı ibrelerde bulunmaktadır. İbreleri kozalak ve diğer döküntüler izlemektedir. Meşcere tiplerine göre dal dökülmesi ile ölü örtüye ulaşan kükürt miktarları haricinde önemli farklılıklar oluşmaktadır (Tablo 4.13).

4.2.3.7. Magnezyum

Yıllık toplam döküntü miktarı içindeki magnezyum miktarı 2,41 kg/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Dökülen ibrelerdeki magnezyum miktarı diğer bileşenlere göre yine daha yüksektir. İbre, dal ve kabuk dökülmesi ile ölü örtüye ulaşan magnezyum miktarları meşcere tiplerine göre farklılık göstermezken, diğer döküntü bileşenleri ve toplam döküntüdeki magnezyum miktarları arasında $p \leq 0,05$ önem düzeyinde fark olduğu belirlenmiştir. Genel olarak kapalılık arttıkça ve çaplar kalınlaştıkça döküntü bileşenleri ile ölü örtüye ulaşan Magnezyum miktarları artmaktadır (Tablo 4.14).

Tablo 4.13: Dökülmeye ölü örtüye katılan kükürt miktarları (kg/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	2,71±0,62 ^a	0,26±0,41 ^a	0,10±0,04 ^a	0,24±0,20 ^a	0,22±0,11 ^a	3,54±0,61 ^a
Çkc1	2,35±0,81 ^a	0,22±0,28 ^a	0,14±0,07 ^a	0,71±0,68 ^{ab}	0,35±0,22 ^a	3,78±1,08 ^{ab}
Çkc2	2,85±1,29 ^a	0,21±0,18 ^a	0,35±0,45 ^{abc}	0,23±0,22 ^a	0,83±0,71 ^{ab}	4,46±1,79 ^{abc}
Çkc3	3,88±1,38 ^{ab}	0,48±0,38 ^a	0,35±0,19 ^{abc}	1,33±1,66 ^{ab}	0,77±0,52 ^{ab}	6,81±3,30 ^{bc}
Çkd1	3,62±2,31 ^{ab}	0,32±0,38 ^a	0,24±0,17 ^{ab}	1,59±1,19 ^{bc}	1,64±0,97 ^c	7,41±3,81 ^{cd}
Çkd2	3,13±0,74 ^a	0,37±0,49 ^a	0,30±0,11 ^{abc}	0,90±1,07 ^{ab}	1,26±0,77 ^{bc}	5,95±2,44 ^{abc}
Çkd3	5,47±2,46 ^b	0,31±0,43 ^a	0,52±0,18 ^c	2,89±1,76 ^c	1,11±0,29 ^{bc}	10,29±3,55 ^d
Ortalama	3,41±1,70	0,31±0,35	0,28±0,24	1,10±1,33	0,88±0,73	5,99±3,27
%	57,0	5,2	4,8	18,3	14,7	100,0

Tablo 4.14: Dökülmeye ölü örtüye katılan magnezyum miktarları (kg/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	1,31±0,40 ^a	0,04±0,06 ^a	0,03±0,02 ^a	0,06±0,07 ^a	0,12±0,07 ^a	1,56±0,51 ^a
Çkc1	1,27±0,54 ^a	0,06±0,07 ^a	0,03±0,01 ^a	0,11±0,05 ^{ab}	0,19±0,13 ^{ab}	1,66±0,58 ^{ab}
Çkc2	1,21±0,55 ^a	0,05±0,04 ^a	0,07±0,10 ^a	0,04±0,05 ^a	0,24±0,12 ^{abc}	1,61±0,67 ^{ab}
Çkc3	2,23±0,87 ^a	0,14±0,11 ^a	0,08±0,05 ^a	0,32±0,33 ^{bc}	0,33±0,21 ^{bcd}	3,10±1,22 ^c
Çkd1	1,61±0,84 ^a	0,10±0,10 ^a	0,08±0,08 ^a	0,44±0,26 ^{cd}	0,54±0,35 ^d	2,78±1,46 ^{abc}
Çkd2	2,08±0,68 ^a	0,11±0,13 ^a	0,07±0,03 ^a	0,30±0,25 ^{bc}	0,40±0,21 ^{bcd}	2,96±1,16 ^{bc}
Çkd3	2,04±1,45 ^a	0,09±0,12 ^a	0,09±0,03 ^a	0,63±0,40 ^d	0,47±0,21 ^{cd}	3,31±1,63 ^c
Ortalama	1,67±0,85	0,08±0,09	0,06±0,06	0,27±0,30	0,32±0,24	2,41±1,25
%	69,4	3,4	2,5	11,3	13,4	100,0

4.2.3.8. Sodyum

İz elementlerden sodyumun döküntülerdeki toplam miktarının 307 g/ha/yıl olduğu hesaplanmıştır ve bunun yaklaşık yarısı da ibre döküntülerindedir. Meşcere tipleri arasında sadece kozalak ve diğer olarak adlandırılan döküntülerdeki sodyum miktarı meşcere tiplerine göre farklılık göstermektedir (Tablo 4.15).

Tablo 4.15: Dökülmeyle ölü örtüye katılan sodyum miktarları (g/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	212±184 ^a	21±26 ^a	14±9 ^a	20±14 ^{ab}	23±13 ^{ab}	290±214 ^a
Çkc1	136±99 ^a	21±29 ^a	14±16 ^a	51±41 ^{ab}	21±10 ^a	243±125 ^a
Çkc2	164±102 ^a	14±10 ^a	29±43 ^a	10±10 ^a	35±14 ^{ab}	253±132 ^a
Çkc3	188±35 ^a	30±16 ^a	32±33 ^a	62±49 ^{ab}	61±55 ^{ab}	372±125 ^a
Çkd1	125±70 ^a	18±27 ^a	24±30 ^a	80±87 ^{bc}	65±41 ^b	311±199 ^a
Çkd2	149±79 ^a	17±18 ^a	19±6 ^a	46±22 ^{ab}	54±17 ^a	284±104 ^a
Çkd3	166±173 ^a	12±17 ^a	21±18 ^a	129±47 ^c	66±38 ^b	394±197 ^a
Ortalama	164±111	19±20	22±25	55±56	46±35	307±159
%	53,5	6,2	7,2	18,0	15,1	100,0

4.2.3.9. Demir

Döküntü bileşenlerinin iz element miktarları arasında en yüksek değerler demire aittir ve döküntülerin 1.299 g/ha/yıl kadar demir içerdiği belirlenmiştir. Bu miktardaki demirin önemli bir kısmı ibre ve diğer döküntü bileşenlerinde bulunmaktadır. Meşcere tipleri arasında sadece dalların demir miktarları meşcere tiplerine göre farklılık göstermemektedir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: Dökülmeyle ölü örtüye katılan demir miktarları (g/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	619±203 ^{ab}	135±238 ^a	70±32 ^a	28±24 ^a	144±59 ^a	996±397 ^{ab}
Çkc1	458±138 ^a	66±60 ^a	72±34 ^a	50±26 ^{ab}	198±125 ^a	844±224 ^a
Çkc2	529±126 ^a	104±117 ^a	135±117 ^{ab}	19±13 ^a	306±201 ^{ab}	1093±331 ^{ab}
Çkc3	679±125 ^{ab}	189±153 ^a	151±59 ^{ab}	95±98 ^{ab}	371±240 ^{ab}	1486±487 ^{bc}
Çkd1	624±295 ^{ab}	97±137 ^a	125±113 ^{ab}	159±161 ^b	470±240 ^b	1474±764 ^{bc}
Çkd2	638±136 ^{ab}	118±139 ^a	116±34 ^{ab}	56±30 ^{ab}	359±235 ^{ab}	1286±419 ^{abc}
Çkd3	869±448 ^b	73±54 ^a	209±108 ^b	289±174 ^c	504±137 ^b	1943±481 ^c
Ortalama	629±244	114±138	125±86	97±126	335±214	1299±552
%	48,3	8,8	9,6	7,5	25,8	100,0

4.2.3.10. Mangan

Yıllık 309 g/ha/yıl kadar olan döküntülerdeki mangan miktarının 180 g/ha/yıl'ı ibrelerde bulunmaktadır. Dökülen kozalaklardaki mangan miktarı da yüksekçe olup 60 g/ha/yıl kadardır. Diğer olarak adlandırılan döküntülerde genellikle besin maddesi içerikleri ibrelerden sonraki en yüksek değerlerken, mangan miktarının oldukça az olması dikkat çekicidir. Meşcere tipleri arasında kabuk, kozalak, diğer döküntüler ve toplam dökülme ile ölü örtüye ulaşan besin maddeleri arasında $p \leq 0,05$ önem düzeyinde fark bulunmaktadır (Tablo 4.17).

Tablo 4.17: Dökülmeyle ölü örtüye katılan mangan miktarları (g/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	253±184 ^a	73±80 ^a	15±14 ^a	35±28 ^{ab}	8±3 ^{ab}	384±225 ^{ab}
Çkc1	168±135 ^a	29±31 ^a	14±9 ^a	47±46 ^{ab}	7±8 ^a	265±194 ^{ab}
Çkc2	152±73 ^a	36±40 ^a	16±12 ^a	13±15 ^a	14±13 ^{ab}	231±109 ^{ab}
Çkc3	193±108 ^a	49±42 ^a	17±15 ^a	53±46 ^{ab}	9±7 ^{ab}	322±172 ^{ab}
Çkd1	139±80 ^a	34±46 ^a	14±12 ^a	78±65 ^b	12±10 ^{ab}	277±184 ^{ab}
Çkd2	131±114 ^a	14±11 ^a	11±7 ^a	40±25 ^{ab}	7±3 ^{ab}	204±128 ^a
Çkd3	218±164 ^a	34±37 ^a	47±39 ^b	169±97 ^c	17±8 ^b	485±233 ^b
Ortalama	180±124	40±46	19±20	60±66	11±8	309±189
%	58,1	12,8	6,1	19,5	3,5	100,0

4.2.3.11. Çinko

Dökülme ile ölü örtüye katılan toplam çinko miktarı 139,7 g/ha/yıl olarak bulunmuştur. Dal ve kabuk döküntülerindeki çinko miktarları diğer döküntü bileşenlerine göre düşüktür. Meşcere tipleri arasında döküntülerdeki çinko miktarları açısından ibre ve dal döküntülerinde istatistiksel açıdan önemli fark oluşmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: Dökülmeyle ölü örtüye katılan çinko miktarları (g/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	82,9±52,0 ^a	8,5±11,6 ^a	5,7±3,1 ^a	4,3±4,0 ^{ab}	15,9±10,0 ^a	117,4±65,3 ^a
Çkc1	58,3±25,4 ^a	6,7±7,3 ^a	6,2±2,6 ^{ab}	9,2±6,5 ^{abc}	23,9±12,0 ^{ab}	104,3±34,5 ^a
Çkc2	53,7±19,9 ^a	5,5±4,5 ^a	8,2±6,9 ^{ab}	2,7±2,3 ^a	24,8±14,3 ^{ab}	94,9±33,4 ^a
Çkc3	76,4±44,0 ^a	12,7±8,8 ^a	11,9±8,4 ^{ab}	18,2±17,0 ^{bcd}	37,0±27,5 ^{ab}	156,2±92,6 ^{ab}
Çkd1	58,5±19,3 ^a	7,0±7,6 ^a	7,8±5,1 ^{ab}	26,8±20,8 ^{cd}	51,5±28,6 ^b	151,6±56,8 ^{ab}
Çkd2	80,1±32,2 ^a	10,6±12,5 ^a	8,8±3,2 ^{ab}	15,1±13,0 ^{abc}	35,9±16,4 ^{ab}	150,5±61,9 ^{ab}
Çkd3	108,9±65,2 ^a	8,5±9,5 ^a	13,4±6,4 ^b	32,2±8,3 ^d	47,6±21,2 ^b	210,6±94,5 ^b
Ortalama	73,5±40,6	8,5±8,7	8,8±5,8	15,2±15,4	33,6±22,2	139,7±70,9
%	52,6	6,1	6,3	10,9	24,1	100,0

4.2.3.12. Bakır

Bakır 63,1 g/ha/yıl değeri ile dökülme sonucunda toprağa ulaşan en düşük elementtir. Dal ve kabuk dökülmesiyle ölü örtüye katılan bakır miktarları diğer döküntü bileşenlerine göre oldukça düşüktür. İbre ve dal döküntülerindeki bakır miktarları meşcere tiplerine göre farklılık göstermezken, diğer bileşenlerdeki sodyum miktarları istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ önem düzeyinde farklıdır (Tablo 4.19).

Tablo 4.19: Dökülmeyle ölü örtüye katılan bakır miktarları (g/ha/yıl).

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	Toplam
Çkb3	25,0±18,8 ^a	4,6±9,3 ^a	1,5±1,2 ^a	2,5±3,8 ^a	2,1±1,6 ^a	35,7±31,1 ^a
Çkc1	17,2±20,1 ^a	1,0±0,6 ^a	1,9±1,8 ^a	5,6±5,6 ^a	9,7±13,7 ^{ab}	35,3±37,0 ^a
Çkc2	36,8±8,7 ^a	4,7±4,3 ^a	4,0±2,8 ^{ab}	4,2±4,5 ^a	9,1±7,2 ^{ab}	58,9±17,0 ^{ab}
Çkc3	26,1±18,5 ^a	4,9±5,0 ^a	3,0±1,3 ^{ab}	15,1±23,4 ^{ab}	6,5±4,6 ^{ab}	55,5±47,4 ^{ab}
Çkd1	40,6±29,7 ^a	5,6±6,3 ^a	5,0±4,5 ^{ab}	30,9±23,8 ^{bc}	18,3±10,7 ^b	100,4±65,1 ^b
Çkd2	22,6±18,2 ^a	2,0±1,4 ^a	3,2±2,4 ^{ab}	13,1±14,9 ^{ab}	9,9±9,5 ^{ab}	50,7±44,4 ^{ab}
Çkd3	33,9±20,4 ^a	2,3±1,5 ^a	6,7±4,3 ^b	46,5±37,5 ^c	15,9±7,9 ^b	105,4±65,3 ^b
Ortalama	29,2±20,0	3,7±5,0	3,6±3,1	16,5±23,4	10,1±9,4	63,1±50,3
%	46,3	5,9	5,7	26,1	16,0	100,0

4.2.3.13. Genel Değerlendirme

Dökülme sonucunda ölü örtüye en fazla ulaşan element karbondur. Karbondan sonra kalsiyum, potasyum ve azot gelmektedir. İz elementlerden ise bakır ve çinko girişi en düşük düzeydedir (Tablo 4.20).

Tablo 4.20: Çalışma alanında bir hektar alanda dökülme ile ölü örtüye ulaşan yıllık toplam besin maddesi miktarları.

Meşcere tipi	C (kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)	Ca (kg)	Mg (kg)	S (kg)	Na (g)	Fe (g)	Mn (g)	Zn (g)	Cu (g)
Çkb3	1304	4,92	0,99	8,32	22,72	1,56	3,54	290	996	384	117	35,7
Çkc1	1161	5,62	1,01	7,40	14,56	1,66	3,78	243	844	265	104	35,3
Çkc2	1276	7,96	1,18	7,97	26,28	1,61	4,46	253	1093	231	95	58,9
Çkc3	1914	10,79	2,06	13,55	27,73	3,10	6,81	372	1486	322	156	55,5
Çkd1	2053	16,29	2,24	13,38	23,32	2,78	7,41	311	1474	277	152	100,4
Çkd2	1761	10,54	1,66	11,63	24,47	2,96	5,95	284	1286	204	151	50,7
Çkd3	2826	14,78	3,11	18,12	41,58	3,31	10,29	394	1943	485	211	105,4
Ortalama	1744	10,11	1,73	11,41	25,73	2,41	5,99	307	1299	309	140	63,1

4.3. DÖKÜLME ORANINA (TURNOVER RATE) AİT BULGULAR

Bitkisel kütle ile dökülme arasındaki ilişkiyle ilgili dökülme oranı (turnover rate) değerleri Tablo 4.21’de yer almaktadır. Buna göre ortalama olarak her yıl canlı ibrelerin % 17’si dökülmektedir. Kabuk ve dalların ortalama dökülme oranları sırasıyla 0,012 ve 0,008 olarak bulunmuştur. İbrelerde ve dallarda dökülme oranları meşcere tiplerine göre farklılık göstermektedir. Nispeten daha genç Çkb3 meşcerelerinde ibre ve dal dökülme oranları diğer meşcerelere göre çok daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.21: Dökülme oranı (turnover rate) değerleri.

Meşcere tipi	İbre	Dal	Kabuk
Çkb3	0,251±0,130 ^b	0,034±0,064 ^b	0,013±0,007 ^a
Çkc1	0,183±0,066 ^{ab}	0,005±0,008 ^{ab}	0,012±0,008 ^a
Çkc2	0,133±0,052 ^a	0,003±0,002 ^{ab}	0,015±0,019 ^a
Çkc3	0,136±0,034 ^{ab}	0,006±0,005 ^{ab}	0,012±0,005 ^a
Çkd1	0,188±0,078 ^{ab}	0,003±0,003 ^a	0,013±0,009 ^a
Çkd2	0,140±0,021 ^{ab}	0,003±0,004 ^a	0,008±0,003 ^a
Çkd3	0,155±0,066 ^{ab}	0,002±0,002 ^{ab}	0,011±0,007 ^a
Ortalama	0,170±0,078	0,008±0,026	0,012±0,009

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. DÖKÜLME

Çalışmamızda yıllık ortalama toplam dökülme miktarı 3449 kg/ha/yıl olarak bulunmuştur (Tablo 4.5). Maksimum ve minimum değerler ise 1460-7979 kg/ha/yıl arasında değişmektedir (Ek 2). Ülkemizde ve dünyada karaçam ormanlarında yürütülen dökülme çalışmalarının sayısı oldukça azdır. De Marco ve diğ. (2010) tarafından İtalya'daki karaçam ormanlarında toplam dökülme miktarı 5234 kg/ha/yıl olarak verilmiştir. Ülkemizde Toros Dağlarında gerçekleştirilen bir çalışmada karaçamlardaki toplam dökülme miktarı 115,5 t/ha/yıl olarak verilmiştir (Taşkınısu-Meydan ve diğ., 2010). Ancak yazarlar tarafından verilen bu değerlerin hatalı olduğu düşünülmektedir. Nitekim gerek karaçam türünde gerekse diğer türlerde yapılan çalışmalarda yıllık toplam dökülme miktarlarının çok daha düşük olduğu görülmektedir. Örneğin Irmak ve Çepel (1968) tarafından Belgrad Ormanında karaçam ağaçlandırmalarında 5 yıl süre ile ibre dökülme miktarları incelenmiş olup, yıllık ortalama ibre dökülme miktarı 4525 kg/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Tüfekçioğlu ve diğ. (2005) ise ladin meşcerelerinde toplam yıllık dökülmenin 6428 kg/ha olduğunu bildirmektedir. Çakıroğlu (2011) Uludağ göknarı meşcerelerinde 2935 kg/ha/yıl toplam dökülme olduğunu açıklamaktadır. Yine ülkemizdeki sarıçam ormanlarında gerçekleştirilen bir diğer çalışmada da ortalama toplam dökülmenin 1389 ile 4488 kg/ha/yıl arasında değiştiği ortaya konmuştur (Çömez ve diğ., 2017). Toplam dökülmenin daha az ölçüldüğü araştırmalar da bulunmaktadır. Örneğin Starr ve diğ. (2005) toplam dökülmenin Finlandiya'da kuzey enlemlerdeki sarıçam ormanlarında 320 kg/ha/yıl ve güney enlemlerdeki sarıçam ormanlarında 2300 kg/ha/yıl arasında olduğu bildirilmektedir (Pausas, 1997). Eskişehir'deki doğal karaçam meşcerelerinde ölçülen toplam dökülme miktarları literatürde verilen değerlere yakındır.

Çalışmamızda dökülmelerin meşcere gelişim çağlarına göre değiştiği bulunmuştur. Genel olarak kapalılık artıkça ve ağaçlar yaşlandıkça dökülme miktarları artmaktadır. Bu durum beklenen bir sonuçtur. Zira ağaçların tepe taçlarının gelişmesi, kapalılığın artması ile birlikte ağaçlardan dökülen bileşen miktarı da artmaktadır. Kapalılık artıkça özellikle alt

dallardaki ibreler ışıksızlıktan dolayı, dallar da doğal dal budanması nedeniyle dökülmektedir. Özellikle yaşlı meşcerelerde (d gelişim çağında) gerek ağaçların biyolojisi gerekse uygulanan silvikültürel yöntemlerin tepe tacı gelişimini ve kozalak miktarını artırıcı yönde olması nedeniyle toplam dökülme içindeki kozalak ve üreme organlarının payını arttırmaktadır (Tablo 4.5). Sündiken Dağlarındaki sarıçam ormanlarında gerçekleştirilen bir araştırmada da toplam dökülmenin meşcere tiplerine göre değiştiği en fazla dökülmenin c3 ve d3 gelişim çağındaki meşcerelerde olduğu ortaya konmuştur (Çömez ve diğ., 2017).

Ağaç bileşenlerinin toplam döküntüye katılma oranları meşcere tiplerine göre değişmekle birlikte ortalama olarak toplam döküntü içinde % 53 ile ibreler en yüksek paya sahiptir. İbreleri kozalaklar, diğer döküntüler kabuk ve dallar izlemektedir. Dökülme ile ilgili yapılan çalışmalarda da toplam dökülme içinde ibre/yaprakların miktarının diğer bileşenlerden fazla olduğu belirlenmiştir. Örneğin Finlandiya'daki sarıçam ormanlarında toplam döküntü içindeki ibrelerin payının % 45-60 arasında değiştiği açıklanmaktadır (Pausas, 1997). Ülkemizdeki doğu ladini meşcerelerinde dökülen ibrelerin toplam dökülmenin % 44'ünü oluşturduğu ortaya konmuştur (Tüfekçioğlu ve diğ., 2005).

Çalışmada döküntü bileşenlerinin (ibre, dal, kabuk, kozalak ve diğer) karbon ve çeşitli makro/mikro element konsantrasyonları da incelenmiştir. Döküntü bileşenlerinin karbon, potasyum, sodyum, mangan, çinko ve bakır içerikleri meşcere tiplerine göre farklılık göstermezken, diğer olarak adlandırılan döküntülerin azot, fosfor ve kükürt içerikleri ile dal döküntülerinde magnezyum ve kabuk döküntülerinde fosforun meşcere tiplerine göre değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.7). Bu durumun yetiştirme ortamı farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dökülme ile orman topraklarına önemli miktarda karbon girişi olduğu belirlenmiştir. Ortalama 1744 kg/ha/yıl olan döküntülerdeki toplam karbon miktarı, kapalılığı düşük olan c1 meşcerelerinde 1161 kg/ha/yıl'a düşmekte, daha kalın ağaçların bulunduğu ve kapalılığın yüksek olduğu d3 meşcerelerinde 2826 kg/ha/yıl'a yükselmektedir. Benzer çalışmalarda da döküntülerdeki karbon miktarının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Örneğin Lado-Monserrat ve diğ. (2016) Halep çamı ormanlarında 1377 kg/ha/yıl, Kim ve

diğ. (2011) *Larix leptolepis* ağaçlandırmalarında 1085 kg/ha/yıl, Kim ve diğ. (2010) *Pinus densiflora* ağaçlandırmalarında 1976 kg/ha/yıl, Çömez ve diğ. (2017) sarıçam ormanlarında 714 ile 2285 kg/ha/yıl arasında değişen miktarlarda topraklara karbon girişi olduğunu raporlamaktadırlar. Çalışmamızdaki sonuçlar söz konusu araştırmalara paralellik göstermektedir.

Karbondan sonra en fazla girdinin en önemli besin maddeleri olan N, P, K yerine 25,73 kg/ha/yıl ile kalsiyum elementinde olması ilginçtir. Bu durum çalışma alanının anakaya ve toprak özelliklerinden kaynaklanabilir. Zira çalışma alanında anakaya olarak riyolit ve dasitler bulunmaktadır. Bunlardan dasit anakayasında plajyoklaslar bulunmaktadır ve plajyoklaslar kalsiyum içermektedir. Nitekim Lado-Monserrat ve diğ. (2016) Halep çamı ormanlarında benzer bir sonuca ulaşmışlardır. Çalışmada aralanmamış meşcerelerde dökülme ile birlikte ölü örtüye 24,30 kg/ha/yıl kalsiyum girişi olduğu, bu durumun kireçtaşı anakayasından kaynaklandığı açıklanmıştır. Ülkemizde yağışın fazla olduğu ve toprakların yıkandığı Karadeniz bölgesindeki doğu ladini meşcerelerinde döküntülerde 12,1 kg/ha/yıl Ca olduğu belirlenmiştir (Tüfekçioğlu ve diğ., 2005). Söz konusu çalışmada döküntülerdeki azot ve potasyum miktarları kalsiyumdan yüksek bulunmuştur. Döküntülerdeki ortalama potasyum miktarları 11,41 kg/ha/yıl olarak hesaplanmış olup, bu değer de azot ve fosfor miktarlarından yüksektir. Bu durumun da anakaya ve toprak özelliklerine bağlı olması mümkündür.

En önemli bitki besin maddesi olan azotun dökülme ile yıllık 10,1 kg/ha kadar ölü örtüye ulaştığı tespit edilmiştir. Dökülme ile ölü örtüye ulaşan azot miktarları doğu ladininde 19,6 kg/ha/yıl (Tüfekçioğlu ve diğ., 2005), Halep çamı ormanlarında 15,6 kg/ha/yıl (Lado-Monserrat ve diğ., 2016), saçlı meşe ormanlarında 42,70 kg/ha/yıl (Kutbay ve Horuz, 2001), *Larix leptolepis* ağaçlandırmalarında 15,6 kg/ha/yıl (Kim ve diğ., 2011), *Pinus densiflora* ağaçlandırmalarında 21,4 kg/ha/yıl (Kim ve diğ., 2010) olarak verilmektedir. Sadece ibre döküntülerindeki azot miktarlarının hesaplandığı bazı çalışmalarda karaçam ağaçlandırmalarında 25,47-28,23 kg/ha/yıl (Irmak ve Çepel, 1968), kızılçam ormanlarında 4,23-6,57 kg/ha/yıl (Çepel ve diğ., 1988), sarıçam ormanlarında 16,3-45,0 kg/ha/yıl arasında değiştiği raporlanmıştır (Dündar, 1988). Çalışmamızda ibre döküntülerindeki azot miktarları 2,94 ile 6,87 kg/ha/yıl arasındadır. Gerek toplam döküntü

gerekse ibre döküntülerindeki azot miktarları diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında bir miktar düşük olarak değerlendirilebilir. Azot oldukça mobil bir element olup, bitki organlarında yer değiştirebilmektedir. Yine toprak ve iklim özelliklerine bağlı olarak ibrelerdeki miktarları yıldan yıla dahi değişebilmektedir. Özellikle yarı kurak alanlarda bitkilerdeki azot konsantrasyonları düşük olabilmektedir. Çalışma alanımızın yarı kurak iklim özelliklerine sahip Eskişehir’de yer alması bu duruma neden olmuş olabilir.

Diğer önemli bir besin maddesi olan fosforun toplam dökülme içindeki miktarı 1,73 kg/ha/yıl kadardır. Bu miktar yukarıda değinilen, N, K ve Ca elementleri yanında S ve Mg miktarlarından da düşüktür. Benzer sonuç Irmak ve Çepel (1968), Tüfekçioğlu ve diğ. (2005), Tu ve diğ. (2014) ve Lado-Monserrat ve diğ. (2016) tarafından da bulunmuştur.

Çalışmamızda ve yukarıda anılan benzer çalışmalarda görüldüğü üzere, dökülme ile orman toprağı yüzeyine/ölü örtüye önemli miktarlarda karbon ile makro ve mikro besin maddesi dönüşü sağlanmaktadır. Bu döngü ise, ekosistemde verimliliğin sürekliliğinin sağlanması bakımından büyük önem taşımaktadır. Yıllık döküntü ve bu döküntülerdeki besin maddesi, miktarlarının ağaç türleri, kapalılık, sıklık, iklim, toprak özellikleri ile silvikültürel müdahalelere göre değişebildiği dikkate alındığında ekosistem verimliliğinin sağlanabilmesi için dökülme ile ilgili daha fazla bilgiye ihtiyaç olduğu ortadadır. Ülkemizde dökülme çalışmalarının yaklaşık 50 yıllık bir geçmişi olmasına rağmen sayılarının halen oldukça az olduğu söylenebilir. Üstelik dökülme çalışmaları sadece verimlilik değil, orman ekosistemlerinin sağlığının ve iklim değişikliğinin izlenmesinde de kullanılmaktadır. Nitekim dökülme ülkemizde de 2008 yılından bugüne kadar sürdürülen Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Programının Seviye II bölümünde ölçülmesi zorunlu olan parametrelerdendir (Tolunay diğ., 2013).

5.2. DÖKÜLME ORANI

Orman topraklarında depolanan karbon miktarının belirlenmesinde son yıllarda çeşitli modeller kullanılmaya başlanmıştır. Bu modellerin çoğunda yıllık olarak dökülme ile toprağı ulaşan organik madde miktarının bilinmesi gereklidir. Bunun için de canlı ağaçlardaki bileşenlerin her yıl ne kadarının dökülerek ölü örtüye ulaştığını tahmin etmek

için dökülme oranı olarak adlandırılan katsayılar kullanılmaktadır. Bu katsayılar da ağaç bileşenleri kütlelerinin tahmin edildiği ve kapanlar kurularak döküntülerin belirlendiği çalışmalar ile üretilmektedir. Çalışmamızda da bu şekilde ibre, dal ve kabuklar için dökülme oranları belirlenmiştir. Ülkemizde daha önce dökülme oranlarının belirlendiği araştırmalara rastlanmamıştır. Çalışmamızda yıllık ortalama dökülme oranları ibrelerde 0,170, dallarda 0,008 ve kabuklarda 0,012 olarak belirlenmiştir. İbre dökülme oranları Finlandiya'da kuzey enlemlerdeki çam ormanları için verilen 0,154 (NIR Finland, 2017) ve Kanada'da kullanılan CBM-CFS3 modelinde Atlantik Maritime ekolojik bölgesi için verilen 0,15 (Kull ve diğ., 2016) değerinden bir miktar yüksektir. Ancak YASSO07 modelinde 0,2 (Liski ve diğ., 2002) olarak kabul edilen ibre dökülme oranında ise düşüktür. Çalışmamızda belirlenen dal dökülme oranları Finlandiya Sera Gazları Ulusal Envanter Raporunda (NIR Finland, 2017) 0,02 olarak verilen orandan düşük, 0,0052 olarak verilen gövde odunu kabuklarının dökülme oranından yüksektir. Kabuk dökülme oranının yüksek olması çalışmamızda dal ve gövde odunu ayrımı yapılmamasından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmamızda çeşitli nedenlerle (hava şartları, araç bulunamaması vb.) döküntüler aylık olarak toplanamamıştır. Bu nedenle dökülmenin aylık değimi belirlenememiştir. Döküntülerin her ay düzenli olarak toplanması ile hangi aylarda hangi bileşenin daha fazla döküldüğünü ortaya konulabilecektir. Bu bilgiler de uzun dönemli izlemeye dayalı çalışmalarda zamanından önce gerçekleşen dökülmelerin tespiti, zengin tohum yıllarının belirlenmesi, çeşitli hastalıkların gözlenebilmesi açısından önemlidir. Dolayısıyla gelecekte yapılacak dökülme çalışmalarında döküntülerin aylık olarak toplanması ve bir yıldan daha fazla sürdürülmesi ormanların sağlığının izlenmesi açısından yararlı olacaktır.

Sonuç olarak ülkemizde dökülme ile ölü örtü/topraklara ulaşan karbon ve besin maddesi miktarları ile ağaç bileşenlerinin dökülme oranlarının belirlenmesine yönelik araştırma sayısı oldukça azdır. Sunulan bu çalışma ile söz konusu eksiklik bir nebze de olsa giderilmeye çalışılmıştır. Ancak dökülme çalışmalarının sayısının artırılmasının gerektiği de ortadadır. Dökülme çalışmalarına ek olarak gerek orman ekosistemlerinin verimliliklerinin değerlendirilmesi, gerekse orman topraklarında depolanan karbon

miktarlarının tahmini için döküntü bileşenlerinin ayrışma oranlarının, ince ve kalın köklerin ölmesi ile topraklara giren karbon ve besin maddesi miktarlarının ve bu köklerin ayrışma oranlarının belirlenmesine yönelik çalışmalara da ihtiyaç bulunmaktadır.



KAYNAKLAR

- Akgündüz, A.S., 2000, *Türkiye’de Yağış, Sıcaklık ve Nem Verilerinin Klimatolojik Analizi*, T. C. Başbakanlık, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, DMİ Yayınları, Yayın No: 2000/07, Ankara.
- Anonim, 1989, *Türkiye’nin Yağış Rejimi*, T. C. Başbakanlık, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ziraî Meteoroloji ve İklim Rasatları Daire Başkanlığı, TUMAK Projesi, Ankara.
- Anonim, 2017, *Türkmen Dağı Kütlesinin Uydu Fotoğrafi* (Google Earth). www.googleearth.com, [Ziyaret tarihi: 5 Mayıs 2017].
- Berg, B. and Meentemeyer, V., 2001, Litterfall in some European coniferous forests as dependent on climate: a synthesis, *Canadian Journal of Forest Research* 31, 292-301.
- Berg, B., Albrektson, A., Berg, M. P., Cortina, J., Johansson, M. B., Gallardo, A., Madeira, M., Pausas, J., Kratz, W., Vallejo, R. and Mc Claugherly, C., 1999, Amounts of litterfall in some pine forests in a European transect, in particular Scots pine, *Annals of Forest Science* 56, 625-639.
- Çakır, M. ve Akburak, S., 2017, Ölü örtü dökümü ve bu yolla toprağa verilen besin maddeleri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* 67(2).
- Çakıroğlu, K., 2011, *Bartın ili Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın meşcerelerindeki ölü örtü ayrışması ve yıllık yaprak dökülmesinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çepel, N., DüNDAR, M., Özdemir, T. ve Neyişçi, T., 1988, *Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Ekosistemlerinde İğne Yaprak Dökümü ve Bu Yolla Toprağa Geri Verilen Besin Maddeleri Miktarları*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi Nu: 194, s. 20, Ankara.
- Çömez, A., Tolunay, D. ve Güner, Ş.T., 2017, *Sündiken Dağları sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde ibre dökümü ve ölü örtü ayrışması ile üst topraktaki karbon birikimi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi*, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığınca Desteklenmiş ESK-09 (6303)/2010-2016 nolu proje.
- De Marco, A., Esposito, F., Giordano, M., Vittozzi, P. and De Santo, A.V., 2010, Litter production, soil organic matter Dynamics and microbial activity in two coeval forest stands on Mount Vesuvius, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 12, EGU2010-5929, 2010 EGU General Assembly.

- Dündar, M., 1988, Aladağ'da (Bolu) bazı sarıçam meşcerelerinde yıllık yaprak dökümü miktarı ve bu yolla toprağa verilen azotun tespiti üzerine araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 105-113.
- EUFORGEN, 2009, *Distribution of black pine (Pinus nigra)*. <http://www.euforgen.org/species/pinus-nigra/> [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2017].
- Gülçur, F., 1974, *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın Nu: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 225 s.
- Güner, T., 2006, *Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) sarıçam (Pinus sylvestris ssp. hamata) ormanlarının yükseltiyeye bağlı büyüme beslenme ilişkilerinin belirlenmesi*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- IPCC, 2003, Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. (Eds.: J. Penman, M. Gytarsky, T. Hiraiishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe and F. Wagner.). IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html, [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2017].
- IPCC, 2006, IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National greenhouse gas inventories programme, In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe), <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>, [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2017].
- Irmak, A. ve Çepel, N., 1968, Belgrad Ormanı'nda seçilen birer kayın, meşe, karaçam meşceresinde yıllık yaprak dökümünün miktarı ve bu yolla toprağa verilen besin maddelerinin tespiti üzerine araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt Nu: XVIII, Sayı: 2, İstanbul.
- İzburak, R., 1968, *Türkiye Jeomorfoğrafik Haritası*, Harita Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Kalıpsız, A., 1994, *İstatistik Yöntemler*, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3835, Fakülte Yayın No: 427, İstanbul, 558 s.
- Kantarcı, M. D., 2000, *Toprak İlimi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 4261, O.F. Yayın No: 462, İstanbul, 420 s.
- Karabıyık, S.B., 2014, *Türkiye ormanlarında bitkisel kütledeki karbon stoku: farklı hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kim, C., Jeong, J., Cho, H.S. and Son, Y., 2010, Carbon and nitrogen status of litterfall, litter decomposition and soil in even-aged larch, red pine and rigitaeda pine plantations, *Journal of Plant Research*, 123, 403–409.
- Kim, C., Jeong, J. and Kim, J.S., 2011, Carbon and nitrogen inputs by litter fall in fertilized and unfertilized larch plantations, *Forest Science and Technology*, 7(1),17-22.

- Köhler, L., Hölscher, D. and Leuschner, C., 2008, High litterfall in old-growth and secondary upper montane forest of Costa Rica, *Plant Ecology*, 199, 163-173.
- Kull, S.J., Rampley, G.J., Morken, S., Metsaranta, J., Neilson, E.T. and Kurz, W.A. 2016, *Operational-scale Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector (CBM-CFS3) version 1.2: user's guide*, Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, AB.
- Kutbay, H.G. and Horuz, A., 2001, Litter fall and nutrient return in *Quercus cerris* L. var. *cerris* forests in the Central Black Sea Region of Turkey, *Pakistan Journal of Botany* 33 (3), 293-303.
- Lado-Monserrat, L., Lidón, A. and Bautista, I., 2016, Erratum to: Litterfall, litter decomposition and associated nutrient fluxes in *Pinus halepensis*: influence of tree removal intensity in a Mediterranean forest, *European Journal of Forest Research*, 135, 203-214.
- Lee, J., Tolunay, D., Makineci, E., Çömez, A., Son, Y.M, Kim, R. and Son, Y., 2016, Estimating the age-dependent changes in carbon stocks of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Turkey, *Annals of Forest Science*, 73 (2), 523-531.
- Liski, J., Perruchoud, D. and Karjalainen, T., 2002, Increasing carbon stocks in the forest soils of western Europe, *Forest Ecology and Management*, 169, 159–175.
- Lu, S.W. and Liu, C.P., 2012, Patterns of litterfall and nutrient return at different altitudes in evergreen hardwood forests of Central Taiwan, *Annals of Forest Science*, 69, 877–886.
- Matala, J., Kellomäki, S. and Nuutinen, T., 2008, Litterfall in relation to volume growth of trees: Analysis based on literature, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23 (3), 194 – 202.
- Muukkonen, P., 2005, Needle biomass turnover rates of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) derived from the needle-shed Dynamics, *Trees*, 19, 273-279.
- Negash, M. and Starr, M., 2013, Litterfall production and associated carbon and nitrogen fluxes of seven woody species grown in indigenous agroforestry systems in the south-eastern Rift Valley escarpment of Ethiopia, *Nutrient cycling in agroecosystems*, 97, 29–41.
- NIR Finland, 2017, *National Greenhouse Gas Inventory Report of Finland 1990-2015*. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2017].
- NIR Turkey, 2016, *National Greenhouse Gas Inventory Report of Turkey 1990-2014*. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2017].

- Nowak, D.J. and Crane, D. E., 2002, Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA, *Environmental Pollution*, 116, 381–389.
- OGM, 2013, Türkiye orman varlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- OGM, 2015, Türkiye orman varlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Özdamar, K., 2002. *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1*, 4. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- Özhan S. 1977, *Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etkenlere Göre Değişimi*, İ.Ü. Yayın No. 2330 Orman Fakültesi Yayın No 235 Çelikcilt Matbaası, İstanbul, 1977.
- Özoğul, A., 1992, Türkiye Coğrafyası 1, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ders Notu, Balıkesir.
- Pamir, H. N. ve Erentöz, C., 1975, 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Ankara Paftası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, 111s, Ankara.
- Pandey, R. R., Sharma, G., Tripathi, S. K. and Singh, A. K., 2007, Litterfall, litter decomposition and nutrient dynamics in a subtropical natural oak forest and managed plantation in northeastern India, *Forest Ecology and Management*, 240, 96-104.
- Pausas, J. G., 1997, Litterfall and litter decomposition in *Pinus sylvestris* forests of the eastern Pyrenees, *Journal of Vegetation Science* 8, 643-650.
- Pitman, R., Bastrup-Birk, A., Breda, N. and Rautio, P., 2010, *Sampling and Analysis of Litterfall. 16 pp. Part XIII. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1. [http://www.icp-forests.org/Manual.htm]*
- Saatçioğlu, F., 1979, *Silvikültür Tekniği*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 2490/268, İstanbul.
- Schimel, D., Enting, I. G., Heimann, M., Wigley, T. M. L., Raynaud, D., Alves, D. and Siegenthaler, U., 2000, *CO₂ and the carbon cycle*, In: The Carbon Cycle, Ed: Wigley, T. M. L., Schimel, D. S., Cambridge University Press, USA, 0-521-58337-3, 1-37.
- Starr, M., Saarsalmi, A., Hokkanen, T., Merilä, P. and Helmisaari, H.-S., 2005., Models of litterfall production for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Finland using stand, site and climate factors, *Forest Ecology and Management* 205, 215–225.
- Taşkınsu-Meydan, S., Evrendilek, F., Berberoğlu, S. and Dönmez, C., 2010, Modeling above-ground litterfall in eastern Mediterranean conifer forests using fractional tree cover, and remotely sensed and ground data. *Applied Vegetation Science* 13, 485–497.

- Tateno, R., Tokuchi, N., Yamanaka, N., Du, S., Otsuki, K., Shimamura, T., Xue, Z., Wang, S. and Hou, Q., 2007, Comparison of litterfall production and leaf litter decomposition between an exotic black locust plantation and an indigenous oak forest near Yan'an on the Loess Plateau, China, *Forest Ecology and Management*, 241, 84-90.
- Tolunay, D. ve Çömez, A., 2007, Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum. *Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu*, 13-14 Aralık 2007, İstanbul,
- Tolunay, D., Öztürk, S., Gürlevik, N., Karakaş, A., Akkaş, M. E., Adıgüzel, U., Taşdemir, C. Ve Aytar, F., 2014, *Türkiye Ormanlarının Sağlık Durumu (2008-2012)*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı, ISBN No: 978-605-4610-44-0, p. 71.
- Tu, L.H., Hu, H.L., Hu, T.X., Zhang, J., Li, X.W., Liu, L., Xiao, Y.L., Chen, G. and Li, R.H., 2014, Litterfall, Litter Decomposition, and Nutrient Dynamics in Two Subtropical Bamboo Plantations of China, *Pedosphere* 24(1), 84–97.
- Ŧupek, B., Mäkipää, R., Heikkinen, J., Peltoniemi, M., Ukonmaanaho, L., Hokkanen, T., Nöjd, P., Nevalainen, S., Lindgren, M. and Lehtonen, A., 2015, Foliar turnover rates in Finland — comparing estimates from needle-cohort and litterfall-biomass methods, *Boreal Environment Research*, 20, 283–304.
- Tüfekçioğlu, A., Sarıyıldız, T., Güner, S. ve Küçük, M., 2005, Artvin Genya Dağı doğu ladini meşcerelerinde kök kütlesi, yıllık ibre dökümü ve toprak solunumu miktarlarının değişimleri, *Ladin Sempozyumu*, 20-22 Ekim 2005, 123-129,
- Ukonmaanaho, L., Merilä, P., Nöjd, P. and Nieminen, T. M., 2008, Litterfall production and nutrientreturn to the forest floor in Scots pine and Norway spruce stands in Finland, *Boreal Environment Research* 13, 67-91.

EKLER**EK 1. Bileşenlere göre yıllık döküntü miktarları (65 °C'de kuru ağırlık).**

Örnek Alan No	Bileşenlere Göre Yıllık Döküntü Miktarları (kg/ha/yıl)					Toplam (kg/ha/yıl)
	İbre	Dal	Kabuk	Kozalak	Diğer	
1	1922,82	79,05	148,66	326,23	293,53	2770,29
2	1839,59	10,00	134,15	236,66	142,63	2363,01
3	2442,43	235,20	91,03	374,76	211,70	3355,10
4	1922,45	111,76	154,20	958,41	167,10	3313,92
5	2008,51	215,02	330,58	799,08	708,11	4061,29
6	2593,70	126,15	502,09	1423,22	569,28	5214,44
7	1438,07	46,24	115,95	1649,32	314,44	3564,02
8	1961,04	541,12	110,81	676,42	279,52	3568,91
9	1578,01	45,12	130,55	802,37	352,98	2909,03
10	3985,28	323,36	332,80	1457,84	529,92	6629,20
11	1220,24	14,94	42,86	164,94	103,08	1546,06
12	1053,88	251,28	118,94	530,28	112,15	2066,53
13	2276,13	121,84	619,64	388,03	213,51	3619,15
14	1591,26	8,24	117,92	15,12	282,32	2014,86
15	1860,16	37,92	169,42	115,92	230,65	2414,07
16	1801,19	56,64	269,93	495,08	407,91	3030,74
17	2286,13	155,19	198,29	1603,75	826,16	5069,53
18	1741,55	111,00	97,05	1419,87	548,00	3917,47
19	1965,39	455,77	175,58	2311,11	472,52	5380,36
20	1385,30	16,93	57,10	523,24	397,25	2379,83
21	1059,35	2,64	111,41	195,08	483,61	1852,09
22	3434,99	483,79	476,95	1481,01	979,51	6856,25
23	1584,47	41,98	76,78	281,75	382,90	2367,87
24	1793,54	208,99	182,58	1763,36	732,09	4680,57
25	1740,18	70,47	150,24	235,05	294,55	2490,48
26	1699,29	0,00	89,83	76,80	113,61	1979,52
27	1177,91	55,44	54,02	198,85	77,21	1563,43
28	1711,49	271,23	147,00	454,11	122,42	2706,25
29	1683,74	17,15	580,22	1852,62	351,21	4484,94
30	1823,71	348,08	218,05	427,75	201,47	3019,07
31	1972,64	976,09	136,53	529,00	193,72	3807,98
32	1972,82	430,96	273,43	217,58	320,99	3215,79
33	1344,21	138,07	162,15	36,00	418,25	2098,68
34	1380,61	293,20	193,10	2500,91	576,35	4944,17
35	2113,30	49,19	346,94	2047,32	531,17	5087,91
36	2528,75	107,45	288,49	4285,37	768,46	7978,53
37	962,71	37,95	181,14	532,30	351,24	2065,34
38	1354,31	161,14	101,57	433,35	601,94	2652,30
39	1269,32	96,64	35,51	0,00	58,60	1460,06

EK 2. Örnekleme dönemlerine göre döküntü miktarları (65 °C’de kuru ağırlık).

Örnek Alan No	Örnekleme Dönemlerine Göre Toplam Döküntü Miktarları (kg/ha/yıl)							Toplam Yıllık Döküntü (kg/ha/yıl)
	1. Dönem (01.06.2012- 03.07.2012) (33 gün)	2. Dönem (04.07.2012- 09.08.2012) (37 gün)	3. Dönem (10.08.2012- 20.09.2012) (42 gün)	4. Dönem (21.09.2012- 19.10.2012) (29 gün)	5. Dönem (20.10.2012- 28.11.2012) (40 gün)	6. Dönem (29.11.2012- 20.04.2013) (143 gün)	7. Dönem (21.04.2012- 31.05.2013) (41 gün)	
1	377,25	738,72	499,36	139,36	158,16	682,16	175,28	2770,29
2	84,37	828,48	594,08	96,56	166,32	537,44	55,76	2363,01
3	209,1	521,12	631,60	250,56	727,84	936,00	78,88	3355,10
4	461,84	1159,20	404,16	260,40	229,44	657,12	141,76	3313,92
5	951,61	600,16	800,32	504,08	244,56	652,40	308,16	4061,29
6	745,64	949,68	923,52	562,32	351,20	892,80	789,28	5214,44
7	169,86	561,52	338,16	238,24	178,24	708,48	1369,52	3564,02
8	560,11	714,16	700,96	536,08	364,64	191,60	501,36	3568,91
9	375,43	392,64	316,56	250,72	261,44	780,16	532,08	2909,03
10	1164,48	1652,32	1340,64	967,76	348,00	901,68	254,32	6629,20
11	189,9	180,80	498,96	194,40	151,76	284,24	46,00	1546,06
12	258,45	796,88	248,08	62,32	141,36	455,28	104,16	2066,53
13	342,83	652,40	1300,80	240,00	248,00	535,92	299,20	3619,15
14	55,98	368,56	398,00	233,76	236,80	636,00	85,76	2014,86
15	69,75	365,60	803,20	218,00	236,24	618,56	102,72	2414,07
16	307,22	365,92	928,00	328,40	221,52	635,12	244,56	3030,74
17	657,53	477,84	635,52	506,40	566,32	1356,08	869,84	5069,53
18	713,47	527,44	750,32	392,64	362,88	701,36	469,36	3917,47
19	1548,36	926,96	789,04	320,96	391,84	1191,92	211,28	5380,36
20	100,55	273,52	372,40	316,08	424,16	790,00	103,12	2379,83
21	50,89	147,68	800,72	210,48	230,32	337,68	74,32	1852,09
22	404,65	542,72	1531,20	666,32	614,64	1805,12	1291,60	6856,25
23	140,59	616,16	552,56	242,00	157,12	437,20	222,24	2367,87
24	263,61	615,36	571,92	493,04	281,76	772,08	1682,80	4680,57
25	198,88	387,92	591,52	290,16	265,76	668,32	87,92	2490,48
26	59,84	507,84	394,88	235,44	208,00	523,68	49,84	1979,52
27	121,59	454,88	413,68	153,36	127,28	227,12	65,52	1563,43
28	280,65	723,44	467,20	391,92	200,24	523,28	119,52	2706,25
29	890,7	741,12	885,60	368,08	751,68	782,08	65,68	4484,94
30	162,83	337,04	712,64	363,92	287,28	1040,40	114,96	3019,07
31	163,42	590,64	568,96	389,92	235,52	1764,16	95,36	3807,98
32	292,27	886,16	552,16	264,80	333,68	635,52	251,20	3215,79
33	130,68	374,00	454,96	112,96	187,28	688,00	150,80	2098,68
34	2184,41	519,44	535,20	171,92	248,32	838,00	446,88	4944,17
35	761,75	1165,60	771,04	452,72	471,68	655,60	809,52	5087,91
36	1203,01	692,96	957,20	680,64	584,72	1968,16	1891,84	7978,53
37	383,18	163,20	400,72	256,08	202,40	390,16	269,60	2065,34
38	257,74	271,04	492,16	223,60	240,24	1103,92	63,60	2652,30
39	27,02	627,44	298,40	117,20	120,08	243,92	26,00	1460,06
Günlük Ortalama (kg/ha/gün)	13,5	16,2	15,4	11,2	7,5	5,3	9,1	9,4

EK 3. Döküntü miktarlarının, meşcere tipi, bakı ve yamaç konumuna göre dağılımı (65 °C’de kuru ağırlık) (kg/ha/yıl).

Örnek Alan No	Döküntü Miktarı	Meşcere Tipi							Bakı		Yamaç Konumu		
		b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	K	G	Alt Yamaç	Orta Yamaç	Üst Yamaç
1	2770	2770							2770		2770		
2	2363	2363							2363			2363	
3	3355	3355							3355				3355
4	3314		3314						3314			3314	
5	4061				4061				4061		4061		
6	5214				5214				5214			5214	
7	3564					3564			3564		3564		
8	3569						3569		3569		3569		
9	2909						2909		2909			2909	
10	6629							6629	6629			6629	
11	1546		1546							1546	1546		
12	2067		2067							2067		2067	
13	3619			3619						3619	3619		
14	2015			2015						2015			2015
15	2414				2414					2414	2414		
16	3031						3031			3031		3031	
17	5070						5070			5070	5070		
18	3917							3918		3918		3918	
19	5380				5380					5380		5380	
20	2380					2380				2380		2380	
21	1852					1852				1852			1852
22	6856					6856			6856			6856	
23	2368		2368							2368			2368
24	4681					4681				4681			4681
25	2490						2491			2491			2491
26	1980	1980								1980			1980
27	1563			1563						1563		1563	
28	2706				2706					2706			2706
29	4485							4485	4485				4485
30	3019				3019					3019			3019
31	3808	3808								3808		3808	
32	3216			3216						3216		3216	
33	2099			2099						2099			2099
34	4944					4944				4944	4944		
35	5088							5088		5088			5088
36	7979							7979	7979		7979		
37	2065		2065							2065		2065	
38	2652			2652						2652		2652	
39	1460	1460								1460	1460		
Ortalama (Toplam / Örnek Alan Sayısı)		2623	2272	2527	3799	4046	3414	5620	3793	3047	3516	3761	3011

EK 4. Dökülen ibrelerdeki besin maddesi konsantrasyonları.

Örnek alan No	Meşçere tipi	C (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	S (ppm)	Fe ⁺⁺ (ppm)	Mn ⁺⁺ (ppm)	Zn ⁺⁺ (ppm)	Cu ⁺⁺ (ppm)
1	b3	50,53	0,21	433	3951	6011	823	79	1095	196	89	81	10,8
2	b3	50,57	0,12	397	4051	7869	670	139	1948	424	283	50	3,4
3	b3	50,94	0,15	340	3453	7844	805	229	1105	357	184	54	0,2
4	c1	50,85	0,1	376	4449	6934	568	119	1285	331	211	53	0,7
5	c3	50,29	0,22	601	3553	5548	1314	79	2555	329	160	54	1,3
6	c3	50,23	0,19	616	4150	7557	1378	79	1483	356	107	54	2,4
7	d1	49,73	0,12	413	3951	7366	1136	79	2020	371	104	51	5,6
8	d2	50,71	0,13	361	3852	7636	1247	139	1638	298	157	39	5
9	d2	53,48	0,42	460	2856	7698	1037	49	1655	360	47	53	2,9
10	d3	52,9	0,36	642	4349	10584	1154	119	2360	404	107	53	1,2
11	c1	53,59	0,24	374	4349	7527	1113	209	1713	343	84	42	8
12	c1	53,78	0,21	371	4150	6562	890	89	1928	283	72	44	1,6
13	c2	53,28	0,32	466	2856	6932	969	129	2060	315	117	35	14,1
14	c2	52,96	0,29	446	3254	8382	871	169	1880	334	65	43	14,9
15	c3	53,02	0,27	421	3453	5328	1092	129	1803	332	58	37	19,4
16	d2	53,32	0,24	435	2955	4695	1250	99	2033	329	32	38	19,1
17	d2	52,65	0,28	658	3154	5946	1262	49	1740	385	80	57	21,1
18	d3	51,85	0,34	643	3553	5202	867	49	2305	334	44	52	23,4
19	c3	52,53	0,32	750	3951	6870	999	89	2863	346	58	42	24,5
20	d1	52,15	0,19	578	955	9097	695	129	2095	382	67	48	25,4
21	d1	52,26	0,26	415	3453	8053	792	89	2143	376	65	31	26,7
22	d1	52,36	0,62	475	3453	6368	744	69	2403	350	81	24	27,4
23	c1	52,62	0,3	501	1661	4535	1363	29	2310	355	85	35	31,1
24	d1	52,45	0,33	457	2955	7291	1508	39	1183	355	42	31	28,7
25	d2	52,95	0,15	357	3453	12454	670	59	1245	325	20	24	9,1
26	b3	47,42	0,2	447	3154	12431	675	79	1968	320	44	25	23,2
27	c2	51,71	0,32	371	3453	7520	941	159	1758	361	55	19	42,1
28	c3	53,4	0,25	408	3553	7434	1310	119	2090	362	41	14	14
29	d3	52,73	0,24	345	2856	11000	637	39	2198	286	37	18	13,4
30	c3	51,7	0,21	376	3652	14668	508	79	955	315	148	19	21,7
31	b3	50,58	0,16	348	3254	11544	532	69	1095	368	91	19	23,4
32	c2	50,74	0,14	354	3354	11460	527	39	2040	311	92	23	18,4
33	c2	49,95	0,26	386	3154	9385	655	79	1098	274	83	36	28,2
34	d1	50,04	0,2	651	4051	11143	711	39	2345	320	124	29	19,2
35	d3	49,6	0,14	666	4051	11558	640	39	1813	350	81	49	21,1
36	d3	49,71	0,28	613	3154	13249	652	49	2535	368	139	43	22,5
37	c1	50,25	0,3	635	4051	8818	845	59	1573	390	127	38	24,9
38	c2	50,39	0,31	643	4549	11302	473	39	1355	383	134	43	30,5
39	b3	50,99	0,18	385	3852	8770	675	29	1888	329	95	30	29,2
Ortalama		51,57	0,25	477	3496	8476	897	88	1835	341	95	39	17

EK 5. Dökülen dallardaki besin maddesi konsantrasyonları.

Örnek alan No	Meşçere tipi	C (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	S (ppm)	Fe ⁺⁺ (ppm)	Mn ⁺⁺ (ppm)	Zn ⁺⁺ (ppm)	Cu ⁺⁺ (ppm)
1	b3	50,22	0,25	369	1561	8214	492	147	2098	499	639	74	7,2
2	b3	46,16	0,27	468	765	14512	374	179	2450	548	556	61	1,5
3	b3	48,86	0,21	224	1163	4884	99	159	703	314	546	35	1,2
4	c1	45,99	0,49	383	2159	14001	531	229	1708	965	421	83	5,8
5	c3	46,87	0,31	367	1860	7680	359	99	1738	742	358	47	4,9
6	c3	48,56	0,64	672	3752	11918	752	209	1618	801	275	92	10,0
7	d1	50,29	0,42	900	6142	14324	699	109	1258	632	383	82	11,1
8	d2	48,42	0,26	329	2159	16822	631	89	2283	666	59	61	4,1
9	d2	52,96	0,65	617	3752	14670	988	129	2633	587	217	86	12,8
10	d3	53,82	0,7	988	5943	10665	916	129	3298	434	304	77	11,0
11	c1	53,09	0,42	482	3055	15707	880	249	2618	659	162	78	8,4
12	c1	53,08	0,19	344	1153	13079	710	279	2848	601	298	73	4,6
13	c2	52,51	0,5	494	1860	15695	640	179	2558	607	70	47	26,4
14	c2	55,43	0,7	1288	6938	4787	1060	149	3133	385	124	55	25,7
15	c3	53,32	0,31	447	2657	7031	770	119	2203	435	30	50	19,9
16	d2	51,14	0,54	517	2059	8269	610	129	3235	808	239	61	25,0
17	d2	51,77	0,49	504	1362	13082	620	89	1353	697	82	49	27,1
18	d3	52,01	0,42	454	1462	15502	709	59	1205	778	115	70	28,6
19	c3	48,7	0,77	535	2159	12504	740	109	2230	1029	216	62	29,4
20	d1	50,95	0,86	707	1462	15533	558	209	2170	850	105	94	37,4
21	d1	51,65	0,26	359	956	9126	610	61	2125	286	302	38	37,6
22	d1	52,07	0,58	503	864	11186	546	149	1980	760	229	43	31,7
23	c1	52,28	0,5	646	3652	9460	987	69	2848	727	52	66	32,7
24	d1	52,21	0,57	678	4051	8841	804	59	2650	402	14	46	34,7
25	d2	54,13	0,83	1011	7337	16411	504	119	1483	680	21	79	23,4
26	b3												
27	c2	50,93	0,42	304	665	11532	466	149	975	630	18	36	13,7
28	c3	52,33	0,49	360	1959	18195	537	159	1180	778	19	34	18,4
29	d3	53,16	0,59	791	4648	15881	485	69	3008	377	382	58	20,1
30	c3	49,49	0,32	390	457	20490	403	99	2573	515	230	43	22,1
31	b3	49,74	0,21	261	565	13429	161	69	1115	630	213	32	23,9
32	c2	47,99	0,27	321	1063	23524	260	69	1175	763	236	31	22,0
33	c2	48,48	0,44	433	1860	17316	435	89	1568	887	406	51	73,7
34	d1	49,53	0,7	330	964	16480	423	49	1050	297	239	22	33,3
35	d3	49,99	0,23	417	1063	17144	434	89	1283	635	562	57	24,0
36	d3	47,6	0,72	571	1760	18863	530	59	2053	919	238	57	32,3
37	c1	49,38	0,41	518	1362	16310	477	109	1558	843	499	45	39,4
38	c2	49,24	0,18	247	466	10226	41	69	883	376	309	28	28,6
39	b3	48,71	0,2	292	662	15870	273	69	1183	779	479	49	33,8
Ortalama		50,61	0,46	513	2310	13399	566	122	1948	640	254	57	22,3

EK 6. Dökülen kabuklardaki besin maddesi konsantrasyonları.

Örnek alan No	Meşçere tipi	C (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	S (ppm)	Fe ⁺⁺ (ppm)	Mn ⁺⁺ (ppm)	Zn ⁺⁺ (ppm)	Cu ⁺⁺ (ppm)
1	b3	48,05	0,11	290	1661	10798	353	147	958	634	251	67	7,3
2	b3	48,9	0,07	227	565	10360	337	209	880	726	197	67	4,2
3	b3	48,92	0,02	202	565	8690	189	119	738	493	82	56	2,8
4	c1	48,27	0,1	257	466	12913	187	269	773	582	137	63	6,6
5	c3	48,04	0,06	252	964	8916	276	99	983	617	46	59	3,9
6	c3	48,46	0,04	278	1362	8260	367	189	1423	448	88	50	4,1
7	d1	47,49	0,12	313	1262	14489	324	89	888	693	185	58	4,9
8	d2	48,07	0,26	237	1262	14523	466	139	2223	768	48	66	9,1
9	d2	51,77	0,2	272	1362	14996	443	189	1470	601	143	60	4,0
10	d3	51,01	0,17	280	1362	13750	373	149	1968	612	97	71	6,8
11	c1	51,02	0,11	244	1063	12664	343	79	1333	596	97	60	13,0
12	c1	51,1	0,16	235	1163	14687	245	99	1813	616	131	58	4,5
13	c2	51,6	0,22	365	1262	11738	435	189	2048	587	53	36	14,1
14	c2	51,01	0,11	277	964	12242	395	179	1375	546	77	54	19,2
15	c3	51,56	0,06	238	665	6560	224	99	1308	447	31	35	19,2
16	d2	51,41	0,18	277	864	9292	384	99	1690	565	65	51	22,3
17	d2	51,07	0,23	329	1262	9108	496	69	1935	729	56	49	25,0
18	d3	51,59	0,27	437	1063	9659	474	69	2250	775	59	60	28,8
19	c3	50,9	0,11	289	864	7944	412	159	2110	677	67	51	24,5
20	d1	51,05	0,16	328	1063	12254	586	149	910	835	52	52	32,2
21	d1	51,57	0,21	364	1063	9232	352	79	2228	695	73	44	30,1
22	d1	51,95	0,31	354	765	8476	490	179	1103	739	69	36	27,8
23	c1	50,69	0,27	356	1959	12516	544	59	1338	719	74	63	31,0
24	d1	51,06	0,27	318	1362	13833	614	109	1563	571	13	51	32,9
25	d2	47,14	0,21	278	1163	20955	177	90	1460	781	30	35	22,6
26	b3	47,02	0,34	224	765	18890	200	129	883	678	43	42	27,0
27	c2	51,01	0,16	250	765	18306	306	169	1058	808	25	53	13,8
28	c3	51,05	0,23	273	1959	16392	316	89	1255	742	33	32	17,7
29	d3	48,93	0,28	245	864	15896	131	9	863	641	167	23	21,8
30	c3	48,09	0,31	278	964	19036	317	19	1368	801	90	33	22,2
31	b3	48,14	0,24	254	765	18848	217	69	1085	721	80	31	24,9
32	c2	48,4	0,14	234	665	14708	76	49	980	528	84	18	20,0
33	c2	48,83	0,12	260	565	11913	228	59	1138	641	132	44	22,4
34	d1	49,29	0,11	335	565	11577	167	49	1308	440	80	29	25,3
35	d3	48,69	0,13	288	765	11568	223	69	1523	661	225	37	24,5
36	d3	48,95	0,17	316	864	16155	364	69	2363	566	76	42	25,3
37	c1	48,9	0,01	229	565	11559	220	59	1188	628	132	38	26,8
38	c2	48,11	0,24	425	964	20249	389	59	1590	858	70	54	31,9
39	b3	47,63	0,12	247	565	15889	261	69	1138	641	108	64	33,3
Ortalama		49,66	0,17	286	999	13073	331	109	1397	651	91	48	18,9

EK 7. Dökülen kozalaklardaki besin maddesi konsantrasyonları.

Örnek alan No	Meşçere tipi	C (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	S (ppm)	Fe ⁺⁺ (ppm)	Mn ⁺⁺ (ppm)	Zn ⁺⁺ (ppm)	Cu ⁺⁺ (ppm)
1	b3	48,06	0,16	178	2358	483	174	79	753	62	218	17	3,0
2	b3	49,13	0,2	292	3951	1360	175	129	803	199	193	20	3,1
3	b3	49,46	0,26	262	2955	1704	483	89	1160	165	125	29	2,7
4	c1	48,53	0,23	265	3055	927	137	79	1950	92	128	19	1,6
5	c3	49,1	0,03	432	4250	852	382	129	1005	86	78	29	3,9
6	c3	48,63	0,22	297	3354	955	293	99	878	98	60	23	4,0
7	d1	48,77	0,21	265	3055	1114	297	139	968	105	105	22	5,5
8	d2	47,83	0,22	243	2557	4062	519	119	465	110	46	21	5,6
9	d2	51,54	0,21	233	2856	1372	261	59	573	80	88	21	6,9
10	d3	52,46	0,07	348	2955	1232	265	49	855	80	69	21	2,8
11	c1	51,23	0,169	212	2955	2063	269	189	415	84	48	21	10,2
12	c1	52,18	0,02	263	3154	1729	189	209	995	89	80	24	4,2
13	c2	52,25	0,13	376	3553	900	336	69	1413	95	43	14	9,7
14	c2	53,51	1,02	727	565	2039	790	99	2673	404	52	53	25,3
15	c3	55,15	0,68	608	2358	1158	624	286	1960	99	23	34	25,2
16	d2	52,57	0,06	371	4150	562	403	59	1288	64	65	17	23,0
17	d2	45,81	0,11	624	4648	851	437	29	1743	57	37	22	24,4
18	d3	52,91	0,26	565	2756	421	402	89	1590	146	48	25	27,0
19	c3	51,88	0,16	824	4847	347	401	19	2005	119	53	18	27,1
20	d1	52,92	0,13	549	2955	776	350	49	1348	122	41	17	27,7
21	d1	50,16	0,92	488	4748	682	302	19	1088	89	49	21	34,2
22	d1	52,35	0,42	600	4440	609	412	89	990	75	55	16	27,9
23	c1	53,53	0,28	374	2547	285	312	99	1555	179	41	15	29,3
24	d1	51,55	0,02	260	2059	682	356	9	1088	69	25	15	30,4
25	d2	49,66	0,33	207	3354	1388	199	109	1203	81	34	4	23,6
26	b3	48,9	0,21	333	3055	1483	119	69	975	74	43	7	25,3
27	c2	52,39	0,2	242	3055	1513	14	89	763	87	37	5	13,2
28	c3	51,95	0,07	309	4051	1247	159	29	938	82	34	4	12,9
29	d3	51,07	0,21	356	2557	1840	210	109	1280	117	87	13	18,9
30	c3	51,25	0,23	384	2856	1861	233	89	1443	90	64	12	23,8
31	b3	51,3	0,02	273	2955	1360	186	49	988	60	86	8	19,2
32	c2	49,32	0,02	256	2955	1602	262	19	530	63	55	6	21,1
33	c2	56,32	1,03	2294	765	3666	326	39	1468	229	89	61	28,1
34	d1	50,2	0,12	494	4847	1418	274	29	1460	188	54	25	24,1
35	d3	49,47	0,03	508	3553	1894	239	59	1308	277	96	13	23,7
36	d3	49,12	0,01	337	2955	1598	309	29	1373	78	74	10	24,9
37	c1	50,38	0,07	590	3055	1738	321	19	1250	97	97	13	26,6
38	c2	50,69	0,08	466	6453	1976	94	19	1053	79	94	13	29,3
39	b3												
Ortalama		50,88	0,23	439	3251	1362	303	80	1200	115	71	19	18

EK 8. Diğer döküntülerdeki besin maddesi konsantrasyonları.

Örnek alan No	Meşçere tipi	C (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	S (ppm)	Fe ⁺⁺ (ppm)	Mn ⁺⁺ (ppm)	Zn ⁺⁺ (ppm)	Cu ⁺⁺ (ppm)
1	b3	48,68	0,6	992	5843	6841	866	129	1245	762	38	104	8,6
2	b3	47,76	0,31	484	1959	7250	671	169	1205	916	52	111	1,2
3	b3	47,58	0,23	511	3453	6718	624	179	1193	824	49	119	2,1
4	c1	47,7	0,42	578	3055	8171	664	109	1680	872	31	128	7,3
5	c3	45,58	0,62	584	2856	12745	802	199	2043	999	30	108	4,2
6	c3	46,02	0,94	1068	5943	11913	1013	179	2195	960	25	107	13,5
7	d1	47,88	0,79	1351	6739	6951	1027	179	2935	661	28	94	8,4
8	d2	51,5	0,87	1072	5046	7836	1129	169	2668	761	16	87	3,3
9	d2	51,9	0,83	842	5744	6458	1090	179	3048	672	31	102	9,5
10	d3	51,85	0,74	907	4250	7682	855	199	2593	819	18	102	10,5
11	c1	53,5	0,51	656	4051	9129	843	129	1580	820	14	107	6,7
12	c1	50,35	0,46	498	3652	9500	664	99	1305	848	28	129	8,0
13	c2	51,08	0,73	1128	6441	7354	1092	99	1503	699	18	75	19,2
14	c2	50,69	0,47	678	3085	6255	801	79	2028	813	39	100	21,2
15	c3	50,96	0,48	623	2756	6109	818	159	2075	819	15	93	20,8
16	d2	51,37	0,68	774	4947	4846	845	69	2408	668	17	78	27,3
17	d2	48,04	1	695	2955	10314	914	89	3170	938	12	77	30,5
18	d3	49,26	0,87	773	2557	9155	863	169	1733	951	19	107	30,0
19	c3	45,45	0,88	709	3453	18832	794	159	1975	1015	18	87	32,0
20	d1	48,26	0,87	724	2557	9691	935	69	3485	1041	12	105	35,4
21	d1	50,04	0,93	842	3553	6724	952	109	1673	852	17	80	36,1
22	d1	50,74	1,33	1422	3055	5977	1079	149	3193	943	30	111	34,1
23	c1	51,04	0,72	804	3055	6253	912	69	1290	808	8	100	35,3
24	d1	51,01	0,99	1166	6142	4944	1176	89	3530	523	7	66	36,5
25	d2	54,23	0,89	905	7337	21352	698	199	2943	1004	17	80	29,7
26	b3	45,8	0,58	577	2159	12638	673	139	1105	964	19	90	25,5
27	c2	50,17	0,65	848	3453	13489	709	558	968	935	16	84	18,8
28	c3	50,45	0,7	876	6241	13161	1130	29	1273	865	17	70	21,5
29	d3	47,8	0,8	696	3354	15449	586	39	1963	948	41	43	30,3
30	c3	46,73	0,83	809	4449	16471	716	29	1623	992	32	65	28,5
31	b3	47,61	0,55	586	1959	12001	523	89	1580	878	33	31	22,5
32	c2	44,77	0,85	628	2955	24784	552	99	2800	1020	30	49	30,1
33	c2	44,78	0,92	773	3752	18181	839	79	2410	1031	87	98	27,9
34	d1	46,86	0,93	972	3055	10055	278	79	1783	831	29	74	27,2
35	d3	46,29	0,87	916	3154	13338	777	79	2233	991	49	74	40,7
36	d3	46,74	0,87	1688	3055	13459	1017	99	1755	917	34	92	32,6
37	c1	46,53	0,88	1057	2856	15137	890	99	1895	1006	59	98	91,4
38	c2	42,31	0,75	767	3554	21177	643	99	3488	1038	39	68	36,1
39	b3	46,82	0,39	467	3453	12482	642	59	1688	943	132	129	38,9
Ortalama		48,62	0,74	832	3896	11047	823	128	2083	881	31	90	24

EK 9. Dökülme ile ölü örtüye ulaşan besin maddesi miktarları..

Örnek Alan No	Dökülme İle Hektarda Ölü Örtüye Geçen Yıllık Bitki Besin Maddeleri Stok Miktarları											
	C (kg / yıl)	N (kg / yıl)	P (kg / yıl)	K (kg / yıl)	Ca ⁺ (kg / yıl)	Mg (kg / yıl)	S (kg / yıl)	Na (g / yıl)	Fe (g / yıl)	Mn (g / yıl)	Zn (g / yıl)	Cu (g / yıl)
1	1382,38	6,68	1,25	10,45	15,98	1,98	3,02	248,88	754,81	341,36	207,90	25,93
2	1184,33	3,24	0,90	8,75	17,37	1,42	4,09	340,03	1060,52	605,46	122,10	7,73
3	1687,68	5,64	1,11	10,60	23,16	2,32	3,62	678,63	1227,09	642,26	181,37	2,49
4	1645,73	5,53	1,16	12,30	19,14	1,42	4,93	389,54	1067,72	601,78	160,90	5,80
5	1976,30	9,91	2,13	13,27	25,45	3,68	8,08	456,33	1800,98	497,43	237,79	10,98
6	2559,06	14,42	2,85	20,08	33,39	4,85	7,26	568,46	1935,41	456,15	269,85	22,93
7	1727,29	8,01	1,53	13,27	16,96	2,52	5,58	414,06	1023,62	370,01	148,87	20,78
8	1778,83	8,16	1,38	12,00	30,62	3,50	5,75	463,58	1317,10	380,74	154,93	17,71
9	1533,99	11,80	1,27	9,17	18,15	2,33	4,46	218,11	973,91	184,67	147,88	14,52
10	3470,41	22,12	3,96	26,27	56,07	5,86	13,75	742,00	2504,14	667,73	343,65	20,30
11	823,03	3,84	0,58	6,30	11,24	1,52	2,42	306,53	552,27	118,38	69,42	12,81
12	1088,38	3,50	0,70	6,88	13,93	1,32	3,64	297,33	664,83	211,87	98,99	6,50
13	1905,72	11,32	1,73	10,26	26,88	2,92	7,14	480,17	1340,78	328,50	128,84	51,90
14	1058,27	6,28	0,96	6,23	16,62	1,68	3,79	314,99	834,67	125,37	104,38	32,55
15	1271,13	7,14	1,05	7,55	12,83	2,36	4,36	330,95	910,09	120,49	102,02	47,80
16	1592,19	8,19	1,39	9,74	13,69	2,93	5,92	269,43	1095,45	127,52	125,82	64,37
17	2601,18	17,64	3,22	17,57	27,32	4,54	9,98	259,43	1998,92	275,23	246,95	121,79
18	2013,25	15,11	2,44	11,77	17,33	2,68	7,57	317,24	1472,21	173,20	198,82	101,53
19	2734,86	17,85	4,01	21,73	30,30	3,67	12,58	371,34	2021,76	355,07	203,65	143,51
20	1219,04	7,01	1,41	3,97	17,82	1,56	5,08	243,69	1068,73	123,70	121,95	66,19
21	955,04	9,29	0,98	6,42	12,97	1,40	3,54	159,56	906,03	95,51	80,34	55,86
22	3564,63	44,83	4,32	22,21	38,08	4,72	14,33	671,65	2956,71	533,87	252,30	197,47
23	1232,86	8,72	1,26	4,82	11,02	2,68	4,81	107,61	1008,03	157,18	105,67	74,79
24	2416,87	15,20	2,33	14,52	22,27	4,47	7,46	183,08	1329,00	130,42	149,50	145,08
25	1300,93	6,91	1,05	9,65	32,59	1,48	3,64	208,63	1045,61	53,85	77,17	35,18
26	936,18	4,52	0,87	5,91	24,37	1,25	3,62	166,87	719,89	84,11	57,07	46,69
27	805,06	4,99	0,58	5,02	11,83	1,21	2,41	265,42	593,36	75,78	34,80	55,17
28	1424,50	7,12	1,08	9,50	22,25	2,64	4,66	276,53	1082,65	97,43	48,49	40,04
29	2255,22	12,47	1,64	11,30	36,85	1,75	7,31	287,30	1410,40	340,16	82,95	81,27
30	1519,84	8,28	1,21	9,15	42,15	1,38	3,88	226,51	1166,92	403,43	75,24	68,02
31	1895,89	6,70	1,23	9,02	41,50	1,44	4,22	255,86	1641,67	449,89	83,22	87,42
32	1589,19	7,08	1,16	8,85	45,07	1,41	5,81	155,88	1427,76	327,85	80,78	65,50
33	1022,42	8,52	1,03	6,18	24,67	1,34	2,94	162,42	1034,15	228,77	105,61	64,40
34	2434,03	13,39	2,86	19,87	31,79	1,98	8,48	195,62	1562,60	408,44	156,51	117,18
35	2484,43	8,76	3,05	17,83	40,24	2,35	8,29	273,19	2093,80	500,12	185,64	124,32
36	3906,28	15,46	4,44	23,42	57,38	3,92	14,54	350,39	2232,16	742,09	241,96	199,41
37	1014,80	6,53	1,36	6,68	17,44	1,35	3,12	116,45	925,82	237,39	86,35	76,61
38	1273,81	9,59	1,62	11,27	32,61	1,11	4,69	137,67	1325,72	302,50	115,11	83,59
39	738,65	2,75	0,55	5,18	13,96	0,93	2,65	49,37	570,92	178,52	52,62	43,79
Ortalama	1744,20	10,11	1,73	11,41	25,73	2,41	5,99	306,68	1298,93	309,08	139,68	63,07
Std sapma	779,90	7,23	1,08	5,73	12,11	1,25	3,27	158,75	551,94	189,10	70,95	50,26

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Ertan Şeref KORAY
Doğum Yeri	Erzurum
Doğum Tarihi	06.03.1962
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	ekoray26@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Orman Fakültesi
Bölümü	Orman Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	1985

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Orman Mühendisliği
Programı	Toprak İlimi ve Ekoloji
Mezuniyet Tarihi	2017

Makale ve Bildiriler
Semerci, A., Güner, Ş. T., Çömez, A., Çelik, N., Karataş, R., Koray, E. Ş., Genç, M., Tuncer, E., Güner, D. 2008: Yetiştirme Sıklığının Yalancı Akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) Fidanlarının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkileri: Eskişehir Örneği. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Nu: 285, Ankara.
Koray, E. Ş., Kantarcı, M. D., Çelik, N., Güner, Ş. T., Çömez, A., Karataş, R. 2012: Sündiken Dağlarındaki (Eskişehir) Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Kuşağında Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Belirlenmesi. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten Nu: 3, Eskişehir.
Koray, E. Ş., Çömez, A., Güner, Ş. T., Çelik, N., Karataş, R., Karakaş, A., Tuncer, E., Gürpınar, A. D. 2012: Eskişehir, Sakarya, Bilecik ve Bolu Yörelerinde Hava Kirliliğinden (SO ₂) Kaynaklanan Orman Zararlarının Belirlenmesi. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten Nu: 4, Eskişehir.