



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

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BATI KARADENİZ ORMAN  
EKOSİSTEMLERİNDE ÖLÜ ÖRTÜ DİNAMİĞİ**

**DOKTORA TEZİ**

**MURAT SARGINCI**

**NİSAN 2014**

**DÜZCE**

## **KABUL VE ONAY BELGESİ**

Murat SARGINCI tarafından hazırlanan “Batı Karadeniz Orman Ekosistemlerinde Ölü Örtü Dinamiği” isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 14.04.2014 tarih ve 2014/435 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye  
(Tez Danışmanı)  
Prof. Dr. Oktay YILDIZ  
Düzce Üniversitesi

Üye (Eş Danışman)  
Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY  
İstanbul Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ  
İstanbul Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Ender MAKİNECİ  
İstanbul Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Derya EŞEN  
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 28 Nisan 2014

### **ONAY**

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Murat SARGINCI’nın Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora derecesini almasını onamıştır.

Doç. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **BEYAN**

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

28 Nisan 2014

Murat SARGINCI

*Rahmetli Yeğenim Zehra'ya*

## **TEŞEKKÜR**

Doktora öğrenimim ve bu tezin hazırlanması süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı danışman hocam Prof. Dr. Oktay YILDIZ'a ve eş danışmanım Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen Prof.Dr. M. Ömer KARAÖZ, Prof. Dr. Ender MAKİNECİ ve Prof. Dr. Derya EŞEN'e de şükranlarımı sunarım. Gerek laboratuvar gerekse arazi çalışmalarında bana yardım eden Araş. Gör. Bülent TOPRAK, Nihan KOÇER, Özgül MUTLU, Ali SEVİNÇ, Resul TOPAL, Şerife ÖZDEMİR, Fatma ÖZGÜR, Doğukan KOÇAK, Gürkan TORLAK, Aziz ÇİÇEK, Aşina KARAL, Hilal ARSLAN, Noyan BOZKURT, Yasin KOKAŞ, Ümit YÖNDEM, Adem SEÇİLMİŞ, Ahmet CİRİT, Fatih KOTUK ve Reyhan DURMAZ'a, arazi çalışmalarımnda her türlü kolaylığı sağlayan Akçakoca Orman İşletmesi Müdür Yardımcısı Yusuf SOYSAL'a, işletme şefi Günseli SOYSAL'a ve tüm çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme, çalışma arkadaşlarıma ve katkısı olan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2013.02.02.198 ve BAP 2010.02.02.52 numaralı Bilimsel Araştırma Projeleriyle desteklenmiştir.

**28 Nisan 2014**

**Murat SARGINCI**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	XVII
ÖZET .....	1
ABSTRACT .....	2
EXTENDED ABSTRACT.....	3
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. AMAÇ VE KAPSAM.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. LİTERATÜR ÖZETİ.....</b>	<b>13</b>
1.2.1. İklim Değişikliği .....	13
1.2.2. Küresel Karbon Döngüsü.....	15
1.2.3. Anlaşmalar ve Yükümlülükler.....	18
1.2.4. Ekosistemde Karbon Dağılımı.....	21
1.2.5. Ölü Örtü .....	22
1.2.6. Ayırışma.....	24
1.2.7. Toprakta Karbon .....	28
1.2.8. Kök.....	29
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. MATERYAL.....</b>	<b>30</b>
2.1.1. Çalışma Alanı.....	30
2.1.2. İklim .....	34
2.1.3. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri.....	34
2.1.4. Bitki Örtüsü.....	36
<b>2.2. YÖNTEM.....</b>	<b>36</b>
2.2.1. Çalışmanın Kuruluş Aşaması.....	36

2.2.1.1. Ölü Örtü Kapanlarının Kurulumu .....	38
2.2.1.2. Ölü Örtü Keselerinin Yerleştirilmesi .....	39
2.2.2. Örneklerin Toplanması ve Analizleri.....	40
2.2.2.1. Ölü Örtü Kapanları.....	40
2.2.2.2. Ölü Örtü Keseleri.....	42
2.2.2.3. Taze Yapraklar.....	42
2.2.2.4. Orman Zeminindeki Ölü Örtü .....	43
2.2.2.5. Toprak Örnekleri.....	43
2.2.2.6. Ağaç Biyokütle Örnekleri.....	44
<b>2.3. İSTATİSTİKİ ANALİZLER.....</b>	<b>45</b>
<b>3. BULGULAR .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1. ÖLÜ ÖRTÜ.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2. ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI.....</b>	<b>48</b>
3.2.1. Ölü Örtü Kalan Kütle.....	48
3.2.2. Ölü Örtü Ayrışma Katsayısı “k” .....	52
3.2.2.1. Kayın ve Kestane “k” Değerlerinin Karşılaştırılması.....	52
3.2.2.2. Kayında Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre “k” Değerlerinin Karşılaştırılması.....	56
3.2.2.3. Kestanede Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre “k” Değerlerinin Karşılaştırılması.....	62
3.2.3. Ölü Örtü ADF, Lignin ve Selüloz Oranları.....	68
3.2.4. Ölü Örtü C ve N Oranları.....	71
3.2.5. Ölü Örtünün C:N ve Lignin:N Oranları .....	74
3.2.6. Ölü Örtü “k” Değerleri İle ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki .....	76
3.2.6.1. Kayında “k” Değerleri İle ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki .....	76
3.2.6.2. Kestanede “k” Değerleri İle ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki .....	77
<b>3.3. AĞAÇ ÇAPLARI İLE BİOKÜTLE VE KARBON MİKTARLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ .....</b>	<b>78</b>
3.3.1. Kayında Çap İle Biyokütle ve Karbon Miktarları Arasındaki İlişki .....	78
3.3.1.1. Kayında Çap İle Biyokütle Arasındaki İlişki.....	78
3.3.1.2. Kayında Çap İle Karbon Miktarı Arasındaki İlişki.....	80

3.3.2. Kestanede Çap İle Biyokütle ve Karbon Miktarları Arasındaki İlişki .....	83
3.3.2.1. Kestanede Çap İle Biyokütle Arasındaki İlişki .....	83
3.3.2.2. Kestanede Çap İle Karbon Miktarı Arasındaki İlişki .....	85
<b>3.4. AĞAÇLARIN TOPLAM BİOKÜTLE VE KARBON MİKTARLARI.....</b>	<b>88</b>
3.4.1. Kayın ve Kestane Ağacı Toplam Biyokütle .....	88
3.4.2. Kayın ve Kestane Ağacı Toplam Karbon Miktarları .....	91
<b>3.5. TOPRAK.....</b>	<b>94</b>
3.5.1. Kayın Kestane Karışık Meşçerelerinde Topraktaki OM, C ve N Yoğunlukları ile Toplam Miktarları.....	94
3.5.2. Kayın Kestane Karışık Meşçerelerinde Farklı Bakılardaki Toprağın OM, C ve N Yoğunlukları ve Toplam İçerikleri .....	95
3.5.3. Kayın Kestane Karışık Meşçerelerinde Farklı Yükselti Basamaklarındaki Toprağın OM, C ve N Yoğunlukları ile Toplam İçerikleri.....	96
3.5.4. Kayın ve Kestane Karışık Meşçerelerinde Farklı Derinlik Kademelerindeki Toprağın OM, C ve N Yoğunlukları ve Toplam İçerikleri.....	98
3.5.5. Toprağın Hacim Ağırlığı, pH'ı, OM Yoğunluğu, KDK Değeri ve Kil Miktarı Arasındaki İlişki .....	101
<b>4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>103</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>117</b>
<b>6. EKLER.....</b>	<b>137</b>
EK-1. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile ADF Arasındaki Korelasyon.....	137
EK-2. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Lignin Arasındaki Korelasyon.....	138



EK-3. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı İle Selüloz Arasındaki Korelasyon.....	139
EK-4. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı İle C Arasındaki Korelasyon.....	140
EK-5. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı ile N Arasındaki Korelasyon.....	141
EK-6. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı ile C:N Arasındaki Korelasyon.....	142
EK-7. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı İle Lignin:N Arasındaki Korelasyon.....	143
EK-8. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı ile ADF Arasındaki Korelasyon.....	144
EK-9. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı ile Lignin Arasındaki Korelasyon.....	145
EK-10. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayırışma Katsayısı ile Selüloz Arasındaki Korelasyon.....	146
EK-11. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayırışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25	

Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile C Arasındaki Korelasyon. ....	147
EK-12. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile N Arasındaki Korelasyon. ....	148
EK-13. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile C:N Arasındaki Korelasyon. ....	149
EK-14. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Lignin:N Arasındaki Korelasyon. ....	150
EK-15. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Kestane Karışık Meşçerelerinde Toprağın, Hacim Ağırlığı, pH'ı, OM Miktarı, KDK Değeri ve Kil İçerikleri Arasındaki İlişki.....	151
EK-16. Çalışma Sahasına En Yakın Düzce ve Akçakoca'ya Ait 2010-2013 Yılları Arası Sıcaklık ve Yağış Verileri.....	152
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>153</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Şekil 1.1.</b> Küresel karbon yutak ve havuzları ile bu karbon havuzlarına yıllık girdi ve kayıplar (Pg = petagram = $10^{15}$ g, y = yıl) (IPCC 2013'den).....	16
<b>Şekil 2.1.</b> Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'nin konumu ve doğu-batı doğrultusunda uzanan örnekleme alanları (D1: 450-600m Doğu Bakı, D2: Doğu Bakı 600-750m, D3: Doğu Bakı 750-900m, D4: Doğu Bakı 900-1050m, B1: Batı Bakı 450-600m, D2: Batı Bakı 600-750m, B3: Batı Bakı 750-900m, B4: Batı Bakı 900-1050m). .....	32
<b>Şekil 2.2.</b> Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'nin topoğrafik haritası ve örnekleme alanlarının dağılımı (Anonim 2011).....	33
<b>Şekil 2.3.</b> Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'nin meşçere haritası ve örnekleme alanlarının dağılımı (Anonim 2011).....	33
<b>Şekil 2.4.</b> Çalışma sahasına en yakın Akçakoca (a) ve Düzce (b)'ye ait verilerden oluşturulmuş Walter (1970) İklim Diyagramı.....	34
<b>Şekil 2.5.</b> Çalışma sahasının yer aldığı Akçakoca Kaplandede dağ kesitinden kazılan 24 toprak profilinden elde edilen toprak profili kesiti örneği.....	35
<b>Şekil 2.6.</b> Akçakoca Deredibi Orman İşletme Şefliği'ndeki Kaplandede dağ kesitinde iki farklı bakı (doğu, batı) ve dört yükselti basamağına kurulan örnek alanları.....	38
<b>Şekil 2.7.</b> Ölü örtü kapanlarının kurulumu .....	39
<b>Şekil 2.8.</b> Ölü örtü keselerinin hazırlanması.....	39
<b>Şekil 2.9.</b> Ölü örtü keselerinin orman zeminine yerleştirilmesi. ....	40
<b>Şekil 3.1.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dökülen ve	

- orman zemini ölü örtü miktarı ortalamaları ve  $\pm$  standart hataları.  
Kayın ve kestane türlerinde aynı değişkenin ortak harflerle takip edilen ortalamaları  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir. .... 46
- Şekil 3.2.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinde farklı bakılarda yıllık dökülen ve orman zemini ölü örtü miktarı ortalamaları ve  $\pm$  standart hataları. Aynı türün aynı değişkeninin farklı bakılardaki ortak harflerle takip edilen ortalamaları  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir. .... 47
- Şekil 3.3.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinde farklı yükselti basamaklarında yıllık dökülen ve orman zemini ölü örtü miktarı ortalamaları ve  $\pm$  standart hataları. Aynı değişkenin ortak harflerle takip edilen ortalamaları  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir. .... 48
- Şekil 3.4.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 Yıl, P2: 0,50 Yıl, P3: 1,25 Yıl ve P4: 2,25 Yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları. .... 49
- Şekil 3.5.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinin farklı bakılarında dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 Yıl, P2: 0,50 Yıl, P3: 1,25 Yıl ve P4: 2,25 Yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları. Aynı zaman periyodunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir. .... 50
- Şekil 3.6.** Düzce Akçakoca bölgesindeki kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinin farklı yükselti basamaklarında (Y1:450-600m, Y2: 600-750m, Y3: 750-900m ve Y4: 900-1050m) dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 Yıl, P2: 0,50 Yıl, P3: 1,25 Yıl ve P4: 2,25 Yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları. Aynı zaman periyodunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir. .... 51
- Şekil 3.7.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A, B, C ve D) ve kestane (E, F, G ve H)

meşçerelerinde ölü örtünün dört farklı zaman periyodundaki (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) ayrışma modelleri. ....	52
<b>Şekil 3.8.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu sonunda (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) ayrışmadan kalan ölü örtü oranları. Her iki tür için de ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir. ....	54
<b>Şekil 3.9.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) için ölü örtü ayrışma modeli (Batı: A, B, C, D ve Doğu: E, F, G, H). ....	57
<b>Şekil 3.10.</b> Düzce Akçakoca bölgesi Kestane meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) için ölü örtü ayrışma modeli (Batı: A, B, C, D ve Doğu: E, F, G, H). ....	63
<b>Şekil 3.11.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yapraklardaki ADF, Lignin ve Selüloz Oranları (%). ....	69
<b>Şekil 3.12.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların içerdiği Karbon (C) ve Azot (N) Oranları (%). ....	72
<b>Şekil 3.13.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların Karbon/Azot (C:N) ve Lignin:Azot (Lignin:N) Oranları (%). ....	74
<b>Şekil 3.14.</b> Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak biyokütleleri. ....	78

- Şekil 3.15.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) biyokütelleri arasındaki ilişki. .... 79
- Şekil 3.16.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak karbon miktarları. .... 81
- Şekil 3.17.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) karbon miktarları arasındaki ilişki..... 82
- Şekil 3.18.** Düzce Akçakoca yöresindeki kestanenin göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak biyokütelleri..... 83
- Şekil 3.19.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kestanenin göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) biyokütelleri arasındaki ilişki..... 84
- Şekil 3.20.** Düzce Akçakoca yöresindeki kestanenin göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak karbon miktarları. ... 86
- Şekil 3.21.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kestanenin göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) karbon miktarları arasındaki ilişki..... 87
- Şekil 3.22.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde ağaçların toplam (A), toprak altı ve üstü (B) biyokütelleri; kayın ve kestanenin toplam (C), toprak altı ve üstü (D) biyokütelleri; kayın ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yaprak biyokütelleri (E) ile kestane ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yaprak biyokütelleri (F). .... 89
- Şekil 3.23.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde çap sınıflarına ( $b = 8-19,9$  cm,  $c = 20-35,9$  ve  $d = 36-51,9$  cm) göre kayın toplam (A), kestane toplam (B), kayın toprak altı ve üstü (C), kestane

- toprak altı ve üstü (D), kayın kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (E),  
kestane kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (F) biyokütelleri. .... 90
- Şekil 3.24.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde ağaçların toplam (A), toprak altı ve üstü (B) karbon miktarları; kayın ve kestanenin toplam (C), toprak altı ve üstü (D) karbon miktarları; kayın ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yapraklarındaki karbon miktarı(E) ile kestane ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yapraklarındaki karbon miktarı (F). .... 92
- Şekil 3.25.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde çap sınıflarına (b = 8-19,9 cm, c = 20-35,9 ve d = 36-51,9 cm) göre kayın toplam (A), kestane toplam (B), kayın toprak altı ve üstü (C), kestane toprak altı ve üstü (D), kayın kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (E), kestane kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (F) karbon miktarları. .... 93
- Şekil 3.26.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde toprağın toplam OM, C ve N içeriği ortalamaları ( $Mg\ ha^{-1}$ )  $\pm$  standart hataları. .... 95
- Şekil 3.27.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı bakıldaki toprağın toplam OM, C ve N içeriği ortalamaları ( $Mg\ ha^{-1}$ )  $\pm$  standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir. .... 96
- Şekil 3.28.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı yükselti basamaklarında (1:450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) bulunan toprağın toplam OM, C ve N miktarı ( $Mg\ ha^{-1}$ ) ortalamaları  $\pm$  standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir. .... 97
- Şekil 3.29.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı derinlik kademelerindeki (1: 0-5 cm, 2: 5-10cm, 3: 10-20cm, 4: 20-30cm, 5: 30-50, 6: 50-75, 7: 75-100) hacimleri eşleştirilmiş toprağın ağırlık ( $Mg\ ha^{-1}$ ) ortalamaları  $\pm$  standart hataları. Ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir. .... 99
- Şekil 3.30.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı

derinlik kademelerindeki hacimleri eşleştirilmiş toprağın içerdiği toplam OM, C ve N miktarı ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) ortalamaları  $\pm$  standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir..... 100

**Şekil 3.31.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı derinlik kademelerinde bulunan miktarları denkleştirilmiş toprağın içerdiği toplam OM, C ve N miktarı ortalamaları ( $\text{kg Mg}^{-1}$ )  $\pm$  standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir. .... 102



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Çizelge 1.1.</b> Dünya üzerindeki biyomlarda vejetasyon ve topraklarda tahmini karbon stoku (Janzen 2004).....	17
<b>Çizelge 2.1.</b> Düzce Akçakoca bölgesi doğu kayını ( <i>Fagus orientalis</i> ) Anadolu kestanesi ( <i>Castanea sativa</i> ) karışık meşçerelerinden seçilen örnek alanların bakı, yükselti, eğim, meşçere tipi ve koordinatları.....	31
<b>Çizelge 2.2.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayını ( <i>Fagus orientalis</i> ) Anadolu kestanesi ( <i>Castanea sativa</i> ) karışık meşçerelerinde farklı meşçere tiplerine göre ağaç sayıları.....	31
<b>Çizelge 3.1.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.....	53
<b>Çizelge 3.2.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.....	54
<b>Çizelge 3.3.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.....	55
<b>Çizelge 3.4.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtünün %95’inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).....	56
<b>Çizelge 3.5.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.....	58
<b>Çizelge 3.6.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda	

ayırışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.....	58
<b>Çizelge 3.7.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtününün %95'inin ayırışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).....	59
<b>Çizelge 3.8.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları. ....	60
<b>Çizelge 3.9.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayırışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler. ....	61
<b>Çizelge 3.10.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtününün %95'inin ayırışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k). ....	62
<b>Çizelge 3.11.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.....	64
<b>Çizelge 3.12.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayırışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler. ....	64
<b>Çizelge 3.13.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtününün %95'inin ayırışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k). ....	65
<b>Çizelge 3.14.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.....	66
<b>Çizelge 3.15.</b> Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl,	

1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler. .... 67

**Çizelge 3.16.** Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtünün %95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k)..... 67

**Çizelge 3.17.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları..... 70

**Çizelge 3.18.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları..... 71

**Çizelge 3.19.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları..... 73

**Çizelge 3.20.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları..... 73

**Çizelge 3.21.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C:N ve Lignin:N oranları ortalaması  $\pm$  standart hataları. .... 75

**Çizelge 3.22.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı

farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C:N ve Lignin:N oranları ortalaması  $\pm$  standart hataları..... 76

**Çizelge 3.23.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata. .... 94

**Çizelge 3.24.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı bakıdaki toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata. .... 96

**Çizelge 3.25.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı yükseltilerde (1: 450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) bulunan toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata..... 97

**Çizelge 3.26.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde derinlik kademelerine göre toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata..... 98

## SİMGELER VE KISALTMALAR

e	Doğal logaritma
GYÇ	Göğüs Yüzeyi Çapı
C	Karbon
CFC	Kloro floro karbon
CH <sub>4</sub>	Metan
CO	Karbon monoksit
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
DÖM	Dökülen Ölü Örtü Miktarı
ha	Hektar
k	Ayrışma katsayısı
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
kg	Kilogram
Mg	Mega gram (10 <sup>3</sup> g)
MRT	Ortalama Dönüşüm Süresi
N	Azot
NO <sub>x</sub>	Azot oksit
NBÜ	Net Bitki Üretimi
NEÜ	Net Ekosistem Üretimi
O <sub>2</sub>	Oksijen
O <sub>3</sub>	Ozon
OM	Organik Madde
OZÖM	Orman Zemini Ölü Örtü Miktarı
Pg	Petagram (10 <sup>15</sup> g)
t	Zaman
TOM	Topraktaki Organik Madde

## ÖZET

### BATI KARADENİZ ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE ÖLÜ ÖRTÜ DİNAMIĞI

Murat SARGINCI

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Eş Danışman: Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY

Nisan 2014, 157 sayfa

Bu çalışmanın amacı Batı Karadeniz Düzce Akçakoca bölgesi doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) karışık meşçerelerindeki biyokütle ile biyokütle, ölü örtü ve toprakta tutulan karbon miktarının ve ölü örtü dinamiği ve ayrışmasının belirlenmesidir. Kayın ve kestane ağaçlarının biyokütleleri ile C miktarlarının ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları ile doğru orantılı ve pozitif bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Bu ekosistemlerde toprak, ölü örtü, diri örtü ve ağaçların içerdiği C miktarları sırasıyla 92,1, 4,2, 25 ve 169 Mg ha<sup>-1</sup> bulunmuş ve toplamda 290,3 Mg ha<sup>-1</sup> C depolandığı hesaplanmıştır. Ölü örtü ayrışması dört zaman periyodunda (3, 6, 15 ve 27 ay) incelenmiş ve kestane yapraklarında her bir zaman periyodunun sonunda toplam kütlenin sırasıyla % 81, % 68, % 55 ve % 42'sinin kaldığı, kayın yapraklarında ise yüzde kalan kütle miktarlarının kestane yapraklarından yaklaşık sırasıyla 1,1, 1,2, 1,2 ve 1,4 kat daha fazla olduğu, bununla birlikte kestane için her bir zaman periyodunda hesaplanan “k” değerlerinin, kayın için aynı zaman periyotlarında hesaplanandan yaklaşık 2 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kayın ve kestane meşçerelerinde en düşük “k” değeri ikinci yılsonunda sırasıyla 0,248 ve 0,398 olarak hesaplanmıştır. En yüksek “k” değerleri ise üçüncü ay sonunda, en düşük k değerlerinin yaklaşık 2 katı olarak hesaplanmıştır. Birinci yılsonu k değerleri kestane ve kayın için sırasıyla 0,478 ve 0,307 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak kestane yapraklarında meydana gelen kütle kaybının ve hesaplanan “k” değerlerinin, kayın yapraklarından daha fazla olduğu ve dolayısıyla kestane de meydana gelen ayrışmanın da daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Nitekim kayın yapraklarının % 95'inin ayrışması için gereken süre (3/k değeri) 10-12 yıl, kestane için ise 6-7,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Kayında ayrışmanın başlangıç aşaması doğu bakıda batı bakıya oranla daha hızlı gerçekleşirken, kestane için aynı sonuç ayrışmanın daha ileri safhaları olan birinci ve ikinci yılsonu için bulunmuştur. Kayın meşçerelerinde birinci yılsonunda yükselti arttıkça ayrışmanın hızlandığı, ikinci yılsonunda ise tam tersi bir durum olduğu belirlenmiştir. Kestane meşçerelerinde ise birinci yılsonuna kadar ayrışma hızında bir fark yokken, ikinci yılsonunda genel eğilimin yükselti arttıkça ayrışma hızının yavaşladığı yönünde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Ayrışma, biyokütle, karbon, kayın, kestane, ölü örtü, toprak.

## ABSTRACT

### LITTER DYNAMICS IN WESTERN BLACKSEA FOREST ECOSYSTEMS

Murat SARGINCI

Duzce University

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

Supervisor: Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Co-Supervisor: Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY

April 2014, 157 Pages

The aim of this study is to determine biomass and carbon content of plant, litter and soil and dynamics of litter and to estimate leaf litter decomposition rates in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) mixed stands in Duzce-Akçakoca located in Western Black Sea Region of Turkey. There was a positive regression between biomass and carbon content of chestnut and beech and diameter at breast height of these trees. Amount of carbon content of soil, litter, weed, and trees were estimated 92.1, 4.2, 25 and 169 Mg ha<sup>-1</sup> respectively and the total carbon store was estimated 290.3 Mg ha<sup>-1</sup> in this ecosystem. Litter decomposition was examined in four time periods (3, 6, 15 and 27 months) and 81 %, 68 %, 55 % and 42 % of total mass of chestnut leaf litter was remained after these time periods, respectively. Amount of remaining mass of beech leaf litter for four time periods was found 1.1, 1.2, 1.2 and 1.4 times greater than chestnut leaf litter, respectively. However, estimated k values of chestnut for all time periods were found 2 times greater than beech leaf litter. Minimum k values were found at the end of the second year for both beech and chestnut, 0.248 and 0.398 respectively. Maximum k values were found at the end of the third month for both beech and chestnut, and were 2 times greater than minimum values. First year k values for chestnut and beech were estimated 0.478 and 0.307, respectively. As a result mass loss and estimated k values of chestnut leaf litter were found greater than beech leaf litter and thereby decomposition of chestnut leaf litter was faster than beech leaf litter. Thus time for losing 95 % of mass (3/k) for beech and chestnut was estimated 10-12 years and 6-7.5 years respectively. Early decomposition of beech leaf litter was found faster on east aspect than west aspect and in contrast the same result were found for chestnut at the further stage of decomposition, end of first and second year. Elevation increases were accelerated decomposition in beech stands at the end of the first year and for the second year was quite the opposite. In chestnut stands there were no differences for decomposition rates till end of first year and at the end of the second year as the elevation increased decomposition rate was decreased.

**Keywords:** Beech, biomass, carbon, decomposition, litter, soil, sweet chestnut.

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **LITTER DYNAMICS IN WESTERN BLACKSEA FOREST ECOSYSTEMS**

Murat SARGINCI

Duzce University

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

Supervisor: Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Co-Supervisor: Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY

April 2014, 157 pages

#### **1. INTRODUCTION:**

Rapid population growth and emerging life styles both increased and diversified the demand on forestlands and their functions. Therefore, for sustainable management of forest resources measures have to be taken. To do so current resources should be estimated and different scenarios should be exercised on for future projections. With more than 1 % population growth rate (TÜİK 2014) forestland per capita has decreased from 0.5 ha to 0.3 ha for the last 40 years in Turkey (Anonymous 2012) which is less than world average (FAO 2010). The data indicates that this trend will gradually continue. Therefore the challenge for Turkish foresters is that variety of increasing demands needs to be satisfied from gradually decreasing forestlands. Thus, ecosystem data obtained from different climatic regions are urgently needed to be utilized by decision support system for sustainable forest management.

Energy inputs in forest ecosystem is mainly supplied by assimilation of atmospheric CO<sub>2</sub> and through photosynthesis. Solar radiation is converted into chemical energy and expressed as wood, leaves, fruits, litter etc. (Odum and Barret 2008, Waring and Running 2007). Thus energy pathways and nutrient cycles in forest ecosystems can be traced by analyzing carbon (C) allocations in different components of above and below-ground biomass. The awareness of forestland's contribution on global C cycle has been increasing. Although forests are the most important source and the sink of the terrestrial C, forestland cover has been dramatically decreasing since the industrial revolution (Muthoo 1997, FAO 2002-2005-2010). Therefore long-term ecological researches has



been conducted to estimate the role of forests on global C cycle and some measures were put in action accordingly (Bocock and Gilbert 1957, Falloon and Smith 2002, Harmon et al. 2002, Liski et al. 2005, Sarıyıldız 2003, Staaf and Berg 1992, Tolunay 2009, Yıldız et al. 2009-2010).

The aim of the current study is; 1-To estimate the biomass and C content of woody plant components, litter and soil, 2- to estimate leaf litter decomposition rates in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) mixed stands in Duzce-Akçakoca located in Western Black Sea Region of Turkey.

## **2. MATERIAL AND METHODS:**

The study area is located in the Akçakoca Forest Management Directorate (40° 07' 05" – 41° 05' 25" N - 31° 03' 26" – 31° 12' 46" E) in the coastal zone of Western Black Sea Region, which is in the Euxin subregion of Euro-Siberian Floristic Region. The mean annual temperature in this area is 13 °C and it receives > 1070 mm mean annual precipitation. The growing season is about 6 months. Soil texture ranged from clay and clay loam to sandy loam. The litter on the forest floor is 2-3 cm deep. The A horizon is 10-15 cm deep, underlain by a B horizon 50–60 cm and C horizon 30-40 cm in thickness. Stoniness medium is ranging from 40 to 60 % by weight. Soil profile depth is ~110 cm, though rooting depth may go deeper between rocks. Soils are derived from Cretaceous Period formations, with Eocene era parent materials composed of basalt and andesite are widespread in these areas. The overstorey of the mixed stands was primarily a closed canopy of eastern beech and sweet chestnut was contributed 25-35 % of the canopy's crown composition.

Eight sites (2 aspects x 4 altitudes) were used for sampling and litterbag experiment. Each study site was divided into six 20 m x 20 m plots where three plots were chosen as chestnut dominated and the other three plots were chosen as beech dominated sites. To collect the litterfall three 0.3m<sup>2</sup> litter traps were placed on each plot in 2010. To estimate the littermass on the forest floor, forest floor organic matter was sampled from three randomly chosen 30 cm x 30 cm quadrats on each plot in 2010. To determine litter decomposition rates, 4 time-periods x 3 replicates = 12 bags containing the litter samples collected by the traps were placed on mineral soil surface on each plot in April 2011. The mass losses were calculated for the periodically collected bags (3 months, 6 months, 15 months and 27 months later). Carbon, nitrogen (N), cellulose and lignin content were determined for the fresh litter in the traps, accumulated litter on the forest floor litter and for the periodically removed litterbags. Then the relationship between the quality of

substrate (rates of C, N, lignin:N, C:N) and the decomposition rates were investigated. To determine the bulk density and some of the chemical and physical properties of the soil, two sets of soil samples were collected from three soil profile excavated in each block. Soil samples from the 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-75, 75-100 cm depths were used to determine the amount of the C and N ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) in the soil.

In order to evaluate biomass and C content of beech and chestnut, 24 trees for each species were felled with a chainsaw from designated harvesting blocks by the management. The trees were first delimped and separated as leaf, branch, stem and root. Each component were weighted on the site and then sub-sampled to determine moisture and C content. Total tree biomass and C content ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) were estimated after adjusting for moisture content calculated from sub-samples that were weighed fresh and oven dried.

### **3. RESULTS AND DISCUSSIONS:**

The data suggest that there is a positive relation between the diameter and biomass and C content of both chestnut and beech species. Carbon contents of soil, litter, weed, and trees were estimated as 92.1, 4.2, 25 and 169  $\text{Mg ha}^{-1}$ , respectively. The total C pool of these ecosystems was estimated as 290.3  $\text{Mg ha}^{-1}$ . Doğan (2010), Sargıncı (2005), Soysal (2008) and Yıldız et al. (2007) found the similar results of C figures in their studies conducted in the same region. Litter decomposition was examined in four time periods (3, 6, 15 and 27 months). About 81, 68, 55 and 42 % of initial leaf mass of chestnut species were remained after 3, 6, 15 and 27 month time-periods, respectively. The remaining mass of beech leaf for the same time periods were 1.1, 1.2, 1.2 and 1.4 times those of the chestnut leaf, respectively. However, estimated k values of chestnut for all time periods were 2 times greater than that of beech leaf litter. The minimum k values for both beech and chestnut were reached at the end of second year as 0.248 and 0.398, respectively. While, the maximum k values which are doubled the minimum values were found at the end of the third month for both beech and chestnut. First year k values for chestnut and beech were estimated 0.478 and 0.307, respectively. The mass loss and estimated k values of chestnut leaf were greater than beech leaf. This means decomposition of chestnut leaf litter was faster than beech leaf litter. The time required for 95 % mass loss ( $3/k$ ) for beech and chestnut was estimated 10-12 years and 6-7.5 years respectively. This finding is in agreement with earlier studies on decomposition of beech and chestnut. Anderson (1973) found that 43 % of chestnut (*C. sativa*) and 57 % of beech (*F. sylvatica*) was remained after 31 months, Sarıyıldız (2003) found that 35 % of chestnut (*C. sativa*) and Sarıyıldız (2005a) found 60 % of beech (*F. orientalis*) was remained after

2 years. At the early stage, the decomposition rate of beech leaf was higher on east aspect than that of the west aspect. The same accelerated decomposition rate was detected at the later stages for chestnut. At the end of the first year, the higher the elevation the more accelerated decomposition rate was calculated for beech leaves. However, opposite trend was observed for the second year data. For chestnut leaves increased decomposition rate with higher elevations was detected only at the end of the second year. Spatial or temporal variation in temperature and moisture can affect decomposition rates (Harmon 2009, Olson 1963, Meentemeyer 1978, Berg et al. 1993, Liski et al. 2003, Stringer 2013). Substrate variables such as lignin, cellulose, C and C concentrations and C:C, ligin:C ratios may also strongly influence decomposition rates (Berg and Laskowski 2005, Berg and McLaugherty 2007, Berg and Staaf 1980, Fisher and Binkley 2000, Perakis et al. 2012, Saryıldız and Anderson 2003, Staaf and Berg 1982, Song et al. 2010). Results of the studies from different regions have suggested that at the regional scale, climatic variables especially evapotranspiration exerts the strongest influence on litter decomposition. However, litter chemistry is the driving variable of decomposition process at the local scale (Aert 1997, Berg et al. 1993, Duboc et al. 2012, Meentemeyer 1978, Palouso et al. 2005, Saryıldız and Küçük 2008).

#### **4. CONCLUSION AND OUTLOOK:**

Total C pool was estimated 290.3 Mg ha<sup>-1</sup> in eastern beech and sweet chestnut mixed forests in coastal zone of Western Black Sea Region. First year k values for chestnut and beech were estimated 0.478 and 0.307, respectively. The mass loss and estimated k values of chestnut leaves were greater than those of beech leaves. The decomposition of chestnut leaves was faster than that of beech leaves. Most decomposition models assume that decomposition rates in adjacent sites are similar and synchronous. This means that they vary in similar magnitude and direction when influenced by similar conditions. This allows us that the data acquired from one place can be extrapolated across a broader region or landscape. Yet the synchrony of decomposition rates in a complex, mountainous landscape like this study site has not been demonstrated experimentally. Therefore estimating the decomposition rates may help to make more accurate models for this mountainous sites. However recent evidence shows that lignin-derived compounds do not accumulate in decomposing litter (Preston et al. 2009a-2009b) and are not preferentially retained in mineral soils (Schmidt et al. 2011; Thevenot et al. 2010). Keiluweit et al. (2012, 2013) suggests that litter decomposition may not only be controlled by litter chemistry, but also by the availability of key resources like Mn for the efficient microbial

breakdown of individual biopolymers. They suggest that Mn bioavailability and oxidation rate could improve the ability of models to predict litter decomposition rates in forest soils. Researches focused on these key variable site may help to provide more accurate models. Results obtained from the current study may be utilized for ecological, hydrological and silvicultural practices of in forests of coastal Black Sea Region. Equations for litter decomposition, tree biomass and C content may be used for similar ecosystems and submitted to global estimations made by various organizations. Additionally, data obtained from these ecosystems may be stored for long-term monitoring and evaluation.

# 1. GİRİŞ

## 1.1. AMAÇ VE KAPSAM

Orman alanlarının ve/veya işlevlerinin sadece var olan haliyle korunması ve artırılması yeterli değildir. Bugün gençleştirdiğimiz ormanlar yaklaşık 100-150 yıl sonraki 2. veya 3. nesil tarafından kullanılacaktır. O zaman belki de 300 milyonu geçecek Türkiye nüfusunun orman alanları ve işlevlerine olan hem talepleri artacak, hem de bu talepler şimdi hiç akla gelmeyecek kadar çeşitlenecektir. Dolayısıyla ormancuların önündeki çözmesi gereken en önemli sorun, gelecekteki artan nüfus ve yaşam tarzının belirleyeceği kaynaklarla ilgili olarak çıkabilecek yeni talepleri de karşılayabilecek doğrultuda şimdiden tahminler yapabilmek ve önlemler almaktır.

Türkiye’de orman alanları 1973’den günümüze 20,1 milyon ha’dan 21,6 milyon ha’a çıkmış olsa da (Anonim 2006, 2012) son 40 yılda % 1’in üzerindeki bir nüfus artışı (TÜİK 2014) nedeniyle kişi başına düşen orman alanı 0,48 ha’dan 0,3 ha’a kadar azalmıştır (Anonim 2006, 2012). Bu oran dünya ortalamasının (FAO 2010) yaklaşık yarısı kadardır. Dolayısıyla Türkiye ormancılığı için sorun daha da kritik bir hal alarak giderek daralan kişi başına düşen orman alanlarından giderek artan oranda farklı talepler için fayda üretmek gereğine dönüşmüştür. Bu aşamada orman kaynaklarının sürdürülebilir kullanımıyla ilgili karar destek mekanizmasının en önemli bileşeni, farklı iklim bölgelerinde yapılacak temel ekosistem araştırmalarıyla elde edilecek veriler olacaktır. Ekosistem çalışmalarında sistemi tanımlamak ve işleyişi hakkında doğru yorumlar yapabilmek için sistemin enerji üretiminin iyi analiz edilmesi gerekir.

Orman ekosistemlerinde enerji girdisinin büyük oranı yeşil bitkilerce gerçekleştirilen fotosentez tepkimesiyle elde edilmektedir. Güneş enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülerek farklı karbon (C) bileşikleri (odun, dal, meyve, yaprak, ölü örtü vb.) halinde tüketicilere sunulmaktadır (Odum ve Barret 2008, Waring ve Running 2007). Dolayısıyla sistemdeki enerji kaynaklarını takip etmek, organik maddenin (OM) sistemin hangi kısmında depolandığını belirlemeye dayanır. OM’nin sistemde dağılımını belirlemek, enerjinin dağılımının yanında OM’de tutulan ve ekosistem içi dinamik

döngüye katılan C ve besin döngüsünü takip etmemizi sağlamaktadır.

Son zamanlarda küresel iklim değişikliği tartışması kapsamında ormanların küresel C döngüsü üzerindeki rolü oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Fakat bitki örtüsü, ölü örtü ve toprağı ile birlikte ormanlar C'un en önemli karasal kaynağı ve/veya depolama yeri olmasına rağmen dünyadaki orman varlığı giderek azalmaktadır (Muthoo 1997, FAO 2002, FAO 2005, FAO 2010). FAO (2010)'nun verilerine göre dünyadaki orman alanı 1990 yılından 2005 yılına kadar net % 1,5 azalmıştır. Dünyadaki orman alanlarında 1990 ve 2000 yılları arasında yıllık 3 milyon ha'nın üzerinde azalmanın olduğu, 2000 ve 2005 yıllarında bu azalmanın yıllık 6 milyon ha'a kadar çıktığı belirlenmiştir. Dolayısıyla yıllardır süregelen bu azalmanın önüne geçmek ve ormanların küresel C döngüsü üzerindeki rolünü ortaya koymak üzere birçok ülkede uzun vadeli araştırmalara başlanmıştır (Bocock ve Gilbert 1957, Çömez, 2010, Falloon ve Smith 2002, Harmon 1992, Harmon ve diğ. 2009, Liski ve diğ. 2005, Sarıyıldız 2003, Staaf ve Berg 1992, Tolunay 2009, Yıldız ve diğ. 2009, Yıldız ve diğ. 2010).

Avrupa Birliği, bu konu üzerinde eşgüdümlü olarak çalışmak üzere birçok AB ülkesinin projeleriyle yer aldığı COST grupları oluşturmuştur (Anonim 2014a, 2014b, 2014c). Türkiye'de de bu çalışmalara paralel olarak 2003 yılında "doğal ve genetik kaynakların envanteri" TÜBİTAK'ın Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Öngörüsü Projeleri Tarım ve Gıda Paneli'nin hazırladığı son raporda (TGPR 2003) Türkiye'nin gelecek vizyonu ve sosyo ekonomik hedefleri arasına alınmıştır. Yine aynı raporda "İklim değişikliklerinin kestirimi ile ilgili modellerin geliştirilmesi" Tarım ve Gıda Paneli'nin öncelikli olarak saptadığı 8 teknolojik alan ve 9 teknolojik faaliyet konusu arasında yer almıştır.

Türkiye'de orman alanlarındaki biyokütle ve toprak havuzlarında tutulan C ve bu havuzlara girdi ve çıktılar konusunda yeterli sayısal veri bulunmamaktadır. Orman kaynaklarımız ile ilgili "veri tabanı" eksikliği TÜBİTAK TGPR'nda da vurgulanmıştır. Uluslararası anlaşmalar gereği yapılması gereken ulusal bildirimler için Çevre ve Orman Bakanlığı denetiminde İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu oluşturulmuştur. Bu kurul bünyesinde farklı alanlardaki (sanayi, şehir, deniz, orman vb.) verileri toplamak için 10 adet çalışma grubu yer almaktadır. Orman alanlarındaki verileri toplama görevi ise Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Orman (AKAKDO) Çalışma Grubuna verilmiştir (Asan 2006). Fakat orman alanları ile ilgili ulusal bildirimler daha çok orman alanlarından odun üretimi amacıyla hazırlanmış amenajman planları verilerinden yola

çıkılarak hazırlanan katsayılar aracılığıyla dolaylı olarak tahmin edilmektedir.

Orman alanlarında biyokütle, ayrışma ve toprak karbonuyla ilgili bazı ağaç türleri için çalışmalar bulunmasına rağmen bu çalışmaların da sayısı son derece yetersizdir. Ayrıca var olan verilerin Avrupa'daki farklı ekosistemlerden elde edilen verilerle uyumu sınırlı olduğundan bu bölgelerdeki verilerin uyumu bakımından da sorunlar bulunmaktadır (Anonim 2014a, Anonim 2014b). Bu kapsamda yapılan çalışmalar halen kullanılmakta olan yöntemlerdeki eksiklik ve hataları ortadan kaldırmaya yardımcı olacaktır. Bu tür ekosistem çalışmalarına ve bu çalışmalarla üretilecek verilere sadece uluslararası sözleşmeler gereği ulusal bildirim için gerekli olan rakamların elde edilmesi amacıyla değil, ayrıca çevre ve ormancılık alanlarında diğer ekolojik ve silvikültürel çalışmalarda, şehir planlama, tarım ve diğer doğal kaynaklarla ilgili çalışma ve planlamalarda da kullanılmak üzere şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır.

Karadeniz Bölgesi iklim bakımından Doğu-, Orta- ve Batı Karadeniz iklim tipi olarak üç ana iklim tipine ayrılmaktadır (Özyuvacı 1999). Bu çalışmada, Batı Karadeniz iklim tipinde yer alan Düzce kıyı bölgesinde yayılış gösteren doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) orman alanlarındaki toprak altı ve üstü biyokütle miktarı, biyokütle, ölü örtü ve toprakta depolanan C ve azot (N) miktarı ile ölü örtü ayrışması ekosistem bazında bir bütün halinde incelenmiştir.

Dolayısıyla bu çalışmadaki sonuçlar sadece çalışmanın yapıldığı sahalarda için geçerli olmayıp benzer ekosistemler için uygulanabilecek kapsamlı ve ayrıntılı veriler ve denklemleri üretecektir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde Düzce-kıyı kesiminde farklı yükselti ve bakıllardaki kayın ve kestane orman alanlarında bulunan biyokütle (toprak üstü ve altı), ölü örtü ve toprakta tutulan C ve N miktarı ile ölü örtü ayrışmasını belirlemektir. Elde edilen bu veriler sayesinde;

1- Bu farklı türlerin oluşturduğu meşcerelerdeki toprak altı ve üstü biyokütle miktarı, biyokütlerdeki C ve N miktarı, topraktaki C ve N miktarı belirlenebilecek,

2-Bu sahalarda su tutma ve bitki beslenmesinde en dinamik havuzu oluşturan ölü örtü dinamiği ile ilgili ekolojik, hidrolojik ve silvikültürel çalışmalarda eksikliği bulunan veriler üretilebilecek,

3-Bu ekosistemlerde özellikle, ölü örtü ayrışmasını hangi değişkenlerin önemli derecede

etkilediği belirlenecek ve böylece benzer çalışmalara yöntem bakımından ışık tutacak,

4-Avrupa'nın diğer bölgelerinden elde edilen verilerle uyumlu bölgeye ait bilgiler retilbilecek,

5-Uygulamacılar alışma alanlarındaki saha verimliliği, OM, C ve N miktarlarıyla ilgili ekosistem verileri sağlanarak sürdürülebilir ormancılık çalışmalarına yardımcı olunacak,

6-Ayrıca elde edilen bu değerler ileride hem iklim değişikliği, hem arazi kullanımını, hem de saha verimliliğinin karşılaştırılmasına olanak sağlayacak uzun vadeli bilgiler olarak saklanabilecektir.

Çalışmada test edilen hipotezler;

1) Dökülen l rt (DM) miktarı ve orman zemininde bulunan l örtü miktarı (OZM) ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;

a) Dökülen ve orman zemininde bulunan l örtü miktarları **türler** (kayın ve kestane) arasında farklılık göstermemektedir.

b) Kayın ve kestane meşcerelerinde dökülen ve orman zemininde bulunan l örtü miktarları **bakılar** arasında farklılık göstermemektedir.

c) Kayın ve kestane meşcerelerinde dökülen ve orman zemininde bulunan l örtü miktarları **yükselti basamakları** arasında farklılık göstermemektedir.

2) l örtü ayrışması sonucu yüzde kalan miktar ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;

a) Yüzde kalan miktar **türler** arasında farklılık göstermemektedir.

b) Kayın ve kestane meşcerelerinde yüzde kalan miktar **bakılar** arasında farklılık göstermemektedir.

c) Kayın ve kestane meşcerelerinde yüzde kalan miktar **yükselti basamakları** arasında farklılık göstermemektedir.

3) l örtü ayrışma katsayısı ("k" değer) ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;

a) "k" değer **türler** arasında farklılık göstermemektedir.



- b) Kayın ve kestane meşçerelerinde “k” değeri **bakılar** arasında farklılık göstermemektedir.
- c) Kayın ve kestane meşçerelerinde “k” değeri **yükselti basamakları** arasında farklılık göstermemektedir.
- d) Kayın ve kestane meşçerelerinde “k” değeri ile lif (ADF), lignin, selüloz, C ve N oranları arasında bir ilişki yoktur.
- e) Kayın ve kestane meşçerelerinde “k” değeri ile Lignin:N ve C:N oranları arasında bir ilişki yoktur.
- 4) Ölü örtünün içerdiği ADF, lignin, selüloz, C, N, Lignin:N ve C:N oranları ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;
- a) Kayın ve kestane meşçerelerinde ADF, lignin, selüloz, C, N, Lignin:N ve C:N oranları **bakılar** arasında farklılık göstermemektedir.
- b) Kayın ve kestane meşçerelerinde ADF, lignin, selüloz, C, N, Lignin:N ve C:N oranları **yükselti basamakları** arasında farklılık göstermemektedir.
- 5) Topraktaki organik madde (OM), C ve N oranları ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;
- a) Kayın ve kestane karışık meşçerelerinde topraktaki OM, C ve N oranları **bakılar** arasında farklılık göstermemektedir.
- b) Kayın ve kestane karışık meşçerelerinde topraktaki OM, C ve N oranları **yükselti basamakları** arasında farklılık göstermemektedir.
- c) Kayın ve kestane karışık meşçerelerinde topraktaki OM, C ve N oranları toprak profilindeki **derinlik kademeleri** arasında farklılık göstermemektedir.
- 6) Topraktaki OM, C ve N miktarları ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;
- a) Kayın ve kestane karışık meşçerelerinde topraktaki OM, C ve N miktarları **bakılar** arasında farklılık göstermemektedir.
- b) Kayın ve kestane karışık meşçerelerinde topraktaki OM, C ve N miktarları **yükselti basamakları** arasında farklılık göstermemektedir.

c) Kayın ve kestane karışık meşçerelerinde topraktaki OM, C ve N miktarları toprak profilindeki **derinlik kademeleri** arasında farklılık göstermemektedir.

7) Toprağın pH, hacim ağırlığı, kation değişim kapasitesi (KDK), OM oranı ve kil oranı ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;

a) Toprağın pH, hacim ağırlığı, KDK, OM oranları ve kil oranları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

8) Kayın ve kestane ağaçlarının çapa bağlı biyokütlesi ve C miktarı ile ilgili test edilen  $H_0$  hipotezleri;

a) Kayın ve kestane ağaçlarının çapları ile toplam, toprak altı, toprak üstü, gövde, kabuk, dal ve yaprak **biyokütleleri** arasında bir ilişki yoktur.

b) Kayın ve kestane ağaçlarının çapları ile toplam, toprak altı, toprak üstü, gövde, kabuk, dal ve yapraktaki **C miktarları** arasında bir ilişki yoktur.

## 1.2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 1.2.1. İklim Değişikliği

Dünyanın oluşumundan beri sürekli iklim değişikliği yaşanmıştır. Örneğin mezozoik dönem bundan çok daha sıcak geçmiştir. Bugün de çoğu bilim adamlarına göre dünyada iklim değişikliği yaşanmakta ve bazı bilim adamlarına göre de bu değişim küresel ısınma şeklinde kendisini ifade etmektedir. İklim değişikliği üzerinde doğal ve insan kaynaklı birçok değişken etkili olmaktadır. Kıta hareketleri, volkanik aktiviteler, meteorlar vb. genelde uzun vadede iklim değişikliğinin nedenleri olarak belirtilirken, orta ve kısa zaman aralığında iklim değişikliğinin nedenleri olarak, volkanik patlamalar, okyanus akıntılarındaki ve atmosferdeki gazların yoğunluklarındaki değişimler gösterilmektedir. İklim değişikliğinin bu nedenleri arasında insan faaliyetleri sonucu etkileneni ise atmosferik bileşimin değişimidir (Leman 1983, Tolunay 2013).

İklim değişikliği ile ilgili çalışmalar ilk olarak 1700'lü yılların ortalarında başlamıştır. Fleming (1999)'in belirttiğine göre Fransız bilim adamı Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) sera gazı etkisiyle ilgili ilk çalışma yapan ve atmosferdeki gazların güneşten gelen ısıyı hapsedebileceğini fark eden ilk bilim adamlarından biridir. Tyndall (1859)

laboratuvar çalışmaları sonucunda birçok gazın kızılotesi ışınları hapsedebileceğini bulmuştur. Bunlar arasında en önemlilerinin su buharı ve atmosferde çok az bulunmasına karşın karbondioksit olduğunu belirtmiştir. Arrhenius (1896) yaptığı hesaplamalar sonucunda atmosferdeki karbondioksit miktarının ikiye katlanmasının yeryüzü sıcaklığını ortalama 5-6 C arttırabileceğini iddia etmiştir. Aynı şekilde Callendar (1939) yaptığı çalışmalarla yeryüzü sıcaklığının artışının nedeni olarak atmosferdeki karbondioksit seviyesinin artmasını göstermiş ve karbondioksit seviyesinin ikiye katlanmasıyla sıcaklığın 2C kadar artabileceğini tahmin etmiştir (Fleming 2007).

Küresel iklim değişikliğinin hızlanmasının nedeni olarak sera etkisinden söz edilmektedir. Sera etkisi řu şekilde açıklanmaktadır; Yeryüzüne ulaşan güneş ışınları (radyasyon) enerjilerinin bir kısmını kaybettikten sonra (fotosentez, latent, konveksiyon vb.) dalga boyları uzamaktadır (Barnes ve diğ. 1998). Bu nedenle ışınlar yeryüzünden geri yansıtılırken artık aynı özellikte olmayıp enerjisi düşük ve dalga boyu uzun ışınlarla dönüşmektedir. Yansıtılan ve dalga boyu uzayan ışınların bir kısmı atmosferdeki su buharı, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), karbonmonoksit (CO), çeşitli azot oksitler (NO<sub>x</sub>), ozon (O<sub>3</sub>) ve kloroflorokarbonlar (CFC) tarafından tutularak yeryüzüne geri gönderilmekte ve uzaya kaamamaktadır (enerji dengesi pozitif). Bu nedenle atmosferde yoğunlaşan bu gazlar tıpkı bir serayı örten cam veya naylon gibi davranıp yeryüzünü ısıttığından bu gazlara sera gazları denilmektedir. Yeryüzünden yansıyan ışınların tutulma ve yeryüzüne geri yansıtılma oranları bu gazların atmosferdeki yoğunluğuyla orantılı olarak artmaktadır (Schlesinger 1997). Fakat bu gazların ışınları tutma oranları aynı değildir. Örneğin bataklık gazı olarak da bilinen metan gazının yansıyan güneş ışınlarını yakalamada karbondioksitten en az 4 kat daha etkili olduğu bildirilmektedir. Fakat bu gazların atmosferdeki yoğunlukları çok düşük olduğu için toplamdaki etkisi su buharı ve karbondioksite oranla çok düşük kalmaktadır. Sera gazlarının içinde toplamda en etkili olanı su buharıdır. Fakat su buharının atmosferdeki oranı insanlar tarafından etkin bir şekilde kontrol edilememektedir. Dolayısıyla sera gazlarının içinde en etkili ve insanlar tarafından atmosferdeki miktarı kontrol edilebilecek olanı CO<sub>2</sub>'dir. Bu nedenle küresel C döngüsü iklim değişikliği senaryoları dolayısıyla üzerinde en çok durulan konulardan birisi olmuştur (Perry ve diğ. 1991).

Günümüzde iklim değişikliği toplumların en önemli tartışma konularından biri haline gelmiştir. İklm değişiklikleri ve küresel ısınma ile mücadele için C salımlarını kontrol

etme konusunda uluslararası çalışmalar başlatılmıştır. Bu amaca yönelik yapılan uluslararası anlaşmalar çerçevesinde devletlerden, kendi ülkelerindeki sera gazlarıyla ilgili havuzların büyüklüğü, bu havuzlardan gerçekleşen sera gazı salımları ve bu havuzlara bağlanan sera gazı miktarları ile ilgili verilerin elde edilmesi istenmektedir. Hatta BM ve AB organizasyonları bu çalışmalarını yasal zorunluluk haline getirme aşamasındadır. İklim değişiklikleri ve kuraklığın Türkiye'nin önündeki önemli tehditlerden birisi olduğu TÜBİTAK'ın Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Öngörüsü Projeleri Tarım ve Gıda Paneli'nin hazırladığı son raporda da (TGPR 2003) vurgulanmıştır.

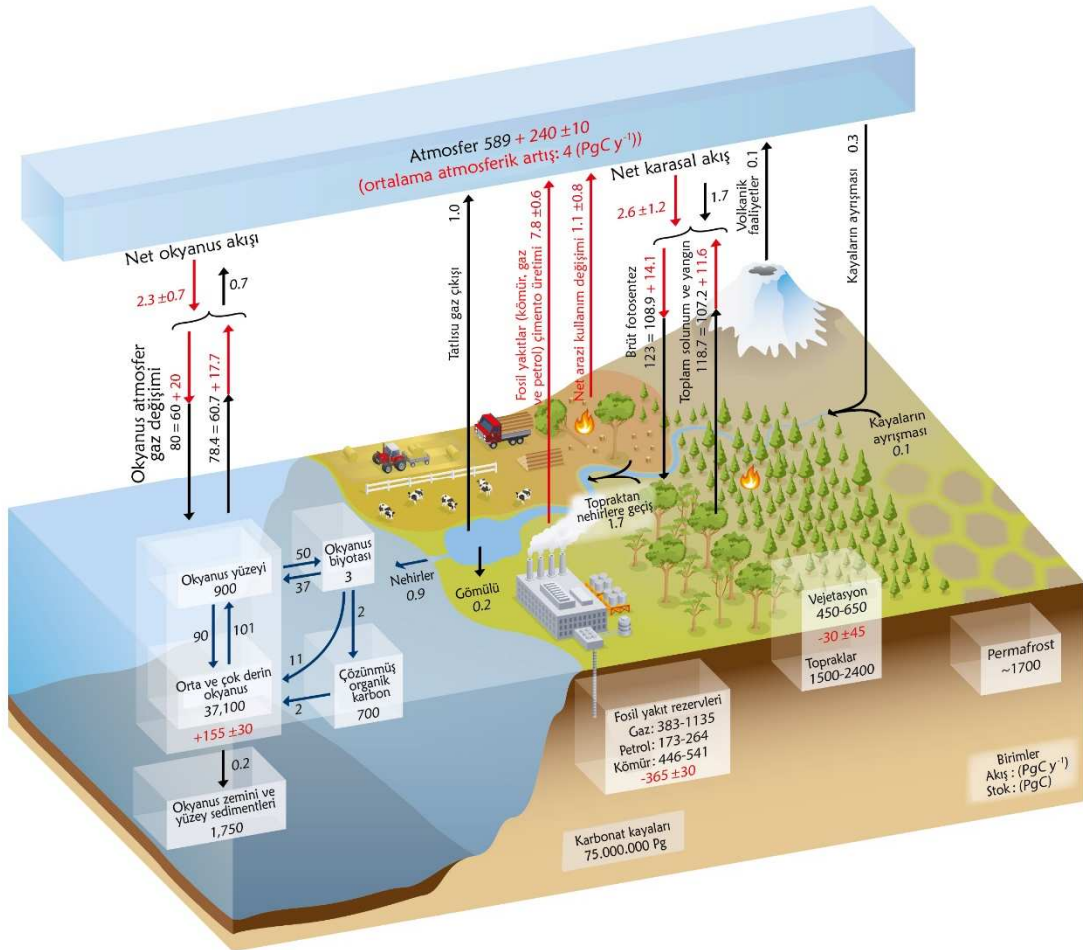
### **1.2.2. Küresel Karbon Döngüsü**

Dünyada yaklaşık  $10^{23}$  g C bulunmaktadır. Fakat bu küresel C'un çoğu karbonat kayalarında saklı olup yeryüzüne yakın yerlerde bulunan aktif C'un miktarı 40.000 Pg (1Pg =  $10^{15}$  g)'dır (IPCC 2007, IPCC 2013, Schlesinger 1997). Yerkürenin yüzeyinde aktif olarak bulunan bu C'un en önemli kısmı okyanuslarda çözülmüş inorganik C halindedir (Şekil 1.1). Denge durumunda okyanuslar atmosferdekenden 56 kat daha fazla C içermektedir ve bu nedenle atmosferdeki C değişiminde okyanus yüzeyleri önemli bir tamponlayıcı özellik göstermektedir. Karalardaki C'un en önemli kısmı ise toprakta bulunmaktadır (Aber ve Melillo 1991, Batjes 1996). Bu nedenle küresel C döngüsünde ana akış yolları (flux), atmosferik C havuzu, biyosfer ve okyanuslar arasında olmaktadır (IPCC 2007, IPCC 2013, Odum ve Barret 2008).

Karasal ekosistemlerde bitkilerin yapmış olduğu net birincil üretimle küresel düzeyde yıllık yaklaşık 60 Pg C biyokütle havuzuna bağlanmaktadır. Atmosfer C'unun sadece fotosentezle bağlandığını düşünürsek atmosferdeki her C molekülünün 12,5 yılda bir fotosentezle biyokütleyle bağlanma şansı vardır (dönüşüm süresi). Fakat okyanus tarafından atmosferin karbondioksitinin çözünmesi fotosentezden çok daha fazla miktarda gerçekleşmektedir. Bunun ikisini dikkate alırsak her bir karbondioksit molekülünün atmosferde ortalama bekleme süresi yaklaşık 5 yıldır (Waring ve Schlesinger 1985). Fotosentezdeki dalgalanmaya bağlı olarak atmosferdeki karbondioksit ( $CO_2$ ) de mevsimlere göre bir miktar dalgalanabilmektedir (Dixon ve diğ. 1994).

Fosil yakıtlarıyla yıllık 6-8 Pg C salımı gerçekleşmektedir (IPCC 20007, IPCC 2013, Schlesinger 1997). Eğer bunun tamamı atmosfere karışsaydı atmosferdeki oranda yıllık % 0,8'lik bir artış olacaktı. Fakat salınan bu C 'nun yaklaşık yarısı daha öncede belirtildiği

gibi okyanus sularının yüzeyinde çözünerek okyanus havuzuna karışmaktadır. Okyanusların yüzey sularında 900-1020 Pg C bulunmaktadır (IPCC 2007, IPCC 2013, Schlesinger 1997, Waring ve Schlesinger 1985). Okyanus havuzuna yıllık girdi 80-90 Pg ise her bir karbondioksit molekülünün okyanusların yüzey sularında bekleme süresi yaklaşık 10-11 yıl olarak hesaplanabilir. Fakat okyanusların derinliklerindeki karbondioksiti de dikkate alırsak karbondioksitin tüm okyanuslardaki döngü süresi 350 yılı bulmaktadır (IPCC 2007, IPCC 2013, Schlesinger 1997).



Not: Siyah rakam ve oklar endüstriyel çağın başladığı 1750 yılından bugüne hesaplanan rezerv ve akışları, kırmızı rakam ve oklar 2000-2009 yılları için hesaplanan yıllık antropojenik akışları ifade etmektedir.

**Şekil 1.1.** Küresel karbon yutak ve havuzları ile bu karbon havuzlarına yıllık girdi ve kayıplar (Pg = petagram = 10<sup>15</sup> g, y = yıl) (IPCC 2013'den).

Karasal ekosistemlerde fotosentezle biyokütleyle C bağlanmasının 1/3'ü tüm yıl boyunca büyümenin olduğu tropiklerde, 2/3'ü ise büyümenin mevsimsel değişiklik gösterdiği bölgelerde gerçekleşmektedir. Değişim gösteren bölgelerden kuzey yarı küresi dünyanın karasal ekosistemlerinin çoğunu bulundurduğundan fotosentezin atmosferik C

havuzuna mevsimsel etkisi bu yarım kürede daha belirgindir (Odum ve Barret 2008).

Topraktaki C atmosferdeki C'un yaklaşık 3 katı kadardır (IPCC 2007, IPCC 2013, Smith 2004). Topraktaki C + atmosfer C'u + biyokütlerdeki C'un tamamı toplam küresel C'un yaklaşık % 1'i kadarını oluşturmaktadır (Şekil 1.1). Toprağa yıllık C girdisi ortalama  $37 \times 10^9$  tondur. Fakat farklı ekosistemlerdeki toplam biyokütle ve toprağa C girdisi değişmektedir (Çizelge 1.1).

**Çizelge 1.1.** Dünya üzerindeki biyomlarda vejetasyon ve topraklarda tahmini karbon stoku (Janzen 2004).

BİYOMLAR	Alan (milyar ha)	Toplam C Miktarı			C Miktarı	
		Bitki (Pg)	Toprak (Pg)	Toplam (Pg)	Bitki (Mg ha <sup>-1</sup> )	Toprak (Mg ha <sup>-1</sup> )
Tropikal Ormanlar	1,76	212	216	428	120	123
Ilıman Bölge Ormanları	1,04	59	100	159	57	96
Boreal Ormanlar	1,37	88	471	559	64	344
Tropikal Savanalar ve Otlaklar	2,25	66	264	330	29	117
Ilıman Bölge Otlakları ve Çalılıklar	1,25	9	295	304	7	236
Çöller ve Yarı Çöller	4,55	8	191	199	2	42
Tundra	0,95	6	121	127	6	127
Tarım	1,6	3	128	131	2	80
Sulak Alanlar	0,35	15	225	240	43	643
<b>TOPLAM</b>	<b>15,12</b>	<b>466</b>	<b>2011</b>	<b>2477</b>	<b>31</b>	<b>133</b>

Buzul örneklerinden edinilen bilgilere göre 20000 yıl öncesinde atmosferdeki CO<sub>2</sub> yoğunluğu 205  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  iken son 10 000 yıl öncesinde 280  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  e yükselmiştir. Ayrıca 20.yy'ın ikinci yarısında atmosferdeki CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazlarının derişimi önemli miktarda artmıştır. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> derişimi 1750 den önce 280 ppm kadarken 2013 yılında 398,3 ppm'e ulaşmıştır (IPCC 2007, IPCC 2013, NOAA 2014). 2014 yılı itibarıyla atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranının 400 ppm olduğu ve 2000-2006 yılları arasında yıllık olarak ortalama 1.93 ppm kadar arttığı (Canadell ve diğ. 2006), 2002-2011 yılları arasında ise yıllık ortalama 2 ppm kadar arttığı (IPCC 2013) bildirilmektedir. Atmosferdeki C miktarının bu artışının nedenleri olarak sanayi devrimi ile birlikte fosil yakıtlarındaki tüketimin artması, dünya nüfusunun artmasıyla birlikte doğal alanlara yapılan baskılarla arazi kullanımındaki değişimler (tarımsal amaçlı açmalar, sulak alanların kurutulması, toprakların işlenmesindeki artışlar) ve çimento üretimi sayılabilir (Guo ve Gifford 2002, IPCC 2013, Odum ve Barret 2008). Örneğin, orman alanlarının yok edilmesi, meraların işlenmesi ve diğer arazi kullanımıyla atmosfere yılda 1,1-1,7 Pg C salınmaktadır (Hungton ve diğ. 1990, IPCC 2013, Şekil 1.1).

Dünyadaki CO<sub>2</sub> miktarı belirli olduğuna ve aktif olarak da okyanus, fosil, atmosfer, biyokütle ve toprak havuzlarında bulunduğuna göre sorun küresel ısınmaya neden olan CO<sub>2</sub>'in atmosfer havuzunda artmasını durdurmak ve bir kısmını diğer havuzlarda depolamaktır. Bunların içinde en etkin yöntem fosil yakıt kullanımının azaltılmasıdır. Çünkü fosil havuzunda biyokütle ve toprakta bulunanın yaklaşık toplamı kadar C depolanmaktadır (IPCC 2013). Bu nedenle fosil yakıtlarının tüketimi bu hızla devam ederse dünyadaki bütün karasal alanlar orman alanına dönüştürülse bile atmosferdeki C birikimi ve dolayısıyla küresel ısınma durdurulamaz.

Diğer taraftan fosil yakıtlarının kullanımı ile ilgili önlemler alınsa da biyokütle ve toprak havuzlarından C salımını azaltarak bu alanların atmosfere C veren kaynak (source) durumundan C depolayan yutaklara (sink) dönüştürülmesi de iklim değişikliğini önlemede en azından insan faaliyetleri ile doğrudan katkı sağlanacak en pratik ve etkin yöntemlerden biridir (Huston ve Marland 2003, Jandl ve diğ. 2007, Johnson ve Curtis 2001). Örneğin Lal (2004) uygun arazi kullanımı durumunda toprakların yılda 0,9 Pg C tutabileceğini tahmin etmektedir. Bu da insanlar tarafından atmosfere salınan C'nin % 13 'üne denk gelmektedir.

Karasal ekosistemlerde C'un bulunduğu biyokütle ve toprak havuzlarının da en önemli kısmı orman alanlarında bulunmaktadır (Dixon ve diğ. 1994, IPCC 2013, Odum ve Barret 2008). Ayrıca orman alanlarında çok uzun yıllar yaşayan ağaçlardan oluşan biyokütle ve genelde işlenmeyen toprak havuzunda tutulan C'un bu havuzlarda dönüşüm süresi tarım ve mera alanlarındaki benzerlerinden çok daha uzundur (Fisher ve Binkley 2000, Harmon 1992, Harmon ve diğ. 2009). Dolayısıyla karasal ekosistemlerde C'un en önemli havuzu orman alanlarındaki biyokütle ve toprak havuzlarından oluşmaktadır. Bu nedenle de orman alanlarındaki biyokütle ve toprak havuzlarında tutulan C miktarının ve bu havuzlarla ilgili C akışlarının (flux) belirlenmesi özellikle 80'lerde tropik ormanların büyük oranlarda yok edilmeye başlanmasıyla giderek artan oranda dikkat çekmiş ve önem kazanmıştır (Kimmins 1999).

### **1.2.3. Anlaşmalar ve Yükümlülükler**

Doğal kaynakların kullanımı ile ilgili olarak 1992'de Rio'da yapılan Dünya Çevre Zirvesi'nde İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi hazırlanmış ve bu sözleşme 2 yıl sonra yürürlüğe girmiştir. Fakat bu sözleşmenin uygulanmasını düzenleyen protokol 5 yıl sonra Japonya'nın Kyoto kentinde hazırlanarak imzaya açılmış ve protokolün yürürlüğe

geçebilmesi için C salımına önemli katkı yapan ülkeler bazında yeterli imzaya ancak yakın zamanda ulaşılabilmiştir. Bu protokole göre sanayileşmesini tamamlamış ve dolayısıyla gelişmiş ülkeler C salımlarını belirli bir düzeye çekecekler veya tutacaklar ve aynı zamanda da gelişmekte olan ülkelere mali destek ve teknoloji transferi sağlayacaklardır. Türkiye çerçeve sözleşmesini 2004 yılında imzalamasına rağmen gelişmiş ülkeler grubuna dahil edildiğinden dolayı protokolü uzun süre imzalamamıştır. Fakat protokolün geçerliliğinin 2012 yılında bitecek olmasından dolayı ve Türkiye yeni süreçte karar alma aşamasında aktif rol alabilmek amacıyla protokolü 2009 yılında imzalamıştır. Son olarak 11-22 Kasım 2013 tarihleri arasında Varşova’da yapılan 19. taraflar konferansında ise Kyoto Protokolü sonrasında yapılacaklar ile ilgili somut bir anlaşmaya varılamamıştır (UNFCCC 2014).

Yapılan anlaşmalar çerçevesinde taraf olan devletlerden, kendi ülkelerindeki sera gazlarıyla ilgili havuzların büyüklüğü ve bu havuzlardan gerçekleşen sera gazı salımları ve bu havuzlara bağlanan sera gazı miktarları ile ilgili verilerin elde edilmesi istenmektedir. Türkiye’de bu verilerin elde edilmesi için Orman ve Su İşleri Bakanlığı denetiminde İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu oluşturulmuştur. Bu kurul bünyesinde farklı alanlardaki (sanayi, şehir, deniz, orman vb.) verileri toplamak için 10 adet çalışma grubu yer almaktadır. Orman alanlarındaki verileri toplama görevi ise Arazi kullanımı, Arazi kullanım değişikliği ve Orman (AKAKDO) çalışma grubuna verilmiştir (ÇOB 2006).

Polonya’da 1-12 Aralık 2008 tarihleri arasında yapılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Toplantısı’nda ülkelerin, yıllık sera gazı salım envanterlerine ormanlardaki C stoklarında meydana gelen değişimleri de eklemeleri karara bağlanmıştır (UNFCCC 2008). Ayrıca, Kyoto Protokolü’nde de bu değişimlerden bazılarının, CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltmak için ilk dönem olarak belirlenen 2008-2012 yılları arasında, ülke sera gazları emisyonlarına ekleneceği kararı alınmıştır. Son olarak 11-22 Kasım 2013 tarihleri arasında Varşova’da yapılan 19. konferansta CO<sub>2</sub> emisyonlarının düzenlenmesi doğrultusunda bir karar çıksa da net bir sonuç ortaya çıkmamıştır. Buna ek olarak UNFCCC’de toplanan 7. Politik Gruplar Konferansı’nda bütün ülkelerin yıllık sera gazları envanterlerine Kyoto Protokolü doğrultusunda, ormanlardaki C havuzları miktarını da eklemeleri gerektiği kararı alınmıştır. Burada belirtilen C havuzları; toprak altı ve üstü biyokütle, ölü-odun, ölü örtü ve toprak organik C’u olarak belirlenmiştir



(Field ve Raupach 2004). Sonuç olarak bütün bu bilgiler ışığında orman ekosistemlerinde depo edilen C miktarını hesaplamak bilimsel bir gerekliliğin yanı sıra politik bir zorunluluk haline de gelmiştir.

Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu bazı ülkeler Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan rehberlere göre envanterlerini yaparak ulusal verilerini bildirmişlerdir (UNFCCC 2013). Orman alanlarıyla ilgili verilerin hazırlanmasında da yine aynı rehberin Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık için Uygulama Rehber'i (GPG-LULUCF) temel alınmaktadır (IPCC 2003). Çeşitli sektörler ile arazi kullanımından meydana gelen emisyonlar ve değişik arazi kullanımları tarafından depolanan C miktarları yine bu rehberlere göre hesaplanmaktadır.

Türkiye'nin sunmuş olduğu verilere göre Türkiye'deki orman alanlarında 1990'lı yıllarda yaklaşık 45 milyon ton CO<sub>2</sub> bağlanırken, 2009 yılı itibariyle yaklaşık 57,3 milyon ton CO<sub>2</sub>'e eşdeğer C bağlanımı gerçekleşmektedir (OGM 2011). Ancak bu envanterin hazırlanması sırasında iklim tiplerinin belirlenmesi ve amenajman planlarındaki ağaç serveti değerlerinin biyokütleyle çevrilmesi vb. bazı noktalarda yapılan hatalar verilerin güvenilirliği konusunda sıkıntılar doğurmuştur (Tolunay ve Çömez 2008). Dolayısıyla Türkiye'deki orman alanlarında biyokütle ve toprak havuzlarında bulunan C ve bu havuzlara girdi ve çıktılar konusunda doğrudan gerçek ölçümlere dayalı yeterli veri bulunmamaktadır.

Sonuç olarak da Türkiye tarafından bu alanlarla ilgili verilen ulusal bildirimler farklı amaçlar için elde edilmiş verilerinden yola çıkılarak hazırlanan katsayılar aracılığıyla dolaylı olarak tahmin edilmektedir. Bu nedenle bu ekosistemlerle ilgili sağlıklı veri üretilmesine acil ihtiyaç vardır. Orman alanlarında biyokütle, ayrışma ve toprak karbonuyla ilgili bazı bitki türlerinde yapılmış çalışmalar bulunmasına rağmen bu çalışmaların da sayısı son derece yetersizdir (Çömez 2010, Durkaya 1998, Durkaya ve diğ. 2010, İkinci 2000, Makineci 1999, Saraçoğlu, 1998, Sargıncı 2005, Sarıyıldız 2008, Sarıyıldız ve Küçük 2008, Tüfekçioğlu ve diğ. 2005, Tolunay 2004, Tolunay 2009, Yıldız ve Eşen 2006, Yıldız ve diğ. 2007, Yıldız ve diğ. 2009, Yıldız ve diğ. 2010).

Bunun yanında sadece uluslararası sözleşmeler gereği ulusal bildirim için gerekli olan verilerin elde edilmesi değil orman alanlarındaki diğer ekolojik ve silvikültürel çalışmalarda kullanılmak üzere de bu orman alanlarındaki ekosistem verilerine şiddetle

ihtiyaç duyulmaktadır.

#### **1.2.4. Ekosistemde Karbon Dağılımı**

Bitkiler fotosentez yoluyla atmosferdeki CO<sub>2</sub>'i alarak indirgenmiş şekerlere dönüştürmektedir. Bitkilerin bu üretiminin yaklaşık yarısı büyüme, tamir ve fizyolojik faaliyetler için ototrofik solunumla harcanmaktadır. Kalan kısım net bitki üretimi (NBÜ) olarak yaprak, dal, gövde, meyve, kök vb. farklı biyokütle formlarında ifade bulmaktadır (Lambers ve diğ. 2000). Sahanın verimliliğine göre bitkinin net üretiminden toprak üstü ve altı kısımlarına dağıtacağı (allocation) C miktarında değişimler olabilmektedir (Lambers ve diğ. 2000). Net bitki üretiminin bir kısmı da heterotrof solunum için harcanarak geriye net ekosistem üretimi (NEÜ) denilen kısım kalmaktadır (Waring ve Running 2007).

Bu net bitki üretiminden bir kısmı bitkinin yaprakları, çiçekleri, polenleri döküldüğünde veya kılcal kökler yenilediğinde ortaya çıkan ölü örtü de ayrıştırıcılar için enerji hammaddesi halini almaktadır. Bu ölü örtü organik maddesindeki (OM) enerjiyi kullanmak isteyen heterotrofların C zincirlerini parçalamasıyla (ayrışma) OM'deki CO<sub>2</sub>'in bir kısmı yine atmosfere oksitlenmiş C olarak geri salınmaktadır. Ayrışma sürecinde daha dirençli bir kısım OM ise toprak içinde non-hüyük olarak tanımlanabilen belirgin bileşikler, basit şekerler, aminoasitler, lipidler ve tanımlanamayan hüyük maddeler olarak belirli bir süre daha kalmakta veya inorganik kolloidlerle yapışarak (adsorption) organo-mineral yapılaşmalar (kompleksleşme) oluşturmaktadır (Sollin ve diğ. 1996, Fisher ve Binkley 2000). Özellikle organo-mineral formundaki humus topraktaki C birikiminin ana bileşeni olarak bazen yüzyıllarca oksitlenmeden kalabilmektedir (Tiessen ve diğ. 1994). Bu nedenle humus ekosistemdeki uzun-vadede C depolayan en önemli havuzu oluşturmaktadır (Ryan 1991, Lavelle ve Spain 2003).

Kireçli anakayaların olduğu sahalar hariç topraktaki C'un büyük bir kısmı organik C olarak bulunmaktadır. Topraktaki bu C da genelde topraktaki organik maddede (TOM) tutulan karbondur. TOM miktarına toprak özellikleri (tekstür, derinlik vb.), iklim, bitki örtüsü ve arazi kullanımının geçmişi ve bugünkü durumu etkili olmaktadır (Guo ve Gifford 2002). Örneğin killi topraklarda mikro-gözenek oranı fazla olduğundan mikroorganizmaların bu gözeneklerde çalışması ve dolayısıyla OM'yi ayrıştırması iri gözeneklere sahip topraklara göre çok daha yavaştır (Cromack ve diğ. 1999). Ayrıca kilin kum ve toza göre çok daha fazla olan yüzeyi OM'yi adsorbe ederek ayrışmaya karşı

korumaktadır (Lavelle ve Spain 2003). Bu nedenle aynı iklim ve arazi kullanım durumlarında killi topraklarda daha fazla organik karbon (TOK) bulunma olasılığı vardır.

Karasal ekosistemlerin ilk 1 metre toprak derinliğinde yaklaşık 1500-2400 Pg C bulunmaktadır (IPCC 2013, Milne 2008, Schlesinger 1997). Bu miktar atmosferde tutulunan yaklaşık iki ve bitkilerde tutulunan ise üç katı kadardır. Bu nedenle iklim değişikliği çalışmalarında topraktaki C konusu diğer stoklardan daha fazla dikkati çekmiştir. Fakat toprak altı kısımla ilgili çalışmalar son derece zordur. Toprakta farklı derinliklerle ilgili verilerin doğru bir şekilde elde edilebilmesi için yeteri kadar profiller açılarak bu profiller boyunca örnek alınması gerekir. Toprak içerisinde bulunan köklerde çalışmaya katılacaksa çok daha yoğun bir emek gerekmektedir. Bu nedenle de toprak altı kısımla ilgili çalışmalar oldukça yetersizdir. Dolayısıyla bu tür çalışmalar için sahayla ilgili değerlerin bazı ekosistem değişkenleri yardımıyla kolayca tahminine yönelik yöntemler geliştirilmiş ve de geliştirilmektedir.

Orman ekosistemlerinde toprakta depolanan C miktarının belirlenebilmesi için birçok yöntem denenmiş, bu yöntemler içerisinde ölü örtünün ayrışması üzerinden kurulan modeller en etkin yöntemler olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla bu yöntemlerle orman topraklarında depolanan C miktarının hesaplanabilmesi için ölü örtü ayrışmasının takip edilmesi ve ekosistemdeki ölü örtüyle ilgili bazı değerlerin hesaplanması gerekmektedir.

### 1.2.5. Ölü Örtü

Genç veya çok yaşlı ormanlar hariç diğer orman ekosistemlerinde ölü örtü OM havuzunun dengede olduğu kabul edilir. Dolayısıyla havuza girdi ve çıktı miktarının eşit olduğu bu sistemlerde sahadaki ölü örtü miktarının ölü örtünün yıllık üretimine oranından ortalama dönüşüm (konaklama) süresi (mean residence time: MRT) veya yarılanma süresi ( $T_{1/2}$ ) hesaplanabilmektedir (Six ve Jastrow 2002). Ölü örtünün dönüşüm süresi (MRT) basit olarak orman zeminindeki ölü örtü miktarının (OZÖM ton ha<sup>-1</sup>) yıllık dökülen ölü örtü miktarına (DÖM ton ha<sup>-1</sup>) oranıyla (Denklem 1.1) veya yıllık ölü örtü miktarının doğal logaritmanın üssü olarak kullanılmasıyla da hesaplanabilmektedir (Denklem 1.2, Killham 1994).

$$MRT = \frac{OZÖM}{DÖM} \quad (1.1)$$

$$MRT = 55,4e^{-443x} \quad (1.2)$$

MRT iklim ve vejetasyona göre değişebilen önemli bir ekosistem değişkenidir. Ortalama dönüşüm süresinden yararlanarak da orman tabanındaki ölü örtünün yıllık dönüşüm katsayısı hesaplanabilmektedir (Denklem 1.3, Six ve Jastrow 2002).

$$k = \frac{1}{MRT} \quad (1.3)$$

Örneğin, eğer  $k = 0,2$  ise bunun anlamı her yıl dökülenin ancak % 20 si ayrışabiliyor demektir. Dolayısıyla  $3/k$ , OM'nin % 95 inin ayrışması için geçmesi gereken süreyi,  $5/k$  ise OM nin % 99'unun dönüşümünün gerçekleştirilmesi için geçmesi gereken zamanı hesaplamada kullanılabilir (Waring ve Schlesinger 1985).

Ekosistemin  $k$  değerinin hesaplanması için sistemin durağan halde olduğunu kabul etmek gerekir. Bu değerler OM içinde farklı hız ve oranlarda ayrışan organo-mineral yapılar vb. ortalamasıdır. Örneğin basit şekerlerin ayrışması birkaç hafta, kalın odunların ayrışması bazen onlarca yıl alabilir. Fakat  $k$  değeri ölü örtü birikim ve ayrışmasıyla bağlantılı olarak orman tipleri hakkında genel bir eğilimi ifade etmektedir. Örneğin, ayrışma oranı azalan ormanlarda  $k$  değeri azalmaktadır. Swift ve diğ. (1979) tarafından hesaplanan değerlere göre boreal konifer ormanları için  $k$  değeri 0,05 ile 0,25, ılıman yaprağını dökten ormanlar için 0,25-1 ve tropikal ormanlar için 1,4-4 arasındadır.

Bir ekosistemdeki yıllık ölü örtü dökülme miktarı iklim, meşcere bileşimi ve kapalılığı, toprak özellikleri vb. ekosistem özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Muukoen (2005), ormandaki C döngüsünü ve C akışlarını anlayabilmek için ağaca özgü ibre üretimi ile ilgili bilgilere ihtiyaç olduğunu, ekosistem modellerinde dökülen ibre miktarının genellikle yetiştirme ortamı koşullarına göre bitkisel kütle bileşenlerinden ya da bitkisel kütlelerin aynı bileşene özgü dönüşüm oranı ile çarpılmasıyla belirlendiğini bildirmektedir. Kim ve diğ. (2009) Güney Kore'de kızılalağa ağaçlandırmalarında yaptıkları bir araştırmada ölü örtü dökülmesiyle toprağa yılda yaklaşık  $2,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ C}$  girişı olduğunu hesaplamışlardır. Berg ve Meentemeyer (2001), Avrupa'nın çeşitli yerlerindeki sarıçam ve ladin ormanlarında yaptıkları araştırmada dökülmeyi gerçek evapotranspirasyon ve meşcere yaşı ile açıklayan denklemler geliştirmişlerdir. Ukonmaanaho ve diğ. (2008) ladin ve sarıçam ormanlarında toprak üstü bitkisel kütlelerin yaklaşık % 2'sinin yıllık olarak döküntü şeklinde ölü örtüye katıldığını bildirmektedir. Berg ve diğ. (1999)

İskandinavya, Finlandiya ve Fransa'da sarıçamların 0,5 ile 6,6 Mg ha<sup>-1</sup> arasında ibre döküklerini, kumlu topraklar üzerindeki fakir yetiştirme ortamlarında verimli ortamlardan daha az ibre dökülmesi meydana geldiğini bildirmektedir. Arol (1959) tarafından doğu kayını meşcerelerinde yapılan araştırmada, ölü örtü miktarı en fazla tepe kapallığı sıkışık olan, en az ise tepe kapallığı gevşek olan meşcerelerde bulunmuş, toplam ölü örtü miktarının ise meşcerenin yaşı ile doğru orantılı olarak değiştiği belirlenmiştir. Köhler ve diğ. (2008) Kostarika'da genç, orta yaşlı ve yaşlı meşe ormanlarında yaptıkları bir araştırmada, yıllık dökülmenin yaklaşık 17 Mg ha<sup>-1</sup> ile en fazla orta-yaşlı ormanlarda meydana geldiğini, yaşlı ormanlarda bu miktarın yaklaşık 13 ton olduğunu ve en az ölü örtü dökülmesinin ise yaklaşık 9,3 Mg ha<sup>-1</sup> ile genç ormanlarda gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Irmak ve Çepel (1968), Belgrad Ormanında dğü kayını, meşe ve karaçam meşcerelerinde 5 yıl süre ile yıllık yaprak dökümünü araştırmışlardır. Araştırmacılar yaprak dökümünün yıldan yıla değiştiğini, 3 ağaç türü içinde en fazla yaprak dökümünün yaklaşık 4,5 Mg ha<sup>-1</sup> ile karaçamda ve en az ise yaklaşık 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> ile meşe türlerinde gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. 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, farklı yükselti, yaş ve aralama şiddetlerine göre hektara yılda yaklaşık 700 kg ile 2,3 ton arasında ibre döküldüğü, ibre dökümünün yükseltinin ve aralama şiddetinin artması ile azaldığı, en fazla dökülmenin 40 yaş civarında olduğu ortaya konulmuştur. Tüfekçioğlu ve diğ (2005), ladin meşcerelerinde ibre dökümünün en fazla kasım mayıs aylarında gerçekleştiğini ve yıllık ortalama 6,4 Mg ha<sup>-1</sup> olduğunu bildirmektedir.

### **1.2.6. Ayrışma**

Ayrışma basit olarak, ölü örtüdeki C zincirinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarla parçalanarak daha basit organik veya inorganik bileşenlerine dönüşümü olarak tanımlanabilir (Swift ve diğ. 1979, Coûteaux ve Berg. 1995, Liski ve diğ. 2005). Ayrışan kütlelerin bir kısmı hetotrofik solunumla harcanırken bir kısmı toprak profilinden sızarak sistemden kaybolmakta, daha dayanıklı bileşikler ise sahada kalmaktadır (Berg ve diğ. 1982, Stevenson 1982, Oades 1988). Ayrışma olayı ayrışan ölü örtü özellikleri (besin içeriği, lignin, tanen vb. ) ile sahanın iklimi, meşcere özellikleri, toprağın tanecik bileşimi, pH, havalanma vb. çevresel değişkenlerin etkileşimiyle meydana gelmektedir (Sarıyıldız ve Anderson 2003, Sarıyıldız ve Küçük 2008). Bir ekosistemde ölü örtü ayrışmasını etkileyen en önemli iklim değişkenleri nem ve sıcaklıktır (Olson 1963, Meentemeyer

1978, Berg ve diğ. 1993, Liski ve diğ. 2003). Pausas (1997) Prene dağlarında sarıçam ormanlarında hektara yıllık ortalama 1,8 Mg ibre döküldüğünü ve dökülen ibrelerin ayrışmasının yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış miktarı ile ilişkili olduğunu bildirmektedir. Prescott ve diğ. (2004) ölü örtü ayrışmasının kurak bölgelerde nemli bölgelere göre daha yavaş olduğunu, çam ibrelerinin tıraşlama alanlarında orman içerisine göre daha hızlı ayrıştığını ancak 3 yıl sonra farkın kapandığını, yapraklı ağaçların ölü örtülerinin ibrelilere göre ilk 2 yıl boyunca biraz daha hızlı ayrıştığını ancak daha sonra ayrışmanın yavaşladığını bildirmektedir. Matala ve diğ. (2008), çeşitli ağaç türlerinde yaptığı araştırmada, yaprak dökülmesiyle meşcere hacmi, hacim artımı, göğüs yüzeyi arasında pozitif, enlem derecesi arasında ise negatif bir ilişki olduğunu bulmuştur. Kantarcı (1979), Bolu Aladağ'da yetişen Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana*) sahalarında ölü örtü içeriğinin yükselti ile değiştiğini ve 1300 m'den aşağıdaki yükselti kuşaklarında ayrışmanın hızlandığını bildirmektedir.

Genel olarak nem ve sıcaklığın birlikte arttığı karasal ekosistemlerde ayrışma oranı da artmaktadır. İklim değişkenlerinin yanında ayrışmayı etkileyen en önemli değişken ayrışan OM'nin kalitesidir. Ayrışan OM'nin kalitesini ifade etmek için de C:besin (daha çok N) ve C:lignin oranları gibi bazı gösterge değerler kullanılmaktadır (Berg ve Laskowski 2005). Ağaç türleri olarak da yapraklı ve ibreli türlerin ölü örtü OM kalitesi arasında farklılıklar bulunmaktadır (Fisher ve Binkley 2000). Irmak ve Çepel (1974), saplı meşe (*Quercus robur*) yapraklarının 4 yıl gibi bir sürede büyük oranda ayrışarak humusa dönüşmesine rağmen, karaçam (*Pinus nigra*) ibreleri ile kayın yapraklarının 5. yılın sonunda bile tamamen ayrışmadığını bildirmektedir. Sarıyıldız (2003) tarafından yapılan bir ayrışma deneyinde ise 2. yılın sonunda batı ladini (*Picea abies*) ibrelerinin yaklaşık % 36'sının, sarıçam (*Pinus sylvestris*) ibrelerinin % 51'inin ve Anadolu kestanesi yapraklarının ise % 65'inin ayrıştığı hesaplanmıştır. Araştırmacı bu ayrışma oranları üzerinde türün dışında en etkili değişkenin ibre ve yapraklardaki lignin içerikleri olduğunu vurgulamaktadır (Sarılıyıldız ve diğ. 2008). Sarılıyıldız ve diğ. (2005a) tarafından gerçekleştirilen başka bir ayrışma denemesi sonucu doğu kayını, saplı meşe, Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) ve sarıçam ormanlarında ölü örtü ayrışma hızının ağaç türü, bakı ve yamaç konumuna göre değiştiği, saplı meşe ölü örtüsünün denemede kullanılan diğer türlere oranla daha hızlı ayrıştığı, bunu sarıçam, Doğu Karadeniz göknarı ve doğu kayınının izlediği belirtilmektedir. Sarılıyıldız ve diğ. (2005b) ise doğu ladini ile doğu kayını karışık meşcere oluşturduğunda saf meşcerelere oranla

ladin ibrelerinin daha hızlı ayrıştığını, meşcerenin alt tabakasında orman gülü (*Rhododendron spp.*) bulunması halinde ise ayrışmanın yavaşladığını bildirmektedir.

Ayrışmanın ilk aşaması; 1) iklim, özellikle sıcaklık ve yağış, 2) ölü örtüdeki besin kıtlığı ve 3) ölü örtüdeki ayrışmayı etkileyen lignin, reçine, mumsu maddeler, tanen vb. bileşiklerin yoğunlukları tarafından kontrol edilmektedir. İkinci aşamada ayrışmayı; 1) birinci aşamadan geriye kalan bileşiklerin kimyasal yapısı ve 2) besin (substrat) içeriği belirler ki bunlar genelde besin açısından kıt (lignin, selüloz) bileşiklerdir. Örneğin N kıtlığı tahrip görmemiş ılıman ve boreal orman ekosistemlerinde OM ayrışmasını en fazla kontrol eden değişkendir (Killham 1994, Lamberts ve diğ. 2000). Couteaux ve diğ. (1995) ayrışmada ilk aşamayı, lignin dışı bileşiklerin (karbonhidrat ve selüloz kolay çözülebilir) N, P ve S içeriklerinin etkilediğini ifade etmektedir. Bu ilk aşamada ayrışma genelde oldukça hızlıdır. İkinci aşamada ise yüksek oranda lignin içeren dokular kalmakta ve ayrışma ligninin kütle kaybı dinamiğine göre şekillenmektedir. Yüksek polifenol içeriğine sahip OM de aynen ligninde olduğu gibi yavaş ayrışma oranına sahiptir.

Ölü örtü ayrışması birbiriyle eş zamanlı gerçekleşen üç temel aşamayı içermektedir. Bunlar parçalanma (fragmentasyon) yıkanma ve yıkım (katabolizma) olaylarıdır (Swift ve ark. 1979). Parçalanma parçacık boyutlarının fiziksel işlemler veya emilim (ingestion) yolu ve sindirim işlemleriyle küçültülmesi işlemleridir. Genel olarak parçalanma kimyasal kompozisyonun ve parçacık boyutlarının değişmesiyle sonuçlanır. Suda çözülebilen bileşenlerin yıkanması, abiotik bir işlemdir ve ilk aşamalarda meydana gelen kütle kaybının önemli bir bölümü bu aşamada gerçekleşir. Ölü örtüden yıkanan inorganik iyonlar ve organik C toplam toprak girdisinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Ölü örtünün yıkımı ise birincil olarak mantar ve bakteri gibi mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. En bilindik aktif yıkım faaliyeti organik şekerlerin CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O gibi inorganik moleküllere oksijenli (aerobik) solunumla parçalanması olayıdır (Aerts 1997). Solunum sonucu ortaya çıkan inorganik moleküller bitkiler tarafından kullanılabilirdiği gibi, topraktan aşağılara doğru yıkanmakta ya da atmosfere salınabilmektedir (Swift ve diğ. 1979).

Chapin ve diğ. (2002) ayrışmanın üç ana fazda gerçekleştiğini belirtmişlerdir. İlk aşamada ölü örtü, 24 saat gibi çok kısa bir sürede suda çözülebilir bileşenlerinin yıkanarak uzaklaşması sonucu kütlelerinin % 5'ini kaybetmektedir. İkinci fazda ayrışma daha uzun süre devam etmekte ve ayrışmanın üssel modeli genellikle bu fazda belirlenmektedir. Bu

süreçte toprak hayvanları ile parçalanma, mikroplar ile kimyasal değişim ve yıkanma olayları meydana gelmektedir. Son fazda ise kimyasal değişime uğramış OM'nin, mineral toprağa karışmasını ve alt horizonlara yıkanmasını içerir. Bu son aşamada ayrışma, genellikle toprak solunumu veya izotop analizleri ile tahmin edilir.

Bazı araştırmacılar ise toprağa ulaşan ölü örtüyü çürüme hızına göre yapısal ve metabolik döküntüler olarak iki gruba ayırmıştır (Jenkinson ve diğ. 1987, Parton ve diğ. 1987, Evrendilek 2004). Yapısal döküntüler C (enerji) / N (protein) oranı ve lignin içeriği yüksek çürümeye dayanıklı maddelerdir. Metabolik döküntüler C (enerji) / N (protein) oranı ve lignin içeriği düşük kolay çürülebilen maddelerdir. Yapısal döküntüler düşük kaliteli, metabolik döküntüler yüksek kaliteli döküntüler olarak nitelendirilirler (Paul ve Clark 1996).

Ölü örtü ayrışmasının takip edilmesi ve ayrışma sonucu meydana gelen kütle kaybının hesaplanabilmesi için birçok yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler içerisinde en yaygın olarak kullanılan ölü örtü kesesi yöntemidir. Bu yöntem ilk kez İngiltere'de yaprak dökken ormanların ölü örtü ayrışmasını takip etmek için Bocock ve Gilbert (1957) tarafından kullanılmış ve daha sonraki yıllarda da karasal ekosistemlerdeki ölü örtü ayrışmasını hesaplamak için öne çıkmış en etkin yöntem olarak kabul edilmiştir. Yeni dökülmüş ölü örtü çok sayıda gözeneği bulunan keselere belirli oranlarda konularak keseler toprak yüzeyine yerleştirilir veya yüzey toprağa gömülür. Belirli aralıklarla (birkaç aydan birkaç yıla) keselerden bazıları çıkarılarak içlerindeki ölü örtü biyokütlesindeki kayıplar hesaplanır. Kütle kaybı oranı kalan kütlenin başlangıçtaki kütleyle bölünmesi ile bulunur. Ancak yöntemin dezavantajı keselerin gözenek genişliğinden daha küçük olan, henüz ayrışmasını tamamlamamış parçacıkların düşmesinden kaynaklanan kütle kaybının ayrışmaya dahil edilmesidir.

Hesaplanan kütle kaybı oranları daha sonra ayrışma katsayısı ( $k$ ) değerinin bulunması için kullanılır. Ölü örtünün ayrışması basit üssel ayrışma modeli kullanılarak ifade edilebilir. Burada  $M_t$  herhangi bir  $t$  zamanda kalan kütleyi,  $M_0$  başlangıçtaki kütleyi ve  $k$  da ayrışma katsayısını ifade etmektedir (Denklem 1.4, Jenny ve diğ. 1949, Olson 1963). Denklem 1.4 de her iki tarafın da doğal logaritması alınırsa  $k$  değeri elde edilmiş olur (Denklem 1.5).



$$M_t = M_0 e^{-kt} \quad (1.4)$$

$$\ln(M_t/M_0) = -k \quad (1.5)$$

Ayrışma ekosistemdeki çok sayıdaki değişkenin ve ayrışan OM'nin etkileşiminin ürünü olduğu için ayrışmayla ilgili bu veriler ekosistemdeki toprağın C stoğunu tahmine yarayan modellerde de sıklıkla kullanılmaktadır (Middelburg 1989, Moorhead ve Reynolds 1991, Coleman ve Jenkinson 1996, Currie ve Aber 1997, Kurz ve Apps 1999, Chertov ve diğ. 2001, Falloon ve diğ. 2002, Bosatta ve Ågren 2003, Komarov ve diğ. 2003, Liski ve diğ. 2005, Anonim 2014d).

### 1.2.7. Toprakta Karbon

Türkiye'de orman topraklarındaki C stoğunun ülke düzeyinde belirlenmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Topraktaki organik C miktarı daha çok çeşitli toprak özelliklerinin belirlenmesi amaçlı çalışmalarda hesaplanmıştır. Tolunay ve Çömez (2008) tarafından Türkiye orman topraklarında ve ölü örtülerinde yapılmış çalışmalar derlenmiştir. Bu derleme sonuçlarına göre Türkiye'de toprak ve ölü örtüdeki C miktarının alan bazında hesaplandığı 60 kadar araştırma olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonuçlarının birbirleriyle karşılaştırılmasını sağlamak amacıyla 1234 toprak profili sonucu ile 1003 ölü örtü örneği verileri tekrar değerlendirilmiştir. Buna göre 1 hektar alanda toprakta yaklaşık 78 Mg, ölü örtüde yaklaşık 5,8 Mg ve toprak + ölü örtü havuzunda yaklaşık 84 Mg organik C depolanmaktadır. Ancak gerek toprak gerekse ölü örtü verilerine ait varyasyon katsayısı çok yüksektir. Örneğin, orman topraklarındaki organik C miktarı 0,8-448 Mg ha<sup>-1</sup>, ölü örtüdeki organik C miktarı ise 0,3-42 Mg ha<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Tolunay ve Çömez 2008).

Bitkisel kütlede biriken yıllık ve toplam C miktarının saptanması nispeten daha kolay olup, genellikle göğüs yüksekliğindeki çapa (GYÇ) bağlı olarak geliştirilen ve bitkisel kütle değerlerini veren formüllerle belirlenebilmektedir (Çömez 2010, Durkaya 1998, Durkaya ve diğ. 2010, Zianis ve diğ. 2005). Topraklarda ise C birikimini çok sayıda değişkenin etkilemesinden dolayı topraklarda biriken C miktarlarını belirlemek oldukça zordur (Lal 2005, Tolunay ve Çömez 2008). Bölge ya da ülke ölçeğinde topraktaki organik C stoklarının tahmininde farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemlerin bir kısmında toprak grupları haritalarından yararlanılarak ilgili toprak grubundaki birim alandaki C stoğu ölçülmekte ve ülke düzeyine genelleştirilmektedir (Morisada ve diğ.

2004).

### **1.2.8. Kök**

Belirli bir sıklığa sahip orman alanlarında tek tek ağaçların köklerinin çıkarılması oldukça zordur. Toprak üstü kısmı kesilen ağacın kök kısmı çıkarılırken kök etrafında belirli bir alanda toprak açılmakta ve açığa çıkan kök kısmı kesilerek veya iş makinesi yardımıyla halatla çekilip kopartılarak çıkarılmaktadır. Köklerin uzantısı ise yine etrafındaki diğer ağaçlardan gelen kökler ve toprak kısmı kazılarak tek tek çıkarılmaya çalışılmaktadır (Çömez 2010). Kök uzunluğu arttıkça çevresindeki diğer ağaçların kökleriyle karışma olasılığı artmakta ve örnekleme giderek zorlaşmaktadır. Bu gibi durumlarda kök kütesinin tahmini daha düşük çıkabilir. Ayrıca tonlarca toprak içerisinden ince kök kısmı çoğu zaman yeterince örneklenememektedir. Bu nedenle özellikle kılcal kökler alınan toprak örnekleri içerisinde biyokütle kısmına değil toprak C'u kısmına dahil edilebilmektedir.

İnce kökler ( $\emptyset < 10$  mm) bir yıldan daha az bir zamanda ayrışabilmektedir. Bu nedenle yıl içerisinde özellikle vejetasyon mevsiminde birkaç kez örnekleme yapmak gerekebilir (Çömez 2010, Perry ve diğ 2008) veya durağan izotop  $^{13}\text{C}$  analizleri kullanılabilir (Ehleringer ve diğ. 1986, 87, Bernoux ve diğ. 1998). Ayrışma sırasında ayrıştırıcılar tarafından ağır izotop ayrımcılığı yapıldığından ağır izotop bakımından zenginleşen topraklar da döngü daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu bakımdan  $^{13}\text{C}$  OM'nin ayrışma dinamiğini belirleme de sık kullanılan yöntemlerden birisidir (Bernoux ve diğ. 1998).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. MATERYAL

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma sahaları Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan sahil kesimini temsilen doğu kayını ve Anadolu kestanesinin yayılış gösterdiği Bolu Orman Bölge Müdürlüğüne Bağlı Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'ndeki Kaplandede dağ kesitinden seçilmiştir (Şekil 2.1). Deredibi Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesiminde coğrafi olarak,  $40^{\circ} 07' 05'' - 41^{\circ} 05' 25''$  kuzey enlemleri ile  $31^{\circ} 03' 26'' - 31^{\circ} 12' 46''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 2.1). İşletme Şefliği Ormanları Akçakoca- Düzce yolunun batısında Akçakoca İlçesi'nin güney kısmında yer almaktadır. İşletme ormanlarının kuzey sınırını Karadeniz kıyı çizgisi oluşturmaktadır. Ormanlar yaklaşık 150 metre yükseltiden başlayıp 1100 metreye kadar çıkmaktadır (Şekil 2.2). Şeflik sınırları içerisinde kalan 12 bin ha sahanın yaklaşık % 40'ı ormanlarla kaplı olup bu ormanların tamamı saf kayın, kayın kestane karışık veya kayın ve diğer yapraklı türlerle karışık ormanlardan oluşmaktadır (Şekil 2.3).

İşletme şefliği sınırları içerisinde yaklaşık 5300 ha olan ormanlık alanın % 90'ı tam kapalı (% 71-100 kapalılığa sahip) ormanlardır. Toplam orman alanının % 40'a yakını doğu kayını ile diğer yapraklıların karışımından oluşmaktadır. Örnekleme alanlarının seçildiği (Çizelge 2.1) doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanı ise toplam orman alanın yaklaşık % 25'ini oluşturmaktadır. Bu sahalarda örnekleme alanları oluşturulurken kayın sahalarını temsilen kayının yoğunlukta olduğu, kestaneyi temsilen de kestane yoğunlukta olduğu yerler seçilmiştir. Toplamda 1300 ha olan doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanının yaklaşık % 70'i tam kapalı "c" ve "d" çağlarından (KnKscd3), % 30'u ise tam kapalı "b" ve "c" çağlarından (KnKSbc3) oluşmaktadır (Anonim 2011, Çizelge 2.2). Ağaçların gelişim çağları çap sınıfları esasına göre oluşturulmuştur ve "b" Sırlıklık Direklik Çağını ( $\emptyset = 8-19,9$  cm), "c" İnce Ağaçlık Çağını ( $\emptyset = 20-35,9$  cm) ve "d" Orta Ağaçlık Çağını ( $\emptyset = 36-51,9$  cm) temsil etmektedir. Amenajman planlarından elde edilen verilere göre doğu kayını Anadolu kestanesi karışık

ormanında kestane karışıma % 25 ile % 35 arasında katılmaktadır. Çizelge 2.2’de doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanlarındaki farklı çap sınıflarına ait ağaç sayıları ile yayılış alanlarına göre bütün karışımı temsil eden ağaç sayıları verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Düzce Akçakoca bölgesi doğu kayını (*Fagus orientalis*) Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*) karışık meşcerelerinden seçilen örnek alanların bakı, yükselti, eğim, meşcere tipi ve koordinatları.

Alan No	Yükselti basamağı	Bakı	Yükselti (m)	Eğim	Örnekleme alanı sayısı	Meşcere Tipi	Koordinatlar
D1	1	Doğu	450	% 40-60	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 59' 00,56" K 31° 08' 59,78" D
D2	2	Doğu	650	% 40-50	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 59' 11,01" K 31° 08' 45,40" D
D3	3	Doğu	800	% 30-40	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 59' 17,90" K 31° 08' 38,39" D
D4	4	Doğu	950	% 35-45	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 59' 03,30" K 31° 08' 26,00" D
B1	1	Batı	540	%50-60	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 58' 39,75" K 31° 05' 20,87" D
B2	2	Batı	660	% 40-50	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 58' 49,45" K 31° 05' 44,71" D
B3	3	Batı	850	% 40-50	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 58' 56,63" K 31° 06' 14,48" D
B4	4	Batı	1020	% 30-40	3 kayın + 3 kestane = 6	KnKscd3*	40° 58' 48,79" K 31° 07' 20,78" D

\* Kn = Kayın, Ks = Kestane, c= İnce ağaçlık çağı (Ø =20-35,9 cm), d = Orta ağaçlık çağı (Ø =36-51,9 cm), 3= Tam kapalı (% 71-100 arası kapalılığa sahip) orman.

**Çizelge 2.2.** Düzce Akçakoca bölgesi kayını (*Fagus orientalis*) Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*) karışık meşcerelerinde farklı meşcere tiplerine göre ağaç sayıları.

Meşcere tipi	Ağaç Sayıları					
	Kayın			Kestane		
	b	c	d	b	c	d
<b>KnKscd3</b>	179	103	51	107	79	17
<b>KnKsbc3</b>	603	90	22	250	91	4
<b>KnKscd3 (% 70)</b> <b>KnKsbc3 (% 30)</b>	306	100	42	150	83	13

\* Kn = Kayın, Ks = Kestane, b= Sırlıklık direklik çağı (Ø =8-19,9 cm) c= İnce ağaçlık çağı (Ø =20-35,9 cm), d = Orta ağaçlık çağı (Ø =36-51,9 cm), 3= Tam kapalı (% 71-100 arası kapalılığa sahip) orman.



Google earth

mil 1000  
km 2000



Google earth

mil 1  
km 1

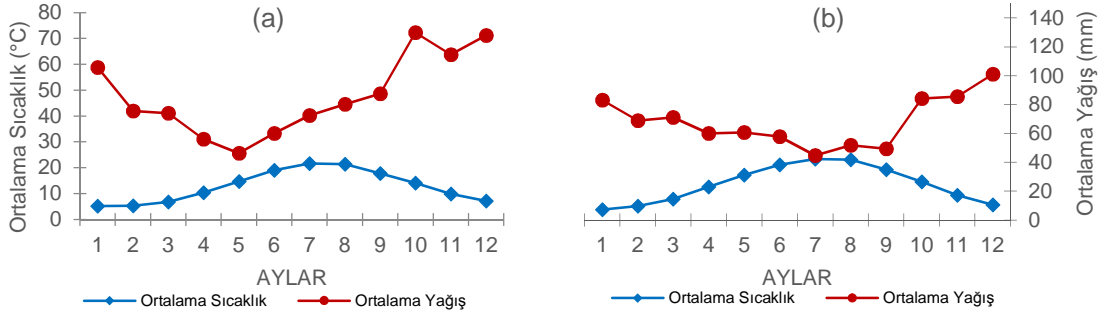


**Şekil 2.1.** Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'nin konumu ve doğu-batı doğrultusunda uzanan örnekleme alanları (D1: 450-600m Doğu Bakı, D2: Doğu Bakı 600-750m, D3: Doğu Bakı 750-900m, D4: Doğu Bakı 900-1050m, B1: Batı Bakı 450-600m, D2: Batı Bakı 600-750m, B3: Batı Bakı 750-900m, B4: Batı Bakı 900-1050m).



### 2.1.2. İklim

Araştırma sahaları Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer almakta olup genel olarak Orta-Karadeniz bölgesinden daha fazla Doğu-Karadeniz bölgesinden ise daha az yağış almaktadır (Özyuvacı 1999). Araştırma sahasına en yakın meteoroloji istasyonları Akçakoca ve Düzce meteoroloji istasyonlarıdır. Akçakoca Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen verilere göre Akçakoca'nın ortalama sıcaklığı 13 °C ve ortalama yıllık yağış miktarı 1070 mm civarındadır. Düzce Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen verilere göre Düzce'nin ortalama sıcaklığı yine 13 °C, ortalama yıllık yağış ise 820 mm'dir. Ortalama sıcaklık ve yağış değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulan Walter İklim Diyagramı'na göre çalışma alanlarında su açığının görülmemesine rağmen yaz aylarında ortalama yağış miktarı diğer aylara göre önemli oranda düşmektedir (Şekil 2.4).



**Şekil 2.4.** Çalışma sahasına en yakın Akçakoca (a) ve Düzce (b)'ye ait verilerden oluşturulmuş Walter (1970) İklim Diyagramı.

Deneme sahaları 450 m yükseltiden başlayıp 1050 m yükseltiye kadar çıktığından Akçakoca ilçesinde ölçülen değerler en alt yükselti basamağını temsil etmekte yükselti arttıkça toplam yağış artmakta, ortalama sıcaklık düşmekte ve kışlar daha sert geçmektedir. Dolayısıyla vejetasyon dönemi yükseltiye bağlı olarak kısalmaktadır.

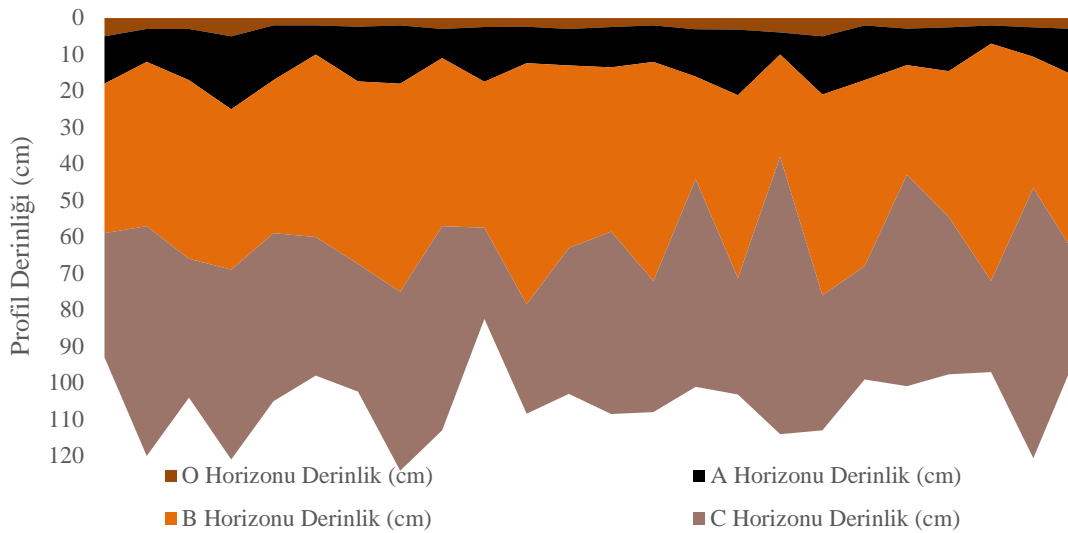
### 2.1.3. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri

Çalışma sahalarının bulunduğu bölge genel olarak Üçüncü zamanın 55-33,7 milyon yıl öncesini kapsayan eosen bölümüne ait volkanik oluşumlar içermektedir. Volkanik anakayalar genel olarak bazalt ve andezitten oluşup tabanda bazalt özelliğindeki volkanitler üste doğru andezit özelliği kazanmaktadır (Çoban 1988). Kuzey kesimlerde denize yakın olan yerler ile güneyde bazı yerler gevşek alüviyal yataklardan oluşmuştur (Anonim 2005). Güney yamaçlarda Pleistosen Alüvyonu, kuzeye doğru Eosen-kalker kumlu şist ve andezit alanları bulunmaktadır (Yaltırık ve diğ. 1953). Çoban (1986)'a göre

yaygın kil mineralleri illit ve klorit olup kaolinit ve klorit-vermiküllit karışık katmanı daha düşük oranda görülmektedir. Farklı seviyelerde çok az bulunan muskovit, feldspat ve kuvars kil mineralleri ile birlikte görülmektedir.

Çalışma sahalarında açılan toplam 24 adet toprak profilinde yapılan ölçümler sonucunda toprak derinliğinin genelde 70-80 cm'den fazla olduğu ve çoğu yerde 100 cm'yi geçtiği belirlenmiştir. Horizonlar incelendiğinde ise O horizonunun 2-3 cm, A horizonunun 10-15 cm, B horizonunun 50-60 cm ve C horizonunun 30-40 cm olduğu ölçülmüştür (Şekil 2.5). Taşlılık genel olarak % 50-60 civarındadır.

Yapılan fiziksel analizlere göre toprak türü genel olarak balçık toprak olmakla birlikte, yer yer kil, killi balçık ve kumlu balçık toprak arasında değişmektedir. Toprak asidik toprak özelliği göstermekte, pH 4,5-6,5 arasında değişmekle beraber, ortalama pH 5,5 civarındadır. Toprağın Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) üst toprakta (0-20 cm) yaklaşık 30  $\text{Cmol}_c \text{kg}^{-1}$ , alt toprakta (20-50 cm) ise 15-20  $\text{Cmol}_c \text{kg}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Çalışma sahalarının toprakları USDA toprak sınıflandırma sistemine (Buol ve diğ. 1989) göre Inceptisol toprak sırasının Typic Haplumbrepts alt sınıfı olarak sınıflandırılabilir (Kantarıcı, 2000, Yıldız ve diğ. 2007-2010). Bu topraklar eski Avrupa ve Amerika sınıflandırmasına göre asit kahverengi orman toprakları olarak adlandırılmaktadır (Tavernier ve Smith 1957, Yıldız ve Esen 2006, Yıldız ve diğ. 2010).



**Şekil 2.5.** Çalışma sahasının yer aldığı Akçakoca Kaplandede dağ kesitinden kazılan 24 toprak profilinden elde edilen toprak profili kesiti örneği.



#### 2.1.4. Bitki Örtüsü

Araştırma sahaları Avrupa-Sibirya (Euro-Siberian) flora bölgesinin Öksin (Euxin) kesiminde yer almaktadır (Anşin 1983, Atalay 1994). Bölge içerisinde yer alan 5283,3 ha ormanlık alanın % 40'a yakını doğu kayını doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve % 60'ı ise doğu kayını + Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ve diğer yapraklı türlerin karışımından oluşmaktadır. Doğu kayını yaklaşık 1,96 milyon ha ile yayılış bakımından Türkiye'deki ağaç türleri arasında 4. sırada bulunmakta, Anadolu kestanesi de yaklaşık 111 bin ha sahada yayılış göstermekte ve yayılış bakımından ağaç türleri arasında 11. sırada bulunmaktadır (Anonim 2012). Bölgedeki toplam orman alanının yaklaşık % 40'lık kısmını oluşturan (1300 ha) doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanının yaklaşık % 70'i tam kapalı "c" ve "d" çağlarından (KnKscd3), % 30'u ise tam kapalı "b" ve "c" çağlarından (KnKSbc3) oluşmaktadır (Anonim 2011).

Araştırma sahalarının bulunduğu ormanın üst tabakasında yer alan kayın ağaçları genelde 20-50 cm ve üzeri çaplarda olup kapalılık % 71-100 arasında değişmektedir. Bu ağaç türüne yaklaşık % 25-35 oranında kestane (*Castanea sativa* Mill) katılmaktadır. Alt tabakada ise genellikle mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* Lipsky) bulunmaktadır. Az miktarda orman sarmaşığı (*Hedera helix* Lipsky) ile çoban-püskülü (*Ilex aquifolium* Lipsky) orman gülünün bulunmadığı kısımlarda ise otsu bitkilerden eğrelti (*Pteridium aquilinum* (Lipsky) Kuhn), ingiliz çimi (*Lolium perenne* Lipsky), sarmaşık (*Tamus communis* Lipsky), mürver (*Sambucus ebulus* Lipsky), Noel gülü (*Helleborus orientalis* Lipsky) ve sütleğen (*Euphorbia amygdaloides* Lipsky) görülmektedir.

## 2.2. YÖNTEM

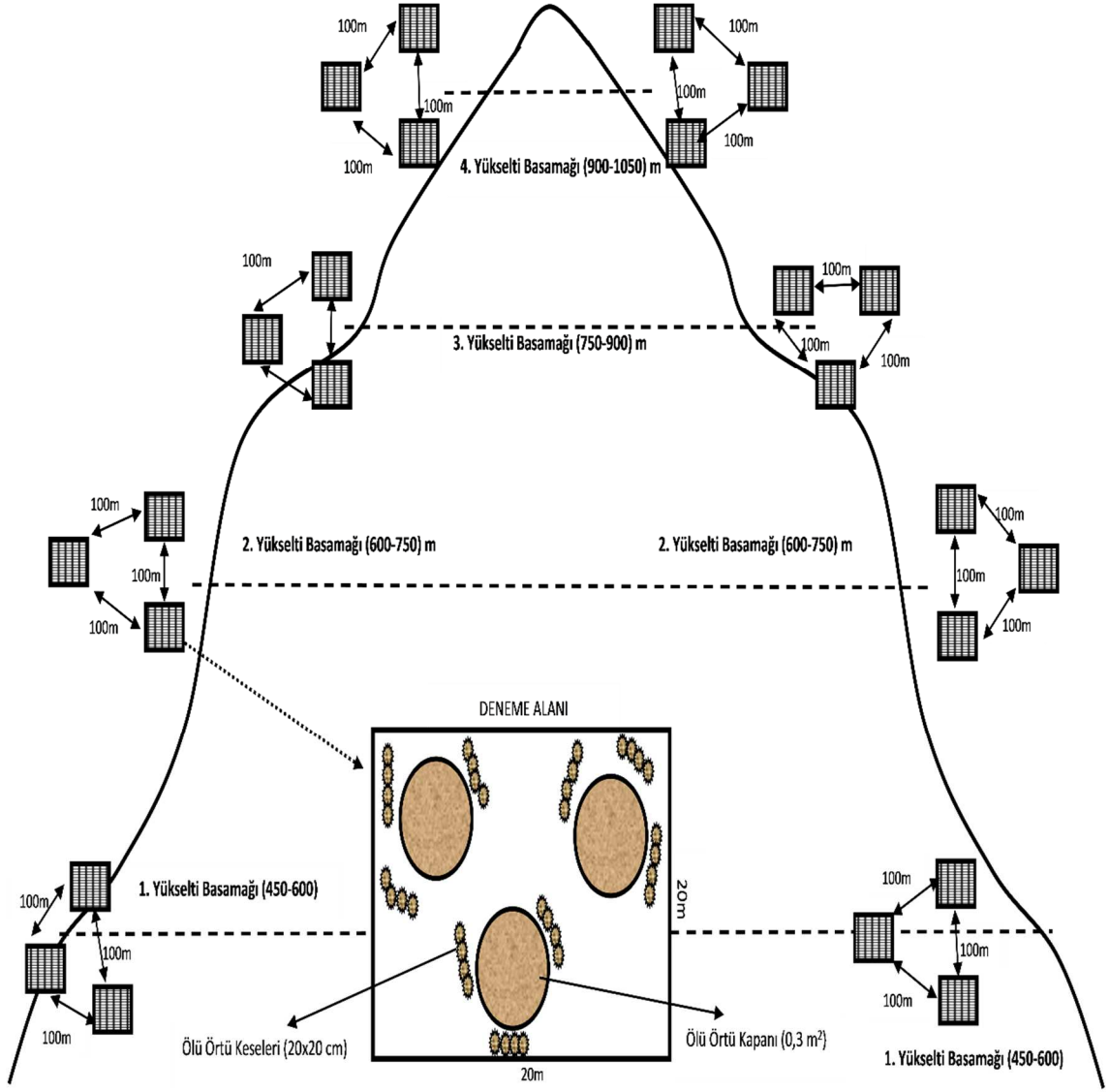
### 2.2.1. Çalışmanın Kuruluş Aşaması

Çalışma alanında meşcere tipi genelde doğu kayını ve % 25-35 oranında karışıma giren Anadolu kestanesinden oluşmaktadır. Çalışmada, Batı Karadeniz iklim bölgesi içinde kıyı kesimini temsilen (daha yağışlı ve ılıman) Bolu Orman Bölge Müdürlüğüne Bağlı Akçakoca Orman İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'ndeki Kaplandede dağ kesitinden seçilmiştir. Örnekleme alanları tam kapalı (% 71-100 kapalılığa sahip) "c (Ø= 20-35,9 cm)" ve "d (Ø= 36-51,9 cm)" çağlarından oluşan kayın kestane karışık ormanlarından (KnKscd3) seçilmiştir (Çizelge 2.1) ve bu karışık ormanlar işletme

sınırları içerisindeki toplam orman alanının yaklaşık % 25'ini oluşturmaktadır. Seçilmiş olan  $20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$  büyüklüğündeki örnekleme alanları, 2010 yılı eylül ayı başlarında, iki hakim bakı ve dört yükselti basamağında kayın ve kestanenin yayılış gösterdiği yerlerde oluşturulmuştur (Çizelge 2.1). Örnekleme alanları her bir yükselti basamağında kayın sahalarını temsilen kayının yoğun olduğu ve kestane sahalarını temsilen de kestanenin yoğun olduğu (grup oluşturduğu) yerlerde 3'er tekrarlı ve örnekleme alanları aralarında en az 100 m mesafe olacak şekilde doğu ve batı bakıları doğrultusunda 4 yükselti basamağına kurulmuştur. Yükselti basamakları;

1. Yükselti Basamağı: 450-600 m arası,
2. Yükselti Basamağı: 600-750 m arası,
3. Yükselti Basamağı: 750-900 m arası,
4. Yükselti Basamağı: 900-1050 m arası olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 2.6, Çizelge 2.1).

Dolayısıyla kayın için 2 bakı x 4 yükselti x her yükseltide 3 tekrar = 24 örnek alan, kestane için aynı şekilde 2 bakı x 4 yükselti x her yükseltide 3 tekrar = 24 örnek alan oluşturulmuştur. Toplamda 2 bakı x 4 yükselti x 2 tür x 3 tekrar = 48 örnekleme alanı oluşturulmuştur. Örnekleme alanlarının seçiminde zarar görmüş, yollara yakın ya da sahayı temsil etmeyen kesimlerden kaçınılmıştır.



**Şekil 2.6.** Akçakoca Deredibi Orman İşletme Şefliği'ndeki Kaplandede dağ kesitinde iki farklı bakı (doğu, batı) ve dört yükselti basamağına kurulan örnek alanları.

#### 2.2.1.1. Ölü Örtü Kapanlarının Kurulumu

Dökülen ölü örtüyü toplamak üzere laboratuvarıda hazırlanan 0,3 m<sup>2</sup> alana ve 1 m derinliğe sahip ölü örtü kapanları 2010 yılı Eylül ayı ortalarında her bir yükselti basamağında oluşturulan örnek alanlarda rasgele yerlere 3'er adet gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2.7). Her bir tür için 3 ölü örtü kapağı x 24 örnek alan = 72 ölü örtü kapağı ve toplamda 72 ölü örtü kapağı x 2 tür = 144 ölü örtü kapağı kurulmuştur. Kapanlar kurulurken düzeçlerle orman zeminine paralel olması sağlanmıştır. Ayrıca kapanlar, ölü örtünün biriktiği filenin yerden en az 10 cm yukarıda kalmasını sağlayacak şekilde kurulmuştur.



**Şekil 2.7.** Ölü örtü kapanlarının kurulumu

### 2.2.1.2. Ölü Örtü Keselerinin Yerleştirilmesi

Kapanlarla toplanan ölü örtü laboratuvarda önce hava kuru hale gelinceye kadar kurutulmuş, daha sonra alt örnekler alınarak kurutma fırınında 65 °C’de 48 saat kurutulup ve tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir.

Ayrışma deneyleri için, 1 mm’lik gözeneklere sahip fiberglas sinek telleri kullanılarak hazırlanan, 20 x 25 cm boyutlarında ölü örtü keselerine hava kuru hale getirilen ölü örtü yaprak örneklerinden 5’er gram yerleştirilmiştir (Şekil 2.8). Hazırlanan bu keseler 2011 Nisan ayı içerisinde, 4 zaman periyodunda (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yılsonu ve 2. yılsonu) toplanmak ve 3 tekrarlı olmak üzere, arazide orman zemininde ölü örtü ve mineral toprak arasına yerleştirilmiştir (Şekil 2.9). Dolayısıyla her örnek alana 4 zaman periyodu x 3 tekrar x 2 tür (kayın-kestane) = 24 ölü örtü kesesi ve sahalara toplamda 24 ölü örtü kesesi x 48 örnek alan = 1152 ölü örtü kesesi yerleştirilmiştir.



**Şekil 2.8.** Ölü örtü keselerinin hazırlanması



**Şekil 2.9.** Ölü örtü keselerinin orman zeminine yerleştirilmesi.

## **2.2.2. Örneklerin Toplanması ve Analizleri**

### *2.2.2.1. Ölü Örtü Kapanları*

Kapanlara biriken ölü örtünün toplama işlemleri 2010 ve 2011 yılı sonbahar bitimine kadar devam etmiştir ve her iki yılın aralık ayında tüm yaprak dökümü bitince sonlandırılmıştır. Kapanlara biriken örnekler arazide her bir kapanın örneği ayrı çuvala konularak laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara getirilen ölü örtü örnekleri terazide tartıldıktan sonra alt örnekler alınarak kurutma fırınında 65 °C’de 48 saat kurutulmuş ve tekrar tartılarak kuru madde oranları belirlenmiştir. Bu oranlar kapanlarda biriken örneklere uygulanarak hektardaki toplam DÖM her iki yıl için ayrı ayrı hesaplanmış ve iki yılın ortalaması alınarak tüm sahalar için hektara dökülen ölü örtü miktarları kg olarak belirlenmiştir. Kurutulan örnekler daha sonra kahve öğütücülerinde öğütülüp toz halinde analizlere hazır hale getirilmiştir. Öğütülen ölü örtü örneklerinden alt örnekler alınarak kül fırınında 550 °C de 3 saat yakılarak kül miktarları belirlenmiş ve bütün kütle hesapları kül dışı ağırlık olarak hesaplanmıştır (Harmon 2009).

Dökülen ölü örtünün C ve N yoğunlukları kuru yakma yöntemiyle CN makinesi (LECO Truspec 2000) kullanılarak belirlenmiştir. C ve N yoğunlukları belirlenen ölü örtünün içerdiği toplam C ve N miktarı aynı örneklerin kütle miktarları kullanılarak hektar bazında kg olarak hesaplanmıştır. Örneklerin lif oranlarının belirlenmesi için Asit Deterjan Fiber (ADF) Yöntemi kullanılmış ve bu yöntemin devamı olan ADF Sülfürik Lignin Yöntemi ile de lignin ve selüloz oranları belirlenmiştir (Van Soest 1963, Van Soest ve Wine 1968, Roberts ve Rowland 1998).

ADF metodunda önce 50 g Cetyltrimethyl ammonium bromide 5 litrelik 0,5M Sülfürik Asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) içerisinde çözdürülmüştür. Hava kurusu hale getirilip öğütülen yaprak

örneğinden 0,5 g alınarak 250 ml'lik erlenler içine konulup (W1) üzerine 100 ml CTAB çözeltisi ilave edilip üzerine de köpürmeyi engellemek için birkaç damla octan-2-ol damlatılmıştır. Erlenlerin üzeri saat camı ile kapatılarak hot plate üzerinde 1 saat düşük sıcaklıkta kaynatılmıştır. Kaynamış malzeme sıcakken daha önceden darası alınmış vakum düzeneği üzerinde bulunan No.2 gooch kroze (W2) vakum düzeneği çalışır vaziyette iken boşaltılmıştır. Erlen içerisinde örnek kalmayacak şekilde saf su ile yıkanarak kroze içine boşaltılmıştır. Kroze içerisindeki örnek 3x50 ml kaynar saf su ile akan suda renk kalmayınca kadar yıkanmıştır. Örnek kuruyana kadar vakumlama işlemi devam ettirilip daha sonra 105 °C fırında iki saat kurumaya bırakılmıştır. Yaklaşık 2 saat sonunda örnekler desikatörde birkaç saat soğumaya bırakılıp krozeyle birlikte tartılmıştır (W3). Örneklerdeki lif miktarı (%) yukarıda belirtilen W1, W2 ve W3 değerleri Denklem 2.1'de yerine konarak hesaplanmıştır.

$$\text{ADF (\%)} = (\text{W3} - \text{W2}) \times 100 / \text{W1} \quad (2.1)$$

Lif miktarının hesabından sonra ADF Sülfürik Lignin Yöntemi ile % Lignin ve % Selüloz hesaplanmıştır. Bunun için önce % 72 (w/v) (ağırlık/hacim)'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi hazırlanmıştır. Yaklaşık 15°C dereceye kadar soğutulan % 72'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> örneğin bulunduğu gooch kroze yarısına kadar dolacak şekilde ilave edildikten sonra cam baget ile karıştırılarak örneğin tamamen asitle karışması sağlanmıştır. Vakum seti üzerinde vakum pompası çalıştırılmadan örneklerdeki asidin yavaş yavaş süzülmesi sağlandıktan sonra işlem bir kez daha tekrarlanmıştır. Yaklaşık 3 saat sonra vakum pompası çalıştırılarak örnekler kaynar saf su ile yıkanarak asitten arındırılmıştır. Yaklaşık 500 ml kaynar saf su ile yıkama işlemi yapıldıktan sonra turnusol kağıdı ile asit kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir. Renk değişimi olmadığı zaman işlem tamamlanmış olarak kabul edilmiştir. Cam baget ve örnekler asetonla yıkandıktan sonra kurutma fırınında 105°C'de 2 saat kurutulmuştur. Fırından çıkarılan gooch kroze içerisindeki örnekler soğutulduktan sonra krozeyle birlikte tartılmıştır (W4). Örnekler yakma fırınında 550°C de 2 saat yakıldıktan sonra desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Yaklaşık 2 saat sonra soğuyan örnekler krozeyle birlikte tartılmıştır (W5). Elde edilen bu değerler denklem 2.2 ve 2.3'de yerlerine konularak örneklerin lignin ve selüloz (%) değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{LIGNIN (\%)} = (\text{W4} - \text{W5}) \times 100 / \text{W1} \quad (2.2)$$

$$\text{SELÜLOZ (\%)} = (W3 - W4) \times 100 / W1 \quad (2.3)$$

Elde edilen lignin değerleri kullanılarak da ölü örtünün C/lignin ve Lignin:N oranları belirlenmiştir.

#### 2.2.2.2. Ölü Örtü Keseleri

Örnekleme alanlarına 2011 Nisan ayı içerisinde yerleştirilen ölü örtü keseleri 4 ayrı zaman periyodu sonunda toplanmıştır. İlk toplama keseler sahaya yerleştirilmesini takiben 3. ayın sonunda Temmuz 2011’de, ikinci toplama 6. ayın sonunda Kasım 2011’de, üçüncü toplama 15. ayın sonunda (1. yılın sonunda) Temmuz 2012’de ve son toplama 27. ayın sonunda (2. yılsonu) Temmuz 2013’de gerçekleştirilmiştir. Araziden toplanan örneklerin laboratuvara taşınması sırasında ufalanmış ölü örtü örneklerinin keselerin gözeneklerinden düşerek kaybolmasını önlemek için toplanan örnekler kilitli naylon poşetler içerisine yerleştirilerek taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler çıkarılarak keselerin dış yüzeyine yapışmış toprak, yosun vb. materyaller yumuşak uçlu fırça yardımıyla temizlenmiş ve daha sonra en az bir hafta beklenerek hava kurusu hale gelmeleri sağlanmıştır. Hava kurusu hale gelen örnekler kese kağıtlarına konarak kurutma fırınında 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tartılarak kuru madde oranları belirlenmiştir. Kurutulan örnekler daha sonra kahve öğütücülerinde öğütülüp toz halinde analizlere hazır hale getirilmiştir. Öğütülen ölü örtü örneklerinden alt örnekler alınarak kül fırınında 550 °C de 3 saat yakılarak kül miktarları belirlenmiş ve bütün kütle hesapları kül dışı ağırlık olarak belirlenmiştir (Harmon 2009).

Ölü örtüde meydana gelen kütle kaybı oranları her bir dönem sonunda kalan kütlenin başlangıçtaki kütleyle bölünmesi ile bulunmuş ve daha sonra basit üssel ayrışma modeli için kullanılan denklemler (Denklem 1.4; Denklem 1.5)’de bu oranlar uygulanarak ölü örtü ayrışma katsayısı olan “k” değerleri hesaplanmıştır. Denklem 1.3 kullanılarak OM’nin ortalama dönüşüm süreleri 1/k formülüyle hesaplanmış ve OM’nin % 95 inin ayrışması için geçmesi gereken süreler 3/k formülü kullanılarak belirlenmiştir. Bütün ölü örtü kese örneklerinde, ölü örtü kapanları kısmında belirtilen yöntemler aynı şekilde kullanılarak, C, N, lignin, selüloz ve lif analizleri yapılmıştır.

#### 2.2.2.3. Taze Yapraklar

Her bir örnekleme alanından yaprak dökümünden 3 ay önce bölge için uygun örnekleme dönemi içerisinde bulunan Temmuz ayında kesilen kayın ve kestane ağaçlarının tepe

taçlarından yeşil yapraklar toplanmıştır. Arazide toplanan yeşil yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek kuru madde oranları, kül miktarları hesaplanmıştır. Ölü örtü kapanlarındaki yaprak örneklerinde yapılan C, N, lignin, selüloz ve lif analizleri yeşil yaprak örnekleri için de aynı yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

#### 2.2.2.4. Orman Zeminindeki Ölü Örtü

Her bir örnek alandan rastgele noktalarda oluşturulan 30 x 30 cm büyüklüğünde üç örnekleme ünitesinden mineral toprak üzerindeki ölü örtü tamamen toplanmıştır. Laboratuvara getirilen ölü örtü örneklerinden yine fırın kurusu hale getirildikten sonra kütle hesabı yapılmıştır. Örneklerin biyokütlesinden tüm sahadaki ortalama ölü örtü biyokütlesi  $Mg\ ha^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Örneklerdeki kül miktarı ile C, N, lignin, selüloz ve lif oranları yukarıda belirtilen diğer bitki örneklerindeki yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### 2.2.2.5. Toprak Örnekleri

Her bir yükselti basamağında kayın ve kestane karışık ormanını temsil edecek şekilde meşçere altlarından tahrip görmemiş alanlarda 3 adet toprak profili kazılmıştır. Toplamda ise 4 yükselti basamağı x 2 bakı x 3 profil = 24 toprak profili kazılmıştır. Açılan bu profillerde mutlak ve fizyolojik derinlik, taşlılık, strüktür, toprak türü ve anakayayla ilgili bilgiler toprak tanıtm tablolarına not edilmiştir. Sahalar arasında istatistiksel değerlendirme kolaylığı açısından toprak örnekleri derinlik kademelerinden alınmıştır. Toplamda 24 profil x 7 derinlik kademesi x 2 set örnek = 336 toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri profilin 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-75 ve 75-100 cm derinliklerinden 2 set olarak alınmıştır. İlk toprak seti 100 cm<sup>3</sup> lük silindirlerle (AMS soil core sampler) bozulmamış örnekler olarak alınmış ve hacim ağırlığı hesabında kullanılmıştır. İkinci toprak seti ise yine aynı noktalardan bir kürek yardımıyla yaklaşık 1,5 kg olarak alınmış ve fiziksel ve kimyasal analizler için kullanılmıştır.

Laboratuvara getirilen toprak örneklerinden hacim ağırlığı için olanı kurutma fırınında 105 °C'de 24 saat kurutulup hassas terazide tartıldıktan sonra toprağın hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Toprak örneklerinin tanecik bileşimi (tekstür) analizleri Bouyoucos Hidrometre Yöntemi'ne göre yapılmış (Day 1965), bulunan kum, kil ve toz oranlarına göre Amerikan Toprak Tekstür Üçgeni'nden (USDA 1987) yararlanılarak toprağın türü belirlenmiştir. Toprağın asitliğini belirlemek için hava kurusu toprak örnekleri 1/2,5



oranında saf su karışımı ile pH metre kullanılarak çözeltili asitliği olarak belirlenmiştir (Schofield ve Taylor 1955, Conyers ve Davey 1988, Thomas, 1996). Toprağın tuzluluğu dolaylı olarak elektrik iletkenliği değeri üzerinden belirlenmiştir. Elektrik iletkenliğini belirlemek için hava kurusu toprak örnekleri 1/5 oranında saf su karıştırılarak bir prob yardımıyla okumalar yapılmıştır (Rhoades 1996). Toprağın Organik Madde (TOM) içeriği ateşte kayıp yöntemine göre belirlenmiştir (Margesin ve Schinner 2005). Yöntem fırın kurusu toprak örneğinin 550 °C'de 4 saat süreyle yakılması esasına dayanır. Toprağın OM içeriği başlangıçtaki ağırlık ile yakma sonrası ağırlık arasındaki kütle farkının hesaplanmasıyla bulunur. Toplam C ve N yoğunlukları yakma yöntemi ile bir CN (LECO Truspec 2000) cihazı yardımıyla ile belirlenmiştir. Elde edilen OM, C ve N oranları ile toprağın hacim ağırlığı değerleri kullanılarak toprağın içerdiği OM, C ve N miktarları hektar bazında Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Toprağın katyon değişim kapasitesi (KDK) sodyum asetat yöntemiyle bulunmuştur (Sumner ve Miller 1996).

#### 2.2.2.6. Ağaç Biyokütle Örnekleri

Çalışma sahalarında kesim izni alınamadığı için kayın kestane karışık meşçerelerini temsil edecek şekilde bölge içerisinde yükselti ve bakı faktörü gözardı edilerek kesim yapılan farklı alanlardan “b”, “c” ve “d” çağlarından her bir tür için 8'er adet ağaç ve toplamda kayın için 24, kestane için 24 olmak üzere 48 adet ağaç kesilmiştir. Ağaçların gelişim çağları çap sınıfları esasına göre oluşturulmuştur ve “b” Sırlıklık Direklik Çağını (Ø= 8-19,9 cm), “c” İnce Ağaçlık Çağını (Ø= 20-35,9 cm) ve “d” Orta Ağaçlık Çağını (Ø= 36-51,9 cm) temsil etmektedir.

Kesilen örnek ağaçlar arazide dal, yaprak, gövde ve kök kısımlarına ayrılıp, ayrı ayrı tartıldıktan sonra alt örnekleme yapılarak laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler hassas terazide tartıldıktan sonra kurutma fırınında 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tekrar tartılarak kuru madde oranı belirlenmiştir. Bu oranlar arazide tartılan değerlere uygulanarak kesilen her bir ağaç için toplam dal, yaprak, gövde, kök biyokütelleri ayrı ayrı hesaplanmış ve ağaçların toplam toprak altı ve toprak üstü biyokütelleri hesaplanmıştır. Belirlenen biyoküteller hektardaki ağaç sayısı ile çarpılarak hektar bazında tüm çap sınıflarının ortalama biyokütelleri hesaplanmıştır. Bu işlemlerden sonra bütün örnekler öğütme değirmenlerinde öğütülüp analizler için hazır hale getirilmiştir. Ağaç bileşenlerindeki C ve N analizleri yukarıda belirtilen ve biyokütle örnekleri için kullanılan analiz yöntemleri uygulanarak yapılmıştır. Daha sonra

biyokütle değerleri, hektardaki ağaç sayısı ve ağaç bileşenlerinden elde edilen C ve N değerleri kullanılarak biyokütledeki toplam C ve N içerikleri hektar bazında Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yaprakların içerdiği C yoğunlukları ayrışma deneylerinde yeşil yaprakların içerdiği C yoğunluğu olarak kullanılmıştır.

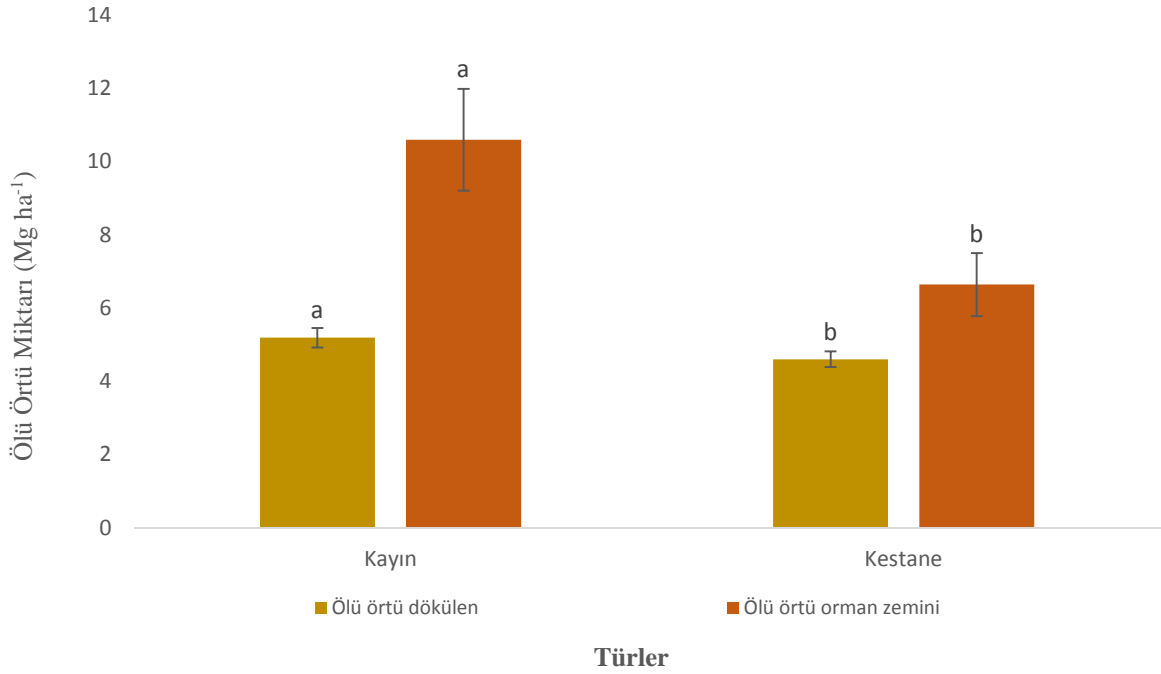
### **2.3. İSTATİSTİKİ ANALİZLER**

Değişkenler arasındaki ilişkilere örnekleme desenine uygun olarak varyans analizi (ANOVA) yapılarak bakılmıştır. Ayrışma deneylerinde regresyon analizleriyle hesaplanan ayrışma katsayısı sabiti “k” değerleri ve substrat (besin) içeriklerinin periyodlar arasındaki ilişkileri tekrarlı ölçüm analizi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca “k” değeri ile substrat arasındaki ilişki korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir. DÖM ve OZÖM’nin bakı ve yükselti arasındaki ilişkiler varyans analizi, topraktaki C ve N yoğunlukları ile miktarlarının bakı, yükselti ve derinlik arasındaki ilişkiler varyans analizi yapılarak incelenmiştir. Ağaçların GYÇ ile biyokütle ve C miktarları arasındaki ilişki regresyon analizi yapılarak incelenmiştir. İstatistiki olarak önemli farklılıklar bulunan değişkenler için ortalamaları ayırma işlemi olarak Tukey’in HSD testi  $\alpha = 0.05$  güven düzeyinde uygulanmıştır. Bütün istatistiki analizler için SAS (Statistical Analysis Software, 1996) programından yararlanılmıştır. Sonuçların  $P < 0,05$  güven düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu kabul edilmiştir.

### 3. BULGULAR

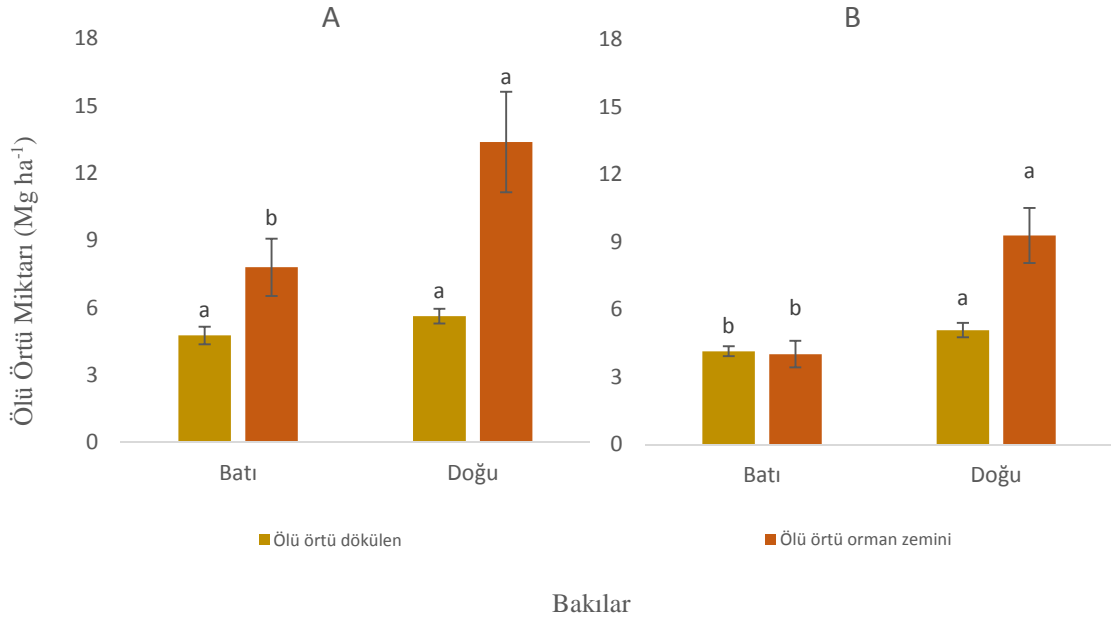
#### 3.1. ÖLÜ ÖRTÜ

Kayın ve kestane meşçereleri yıllık dökülen (DÖM) ( $P = 0,039$ ) ve orman zeminindeki ölü örtü (OZÖM) ( $P = 0,0026$ ) miktarları bakımından önemli farklılıklar göstermiştir. Kayın sahalarının yıllık DÖM ( $5,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) ve OZÖM ( $10,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) değerleri kestane sahalarındakinin yaklaşık sırasıyla 1,1 ve 1,7 katı olarak ölçülmüştür (Şekil 3.1).



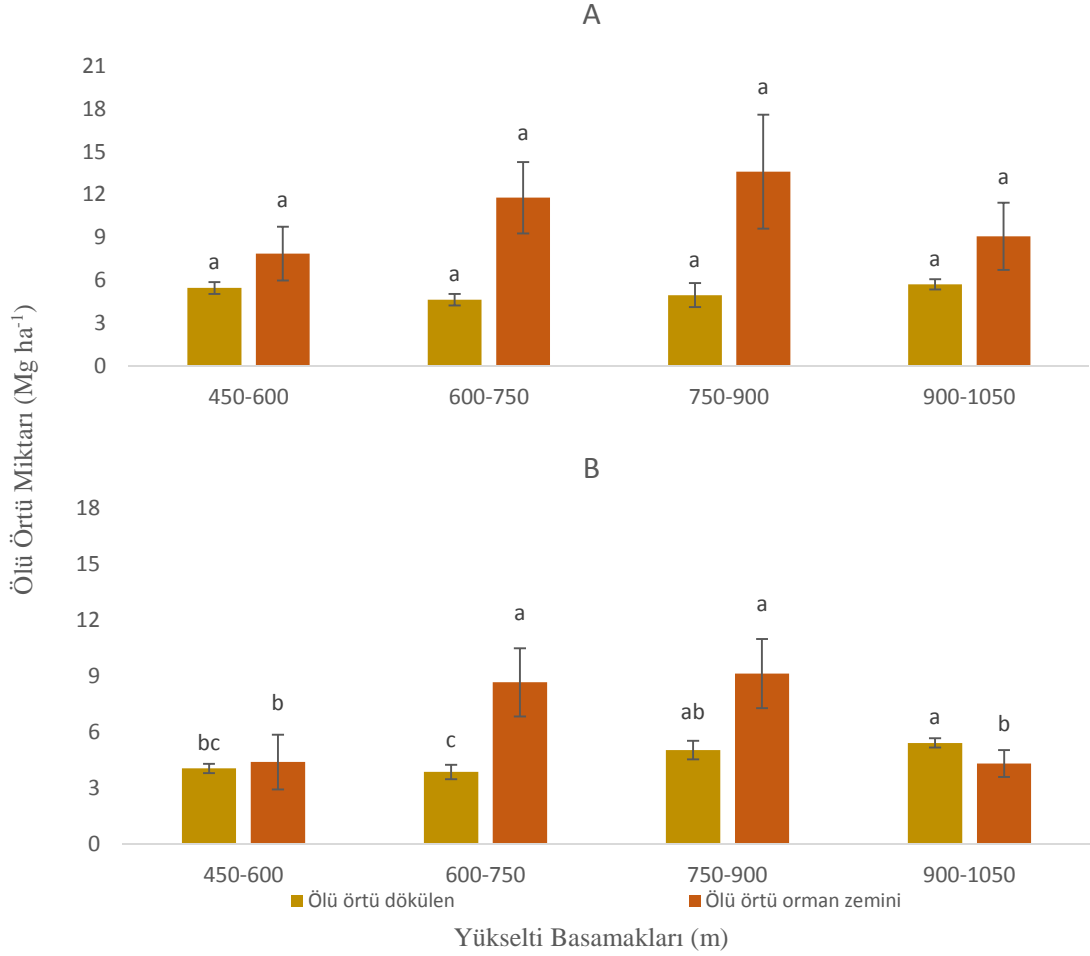
**Şekil 3.1.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dökülen ve orman zemini ölü örtü miktarı ortalamaları ve  $\pm$  standart hataları. Kayın ve kestane türlerinde aynı değişkenin ortak harflerle takip edilen ortalamaları  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Kayın sahalarında OZÖM doğu bakıda ( $5,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) batı bakıdakinden yaklaşık 1,7 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir ( $P = 0,0187$ ; Şekil 3.2A). Kestane meşçerelerinde ise DÖM ( $P = 0,0037$ ) ve OZÖM ( $P = 0,0001$ ) doğu bakıda batı bakıya göre sırasıyla 1,2 ve 2,3 kat daha fazla ölçülmüştür (Şekil 3.2B).



**Şekil 3.2.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinde farklı bakılarda yıllık dökülen ve orman zemini ölü örtü miktarı ortalamaları ve  $\pm$  standart hataları. Aynı türün aynı değişkeninin farklı bakılardaki ortak harflerle takip edilen ortalamaları  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Kayın sahalarında ölü örtü miktarları yükselti basamaklarına bağlı olarak bir farklılık göstermezken (Şekil 3.3A), kestane sahalarında DÖM ( $P = 0,0024$ ) ve OZÖM ( $P = 0,0018$ ) değerleri yükselti basamaklarına göre farklılık göstermiştir. Kestane sahalarında yıllık ölü örtü dökülmesi  $3,9 \text{ Mg ha}^{-1}$  ile en az ikinci yükselti basamağı olan 600-750 m yükselti basamağında olup bu değer en fazla dökülmenin ölçüldüğü dördüncü yükselti basamağı olan 900-1050 m aralığındaki sahalardakinden yaklaşık % 28 daha düşüktür. OZÖM değerinin ortadaki iki ve üçüncü yükselti basamaklarında ( $8,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  ve  $9,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), en alt ve üst noktadaki sahalardakinin yaklaşık iki katı olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.3B).



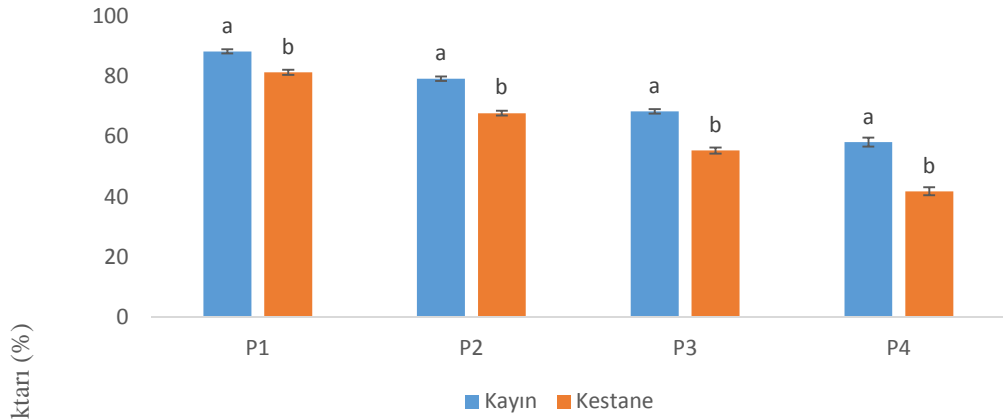
**Şekil 3.3.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinde farklı yükselti basamaklarında yıllık dökülen ve orman zemini ölü örtü miktarı ortalamaları ve  $\pm$  standart hataları. Aynı değişkenin ortak harflerle takip edilen ortalamaları  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

## 3.2. ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI

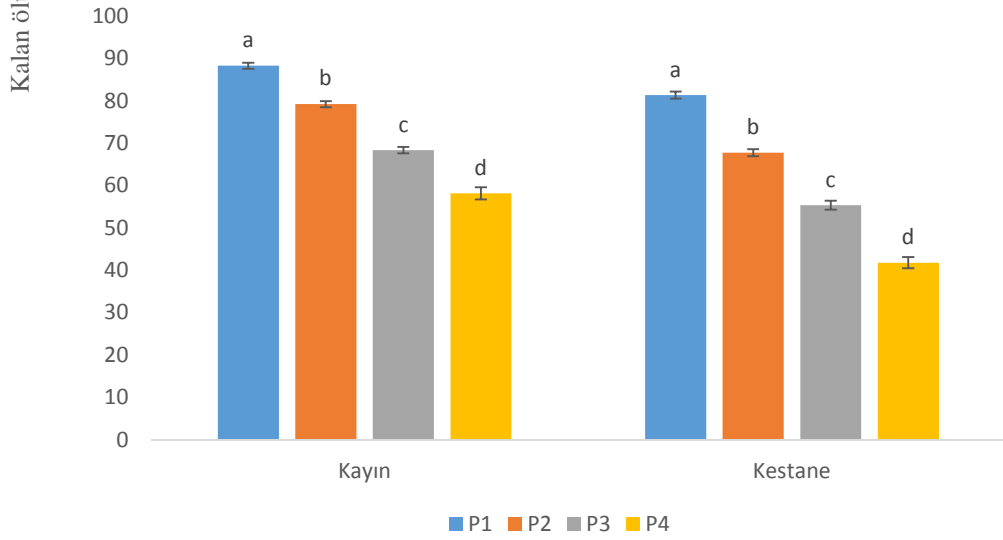
### 3.2.1. Ölü Örtü Kalan Kütle

Çalışma sahalarındaki ayrışma dört zaman periyodunda incelenmiştir. Burada Periyot 1 (P1): 3. ay sonunu, Periyot 2 (P2): 6. ay sonunu, Periyot 3 (P3): 1. yılsonunu (15 ay) ve Periyot 4 (P4): 2. yılsonunu (27 Ay) ifade etmektedir. Yapılan istatistiki analiz sonucu her bir periyotta ayrışmadan geriye kalan kütle miktarları türler arasında farklılık göstermiştir (her dört periyod için de  $P<0,0001$ ). Kestane sahalarında her bir zaman periyodunun sonunda toplam kütle miktarının sırasıyla % 81, % 68, % 55 ve % 42'sinin kaldığı, kayın sahalarında ise yüzde kalan kütle miktarlarının kestane sahalarından yaklaşık sırasıyla 1,1, 1,2, 1,2 ve 1,4 kat daha fazla olduğu bulunmuştur (Şekil 3.4). Her

iki tür ayrı ayrı incelendiğinde hem kayın ( $P < 0,0001$ ) hem kestane ( $P < 0,0001$ ) türünde kalan kütle miktarları periyotlar arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar göstermiştir (Şekil 3.4). Kayın türünde üçüncü ay sonunda yaprakların yaklaşık % 88'i, kestane % 81'i kalırken, ikinci yılsonunda kayının yaklaşık % 58'i, kestane de yaklaşık % 42'sinin kaldığı belirlenmiştir. Böylece kestane yapraklarında meydana gelen kütle kaybının, kayın yapraklarından daha hızlı olduğu ve dolayısıyla ayrışmanın da daha hızlı olduğu belirlenmiştir.



Not: Aynı zaman periyodunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

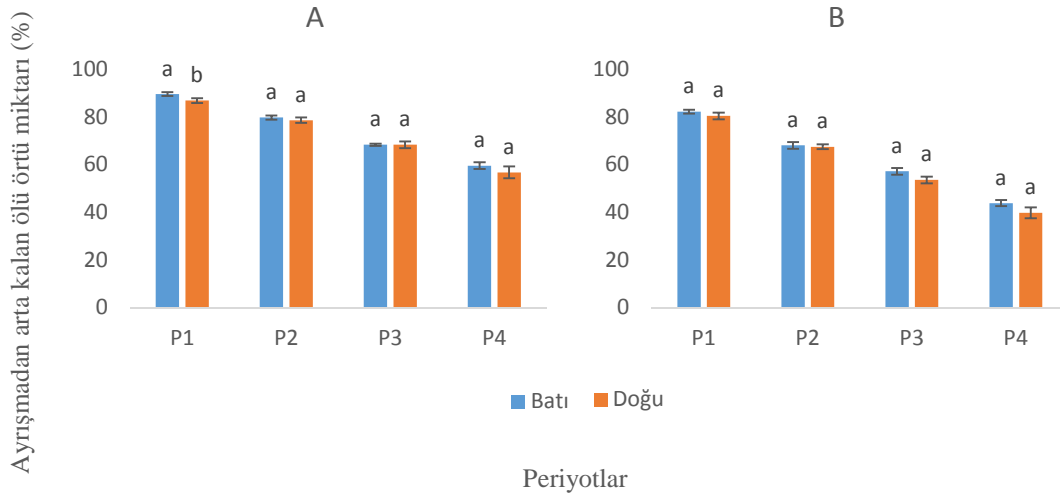


Not: Aynı türde ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Periyotlar

**Şekil 3.4.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 Yıl, P2: 0,50 Yıl, P3: 1,25 Yıl ve P4: 2,25 Yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları.

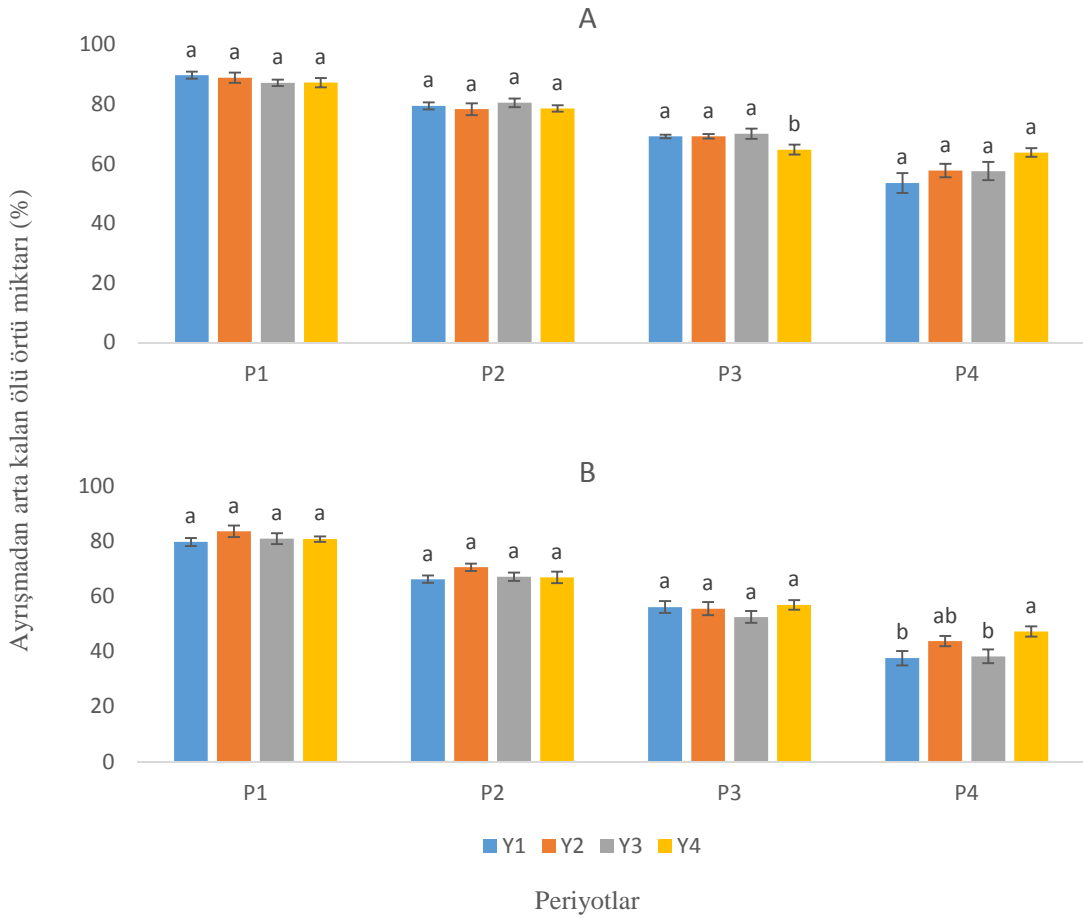
Kayın meşçerelerinde ayrışmadan kalan kütle miktarları bakıya göre değerlendirildiğinde, sadece üçüncü ay (P1) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları doğu ve batı bakı arasında farklılık göstermiştir ( $P = 0,0145$ ). Keseler sahalara yerleştirildikten üç ay sonra doğu bakıdaki kayın yapraklarının ayrışmasından kalan kütle miktarının (% 87) batı bakısındaki değerlere göre yaklaşık % 3 daha düşük olduğu belirlenmiştir. Diğer periyotlarda bakılara göre ölü örtü ayrışması bakımından bir farklılık görülmemiştir (Şekil 3.5A). Kestane meşçerelerinde ise iki yıllık süreç içerisinde hiçbir aşamada ayrışma bakımından bakının etkisi tespit edilememiştir (Şekil 3.5B).



**Şekil 3.5.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinin farklı bakılarında dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 Yıl, P2: 0,50 Yıl, P3: 1,25 Yıl ve P4: 2,25 Yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%) ± standart hataları. Aynı zaman periyodunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Kayın meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre değerlendirme yapıldığında sadece birinci yıl (P3) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları yükselti basamakları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ( $P < 0,0001$ ). Kayın sahalalarında birinci yıl (P3) sonunda dördüncü (Y4: 900-1050m) yükselti basamağında ölü örtünün yaklaşık % 65'i ayrışmadan kalırken, bu oran birinci (Y1:450-600m), ikinci (Y2: 600-750m) ve üçüncü (Y3: 750-900m) yükselti basamaklarında yaklaşık % 5 daha yüksektir. Diğer periyotlarda ayrışma hızında yükselti basamaklarına göre önemli bir değişim görülmemiştir (Şekil 3.6A). Kestane meşçerelerinde ise yükselti basamaklarına göre

değerlendirme yapıldığında sadece ikinci yıl (P4) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları yükselti basamakları arasında istatistiki bir farklılık göstermiştir ( $P = 0,0083$ ). Kestane sahalarında ikinci yıl (P4) sonunda birinci (Y1:450-600m) ve üçüncü (Y3: 750-900m) yükselti basamaklarında ölü örtünün yaklaşık % 38'i ayrışmadan kalırken, bu oran ikinci (Y2: 600-750m) ve dördüncü (Y4: 900-1050m) yükselti basamaklarında yaklaşık % 16 daha yüksektir. Diğer periyotlarda yükselti ile ayrışma hızı arasında bir ilişki tespit edilmemiştir (Şekil 3.6B).



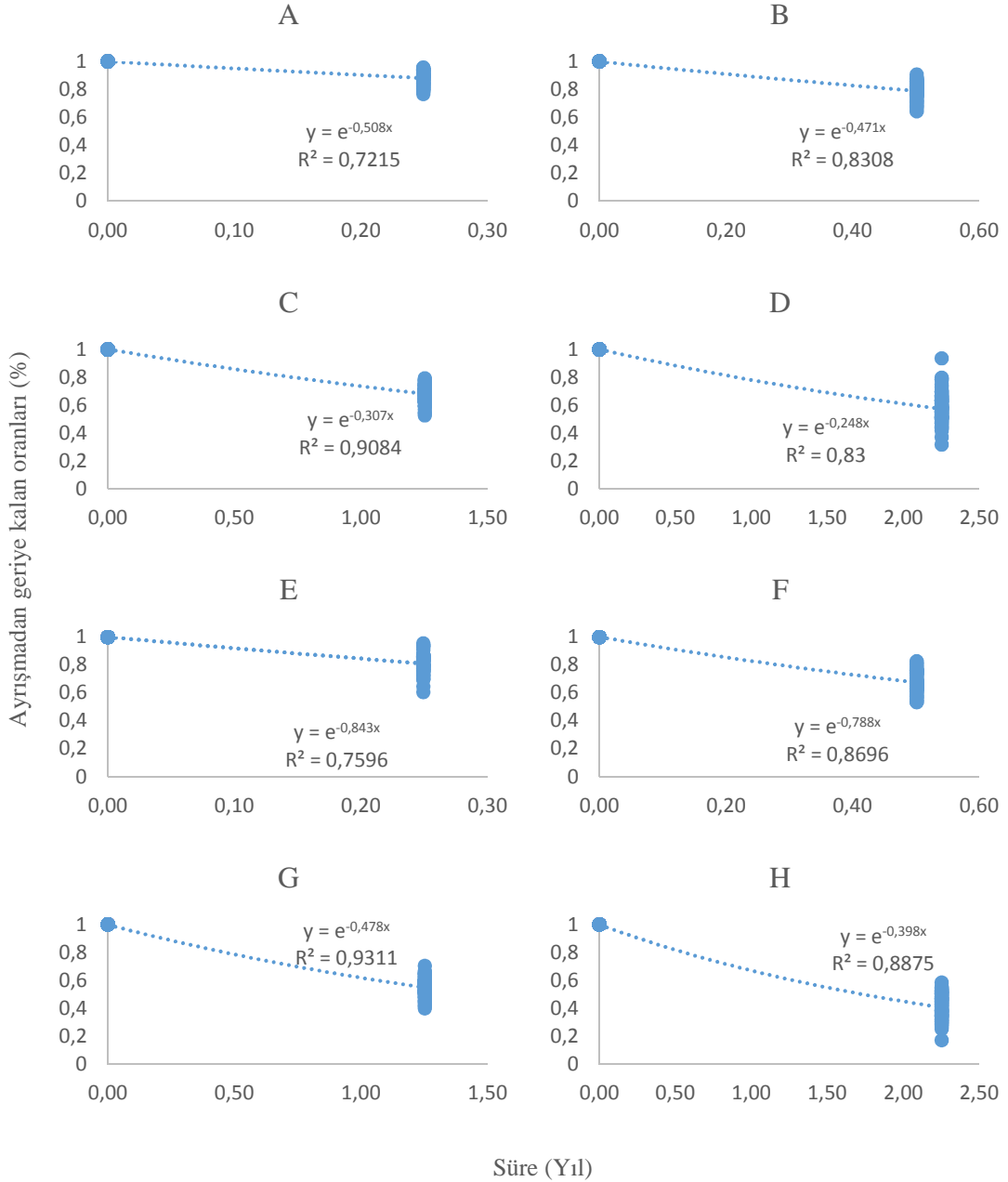
**Şekil 3.6.** Düzce Akçakoca bölgesindeki kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinin farklı yükselti basamaklarında (Y1:450-600m, Y2: 600-750m, Y3: 750-900m ve Y4: 900-1050m) dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 Yıl, P2: 0,50 Yıl, P3: 1,25 Yıl ve P4: 2,25 Yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları. Aynı zaman periyodunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.



### 3.2.2. Ölü Örtü Ayrışma Katsayısı “k”

#### 3.2.2.1. Kayın ve Kestane “k” Değerlerinin Karşılaştırılması

Çalışma sahalarındaki kayın ve kestane meşçerelerindeki ölü örtü ayrışma katsayıları “k” dört zaman periyodu için basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.7.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A, B, C ve D) ve kestane (E, F, G ve H) meşçerelerinde ölü örtünün dört farklı zaman periyodundaki (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) ayrışma modelleri.

Analiz sonuçları her bir dönemde iki tür için hesaplanan “k” değerlerinin istatistiki olarak farklı olduğunu göstermiştir (bütün *P-değerleri* <0,0001; Çizelge 3.1). Genel olarak kestane sahalarında her bir zaman periyodu için hesaplanan “k” değerlerinin, aynı zaman periyotlarında kayın için hesaplanandan yaklaşık 1,5-2 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.1.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri ± standart hata	R <sup>2</sup>
Kayın	0,25	0,508 ± 0,026 b	0,7215
Kestane	0,25	0,843 ± 0,040 a	0,7596
Kayın	0,50	0,471 ± 0,018 b	0,8308
Kestane	0,50	0,788 ± 0,026 a	0,8696
Kayın	1,25	0,307 ± 0,008 b	0,9084
Kestane	1,25	0,478 ± 0,011 a	0,9311
Kayın	2,25	0,248 ± 0,009 b	0,8300
Kestane	2,25	0,398 ± 0,012 a	0,8875

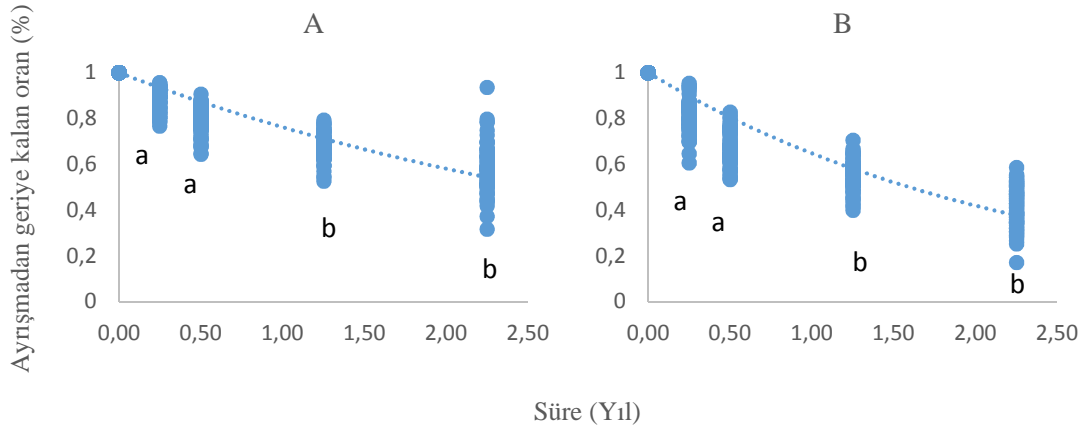
Not: Aynı süre içerisinde aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Hem kayın hem de kestane için hesaplanan “k” değerleri periyotlar arasında istatistiki olarak farklılıklar göstermiştir (*P-değerleri* <0,0001; Çizelge 3.2 ve Şekil 3.8). Buna göre her iki türde de hem üçüncü ve altıncı ay arasında, hem de birinci ve ikinci yıl arasında fark olmadığı, ancak üç ve altıncı ay sonundaki “k” değerlerinin bir ve ikinci yılsonundaki “k” değerlerinden yaklaşık 1,5-2 kat fazla olduğu belirlenmiştir. Kayın sahalarında en düşük “k” değeri ikinci yılsonunda 0,248 olarak, kestane sahalarında ise yine ikinci yılsonunda 0,398 olarak hesaplanmıştır. En yüksek “k” değerleri ise her iki tür için de üçüncü ay sonunda elde edilmiş olup bu değerler ikinci yıl sonunda elde edilen en düşük değerlerin yaklaşık 2 katı olarak hesaplanmıştır. Birinci yılsonu değerlerine bakıldığında kestane için hesaplanan “k” değeri 0,478 ve kayın için ise aynı değer 0,307 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri ± standart hata	R <sup>2</sup>
Kayın	0,25	0,508 ± 0,026 a	0,7215
Kayın	0,50	0,471 ± 0,018 a	0,8308
Kayın	1,25	0,307 ± 0,008 b	0,9084
Kayın	2,25	0,248 ± 0,009 b	0,8300
Kestane	0,25	0,843 ± 0,040 a	0,7596
Kestane	0,50	0,788 ± 0,026 a	0,8696
Kestane	1,25	0,478 ± 0,011 b	0,9311
Kestane	2,25	0,398 ± 0,012 b	0,8875

Not: Her iki tür için de aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.



**Şekil 3.8.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu sonunda (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) ayrışmadan kalan ölü örtü oranları. Her iki tür için de ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Her bir zaman periyodunda ayrışmadan kalan kütle miktarları ( $M_t$ ) yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak oluşturulan Çizelge 3.3’deki formüllerle hesaplanmıştır.

**Çizelge 3.3.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşçerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütlelerin hesaplandığı denklemler.

Tür	Süre (t) (Yıl)	Denklem
Kayın	0,25	$M_t = e^{-0,508t}$
Kestane	0,25	$M_t = e^{-0,843t}$
Kayın	0,50	$M_t = e^{-0,471t}$
Kestane	0,50	$M_t = e^{-0,788t}$
Kayın	1,25	$M_t = e^{-0,307t}$
Kestane	1,25	$M_t = e^{-0,478t}$
Kayın	2,25	$M_t = e^{-0,248t}$
Kestane	2,25	$M_t = e^{-0,398t}$

$M_t$ : t zamanda kalan kütle.

Kayın ve kestane meşçerelerinde en düşük 3/k değerleri 3. ay sonunda kayın için yaklaşık 6 yıl ve kestane için ise yaklaşık 3,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrışma süreleri arttıkça her iki türde de 3/k değerlerinin arttığı belirlenmiş, en yüksek 3/k değerlerine ise 2. yılın sonunda ulaşılmıştır. Bu değerler hem kayın hem de kestane için 3. ay sonunda bulunan sürelerin yaklaşık 2 kat fazlası olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde en düşük 1/k (MRT) değerleri 3. ay sonunda bulunmuş ve kayın için yaklaşık 2 yıl, kestane için yaklaşık 1 yıl olarak hesaplanmıştır. 1/k değerlerinin de 3/k gibi süreler arttıkça her iki türde de arttığı belirlenmiştir. En yüksek 1/k değerlerine yine 2. yılın sonunda ulaşılmış ve bu değerler, 3. ay sonunda bulunan değerlerden kayın için yaklaşık 2 kat ve kestane için ise yaklaşık 2,5 kat fazla olarak hesaplanmıştır. Kayın ve kestane için birinci yılsonundaki 3/k değerleri 3. ay sonunda bulunan değerlerin sırasıyla yaklaşık 1,6 kat ve 1,7 kat fazlası, 1/k değerleri ise sırasıyla 1,7 kat ve 1,7 kat fazlası olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.4).

Kayın ve kestane meşçerelerinde 3/k ve 1/k değerleri, OZÖM değerlerinin, yıllık DÖM değerlerine oranlanması sonucu elde edilen “k” değerlerine göre de hesaplanmıştır (Çizelge 3.4). Bu değerler yıllık dökülen ölü örtü miktarlarına göre belirlendiği için, ölü örtü ayrışma değerlerinin birinci yılın sonunda elde edilen 3/k ve 1/k değerleriyle karşılaştırılmıştır. Buna göre kayın için 3/k değerinin ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen 3/k değerinin 2/3’ü kadar olduğu, kestane için ise 2/3’ü kadar olduğu belirlenmiştir. MRT değerinin ise kayın için 1/5’i kadar, kestane için ise 2/3’ü kadar olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.4.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtünün %95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

Tür	Süre (Yıl)	3/k* (Yıl)	3/k+ (Yıl)	1/k* (MRT) (Yıl)	1/k+ (MRT) (Yıl)
Kayın	0,25	5,91		1,97	
Kestane	0,25	3,56		1,19	
Kayın	0,50	6,37		2,12	
Kestane	0,50	3,81		1,27	
Kayın	1,25	9,77	6,12	3,26	2,04
Kestane	1,25	6,28	4,33	2,09	1,44
Kayın	2,25	12,11		4,04	
Kestane	2,25	7,54		2,51	

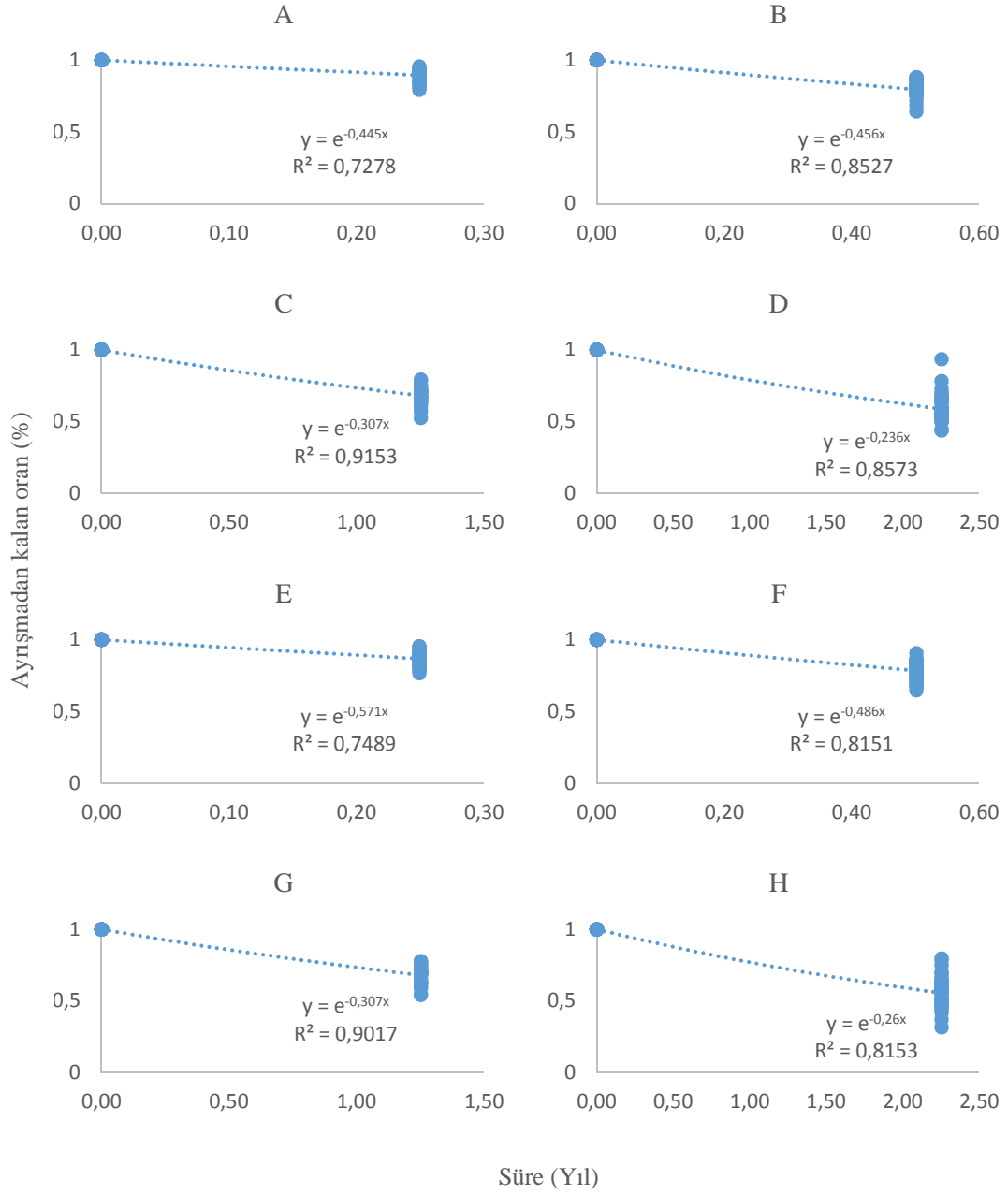
\* Ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen "k" değerine göre hesaplanmıştır.

+ Orman zeminindeki ölü örtü miktarının, dökülen ölü örtü miktarına oranlanması sonucu elde edilen "k" değerinden hesaplanmıştır.

### 3.2.2.2. Kayında Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre "k" Değerlerinin

#### Karşılaştırılması

Kayın meşcerelerinde ölü örtü ayrışma katsayısı doğu ve batı bakılarına göre dört farklı zaman periyodu (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. Yılsonu ve 2. Yılsonunu) için basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.9). Hesaplamalar sonucu en düşük "k" değeri ikinci yılsonunda batı bakıda 0,236 ve en yüksek "k" değeri de üçüncü ay sonu doğu bakıda 0,571 olarak bulunmuştur. Üçüncü ay sonunda doğu bakı için hesaplanan "k" değerinin, batı bakı için hesaplanan değer yaklaşık 1,3 katı olduğu ortaya çıkmıştır ( $P = 0,0086$ ). Dolayısıyla ayrışmanın bu aşamada doğu bakıda batı bakıya oranla daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir. Diğer üç zaman periyodunda bakılar için hesaplanan "k" değerleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır (Çizelge 3.5).



**Şekil 3.9.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) için ölü örtü ayrışma modeli (Batı: A, B, C, D ve Doğu: E, F, G, H).

Bakılara göre ayrışma sonucu kalan kütle miktarları ( $M_t$ ) yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak oluşturulan Çizelge 3.6’deki formüllerle hesaplanmıştır.

**Çizelge 3.5.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.

Bakı	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri ± standart hata	R <sup>2</sup>
Batı	0,25	0,445 ± 0,033 b	0,7278
Doğu	0,25	0,571 ± 0,040 a	0,7489
Batı	0,50	0,456 ± 0,023 a	0,8527
Doğu	0,50	0,486 ± 0,028 a	0,8151
Batı	1,25	0,307 ± 0,011 a	0,9153
Doğu	1,25	0,307 ± 0,012 a	0,9017
Batı	2,25	0,236 ± 0,011 a	0,8573
Doğu	2,25	0,260 ± 0,015 a	0,8153

Not: Aynı süre içerisinde aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

**Çizelge 3.6.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayrıışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.

Bakı	Süre (t) (Yıl)	Denklem
Batı	0,25	$M_t = e^{-0,445t}$
Doğu	0,25	$M_t = e^{-0,571t}$
Batı	0,50	$M_t = e^{-0,456t}$
Doğu	0,50	$M_t = e^{-0,486t}$
Batı	1,25	$M_t = e^{-0,307t}$
Doğu	1,25	$M_t = e^{-0,307t}$
Batı	2,25	$M_t = e^{-0,236t}$
Doğu	2,25	$M_t = e^{-0,260t}$

$M_t$ : t zamanda kalan kütle.

Kayın meşçerelerinde doğu ve batı bakılarında 3/k değerleri, ayrıışma sonucu elde edilen “k” değerlerine göre hesaplandığında en düşük 3/k değeri 3. ay sonunda doğu bakısında yaklaşık 5 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 3/k değerleri ise 2. yılın sonunda batı bakısında bulunmuş ve bu değer 3. ayın sonunda doğu bakısı için bulunan değer yaklaşık 2,4 katı olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde en düşük 1/k (MRT) değeri 3. ayın sonunda doğu bakısında yaklaşık 2 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 1/k değeri ise 2. yılın sonunda batı bakısında bulunmuş ve bu değer, 3. ayın sonunda doğu bakısı için hesaplanan değer yaklaşık 2,4 katıdır. Kayın için birinci yılın sonunda batı ve doğu bakısı için hesaplanan 3/k değerleri ise eşit bulunmuş ve 3. ayın sonunda doğu bakısı için

hesaplanan değerin yaklaşık 1,9 katıdır (Çizelge 3.7). Batı bakışı için OZÖM değerinin DÖM değerine oranlaması sonucu elde edilen 3/k değerinin ayrışma deneylerinden elde edilen 3/k değerinin 1/2'si kadar olduğu, doğu bakışı için ise 7/10'u kadar olduğu görölmüştür. MRT değerinin ise batı bakışı için 1/2'si ve doğu bakışı için 7/10'u olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3.7).

**Çizelge 3.7.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtünün %95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

Bakı	Süre (Yıl)	3/k* (Yıl)	3/k+ (Yıl)	1/k* (MRT) (Yıl)	1/k+ (MRT) (Yıl)
Batı	0,25	6,74		2,25	
Doğu	0,25	5,25		1,75	
Batı	0,50	6,58		2,19	
Doğu	0,50	6,17		2,06	
Batı	1,25	9,77	4,92	3,26	1,64
Doğu	1,25	9,77	7,14	3,26	2,38
Batı	2,25	12,71		4,24	
Doğu	2,25	11,54		3,85	

\* Ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen "k" değerine göre hesaplanmıştır.

+ Orman zeminindeki ölü örtü miktarının, dökülen ölü örtü miktarına oranlanması sonucu elde edilen "k" değerinden hesaplanmıştır.

Kayın meşçerelerinde ölü örtü ayrışma katsayısı yükselti basamaklarına (1: 450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) göre dört farklı zaman periyodu (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. Yılsonu ve 2. Yılsonunu) için basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır. Burada en düşük "k" değeri ikinci yılın sonunda dördüncü yükselti basamağında 0,205 ve en yüksek "k" değeri de üçüncü ayın sonunda üçüncü yükselti basamağında 0,571 olarak hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonuçları üçüncü ay ve altıncı ayın sonu yükselti basamakları için hesaplanan "k" değerleri arasında bir fark olduğunu göstermemiştir. Ancak birinci yıl ( $P = 0,0054$ ) ve ikinci yıl sonu ( $P = 0,0268$ ) yükselti basamakları için hesaplanan "k" değerlerinin farklı olduğu görölmüştür. Buna göre birinci yıl sonundaki bir, iki ve üçüncü yükselti basamaklarında "k" değerleri ortalama 0.295 olarak bulunmuş, dördüncü yükselti basamağı için hesaplanan değer ise diğer üç basamak için hesaplanan değerin 1,2 katıdır. İkinci yılın sonunda birinci yükselti basamağındaki "k" değeri (0,285) dördüncü yükselti basamağındaki değerin yaklaşık 1,4 katıdır (Çizelge 3.8). Sonuç olarak ilk üç ay ve altı ay sonunda ayrışma hızında bir fark yokken, birinci yılsonunda yükselti



artıkça ayrışmanın hızlandığı, ikinci yılsonunda ise tam tersi bir durumun olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.8.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması  $\pm$  standart hataları.

Yükselti Basamağı (m)	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri $\pm$ standart hata	R <sup>2</sup>
450-600	0,25	0,438 $\pm$ 0,040 a	0,7828
600-750	0,25	0,481 $\pm$ 0,065 a	0,6142
750-900	0,25	0,558 $\pm$ 0,046 a	0,811
900-1050	0,25	0,555 $\pm$ 0,056 a	0,7423
450-600	0,50	0,464 $\pm$ 0,030 a	0,8754
600-750	0,50	0,496 $\pm$ 0,043 a	0,7926
750-900	0,50	0,496 $\pm$ 0,039 a	0,7926
900-1050	0,50	0,485 $\pm$ 0,030 a	0,8860
450-600	1,25	0,295 $\pm$ 0,009 b	0,9681
600-750	1,25	0,295 $\pm$ 0,012 b	0,9482
750-900	1,25	0,295 $\pm$ 0,017 b	0,9482
900-1050	1,25	0,352 $\pm$ 0,021 a	0,8888
450-600	2,25	0,285 $\pm$ 0,020 a	0,8559
600-750	2,25	0,250 $\pm$ 0,017 ba	0,8671
750-900	2,25	0,252 $\pm$ 0,018 ba	0,8464
900-1050	2,25	0,205 $\pm$ 0,016 b	0,8215

Not: Aynı süre içerisinde aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Yükselti basamaklarına göre her bir zaman periyodunda ayrışmadan kalan kütle miktarları ( $M_t$ ) yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak Çizelge 3.9’deki formüllerle hesaplanmıştır.

Elde edilen “k” değerlerine göre kayın meşçerelerinde yükselti basamaklarında en düşük 3/k değeri 3. ayın sonunda üçüncü yükselti basamağında yaklaşık 5 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 3/k değeri ise 2. yılın sonunda dördüncü yükselti basamağında bulunmuş ve bu süre 3. ayın sonu üçüncü yükselti basamağında bulunan en düşük değer yaklaşık 2,7 katıdır. En düşük 1/k (MRT) değeri 3. ay sonunda üçüncü yükselti basamağında yaklaşık 2 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 1/k değeri ise 2. yılsonunda dördüncü yükselti basamağında 3. ayın sonu üçüncü yükselti basamağında bulunan yaklaşık 2,7 katı olarak hesaplanmıştır. Kayın için birinci yılın sonunda bir, iki ve üçüncü

yükselti basamakları için hesaplanan 3/k değerleri ortalaması ise 3. ayın sonu üçüncü yükselti basamağı için hesaplanan değer yaklaşık 2 katıdır (Çizelge 3.10).

OZÖM değerinin DÖM değerine oranlaması sonucu elde edilen birinci yükselti basamağındaki 3/k değerinin ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen 3/k değerinin 2/5'i kadar olduğu, ikinci yükselti basamağı için 3/4'ü kadar olduğu, üçüncü yükselti basamağı için 4/5'i kadar olduğu, dördüncü yükselti basamağı için 1/2'si kadar olduğu hesaplanmıştır. MRT değeri de birinci yükselti basamağı için ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen 1/k değerinin 2/5'i kadar olduğu, ikinci yükselti basamağı için 3/4'ü kadar olduğu, üçüncü yükselti basamağı için 4/5'i kadar olduğu, dördüncü yükselti basamağı için 1/2'si kadar olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3.10).

**Çizelge 3.9.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.

Yükselti Basamağı (m)	Süre (t) (Yıl)	Denklem	Süre (t) (Yıl)	Denklem
450-600	0,25	$M_t = e^{-0,438t}$	1,25	$M_t = e^{-0,295t}$
600-750	0,25	$M_t = e^{-0,481t}$	1,25	$M_t = e^{-0,295t}$
750-900	0,25	$M_t = e^{-0,558t}$	1,25	$M_t = e^{-0,295t}$
900-1050	0,25	$M_t = e^{-0,555t}$	1,25	$M_t = e^{-0,352t}$
450-600	0,50	$M_t = e^{-0,464t}$	2,25	$M_t = e^{-0,285t}$
600-750	0,50	$M_t = e^{-0,496t}$	2,25	$M_t = e^{-0,250t}$
750-900	0,50	$M_t = e^{-0,496t}$	2,25	$M_t = e^{-0,252t}$
900-1050	0,50	$M_t = e^{-0,485t}$	2,25	$M_t = e^{-0,205t}$

$M_t$ : t zamanda kalan kütle.

**Çizelge 3.10.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşçerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtünün %95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

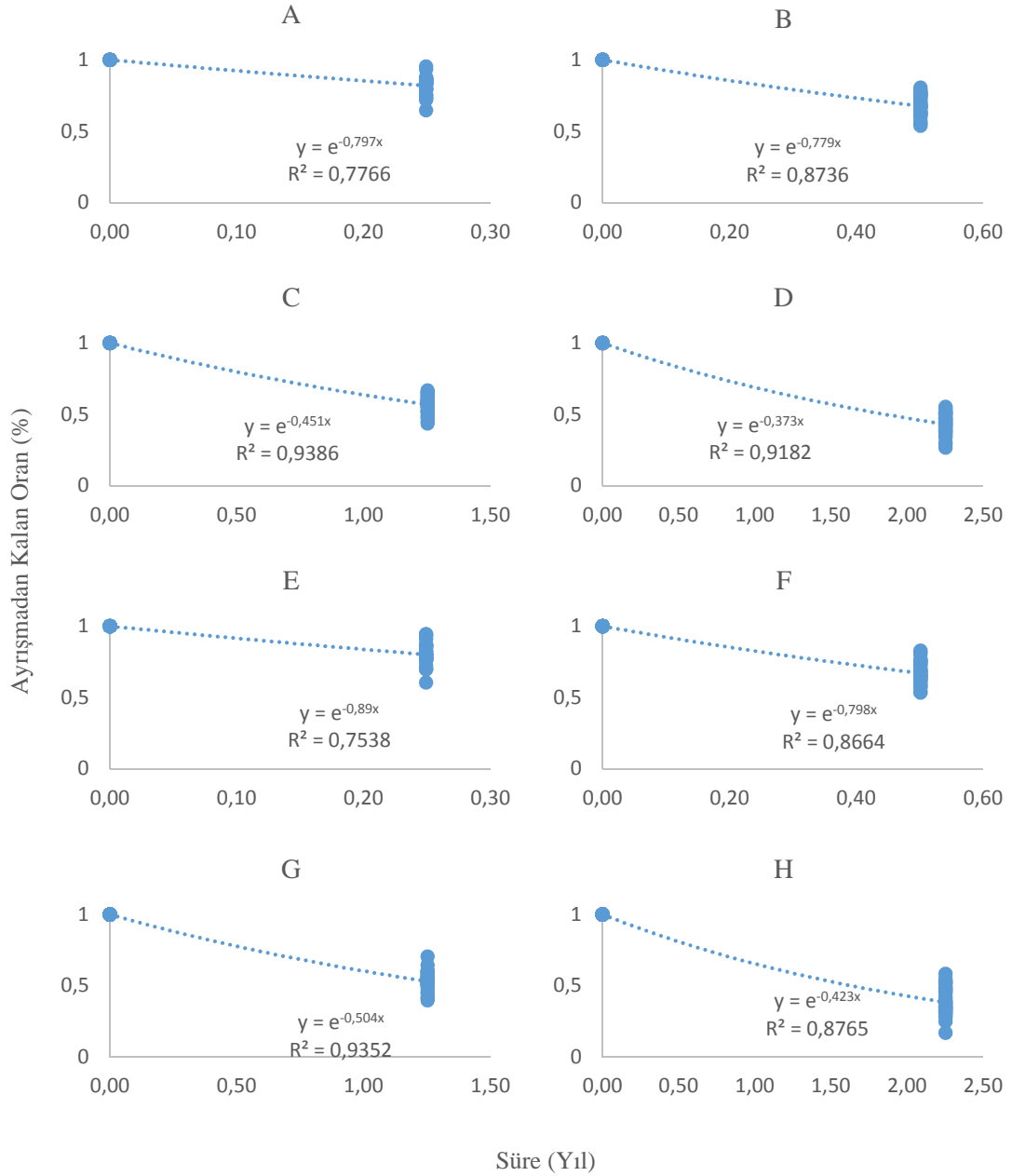
Yükselti Basamağı (m)	Süre (Yıl)	3/k* (Yıl)	1/k* (MRT) (Yıl)	Süre (Yıl)	3/k* (Yıl)	3/k+ (Yıl)	1/k* (MRT) (Yıl)	1/k+ (MRT) (Yıl)
450-600	0,25	6,85	2,28	1,25	10,17	4,33	3,39	1,44
600-750	0,25	6,24	2,08	1,25	10,17	7,63	3,39	2,54
750-900	0,25	5,38	1,79	1,25	10,17	8,23	3,39	2,74
900-1050	0,25	5,41	1,80	1,25	8,52	4,77	2,84	1,59
450-600	0,50	6,47	2,16	2,25	10,53		3,51	
600-750	0,50	6,05	2,02	2,25	12,00		4,00	
750-900	0,50	6,05	2,02	2,25	11,90		3,97	
900-1050	0,50	6,19	2,06	2,25	14,63		4,88	

\* Ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen "k" değerine göre hesaplanmıştır.

+ Orman zeminindeki ölü örtü miktarının, dökülen ölü örtü miktarına oranlanması sonucu elde edilen "k" değerinden hesaplanmıştır.

### 3.2.2.3. Kestane de Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre "k" Değerlerinin Karşılaştırılması

Kestane meşçerelerinde de ayrışma katsayısı doğu ve batı bakılarına göre dört farklı zaman periyodu (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. Yılsonu ve 2. Yılsonunu) için basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.10). Burada en düşük "k" değeri ikinci yılın sonunda batı bakıda 0,373 ve en yüksek "k" değeri de üçüncü ayın sonunda doğu bakıda 0,890 olarak hesaplanmıştır. Birinci ( $P = 0,0097$ ) ve ikinci ( $P = 0,0097$ ) yılın sonunda doğu ve batı bakısı için hesaplanan "k" değerlerinin farklı olduğu görülmüştür. Buna göre hem birinci hem de ikinci yılın sonunda doğu bakısı için hesaplanan "k" değerleri, batı bakısı için hesaplanan değerlerin yaklaşık 1,1 katıdır. Dolayısıyla, birinci ve ikinci yılın sonunda ayrışmanın doğu bakıda batı bakıya oranla daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir. Üçüncü ve altıncı ay sonundaki bakılar için hesaplanan "k" değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğuna dair yeterli kanıt bulunamamıştır (Çizelge 3.11).



**Şekil 3.10.** Düzce Akçakoca bölgesi Kestane meşçerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) için ölü örtü ayrışma modeli (Batı: A, B, C, D ve Doğu: E, F, G, H).

Bakılara göre her bir zaman periyodunda ayrılmadan kalan kütle miktarları ( $M_t$ ) yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak Çizelge 3.12’deki formüllerle hesaplanmıştır.

**Çizelge 3.11.** Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.

Bakı	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri ± standart hata	R <sup>2</sup>
Batı	0,25	0,797 ± 0,051 a	0,7766
Doğu	0,25	0,890 ± 0,061 a	0,7538
Batı	0,50	0,779 ± 0,035 a	0,8736
Doğu	0,50	0,798 ± 0,037 a	0,8664
Batı	1,25	0,451 ± 0,014 b	0,9386
Doğu	1,25	0,504 ± 0,016 a	0,9352
Batı	2,25	0,373 ± 0,013 b	0,9182
Doğu	2,25	0,423 ± 0,019 a	0,8765

Not: Aynı süre içerisinde aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

**Çizelge 3.12.** Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.

Bakı	Süre (t) (Yıl)	Denklem
Batı	0,25	$M_t = e^{-0,797t}$
Doğu	0,25	$M_t = e^{-0,890t}$
Batı	0,50	$M_t = e^{-0,779t}$
Doğu	0,50	$M_t = e^{-0,798t}$
Batı	1,25	$M_t = e^{-0,451t}$
Doğu	1,25	$M_t = e^{-0,504t}$
Batı	2,25	$M_t = e^{-0,373t}$
Doğu	2,25	$M_t = e^{-0,423t}$

$M_t$ : t zamanda kalan kütle.

Ayrışma sonucu elde edilen değerlere göre en düşük 3/k değeri 3. ayın sonunda doğu bakıda yaklaşık 3 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 3/k değerleri ise 2. yılın sonunda batı bakıda bulunmuş ve bu değer 3. ayın sonunda doğu bakısı için hesaplanan değer yaklaşık 2,4 katıdır. Aynı şekilde en düşük 1/k (MRT) değeri 3. ayın sonunda doğu bakıda yaklaşık 1 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 1/k değeri ise 2. yılsonunda batı bakıda 3. ayın sonunda doğu bakısı için hesaplanan değer 2,4 katı olarak hesaplanmıştır. Kestane için birinci yılın sonunda batı ve doğu bakısı için hesaplanan 3/k değerleri ise 3. ayın sonu doğu bakıda bulunan en düşük değer sırasıyla yaklaşık 2 ve 1,8 kat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.13).

OZÖM değerinin DÖM değerine oranlaması sonucu elde edilen batı bakı için 3/k değerinin ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen 3/k değerinin 2/5'i kadar olduğu, doğu bakı için ise 9/10'u kadar olduğu hesaplanmıştır. MRT değerinin ise batı bakı için 2/5'i, doğu bakı için ise 9/10'u kadar olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3.13).

**Çizelge 3.13.** Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtünün %95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

Bakı	Süre (Yıl)	3/k* (Yıl)	3/k+ (Yıl)	1/k* (MRT) (Yıl)	1/k+ (MRT) (Yıl)
Batı	0,25	3,76		1,25	
Doğu	0,25	3,37		1,12	
Batı	0,50	3,85		1,28	
Doğu	0,50	3,76		1,25	
Batı	1,25	6,65	2,91	2,22	0,97
Doğu	1,25	5,95	5,48	1,98	1,83
Batı	2,25	8,04		2,68	
Doğu	2,25	7,09		2,36	

\* Ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen "k" değerine göre hesaplanmıştır.

+ Orman zeminindeki ölü örtü miktarının, dökülen ölü örtü miktarına oranlanması sonucu elde edilen "k" değerinden hesaplanmıştır.

Ayrışma katsayıları yükselti basamaklarına (1: 450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) göre dört farklı zaman periyodu (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yılsonu ve 2. yılsonu) için basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır. En düşük "k" değeri ikinci yılın sonunda ikinci yükselti basamağında 0,371 ve en yüksek "k" değeri de üçüncü ayın sonunda birinci yükselti basamağında 0,912 olarak hesaplanmıştır. Üçüncü ay ve altıncı ayın sonu ile birinci yılın sonunda yükselti basamakları için hesaplanan "k" değerleri arasında istatistiki bir fark görülmemiştir. Ancak ikinci yılın sonunda "k" değerleri yükselti basamakları arasında farklılık göstermiştir ( $P = 0,0008$ ) (Çizelge 3.14). Sonuç olarak ikinci yıla kadar ayrışma hızında bir fark yokken, ikinci yılın sonunda genel eğilimin yükselti arttıkça ayrışma hızının yavaşladığı yönünde olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.14.** Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması  $\pm$  standart hataları.

Yükselti Basamağı (m)	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri $\pm$ standart hata	R <sup>2</sup>
450-600	0,25	0,912 $\pm$ 0,062 a	0,8636
600-750	0,25	0,729 $\pm$ 0,074 a	0,7419
750-900	0,25	0,864 $\pm$ 0,094 a	0,7115
900-1050	0,25	0,868 $\pm$ 0,085 a	0,7558
450-600	0,50	0,829 $\pm$ 0,045 a	0,9103
600-750	0,50	0,705 $\pm$ 0,051 a	0,8511
750-900	0,50	0,807 $\pm$ 0,056 a	0,8610
900-1050	0,50	0,812 $\pm$ 0,053 a	0,8756
450-600	1,25	0,465 $\pm$ 0,022 a	0,9298
600-750	1,25	0,474 $\pm$ 0,022 a	0,9323
750-900	1,25	0,520 $\pm$ 0,025 a	0,9293
900-1050	1,25	0,452 $\pm$ 0,016 a	0,9573
450-600	2,25	0,447 $\pm$ 0,028 a	0,8810
600-750	2,25	0,371 $\pm$ 0,016 bc	0,9405
750-900	2,25	0,435 $\pm$ 0,021 ba	0,9264
900-1050	2,25	0,339 $\pm$ 0,020 c	0,8947

Not: Aynı süre içerisinde aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Yükselti basamaklarına göre her bir zaman periyodunda ayrışmadan kalan kütle miktarları ( $M_t$ ) yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak oluşturulan Çizelge 3.15’deki formüllerle hesaplanmıştır.

Ayrışma sonucu elde edilen “k” değerlerine göre en düşük 3/k değeri 3. ayın sonunda birinci yükselti basamağında yaklaşık 3 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 3/k değeri ise 2. yılın sonunda dördüncü yükselti basamağında 3. ayın sonu birinci yükselti basamağındaki değer yaklaşık 2,7 katı olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde en düşük 1/k (MRT) değeri 3. ayın sonunda birinci yükselti basamağında yaklaşık 1 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 1/k değeri ise 2. yılın sonunda dördüncü yükselti basamağında bulunmuş ve bu değer 3. ayın sonu birinci yükselti basamağında bulunan değer yaklaşık 2,7 katıdır. Kestane için birinci yılın sonunda bir, iki ve dördüncü yükselti basamakları için hesaplanan 3/k değerleri 3. ayın sonu birinci yükselti basamağında bulunan en düşük değer yaklaşık 2 katı olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.16).

**Çizelge 3.15.** Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.

Yükselti Basamağı (m)	Süre (t) (Yıl)	Denklem	Süre (t) (Yıl)	Denklem
450-600	0,25	$M_t = e^{-0,912t}$	1,25	$M_t = e^{-0,465t}$
600-750	0,25	$M_t = e^{-0,729t}$	1,25	$M_t = e^{-0,474t}$
750-900	0,25	$M_t = e^{-0,864t}$	1,25	$M_t = e^{-0,520t}$
900-1050	0,25	$M_t = e^{-0,868t}$	1,25	$M_t = e^{-0,452t}$
450-600	0,50	$M_t = e^{-0,829t}$	2,25	$M_t = e^{-0,447t}$
600-750	0,50	$M_t = e^{-0,705t}$	2,25	$M_t = e^{-0,371t}$
750-900	0,50	$M_t = e^{-0,807t}$	2,25	$M_t = e^{-0,435t}$
900-1050	0,50	$M_t = e^{-0,812t}$	2,25	$M_t = e^{-0,339t}$

$M_t$ : t zamanda kalan kütle.

**Çizelge 3.16.** Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 Yıl, 0,50 Yıl, 1,25 Yıl ve 2,25 Yıl) sonunda ölü örtünün %95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

Yükselti Basamağı (m)	Süre (Yıl)	3/k* (Yıl)	1/k* (MRT) (Yıl)	Süre (Yıl)	3/k* (Yıl)	3/k+ (Yıl)	1/k* (MRT) (Yıl)	1/k+ (MRT) (Yıl)
450-600	0,25	3,29	1,10	1,25	6,45	3,26	2,15	1,09
600-750	0,25	4,12	1,37	1,25	6,33	6,72	2,11	2,24
750-900	0,25	3,47	1,16	1,25	5,77	5,44	1,92	1,81
900-1050	0,25	3,46	1,15	1,25	6,64	2,39	2,21	0,80
450-600	0,50	3,62	1,21	2,25	6,71		2,24	
600-750	0,50	4,26	1,42	2,25	8,09		2,70	
750-900	0,50	3,72	1,24	2,25	6,90		2,30	
900-1050	0,50	3,69	1,23	2,25	8,85		2,95	

\* Ölü örtü ayrışma deneylerinden elde edilen "k" değerine göre hesaplanmıştır.

+ Orman zeminindeki ölü örtü miktarının, dökülen ölü örtü miktarına oranlanması sonucu elde edilen "k" değerinden hesaplanmıştır.

ÖZOM değerinin DÖM değerine oranlanması sonucu elde edilen birinci yükselti basamağı için 3/k değerinin ayrışma deneylerinden elde edilen 3/k değerinin 1/2'si kadar olduğu, ikinci yükselti basamağı için 1,1 kat fazlası olduğu, üçüncü yükselti basamağı için 9/10'u kadar olduğu, dördüncü yükselti basamağı için 2/5'i kadar olduğu



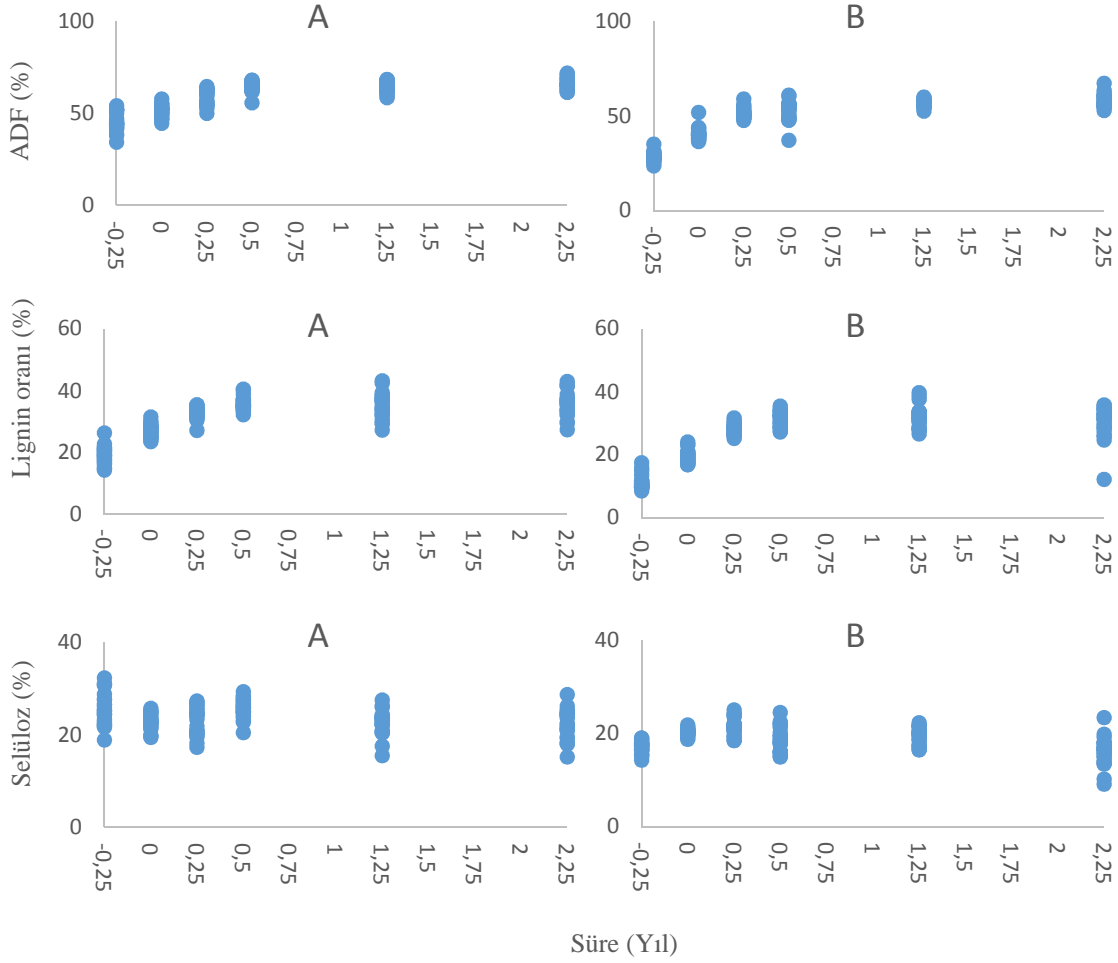
hesaplanmıştır. MRT değeri de birinci yükselti basamağı için ayrışma deneylerinden elde edilen 1/k değerinin 1/2'si kadar olduğu, ikinci yükselti basamağı için sırasıyla 1,1 kat fazlası olduğu, üçüncü yükselti basamağı için 9/10'u kadar olduğu, dördüncü yükselti basamağı için 2/5'i kadar olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3.16).

### 3.2.3. Ölü Örtü ADF, Lignin ve Selüloz Oranları

ADF oranları taze yapraklarda ve yeni dökülen yapraklarda, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda ağaç türleri arasında farklılıklar göstermiştir (Bütün *P-değerleri*  $<0,0001$ ; Şekil 3.11; Çizelge 3.17). Kayın ağacının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüdeki yapraklarda, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda ADF oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 60, % 27, % 14, % 22, % 14 ve % 14 daha fazla çıkmıştır.

Periyotlar arası farkın ortaya konması için yapılan istatistik analiz sonucu, hem kayın hem de kestane hesaplanan ADF oranları periyotlar arasında farklılıklar göstermiştir (*P-değerleri*:  $<0,0001$ ; Çizelge 3.18). Kayın yapraklarındaki en düşük ADF oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 3. ayı sonuna kadar sırasıyla % 13 ve % 30 daha fazla olduğu, 6. aydan sonra ise yaklaşık % 43 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde en düşük ADF oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüdeki yapraklarda % 43, ayrışmanın 3. ayı ve 6. ayı sonundaki yapraklarda % 82-86, 1. ve 2. yılı sonundaki yapraklarda ise % 99-105 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Lignin içerikleri taze yapraklarda ve dökülen ölü örtüde ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda türler arası farklılık göstermiştir (*P-değerleri* sırasıyla  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $0,0034$  ve  $0,0002$ ; Şekil 3.11; Çizelge 3.17). Kayının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda yapraklarında lignin oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 72, % 39, % 17, % 14, % 10 ve % 17 daha fazla çıkmıştır.



**Şekil 3.11.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yapraklardaki ADF, Lignin ve Selüloz Oranları (%).

Periyotlar arası farkın ortaya konması için yapılan istatistik analiz sonucu, hem kayın hem de kestanede hesaplanan lignin oranları periyotlar arasında farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri  $<0,0001$ ; Çizelge 3.18). Kayın yapraklarındaki en düşük lignin oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 3. ayı sonuna kadar sırasıyla % 41 ve % 72 daha fazla olduğu, 6. aydan sonra ise yaklaşık % 8 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde en düşük lignin oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 3. ayın sonuna kadar sırasıyla % 75 ve % 152 daha fazla olduğu, 6. ay ve 1. yılsonunda yaklaşık % 185 daha fazla olduğu, 2. yılın sonunda ise % 170 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Selüloz oranları taze yapraklarda ve dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3.ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda türler arası farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri sırasıyla  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $0,0208$ ;  $<0,0001$ ;  $<0,0001$  ve  $<0,0001$ ; Şekil 3.11; Çizelge 3.17). Kayının taze yapraklarında ve dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3.ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda selüloz oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 50, % 13, % 8, % 37, % 16 ve % 39 daha fazla çıkmıştır.

Hem kayın hem de kestanede hesaplanan selüloz oranları periyotlar arasında da istatistiki farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri  $<0,0001$ ; Çizelge 3.18). Kayının dökülen yapraklarında, ayrışmanın 3.ayı sonundaki, 1 ve 2. yılı sonundaki yapraklarda selüloz oranlarında bir fark bulunamazken, taze yapraklardaki ve ayrışmanın 6. ayı sonundaki yapraklarda selüloz oranları diğer periyotlardan yaklaşık % 10 daha fazla bulunmuştur. Kestanede ise yapraklardaki en düşük selüloz oranının taze yapraklarda ve ayrışmanın 2. yılı sonundaki yapraklarda olduğu ve bu oranın ayrışmanın 3. ayının sonunda % 26 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.17.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25: Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	ADF (%) $\pm$ standart hata	Lignin (%) $\pm$ standart hata	Selüloz (%) $\pm$ standart hata
Kayın	-0,25	45,51 $\pm$ 1,04 a	19,18 $\pm$ 0,57 a	25,60 $\pm$ 0,71 a
Kestane	-0,25	28,37 $\pm$ 0,47 b	11,17 $\pm$ 0,45 b	17,10 $\pm$ 0,25 b
Kayın	0	51,40 $\pm$ 0,64 a	27,09 $\pm$ 0,42 a	22,98 $\pm$ 0,35 a
Kestane	0	40,55 $\pm$ 0,63 b	19,53 $\pm$ 0,40 b	20,34 $\pm$ 0,14 b
Kayın	0,25	58,96 $\pm$ 0,88 a	32,89 $\pm$ 0,37 a	23,19 $\pm$ 0,61 a
Kestane	0,25	51,59 $\pm$ 0,53 b	28,17 $\pm$ 0,34 b	21,48 $\pm$ 0,37 b
Kayın	0,50	64,57 $\pm$ 0,54 a	35,85 $\pm$ 0,41 a	25,81 $\pm$ 0,41 a
Kestane	0,50	52,89 $\pm$ 1,02 b	31,44 $\pm$ 0,48 b	18,78 $\pm$ 0,54 b
Kayın	1,25	64,20 $\pm$ 0,59 a	35,30 $\pm$ 0,82 a	22,74 $\pm$ 0,53 a
Kestane	1,25	56,56 $\pm$ 0,36 b	32,02 $\pm$ 0,68 b	19,61 $\pm$ 0,37 b
Kayın	2,25	66,17 $\pm$ 0,60 a	35,78 $\pm$ 0,81 a	22,38 $\pm$ 0,64 a
Kestane	2,25	58,23 $\pm$ 0,69 b	30,46 $\pm$ 1,03 b	16,15 $\pm$ 0,61 b

Not: İki türde aynı süre içerisinde aynı sütundaki ortak harfler istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

**Çizelge 3.18.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25: Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	ADF (%) $\pm$ standart hata	Lignin (%) $\pm$ standart hata	Selüloz (%) $\pm$ standart hata
Kayın	-0,25	45,51 $\pm$ 1,04 d	19,18 $\pm$ 0,57 d	25,60 $\pm$ 0,71 a
Kayın	0	51,40 $\pm$ 0,64 c	27,09 $\pm$ 0,42 c	22,98 $\pm$ 0,35 b
Kayın	0,25	58,96 $\pm$ 0,88 b	32,89 $\pm$ 0,37 b	23,19 $\pm$ 0,61 b
Kayın	0,50	64,57 $\pm$ 0,54 a	35,85 $\pm$ 0,41 a	25,81 $\pm$ 0,41 a
Kayın	1,25	64,20 $\pm$ 0,59 a	35,30 $\pm$ 0,82 ba	22,74 $\pm$ 0,53 b
Kayın	2,25	66,17 $\pm$ 0,60 a	35,78 $\pm$ 0,81 a	22,38 $\pm$ 0,64 b
Kestane	-0,25	28,37 $\pm$ 0,47 d	11,17 $\pm$ 0,45 d	17,10 $\pm$ 0,25 c
Kestane	0	40,55 $\pm$ 0,63 c	19,53 $\pm$ 0,40 c	20,34 $\pm$ 0,14 ba
Kestane	0,25	51,59 $\pm$ 0,53 b	28,17 $\pm$ 0,34 b	21,48 $\pm$ 0,37 a
Kestane	0,50	52,89 $\pm$ 1,02 b	31,44 $\pm$ 0,48 a	18,78 $\pm$ 0,54 b
Kestane	1,25	56,56 $\pm$ 0,36 a	32,02 $\pm$ 0,68 a	19,61 $\pm$ 0,37 b
Kestane	2,25	58,23 $\pm$ 0,69 a	30,46 $\pm$ 1,03 ba	16,15 $\pm$ 0,61 c

Not: Aynı tür içerisinde aynı sütundaki ortak harfler istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

### 3.2.4. Ölü Örtü C ve N Oranları

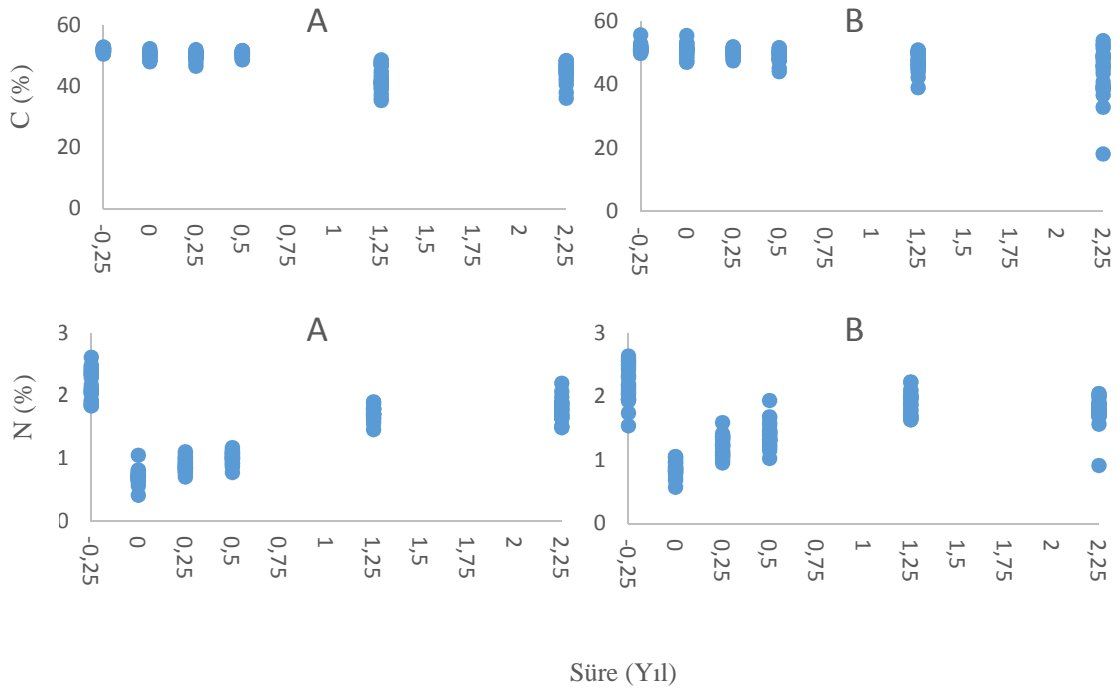
Taze yapraklarda, ayrışmanın 6. ayı ve 1. yılı sonunda yaprakların C oranları türler arası farklılıklar göstermiştir ( $P$ -değerleri = 0,0312; 0,0027 ve <0,0001; Şekil 3.12; Çizelge 3.19). Buna göre kayın ağacının taze yapraklarında ve ayrışmanın 6. ayı sonundaki yapraklarında C oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 1 ve % 3 daha fazla, 1. yılın sonunda ise % 9 daha az çıkmıştır.

Kayın ve kestane yapraklarında hesaplanan C oranları periyotlar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir ( $P$ -değerleri <0,0001; Çizelge 3.20). Kayın için C oranının taze yeşil yapraklardan ayrışmanın 6. ay sonuna kadar değişmediği, 1. yılın sonunda başlangıçtaki değerden yaklaşık % 17, ikinci yılsonunda ise % 14 daha az olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde C oranının taze yeşil yapraklardan ayrışmanın 6. ay sonuna kadar değişmediği, 1. yılın sonunda başlangıçtaki değerden % 8, ikinci yılın sonunda ise % 15 daha az olduğu belirlenmiştir.

Yeni dökülen ölü örtüdeki, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı sonundaki N oranları türler arası farklılıklar göstermiştir ( $P$ -değerleri sırasıyla <0,0001; <0,0001; <0,0001 ve

0,0002; Şekil 3.12; Çizelge 3.19). Yeni dökülen ölü örtünün, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı sonunda N değerleri kestane yaprakları için kayın yapraklarındakinden sırasıyla % 23, % 37, % 39 ve % 10 daha fazla çıkmıştır.

Hem kayın hem de kestane yapraklarında hesaplanan N oranları periyotlar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir (*P*- değerleri <0,0001; Çizelge 3.20). Kayın ağacında yapraklardaki en yüksek N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda en düşük seviyede olduğu ve yeşil yapraklardan % 67 daha az olduğu bulunmuştur. Bu oran ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonundaki yapraklarda taze yeşil yapraklardan ortalama % 57, 1. ve 2. yıl sonunda ise yaklaşık % 20 daha az olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en yüksek N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüdeki yapraklarda % 60, ayrışmanın 3. ayı ve 6. ayı sonundaki yapraklarda sırasıyla % 45 ve % 37, 1. ve 2. yıl sonundaki yapraklarda ise yaklaşık % 17 daha az olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 3.12.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların içerdiği Karbon (C) ve Azot (N) Oranları (%).

**Çizelge 3.19.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	C (%) $\pm$ standart hata	N (%) $\pm$ standart hata
Kayın	-0,25	52,05 $\pm$ 0,12 a	2,18 $\pm$ 0,05 a
Kestane	-0,25	51,44 $\pm$ 0,24 b	2,21 $\pm$ 0,06 a
Kayın	0	50,34 $\pm$ 0,22 a	0,71 $\pm$ 0,02 b
Kestane	0	50,84 $\pm$ 0,40 a	0,87 $\pm$ 0,02 a
Kayın	0,25	50,20 $\pm$ 0,25 a	0,89 $\pm$ 0,02 b
Kestane	0,25	50,16 $\pm$ 0,25 a	1,23 $\pm$ 0,03 a
Kayın	0,50	50,54 $\pm$ 0,19 a	1,01 $\pm$ 0,02 b
Kestane	0,50	49,20 $\pm$ 0,38 b	1,40 $\pm$ 0,04 a
Kayın	1,25	43,08 $\pm$ 0,82 b	1,72 $\pm$ 0,02 b
Kestane	1,25	47,47 $\pm$ 0,61 a	1,89 $\pm$ 0,04 a
Kayın	2,25	45,01 $\pm$ 0,64 a	1,78 $\pm$ 0,04 a
Kestane	2,25	43,90 $\pm$ 1,60 a	1,78 $\pm$ 0,04 a

Not: İki türde aynı süre içerisinde aynı sütundaki ortak harfler istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

**Çizelge 3.20.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%)  $\pm$  standart hataları.

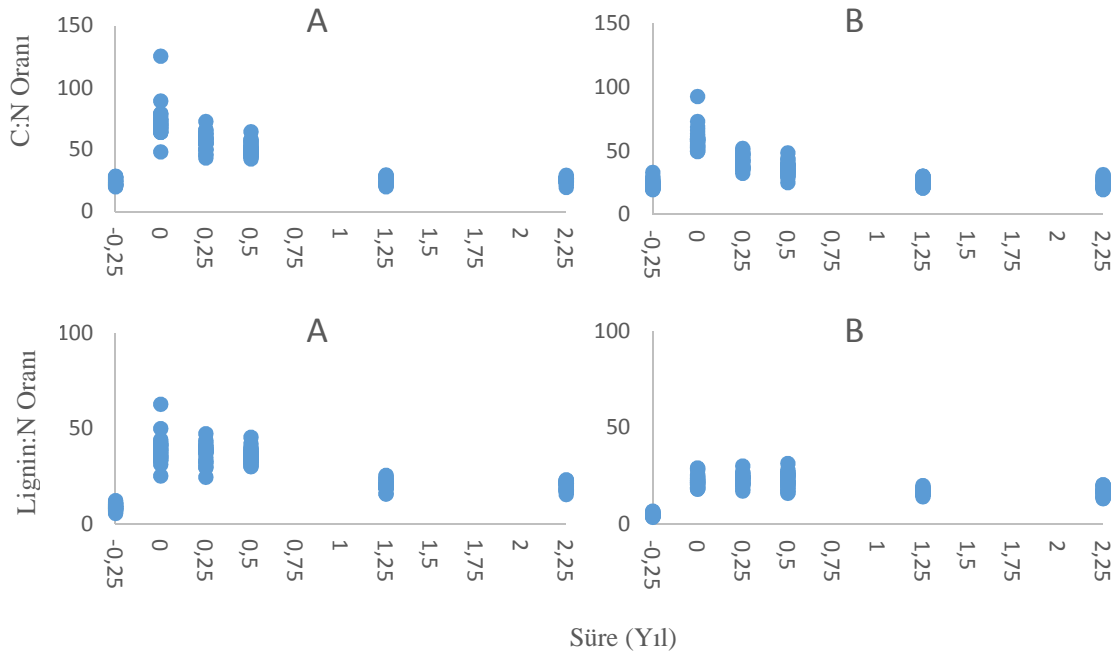
Tür	Süre (Yıl)	C (%) $\pm$ standart hata	N (%) $\pm$ standart hata
Kayın	-0,25	52,05 $\pm$ 0,12 a	2,18 $\pm$ 0,05 a
Kayın	0	50,34 $\pm$ 0,22 a	0,71 $\pm$ 0,02 d
Kayın	0,25	50,20 $\pm$ 0,25 a	0,89 $\pm$ 0,02 c
Kayın	0,50	50,54 $\pm$ 0,19 a	1,01 $\pm$ 0,02 c
Kayın	1,25	43,08 $\pm$ 0,82 c	1,72 $\pm$ 0,02 b
Kayın	2,25	45,01 $\pm$ 0,64 b	1,78 $\pm$ 0,04 b
Kestane	-0,25	51,44 $\pm$ 0,24 a	2,21 $\pm$ 0,06 a
Kestane	0	50,84 $\pm$ 0,40 a	0,87 $\pm$ 0,02 e
Kestane	0,25	50,16 $\pm$ 0,25 ba	1,23 $\pm$ 0,03 d
Kestane	0,50	49,20 $\pm$ 0,38 ba	1,40 $\pm$ 0,04 c
Kestane	1,25	47,47 $\pm$ 0,61 b	1,89 $\pm$ 0,04 b
Kestane	2,25	43,90 $\pm$ 1,60 c	1,78 $\pm$ 0,04 b

Not: Aynı tür içerisinde aynı sütundaki ortak harfler istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

### 3.2.5. Ölü Örtünün C:N ve Lignin:N Oranları

Dökülen ölü örtüdeki, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonundaki yapraklarda C:N oranları türler arası farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri sırasıyla 0,0002; <0,0001 ve <0,0001; Şekil 3.13; Çizelge 3.21). Kayın ağacında dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3.ve 6. ayı sonunda C:N oranları kestane yapraklarındakinden sırasıyla % 23, % 37 ve % 41 daha fazla çıkmıştır.

Kayın ve kestane yapraklarında hesaplanan C:N oranları periyotlar arasında farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri <0,0001; Çizelge 3.22). Kayın yapraklardaki en düşük C:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonuna kadar sırasıyla % 201, % 135 ve % 109 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yılsonunda ise bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en düşük C:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonuna kadar sırasıyla % 150, % 76 ve % 51 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yılsonunda ise bir fark olmadığı görülmüştür.



**Şekil 3.13.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın (A) ve kestane (B) sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25:Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların Karbon/Azot (C:N) ve Lignin:Azot (Lignin:N) Oranları (%).

Lignin:N oranları taze yapraklarda, dökülen ölü örtüdeki, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonundaki yapraklarda türler arası farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri <0,0001; Şekil 3.13; Çizelge 3.21). Kayın ağacının taze yapraklarında ve dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda Lignin:N oranlarının kestaneadaki değerlerden sırasıyla % 76, % 73, % 60, % 56, % 21 ve % 18 daha fazla çıkmıştır.

Hem kayın hem de kestane yapraklarında hesaplanan Lignin:N oranları periyotlar arasında istatistik olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri <0,0001; Çizelge 3.22). Kayın ağacında yapraklardaki en düşük Lignin:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonunda yaklaşık % 320, 1. ve 2. yılın sonunda ise yaklaşık % 130 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en düşük Lignin:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonunda yaklaşık % 350 1. ve 2. yılın sonunda ise yaklaşık % 235 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.21.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25: Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C:N ve Lignin:N oranları ortalaması  $\pm$  standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	C:N $\pm$ standart hata	Lignin:N $\pm$ standart hata
Kayın	-0,25	24,18 $\pm$ 0,56 a	8,92 $\pm$ 0,34 a
Kestane	-0,25	23,70 $\pm$ 0,70 a	5,07 $\pm$ 0,17 b
Kayın	0	72,77 $\pm$ 2,75 a	39,10 $\pm$ 1,45 a
Kestane	0	59,27 $\pm$ 1,89 b	22,66 $\pm$ 0,65 b
Kayın	0,25	56,89 $\pm$ 1,43 a	37,31 $\pm$ 1,03 a
Kestane	0,25	41,61 $\pm$ 1,14 b	23,30 $\pm$ 0,59 b
Kayın	0,50	50,51 $\pm$ 1,08 a	35,78 $\pm$ 0,76 a
Kestane	0,50	35,80 $\pm$ 1,07 b	22,92 $\pm$ 0,80 b
Kayın	1,25	25,17 $\pm$ 0,62 a	20,57 $\pm$ 0,50 a
Kestane	1,25	25,32 $\pm$ 0,65 a	16,95 $\pm$ 0,29 b
Kayın	2,25	25,50 $\pm$ 0,45 a	20,24 $\pm$ 0,45 a
Kestane	2,25	24,66 $\pm$ 0,71 a	17,11 $\pm$ 0,45 b

Not: İki türde aynı süre içerisinde aynı sütundaki ortak harfler istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.



**Çizelge 3.22.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane sahalarında ayrışmanın altı farklı zaman periyodu (-0,25: Yeşil Yapraklar, 0 Yıl: Dökülen yapraklar, 0,25 Yıl: Ayrışma 3. ay sonu, 0,50 Yıl: Ayrışma 6. ay sonu, 1,25 Yıl: Ayrışma 1. yılsonu ve 2,25 Yıl: Ayrışma 2. yılsonu) sonunda yaprakların C:N ve Lignin:N oranları ortalaması  $\pm$  standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	C:N $\pm$ standart hata	Lignin:N $\pm$ standart hata
Kayın	-0,25	24,18 $\pm$ 0,56 d	8,92 $\pm$ 0,34 c
Kayın	0	72,77 $\pm$ 2,75 a	39,10 $\pm$ 1,45 a
Kayın	0,25	56,89 $\pm$ 1,43 b	37,31 $\pm$ 1,03 a
Kayın	0,50	50,51 $\pm$ 1,08 c	35,78 $\pm$ 0,76 a
Kayın	1,25	25,17 $\pm$ 0,62 d	20,57 $\pm$ 0,50 b
Kayın	2,25	25,50 $\pm$ 0,45 d	20,24 $\pm$ 0,45 b
Kestane	-0,25	23,70 $\pm$ 0,70 d	5,07 $\pm$ 0,17 c
Kestane	0	59,27 $\pm$ 1,89 a	22,66 $\pm$ 0,65 a
Kestane	0,25	41,61 $\pm$ 1,14 b	23,30 $\pm$ 0,59 a
Kestane	0,50	35,80 $\pm$ 1,07 c	22,92 $\pm$ 0,80 a
Kestane	1,25	25,32 $\pm$ 0,65 d	16,95 $\pm$ 0,29 b
Kestane	2,25	24,66 $\pm$ 0,71 d	17,11 $\pm$ 0,45 b

Not: Aynı tür içerisinde aynı sütundaki ortak harfler istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

### 3.2.6. Ölü Örtü “k” Değerleri İle ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki

#### 3.2.6.1. Kayında “k” Değerleri İle ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki

Ayrışma katsayısı ile ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N arasındaki ilişki dört zaman periyodunda (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yılsonu ve 2. yılsonunu) korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir. Ayrışma katsayısı ile ADF oranı arasında ayrışmanın 6. ayın sonunda ( $P = 0,0273$  ve  $R = -0,45023$ ) ve 1. yılın sonunda negatif bir ilişki ( $P < 0,0001$  ve  $R = -0,70737$ ) bulunmuştur (EK-1). Diğer periyotlar için ise bir ilişki bulunmamıştır. Lignin ( $P = 0,0081$  ve  $R = -0,52749$ ) ve selüloz ( $P = 0,0012$  ve  $R = -0,62023$ ) oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır (EK-2-3). Diğer periyotlarda ne lignin ne de selüloz içeriğinin ayrışma katsayısı ile bir ilişkisi bulunmamıştır.

Ayrışmanın 3. ayı sonunda C ve C:N oranları ile ayrışma katsayısının negatif, N oranı ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir ( $P$ -değerleri sırasıyla 0,0186; 0,0055; 0,0154 ve  $R$  değerleri sırasıyla -0,47639; -0,54888 ve 0,48858; EK-4-5-6). Diğer

periyotlarda istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğuna dair yeteri kadar kanıt bulunamamıştır. Lignin:N oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 3. ayı ve 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (*P*-değerleri sırasıyla 0,0040 ve 0,0178; *R* değerleri ise -0,56498 ve -0,47922; EK-7). Diğer periyotlarda istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğuna dair yeteri kadar kanıt bulunamamıştır.

### 3.2.6.2. Kestanede “k” Değerleri İle ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki

Kestane meşçerelerindeki ölü örtü ayrışma katsayısı ile ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N arasındaki ilişki korelasyon analizi dört zaman periyodu (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yılın sonu ve 2. yılın sonu) içinde incelenmiştir. Ayrışma katsayısı değeri ile ADF oranı arasında ayrışmanın 1. yılı sonunda ( $P = 0,0181$  ve  $R = 0,47823$ ) ve 2. yılın sonunda pozitif bir ilişki ( $P = 0,0006$  ve  $R = 0,65008$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (EK-8). Diğer periyotlarda bir ilişki bulunamamıştır. Lignin oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 1. ve 2. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu (*P*-değerleri sırasıyla 0,0385 ve 0,0365 ve  $R = -0,42481$  ve  $-0,42896$ ) belirlenmiştir (EK-9). Diğer periyotlarda istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğuna dair yeteri kadar kanıt bulunamamıştır. Selüloz oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonunda negatif bir ilişki olduğu (*P*-değerleri sırasıyla 0,0342 ve 0,0278  $R = -0,43377$  ve  $-0,44893$ ) görülmüştür (EK-10). Diğer periyotlarda bir ilişki görülmemiştir.

Ayrışma katsayısı ile C arasında ayrışmanın 6. ayı ( $P = 0,0242$  ve  $R = -0,45681$ ) ve 2. yılı sonunda ( $P = 0,0042$  ve  $R = -0,56281$ ) negatif bir ilişki bulunmuştur (EK-11). Diğer periyotlarda bir ilişki bulunmamıştır. Ayrışma katsayısı ile N oranı arasında ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı pozitif ve 2. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu (*P*-değerleri sırasıyla 0,0011; 0,0003; 0,0015; 0,0328 ve *R* değerleri de sırasıyla 0,62587; 0,67225; 0,61017; -0,43688 ) belirlenmiştir (EK-12).

Ayrışma katsayısı ile C:N oranı arasında ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (*P*-değerleri sırasıyla 0,0024; 0,0002; 0,002 ve *R* değerleri ise -0,58967; -0,68643; -0,59478; EK-13).

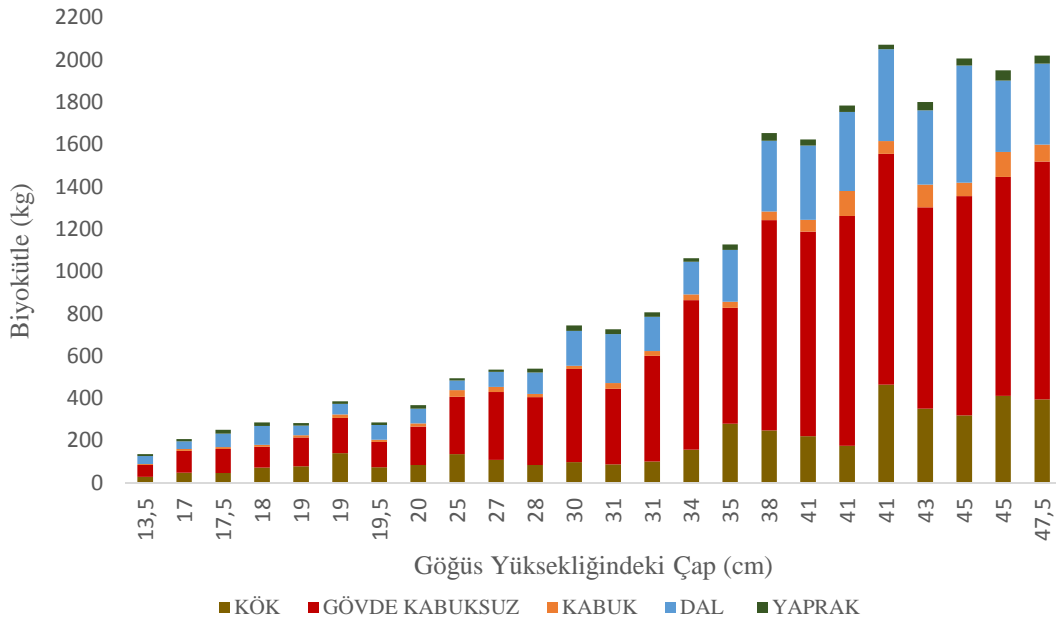
Ayrışma katsayısı ile Lignin:N oranı arasında ayrışmanın 3. ayı ve 6. ayı sonunda negatif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır (*P*-değerleri sırasıyla 0,032 ve 0,0007; *R* değerleri ise -0,43812 ve -0,64151; EK-14). Diğer periyotlarda bir ilişki bulunmamıştır.

### 3.3. AĞAÇ ÇAPLARI İLE BİYOKÜTLE VE KARBON MİKTARLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

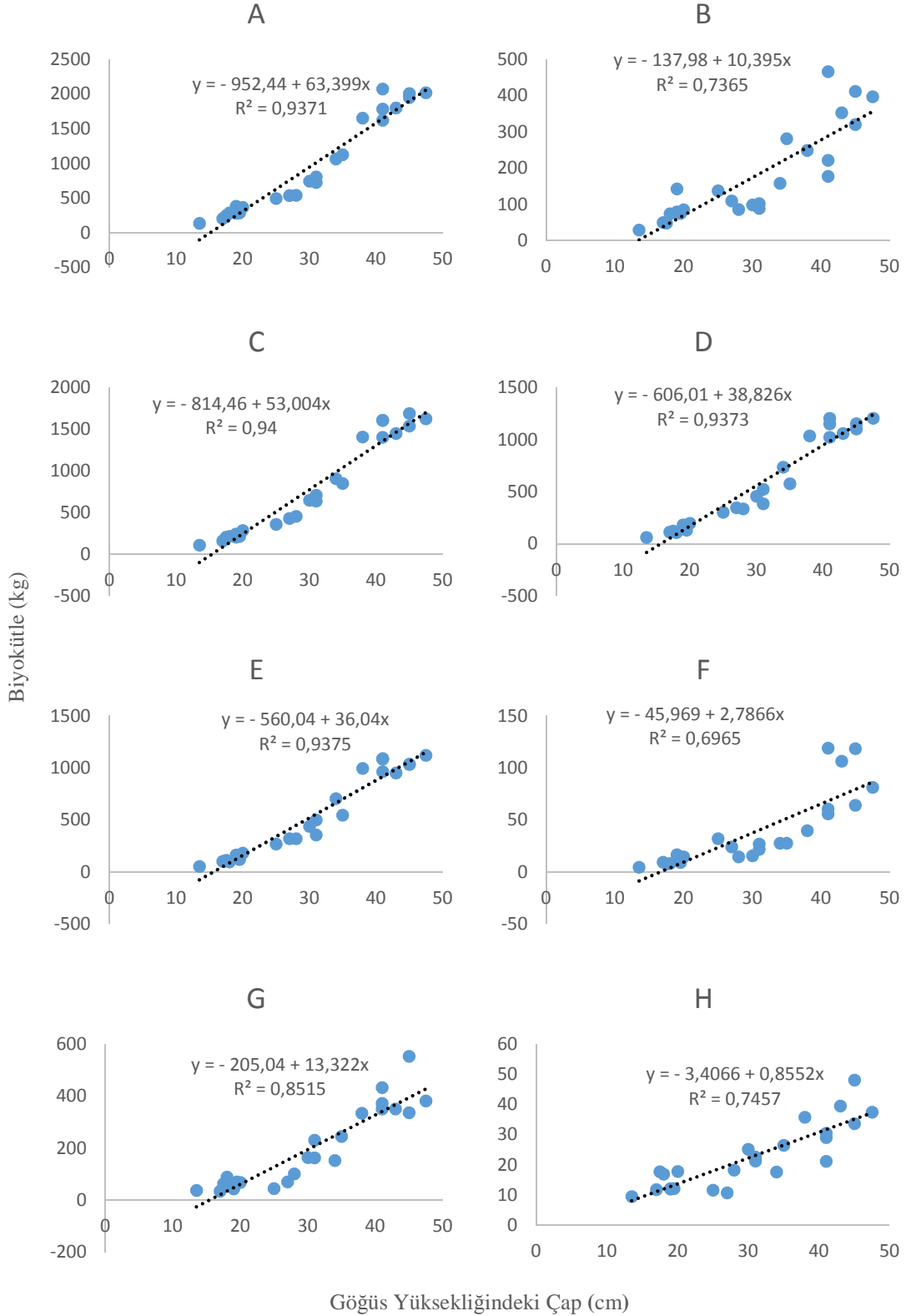
#### 3.3.1. Kayında Çap İle Biyokütle ve Karbon Miktarları Arasındaki İlişki

##### 3.3.1.1. Kayında Çap İle Biyokütle Arasındaki İlişki

Kayın ağacının göğüs yüksekliğindeki çapı (GYÇ) ile ağacın toplam, toprak altı ve üstü, kabuklu gövde, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak biyokütelleri arasında pozitif doğru orantılı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir ( $P$ -değerleri  $< 0,0001$  ve  $R^2$  değerleri sırasıyla 0,9371; 0,7365; 0,94; 0,9373; 0,9375; 0,6965; 0,8515 ve 0,7457; Şekil 3.14 ve 3.15).



**Şekil 3.14.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak biyokütelleri.



**Şekil 3.15.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) biyokütelleri arasındaki ilişki.

GYÇ'ye bağı olarak ağacın toplam biyokütlesini tahmine yönelik regresyon denklemleri Denklem 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8'de verilmiştir. Kayın ağacı toplam, toprak üstü, kabuklu gövde ve kabuksuz gövde biyokütlesi için elde edilen denklemlerin 17 cm.'den büyük çaplar için pozitif sonuçlar verdiği hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam biyokütle (kg)} = -952,44 + 63,399 \times \text{çap (cm)} \quad (3.1)$$

$$\text{Toprak altı biyokütle (kg)} = -137,98 + 10,395 \times \text{çap (cm)} \quad (3.2)$$

$$\text{Toprak üstü biyokütle (kg)} = -814,46 + 53,004 \times \text{çap (cm)} \quad (3.3)$$

$$\text{Kabuklu gövde biyokütlesi (kg)} = -606,01 + 38,826 \times \text{çap (cm)} \quad (3.4)$$

$$\text{Kabuksuz gövde biyokütlesi (kg)} = -560,04 + 36,04 \times \text{çap (cm)} \quad (3.5)$$

$$\text{Kabuk biyokütlesi (kg)} = -45,969 + 2,7866 \times \text{çap (cm)} \quad (3.6)$$

$$\text{Dal biyokütlesi (kg)} = -205,04 + 13,322 \times \text{çap (cm)} \quad (3.7)$$

$$\text{Yaprak biyokütlesi (kg)} = -3,4066 + 0,8552 \times \text{çap (cm)} \quad (3.8)$$

### 3.3.1.2. Kayında Çap İle Karbon Miktarı Arasındaki İlişki

Kayın ağacının toplam, toprak altı ve üstü, kabuklu gövde, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yapraktaki C miktarının (Şekil 3.16) ağacın göğüs yüksekliğindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ( $P$ -değerleri  $<0,0001$  ve  $R^2$  değerleri sırasıyla  $0,9359$ ;  $0,7257$ ;  $0,9385$ ;  $0,9353$ ;  $0,9355$ ;  $0,6933$ ;  $0,8453$  ve  $0,7369$ ) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.17).

GYÇ'ye bağı olarak ağacın toplam C miktarını tahmine yönelik regresyon denklemleri Denklem 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16'da verilmiştir. Kayın ağacı toplam, toprak üstü, kabuklu gövde ve kabuksuz gövde C miktarı için elde edilen formüllerin 17 cm'den büyük çaplar için pozitif sonuçlar verdiği hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam C miktarı (kg)} = -490,58 + 32,573 \times \text{çap (cm)}, \quad (3.9)$$

$$\text{Toprak altı C miktarı (kg)} = -70,984 + 5,3367 \times \text{çap (cm)} \quad (3.10)$$

$$\text{Toprak üstü C miktarı (kg)} = -419,6 + 27,236 \times \text{çap (cm)} \quad (3.11)$$

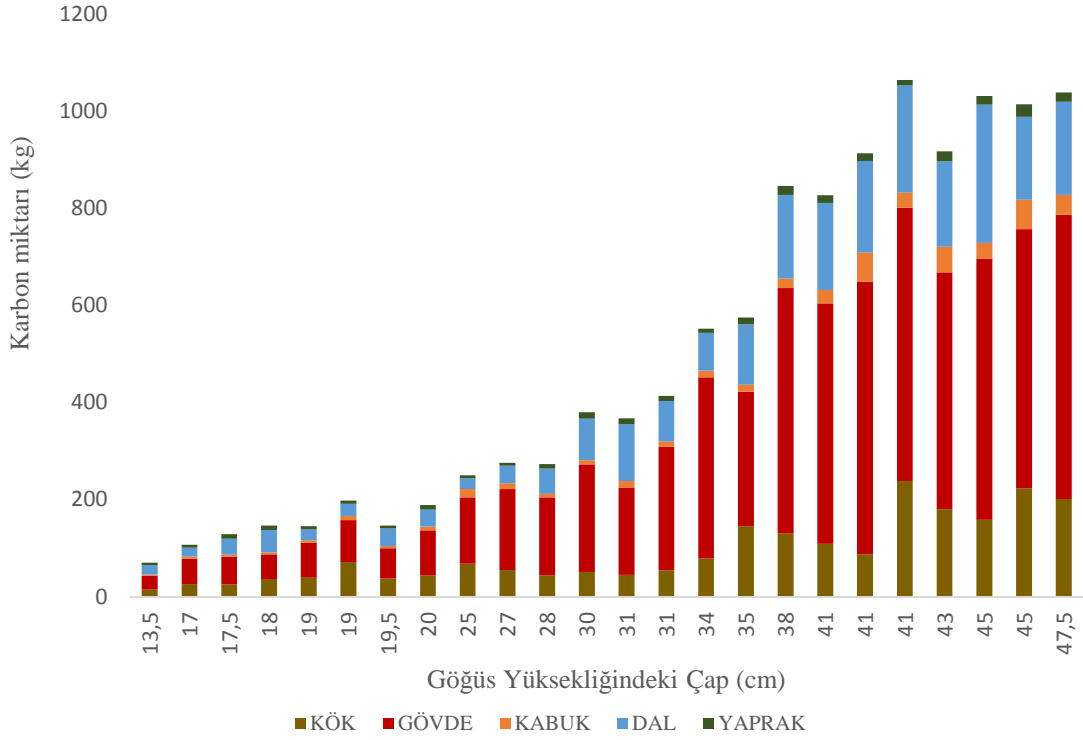
$$\text{Kabuklu gövde C miktarı (kg)} = -313,89 + 20,023 \times \text{çap (cm)} \quad (3.12)$$

$$\text{Kabuksuz gövde C miktarı (kg)} = -290,99 + 18,628 \times \text{çap (cm)} \quad (3.13)$$

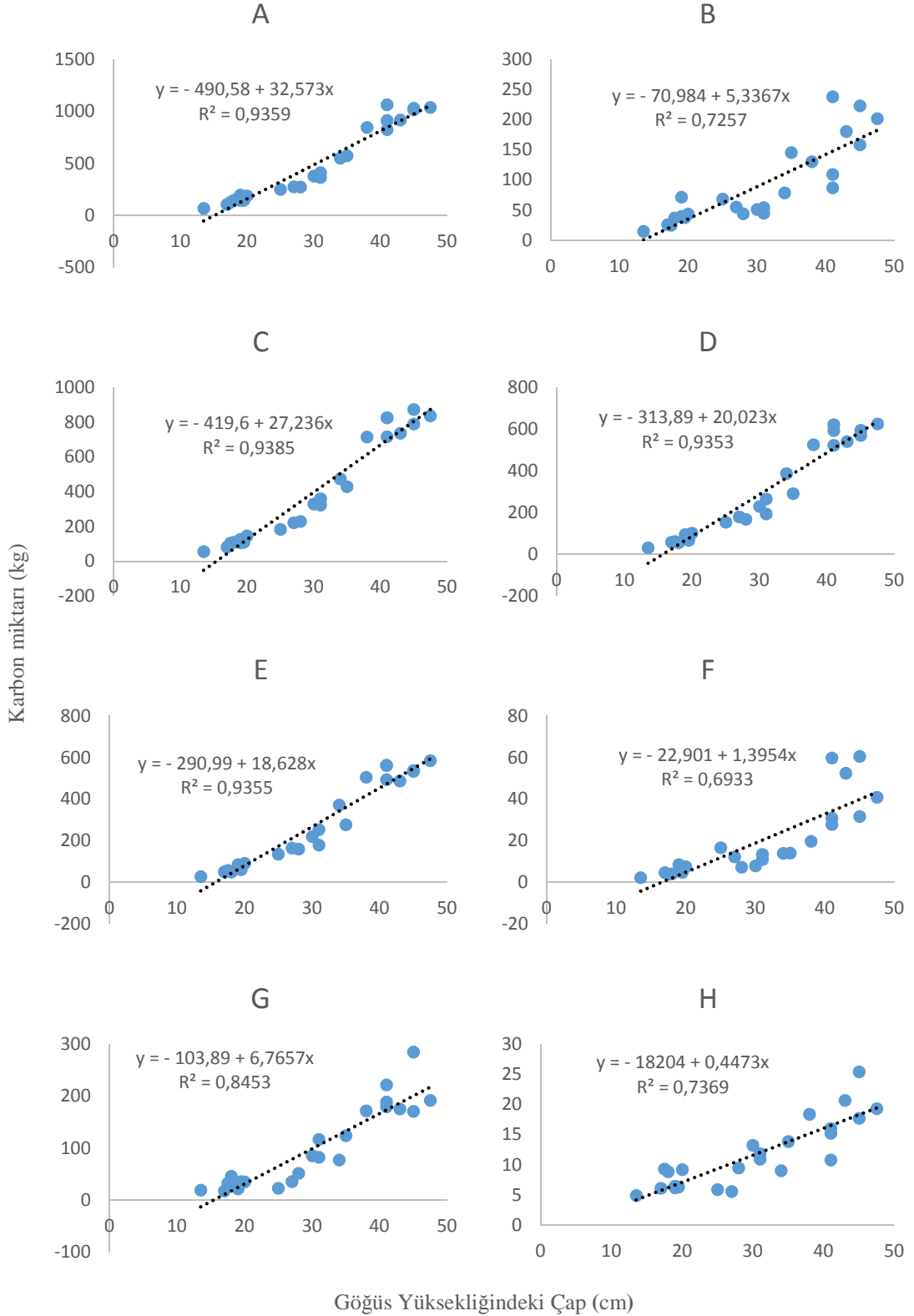
$$\text{Kabuk C miktarı (kg)} = -22,901 + 1,3954 \times \text{çap (cm)} \quad (3.14)$$

$$\text{Dal C miktarı (kg)} = -103,89 + 6,7657 \times \text{çap (cm)} \quad (3.15)$$

$$\text{Yaprak C miktarı (kg)} = -1,8204 + 0,4473 \times \text{çap (cm)} \quad (3.16)$$



**Şekil 3.16.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki (d<sub>1.30</sub>) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak karbon miktarları.

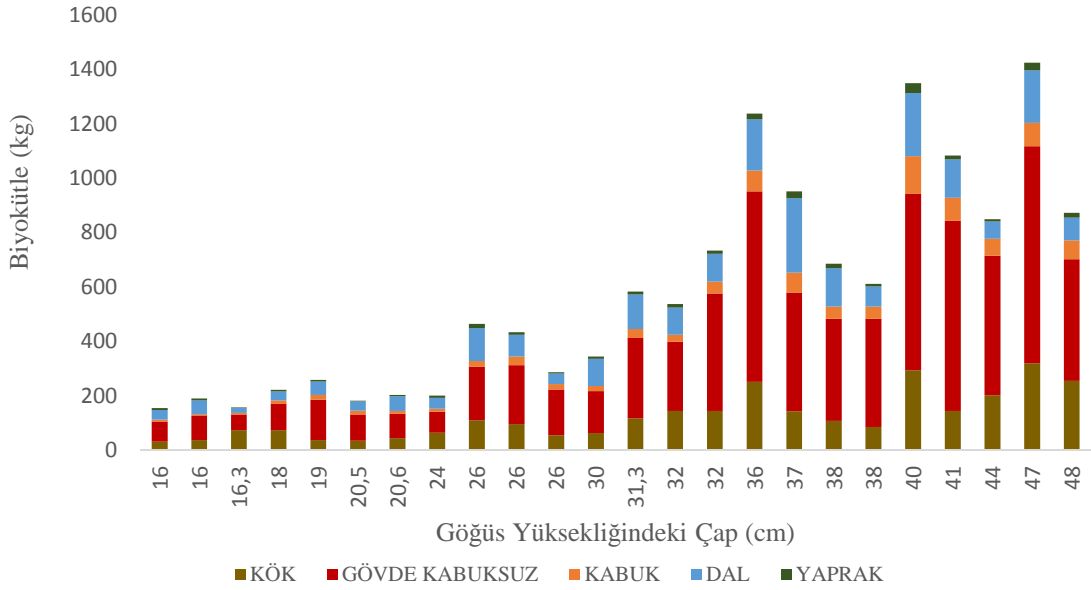


**Şekil 3.17.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kayınının göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) karbon miktarları arasındaki ilişki.

### 3.3.2. Kestanede Çap İle Biyokütle ve Karbon Miktarları Arasındaki İlişki

#### 3.3.2.1. Kestanede Çap İle Biyokütle Arasındaki İlişki

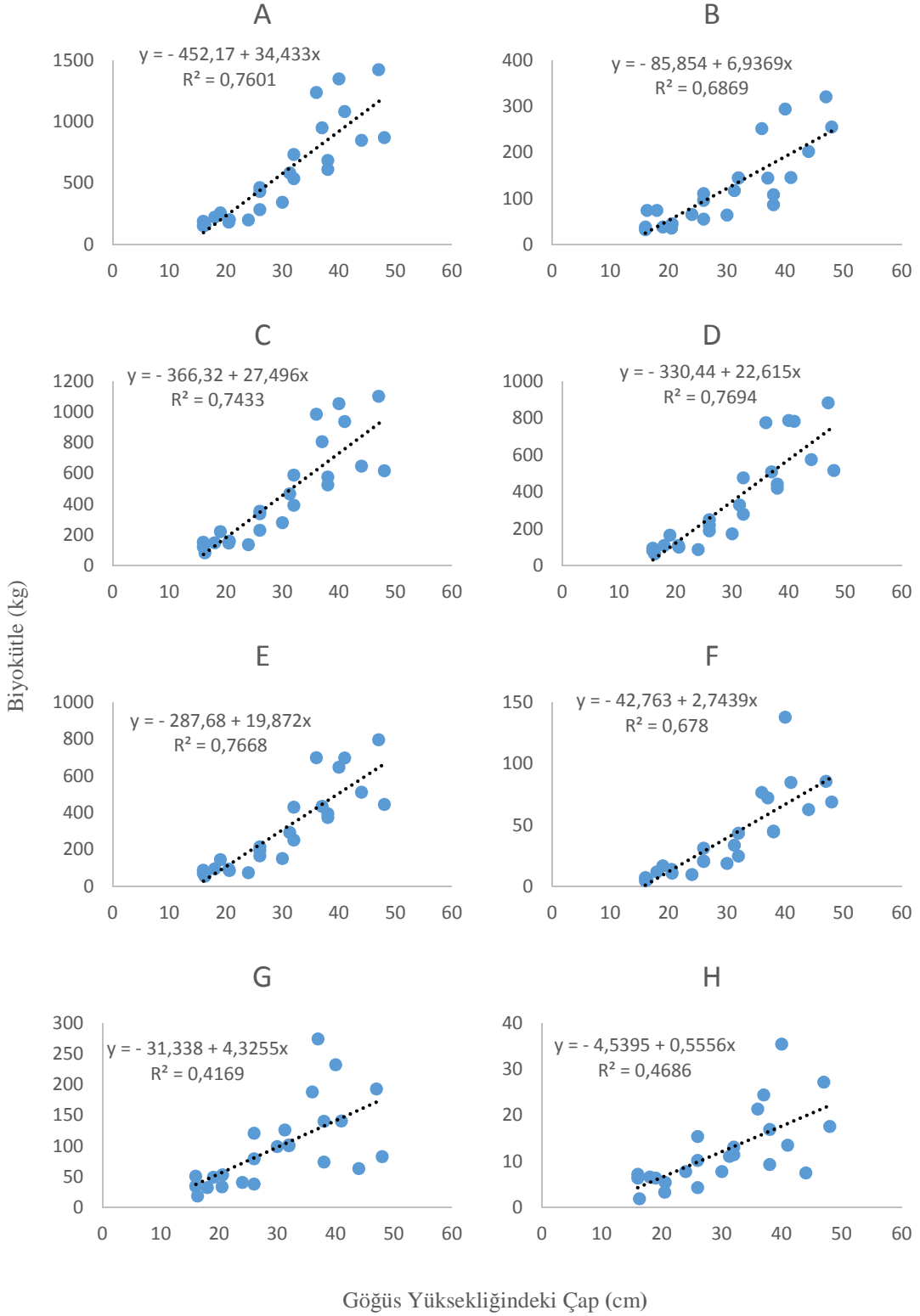
Kestane ağacının toplam, toprak altı ve üstü, kabuklu gövde, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak biyokütellerinin ağacın göğüs yüksekliğindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ( $P$ -değerleri  $< 0,0001$  ve  $R^2$  sırasıyla  $0,7601$ ;  $0,6869$ ;  $0,7433$ ;  $0,7694$ ;  $0,7668$ ;  $0,678$ ;  $0,4169$  ve  $0,4686$ ) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.18 ve 3.19).



**Şekil 3.18.** Düzce Akçakoca yöresindeki kestanenin göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak biyokütelleri.

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın toplam biyokütlesini tahmine yönelik regresyon denklemleri Denklem 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23 ve 3.24'da verilmiştir.





**Şekil 3.19.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kestanenin göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) biyokütelleri arasındaki ilişki.

$$\text{Toplam biyokütle (kg)} = -452,17 + 34,433 \times \text{çap (cm)}, \quad (3.17)$$

$$\text{Toprak altı biyokütle (kg)} = -85,854 + 6,9369 \times \text{çap (cm)} \quad (3.18)$$

$$\text{Toprak üstü biyokütle (kg)} = -366,32 + 27,496 \times \text{çap (cm)} \quad (3.19)$$

$$\text{Kabuklu gövde biyokütlesi (kg)} = -330,44 + 22,615 \times \text{çap (cm)} \quad (3.20)$$

$$\text{Kabuksuz gövde biyokütlesi (kg)} = -287,68 + 19,872 \times \text{çap (cm)} \quad (3.21)$$

$$\text{Kabuk biyokütlesi (kg)} = -42,763 + 2,7439 \times \text{çap (cm)} \quad (3.22)$$

$$\text{Dal biyokütlesi (kg)} = -31,338 + 4,3255 \times \text{çap (cm)} \quad (3.23)$$

$$\text{Yaprak biyokütlesi (kg)} = -4,5395 + 0,5556 \times \text{çap (cm)} \quad (3.24)$$

### 3.3.2.2. Kestane Çap İle Karbon Miktarı Arasındaki İlişki

Kestane ağacının toplam, toprak altı ve üstü, kabuklu gövde, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yapraktaki C miktarının ağacın göğüs yüksekliğindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif (*P*-değerleri sırasıyla  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $<0,0001$ ;  $0,0007$  ve  $0,0002$  ve  $R^2$  değerleri sırasıyla  $0,757$ ;  $0,686$ ;  $0,741$ ;  $0,7654$ ;  $0,7626$ ;  $0,6827$ ;  $0,4131$  ve  $0,4653$ ) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3. 20 ve 3.21).

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın toplam C miktarını tahmine yönelik regresyon denklemleri Denklem 3.25, 3.26, 3.27, 3.28, 3.29, 3.30, 3.31 ve 3.32'de verilmiştir.

$$\text{Toplam C miktarı (kg)} = -234,6 + 17,794 \times \text{çap (cm)}, \quad (3.25)$$

$$\text{Toprak altı C miktarı (kg)} = -42,635 + 3,4684 \times \text{çap (cm)} \quad (3.26)$$

$$\text{Toprak üstü C miktarı (kg)} = -191,96 + 14,326 \times \text{çap (cm)} \quad (3.27)$$

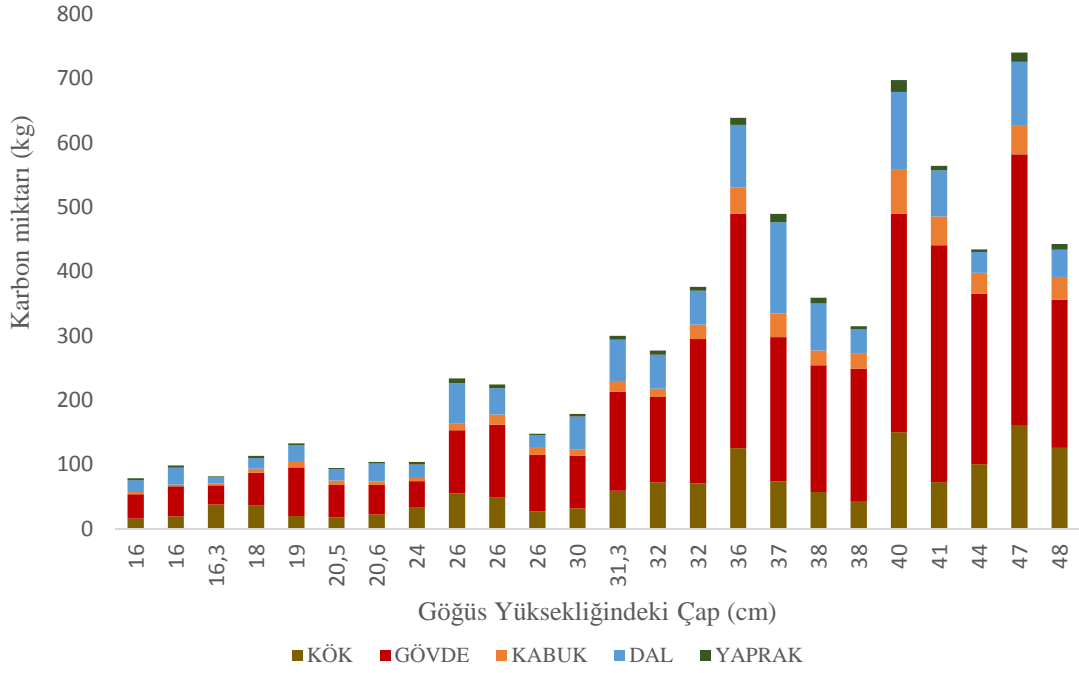
$$\text{Kabuklu gövde C miktarı (kg)} = -173,61 + 11,818 \times \text{çap (cm)} \quad (3.28)$$

$$\text{Kabuksuz gövde C miktarı (kg)} = -151,7 + 10,407 \times \text{çap (cm)} \quad (3.29)$$

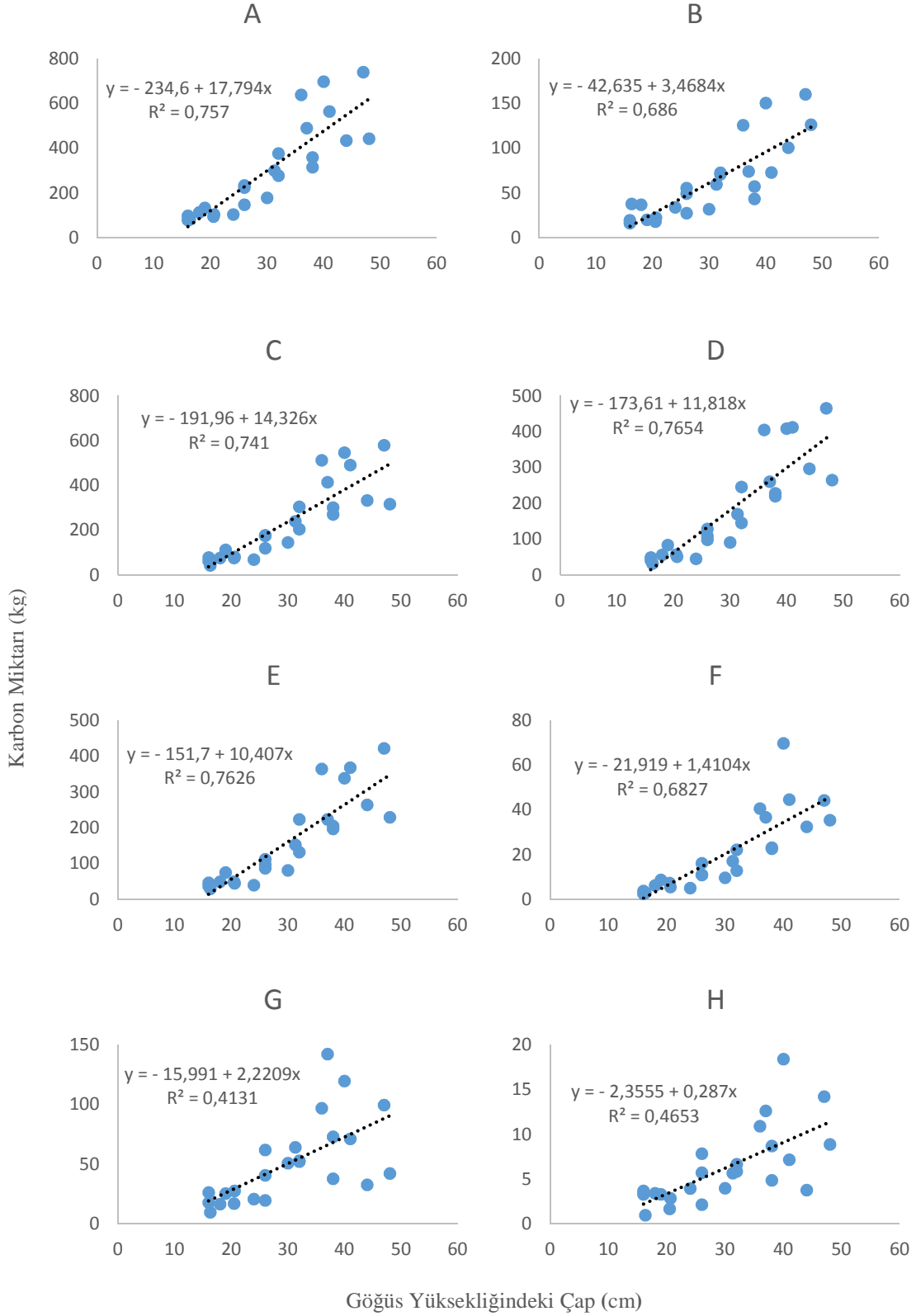
$$\text{Kabuk C miktarı (kg)} = -21,919 + 1,4104 \times \text{çap (cm)} \quad (3.30)$$

$$\text{Dal C miktarı (kg)} = -15,991 + 2,2209 \times \text{çap (cm)} \quad (3.31)$$

$$\text{Yaprak C miktarı (kg)} = -2,3555 + 0,287 \times \text{çap (cm)} \quad (3.32)$$



**Şekil 3.20.** Düzce Akçakoca yöresindeki kestanenin göğüs yüksekliğindeki (d<sub>1.30</sub>) çapa bağlı kök, kabuksuz gövde, kabuk, dal ve yaprak karbon miktarları.



**Şekil 3.21.** Düzce Akçakoca yöresindeki doğu kestanenin göğüs yüksekliğindeki ( $d_{1.30}$ ) çapı ile ağacın toplam (A), toprak altı (B) ve üstü (C), kabuklu gövde (D), kabuksuz gövde (E), kabuk (F), dal (G) ve yaprak (H) karbon miktarları arasındaki ilişki.

### 3.4. AĞAÇLARIN TOPLAM BİYOKÜTLE VE KARBON MİKTARLARI

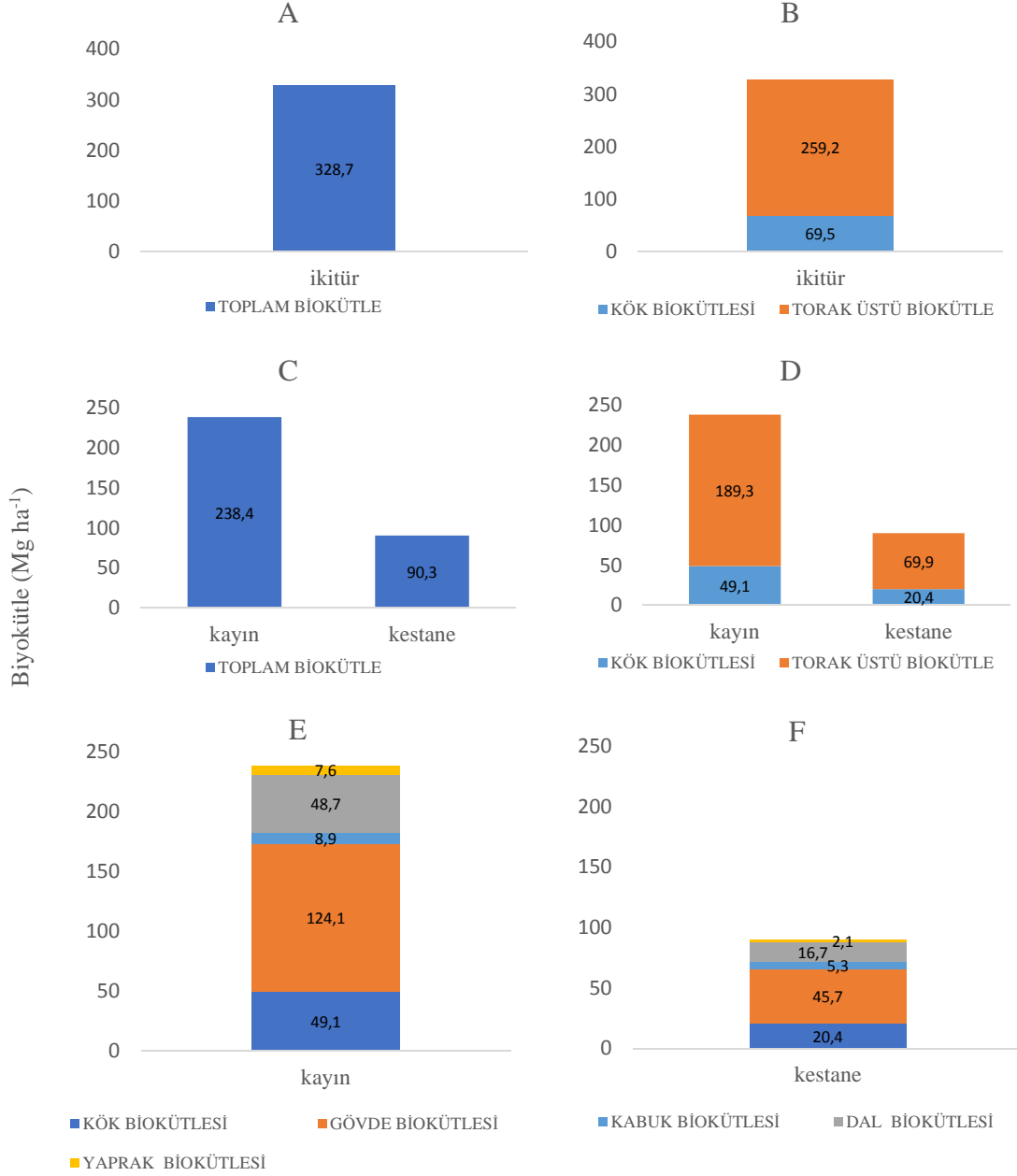
#### 3.4.1. Kayın ve Kestane Ağacı Toplam Biyokütle

Kayın ve kestane ağaçlarının çap sınıflarına göre belirlenen biyokütlelerinin aynı çap sınıfındaki hektardaki ağaç sayısı ile çarpılması sonucu ağaçlar için toplam biyokütle hektar bazında Mega gram olarak hesaplanmıştır. Buna göre “b”, “c” ve “d” çap sınıflarındaki (b = 8-19,9 cm, c = 20-35,9 ve c = 36-51,9 cm) ağaçlarının biyokütlelerinin toplanmasıyla elde edilen kayın ve kestane ağaçlarının bir hektardaki toplam biyokütlesinin yaklaşık 329 Mg ha<sup>-1</sup> (Şekil 3.22A) ve bu biyokütlenin % 21 (70 Mg ha<sup>-1</sup>)’inin toprak altı, % 79 (259 Mg ha<sup>-1</sup>)’unun da toprak üstü kısımlarından oluştuğu hesaplanmıştır (Şekil 3.22B). İki tür ayrı ayrı incelendiğinde ise hektardaki toplam biyokütlenin yaklaşık % 73 (238 Mg ha<sup>-1</sup>)’lük kısmının kayın, % 27 (90 Mg ha<sup>-1</sup>)’lik kısmının da kestane ağaçlarından oluştuğu (Şekil 3.22C), kayın ve kestane ağaçlarının toprak altı ve üstü kısımlarının toplam biyokütleye oranlarının ise sırasıyla % 15 (49 Mg ha<sup>-1</sup>), % 58 (189 Mg ha<sup>-1</sup>), % 6 (20 Mg ha<sup>-1</sup>) ve % 21 (70 Mg ha<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.22D).

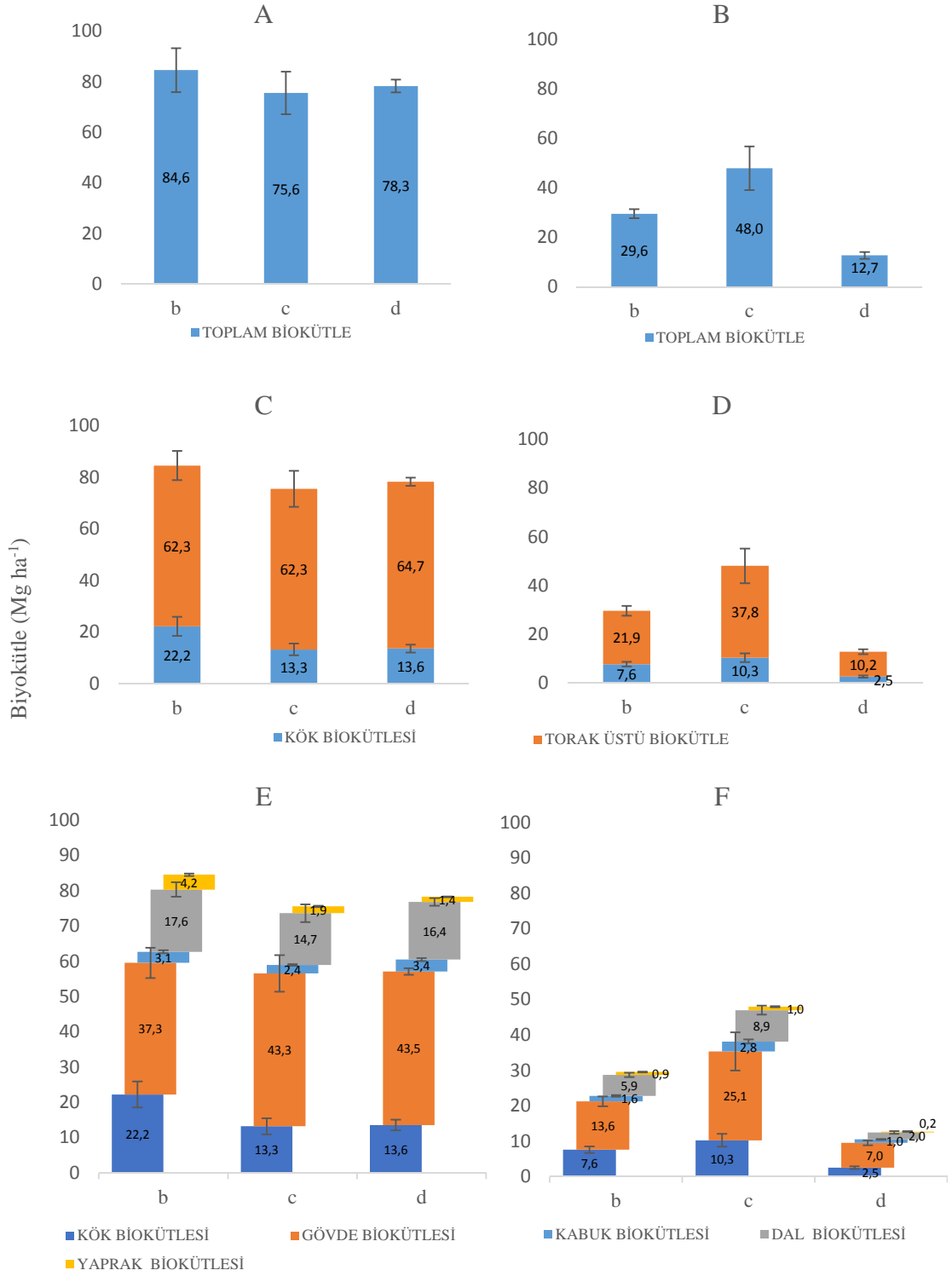
Kayın kestane karışık meşcerelerinde 238 Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanan toplam kayın biyokütlesinin % 79’unun toprak üstü ve % 21’inin ise toprak altı kısmından oluştuğu, 90 Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanan toplam kestane biyokütlesinin ise % 77’sinin toprak üstü ve % 23’ünün toprak altı kısmından oluştuğu hesaplanmıştır (Şekil 3.22D). Toprak üstü kısmı oluşturan kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımları toplam kayın biyokütlesinin sırasıyla % 4, % 52, % 20 ve % 3’ünü oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 3.22E). Kestane kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımlarının ise toplam biyokütlenin sırasıyla % 6, % 51, % 19 ve % 2’sini oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 3.22F).

Ağaçlar “b”, “c” ve “d” çap sınıflarına göre incelendiğinde ise kayın ağacının biyokütleleri sırasıyla 85, 76 ve 78 Mg ha<sup>-1</sup> (Şekil 3.23A), kestane ağacının biyokütleleri de sırasıyla 30, 48 ve 13 Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.23B). Kayın ağacında “b”, “c” ve “d” çaplarındaki ağaçların toplam biyokütlelerinin sırasıyla yaklaşık % 74, %82 ve %83’ünü (Şekil 3.23C), kestane ağacında da sırasıyla % 74, % 79 ve % 80’ini toprak üstü biyokütlelerinin oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 3.23D). Kayın ağacında toprak üstü kısmı oluşturan kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımları “b” çapındaki toplam kayın biyokütlesinin sırasıyla % 4, % 44, % 21 ve % 5’ini, “c” çapındaki toplam

kayın biyokütlesinin sırasıyla % 3, % 57, % 19 ve % 3'ünü, "d" çağındaki toplam kayın biyokütlesinin sırasıyla % 4, % 56, % 21 ve % 2'sini oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 3.23E).



**Şekil 3.22.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde ağaçların toplam (A), toprak altı ve üstü (B) biyokütleleri; kayın ve kestanenin toplam (C), toprak altı ve üstü (D) biyokütleleri; kayın ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yaprak biyokütleleri (E) ile kestane ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yaprak biyokütleleri (F).



#### Çap Sınıfları

**Şekil 3.23.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde çap sınıflarına (b = 8-19,9 cm, c = 20-35,9 ve d = 36-51,9 cm) göre kayın toplam (A), kestane toplam (B), kayın toprak altı ve üstü (C), kestane toprak altı ve üstü (D), kayın kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (E), kestane kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (F) biyokütelleri.

Kestane ağacında toprak üstü kısmı oluşturan kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımları “b” çağındaki toplam kestane biyokütlesinin sırasıyla % 5, % 46, % 20 ve % 3’ünü, “c” çağındaki toplam kestane biyokütlesinin sırasıyla % 6, % 52, % 18 ve % 2’sini, “d” çağındaki toplam kestane biyokütlesinin sırasıyla % 8, % 55, % 15 ve % 2’sini oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 3.23F).

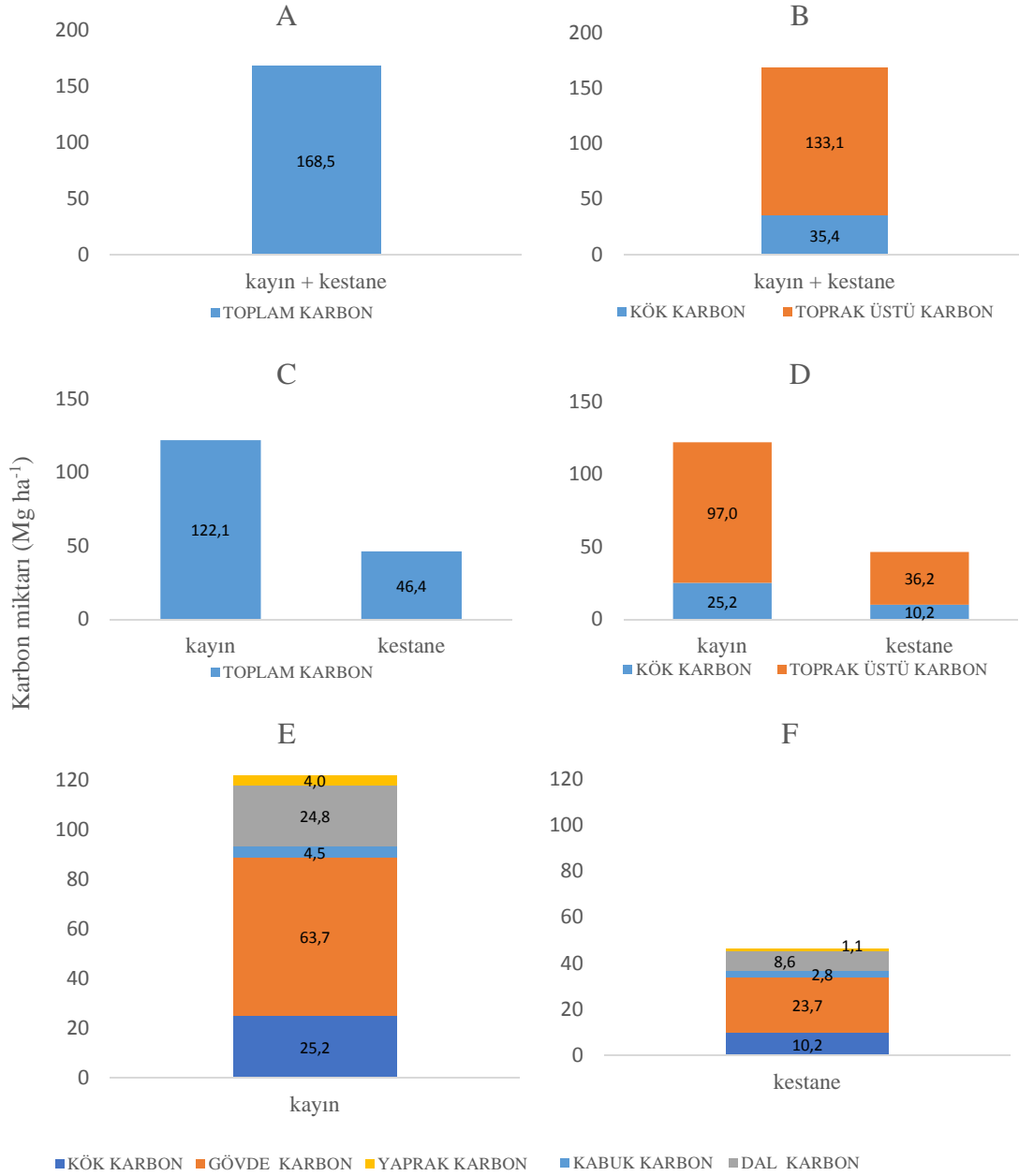
### 3.4.2. Kayın ve Kestane Ağacı Toplam Karbon Miktarları

Çalışma sahalarındaki kayın ve kestane ağaçlarının çap sınıflarına göre belirlenen toplam biyokütlelerinin, içerdikleri C miktarı ile oranlanması sonucu ağaçlar için toplam C miktarları hektar bazında Mega gram olarak hesaplanmıştır. Buna göre “b”, “c” ve “d” çap sınıflarındaki ağaçların C miktarlarının toplanmasıyla elde edilen kayın ve kestane ağaçlarının bir hektardaki toplam C miktarı yaklaşık  $169 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Şekil 3.24A) ve bu miktarın % 21 ( $35 \text{ Mg ha}^{-1}$ )’inin toprak altı, % 79 ( $133 \text{ Mg ha}^{-1}$ )’unun da toprak üstü kısımlarında bulunduğu hesaplanmıştır (Şekil 3.24B). İki tür ayrı ayrı incelendiğinde ise hektardaki toplam C miktarının yaklaşık % 73 ( $122 \text{ Mg ha}^{-1}$ )’lük kısmının kayın, % 27 ( $46 \text{ Mg ha}^{-1}$ )’ lik kısmının da kestane ağaçlarında olduğu (Şekil 3.24C), kayın ve kestane ağaçlarının toprak altı ve üstü kısımlarındaki toplam C miktarları oranlarının ise sırasıyla % 15 ( $25 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), % 58 ( $97 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), % 6 ( $10 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) ve % 21 ( $36 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.24D).

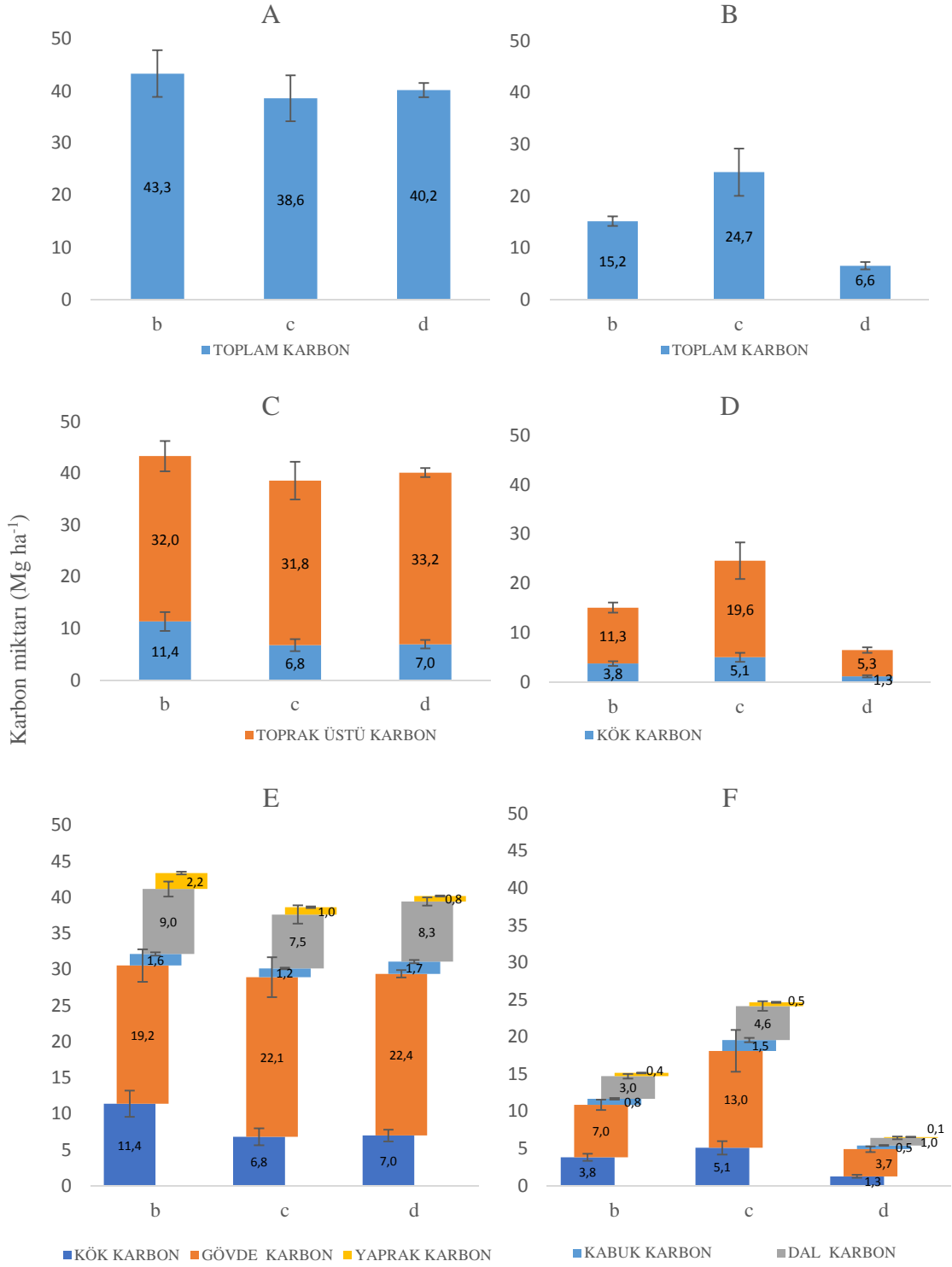
Kayın kestane karışık meşcerelerinde  $122 \text{ Mg ha}^{-1}$  olarak hesaplanan kayındaki toplam C miktarının % 79’unun toprak üstü ve % 21’inin ise toprak altı kısımlarda olduğu,  $46 \text{ Mg ha}^{-1}$  olarak hesaplanan kestanenin toplam C’un % 78’inin toprak üstü ve %22’sinin toprak altı kısımlarda bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 3.24D). Toprak üstü kısmı oluşturan kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımları kayında toplam C’un sırasıyla % 4, % 52, % 20 ve % 3’ünü içermektedirler (Şekil 3.24E). Kestane de ise kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımlarının toplam C miktarının sırasıyla % 6, % 51, % 19 ve % 2’sini içerdiği belirlenmiştir (Şekil 3.24F).

Ağaçlar “b”, “c” ve “d” çap sınıflarına göre incelendiğinde ise kayın ağacının C miktarları sırasıyla 43, 39 ve  $40 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Şekil 3.25A), kestane ağacının C miktarları da sırasıyla 30, 48 ve  $13 \text{ Mg ha}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.25B). Kayın ağacında “b”, “c” ve “d” çağlarındaki ağaçların toplam C miktarının sırasıyla yaklaşık % 74, % 82 ve % 83’ünü (Şekil 3.25C), kestane ağacında da sırasıyla % 75, % 79 ve % 81’ini toprak üstü kısmının oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 3.25D).





**Şekil 3.24.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde ağaçların toplam (A), toprak altı ve üstü (B) karbon miktarları; kayın ve kestanein toplam (C), toprak altı ve üstü (D) karbon miktarları; kayın ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yapraklarındaki karbon miktarı(E) ile kestane ağaçlarının toplam kök, gövde kabuk, dal ve yapraklarındaki karbon miktarı (F).



#### Meşcere Gelişim Çağları

**Şekil 3.25.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde çap sınıflarına (b = 8-19,9 cm, c = 20-35,9 ve d = 36-51,9 cm) göre kayın toplam (A), kestane toplam (B), kayın toprak altı ve üstü (C), kestane toprak altı ve üstü (D), kayın kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (E), kestane kök, gövde, kabuk, dal ve yaprak (F) karbon miktarları.

Kayının “b” cağı için toplam C miktarının % 4, % 44, % 21 ve % 5’inin, “c” cağı için % 3, % 57, % 19 ve % 3’ünün, “d” cağı için ise % 4, % 56, % 21 ve % 2’sinin sırasıyla kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımlarında “bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 3.25E).

Kestanenin “b” cağı için toplam karbon miktarının % 5, % 46, % 20 ve % 3’ünün, “c” cağı için % 6, % 52, % 19 ve % 2’sinin, “d” cağı için ise % 8, % 56, % 15 ve % 2’sinin sırasıyla kabuk, kabuksuz gövde, dal ve yaprak kısımlarında bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 3.25F).

### 3.5. TOPRAK

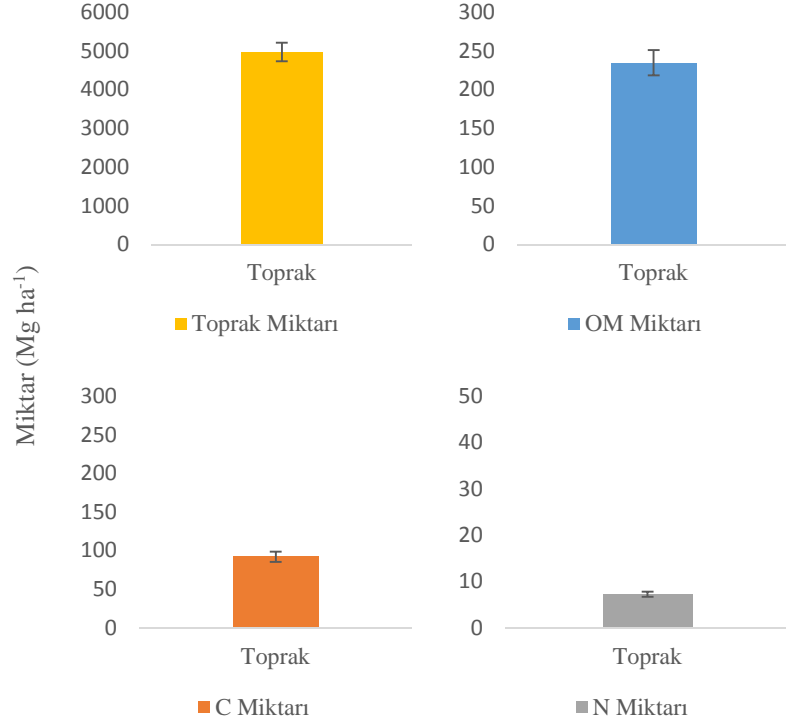
#### 3.5.1. Kayın Kestane Karışık Meşçerelerinde Topraktaki OM, C ve N Yoğunlukları ile Toplam Miktarları

Kayın kestane karışık meşçerelerinde profillerden alınan toprak örneklerinde yaklaşık %7 OM, % 3,5 C ve % 2 N içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 3.23).

**Çizelge 3.23.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata.

OM (%)	C (%)	N (%)
6,83 $\pm$ 0,43	3,37 $\pm$ 0,25	0,19 $\pm$ 0,01

Toprağın hacim ağırlığı ile OM, C ve N yoğunluklarının kullanılmasıyla elde edilen verilere göre çalışma sahalarında yaklaşık 5000 Mg ha<sup>-1</sup> toprak olduğu hesaplanmış ve OM miktarının toplam toprak miktarının yaklaşık % 5’i (235 Mg ha<sup>-1</sup>) olduğu hesaplanmıştır. Toplam C miktarının toplam OM miktarının yaklaşık % 39’u kadar olduğu, toplam N miktarının ise toplam C miktarının yaklaşık % 8’i kadar olduğu hesaplanmıştır (Şekil 3.26).



**Şekil 3.26.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde toprağın toplam OM, C ve N içeriği ortalamaları (Mg ha<sup>-1</sup>) ± standart hataları.

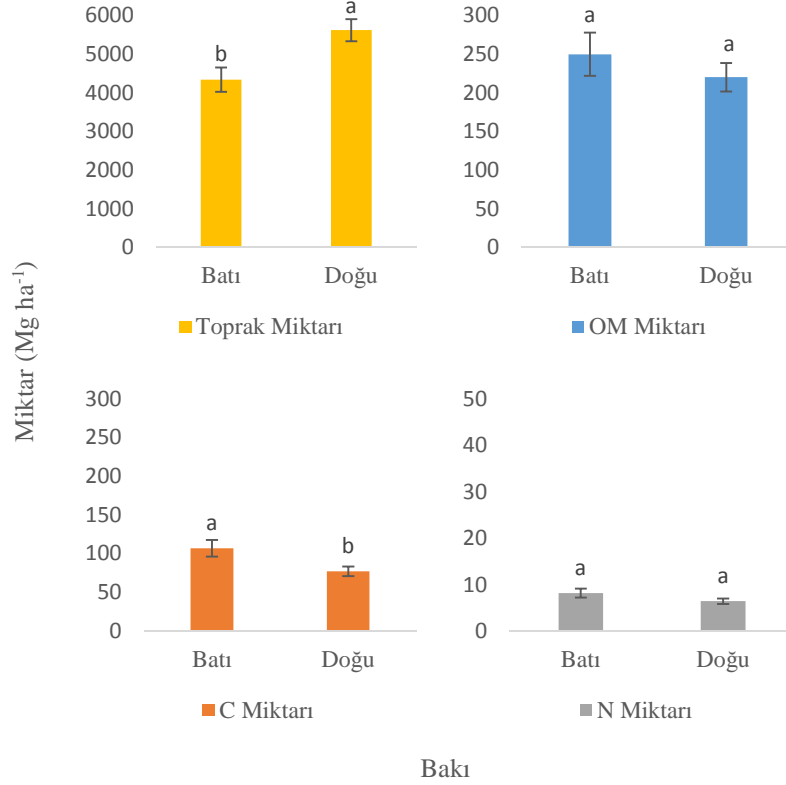
### 3.5.2. Kayın Kestane Karışık Meşçerelerinde Farklı Bakılardaki Toprağın OM, C ve N Yoğunlukları ve Toplam İçerikleri

Çalışma sahalarında topraktaki OM, C ve N yoğunlukları bakılar arasında farklılıklar göstermiştir (*P*- değerleri sırasıyla 0,0002; <0,0001 ve 0,0089). Batı bakıdaki toprağın OM, C ve N yoğunluklarının doğu bakıdakine göre sırasıyla yaklaşık % 55, % 79 ve % 39 daha fazla olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 3.24). Kayın kestane karışık meşçerelerinde 1m derinliğindeki toprak miktarı ve topraktaki C miktarı doğu ve batı bakı arasında farklılıklar göstermiştir (*P*-değerleri sırasıyla 0,0063 ve 0,0277; Şekil 3.27). Doğü bakıdaki toprak miktarı batı bakıdakinden yaklaşık % 30 daha fazla bulunmuş, C miktarı ise tam tersi batı bakıda, doğü bakıdakinden yaklaşık % 39 daha fazla bulunmuştur. OM ve N miktarları ise bakıya göre değişmemiştir.

**Çizelge 3.24.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı bakıdaki toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata.

Bakı	OM (%)	C (%)	N (%)
Doğu	8,30 $\pm$ 0,48 a	4,33 $\pm$ 0,28 a	0,22 $\pm$ 0,02 a
Batı	5,36 $\pm$ 0,43 b	2,41 $\pm$ 0,13 b	0,16 $\pm$ 0,01 b

**Not:** Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.



**Şekil 3.27.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı bakılardaki toprağın toplam OM, C ve N içeriği ortalamaları (Mg ha<sup>-1</sup>)  $\pm$  standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

### 3.5.3. Kayın Kestane Karışık Meşçerelerinde Farklı Yükselti Basamaklarındaki Toprağın OM, C ve N Yoğunlukları ile Toplam İçerikleri

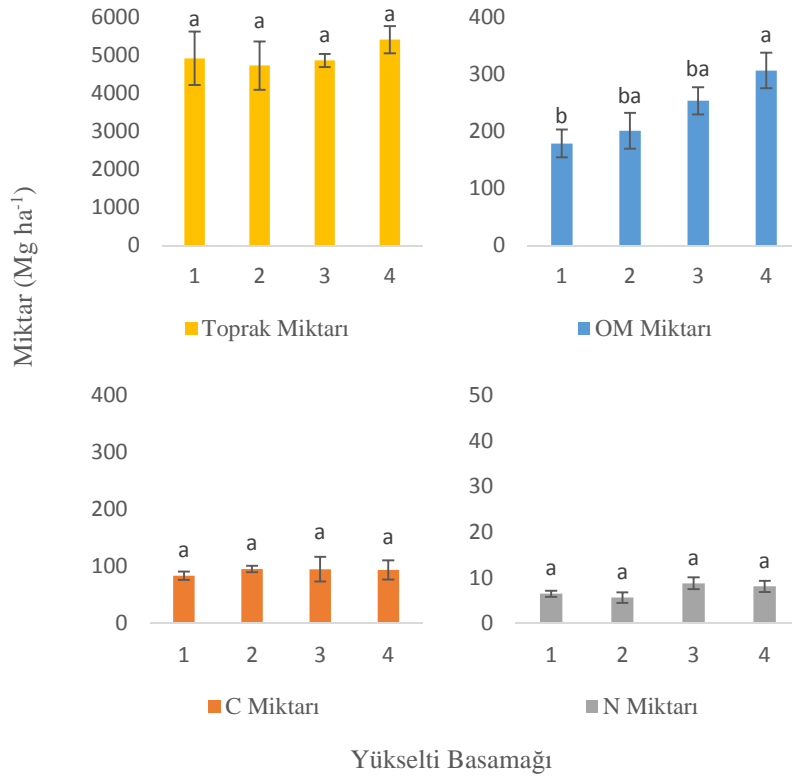
Toprağın OM, C ve N yoğunlukları yükselti basamaklarına (1: 450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) göre değişmemiştir (Çizelge 3.25). Kayın kestane karışık meşçerelerinde toprağın 1m derinliğindeki OM miktarı yükselti basamakları (1:450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) arasında farklılıklar göstermiştir ( $P$ -değer = 0,0361; Şekil 3.28). Dördüncü yükselti basamağında (900-1050m) topraktaki

OM miktarı birinci yükselti basamağındakinden (450-600m) yaklaşık % 70 daha fazla bulunmuş, diğer yükselti basamakları arasında fark görülmemiştir. Bununla beraber toprak miktarı ile toprağın içerdiği C ve N miktarları yükselti basamaklarına göre farklılık göstermemiştir.

**Çizelge 3.25.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı yükseltelerde (1: 450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) bulunan toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata.

Yükselti Basamağı (m)	OM (%)	C (%)	N (%)
450-600	5,79 $\pm$ 0,89 a	3,09 $\pm$ 0,45 a	0,17 $\pm$ 0,01 a
600-750	6,38 $\pm$ 0,97 a	3,62 $\pm$ 0,48 a	0,16 $\pm$ 0,03 a
750-900	7,07 $\pm$ 0,91 a	3,34 $\pm$ 0,72 a	0,23 $\pm$ 0,03 a
900-1050	8,10 $\pm$ 0,67 a	3,43 $\pm$ 0,43 a	0,20 $\pm$ 0,02 a

**Not:** Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.



**Şekil 3.28.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı yükselti basamaklarında (1:450-600m, 2: 600-750m, 3: 750-900m ve 4: 900-1050m) bulunan toprağın toplam OM, C ve N miktarı (Mg ha<sup>-1</sup>) ortalamaları  $\pm$  standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

### 3.5.4. Kayın ve Kestane Karışık Meşçerelerinde Farklı Derinlik Kademelerindeki Toprağın OM, C ve N Yoğunlukları ve Toplam İçerikleri

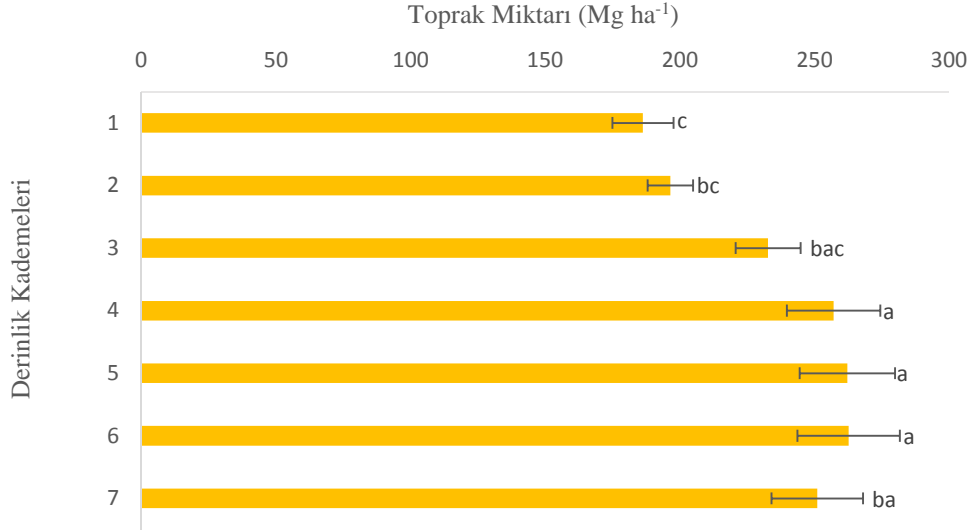
Toprağın içerdiği OM, C ve N yoğunlukları derinlik kademelerine (1: 0-5 cm, 2: 5-10cm, 3: 10-20cm, 4: 20-30cm, 5: 30-50, 6: 50-75, 7: 75-100) göre farklılıklar göstermiştir ( $P$ -değerleri  $<0,0001$ ; Çizelge 3.26). Birinci derinlik kademesindeki OM yoğunluğunun ikinci ve üçüncü derinlik kademelerindekinden sırasıyla % 75 ve % 150, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci derinlik kademelerindekinden ise yaklaşık % 292 daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Birinci derinlik kademesindeki C yoğunluğunun ikinci ve üçüncü derinlik kademelerindekinden sırasıyla % 82 ve % 195, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci derinlik kademelerindekinden ise yaklaşık % 600 daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Birinci derinlik kademesindeki N yoğunluğunun ikinci ve üçüncü derinlik kademelerindekinden sırasıyla % 43 ve % 75, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci derinlik kademelerindekinden ise yaklaşık % 150 daha fazla olduğu hesaplanmıştır.

**Çizelge 3.26.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde derinlik kademelerine göre toprağın OM, C ve N yoğunluğu ortalamaları (%)  $\pm$  standart hata.

Derinlik (cm)	OM (%)	C (%)	N (%)
0-5	15,98 $\pm$ 1,17 a	9,59 $\pm$ 0,77 a	0,34 $\pm$ 0,02 a
5-10	9,15 $\pm$ 0,77 b	5,26 $\pm$ 0,49 b	0,24 $\pm$ 0,02 b
10-20	6,41 $\pm$ 0,50 c	3,25 $\pm$ 0,29 c	0,19 $\pm$ 0,02 cb
20-30	5,19 $\pm$ 0,49 dc	2,07 $\pm$ 0,22 dc	0,15 $\pm$ 0,01 cd
30-50	4,30 $\pm$ 0,42 dc	1,37 $\pm$ 0,13 d	0,14 $\pm$ 0,01 cd
50-75	3,43 $\pm$ 0,28 d	1,03 $\pm$ 0,12 d	0,12 $\pm$ 0,01 d
75-100	3,40 $\pm$ 0,33 d	1,02 $\pm$ 0,12 d	0,12 $\pm$ 0,01 d

**Not:** Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

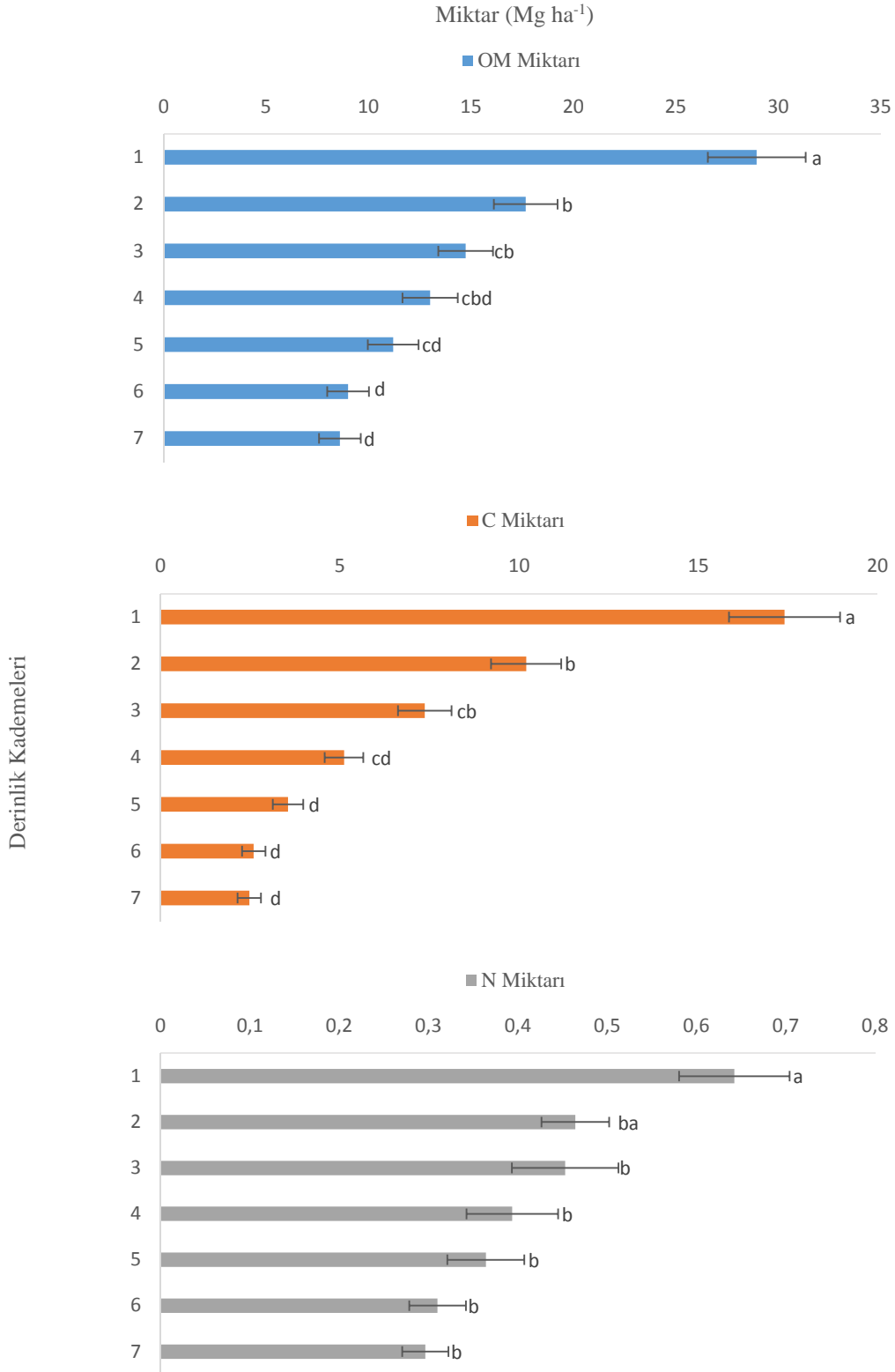
Her bir derinlik kademesindeki derinlikler 5cm'ye sabitlenerek toprak miktarları hesaplandığında derinlik kademeleri arasında yine içerdikleri toprak miktarları bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür ( $P <0,0001$ ; Şekil 3.29). Dördüncü, beşinci ve altıncı derinlik kademelerinde, birinci ve ikinci derinlik kademelerindekinden yaklaşık % 30 daha fazla toprak olduğu hesaplanmıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü derinlik kademeleri arasında ve üçüncü, dördüncü, beşinci altıncı ve yedinci derinlik kademeleri arasında içerdikleri toprak miktarları bakımından fark bulunamamıştır.



**Şekil 3.29.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı derinlik kademelerindeki (1: 0-5 cm, 2: 5-10cm, 3: 10-20cm, 4: 20-30cm, 5: 30-50, 6: 50-75, 7: 75-100) hacimleri eşleştirilmiş toprağın ağırlık (Mg ha<sup>-1</sup>) ortalamaları  $\pm$  standart hataları. Ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Her kademedeki derinlikler 5 cm'ye sabitlenerek belirlenen toprak miktarlarının kullanılmasıyla elde edilen OM, C ve N miktarlarının da farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır (*P- değerleri*  $<0,0001$ ; Şekil 3.30). Birinci derinlik kademesindeki OM miktarı ikinci, üçüncü ve dördüncü derinlik kademelerindekinden yaklaşık % 90 daha fazla, beşinci, altıncı ve yedinci derinlik kademelerindekinden ise yaklaşık % 200 daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla beraber birinci derinlik kademesindeki C miktarı ikinci ve üçüncü derinlik kademelerindekinden yaklaşık % 98 daha fazla, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci derinlik kademelerindekinden ise yaklaşık % 407 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Derinlik kademelerindeki N miktarları incelendiğinde ise birinci derinlik kademesi ile ikinci derinlik kademesi arasında fark yokken, bu iki kademedeki N içeriği ortalamasının alttaki diğer beş derinlik kademesi ortalamasından yaklaşık % 69 daha fazla olduğu belirlenmiştir.



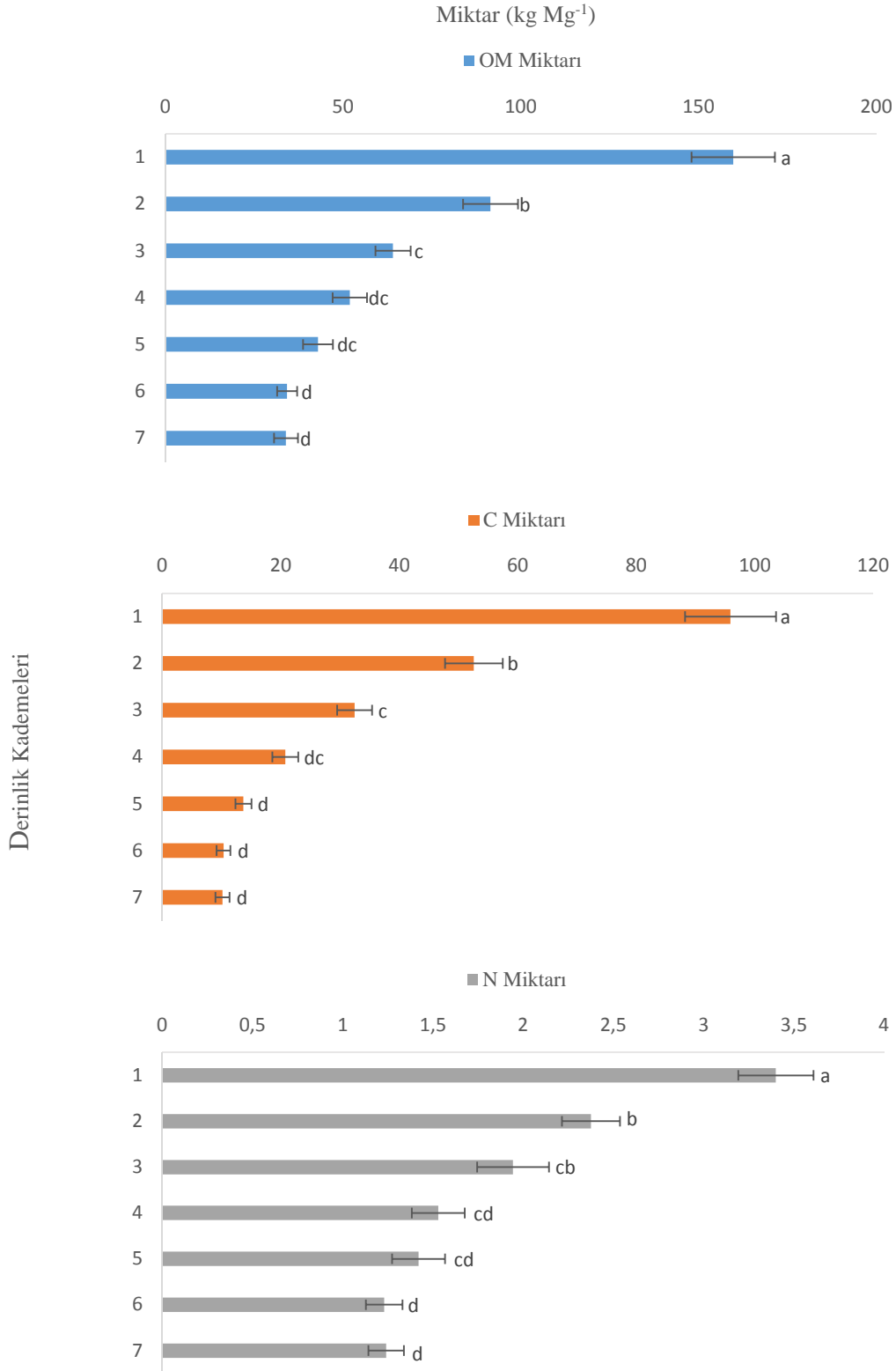


**Şekil 3.30.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı derinlik kademelerindeki hacimleri eşleştirilmiş toprağın içerdiği toplam OM, C ve N miktarı (Mg ha<sup>-1</sup>) ortalamaları ± standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Derinlik kademelerinin toprak miktarları sabit tutulduğunda ( $1 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) bu kademelerdeki OM, C ve N miktarları istatistiki olarak birbirlerinden farklı çıkmıştır (*P*-değerleri  $<0,0001$ ; Şekil 3.31). Birinci derinlik kademesindeki toprağın içerdiği OM miktarının ikinci ve üçüncü derinlik kademelerindekinden sırasıyla yaklaşık % 75 ve % 150 daha fazla olduğu, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci derinlik kademelerindekinden ise yaklaşık % 292 daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Birinci derinlik kademesindeki toprağın içerdiği C miktarının ikinci ve üçüncü derinlik kademelerindekinden sırasıyla yaklaşık % 82 ve % 195 daha fazla olduğu, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci derinlik kademelerindekinden ise yaklaşık % 598 daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Birinci derinlik kademesindeki toprağın içerdiği N miktarının, ikinci ve üçüncü derinlik kademelerindekinden yaklaşık % 60, diğer derinlik kademelerindekilerin ortalamasından ise yaklaşık % 151 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

### **3.5.5. Toprağın Hacim Ağırlığı, pH'ı, OM Yoğunluğu, KDK Değeri ve Kil Miktarı Arasındaki İlişki**

Çalışma sahalarındaki toprağın hacim ağırlığı, pH'ı, OM yoğunluğu, katyon değişim Kapasitesi (KDK) ve kil miktarları arasındaki ilişki korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir (EK-15). Buna göre pH ile hacim ağırlığı arasında pozitif bir ilişki ( $P < 0,0001$  ve  $R = 0,43837$ ), pH ile OM yoğunluğu ve KDK arasında negatif bir ilişki (*P*-değerleri sırasıyla  $<0,0001$  ve  $0,0013$  ve *R* değerleri sırasıyla  $-0,39920$  ve  $-0,24611$ ) olduğu görülmüştür. Hacim ağırlığı ile OM miktarı ve KDK arasında negatif (*P*-değerleri  $<0,0001$  ve *R* değerleri sırasıyla  $-0,67565$  ve  $-0,51136$ ), kil miktarı ile pozitif bir ilişki olduğu ( $P < 0,0001$  ve  $R = 0,33159$ ), ortaya çıkmıştır. OM miktarı ile KDK arasında pozitif ( $P < 0,0001$  ve  $R = 0,61169$ ), kil miktarı ile negatif bir ilişki olduğu ( $P < 0,0001$  ve  $R = -0,47653$ ) belirlenmiştir. KDK ile kil miktarı arasında da yine negatif bir ilişki olduğu ( $P < 0,0001$  ve  $R = -0,35968$ ) görülmüştür.



**Şekil 3.31.** Düzce Akçakoca bölgesi kayın kestane karışık meşçerelerinde farklı derinlik kademelerinde bulunan miktarları denkleştirilmiş toprağın içerdiği toplam OM, C ve N miktarı ortalamaları (kg Mg<sup>-1</sup>) ± standart hataları. Her bir içerik için ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Orman ekosistemlerinde C ve enerji transferi fotosentez sonucu üretilen biyokütle miktarıyla orantılıdır. Bitkilerin net birincil üretimindeki değişim yıllık dökülen ölü örtü miktarını da etkilemektedir (Leff ve diğ. 2012). Çoğu çalışmada biyokütle miktarı bitkinin kesilerek tartılmasına dayalı ölçümlerle hesaplanmaktadır. Fakat çap ve boy ölçümüne dayalı olarak da orman alanlarındaki biyoküteller yüksek güvenilirlikte hesaplanabilmektedir (Çömez 2010, Durkaya 1998, Durkaya ve diğ. 2010, Güner ve diğ. 2010, Leonardi ve diğ. 1996, Saraçoğlu 1998). Şimdiki çalışmada, doğu kayını ve Anadolu kestanesi ağaçlarının göğüs yüksekliğindeki çapları (GYÇ) ile ağaçların toprak altı ve üstü kısımlarının biyokütelleri ve C miktarlarının pozitif doğru orantılı bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışma sahalarındaki kayın ve kestane ağaçlarının çap sınıflarına göre belirlenen toplam biyokütellerinin, içerdikleri C miktarı ile oranlanması sonucu elde edilen verilere göre kayın ve kestane karışık ormanında ağaç katmanında yaklaşık 169 Mg ha<sup>-1</sup> C bulunmaktadır. Bu miktarın yaklaşık % 21'i kök kısmında yer almaktadır. Kayın ve kestanenin meşçere karışımındaki oranları hesaba katıldığında kayın türünün bu C'un yaklaşık % 73 'ünü içerdiği belirlenmiştir.

İklim ve toprak verimliliğine bağlı olarak organik C'un bitkide birikme hızı ve miktarı ekosistemler arası önemli farklılıklar göstermektedir. Ağaçların yıllık halka artımlarından C birikim hızına dair bazı veriler elde edilebilir. Fakat bu sahalarda kayın ve kestane ağaçlarının çoğu 100 yaşının üzerinde ve C dengesi bakımından sistem kısmen durağan hale gelmiştir. Dolayısıyla belirli kapalılığa sahip doğal meşçerelerde biyokütle miktarları alan bazında benzerlik göstermektedir. Şimdiki çalışma sahalarından daha iç kısımlarda yer alan ve kısmen daha az yağış alan ve daha düşük sıcaklığa sahip Elmacık dağı serisinde Doğan (2010) tarafından yapılan bir çalışmada farklı çaplardaki doğu kayını ağaçlarında şimdiki çalışma sonuçlarına benzer biyokütle değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada farklı çaplardaki doğu kayını için elde edilen biyokütle değerleri, Saraçoğlu (1998) tarafından şimdiki çalışmanın yapıldığı sahalara oranla nispeten daha yağışlı olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaptığı çalışmada elde ettiği biyokütle değerlerinden genel olarak 2-3 kat daha fazla bulunmuştur. Bu çalışmada toprak üstü biyokütelleri kayın için

190 Mg ha<sup>-1</sup> ve kestane için de 50 Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Santa Regina ve diğ. (1997) kuzey İspanya'da De La Demanda bölgesinde yaptıkları çalışmada da şimdiki çalışmaya benzer yaşlardaki Avrupa kayını (*Fagus silvatica*) için toprak üstü biyokütle miktarını 134 Mg ha<sup>-1</sup> bulmuşlardır. Leonardi ve diğ. (1996) İspanya, Fransa ve İtalya'da yaptıkları çalışmada 30 yaş üzeri kestane (*Castanea sativa*) sahalarında toprak üstü biyokütle miktarını 153 Mg ha<sup>-1</sup> bulmuşlardır.

Toprağın OM içeriği su ve besin tutma kapasitesini değiştirerek ayrıştırıcı populasyonunu önemli derecede etkilemektedir (Paul ve Clark 1996). Çalışma sahalarında yüzeyden alt katmanlara doğru gittikçe azalan oranlarda olmak kaydıyla toprağın bir metre derinliğinde yaklaşık % 7 OM ve bu değer yarısı kadar C olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla sahalarındaki toprak OM açısından zengin sayılır. Hacim ağırlığı değerlerinden yararlanılarak yapılan hesaba göre bu sahalarda toprakta yaklaşık 92 Mg ha<sup>-1</sup> C bulunmaktadır. Toprak için elde edilen bu sonuçlar, şimdiki çalışmanın yapıldığı Kaplandede bölgesi sahalarını da içeren Sargıncı (2005) ve Soysal (2008) çalışmalarında elde edilen OM ve C değerleriyle örtüşmektedir. Bakılara göre karşılaştırma yapıldığında batı bakıdaki C yoğunluğunun (% 4,33) doğu bakıya göre yaklaşık % 79 daha fazla olduğu hesaplanmıştır. C miktarı ise yine batı bakıda (107 Mg ha<sup>-1</sup>), doğu bakıdakinden yaklaşık % 39 daha fazla bulunmuştur. Bakılar arasında toprağın içerdiği C miktarındaki bu farklılıklar humus kısmının mineral toprak kısmıyla etkileşerek ayrışmaya dirençli organo minerallere dönüşmesinden kaynaklanabilir. Dolayısıyla topraktaki OM'nin hafif ve ağır fraksiyonlarının belirlenmesi bakılar arasındaki C stabilizasyon dinamiğini açıklamaya yardımcı olabilir (Sollins ve diğ. 1996, Strickland ve Sollins 1987).

Ölü örtü dökülmesi ekosistem düzeyinde gerçekleştirilen, besin döngüsü, biyokütle dağılımı, ayrışma ve saha verimliliğinin belirlenmesi gibi birçok çalışmalarda ölçülen önemli bir değişkendir (Arol 1959, Karaöz 1991-1993, Karagül 1990, McShane ve diğ. 1983, Waring ve Schlesinger 1985). Örnekleme için kapanların sahaya yerleştirilmesi kadar her bir kapanın büyüklüğü de örneklerin temsil gücünü önemli oranda değiştirmektedir. McShane ve diğ. (1983) Oregon'daki H.J. Andrews Araştırma Ormanları'ndaki *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) / *Tsuga heterophylla* (raf.)(Sarg) sahalarına 0,01 den 0,933 m<sup>2</sup> 'ye kadar farklı büyüklükteki toplayıcılar yerleştirmişlerdir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda toplayıcı alanı 0,01 m<sup>2</sup> için varyasyon katsayısı % 77 iken toplayıcı alanı 0,93 m<sup>2</sup> olunca varyasyon katsayısının % 23'e düştüğü

belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışma sonucu göstermektedir ki çalışmada kapanların alanı küçüldükçe doğru tahmin edecek verinin toplanması için daha çok sayıda kapana gerek kalmaktadır. Şimdiki çalışmada kullanılan 0,3 m<sup>2</sup>'lik alanlara sahip kapanların bu örnekleme desenine ve kapan sayısına göre yaklaşık % 10 gibi oldukça düşük varyasyon katsayısına sahip olması örnekleme sahaları temsil gücünün yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 3.1 ve 3.2).

Karbonun karasal ekosistemlerde tutulması birincil üretim ile ayrışma arasındaki dengeye bağlıdır. Atmosferin oksitlenmiş C'u bitkiler tarafından alınıp fotosentez olarak adlandırılan biyokimyasal tepkimeyle indirgenmiş (organik) formlara dönüştürülmektedir (Schlesinger 1997). Ototrofik bitkiler tarafından üretilen ölü örtü heterotrofik ayrıştırıcılara besin kaynağı olmaktadır. Ayrışma sonucunda C oksitlenmiş formda atmosfere geri bırakılmaktadır (Coûteaux ve diğ. 1995, Aerts 1997). İklimle birlikte ayrışan OM'nin kalitesi topraktaki OM'nin dönüşümünü, C'un stabilizasyon dinamiğini, mikrobiyal biyokütleyi ve ayrıştırıcı toplumunun yapısını, topraktaki besin döngüsünü ve toprak yapısını etkilemektedir (Kilham 1994). Ayrışma olayının seyrini ayrışan maddenin özellikleri ile birlikte ortamın birçok değişkeni yönlendirebilmektedir. Bu çalışmada kayın ve kestane türünün ortam olarak aynı bölgedeki bakı ve yükselti değişimi ile ayrışan ölü örtünün test edilebilecek bazı değişkenleri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Kayın sahalalarında DÖM (5,1 Mg ha<sup>-1</sup>) ve OZÖM (10,6 Mg ha<sup>-1</sup>) kestane sahalarındakinden yaklaşık sırasıyla 1,1 ve 1,6 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Türler arasında ölü örtü miktarındaki bu farklılık OM'nin kalitesinin farklılığı ve kayın ağacının daha büyük bireylere sahip olmasıyla açıklanabilir. Orman zeminindeki ölü örtü miktarı hem kayın hem de kestane sahalalarında doğu bakıda (sırasıyla 5,6 ve 5,1 Mg ha<sup>-1</sup>) batı bakıdakinden daha fazla bulunmuştur. Kayın sahalalarında DÖM ve OZÖM yükselti basamaklarına bağlı olarak bir farklılık göstermezken, kestane sahalalarında yükselti basamaklarına göre farklılık göstermiştir. Kestane sahalalarında DÖM 3,9 Mg ha<sup>-1</sup> ile en az ikinci yükselti basamağı olan 600-750 m yükselti basamağında olup bu değer en fazla dökülmenin ölçüldüğü dördüncü yükselti basamağı olan 900-1050 m aralığındaki sahalardakinden yaklaşık % 28 daha düşüktür. OZÖM değerinin 600-750 ve 750-900 m yükselti basamaklarında (8,7 Mg ha<sup>-1</sup> ve 9,1 Mg ha<sup>-1</sup>), en alt (450-600 m) ve en üst (900-1050 m) yükselti basamaklarındaki sahalardakinin yaklaşık iki katı olduğu belirlenmiştir.

Karagül (1990) Artvin Murgul bölgesinde yükselti basamaklarına göre yaptığı çalışmada doğu kayını OZÖM'nin yükseltiye paralel olarak arttığını, 670 m yükselti basamağında 13,5 Mg ha<sup>-1</sup> olan ölü örtü miktarının 1140 m yükseltide 25,2 Mg ha<sup>-1</sup> olduğunu hesaplamıştır. Arol (1959) tarafından Bolu bölgesi ve civarında yaptığı çalışmada doğu kayını sahalarında OZÖM 36,6 Mg ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Ortalama konaklama süresi iklim ve vejetasyon tipine göre önemli miktarda farklılıklar gösteren önemli bir ekosistem değişkenidir. Her iki tür içinde doğu bakıda ayrışmamış daha fazla OM bulunması e kestane de yükseltiye bağlı olarak OM miktarının artması DÖM'nin kalitesinin yanında sahaların sıcaklık ve nem değerleriyle de ilgili olabilir. İklim olayları ayrışmanın bütün aşamalarını (parçalanma, yıkanma ve yıkım) etkileyebilmektedir (Currie ve diğ. 2010). Özellikle sıcaklık ve yağış ayrışma oranını doğrudan, ölü örtü kimyasını ise dolaylı olarak etkilemektedir (Swift ve diğ. 1979). Mikrobiyal kompozisyonu ve ayrışan maddenin kalitesine bağlı olarak 5-35 °C'ler arasındaki ortamın sıcaklığında ayrışmadaki Q10 enzimi yaklaşık 2 katına çıkabilmektedir (Agren ve diğ 1991). Yaklaşık 1200 mm yağış alan bölgede yazın nem açığı görülmemektedir (Yıldız ve diğ. 2010). Dolayısıyla bakılar arasında gelen güneş ışığı miktarı ile ayrışmaya etkileri (latent ısı) arasında farklılıklar olabilir (Waring ve Running, 2007).

Dökülen yapraklardaki C yoğunlukları hem kestane hem de kayında % 50 civarında orman zeminindeki ölü örtüde ise % 40 civarındadır. Ölü örtü miktarı ile C yoğunlukları kullanılarak yapılan hesaplar sonucu dökülen ölü örtüde yaklaşık 2,6 Mg ha<sup>-1</sup> yüzeydeki ölü örtüde ise yaklaşık 4,2 Mg ha<sup>-1</sup> C olduğu tespit edilmiştir. Yıldız ve diğ. (2009-2010) benzer ekosistemlerde yaptıkları çalışmalarda orman zeminindeki ölü örtünün içerdiği C miktarının 4-10 Mg ha<sup>-1</sup> arasında değiştiğini hesaplamışlardır. Irmak ve Çepel (1968), Belgrad Ormanında kayın, meşe ve karaçam meşcerelerinde 5 yıl süre ile yıllık yaprak dökümünü araştırmışlardır. Araştırmacılar yaprak dökümünün yıldan yıla değiştiğini, 3 ağaç türü içinde en fazla yaprak dökümünün yaklaşık 4,5 Mg ha<sup>-1</sup> ile karaçamda ve en az ise yaklaşık 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> ile meşe türlerinde gerçekleştiğini, kayında ise yaprak dökümünün 3,7 Mg ha<sup>-1</sup> olduğunu rapor etmişlerdir. Çakır (2013) da aynı bölgede yaptığı çalışmada kayın ve meşe sahalarında yıllık DÖM yaklaşık sırasıyla 4 Mg ha<sup>-1</sup> ve 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplamıştır. Şimdiki çalışmada dökülen ölü örtü değerleri iki yıllık verilerin ortalaması olup veriler oldukça düşük varyasyon katsayısına sahiptir. Zemindeki ölü örtü değerleri yıllık dökülen değerlere göre daha fazla değişkenlik gösterse de bu değişken için de varyasyon katsayısı örnekleme nin oldukça güvenilir olduğunu ifade etmektedir.

Ekosistemin C bütçesini tahmin etmek için net ekosistem üretiminin yanında ölü örtünün ayrışma hızının da takip edilmesi gerekmektedir. Orman ekosistemlerinde yıllık dökülen organik maddenin % 70'ini yapraklar oluşturmaktadır (Waring ve Running, 2007). Yaprak ölü örtüsü çok hızlı dönüşüme uğradığı için heterotrofik solunumun mevsimsel değişimine diğer kalın odunsu ölü örtüye göre daha çok katkı sağlamaktadır. Şimdiki çalışmada da sadece dökülen yaprakların ayrışması izlenmiş toprak altı kısım ile kalın odunsu materyallerin ayrışması çalışma kapsamına dahil edilmemiştir.

Organik maddenin ayrışması iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşama yüzeyde ölü örtünün büyük kısmının dönüştüğü süreç, ikinci aşama ise daha yavaş işleyen humusun üretim, birikim ve dönüşüme uğradığı yüzeyden daha aşağılardaki toprak kısmında geçen süreçtir. Kese yöntemi yüzeydeki işlemleri araştırma için kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada kese yöntemiyle kayın ve kestane yapraklarının ayrışması iki yıllık süreç içerisinde incelenmiştir. Fakat ölü örtünün tamamen ayrışması daha uzun yıllar sürebilmektedir (Harmon ve diğ. 2009). Ayrışma ilerledikçe OM'nin kalitesi değişmekte ve kütle kaybına neden olan faktörler de değişmektedir. Ayrışmanın ilk safhaları N ve P gibi besinlerin miktarıyla sınırlandırılırken ayrışmanın ileriki safhalarında lignin gibi dirençli bileşenler etkili olmaktadır. Ayrışmanın ilk safhalarını ve besin salımını etkileyen değişkenler daha sonraki yavaş gerçekleşen ayrışma kısmını ve dolayısıyla toprakta OM birikimi sağlayan etkenlerden farklıdır. Dolayısıyla ayrışma periyodu uzadıkça, besin kalitesinin ve iklimin "k" değerini açıklama olasılığı zayıflamaktadır (Currie ve diğ. 2010). Harmon ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmada yaprak ve köklerin ayrışmasının iki aşamada gerçekleştiğini, ilk aşamada ayrışmanın hızlı bir seyir izlediğini, ikinci aşama da ise daha yavaş bir seyir izlediğini belirtmektedirler. Bu nedenle araştırmacılar ayrışmanın açıklanmasında çiftli üssel modelin kullanılmasının basit üssel modele göre daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmektedirler.

Bu çalışmada kayın ve kestane türlerinde kalan kütle miktarlarının ve dolayısıyla "k" değerlerinin periyotlar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Kayın ağacında üçüncü ay sonunda yaprakların yaklaşık % 88'i, kestanede % 81'i kalırken, ikinci yılsonunda kayının yaklaşık % 58'i, kestanenin de yaklaşık % 42'sinin kaldığı belirlenmiştir. Kayın sahalarında en düşük "k" değeri ikinci yılsonunda 0,248 olarak, kestane için de yine ikinci yılsonunda 0,398 2olarak basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek "k" değerleri ise her iki tür için de üçüncü



ay sonunda elde edilmiş, bu değerler en düşük değerlerin yaklaşık 2 katı olarak hesaplanmıştır. Birinci yılsonu değerlerine bakıldığında kestane için “k” değeri 0,478 ve kayın için ise 0,307 olarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda ayrışma oranının sabit kalmadığı, başlangıçta hızlı olan ayrışma evresini yavaş bir evrenin takip ettiği belirlenmiştir. Ayrışma sırasında düşük moleküler ağırlığa sahip, şekerler polifenoller ve aminoasitlerin yıkanması sonucu, önemli miktarda kütle kaybı olmaktadır. Bunların bazıları ayrıca kolayca ayrışabilmektedir. Selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi hücre çeperini oluşturan çözünmeyen materyalin önemli kısmı ayrıştırıcılar tarafından farklı şekilde saldırıya uğramaktadırlar (Landsberg ve Gower 1997). Dolayısıyla periyotlar arası k değerlerindeki değişimler ayrışma dinamiğinin farklılığından kaynaklanabilir.

Ayrışma sonucunda ayrıştırıcıların elde edeceği enerji miktarı ayrışan OM'nin kalitesini belirlemektedir. Dolayısıyla OM'nin kalitesine göre ayrışma süreci de değişebilmektedir. Irmak ve Çepel (1974), meşe yapraklarının 4 yıl gibi bir sürede büyük oranda ayrışarak humusa dönüşmesine rağmen, karaçam ibreleri ile doğu kayını yapraklarının 5. yılın sonunda bile tamamen ayrışmadığını bildirmiştir. Anderson (1973) İngiltere'de yaptığı çalışmada 31 ayın sonunda Anadolu kestanesi yapraklarının % 43'ünün, Avrupa kayını yapraklarının ise % 57'sinin ayrışmadan kaldığını hesaplamıştır. Kavvadias ve diğ. (2001) Yunanistan'da yaptıkları çalışmada Avrupa kayını yapraklarının yaklaşık 17 yılda ayrıştığını hesaplamışlardır. Sarıyıldız (2003) tarafından yapılan bir ayrışma deneyinde 2. yılın sonunda Anadolu kestanesi yapraklarının yaklaşık % 35'inin kaldığını, Sarıyıldız ve diğ. (2005a) yaptıkları çalışmada ise doğu kayını yapraklarının 2. yılın sonunda yaklaşık % 60'ının kaldığını hesaplamışlardır. Duboc ve diğ. (2012) Avusturya'da yaptıkları çalışmada Avrupa kayını yapraklarında kalan kütle miktarlarının 1. ve 2. yıl sonlarında sırasıyla % 55-77 arasında ve % 44-66 arasında değiştiğini hesaplamışlardır. Albers ve diğ. (2004) Almanya'da 2 yıllık ayrışma deneyleri sonucunda Avrupa kayını yapraklarının yaklaşık % 58'inin kaldığını hesaplamıştır. Çakır (2013) İstanbul'da yaptığı ayrışma deneylerinde doğu kayını yapraklarının birinci yıl sonunda yaklaşık % 68'inin kaldığını hesaplamıştır.

Şimdiki çalışmada kestane sahalarında her bir zaman periyodunun sonunda toplam kütlelerin sırasıyla % 81, % 68, % 55 ve % 42'sinin kaldığı, kayın sahalarında ise ayrışmadan kalan kütle miktarlarının kestane sahalarından yaklaşık sırasıyla 1,1, 1,2, 1,2

ve 1,4 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar şimdiki çalışmanın geçtiği Batı Karadeniz'in kıyı kesimindeki yapraklı karışık ormanlarda bulunan kestane yapraklarının daha nemli ve serin olan İngiltere'de Anderson (1973) tarafından yapılan çalışma sahalarındaki türlerinden daha hızlı ayrıştığını fakat aynı türün doğu Karadeniz'de yine şimdiki sahalardan daha nemli fakat İngiltere sahalardan daha ılık ortamdakine göre daha yavaş ayrıştığını göstermektedir. Duğu kayının ayrışmasının ise Anderson (1973), Duboc ve diğ. (2012) Avrupa kayınında (*F. sylvatica*) ve Sarıyıldız ve diğ. (2005a) doğu kayınında yaptıkları çalışmalarındakine benzer bir seyir gösterdiği fakat Yunanistan'da Kavvadias ve diğ. (2001) tarafından Avrupa kayınında yapılan çalışmadan çok daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Melillo ve diğ. (1982) Hubbard Brook Experimental Station'da biri Amerikan kayını (*F. grandifolia*) olan altı farklı yapraklı türde yaptıkları çalışmada yıllık kütle kayıp oranı sabitinin (-k) -0,08 ile -0,47 arasında şimdiki çalışmaya benzer şekilde değiştiğini belirlemişlerdir.

Waring ve Schlesinger (1985) ve Waring ve Running (2007) ılıman yaprağını döken orman kuşağında ölü örtünün dönüşüm süresinin ortalama 4 yıl olduğunu belirtmektedirler. Şimdiki çalışmada ortalama dönüşüm süreleri kayında 3-4 yıl, kestanede 2-2,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla şimdiki çalışmada elde edilen OM'nin dönüşüm süresi değerleri ile orman tipi Waring ve Running (2007) 'deki değerlerle benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada kestane için her bir zaman periyodunda hesaplanan "k" değerlerinin, kayın için aynı zaman periyotlarında hesaplanarlardan yaklaşık 1,5-2 kat daha fazla olduğu dolayısıyla kestane yapraklarının ayrışmasının daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde yapılan çalışmalar kayın yapraklarının ayrışma süresinin 6 ile 13 yıl (Irmak ve Çepel 1974; Sarıyıldız ve Küçük 2008, Çakır 2013) arasında olduğunu, kestanenin ise kayından daha az bir sürede (Sarıyıldız 2003) ayrıştığını göstermektedir. Ayrışma değerlerindeki bu farklılık OM'nin kalitesinin yanında ortam değişkenlerinden de kaynaklanmaktadır. Sarıyıldız ve diğ. (2005a) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma sonucu, doğu kayını, saplı meşe, Doğu Karadeniz göknarı ve sarıçam ormanlarında ölü örtü ayrışma hızının ağaç türü, bakı ve yamaç konumuna göre değiştiği, saplı meşe ölü örtüsünün denemede kullanılan diğer türlere oranla daha hızlı ayrıştığı belirtilmektedir.

Şimdiki çalışmada kayın ve kestane meşçerelerinde ölü örtü ayrışma katsayısı "k" değerleri bakıya göre değerlendirildiğinde, kayında sadece üçüncü ay sonunda, kestane

de ise bir ve ikinci yılsonunda doğu ve batı bakı arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Buna göre kayında üçüncü ay sonunda doğu bakı için hesaplanan “k” değeri (0,571 ), batı bakı için hesaplanan değerin yaklaşık 1,3 katı, kestane için hem birinci ve hem de ikinci yılsonunda doğu bakı için hesaplanan “k” değerleri (0,504 – 0,423), batı bakı için hesaplanan değerlerinin yaklaşık 1,1 katı fazla olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla kayında ayrışmanın başlangıç aşaması doğu bakıda batı bakıya oranla daha hızlı gerçekleşirken, kestane için aynı sonuç ayrışmanın daha ileri safhaları olan birinci ve ikinci yılsonu için bulunmuştur.

Kayın meşçerelerinde ölü örtü ayrışma katsayısı birinci yıl sonundaki bir (450-600 m), iki (600-750 m) ve üçüncü (750-900 m) yükselti basamaklarında eşit çıkmış, dördüncü (900-1050 m) yükselti basamağı için hesaplanan değer ise diğer üç basamaktaki değerlerin ortalamasının 1,2 katı olduğu hesaplanmıştır. İkinci yıl sonunda ise birinci ve dördüncü yükselti basamaklarının istatistiki olarak farklı olduğu ve birinci yükselti basamağındaki “k” değerinin (0,285) dördüncü yükselti basamağındaki değerin yaklaşık 1,4 katı olduğu hesaplanmıştır. Kestane meşçerelerinde sadece ikinci yılsonu yükselti arttıkça “k” değerinin azaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak kayın meşçerelerinde ilk üç ay ve altı ay sonunda ayrışma hızında bir fark yokken, birinci yılsonunda yükselti arttıkça ayrışmanın hızlandığı, ikinci yılsonunda ise tam tersi bir durumun olduğu belirlenmiştir. Kestane meşçerelerinde ise ikinci yıla kadar ayrışma hızında bir fark yokken, ikinci yılsonunda genel eğilimin yükselti arttıkça ayrışma hızının yavaşladığı yönünde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sahalarına en yakın meteoroloji istasyonları olan Düzce ve Akçakoca’dan alınan iklim verileri incelendiğinde bu çalışmanın başlangıcından sonlandırılmasına kadar geçen sürelerdeki sıcaklık ve yağış verilerinin değişkenliğinin çok fazla olduğu görülmektedir (EK-16). Çalışma sahalarında ayrışmanın genel seyrini iklim verilerinin ne kadar etkilediği ile ilgili bir analiz yapılamamıştır. Ancak iklim verileri incelendiğinde keselerin sahaya yerleştirildiği 2011 yılındaki aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerlerinin takip eden yıllara göre genel olarak daha az olduğu görülmektedir. Bununla birlikte yükselti ve bakılardaki değişimin ve dolayısıyla iklimdeki mikro değişimlerin, kestane ve kayın yapraklarının ayrışma oranları ve hızı üzerinde farklı etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Kayında ayrışmanın başlangıç aşaması doğu bakıda batı bakıya oranla daha hızlı gerçekleşirken, kestane için aynı sonuç ayrışmanın daha ileri safhaları olan birinci ve

ikinci yılın sonu için bulunmuştur. Aynı şekilde yükselti arttıkça kayın meşçerelerinde ilk üç ay ve altı ay sonunda ayrışma hızında bir fark yokken, birinci yılın sonunda yükselti arttıkça ayrışmanın hızlandığı, ikinci yılın sonunda ise tam tersi bir durumun olduğu belirlenmiştir. Kestane meşçerelerinde ise ikinci yıla kadar ayrışma hızında bir fark yokken, ikinci yılın sonunda genel eğilimin yükselti arttıkça ayrışma hızının yavaşladığı yönünde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle çalışma sahalarında ölü örtü kimyasının ayrışma hızında daha etkin bir rol almış olabileceği düşünülebilir. Organik maddenin farklı bileşenlerinin dönüşüm süreleri de farklıdır. Bu nedenle ayrışan OM'nin hangi bileşenden ne kadar olduğu dönüşüm süresini etkileyen en önemli değişkenlerden biridir (Paul ve Clark, 1996). Nitekim yapılan ayrışma çalışmalarında küresel ölçekte iklimin, özellikle aktüel evapotranspirasyonun ölü örtü ayrışmasına etki eden en güçlü etken olduğu bildirilirken, yöresel ölçekte ise ölü örtü kimyasının (kalitesinin) en güçlü etken olduğu belirtilmektedir (Aert 1997, Berg ve diğ. 1993, Duboc ve diğ 2012, Meentemeyer 1978, Palouso ve diğ. 2005, Sarıyıldız ve Küçük 2008). Stringer (2013) Amerika'nın Oregon eyaletinde farklı türlerle yaptığı ayrışma çalışmasında uzun dönemli "k" değerlerine oranla ilk yıla ait "k" değerlerinin iklime daha az duyarlı, OM'nin kalitesine daha fazla duyarlı olduğunu, iklimdeki değişikliğin ilk yılın ayrışma hızları arasında bir fark yaratmadığını ve dolayısıyla mikro ölçekte iklimde meydana gelen değişikliklerden çok makro ölçekteki değişikliklerin bu hızda etkili olabileceğini belirtmiştir.

Prescott ve diğ. (2004) ölü örtü ayrışmasının kurak bölgelerde nemli bölgelere göre daha yavaş olduğunu, Prescott (2010) ise iklim ve OM kalitesinin ayrışma oranını kontrol edebilmesi için farklı eşik seviyelerinin olduğunu ifade etmektedir. Buna göre 10 °C'nin altındaki ortalama sıcaklıklarda ve lignin:N oranının 40'ın üzerinde olması durumunda ayrışma daima düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Fakat 10 °C'nin üzerindeki ortalama sıcaklıklarda ve lignin:N oranının 40'ın altında olması durumunda ise ayrışma diğer faktörlere bağlı olarak hızlı ya da yavaş gerçekleşebilir. Bu çalışmanın yapıldığı sahalara en yakın meteoroloji istasyonlarının bulunduğu Düzce ve Akçakoca'dan alınan verilere göre (EK-16) ayrışma deneylerinin yapıldığı yıllarda yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin 10°C'nin üzerinde olduğu ve laboratuvarında yapılan analizler neticesinde hem kayın hem de kestanede lignin:N oranlarının 40'ın altında olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak kayın ve kestane sahalarında kestanenin kayına oranla daha hızlı ayrıştırıcı, ayrışma hızlarının bakı ve yükseltiye göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ancak her

iki tür için belirlenen ayrışma hızındaki değişiklikler Harmon (2009) ve Stringer (2013)'ün de belirttiği gibi zamansal ve mekansal (yükselti, bakı) açıdan farklılıklar göstermiştir. Aynı iklim koşullarının hakim olduğu sahalarda iki türde ayrışma hızındaki değişikliklerin zamansal ve mekansal farklılıklar göstermesi yöresel ölçekte yapılan çalışmalarda ayrışma hızı üzerinde iklimden çok besin kalitesinin etkili olduğu savını güçlendirmektedir.

Kayın ağacının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüdeki yapraklarda, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonundaki yapraklarında ADF oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 60, % 27, % 14, % 22, % 14 ve % 14 daha fazla çıkmıştır. Kayın ağacında yapraklardaki en düşük ADF oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 3. ayı sonuna kadar sırasıyla % 13 ve % 30 daha fazla olduğu, 6. aydan sonra ise yaklaşık % 43 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en düşük ADF oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüdeki yapraklarda % 43, ayrışmanın 3. ayı ve 6. ayı sonundaki yapraklarda % 82-86, 1. ve 2. yılı sonundaki yapraklarda ise % 99-105 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kayın yapraklarında ölü örtü ayrışma katsayısı olan "k" değeri ile ADF oranı arasında ayrışmanın 6. ayın sonunda ve 1. yılın sonunda negatif bir ilişki bulunmuştur. Kestane yapraklarında ayrışma katsayısı değeri ile ADF oranı arasında ayrışmanın 1. yılı sonunda ve 2. yılın sonunda pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer periyotlarda istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğuna dair yeteri kadar kanıt bulunamamıştır.

Kayın ağacının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda yapraklarında lignin oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 72, % 39, % 17, % 14, % 10 ve % 17 daha fazla çıkmıştır. Kayın ağacında yapraklardaki en düşük lignin oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 3. ayı sonuna kadar sırasıyla % 41 ve % 72 daha fazla olduğu, 6. aydan sonra ise yaklaşık % 8 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en düşük lignin oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 3. ayı sonuna kadar sırasıyla % 75 ve % 152 daha fazla olduğu, 6. Ay ve 1. yılsonunda yaklaşık % 185 daha fazla olduğu, 2. yılsonunda ise % 170 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kayın yapraklarında lignin oranı ile "k" değeri arasında ayrışmanın 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Kestane yapraklarında Lignin oranı ile "k" değeri arasında ayrışmanın 1. ve 2. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu

belirlenmiştir. Diğer periyotlarda istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğuna dair yeteri kadar kanıt bulunamamıştır.

Kayın ağacının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda yapraklarında selüloz oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 50, % 13, % 8, % 37, % 16 ve % 39 daha fazla çıkmıştır. Kayın ağacında dökülen yapraklarda, ayrışmanın 3. ay sonundaki, 1 ve 2. yılsonundaki yapraklarda selüloz oranlarında bir fark bulunamazken, taze yeşil yapraklardaki ve ayrışmanın 6. ayı sonundaki yapraklarda selüloz oranları diğer periyotlardan farklı ve yaklaşık % 10 daha fazla bulunmuştur. Kestane de ise yapraklardaki en düşük selüloz oranının taze yeşil yapraklarda ve ayrışmanın 2. yılı sonundaki yapraklarda olduğu ve bu oranın ayrışmanın 3. ayı sonunda % 26, ölü örtüdeki yapraklarda, ayrışmanın 6. ayı ve 1. yılı sonunda ise yaklaşık % 15 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kayın yapraklarında selüloz oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Kestane yapraklarında selüloz oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonunda negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Diğer periyotlarda istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğuna dair yeteri kadar kanıt bulunamamıştır.

Kayın ağacının taze yapraklarında ve ayrışmanın 6. ayı sonundaki yapraklarında C oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 1 ve % 3 daha fazla, 1. yılsonunda ise % 9 daha az çıkmıştır. Kayın ağacında C oranının taze yeşil yapraklardan ayrışmanın 6. ay sonuna kadar değişmediği, 1. yılsonunda başlangıçtaki değerden % 17, 2. yılsonunda ise % 14 daha az olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde C oranının taze yeşil yapraklardan ayrışmanın 6. ay sonuna kadar değişmediği, 1. yılsonunda başlangıçtaki değerden % 8, 2. yılsonunda ise % 15 daha az olduğu belirlenmiştir.

Kestane ağacının dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı sonundaki yapraklarında N oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 23, % 37, % 39 ve % 10 daha fazla çıkmıştır. Kayın ağacında yapraklardaki en yüksek N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda en düşük seviyede olduğu ve yeşil yapraklardan % 67 daha az olduğu bulunmuştur. Bu oran ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonuna kadar eşit ve yaklaşık % 57 daha az olduğu, 1. ve 2. yıl sonunda ise eşit ve yaklaşık % 20 daha az olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en yüksek N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüdeki yapraklarda % 60, ayrışmanın 3. ayı ve 6. ayı sonundaki yapraklarda sırasıyla % 45 ve % 37, 1. ve 2. yılı sonundaki

yapraklarda ise eşit ve yaklaşık % 17 daha az olduğu belirlenmiştir.

Kayın ağacında dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3.ve 6. ayı sonundaki yapraklarında C:N oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 23, % 37 ve % 41 daha fazla çıkmıştır. Kayın ağacında yapraklardaki en düşük C:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonuna kadar sırasıyla % 201, % 135 ve % 109 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yılsonunda ise bir fark olmadığı bulunmuştur. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en düşük C:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonuna kadar sırasıyla % 150, % 76 ve % 51 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yıl sonunda ise bir fark olmadığı bulunmuştur.

Kayın ağacının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3.ay, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda yapraklarında Lignin:N oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 76, % 73, % 60, % 56, % 21 ve % 18 daha fazla çıkmıştır. Kayın ağacında yapraklardaki en düşük Lignin:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonuna kadar denk ve yaklaşık % 320 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yılsonunda ise denk ve yaklaşık % 130 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kestane de aynı şekilde yapraklardaki en düşük Lignin:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonuna kadar denk ve yaklaşık % 350 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yılsonunda ise denk ve yaklaşık % 235 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Kayın yapraklarında ayrışmanın 3. ayı sonunda C ve C:N oranları ile ayrışma katsayısının negatif, N oranı ile ayrışma katsayısının pozitif bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Lignin:N oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 3. ayı ve 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kestane yapraklarında ayrışma katsayısı ile C arasında ayrışmanın 6. ayı ve 2. yılı sonunda negatif bir ilişki bulunmuştur. Ayrışma katsayısı ile N oranı arasında ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı sonunda pozitif ve 2. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrışma katsayısı ile C:N oranı arasında ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrışma katsayısı ile Lignin:N oranı arasında ayrışmanın 3. ayı ve 6. ayı sonunda negatif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Lignin oranı veya Lignin:N oranı ölü örtü ayrışma oranlarını etkileyen en güçlü faktörler olarak sıklıkla sözü edilen oranlardır (Berg ve Staaf 1980, Melillo ve diğ. 1982, Tian ve

diğ. 1992, Sarıyıldız ve Anderson 2003, Berg ve McClaugherty 2007, Sarıyıldız ve Küçük 2008, Çakır 2013). Bununla beraber Lignin dışındaki selüloz, N, C, C:besin (daha çok N) oranları gibi parametreler de ayrışma oranını güçlü bir şekilde etkileyen parametrelerdir (Berg ve Laskowski 2005, Berg ve McClaugherty 2007, Fisher ve Binkley 2000, Perakis ve diğ. 2012, Staaf ve Berg 1982, Song ve diğ. 2010). Genel olarak ayrışma süresince Selüloz, C, C:N ve Lignin:N oranının kütle kaybına paralel olarak azaldığı, ADF, Lignin ve N oranı ise arttığı (Berg ve Staaf 1980, Berg ve Laskowski 2005, Berg ve McClaugherty 2007, Song ve diğ. 2010), ayrışma süresince lignin yoğunluğunun diğer bileşenlere göre oransal olarak daha fazla arttığı (Coûteaux ve diğ. 1995, Berg 2007, Berg ve Staaf 1980) yapılan birçok çalışmada belirtilmektedir. Bu çalışmada da hem kayın hem de kestanede ADF, lignin ve N oranı ayrışma süresince artmış, Selüloz, C, C:N ve Lignin:N oranları azalmıştır. Ayrıca kayında ADF, Lignin, Selüloz ve Lignin:N oranlarının bütün periyotlarda kestaneden daha fazla olduğu ve buna paralel olarak ayrışma hızının kayında kestaneye oranla daha yavaş olduğu bulunmuştur. Genel olarak hesaplanan “k” değerleri ile analizleri yapılan besin içerikleri arasında önemli derecede ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Ayrışmada C salınımlarını kontrol eden faktörlerin anlaşılması, küresel C döngüsünün ve antropojenik CO<sub>2</sub> emisyonlarını arttıran etkilerin doğru bir şekilde modellenebilmesi için en temel unsurlardan biridir (Currie ve diğ. 2010, Schlamadinger ve Marland 1996, Sitch ve diğ. 2003, Smithwick ve diğ. 2002). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda lignin kaynaklı bileşiklerin ölü örtü ayrışmasında oransal olarak artmadığı (Preston ve diğ. 2009a-2009b) ve mineral toprakta birikmediği belirtilmektedir (Schmidt ve diğ. 2011; Thevenot ve diğ. 2010). Keiluweit ve diğ. (2012, 2013) yaptıkları bir çalışmada manganın (Mn) ayrışma oranının kontrolü üzerinde önemli bir rol oynadığını, dolayısıyla buna benzer bazı anahtar elementlerin ayrışmanın seyrinin ortaya çıkarılmasında etkili olabileceğini belirtmektedirler. Dolayısıyla ileride bu bölgelerde ayrışmayı kontrol eden faktörlerin belirlenmesine yönelik yapılacak çalışmalarda yukarıda belirtilen hususların da dikkate alınarak deneylerin yapılması daha güvenilir modeller oluşturulması açısından önemlidir.

Modeller oluşturulurken geniş coğrafik alanların benzer koşullara sahip olduğu varsayılmış ve ayrışma oranlarının benzer olduğu kabul edilmiştir. Böylece bir noktadan elde edilen bilgi daha geniş bölge ya da peyzajlara genişletilebilmektedir. Ancak bu



çalışmada da olduğu gibi dağlık alanların ayrışma oranlarının uyarlanabilmesi daha fazla deneysel çalışmalar gerektirmektedir. Bu nedenle birkaç yıl boyunca yeni keselerin sahalara konması ve yıllık “k” değerlerinin hesaplanması, aynı zamanda ayrışmanın uzun yıllar boyunca takip edilmesi uzun vadeli modellemeler için daha güvenilir sonuçlar verebilir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerle ağaç, çalısı ve otsu türlerle ekosistemdeki toplam biyokütle ve C miktarları ve ölü örtü ayrışmasını etkileyen ana değişkenler belirlenmiştir. Ayrıca iklim, yükselti, bakı vb. bakımından farklılık gösteren örnekleme noktalarından veriler toplanarak denklemler oluşturulduğu için denklemlerin benzer ekosistemlerde uygulanabilme potansiyelleri bulunmaktadır. Buna ek olarak en çok farklılık gösterebilecek olan meşcere gelişim çağı (dolayısıyla ağaç çapı) için de ayrı ayrı denklemler oluşturulmuştur. Elde edilen bu verilerle bölgedeki C stoğu ve kayıplarıyla ilgili Avrupa’yla uyumlu bölgeye ait bir altlık oluşturulmuştur. Dolayısıyla bu veriler bölgedeki ormanlarda toprak altı ve üstü biyokütle miktarı, biyokütledeki ve topraktaki karbon havuzunun hesaplanması çalışmalarında kullanılabilir. Ayrıca uygulamacılara çalışma alanlarındaki saha verimliliği, OM, C ve N miktarlarıyla ilgili sağlanan bu ekosistem verileri yapacakları sürdürülebilir ormancılık çalışmaları kapsamında yol gösterici bilgiler olarak kullanılabilir.

Ölü örtü bitki besin elementleri döngüsünün en önemli havuzudur (Brady ve Weil 1996, Güneş ve diğ. 2004, Kantarcı 2000, Sağlam ve diğ. 1993, Sargıncı 2005, Stevenson 1986, Waring ve Running 2007, Yıldız ve diğ. 2007-2009). Bununla birlikte toprağın yapısında toprak tanecikleri arasında bağlayıcı görevi görür, su tutma kapasitesini artırır ve ayrıca toprağın KDK’sına önemli katkıda bulunur (Brady ve Weil 1996, Çepel 1995). Bu nedenle, ölü örtünün miktarı ve kalitesi toprak verimliliğinin korunması ve artırılması açısından önemlidir. Dolayısıyla bundan sonra yapılacak olan ekolojik, hidrolojik ve silvikültürel çalışmalarda ölü örtü dinamiğinin göz önünde bulundurulması oldukça büyük önem arz etmektedir. Nitekim özellikle silvikültürel çalışmalarda ölü örtünün sahadan uzaklaştırılması, uzun vadede toprağın verimliliğini azaltabilir (Drinkwater ve diğ. 1998, Sargıncı 2005, Yıldız ve diğ. 2007-2009). Bütün bunların yanı sıra elde edilen bu değerler ileride hem iklim değişikliği, hem arazi kullanımı, hem de saha verimliliğinin karşılaştırılmasına olanak sağlayacak uzun vadeli bilgiler olarak saklanabilecektir.

## 5. KAYNAKLAR

Aber, J.D., Melillo, J.M., *Terrestrial Ecosystems*. Saunders College Publishing, Inc. Orlando, Fl. USA (1991).

Aerts, R., Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos* (1997) 439-449.

Agren, G. I., McMurtrie, R. E., Parton, W. J., Pastor, J. ,Shugart, H. H., State-of-the-art of models of production-decomposition linkages in conifer and grassland ecosystems. *Ecological Applications* (1991) 118-138.

Albers, D., Migge, S., Schaefer, M. ,Scheu, S., Decomposition of beech leaves (*Fagus sylvatica*) and spruce needles (*Picea abies*) in pure and mixed stands of beech and spruce. *Soil Biology and Biochemistry* 36 (1) (2004) 155-164.

Anderson, J., The breakdown and decomposition of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf litter in two deciduous woodland soils. *Oecologia* 12 (3) (1973) 275-288.

Anonim, *Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Akçakoca Orman İşletme Müdürlüğü Deredibi Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı Akçakoca İşletme Müdürlüğü* (2011).

Anonim, Cost European Cooperation in Science and Tecnology. 16 Ocak 2014'de World Wide Web (2014a): <http://www.cost.eu/>

Anonim, Cost European Cooperation in Science and Tecnology. *Belowground carbon turnover in European forests*. 16 Ocak 2014'de World Wide Web (2014b): [http://www.cost.eu/domains\\_actions/fps/Actions/FP0803](http://www.cost.eu/domains_actions/fps/Actions/FP0803)

Anonim, Cost European Cooperation in Science and Tecnology. *BioLink: Linking belowground biodiversity and ecosystem function in European forests*. 16 Ocak 2014'de World Wide Web (2014c):

[http://www.cost.eu/domains\\_actions/fps/Actions/FP1305](http://www.cost.eu/domains_actions/fps/Actions/FP1305)

Anonim, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar, Türkiye Genel Jeoloji Atlası. 15 Şubat 2005'de World Wide Web (2005): [http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm\\_link.htm](http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm_link.htm)

Anonim, *Orman Varlığımız*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara (2006).

Anonim, *Orman Varlığımız*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara (2012).

Anonim, *The Forest Sector Carbon Calculator*. 27 Ocak 2014'de World Wide Web (2014d): <http://landcarb.forestry.oregonstate.edu/>

Anşin, R., *Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri*, İ. Ü. Orman Fak. Derg., 6.2: (1983) 318-339, İstanbul.

Arol, N., *Bolu ve Civarında Bazı Gökmar, Kayın, Çam Saf ve Karışık Meşcerelerinde Ölü Örtü Miktarı ile Besin Maddesi Muhtevası Üzerine Araştırmalar*, T.C. Ziraat Vekalet, Orman Umum Müdürlüğü Yayın Sıra nu: 301, Seri Nu: 3, Yenilik Basımevi, İstanbul (1959).

Arrhenius, S., XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 41 (251) (1896) 237-276.

Asan, Ü., Final Report for Estimation of Net Annual Carbon Uptake or Release in the Forests of Turkey under the UNDP GEF Project for Preparation of FNC of Turkey 16p (2006).

Atalay, İ., *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*. Meta Basımevi, İzmir, Türkiye (2002).

Atalay, İ., *Vegetation Geography of Turkey*. Ege University Press, Bornova, İzmir, Türkiye (1994).

Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R., Spurr, S.H., *Forest Ecology*. 4th edition. John Wiley and Sons. Inc. New York (1998).

- Batjes, N.H., Total C and N in soils of the World. *European Journal of Soil science* 47 (2) (1996) 151-163.
- Berg, B., Staaf, H., Decomposition rate and chemical changes of Scots pine needle litter. II. Influence of chemical composition. *Ecological Bulletins* (1980) 373-390.
- Berg, B., Albrektson, A., Berg, M. P., Cortina, J., Johansson, M. B., Gallardo, A., Madeira, M., Pausas, J., Kratz, W., Vallejo, R., McClaugherty, C., Amounts of litter fall in some pine forests in a European transect, in particular Scots pine, *Ann.For. Sci.* 56 (1999) 625-639.
- Berg, B., Berg, M.P., Bottner, P., Box, E., Breymeyer, A., De Anta, R.C., Couteaux, M., Mäkelä, E., McClaugherty, C., Meentemeyer, V., Muñoz, F., Piussi, P., Remacle, J., De Santo, A.V., Litter mass loss in pine forests of Europe and Eastern United States: some relationships with climate and litter quality. *Biogeochemistry* 20 (1993) 127–159.
- Berg, B., Hannus, K., Popoff, T., Theander, O., Changes in organic components of litter during decomposition. Long-term decomposition in a Scots pine forest. *I. Can. J. Bot.* 60 (1982) 1310–1319.
- Berg, B., Laskowski, R., *Origin and Structure of Secondary Organic Matter and Sequestration of C and N, in: Litter Decomposition: a Guide to Carbon and Nutrient Turnover*, Volume 38 (Advances in Ecological Research), ed: H. Caswell, Academic Press (2005).
- Berg, B., McClaugherty, C., *Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration*. Springer (2007).
- Berg, B., Meentemeyer, V., Litter fall in some European coniferous forests as dependent on climate: a synthesis, *Can. J. For. Res.* 31 (2001) 292-301.
- Bernoux, M., Cerri, C.C., Neill, C., Moraes, J.F.L., de., The use of stable carbon isotopes for estimating soil organic matter turnover rates. *Geoderma*, 82 (1998) 43-58.
- Bocock, K.L., O.J.W. Gilbert., The Disappearance of Leaf Litter under Different Woodland Conditions. *Plant Soil* 9 (1957) 179-185.

- Bosatta, E., Ågren, G.I., Exact Solutions to the Continuous quality Equation for Soil Organic Matter Turnover. *J. Theor. Biol.* 224 (2003) 97–105.
- Brady, N.C., Weill R.R., *The Nature and Properties of Soils*. 11<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, (1996) New Jersey.
- Buol, S.W., Hole, F.D., McCracken, R.J., *Soil Genesis and Classification*, third ed. Iowa State University Press, Ames (1989).
- Canadell, J.G., Money, H.A., Baldocchi, D.D., Berry, J.A., Ehleringer, J.R., Field, C.B., grower, S.T., Hollinger, D.Y., Hunt, J.E., Jackson, R.B., Running, S.W., Shaver, G.R., Steffen, W., Trumbore, S.E., Valentine, R., Bond, B.Y., Carbon metabolism of the terrestrial biosphere: A multitechnique approach for improved understanding. *Ecosystems*. 3 (2006) 115-130.
- Chapin, F.S., Matson, P.A., Mooney, H.A., *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer, New York (2002).
- Chertov, O. G., Komarov, A. S., Nadporozhskaya, M., Bykhovets, S. S., Zudin, S. L., ROMUL – A Model of Forest Soil Organic Matter Dynamics as a Substantial Tool for Forest Ecosystem Modeling. *Ecol. Model* 138 (2001) 289–308.
- Coleman, K., Jenkinson, D. S., RothC-26.3 – A Model for the Turnover of Carbon in Soil. In: Powlson, D. S., Smith, P., Smith, J. U. (Eds.), *Evaluation of Soil Organic Matter Models, Using Existing Long-Term Datasets*. Springer-Verlag, Heidelberg, (1996) pp. 237–246.
- Conyers, M.K., Davey, B.G., Observations on some routine methods for soil pH determination. *Soil Sci.* 145 (1988) 29–36.
- Coûteaux, M.-M., Bottner P., Berg B., Litter Decomposition, Climate and Litter Quality. *Tree* 10 (1995) 63-66.
- Cromack, K., Jr., Miller, R.E., Helgerson, O.T., Smith, R.B., Anderson, H., Soil carbon and nutrients in a coastal Oregon Douglas-fir plantation with red alder. *Soil Science Society of America Journal* 63 (1999) 232–239.
- Currie, W. S., Aber, J. D., Modeling Leaching as a Decomposition Process in Humid,

Montane *Forests. Ecology* 78 (1997) 1844–1860.

Currie, W. S., Harmon, M. E., Burke, I. C., Hart, S. C., Parton, W. J., et al., Cross-biome transplants of plant litter show decomposition models extend to a broader climatic range but lose predictability at the decadal time scale. *Global change biology* 16 (6) (2010) 1744-1761.

Çakır, M., Toprak Eklembacaklılarının, Kayın Ve Meşe Ekosistemindeki Mevsimsel Değişimi Ve Ölü Örtü Ayrışmasına Etkileri. *Doktora Tezi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2013).

Çepel, N., *Orman Ekolojisi* (Dördüncü Baskı). İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı. Üniversite Yayın No:3886, Sosyal B.M.Y.O Yayın No:433 (1995).

Çepel, N., Dündar, M., Özdemir, T., Neyişçi, T., *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 (1988).

Çoban, F., Akçakoca (Bolu) Yöresi Devoniyen Yaşlı Sedimanter Serilerin Kil Mineralojisi ve İllit Kristalinite Yöntemiyle İncelenmesi. *Jeoloji Mühendisliği* S:21-26 (1986).

Çoban, F., Batı Karadeniz Bölgesinde Üst Kretase Yaşlı Akçakoca Volkanitlerinin Petrokimyasal Özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği* (1988) 43-48.

Çömez A., Sündiken Dağları Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. *Doktora Tezi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2010).

Day, P.R., Particle fractionation and particle size-analysis. In C.A. Black et al., Eds. *Methods of Soil Analysis*. Agronomy No. 9, Part 1. *American Society of Agronomy*, Madison, WI, (1965) 545–567.

Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C., Wisniewski, J., Carbon pools and fluxes of global forest ecosystems, *Science* 263 (1994) 185–190

- Doğan, S. Düzce Yöresinde Yetişen Kayın'ın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Çapa Bağlı Biyokütle Denklemi İle Diri-Odun Yaprak Yüzey Alanı İlişkisi. *Yüksek Lisans Tezi* Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği ABD (2010).
- Drinkwater, L.E., Wagoner, P., Sarantonio, M., Legume-Based Cropping Systems Have Reduced Carbon and Nitrogen Losses. *Nature*, 396 (1998):262-265.
- Duboc, O., Zehetner, F., Djukic, I., Tatzber, M., Berger, T., et al., Decomposition of European beech and Black pine foliar litter along an Alpine elevation gradient: Mass loss and molecular characteristics. *Geoderma* 189 (2012) 522-531.
- Durkaya, B., Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (1998) 110 s.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Atmaca, S., Predicting the Above-ground Biomass of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Turkey. *Energy Sources, Part A*, 32 (2010) 485–493.
- Ehleringer, J.R., Field, C.B., Lin, Z., Kuo, C., Leaf carbon isotope and mineral composition in subtropical plants along an irradiance cline. *Oecologia* 70 (1986) 520–526.
- Ehleringer, J.R., Field, C.B., Lin, Z., Kuo, C., Leaf carbon isotope ratios of plants from a subtropical monsoon forest. *Oecologia* 72 (1987) 109–114.
- Evrendilek, F., *Ekolojik Sistemlerin Analizi, Yönetimi ve Modellenmesi*. Papatya Yayıncılık İstanbul, Ankara, İzmir. Adana (2004).
- Falloon, P., Smith, P., Simulating SOC Changes in Longterm Experiments with RothC and CENTURY: Model Evaluation for a Regional Scale Application. *Soil Use Manage.* 18 (2002) 101–111.
- Falloon, P., Smith, P., Szabo, J., Pasztor, L., Comparison of Approaches for Estimating Carbon Sequestration at the Regional Scale. *Soil Use Manage.* 18 (2002) 164–174
- FAO, FAO Year Book. *Forest Products 2000*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2002).

- FAO, *Forest Resources Assessment*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2010).
- FAO, *State of The World's Forests*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2005).
- Field, C.B., Raupack, M.R.(eds)., *The global carbon cycle*. Integrating humans, climate and the natural world. Island pres, Washington, D.C. USA (2004).
- Fisher, R.F., Binkley, D., *Ecology and Management of Forest Soils*, 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley and Sons, Inc., New York, (2000) 489 pp.
- Fleming, J. R., Joseph Fourier, the 'greenhouse effect', and the quest for a universal theory of terrestrial temperatures. *Endeavour* 23 (2) (1999) 72-75.
- Guo, L.B., Gifford, R.M., Soil carbon stocks and land use change: a meta-analysis. *Global Change Biology*. 8 (2002) 345-360.
- Guner, S., Yagci, V., Tilki, F., Celik, N., The effects of initial planting density on above- and below-ground biomass in a 25-year-old *Fagus orientalis* Lipsky plantation in Hopa, Turkey. *Scientific Research and Essays* 5 (14) (2010) 1856-1860.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Inal, A., *Bitki Besleme ve Gübreleme*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Ders Kitabı: 492, Yayın No: 1539 (2004).
- Harmon, M.E., *Long-term experiments on log decomposition at the H. J. Andrews Experimental Forest*. General Technical Report PNW-GTR-280. Portland, OR: USDA Forest Service (1992).
- Harmon, M.E., W.L. Silver, B. Fash, H. Chen, I.C. Burke, W.J. Parton, S.C. Hart, and W.S. Currie. Long-term patterns of mass loss during the decomposition of leaf and fine root litter: an intersite comparison, *Global Change Biology* 15 (2009) 1320–1338.
- Hungton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J., *Climate Change*, The IPCC scientific Assesment, Cambridge University Press, Cambridge (1990).
- Huston, M.A., Marland, G., Carbon management and biodiversity. *Journal of Environmental management*. 67 (2003) 77-86



- IPCC, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. & Tanabe, K. (eds.). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. In: IGES, Japan (2006). Available at: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.
- IPCC., *Climate Change 2007. The Physical Science Basis: Summary for Policymakers – Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, IPCC Sekretariat, WHO, Ceneva (2007).
- IPCC., *Climate Change 2013. The Physical Science Basis: Summary for Policymakers – Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA (2013) 1535pp.
- IPCC., *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan (2003).
- Irmak, A., Çepel, N., Bazı Karaçam, Kayın ve Meşe Meşcerelerinde Ölü Örtünün Ayrışma ve Humuslaşma Hızı Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Yayın Nu: 1973, *Orman Fakültesi Yayın Nu: 204*, 48 s., Taş Matbaası, İstanbul (1974).
- Irmak, A., Çepel, N., Belgrad Ormanı'nda Seçilen Birer Kayın, Meşe, Karaçam Meşceresinde Yıllık Yaprak Dökümünün Miktarı ve Bu Yolla Toprağa Verilen Besin Maddelerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt Nu: XVIII, Sayı: 2, İstanbul (1968).
- İkinci, O., Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (2000).
- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D. W., Minkinen, K., Byrne, K.A., How strongly can forest management influence soil carbon sequestration?, *Geoderma* 137 (2007) 253-268
- Janzen, H.H., Carbon cycling in earth systems-a soil science perspective, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104 (2004) 399-417

- Jenkinson, D.S., Hart, P.B.S., Rayner, J.H., Parry L.C., Modelling the turnover of organic matter in long-term experiments at *Rothamsted. Intecol. Bull.* 15 (1987) 1-8.
- Jenny, H., Gessel, S., Bingham, F., Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Science* 68 (6) (1949) 419-432.
- Johnson, D.W., Curtis, P.S., Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management.* 140 (2001) 227-238.
- Kantarcı, D., *Toprak İlimi.* İstanbul Üniversitesi yayın no. 4261 (2000).
- Kantarcı, M.D., *Aladağ Kütlelerinin (Bolu) kuzey yamaçlarındaki uludağ göknarı ormanlarında yükselti-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması,* İ.Ü.Yay.No.2634, Orman Fakültesi Yay.No.274, İstanbul (1979).
- Karagül, R., Artvin-Murgul Yöresindeki Kayın ve Kızılağaç Orman Ölü Örtülerinin Bazı Hidrolojik ve Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi.* Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (1990).
- Karaöz, M.Ö., Atatürk Arboretumu'ndaki Bazı İğne Yapraklı Plantasyonlarda Ölü Örtünün Kimyasal Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,* Seri A, C.41, Sayı 2, (1991) 68-86.
- Karaöz, M.Ö., Bazı Yerli ve Yabancı Ağaç Türlerine Ait Plantasyonlarda Ölü Örtü Miktarı İle Bunlardaki Besin Maddesi Rezervleri Üzerine Araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi,* Seri A, C.43, (1993) 1, Sayfa 93-115.
- Kavvadias, V. A., Alifragis, D., Tsiontsis, A., Brofas, G., Stamatelos, G., Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece. *Forest ecology and management* 144 (1) (2001) 113-127.
- Keiluweit M., Nico P., Pett-Ridge J., Kleber M., Bougoure J., Liu S., Filley T., Sargıncı M., Harmon, M., Manganese cycling in a long-term litter decomposition experiment. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco 3-7 December (2012).
- Keiluweit, M., Nico, P. S., Sargıncı, M., Harmon, M., Pett-Ridge, J., et al., Is Biotic Manganese Oxidation Driving Long-Term Litter Decomposition?(chapter three) in

- Keiluweit, M., Assessing the Role of Reactive Metal Species in Soil Organic Matter Cycling using Chemical Imaging, The Dissertation of Marco Keiluweit for the degree of Doctor of Philosophy in Soil Science presented on October 25, 2013. *PhD Thesis* (2013) 96.
- Killham, K., *Soil Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, UK (1994).
- Kim, Y. S., Yi, M. J., Lee, Y. Y., Kobayashi, M., Son, Y., Estimation of carbon storage, carbon inputs, and soil CO<sub>2</sub> efflux of alder plantations on granite soil in central Korea: comparison with japanese larch plantation, *Landscape Ecol Eng* 5 (2009) 157-166.
- Kimmins, H., *Balancing act. Environmental issues in forestry*. Second edition. UBC Press. Vancouver, Canada (1999).
- Köhler, L., Hölscher, D., Leuschner, C., High litterfall in old-growth and secondary upper montane forest of Costa Rica, *Plant Ecol* 199 (2008) 163-173.
- Komarov, A., Chertov, O., Zudin, S., Nadporozhskaya, M., Mikhailov, A., Bykhovets, s., Zudina, E., Zoubkova, E., EFIMOD2—a model of growth and Cycling of Elements in Boreal Forest Ecosystems. *Ecol. Model* 170 (2003) 373–392.
- Kurz, W. A., Apps, J. M., A 70-Year Retrospective Analysis of Carbon Fluxes in the Canadian Forest Sector. *Ecol. Appl.* 9 (1999) 526–547.
- Lal, R., Forest soils and carbon sequestration, *Forest Ecology and Management* 220 (2005) 242-258
- Lal, R., Soil C sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123 (2004) 1.
- Lambers, H., Chapin III, F.S., Pons, T.L., *Plant Physiological ecology*, Springer-Verlag, New York (2000).
- Landsberg, J. J., Gower, S. T., *Applications of physiological ecology to forest management*, Academic Press (1997).
- Lavelle, P., Spain, A. V. *Soil Ecology*. Kluwer academic Publishers, New York. USA (2003).
- Leff, J. W., Wieder, W. R., Taylor, P. G., Townsend, A. R., Nemergut, D. R., et al.,

- Experimental litterfall manipulation drives large and rapid changes in soil carbon cycling in a wet tropical forest. *Global change biology* 18 (9) (2012) 2969-2979.
- Leman, E.R (ed)., *CO<sub>2</sub> and Plants*. The response of plants to rising atmospheric carbon dioxide. Westview press, boulder, CO, USA (1983).
- Leonardi, S., Santa Regina, I., Rapp, M., Gallego, H. ,Rico, M., *Biomass, litterfall and nutrient content in Castanea sativa coppice stands of southern Europe*. Annales des sciences forestières, EDP Sciences (1996) 1071-1081.
- Liski, J., Nissinen, A., Erhard, M., Taskinen, O., Climatic effects on litter decomposition from arctic tundra to tropical rainforest. *Global Change Biol.* 9, 1–10.
- Liski, J., Palosuo, T., Peltoniemi, M., Sievänen, R., Carbon and decomposition model Yasso for forest soils. *Ecological Modelling* 189 (1) (2005) 168-182.
- Makineci, E., İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanındaki baltalıkların koruya dönüştürülmesi işlemlerinin ölü örtü ve topraktaki azot değişimine etkileri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış *Doktora Tezi* (XXIV+213 Sayfa) (1999)
- Margesin, R., Schinner, F., *Manual for Soil Analysis—Monitoring and Assessing Soil Bioremediation*. Soil Biology, Vol. 5, Springer Verlag, Berlin (2005).
- Matala, J., Kellomäki, S., Nuutinen, T., Litterfall in relation to volume growth of trees: Analysis based on literature, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23 (3) (2008) 194-202.
- McShane, M., Carlile, D., Hinds, W., The effect of collector size on forest litter-fall collection and analysis. *Canadian Journal of Forest Research* 13 (6) (1983) 1037-1042.
- Meentemeyer, V., Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology* 59 (1978) 465–472.
- Melillo, J. M., Aber, J. D., Muratore, J. F., Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology* 63 (3) (1982) 621-626.

- Middelburg, J. J., A Simple Rate Model for Organic Matter Decomposition in Marine Sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 53 (1989) 1577–1581.
- Milne, Elanor (lead author), Arjun Heimsath (Topic editor), *Soil Organic Carbon*. In; Encyclopedia of earth. Eds. Cutler, J. Cleveland (2008).
- Moorhead, D. L., Reynolds, J. F., A General Model of Litter Decomposition in the Northern Chihuahuan Desert. *Ecol. Model.* 56 (1991) 197–219.
- Morisada, K., Ono, K., Kanomata, H. Organic Carbon Stock in Forest Soils in Japan. *Geoderma* 119 (2004) 21–32.
- Muthoo, M.K., *Forests and Forestry in Turkey*. Published by Güzeliş Ltd. Şti., Ankara (1997).
- NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration United States Department of Commerce Global Monitoring Division (GMD) 30 Mart 2014’de World Wide Web (2014): [http:// www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/)
- Oades, J.M., The retention of organic matter in soils. *Biogeochemistry* 5 (1988) 35–70.
- Odum, E.P. ve Barret, G.W., *Ekolojinin temel ilkeleri* beşinci baskıdan çeviri (çeviri editörü Kani IŞIK) Palme yayıncılık, Ankara (2008).
- OGM, *İklim Değişikliği ve Ormanlar*, Orman Genel Müdürlüğü Uluslararası Kuruluşlarla İlişkiler Şube Müdürlüğü İklim Değişikliği ve Biyoenerji Çalışma Grubu, Ankara (2011).
- Olson, J.S., Energy Storage and the Balance of Producers and Decomposers in Ecological Systems. *Ecology* 44 (1963) 322-331.
- Özyuvacı, N., *Meteoroloji ve Klimatoloji*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 460, İstanbul (1999).
- Palouso, T., Liski, J., Trofymow, J.A., Titus, B.D., Litter decomposition affected by climate and litter quality-testing Yasso model with litterbag data from the Canadian intersite decomposition experiment. *Ecological Modelling*. 189 (2005) 183-198
- Parton, W.J., Schimel, D.S., Cole, C.V., Ojima, D., Analysis of factors controlling soil

- organic matter levels in the Great Plains grasslands, *Soil Science Society of America Journal* 51 (1987) 1173–1179.
- Paul, E.A., Clark, F. E, *Soil microbiology and biochemistry*. Academic Pres. Inc., San Diego, California, USA (1996).
- Pausas, J. G., Litter fall and litter decomposition in *Pinus sylvestris* forests of the eastern Pyrenees, *Journal of Vegetation Science* 8 (1997) 643-650.
- Perakis, S. S., Matkins, J. J., Hibbs, D. E., Interactions of tissue and fertilizer nitrogen on decomposition dynamics of lignin-rich conifer litter. *Ecosphere* 3 (6) (2012) art54.
- Perry, D.A., Borchers, J.G., Turner, D.P., Gregory, S.V., Perry, C.R., Dixxon, R.K., Hart, S.C., Kauffman, B., Neilson, R.P. and Sollins, P., Biological feedbacks to climate change: terrestrial ecosystems as sinks and sources of carbon and nitrogen. *The Northwest Environmental Journal*, 7 (1991) 203-232.
- Perry, D.A., Oren, R., Hart, S.C., *Forest Ecosystems*. 2nd edition. The John Hopkins University Press. Baltimore, USA (2008).
- Prescott, C. E., Litter decomposition: what controls it and how can we alter it to sequester more carbon in forest soils? *Biogeochemistry* 101 (1-3) (2010) 133-149.
- Prescott, C.E., Blevins, L.L., Staley, C., Litter decomposition in British Columbia forests: Controlling factors and influences of forestry activities, *BC Journal of Ecosystems and Management* 5(2) (2004) 44–57.
- Preston, C.M., Nault, J.R., Trofymow, J.A., Chemical changes during 6 years of decomposition of 11 litters in some Canadian forest sites. Part 2.  $^{13}\text{C}$  abundance, solid-state  $^{13}\text{C}$  NMR spectroscopy and the meaning of “lignin”. *Ecosystems* 12 (2009a) 1078–1102.
- Preston, C.M., Nault, J.R., Trofymow, J.A., Smyth, C., Chemical changes during 6 years of decomposition of 11 litters in some Canadian forest sites. Part 1. Elemental composition, tannins, phenolics, and proximate fractions. *Ecosystems* 12 (2009b) 1053–1077.
- Rhoades, J.D., *Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids*. In D.L. Sparks

et al., Eds. *Methods of Soil Analysis, Part 3—Chemical Methods*. SSSA Book Series No. 5, SSSA and ASA, Madison, WI, (1996) pp. 417–436.

Roberts, J.D., Rowland, A.P., Cellulose fractionation in decomposition studies using detergent fiber pre-treatment methods. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 29 (11-14) (1998) 2109-2118.

Rowland, A.P., Roberts, J.D., Lignin and cellulose fractionation in decomposition studies using acid-detergent fiber methods. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 25(3-4) (1994) 269–277.

Ryan, M.G., A simple method for estimating gross carbon budgets for vegetation in forest ecosystems. *Tree Physiology*. 9 (1991) 255-266.

Sağlam, M.T., Bahtiyar, M., Cangir, C., Tok, H.H., *Toprak Bilimi*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Tekirdağ, (1993) Türkiye.

Santa Regina, I., Tarazona, T., Calvo, R., Aboveground biomass in a beech forest and a Scots pine plantation in the Sierra de la Demanda area of northern Spain. *Ann Sci For* 54 (1997) 261-269.

Saraçoğlu, N., Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) biyokütle tabloları, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22 (1998) 93-100.

Sargıncı, M., Batı Karadeniz Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Toprak Verimliliğine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Düzce (2005).

Sarıyıldız, T., Anderson, J.M. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. *Soil Biology and Biochemistry*. 35 (2003) 391-399.

Sarıyıldız, T., Küçük, M., Litter mass loss rates in Deciduous and Coniferous trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships with litter quality, microclimate, and soil characteristics. *Turk. J. Agric. For.* 32 (2008) 547-559.

Sarıyıldız, T., Anderson, J. M., Küçük, M., Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey, *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (9) (2005a) 1695-1706.

- Sarıyıldız, T., Effects of tree canopy on litter decomposition rates of *Abies nordmanniana*, *Picea orientalis* and *Pinus sylvestris*, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23 (2008) 330-338.
- Sarıyıldız, T., Litter Decomposition of *Picea orientalis*, *Pinus sylvestris* and *Castanea sativa* Trees Grown in Artvin in Relation to Their Initial Litter Quality Variables, *Turk J Agric For*, 27 (2003) 237-243.
- Sarıyıldız, T., Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., *Doğu Ladini (Picea orientalis (L.) LINK) İbrelereinin Ayrışmasında Kimyasal Yapının, Tür Karışımının ve Orman Gülünün (Rhododendron ponticum L.) Etkisi*, Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim 2005, 130-141, Editörler: Eroğlu, M., Üçler, A. Ö., Alkan Akıncı, H., Özcan, G. E., Oktan, E., Trabzon (2005b).
- Sarıyıldız, T., Varan, S., Duman, A., Ölü Örtü Ayrışma Oranları Üzerinde Kimyasal Bileşenlerin ve Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Etkisi: Ankara ve Artvin Yöresine Ait Örnek Bir Çalışma, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (2) (2008) 109-119, Kastamonu.
- SAS Institute, Inc., *SAS/STAT Users Guide*, Version 6.12. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina (1996).
- Schlamadinger, B., Marland, G. The Role of Forest and Bioenergy Strategies in the Global Carbon Cycle. *Biomass Bioenerg.* 10 (1996) 275–300.
- Schlesinger, W.H., *Biogeochemistry. An analysis of global change*. Second edition. Academic Press. New York, USA (1997).
- Schmidt, M.W.I., Torn, M.S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I.A., Kleber, M., Kögel-Knabner, I., Lehmann, J., Manning, D.A.C., Nannipieri, P., Rasse, D.P., Weiner, S., Trumbore, S.E., Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature* 478 (2011) 49–56.
- Schofield, R.K., Taylor, A.W., The measurement of soil pH. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19 (1955) 164–167.
- Sitch, S., Smith, B., Prentice, I. C., Arneth, A., Bondeau, A., Cramer, W., Kaplan, J. O.,



- Levis, S., Lucht, W., Sykes, M. T., Thonicke, K., Venevsky, S., Evaluation of Ecosystem Dynamics, Plant Geography and Terrestrial Carbon Cycling in the LPJ Dynamic Global Vegetation Model. *Global Change Biol.* 9 (2003) 161–185.
- Six, J., Jastrow J. D., *Organic matter turnover*, Encyclopedia of soil science. Marcel Dekker, New York (2002) 936-942.
- Smith, D., Soils as carbon sinks: the global context. *Soil use and management*, 20 (2004) 212-218.
- Smithwick, E. A., Harmon, M. E., Remillard, S. M., Acker, S. A., Franklin, J. F., Potential upper bounds of carbon stores in forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications* 12 (5) (2002) 1303-1317.
- Sollins, P., Homann, P., Caldwell. B. A., Stabilization and destabilization of soil organic matter: Mechanisms and controls. *Geoderma.* 74 (1996) 65-105.
- Song, F., Fan, X., Song, R., X., Review of mixed forest litter decomposition researches. *Acta Ecologica Sinica*, 30 (2010) 221-225.
- Soysal Y., Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama İşlemlerinin Besin Kaybına Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Düzce Üniversitesi, Düzce (2008).
- Staaf, H., Berg B., Accumulation and release of plant nutrients in decomposing Scots pine needle litter. Long-term decomposition in a Scots pine forest II. *Canadian Journal of Botany* 60 (8) (1982) 1561-1568.
- Stevenson, F.J., *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley & Sons, New York, (1982) 496 p.
- Stevenson, F. J., Cole, M. A., *Cycles of soils: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*, John Wiley & Sons (1999).
- Strickland, T., Sollins, P., Improved method for separating light-and heavy-fraction organic material from soil. *Soil Science Society of America Journal* 51 (5) (1987) 1390-1393.

- Stringer, A., Quantifying the synchrony of leaf litter decomposition in a forested landscape. *A Baccalaureate of Science Thesis*. Oregon State University. Oregon, USA (2013).
- Sumner, M.E., Miller, W.P., *Cation exchange capacity and exchange coefficients*. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loepert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E. (Eds.), *Methods of Soil Analysis*. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, (1996) pp. 1201–1229.
- Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M., *Decomposition in terrestrial ecosystems*. University of California Press, Berkley, California (1979).
- Tavernier, R., Smith, G.D., The concept of Braunerde (Brown Forest soils) in Europe and the United States. *Advan. Agron.* 9 (1957) 217-289.
- Thevenot, M., Dignac, M.-F., Rumpel, C., Fate of lignins in soils: A review. *Soil Biology and Biochemistry* 42 (2010) 1200–1211.
- Thomas, G.W., Soil pH and soil acidity. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loepert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E. (Eds.), *Methods of Soil Analysis*. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, (1996) pp. 475–490.
- Tian, G., Kang, B., Brussaard, L., Effects of chemical composition on N, Ca, and Mg release during incubation of leaves from selected agroforestry and fallow plant species. *Biogeochemistry* 16 (2) (1992) 103-119.
- Tiessen, H., Cueves, E., Chacon, P., The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. *Nature* 371 (1994) 783–785.
- Tolunay, D., Çömez, A., *Türkiye Ormanlarında Toprak ve Ölü Örtüde Depolanmış Organik Karbon Miktarları*. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu (2008). 22-25 Ekim 2008, Hatay.
- Tolunay, D., *Aladağ'da (Bolu) genç sarıçam meşcerelerinde bakım kesimlerinin ölü örtü ve toprak özelliklerine etkisinin belirlenmesi üzerine araştırmalar (10. yıl sonuçları)*,

İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu Tarafından Desteklenen Proje, No. 1606/30042001 (2004).

Tolunay, D., Carbon Concentrations of Tree Components, Forest Floor and Understory in the Young *Pinus sylvestris* Stands in Northwestern Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24 (2009) 394-402.

Tolunay, D., *Ormanlar ve İklim Değişikliği*. İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Portakal Baskı A.Ş., İstanbul, Mart (2013)

TÜBİTAK Vizyon 2023, *Bilim ve Teknoloji Öngörüsü Projeleri Tarım ve Gıda Paneli Raporu* (2003) 55 sayfa.  
[http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/tg/tarimgida\\_son\\_surum.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/tg/tarimgida_son_surum.pdf).

TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu Temel İstatistik Verileri. 18 Ocak 2014'de World Wide Web (2014): <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>

Tüfekçioğlu, A., Sarıyıldız, T., Güner, S., Küçük, M., *Artvin Genya Dağı Doğu Ladini Meşcerelerinde Kök Kütleleri, Yıllık İbre Dökümü ve Toprak solunumu miktarlarının Değişimleri*, Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim 2005, 123-129, Editörler: Eroğlu, M., Üçler, A. Ö., Alkan Akıncı, H., Özcan, G. E., Oktan, E., Trabzon (2005).

Tyndall, J., Note on the transmission of radiant heat through gaseous bodies. *Proceedings of the Royal Society of London* 10 (1859) 37-39.

Ukonmaanaho, L., Merilä, P., Nöjd, P., Nieminen, T. M., Litterfall production and nutrient return to the forest floor in Scots pine and Norway spruce stands in Finland, *Boreal Environment Research* 13 (B)(2008) 67-91.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2013. Report of the Conference of the Parties on its fourteenth session, held in Poznan from 1 to 12 December (2008). Part One: Proceedings.. Part one: Proceedings. Published by United Nations Office at Geneva Geneva (Switzerland) 19/03/2009 (erişim tarihi 21.02.2014) [http://unfccc.int/documentation/documents/advanced\\_search/items/6911.php?priref=600005178](http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/6911.php?priref=600005178)

- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2013. Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session, held in Warsaw from 11 to 23 November (2013). Part one: Proceedings. Published by United Nations Office at Geneva Geneva (Switzerland) 31/01/2014 (erişim tarihi 21.02.2014) [http://unfccc.int/documentation/documents/advanced\\_search/items/6911.php?preref=600007786](http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/6911.php?preref=600007786)
- USDA (United States Department of Agriculture), Soil Mechanics Level I, Module 3- USDA *Textural Soil Classification Study Guide* (1987).
- Van Soest, P., Wine R., Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate, *J. Assoc. Off. Anal. Chem* 51(4) (1968): 780-785.
- Van Soest, P. J., Use of detergents in analysis of fibrous feeds: a rapid method for the determination of fiber and lignin. *Association of Official Analytical Chemists* 46 (1963) 829-835.
- Waring, R.H., Running, S.W., *Forest Ecosystems: Analysis at Multiple Scales*. 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier Academic Press, San Diego, California (2007).
- Waring, R.H., Schlesinger, W.H., *Forest Ecosystems: Concepts and Management*. Academic Press, San Diego, California (1985).
- Yaltırık, F., İşgüzar. H. ve Küçükkoça, A. H., Düzce İlçesi ve Orman İşletmesi, Ülku Basımevi, İstanbul (1953).
- Yıldız, O., Eşen, D., Effects of different Rhododendron control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the western Black Sea Region of Turkey. *Annals of Applied Biology* 149 (2006) 235-242.
- Yıldız, O., Esen, D., Karaoz, M. Ö., Sargıncı, M., Toprak, B., Soysal, Y., Effects of different site preparation methods on soil carbon and nutrient removal from Eastern beech regeneration sites in Turkey's Black Sea region. *Applied Soil Ecology*. 45 (2010) 49-55
- Yıldız, O., Ecosystem effects of vegetation removal in coastal Oregon Douglas-fir experimental plantations: Impacts on ecosystem production, tree growth, nutrients,

and soils. *Ph.D. Dissertation*. Oregon State University, Corvallis, Oregon (2000).

Yıldız, O., Eşen, D., Sargıncı, M., Long-term site productivity effects of different *Rhododendron* control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the Western Black Sea region of Turkey. *Soil Use Manage.* 25 (2009) 28–33.

Yıldız, O., Sargıncı, M., Eşen, D., Cromack, K. Jr., Effects of vegetation control on nutrient removal and *Fagus orientalis*, Lipsky regeneration in the Western Black Sea region of Turkey. *For. Ecol. Manage.* 240 (2007) 186–194.

Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R., Mencuccini, M., Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe. *Silva Fennica Monographs* 4 (2005) p. 63.

## 6. EKLER

### EK-1. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile ADF Arasındaki Korelasyon.

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	adf1	adf2	adf3	adf4
k1	1,00000	0,50407 0,0120	0,35776 0,0861	0,09492 0,6591	-0,20827 0,3288	-0,19566 0,3595	-0,20129 0,3456	-0,36449 0,0799
k2	0,50407 0,0120	1,00000	0,21327 0,3170	-0,01071 0,9604	-0,07982 0,7108	-0,45023 0,0273	-0,31531 0,1334	-0,20796 0,3295
k3	0,35776 0,0861	0,21327 0,3170	1,00000	-0,39065 0,0591	0,38501 0,0632	-0,19614 0,3583	-0,70737 0,0001	-0,11126 0,6047
k4	0,09492 0,6591	-0,01071 0,9604	-0,39065 0,0591	1,00000	-0,33958 0,1045	-0,00041 0,9985	0,15390 0,4728	0,00086 0,9968
adf1	-0,20827 0,3288	-0,07982 0,7108	0,38501 0,0632	-0,33958 0,1045	1,00000	-0,11635 0,5882	-0,06006 0,7804	0,33630 0,1081
adf2	-0,19566 0,3595	-0,45023 0,0273	-0,19614 0,3583	-0,00041 0,9985	-0,11635 0,5882	1,00000	0,40803 0,0478	-0,44363 0,0299
adf3	-0,20129 0,3456	-0,31531 0,1334	-0,70737 0,0001	0,15390 0,4728	-0,06006 0,7804	0,40803 0,0478	1,00000	0,05630 0,7939
adf4	-0,36449 0,0799	-0,20796 0,3295	-0,11126 0,6047	0,00086 0,9968	0,33630 0,1081	-0,44363 0,0299	0,05630 0,7939	1,00000

**EK-2. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Lignin Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	lig1	lig2	lig3	lig4
k1	1,00000	0,50407 0,0120	0,35776 0,0861	0,09492 0,6591	-0,38058 0,0666	-0,04089 0,8495	-0,31067 0,1395	-0,33938 0,1047
k2	0,50407 0,0120	1,00000	0,21327 0,3170	-0,01071 0,9604	-0,20176 0,3445	-0,14219 0,5075	-0,11421 0,5952	-0,15711 0,4635
k3	0,35776 0,0861	0,21327 0,3170	1,00000	-0,39065 0,0591	0,31159 0,1383	-0,38716 0,0616	-0,52749 0,0081	0,07658 0,7221
k4	0,09492 0,6591	-0,01071 0,9604	-0,39065 0,0591	1,00000	-0,11348 0,5975	0,19553 0,3598	0,16418 0,4433	-0,00087 0,9968
lig1	-0,38058 0,0666	-0,20176 0,3445	0,31159 0,1383	-0,11348 0,5975	1,00000	-0,32182 0,1251	-0,02234 0,9175	0,27217 0,1982
lig2	-0,04089 0,8495	-0,14219 0,5075	-0,38716 0,0616	0,19553 0,3598	-0,32182 0,1251	1,00000	0,12090 0,5736	-0,04557 0,8325
lig3	-0,31067 0,1395	-0,11421 0,5952	-0,52749 0,0081	0,16418 0,4433	-0,02234 0,9175	0,12090 0,5736	1,00000	0,13152 0,5402
lig4	-0,33938 0,1047	-0,15711 0,4635	0,07658 0,7221	-0,00087 0,9968	0,27217 0,1982	-0,04557 0,8325	0,13152 0,5402	1,00000

**EK-3. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Selüloz Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	sel1	sel2	sel3	sel4
k1	1,00000	0,50407 0,0120	0,35776 0,0861	0,09492 0,6591	-0,26863 0,2043	-0,30044 0,1537	-0,57161 0,0035	-0,47235 0,0198
k2	0,50407 0,0120	1,00000	0,21327 0,3170	-0,01071 0,9604	-0,05007 0,8163	-0,32559 0,1205	-0,27765 0,1890	-0,40740 0,0482
k3	0,35776 0,0861	0,21327 0,3170	1,00000	-0,39065 0,0591	0,22171 0,2978	0,10564 0,6232	-0,62023 0,0012	0,00445 0,9836
k4	0,09492 0,6591	-0,01071 0,9604	-0,39065 0,0591	1,00000	-0,28912 0,1706	-0,16354 0,4451	0,00716 0,9735	-0,27957 0,1858
sel1	-0,26863 0,2043	-0,05007 0,8163	0,22171 0,2978	-0,28912 0,1706	1,00000	0,26950 0,2028	0,19830 0,3530	0,65103 0,0006
sel2	-0,30044 0,1537	-0,32559 0,1205	0,10564 0,6232	-0,16354 0,4451	0,26950 0,2028	1,00000	0,21530 0,3123	0,14023 0,5134
sel3	-0,57161 0,0035	-0,27765 0,1890	-0,62023 0,0012	0,00716 0,9735	0,19830 0,3530	0,21530 0,3123	1,00000	0,41578 0,0433
sel4	-0,47235 0,0198	-0,40740 0,0482	0,00445 0,9836	-0,27957 0,1858	0,65103 0,0006	0,14023 0,5134	0,41578 0,0433	1,00000



**EK-4. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle C Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	C1	C2	C3	C4
k1	1,00000	0,50407 0,0120	0,35776 0,0861	0,09492 0,6591	-0,47639 0,0186	-0,21562 0,3116	-0,57406 0,0034	-0,25551 0,2282
k2	0,50407 0,0120	1,00000	0,21327 0,3170	-0,01071 0,9604	-0,11831 0,5819	0,03617 0,8668	-0,14926 0,4864	-0,23467 0,2697
k3	0,35776 0,0861	0,21327 0,3170	1,00000	-0,39065 0,0591	-0,34323 0,1006	-0,14814 0,4897	-0,38787 0,0611	0,11384 0,5964
k4	0,09492 0,6591	-0,01071 0,9604	-0,39065 0,0591	1,00000	0,14250 0,5065	0,38429 0,0637	0,05374 0,8030	-0,08250 0,7015
C1	-0,47639 0,0186	-0,11831 0,5819	-0,34323 0,1006	0,14250 0,5065	1,00000	0,36965 0,0754	0,37230 0,0732	-0,03647 0,8657
C2	-0,21562 0,3116	0,03617 0,8668	-0,14814 0,4897	0,38429 0,0637	0,36965 0,0754	1,00000	0,44340 0,0300	0,10424 0,6279
C3	-0,57406 0,0034	-0,14926 0,4864	-0,38787 0,0611	0,05374 0,8030	0,37230 0,0732	0,44340 0,0300	1,00000	0,18480 0,3873
C4	-0,25551 0,2282	-0,23467 0,2697	0,11384 0,5964	-0,08250 0,7015	-0,03647 0,8657	0,10424 0,6279	0,18480 0,3873	1,00000

**EK-5. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile N Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	N1	N2	N3	N4
k1	1,00000 0,0120	0,50407 0,0120	0,35776 0,0861	0,09492 0,6591	0,48858 0,0154	-0,02457 0,9093	0,11165 0,6035	0,30292 0,1502
k2	0,50407 0,0120	1,00000	0,21327 0,3170	-0,01071 0,9604	-0,06953 0,7468	-0,12111 0,5730	0,25208 0,2347	0,14413 0,5016
k3	0,35776 0,0861	0,21327 0,3170	1,00000	-0,39065 0,0591	0,14304 0,5049	-0,22204 0,2971	-0,03103 0,8856	-0,11257 0,6005
k4	0,09492 0,6591	-0,01071 0,9604	-0,39065 0,0591	1,00000	-0,12373 0,5646	-0,17128 0,4236	0,11448 0,5943	0,23035 0,2789
N1	0,48858 0,0154	-0,06953 0,7468	0,14304 0,5049	-0,12373 0,5646	1,00000	0,30637 0,1454	0,07916 0,7131	0,38327 0,0645
N2	-0,02457 0,9093	-0,12111 0,5730	-0,22204 0,2971	-0,17128 0,4236	0,30637 0,1454	1,00000	0,24751 0,2436	0,05218 0,8087
N3	0,11165 0,6035	0,25208 0,2347	-0,03103 0,8856	0,11448 0,5943	0,07916 0,7131	0,24751 0,2436	1,00000	0,21531 0,3123
N4	0,30292 0,1502	0,14413 0,5016	-0,11257 0,6005	0,23035 0,2789	0,38327 0,0645	0,05218 0,8087	0,21531 0,3123	1,00000

**EK-6. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile C:N Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	C_N1	C_N2	C_N3	C_N4
k1	1,00000	0,50407 0,0120	0,35776 0,0861	0,09492 0,6591	-0,54888 0,0055	-0,03198 0,8821	-0,49738 0,0134	-0,51326 0,0103
k2	0,50407 0,0120	1,00000	0,21327 0,3170	-0,01071 0,9604	0,01834 0,9322	0,11062 0,6068	-0,23390 0,2713	-0,35014 0,0935
k3	0,35776 0,0861	0,21327 0,3170	1,00000	-0,39065 0,0591	-0,19777 0,3543	0,15786 0,4613	-0,26696 0,2073	0,17608 0,4105
k4	0,09492 0,6591	-0,01071 0,9604	-0,39065 0,0591	1,00000	0,12779 0,5518	0,21626 0,3101	-0,03495 0,8712	-0,24855 0,2416
C_N1	-0,54888 0,0055	0,01834 0,9322	-0,19777 0,3543	0,12779 0,5518	1,00000	0,39325 0,0573	0,30046 0,1537	0,50705 0,0114
C_N2	-0,03198 0,8821	0,11062 0,6068	0,15786 0,4613	0,21626 0,3101	0,39325 0,0573	1,00000	0,16972 0,4279	0,27516 0,1931
C_N3	-0,49738 0,0134	-0,23390 0,2713	-0,26696 0,2073	-0,03495 0,8712	0,30046 0,1537	0,16972 0,4279	1,00000	0,36168 0,0824
C_N4	-0,51326 0,0103	-0,35014 0,0935	0,17608 0,4105	-0,24855 0,2416	0,50705 0,0114	0,27516 0,1931	0,36168 0,0824	1,00000

**EK-7. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Lignin:N Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	L_N1	L_N2	L_N3	L_N4
k1	1,00000 0,0120	0,50407 0,0120	0,35776 0,0861	0,09492 0,6591	-0,56498 0,0040	-0,02179 0,9195	-0,35499 0,0887	-0,59653 0,0021
k2	0,50407 0,0120	1,00000	0,21327 0,3170	-0,01071 0,9604	-0,05506 0,7983	0,02810 0,8963	-0,22953 0,2806	-0,30239 0,1509
k3	0,35776 0,0861	0,21327 0,3170	1,00000	-0,39065 0,0591	-0,02382 0,9120	-0,01034 0,9618	-0,47922 0,0178	0,14688 0,4934
k4	0,09492 0,6591	-0,01071 0,9604	-0,39065 0,0591	1,00000	0,05611 0,7945	0,25659 0,2262	0,09032 0,6747	-0,14672 0,4939
L_N1	-0,56498 0,0040	-0,05506 0,7983	-0,02382 0,9120	0,05611 0,7945	1,00000	0,31627 0,1322	0,16461 0,4421	0,68175 0,0002
L_N2	-0,02179 0,9195	0,02810 0,8963	-0,01034 0,9618	0,25659 0,2262	0,31627 0,1322	1,00000	-0,19170 0,3695	0,23363 0,2719
L_N3	-0,35499 0,0887	-0,22953 0,2806	-0,47922 0,0178	0,09032 0,6747	0,16461 0,4421	-0,19170 0,3695	1,00000	0,33820 0,1060
L_N4	-0,59653 0,0021	-0,30239 0,1509	0,14688 0,4934	-0,14672 0,4939	0,68175 0,0002	0,23363 0,2719	0,33820 0,1060	1,00000

**EK-8. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile ADF Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	adf1	adf2	adf3	adf4
k1	1,00000 0,2016	0,27019 0,2016	0,14580 0,4966	0,51485 0,0100	0,08744 0,6845	-0,03344 0,8767	0,13647 0,5249	0,34035 0,1037
k2	0,27019 0,2016	1,00000	0,20203 0,3438	0,13764 0,5213	0,32470 0,1216	-0,29072 0,1681	0,36050 0,0835	0,25989 0,2200
k3	0,14580 0,4966	0,20203 0,3438	1,00000	0,19055 0,3724	0,12062 0,5745	-0,47673 0,0185	0,47823 0,0181	0,36331 0,0810
k4	0,51485 0,0100	0,13764 0,5213	0,19055 0,3724	1,00000	0,30494 0,1474	-0,37578 0,0704	0,43474 0,0338	0,65008 0,0006
adf1	0,08744 0,6845	0,32470 0,1216	0,12062 0,5745	0,30494 0,1474	1,00000	-0,47965 0,0177	0,06501 0,7628	0,26048 0,2189
adf2	-0,03344 0,8767	-0,29072 0,1681	-0,47673 0,0185	-0,37578 0,0704	-0,47965 0,0177	1,00000	-0,42782 0,0370	-0,49855 0,0132
adf3	0,13647 0,5249	0,36050 0,0835	0,47823 0,0181	0,43474 0,0338	0,06501 0,7628	-0,42782 0,0370	1,00000	0,57049 0,0036
adf4	0,34035 0,1037	0,25989 0,2200	0,36331 0,0810	0,65008 0,0006	0,26048 0,2189	-0,49855 0,0132	0,57049 0,0036	1,00000

**EK-9. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile Lignin Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	lig1	lig2	lig3	lig4
k1	1,00000	0,27019 0,2016	0,14580 0,4966	0,51485 0,0100	0,39636 0,0552	-0,25357 0,2319	0,22913 0,2815	-0,42921 0,0364
k2	0,27019 0,2016	1,00000	0,20203 0,3438	0,13764 0,5213	0,45343 0,0261	-0,34542 0,0983	0,24462 0,2493	-0,40672 0,0486
k3	0,14580 0,4966	0,20203 0,3438	1,00000	0,19055 0,3724	0,09059 0,6738	-0,44344 0,0300	0,42481 0,0385	-0,37984 0,0671
k4	0,51485 0,0100	0,13764 0,5213	0,19055 0,3724	1,00000	0,11998 0,5765	-0,34232 0,1015	0,56370 0,0041	-0,42896 0,0365
lig1	0,39636 0,0552	0,45343 0,0261	0,09059 0,6738	0,11998 0,5765	1,00000	-0,02461 0,9091	-0,12025 0,5757	-0,32585 0,1202
lig2	-0,25357 0,2319	-0,34542 0,0983	-0,44344 0,0300	-0,34232 0,1015	-0,02461 0,9091	1,00000	-0,54832 0,0055	0,47007 0,0205
lig3	0,22913 0,2815	0,24462 0,2493	0,42481 0,0385	0,56370 0,0041	-0,12025 0,5757	-0,54832 0,0055	1,00000	-0,41920 0,0414
lig4	-0,42921 0,0364	-0,40672 0,0486	-0,37984 0,0671	-0,42896 0,0365	-0,32585 0,1202	0,47007 0,0205	-0,41920 0,0414	1,00000

**EK-10. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile Selüloz Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	sel1	sel2	sel3	sel4
k1	1,00000	0,27019 0,2016	0,14580 0,4966	0,51485 0,0100	-0,43377 0,0342	-0,30805 0,1431	-0,13293 0,5358	-0,49129 0,0148
k2	0,27019 0,2016	1,00000	0,20203 0,3438	0,13764 0,5213	-0,19085 0,3717	-0,44893 0,0278	-0,07067 0,7428	-0,50648 0,0116
k3	0,14580 0,4966	0,20203 0,3438	1,00000	0,19055 0,3724	-0,09118 0,6718	-0,48845 0,0154	-0,35367 0,0900	-0,12581 0,5580
k4	0,51485 0,0100	0,13764 0,5213	0,19055 0,3724	1,00000	0,15150 0,4798	-0,41631 0,0430	-0,08738 0,6847	-0,27970 0,1856
sel1	-0,43377 0,0342	-0,19085 0,3717	-0,09118 0,6718	0,15150 0,4798	1,00000	-0,12742 0,5530	0,01069 0,9605	0,18484 0,3872
sel2	-0,30805 0,1431	-0,44893 0,0278	-0,48845 0,0154	-0,41631 0,0430	-0,12742 0,5530	1,00000	0,54366 0,0060	0,36705 0,0777
sel3	-0,13293 0,5358	-0,07067 0,7428	-0,35367 0,0900	-0,08738 0,6847	0,01069 0,9605	0,54366 0,0060	1,00000	0,43181 0,0351
sel4	-0,49129 0,0148	-0,50648 0,0116	-0,12581 0,5580	-0,27970 0,1856	0,18484 0,3872	0,36705 0,0777	0,43181 0,0351	1,00000

**EK-11. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile C Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	C1	C2	C3	C4
k1	1,00000	0,27019 0,2016	0,14580 0,4966	0,51485 0,0100	-0,05912 0,7838	-0,58120 0,0029	-0,07200 0,7381	-0,40489 0,0497
k2	0,27019 0,2016	1,00000	0,20203 0,3438	0,13764 0,5213	-0,03696 0,8638	-0,45681 0,0248	-0,13587 0,5267	-0,39201 0,0582
k3	0,14580 0,4966	0,20203 0,3438	1,00000	0,19055 0,3724	-0,02454 0,9094	-0,33309 0,1117	-0,29258 0,1653	-0,40254 0,0512
k4	0,51485 0,0100	0,13764 0,5213	0,19055 0,3724	1,00000	-0,23100 0,2775	-0,04048 0,8510	-0,36877 0,0762	-0,56281 0,0042
C1	-0,05912 0,7838	-0,03696 0,8638	-0,02454 0,9094	-0,23100 0,2775	1,00000	-0,30221 0,1512	0,45674 0,0249	0,34564 0,0981
C2	-0,58120 0,0029	-0,45681 0,0248	-0,33309 0,1117	-0,04048 0,8510	-0,30221 0,1512	1,00000	0,09374 0,6631	0,31897 0,1287
C3	-0,07200 0,7381	-0,13587 0,5267	-0,29258 0,1653	-0,36877 0,0762	0,45674 0,0249	0,09374 0,6631	1,00000	0,68877 0,0002
C4	-0,40489 0,0497	-0,39201 0,0582	-0,40254 0,0512	-0,56281 0,0042	0,34564 0,0981	0,31897 0,1287	0,68877 0,0002	1,00000



**EK-12. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile N Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	N1	N2	N3	N4
k1	1,00000	0,27019 0,2016	0,14580 0,4966	0,51485 0,0100	0,62587 0,0011	0,04940 0,8187	0,23682 0,2652	-0,22755 0,2849
k2	0,27019 0,2016	1,00000	0,20203 0,3438	0,13764 0,5213	0,06708 0,7555	0,67225 0,0003	0,07562 0,7254	-0,44590 0,0290
k3	0,14580 0,4966	0,20203 0,3438	1,00000	0,19055 0,3724	0,25328 0,2324	0,10449 0,6270	0,61017 0,0015	-0,10474 0,6262
k4	0,51485 0,0100	0,13764 0,5213	0,19055 0,3724	1,00000	0,30971 0,1408	0,06598 0,7594	0,42335 0,0393	-0,43688 0,0328
N1	0,62587 0,0011	0,06708 0,7555	0,25328 0,2324	0,30971 0,1408	1,00000	0,08161 0,7046	0,51711 0,0097	-0,09289 0,6660
N2	0,04940 0,8187	0,67225 0,0003	0,10449 0,6270	0,06598 0,7594	0,08161 0,7046	1,00000	0,16822 0,4320	-0,32991 0,1154
N3	0,23682 0,2652	0,07562 0,7254	0,61017 0,0015	0,42335 0,0393	0,51711 0,0097	0,16822 0,4320	1,00000	-0,00582 0,9785
N4	-0,22755 0,2849	-0,44590 0,0290	-0,10474 0,6262	-0,43688 0,0328	-0,09289 0,6660	-0,32991 0,1154	-0,00582 0,9785	1,00000

**EK-13. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı ile C:N Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	C_N1	C_N2	C_N3	C_N4
k1	1,00000	0,27019 0,2016	0,14580 0,4966	0,51485 0,0100	-0,58967 0,0024	-0,19108 0,3711	-0,18557 0,3853	-0,34639 0,0973
k2	0,27019 0,2016	1,00000	0,20203 0,3438	0,13764 0,5213	-0,05489 0,7989	-0,68643 0,0002	-0,09547 0,6572	-0,11968 0,5775
k3	0,14580 0,4966	0,20203 0,3438	1,00000	0,19055 0,3724	-0,21653 0,3095	-0,18746 0,3804	-0,59478 0,0022	-0,44162 0,0307
k4	0,51485 0,0100	0,13764 0,5213	0,19055 0,3724	1,00000	-0,31042 0,1399	-0,06479 0,7636	-0,49497 0,0139	-0,40177 0,0516
C_N1	-0,58967 0,0024	-0,05489 0,7989	-0,21653 0,3095	-0,31042 0,1399	1,00000	0,23028 0,2790	0,49342 0,0143	0,61440 0,0014
C_N2	-0,19108 0,3711	-0,68643 0,0002	-0,18746 0,3804	-0,06479 0,7636	0,23028 0,2790	1,00000	0,28119 0,1832	0,44224 0,0305
C_N3	-0,18557 0,3853	-0,09547 0,6572	-0,59478 0,0022	-0,49497 0,0139	0,49342 0,0143	0,28119 0,1832	1,00000	0,78473 <0,0001
C_N4	-0,34639 0,0973	-0,11968 0,5775	-0,44162 0,0307	-0,40177 0,0516	0,61440 0,0014	0,44224 0,0305	0,78473 <0,0001	1,00000

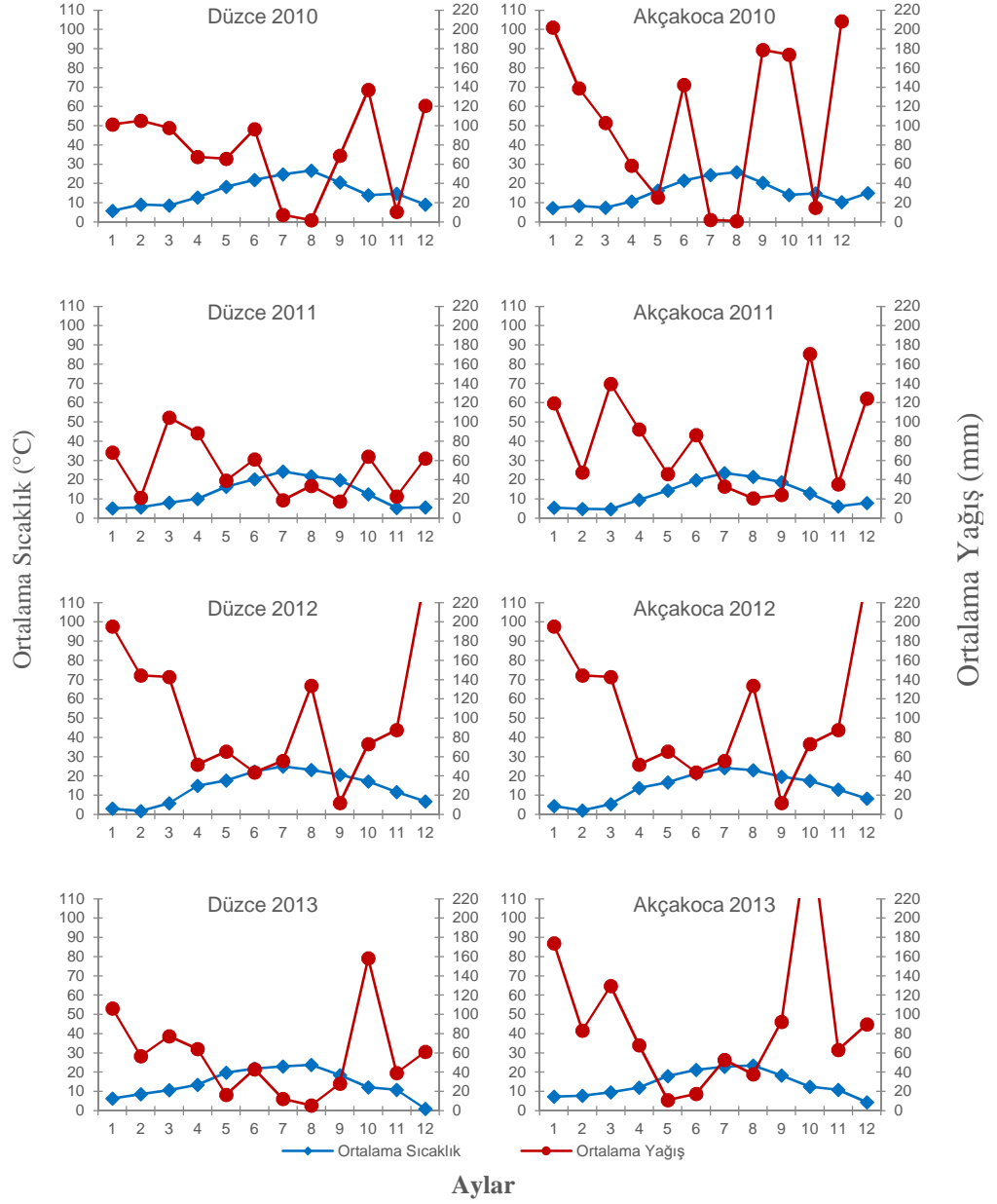
**EK-14. Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşçerelerinde Ayrışmanın Dört Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl Ve 4: 2,25 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Lignin:N Arasındaki Korelasyon.**

Pearson Correlation Coefficients, N = 24 Prob >  r  under H0: Rho=0								
	k1	k2	k3	k4	L_N1	L_N2	L_N3	L_N4
k1	1,00000	0,27019 0,2016	0,14580 0,4966	0,51485 0,0100	-0,43812 0,0322	-0,13996 0,5142	0,01157 0,9572	-0,38115 0,0661
k2	0,27019 0,2016	1,00000	0,20203 0,3438	0,13764 0,5213	0,17241 0,4205	-0,64151 0,0007	0,22488 0,2907	-0,12390 0,5641
k3	0,14580 0,4966	0,20203 0,3438	1,00000	0,19055 0,3724	-0,19069 0,3721	-0,27235 0,1979	-0,19727 0,3555	-0,42003 0,0410
k4	0,51485 0,0100	0,13764 0,5213	0,19055 0,3724	1,00000	-0,24007 0,2585	-0,18066 0,3982	0,20902 0,3270	-0,21692 0,3086
L_N1	-0,43812 0,0322	0,17241 0,4205	-0,19069 0,3721	-0,24007 0,2585	1,00000	0,11241 0,6010	0,01440 0,9468	0,46384 0,0224
L_N2	-0,13996 0,5142	-0,64151 0,0007	-0,27235 0,1979	-0,18066 0,3982	0,11241 0,6010	1,00000	0,01759 0,9350	0,52095 0,0090
L_N3	0,01157 0,9572	0,22488 0,2907	-0,19727 0,3555	0,20902 0,3270	0,01440 0,9468	0,01759 0,9350	1,00000	0,43127 0,0354
L_N4	-0,38115 0,0661	-0,12390 0,5641	-0,42003 0,0410	-0,21692 0,3086	0,46384 0,0224	0,52095 0,0090	0,43127 0,0354	1,00000

**EK-15. Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Kestane Karışık Meşcerelerinde Toprağın, Hacim Ağırlığı, pH'ı, OM Miktarı, KDK Değeri ve Kil İçerikleri Arasındaki İlişki**

Pearson Correlation Coefficients, N = 168 Prob >  r  under H0: Rho=0					
	pH	density	OM	KDK	kil
pH	1,00000	0,43837 <0,0001	-0,39920 <0,0001	-0,24611 0,0013	-0,13466 0,0818
density	0,43837 <0,0001	1,00000	-0,67565 <0,0001	-0,51136 <0,0001	0,33159 <0,0001
OM	-0,39920 <0,0001	-0,67565 <0,0001	1,00000	0,61169 <0,0001	-0,47653 <0,0001
KDK	-0,24611 0,0013	-0,51136 <0,0001	0,61169 <0,0001	1,00000	-0,35968 <0,0001
kil	-0,13466 0,0818	0,33159 <0,0001	-0,47653 <0,0001	-0,35968 <0,0001	1,00000

**EK-16. Çalışma Sahasına En Yakın Düzce ve Akçakoca'ya Ait 2010-2013 Yılları Arası Sıcaklık ve Yağış Verileri.**



## ÖZGEÇMİŞ

### *Kişisel Bilgiler*

Soyadı, adı : Murat SARGINCI  
Uyruğu : TC  
Doğum tarihi ve yeri : 13.08.1979  
Telefon : +90 380 5421137  
Faks : +90 380 5421136  
E-posta : muratsarginci@duzce.edu.tr

### *Eğitim*

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	07.09.2005
Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	24.06.2002
Lise	Muğla Anadolu Lisesi	1997

### *İş Deneyimi*

Yıl	Yer	Görev
2003-2006	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2006-2008	Düzce Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2008-2009	İstanbul Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2009-2012	Düzce Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2012-2013	Oregon State University (USA)	Ziyaretçi Akademisyen
2013-.....	Düzce Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

### *Yabancı Dil*

İngilizce (ÜDS : 81.25)

## *Yayınlar*

### *SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan makaleler*

1. Yıldız, O., Esen, D., Karaöz, M. Ö, Sargıncı, M., Toprak, B. and Soysal, Y., Effects Of Different Site Preparation Methods On Soil Carbon And Nutrient Removal From Eastern Beech Regeneration Sites In Turkey's Black Sea Region. *Applied soil ecology* 45: (2010) 49-55.
2. Yıldız , O., Eşen, D., Sargıncı, M., Long-term Site Productivity Effects of Different Rhododendron Control Methods in Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Ecosystems in the Western Black Sea Region of Turkey. *Soil Use and Managment*. 25: (2009) 28-33.
3. Yıldız , O., Eşen, D., Sargıncı, M., Effects of different site preparation methods on nutrient removal in *Fagus orientalis*, Lipsky ecosystems in the Western Black Sea Region of Turkey. *Journal of The Malaysian Forester*, 71: (2008) 193.
4. Eşen, D., Yıldız, O., Sargıncı, M., Işık, K., Effects of different pretreatments on the germination of different black cherry (*Prunus serotina*) seed sources. *Journal of Environmental Biology*, 28 (1): (2007) 99-104.
5. Yıldız, O., Sargıncı, M., Eşen, D., Cromack, Jr. K., Effects of vegetation control on nutrient removal and *Fagus orientalis*, Lipsky regeneration in the western Black Sea Region of Turkey. *Forest Ecology and Management*, 240(1-3): (2007) 186-194.
6. Eşen, D., Yıldız, O., Kulaç, Ş., Sargıncı, M., Control of Rhododendron spp. in Turkish Black Sea Region. *Forestry*, 79(2): (2006) 177-184.
7. Eşen, D., Yıldız, O., Güneş, N., Sargıncı, M., Early susceptibility of hardwood tree seedlings to different post-emergent herbicides. *Journal of Balkan Ecology*, 9(2): (2006) 161-166.
8. Yıldız, O. Eşen, D., Sargıncı, M., Forestland clearing and its effects on soil macro-nutrients in Northern Black Sea Region of Turkey. *Journal of Balkan Ecology*, 9(2): (2006) 175-182.

### *Diğer dergilerde yayınlanan makaleler*

1. Yıldız, O., Eşen, D., Sargıncı, M., Toprak, B., Soysal, Y., Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Saha Verimliliğinin Sürdürülebilirliği. *Orman ve Av*, 5 (2009):33-45.
2. Yıldız, O., Eşen, D., Aksoy, N., Sargıncı, M., Güneş, N., Bitki Toplumlarının

Oluşumunda Rekabet. AİBÜ Ormancılık Dergisi, 2(1) (2006) 1-10.

3. Yıldız, O., Eşen, D., Sargıncı, M., Uz, S., Farklı Ceviz Çeşitlerinin Düzce Ovasında Denenmesi. AİBÜ Ormancılık Dergisi, 2 (2005) 65-78.

4. Eşen, D., Yıldız, O., Sargıncı, M., Güneş, N., Ormancılıkta Zararlı Ot İlaçlarının Kullanımı ve Riski. AİBÜ Ormancılık Dergisi, 2 (2005) 51-58.

5. Eşen, D., Yıldız, O., Kulaç, Ş., Sargıncı, M., Türkiye Ormanlarının İhmal Edilen Yapraklı Türü: Yabani Kiraz, TBMMO Orman Mühendisleri Odası Dergisi, 42 (2005) 4-5-6.

6. Yıldız, O., Eşen, D. ve Sargıncı, M., Ekoloji ve Çevreci Hareketin Doğuşu ve Gelişimi, Orman ve Av, 2 (2005) 10-15

7. Yıldız, O., Eşen, D. ve Sargıncı, M., Akdeniz Tipi İklim Bölgelerinde Bitki Kompozisyonun Oluşumuna Tarihsel Evrim ve Tahribin Etkileri, TBMMO Orman Mühendisleri Odası Dergisi, 41 (2004) 20-21.

8. Yıldız, O., Eşen, D. ve Sargıncı, M., Orman Yangınlarının Besin Elementleri ve Ekosistem Verimliliğine Etkileri, Tabiat ve İnsan, 3-4 (2004) 56-63.

#### *Ulusal ve Uluslararası Sempozyum, Kongre ve Çalıştaylarda Sunumlar*

1. Sargıncı, M., Toprak, B., Yıldız, O., Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-Örtü Kontrol Yöntemlerinin Besin Elementleri Kaybı Üzerine Etkileri: 1. ve 17. Yıl Sonuçlarının Karşılaştırılması. Ekoloji 2013 Sempozyum Bildiri Özet Kitabı, Ekoloji 2013 Sempozyumu, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 2-4 Mayıs (2013) Tekirdağ

2. Keiluweit M., Nico P., Pett-Ridge J., Kleber M., Bougoure J., Liu S., Filley T., Sargıncı M., Harmon, M., Manganese cycling in a long-term litter decomposition experiment. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco 3-7 December (2012).

3. Çelebi, A., Dede, O.H. and Sargıncı, M., The effects to water quality of Efteni Lake (Turkey) as a buffer zone. NORDIC WATER 2012 Catchment Restoration and Water Protection XXVII Nordic Hydrological Conference, 13-15 August, (2012) in Oulu - Finland.

4. Sargıncı, M., Toprak, B., Uzun, S., Müderrisoğlu, H., Yıldız, O., Uludağ Milli Parkında Rekreatyonel Faaliyetlerde Kullanım Tipi Ve Yoğunluğunun Orman Zeminindeki Ölü örtü Miktarına Etkisi", Ekoloji 2011 Sempozyum Bildiri Özet Kitabı, Ekoloji 2011



Sempozyumu, (2011) Düzce (Poster Sunum).

5. Toprak, B., Yıldız, O., Sargıncı, M., Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Gençlik Sahalarında Seyreltmenin Fidan Büyümesi ve Toprağın Besin Durumuna Etkisi. Ekoloji 2011 Sempozyum Bildiri Özet Kitabı, Ekoloji 2011 Sempozyumu, (2011) Düzce (Sözlü Sunum, Özet).

5. Müderrisoğlu, H., Sargıncı, M., Toprak, B., Uzun, S., Effects of Recreational Usage-Type and Density on Forest Floor Organic Matter in Abant Nature Park. 1st International Turkey & Japan Environment and Forestry Symposium. p: 1562-1574. 04-06 November (2010) KTU, TRABZON.

6. Yıldız, O., Eşen, D., Sargıncı, M., Toprak, B., Batı Karadeniz Bölgesinde Orman Açmalarının Toprak Karbonu ve Makro-Besin Yoğunluğuna Etkisi (Sözlü Bildiri, Özet). IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiri Kitabı. Shf:81. 7-10 Ekim (2009), Nevşehir.

7. Yıldız O., Eşen, D., Sargıncı, M., Toprak, B.. "Efteni Sulak Alanının Kurutulması ve Toprağın Karbon Depolama Kapasitesinin Değişimi" VIII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Bildiri Kitabı, shf.161. (2008) Girne/KKTC, (Poster Sunum, Özet).

8. O.Yıldız, Esen, D. and Sargıncı, M., Effects of Different Site Preparation Methods on Nutrient Removal in *Fagus orientalis*, Lipsky Ecosystem in The Western Black Sea Region of Turkey. International Conference on Environment: Survival and Sustainability. P:77. 19-24 February (2007), Nicosia-Northern Cyprus. Organized by Near East University.(Abstract).

9. Eşen, D., Yıldız, O., Çicek, E., Güneş, N., Sargıncı, M., Güler, M., Değeri Yüksek Kara Kirazın Tohum İle Üretimi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi. Bildiri Kitabı, shf. 20. (2006) Kuşadası, Aydın (Sözlü Sunum, Özet).

10. Eşen, D, Güneş, N., Yıldız, O., Çicek, E., Sargıncı, M.. Ekolojik ve ekonomik değeri yüksek yabancı kirazın vejetatif üretimi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, shf. 134. (2006) Kuşadası, Aydın (Poster Sunum, Özet).

11. Eşen, D, Güneş, N., Yıldız, O., Çicek, E., Sargıncı, M., Güler, M., Yaprak herbisitlerinin orman ağacı fidanları üzerindeki kısa dönemli etkisi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, shf. 138. (2006) Kuşadası, Aydın (Poster Sunum, Özet).

12. Yıldız, O., Eşen, D., Sargıncı, M., Aksoy, N., Güneş, N., Yılmaz, F., Karadeniz orman ekosistemlerinde ormangülü (*Rhododendron ponticum* L.) diri örtüsü ve rekabeti. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, shf. 126. (2006) Kuşadası, Aydın (Poster Sunum,

Özet).

**13.** Yıldız, O., Eşen, D., Gültekin, Y. S., Sargıncı, M., Güler M., Batı Karadeniz kayın ekosistemlerinde saha hazırlama yöntemlerinin uzun vadede verimliliğe etkisi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, shf. 133. (2006) Kuşadası, Aydın (Poster Sunum, Özet).

**14.** Yıldız, O., Sargıncı, M., Eşen, D., Yılmaz, M., Batı Karadeniz kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) ekosistemlerinde farklı saha hazırlama yöntemlerinin besin kaybına etkisi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, shf. 8. (2006) Kuşadası, Aydın (Sözlü Sunum, Özet).

**15.** Yıldız, O., Sargıncı, M., Eşen, D., Güler, M., Batı Karadeniz kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormangülü kontrolünün doğal gençleşmeye etkisi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, shf. 10. (2006) Kuşadası, Aydın (Sözlü Sunum, Özet).

**16.** Esen, D., Yıldız, O., Kulaç, Ş., Sargıncı, M., Güler, M., Early Herbaceous Weed Control in a Forest Nursery in the Western Black Sea Region of Turkey with Combinations of Surfactant-added Modern Herbicides. X. European Ecological Congress Organized by European Ecological Federation Turkish Ecological Society Ege University Centre For Environmental Studies. p:131-136. November 08-13, (2005). Kuşadası, TURKEY.

**17.** Yıldız, O., Esen, D., Sargıncı, M., Güler, M., Effects of Vegetation Management Practices on Long-Term Site Productivity in Eastern Beech (*Fagus orientalis*, Lipsk). X. European Ecological Congress Organized by European Ecological Federation Turkish Ecological Society Ege University Centre For Environmental Studies. p:361-368. November 08-13, (2005). Kuşadası, TURKEY.

**18.** Yıldız, O., Eşen, D., Sargıncı, M., Sahin, M., Effects Of Different Rhododendron Control Methods on Forest Floor, Soil and Understory Biomass and Nutrients. Rhododendron Control Workshop in Craflwyn, North Wales from the 24-26th May (2005).

**19.** Eşen, D., Yıldız, O., Sargıncı, M., Sahin, M., Foliar Triclopyr Ester and Imazapyr control for Purple Flowered Rhododendron (*Rhododendron ponticum* L.) at Low Rates in the Black Sea region of Turkey. Rhododendron Control Workshop in Craflwyn, North Wales from the 24-26th May (2005).