



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

**BATI KARADENİZ KAYIN-KESTANE KARIŞIK ORMANLARINDA  
YAPRAK ÖLÜ ÖRTÜSÜ AYRIŞMASININ UZUN VADELİ  
DİNAMİĞİ**

**ŞULE TEMÜR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI**

**DÜZCE, 2019**

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

**BATI KARADENİZ KAYIN-KESTANE KARIŞIK ORMANLARINDA**  
**YAPRAK ÖLÜ ÖRTÜSÜ AYRIŞMASININ UZUN VADELİ**  
**DİNAMIĞI**

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

**Tez Danışmanı**

Dr. Öğr. Üyesi. Murat SARGINCI  
Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Dr. Öğr. Üyesi. Murat SARGINCI  
Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Oktay YILDIZ  
Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Serdar AKBURAK  
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Tez Savunma Tarihi: 27/05/2019

## BEYAN

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

27 Mayıs 2019

Şule TEMÜR

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve tez konusunun belirlenmesinde bilgi ve birikimiyle bana yol gösteren, arazi ve laboratuvar çalışmalarım da birebir ilgilenen, güler yüzü ile motivasyonu artıran, akademik bilgi, tecrübe ve çalışma disipliniyle birlikte hayata dair pek çok şey katan, tüm karşılaştığımız zorluklara rağmen desteğini esirgemeyen, arkamda duran ve herşeyden önce bana güvenen Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi çok değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI'ya teşekkürlerimi arz ederim.

Lisans yıllarımdan bu yana eğitim hayatım boyunca bana her zaman yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, akademik bilgi, tecrübe ve çalışma disipliniyle bana pek çok şey katan Prof. Dr. Oktay YILDIZ ve Prof. Dr. Derya EŐEN'e tüm samimiyetimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca maddi manevi her türlü yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili annem Ayfer TEMÜR ve babam Süleyman TEMÜR'a ve çalışma arkadaşlarım A.Hüseyin DÖNMEZ, Hilal ARSLAN ve Melike BİLENER'e, Peyzaj Mimarı Özge DEDEİ ve Elif ATMACA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca her daim yanımda olan ve çalışmalarımı destekleyip bana yardımda bulunan Adem SEÇİLMİŐ'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2017. 02. 02. 586 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

27 Mayıs 2019

Şule TEMÜR

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ .....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	ix
KISALTMALAR.....	xii
SİMGELER .....	xiii
ÖZET .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. AMAÇ VE KAPSAM .....	1
1.2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	2
1.2.1. Ölü Örtü Dökümü.....	2
1.2.2. Ölü Örtü Ayrışması .....	5
1.2.3. Ölü Örtünün C:N ve Lignin:N Oranları .....	9
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	11
2.1. MATERYAL.....	11
2.1.1. Çalışma Alanı .....	11
2.1.2. İklim .....	13
2.1.3. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri.....	14
2.1.4. Bitki Örtüsü.....	15
2.2. YÖNTEM .....	15
2.2.1. Çalışmanın Kuruluş Aşaması .....	15
2.2.1.1. Ölü Örtü Kapanlarının Kurulumu .....	17
2.2.1.2. Ölü Örtü Keselerinin Yerleştirilmesi.....	17
2.2.2. Örneklerin Toplanması ve Analizleri .....	18
2.2.2.1. Ölü Örtü Keseleri.....	18
2.3. İSTATİSTİKİ ANALİZLER.....	25
3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	26
3.1. ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI .....	26
3.1.1. Ölü Örtü Kalan Kütle.....	26
3.1.2. Ölü Örtü Ayrışma Katsayısı “k” .....	30
3.1.2.1. Kayın ve Kestane “k” değerlerinin karşılaştırılması.....	30
3.1.2.2. Kayında Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre “k” Değerlerinin Karşılaştırılması..	36
3.1.2.3. Kestanede Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre “k” Değerlerinin Karşılaştırılması..	42
3.1.3. Ölü Örtü ADF, Lignin, Selüloz Oranları.....	49
3.1.4. Ölü Örtü C ve N Oranları.....	53
3.1.5. Ölü Örtü C:N ve Lignin: N Oranları .....	57

<b>3.1.6. Ölü Örtü “k” Değerleri ile ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki</b> .....	<b>60</b>
3.1.6.1. Kayında “k” değerleri ile ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki .....	60
3.1.6.2. Kestane “k” değerleri ile ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki .....	61
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>63</b>
<b>5. KAYNAKLAR</b> .....	<b>68</b>
<b>6. EKLER</b> .....	<b>74</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>88</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

- Şekil 2.1. Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'nin konumu ve doğu-batı doğrultusunda uzanan örnekleme alanları (D1: 450-600 m Doğu Bakı, D2: Doğu Bakı 600-750 m, D3: Doğu Bakı 750-900 m, D4: Doğu Bakı 900-1050 m, B1: Batı Bakı 450-600 m, D2: Batı Bakı 600-750 m, B3: Batı Bakı 750-900 m, B4: Batı Bakı 900-1050 m)..... 13
- Şekil 2.2. Çalışma sahasına en yakın a) Akçakoca ve b) Düzce'ye ait verilerden oluşturulmuş Walter (1970) iklim diagramı..... 14
- Şekil 2.3. Akçakoca Deredibi Orman İşletme Şefliği'ndeki Kaplandede dağ kesitinde iki farklı bakı (doğu, batı) ve dört yükselti basamağına kurulan örnek alanları..... 16
- Şekil 2.4. Ölü örtü kapanlarının kurulumu..... 17
- Şekil 2.5. Ölü örtü keselerinin hazırlanması..... 18
- Şekil 2.6. Ölü örtü keselerinin orman zeminine yerleştirilmesi..... 18
- Şekil 2.7. Keselerin dış yüzeyinin temizlenmesi, kurutma fırınında kurutulup ardından tartılması..... 19
- Şekil 2.8. Örneklerin toz haline getirilmesi ve kül fırınında yakma işleminin yapılması..... 20
- Şekil 2.9. a) Örneklerin analizler için hazırlanması, b) Hazırlanan asit çözeltisinin örneklere ilavesi, c) Hot plate üzerinde kaynatma işlemi, d) Vakumlu düzenekte örneklerin asit çözeltisinden arındırılması, e) Kurutma fırınında örneklerin kurutulması, f) Fırın kurusu haldeki örneklerin tartılması..... 22
- Şekil 2.10. g) İkinci defa asitli işlem uygulanması, h) Örneklerin kül fırınında yakılması, ı) Örneklerin tartılması, i) Krozelerin temizliği için asite yatırılması..... 24
- Şekil 3.1. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın ve Kestane, b) Kayın, c) Kestane meşcerelerinde beş farklı zaman periyodu sonunda (P1: 3 ay, P2: 6 ay, P3: 1,25 yıl, P4: 2,25 yıl ve P5: 4,23 yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%) ± standart hataları..... 28
- Şekil 3.2. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kestane ve b) Kayın meşcerelerinin farklı bakılarında dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 yıl, P2: 0,50 yıl, P3: 1,25 yıl, P4: 2,25 yıl ve P5: 4,23 yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%) ± standart hataları..... 29
- Şekil 3.3. Düzce Akçakoca bölgesindeki a) Kayın ve b) Kestane meşcerelerinin farklı yükselti basamaklarında (Y1:450-600 m, Y2: 600-750 m, Y3: 750-900 m ve Y4: 900-1050 m) dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 yıl, P2: 0,50 yıl, P3: 1,25 yıl, P4: 2,25 yıl ve P5: 4,23 yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%) ± standart hataları..... 30
- Şekil 3.4. Düzce Akçakoca bölgesi a), b), c), d), e) Kayın ve f), g), h), ı), i) Kestane meşcerelerinde ölü örtünün beş farklı zaman periyodundaki (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) ayrışma modelleri..... 31
- Şekil 3.5. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın ve b) Kestane meşcerelerinde dört farklı

zaman periyodu sonunda (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) ayrışmadan kalan ölü örtü oranları.....	34
Şekil 3.6. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde a), b), c), d), e) Batı ve f), g), h), ı), i) Doğu bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) için ölü örtü ayrışma modeli.....	37
Şekil 3.7. Düzce Akçakoca bölgesi Kestane meşcerelerinde a), b), c), d), e) Batı ve f), g), h), ı), i) Doğu bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) için ölü örtü ayrışma modeli.....	44
Şekil 3.8. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın, b) 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23 yıl: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yapraklardaki ADF, Lignin ve Selüloz Oranları (%)......	51
Şekil 3.9. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın, b) 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) sonunda yaprakların içerdiği karbon (C) ve azot (N) oranları (%). ....	55
Şekil 3.10. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın, b) 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) sonunda yaprakların Karbon/Azot (C:N) ve Lignin:Azot (Lignin:N) Oranları (%)......	58

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa No

Çizelge 2.1. Düzce Akçakoca bölgesi kayını ( <i>Fagus orientalis</i> ) Anadolu kestanesi ( <i>Castanea sativa</i> ) karışık meşcerelerinde farklı meşcere tiplerine göre ağaç sayıları. ....	12
Çizelge 2.2. Düzce Akçakoca bölgesi doğu kayını ( <i>Fagus orientalis</i> ) Anadolu kestanesi ( <i>Castanea sativa</i> ) karışık meşcerelerinden seçilen örnek alanların bakı, yükselti, eğim, meşcere tipi ve koordinatları. ....	12
Çizelge 3.1. Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması $\pm$ standart hataları. ....	32
Çizelge 3.2. Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması $\pm$ standart hataları. ....	33
Çizelge 3.3. Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl ) sonunda ayırışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.....	34
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 ve 4,23 yıl) sonunda ölü örtünün % 95’inin ayırışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).....	35
Çizelge 3.5. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması $\pm$ standart hataları. ....	38
Çizelge 3.6. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl ) sonunda ayırışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.....	38
Çizelge 3.7. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl ) sonunda ölü örtünün % 95’inin ayırışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).....	39
Çizelge 3.8. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması $\pm$ standart hataları. ....	40
Çizelge 3.9. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ayırışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.....	41
Çizelge 3.10. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ölü örtünün % 95’inin ayırışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).....	42
Çizelge 3.11. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması $\pm$ standart hataları. ....	43

Çizelge 3.12. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23) sonunda ayrışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.....	45
Çizelge 3.13. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ölü örtününün % 95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).....	46
Çizelge 3.14. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları. ....	47
Çizelge 3.15. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.....	48
Çizelge 3.16. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ölü örtününün % 95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).....	48
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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%) ± standart hataları. ....	52
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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23 yıl: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%) ± standart hataları. ....	53
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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu 4,23: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%) ± standart hataları. ....	56
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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%) ± standart hataları. ....	56
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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) sonunda yaprakların C:N ve Lignin:N oranları ortalaması ± standart hataları. ....	59
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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) sonunda yaprakların C:N ve Lignin:N oranları ortalaması  $\pm$  standart hataları..... 60



## KISALTMALAR

ADF	Asit deterjan fiber
CH <sub>4</sub>	Metan
CO	Karbon monoksit
CO <sub>2</sub>	Karbon dioksit
DÖM	Dökülen ölü örtü miktarı
KDK	Katyon değişim kapasitesi
MRT	Ortalama dönüşüm süresi
N	Azot
O <sub>2</sub>	Oksijen
OM	Organik madde
OZÖM	Orman zeminindeki ölü örtü miktarı
t	Zaman
TOM	Topraktaki organik madde

## SİMGELER

cm	Santimetre
e	Doğal logaritma
ha	Hektar
k	Ayrışma katsayısı
kg	Kilogram
m	Metre
mm	Milimetre
Mg	Mega gram ( $10^3$ gram)



## ÖZET

### BATI KARADENİZ KAYIN-KESTANE KARIŞIK ORMANLARINDA YAPRAK ÖLÜ ÖRTÜSÜ AYRIŞMASININ UZUN VADELİ DİNAMİĞİ

ŞULE TEMÜR

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI

Mayıs 2019, 87 sayfa

Bu çalışmanın amacı Batı Karadeniz Düzce-Akçakoca bölgesi doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) karışık ormanlarındaki yaprak ölü-örtüsünün ayrışmasının uzun vadeli (4 yıl) değişiminin belirlenmesidir. İklimsel olarak Batı Karadeniz kıyı kesimini temsil eden sahada farklı yükselti ve bakıdaki kayın ve kestane ormanlarında yaprak ölü-örtüsü ayrışmasına ilişkin veriler toplanarak, bu parametrelerin açıklanmasında etkili olan değişkenler belirlenmiştir. Örnekleme alanları doğu ve batı olmak üzere iki farklı bakıda 420-1050 m yükseltiler arasında 4 farklı yükselti (Y1: 450-600 m, Y2: 600-750 m, Y3: 750-900 m, Y4: 900-1050 m) basamağında seçilmiştir. Bu sahalarda toprak pH'ı 4,5-6,5 arasında değişmekte olup, ağırlıklı olarak balçık ve killi balçık özellikleri göstermekte ve USDA toprak sınıflandırma sistemine göre Inceptisol topraklar arasında yer almaktadır. Ormanlarda tepe tacı kapallığı % 75 ve üzerindedir. Her yükselti basamağındaki 3 örnekleme noktası seçilmiştir. Her bir meşcerede 20x20=400 m<sup>2</sup>'lik bir alanda ölü-örtü ayrışma oranının belirlenebilmesi amacıyla mineral toprak üzerine yerleştirilen kapanlarla toplanmış ölü-örtü örneklerini içeren keseler toplanarak laboratuvara getirilip kütle kaybı hesaplanmıştır. Buna göre 4. yıl sonunda kestane sahalarında toplam kütlenin % 30'unun, kayın sahalarında ise % 40'ının geriye kaldığı bulunmuştur. Aynı periyotta bakılar arasında sadece kayın sahalarında doğu ve batı bakı arasında farklılık görülürken, kestane sahalarında doğu ve batı bakı arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Kayında dördüncü yıl sonundaki yüzde kalan kütle miktarları yükselti basamakları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterirken, kestane sahalarında böyle bir durum tespit edilememiştir. Dördüncü yıl sonu karbon ve azot oranları türler arası farklılıklar göstermemiştir. Bütün bu veriler ayrışmanın türler arasında farklılık gösterdiği gibi, farklı yükselti ve bakılarda aynı tür içerisinde de farklılıklar oluşabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla ayrışmanın hem organik materyalin kimyasal özelliklerine bağlı olarak hem de çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlikler gösterebileceği ortaya çıkmaktadır. Bu durum benzer ekosistemlerin yönetim süreçlerinde alınacak olan uzun vadeli kararlarda etkili bir karar destek mekanizması olarak kullanılabilir.

**Anahtar sözcükler:** Ayrışma, Karadeniz, Kayın, Kestane.

## ABSTRACT

### LONG-TERM DYNAMICS OF LEAF LITTER DECEMPOSITION IN WESTERN BLACKSEA BEACH-CHESTNUT MIXED FORESTS

Sule TEMUR

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering  
Master's Thesis

Supervisor: Asst. Prof. Dr Murat SARGINCI

May 2019, 87 pages

The aim of this study is to determine the long-term (4-year) change of the decomposition of leaf litter in beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and chestnut (*Castanea sativa* Mill.) forests of Düzce-Akçakoca region of Western Black Sea Region. Data about leaf litter decomposition from different elevations and aspects in beech and chestnut forests where represents the coastal part of the Black Sea, were collected in order to define the parameters explain these variations. The sampling areas were chosen in 4 different elevations between 420-1050 m (Y1: 450-600 m, Y2: 600-750 m, Y3: 750-900 m, Y4: 900-1050 m) within two aspects, east and west. The soil pH varies among 4,5-6,5 and shows predominantly loam and clay loam properties and is among the Inceptisol soils according to the USDA soil classification system. The crown closure in the forests is % 75 and above. Three sampling plots at each elevation stage were selected. In order to determine the leaf-litter decomposition rate, litterbags containing leaf-litter samples collected with litter-traps placed on mineral soil were collected in an area of 20x20=400 m<sup>2</sup> and carried to laboratory to calculate mass loss. According to this, % 30 and % 40 of the total mass of chestnut and beech leaves were found to be left behind at the end of 4th year, respectively. In the same period, there was a difference between eastern and western aspects only in beech stands, while there was no for chestnut stands. While the percentage of mass remaining at the end of the fourth year for the beech leaves showed a statistically significant difference between the elevation stages, such a situation could not be detected in the chestnut leaves. At the end of the fourth year, the carbon and nitrogen ratios did not differ between species. All these data show that decomposition can vary between species and also among different aspects and elevations. Therefore, it can be seen that the decomposition can vary depending on the chemical properties of the organic material and also depending on the environmental conditions. This can be used as an effective decision support mechanism in long-term decisions to be taken in the management processes of similar ecosystems.

**Keywords:** Decomposition, Blacksea, Beech, Chestnut.

# 1. GİRİŞ

## 1.1. AMAÇ VE KAPSAM

Ormanlar iklim değişikliğiyle m¼cadelede önemli bir karbon havuzu oluşturmanın yanı sıra, toplumun orman ürünlerine olan ihtiyacını karşılama, toprağın korunması, su rejiminin düzenlemesi, iklim, rekreasyon, yaban hayatı, yurt savunması gibi sosyo-kültürel nitelikte olması sebebiyle de farklı sektörlerce yerine getirilmesi mümkün olmayan bunun yanı sıra kendi içinde bir bütünü teşkil eden faaliyetler bütünü de oluşturmaktadır.

Günümüzde etkisini giderek arttıran iklim değişikliği ve küresel ısınma tüm dünyayı etkilediği gibi ÷lkemizi de etkilemektedir. Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekeşen kuraklık, çölleşme, kara ve deniz buzullarının erimesi, yüksek sıcaklıklara bağlı salgın hastalık ve zararlarının artması vb. gibi durumlar ekolojik sistemleri ve insan hayatını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklere yol açtığı bilinmektedir. Nüfus artışları ve hayat standartlarının gelişmesi, ihtiyaçların önceliklerini de değiştirmiştir [1]. Buna göre kaynakların yoğun şekilde kullanılması sonucu ormanlar üzerindeki baskıda giderek artmıştır [2]. 1980-1995 yılları arasında dünya orman alanları, gelişmiş ÷lkelerde 20 milyon hektar artış gösterirken, gelişmekte olan ÷lkelerde bu rakam 200 milyon hektar azalma olduğunu göstermiştir. Dünya da orman alanlarında oluşan bu ciddi azalmalar ve [3] orman alanlarının tahribatı sonucunda karbon stoklarının da azaldığı gör÷lmüştür [1]. Dünya üzerindeki ormansızlaştırmayı durdurmak, ormanları restore etmek, küresel orman alanını arttırarak oluşabilecek potansiyel zararların sonuçlarından kaçınabilmek için ormanların sürdürülebilir şekilde yönetimi sağlanmalıdır [4]. Sürdürülebilir ormancılık için orman alanlarının verim kapasitesini etkileyen ve en dinamik besin havuzu olan organik maddenin (OM) miktarı, kalitesi (C:N oranı vb.) ve yıllık dök÷len OM miktarı ile ayrışma hızının bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde Düzce kıyı kesiminde farklı yükselti ve bakılardaki kayın ve kestane orman alanlarındaki ölü örtü keselerinin uzun vadeli ayrışmasını belirlemektir. Elde edilen bu veriler sayesinde; sahalarda yapılacak araştırmanın, hem ormancılık faaliyetleri açasından hem de diğer bilimsel çalışmalar açasından önemli

katkıları olacaktır. Bu çalışma sonucunda elde edilecek verilerin analiziyle ölü-örtü ayrışmasını etkileyen ana değişkenler belirlenerek benzer ekosistemler ile ilgili yapılacak ileriki çalışmalara ve yönetsel anlamda alınacak kararlara ışık tutulacaktır.

Çalışmada 4. yıl sonunda test edilen hipotezler;

- 1) Ölü örtü ayrışması sonucu yüzde kalan miktar ile ilgili test edilen H0 hipotezleri;
  - a) Yüzde kalan miktar türler arasında farklılık göstermemektedir.
  - b) Kayın ve kestane meşcerelerinde yüzde kalan miktar bakıllar arasında farklılık göstermemektedir.
  - c) Kayın ve kestane meşcerelerinde yüzde kalan miktar yükselti basamakları arasında farklılık göstermemektedir.
- 2) Ölü örtü ayrışma katsayısı ("k" değeri) ile ilgili test edilen H0 hipotezleri;
  - a) "k" değeri türler arasında farklılık göstermemektedir.
  - b) Kayın ve kestane meşcerelerinde "k" değeri bakıllar arasında farklılık göstermemektedir.
  - c) Kayın ve kestane meşcerelerinde "k" değeri yükselti basamakları arasında farklılık göstermemektedir.
  - d) Kayın ve kestane meşcerelerinde "k" değeri ile lif (ADF), lignin, selüloz, C, N, Lignin:N ve C:N oranları arasında bir ilişki yoktur.
- 3) Ölü örtünün içerdiği ADF, lignin, selüloz, C, N, Lignin:N ve C:N oranları ile ilgili test edilen H0 hipotezleri;
  - a) Kayın ve kestane meşcerelerinde ADF, lignin, selüloz, C, N, Lignin:N ve C:N oranları bakıllar arasında farklılık göstermemektedir.
  - b) Kayın ve kestane meşcerelerinde ADF, lignin, selüloz, C, N, Lignin:N ve C:N oranları yükselti basamakları arasında farklılık göstermemektedir.

## **1.2. LİTERATÜR ÖZETİ**

### **1.2.1. Ölü Örtü Dökümü**

Ormandaki organik maddenin büyük bir kısmı toprak yüzeyinde bulunur ve bu yüzey orman ekosistemlerinde genellikle kozalak, ince dal, kabuk, yaprak ve organizma artıkları

ile örtülmüş durumdadır. Ölmüş bitki artıkları, toprak organizmaları ve bitki kökleri vb. materyaller ölü örtü olarak adlandırılmaktadır [5]. Toprak yüzeyindeki ölü örtü yalıtım görevi görerek toprağın aşırı derecede ısınıp su kaybetmesini ve kurummasını önlediği gibi, aşırı derecede soğumasını da (don olayı) önlemektedir [6].

Ölü-örtü mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak humusa dönüştürülüp suyu tutar ve toprağa gözeneklik sağlar. Ayrıca ölü-örtü organik karbonun tutulduğu en önemli havuzlardandır [7].

Ülkemizde orman topraklarında biriktirilen karbon miktarının belirlenmesine yönelik pek fazla çalışma olmadığından orman topraklarında tutulan karbon miktarı da bilinmemektedir. Ülkemizdeki ölü örtü ve topraklarda yapılan çalışma sonuçlarının derlenmesiyle orman topraklarımızda depolanan karbon miktarı belirlenmeye çalışılmıştır [8]. Ülkemiz ormanlarındaki topraklarda yapılan çalışmada 1 hektar alanda 78,0 Mg, ölü örtülerde 5,8 Mg olmak üzere toplamda 83,8 Mg organik karbon depolandığı tespit edilmiştir [8]. Ölü örtüde bulunan ortalama karbon miktarı ibrelili türlerde 7,8 Mg ha<sup>-1</sup>, yapraklı ormanlarda ise 3,1 Mg ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır [8]. Başka bir çalışmada saf sarıçam meşcereleri en yüksek toprak organik karbon (% 6,19) ve toplam azot miktarına (% 0,30) sahip iken, bunu sırasıyla % 4,42 ve % 0,25 oranlarıyla karışık sarıçam ve göknar meşcerelerinin takip ettiği belirlenmiştir [9]. Kayın, sarıçam ve karaçam için yapılan çalışmada toprak organik karbonunun mevcut kapasitesini karaçam için en yüksek hesaplanırken, bunu sırasıyla kayın ve sarıçam türlerinin izlediği görülmüştür [10]. Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü saf kayın meşcerelerinde yapılan bir çalışmada; ağaç gövdesinde, dalında, yaprağında ve kabuğunda depoladığı karbon miktarı sırasıyla 255 kg, 157 kg, 52 kg, 21 kg hesaplanmıştır. Kayın meşcerelerinin ölü örtüsünde 4,1 Mg ha<sup>-1</sup> karbon depolandığı ve Akkuş yöresi kayın meşcerelerinin toprak üstü karbon depolama kapasitesini 175,9 Mg ha<sup>-1</sup> ve toprakta ise 81,1 Mg ha<sup>-1</sup> hesaplanmıştır [11].

Kastamonu Daday'da karaçam türünde yapılan çalışmada farklı rakımlarda toprak karbonu içeriğinin değişiklik gösterdiği gözlemlenmiş buna bağlı olarak; ortalama organik karbon depolama kapasitesi yüksek rakımda 137,1 Mg ha<sup>-1</sup> C ve düşük rakımda 87,7 Mg ha<sup>-1</sup> C olarak hesaplanmış ve ortalama azot depolama kapasitesi ise yüksek rakımda (7,72 Mg N ha<sup>-1</sup> N), düşük rakıma oranla (4,51 Mg ha<sup>-1</sup> N) daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır [12].

Gölcük (Isparta)'te karaçam meşcerelerinde yapılan çalışmada farklı ana materyal üzerinde organik karbon ve azot miktarlarının değiştiği gözlemlenmiş ve bu çalışma ile organik karbon ortalama rezerv değeri en yüksek andezit üstündeki meşcereye ait topraklarda (79,076 Mg ha<sup>-1</sup>), en düşük Gölcük formasyonu üstündeki meşcere topraklarında (12,796 Mg ha<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Farklı yetiştirme ortamı özelliklerinin topraktaki toplam azot ve organik karbon miktarlarını, ölü örtüdeki azot miktarını ve organik madde miktarının hektardaki rezerv değerlerinin birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir [13].

Orman ekosisteminde biriken ölü örtü miktarının belirlenmesi yönünde farklı sahalarda yapılan incelemelerde ise toprağın tamamen bitki örtüsü ile kaplı bulunduğu durumlarda yoğun bitki kökleri ve toprağa düşen bitki artıklarının organik madde içeriğini yükselttiği bilinmektedir [5].

Garhwal Himalaya'nın Dhanaulty bölgesi ılıman kuşak ormanlarındaki ölü örtü birikiminin tespiti için yapılan bir çalışmada ölü örtü miktarları en yüksekten en düşüğe doğru alt>orta>üst yükseltilerde olduğu ve her bir yükselti basamağındaki sıralamanın ise; yaz>yağmurlu mevsim>kış mevsimlerinde olduğu tespit edilmiştir [14]. Bolu civarında bazı göknar, kayın, çam türlerinin saf ve karışık meşcerelerinde yapılan çalışmada ölü örtü miktarlarını, göknar-kayın meşcerelerinde yaklaşık 43000 kg, göknar-kayın-çam meşcerelerinde ortalama 34000 kg, göknar-çam meşcerelerinde ortalama 46920,7 kg olarak bulmuştur [15]. Belgrad Ormanında bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman ekosistemlerinde yapılan araştırmada; iğne yapraklı ağaç türlerinden oluşan orman ekosistemlerinde ölü örtü miktarının, geniş yapraklı türlere göre oldukça fazla olduğunu yine farklı bir alandan alınan ölü örtülerin ortalama ağırlıkları; kayın meşceresinin de 1384,14 kg ha<sup>-1</sup>, göknar meşceresinin de 1618,05 kg ha<sup>-1</sup> ve göknar-kayın meşceresinin de 1622,20 kg ha<sup>-1</sup> bulunmuştur [16]. Saf ve karışık meşe, kayın meşcerelerinde ölü örtü dökümü ve bu yolla toprağa verilen besin maddeleri konulu çalışmada ölü örtü dökümü ortalama 3947-4578 kg ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuşlardır [17]. Besin kalitesinin ölü örtü türüne göre değişiklik gösterdiğini [18] ve incelenen iğne yapraklı meşcereler de ölü örtünün, ekosistemdeki bitki besin maddesi dolaşımında önemli bir besin kaynağını oluşturduğu gözlemlenmiştir [19]. Yapılan farklı bir çalışmada ise dökülen yıllık ölü örtü miktarı kayın meşceresinin de yaklaşık 4250 kg ha<sup>-1</sup>, göknar meşceresinde yaklaşık 3000 kg ha<sup>-1</sup> ve göknar-kayın meşceresinin de yaklaşık 3500 kg ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur [20]. Ölü örtü gelişimi ve niteliklerinin de altta bulunan toprağa ve

dolayısı ile ana materyale bağı olarak değişebileceği hususunda tespitler vardır [21]. Organik madde ayrışması üzerine yapılan çalışmada iğne yapraklı ormanlarda 7,1 Mg C ha<sup>-1</sup> ve yapraklı ormanlarda 1,6-2,3 Mg ha<sup>-1</sup> C arasında farklı tabakalarda bitki kalıntıları olduğu belirlenmiştir [22]. Yine İstanbul'un kuzeyindeki Ağaçlı mevkiinde yer alan açık linyit ocağı işletmesinden arta kalan ham (topraklaşmamış) materyallerin bulunduğu alanda farklı türlerle yapılan ağaçlandırma sahalarında; yalancı akasyada ölü örtü miktarı 4273,60 kg ha<sup>-1</sup>, fıstık çamında ise 10755,94 kg ha<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir [23].

Bakının bir yerin genel iklimi üzerine etki edebileceği ve kendine özgü bir mikro iklim yaratabileceği bilinmektedir. Buna bağı olarak bakının, ölü örtü gelişimi ve değişimi üzerine etkilerini gözlemleyebilmek için örneklemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ölü örtü ağırlığı en fazla kuzey bakıda 28549 kg ha<sup>-1</sup> bunu takiben batı bakıda 26872 kg ha<sup>-1</sup> da bulunmuştur. Güney bakıda 20019 kg ha<sup>-1</sup> bulunan ölü örtünün ağırlığı kuzey ve batı bakılardakinden daha az olduğu belirlenmiştir [21]. Meşe ve karaçam ormanlarında yapılan çalışmada kuzey ve güney bakılardaki örneklerde ortalama toprak organik karbon depolama kapasitesi hesaplanmıştır. Kuzey bakıdaki belirlenen miktarlar bu değer (15,4 Mg ha<sup>-1</sup> C) güney bakıdan (69,0 Mg ha<sup>-1</sup> C) daha yüksektir ve ortalama toplam azot depolama kapasitesi de, kuzey bakıda (5,03 Mg ha<sup>-1</sup> N) iken güney bakıdan (4,44 Mg ha<sup>-1</sup> N) daha yüksektir [24].

### **1.2.2. Ölü Örtü Ayrışması**

Mikroorganizmalar enerji ihtiyacını karşılamak için organik maddeyi ayrıştırırlar. Ayrışma oksidatif ayrışma (minerilizasyon) ve humuslaşma evresi olmak üzere 2 aşamada gerçekleşir [25];

Birinci aşama olan oksidatif ayrışma; ortamdaki canlıların optimum yaşama koşulları için gerekli olan sıcaklık, hava, nem, besin maddeleri (tuzlar) ve ortamın reaksiyonu (pH) organik maddelerin ayrışması için de gerekli faktörler olarak belirtilmiştir [6]. Bu faktörlerin optimumda olması halinde organik maddeler oksitlenerek mineralize hale geçerler. Organik maddelerin oksitlenmesiyle birlikte karbon CO<sub>2</sub>'e, hidrojen H<sub>2</sub>O'ya, azot NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>'a, kükürt SO<sub>3</sub><sup>-2</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>'a, fosfor PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>'a dönüşmektedir [6]. Oksidatif ayrışma kısaca organik maddelerin tam olarak fakat ağır ağır yanması (oksidasyonu) olayıdır [6]. Bu olayın gerçekleşirken önemli miktarda ısı da açığa çıkar. Organik maddelerin ayrışması için gerekli şartlardan birinin optimum durumdan uzaklaşmasıyla oksidatif ayrışma engellenir [6]. Buna ek olarak organik maddelerin

çürüyüp kokuşması ve giderek humuslaşması daha sonra da yavaş yavaş mineralize olması söz konusudur [6]. Bu şekilde aşama aşama ilerleyen organik madde ayrışması olayı ikinci aşama olan humuslaşma olarak tanımlanır [6]. Ayrışma süreci sona erdiğinde, toprağa karışan bitki besin maddeleri ekosistemin devamlılığı bakımından hayati bir önem arz etmektedir [26]. Genel olarak ölü örtü ayrışması, ayrışma hızı ve oranının hesaplanmasını; ayrıştırıcının türü [27], ölü örtünün kimyasal yapısı, ortamın iklimi ve toprak şartları [28] etkilemektedir.

Ölü-örtü ayrışmasının takip edilmesi ve ayrışma sonucu meydana gelen kütle kaybının hesaplanabilmesi için birçok yöntem kullanılmış ancak bu yöntemler içerisinde en yaygın olarak kullanılan ölü-örtü kesesi yöntemi olmuştur. Bu yöntem ilk kez İngiltere’de yaprak döken ormanların ölü-örtü ayrışmasını takip etmek için yapılan çalışmada kullanılmış ve daha sonraki yıllarda da karasal ekosistemlerdeki ölü-örtü ayrışmasını hesaplamak için öne çıkmış en etkin yöntem olarak kabul edilmiştir [29]. Yeni dökülmüş ölü-örtü üzerinde birçok gözeneği bulunan ve kolay parçalanmayan fiberglass gibi materyallerden yapılmış keselere belirli oranlarda konularak toprak yüzeyine yerleştirilir veya yüzey toprağa gömülür. Belirli aralıklarla keselerden bazıları alınıp laboratuvarlara getirilerek içlerindeki ölü-örtü miktarındaki azalmalar hesaplanır. Ölü örtü kütledeki azalmalar hakkında yapılan araştırmalar incelendiğinde;

Farklı yaşlara sahip ormanlaştırma alanlarında yapılan çalışmada orman atıklarındaki ayrışma hızının mera bitki atıklarından daha yavaş olduğunu, orman yaşının artmasıyla ayrışma hızının yavaşladığını belirtmiştir. Ancak ayrışma hızı zamana bağlı olarak değişiklik göstermiştir [5]. Ör; basit şekerlerin ayrışması birkaç hafta, lignin ağırlıklı kalın odunların ayrışması onlarca yıl alabilmektedir. Fakat k değeri ölü-örtü birikim ve ayrışmasıyla bağlantılı olarak orman tipleri hakkında genel bir eğilim göstermektedir [27]. Kayın-meşe ekosistemlerinde yapılan çalışmada ayrışmanın meşe alanında ortalama 4,6 yıl, kayın alanında 5,5 yıl ve meşe-kayın alanında ise 5,4 yılda tamamlandığı belirtilmiştir [26]. Batı Karadeniz Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane karışık meşcerelerinde yapılan çalışmada, kayın yapraklarının yaklaşık 10 yıl gibi bir sürede % 95’inin ayrıştığı gözlemlenmiş ve kestane yapraklarının 6 yıl gibi daha kısa bir sürede ayrıştığı belirtilmiştir [27]. Ladin ve kayın türlerinde yapılan bir başka çalışmada ise, ladin ölü örtüsünün kayın ölü örtüsüne göre daha çabuk ayrıştığı saptanmış ve sırasıyla ayrışma katsayısı olan k değerleri 0,0257 ve 0,0187 olarak bulunmuş buna ek ölü örtü torbalarındaki N miktarı azalma göstermiştir. Bu azalma kayın yapraklarında ortalama 3

ay, ladin ibrelerinde ise 6 hafta sürmüştür. Ladin ibrelerinin C:N oranı ortalama % 5,5 ile kayın yapraklarından fazla bulunmuştur [30].

Ormanlarda uygulanan silvikültürel müdahaleler sonucunda sahaya bırakılan kesim artığının ortamdaki besin miktarını etkilediği bilinmektedir. Burdur-Ağlasun'da kızılçamda yapılan çalışma ile iki farklı sahada, kesim artığının ayrışması ve besin miktarı karşılaştırılması 2 yıl boyunca izlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışılan iki sahada da ayrışma hızı bakımından bir fark gözlenmemiş fakat geriye kalan kesim artıklarının kütle kayıp miktarı % 10-53 arasında değişim göstermiştir [31].

Kestane, meşe, sarıçam ve karaçam türlerinin ölü örtü kütle kayıpları kendi aralarında karşılaştırdığında her iki ortamda da kestane türü en yüksek kaybını gösterirken bunu meşe ve sarıçam takip etmektedir. Türlerin farklı iki ortamdaki ayrışma oranları incelendiğinde ise; türe göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Buna göre Kestane ve meşe türleri Artvin bölgesi koşullarında daha hızlı ayrışırken, karaçamın Ankara bölgesi koşullarında daha hızlı ayrıştığı görülmüştür [32].

Doğu ladini, sarıçam, kestane türlerinin ayrışma üzerine yapılan başka çalışmada; ilk 6 ay sonunda ayrışma yüzdesi kestane için % 25,9, sarıçam için % 16,4, ladin % 8,87 bulunmuş, sonraki örneklemelerde kestanenin daha hızlı bir kütle kaybı gösterdiği onu sırasıyla sarıçam ve ladinin izlediği görülmüştür. Yirmi dördüncü ayın sonundaki ayrışma yüzdesi incelendiğinde kestane için % 64,5, sarıçam % 51,1 ve ladin % 35,9 olarak bulunmuştur [33]. Bir başka çalışmada ise okaliptüs ormanında ölü örtü ayrışması 2 yıl boyunca incelenmiş, P (0,30, 200 kg ha<sup>-1</sup>) ilavesinin arttığı N (0,200 kg ha<sup>-1</sup>)'un azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrışan ölü örtünün kuru madde ağırlığı oranının azaldığı tespit edilmiştir [34].

*Stipa baicalensis*: Sb (Endemik tür), *Leymus chinensis*: Lc ve *Artemisia frigid*: Af türlerinde yapılan çalışmada türlerin yapraklardaki ayrışma sabiti (k), köklerdeki ayrışmadan daha yüksek bulunmuş ve bu yaprak kombinasyonlarının k değerleri sırasıyla 0,880 (Sb + Lc), 1,231 (Lc + Af), 1,027 (Sb + Lc + Af) olarak hesaplanmıştır. Ölü örtü ayrışması ve besin salımı üzerinde N ilavesinin önemli derecede etkisi olduğu gözlemlenmiştir [35].

*Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg.ve *Abies amabilis* (Dougl.) Forb. ormanlarında yapılan çalışmada en hızlı ayrışma, 275 m'de ve en yavaş ayrışma ise 725 m'de üst havzada gerçekleşmiştir. 12 ay sonra, alt havzada kütle kaybı ortalama % 36 iken bu üst havzada

% 28 olmuştur. Türler arasında ayrışma oranlarında anlamlı bir fark görülmemiştir. Lignin:N oranı, 37 ay sonra *Tsuga heterophylla* için kütle kaybı % 61 ve *Abies amabilis* (Dougl) için % 50 bulunmuştur [36]. Garhwal Himalaya'nın Dhanaulty bölgesi ılıman kuşak ormanlarında yaptığı çalışmada ayrışma sabiti (k) alt yükseltide 0,511, üst yükseltide 0,438 ve orta yükseltide 0,256 şeklinde bulunmuştur [14].

Yapılan bir çalışmada mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*)'nün bulunduğu meşcerelerin altındaki yaprakların ve ibrelerin düşük nem miktarları ile buradaki toprakların düşük pH değerleri, yaprak ve ibrelerin ayrışmasının yavaşlamasına neden olduğu bulunmuştur. kütle kayıpları-nem miktarları arasındaki ilişkinin kayın kütle kayıpları-toprak pH değerleri arasındaki ilişkiden daha fazla olduğu saptanmıştır [28].

Anakaya ile bitki türünün karbon-azot mineralizasyonlarını ve oranlarını etkilediği gözlemlenmiş bu amaç ile Çukurova bölgesinde farklı anakaya materyalleri üzerinde yetişen fıstıkçamı (*Pinus pinea*) ve keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) topraklarının C ve N minarelerince ayrışması ve ölü örtü özelliklerini incelemek için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya göre konglomeralı ve marnlı fıstık çamı topraklarının karbon içeriklerinde anlamlı derecede fark tespit edilirken, keçiboynuzunda fark bulunamamıştır. Ölü örtü bakımından incelendiğinde başlangıçtan itibaren ayrışma 318 günde hızlı, diğer günlerde ise yavaş ilerleme göstermiş ve ana materyalde de keçiboynuzunun ağırlık kaybı fıstıkçamından daha fazla olup, ölü örtülerinin “orta hızda” ayrıştığı saptanmıştır. Azot mineralizasyon oranı ise en düşük fıstıkçamının marnlı, ve en yüksek değeri fıstıkçamının konglomeralı toprağında belirlenmiştir [37].

Ayrışmasının bakımlar arasındaki değişiminin tespiti için yapılan çalışmada her iki bakıda yapılan incelemelerde alt yükseltideki ibrelerin üst yükseltilerden daha hızlı bir ayrışma gösterdiği saptanmış ve kuzey bakıdaki alt yükseltide bulunan ibrelerin kütle azalması % 36 iken üst yükseltide bulunan ibrelerin kütle azalması % 33 olarak bulunmuştur. Bu durum Güney bakıda ise, alt yükseltide kütle azalması % 41 ve üst yükseltide kütle azalması % 31 olarak bulunmuştur. İki bakı arasındaki ibrelerde gerçekleşen kütle azalmaları arasındaki farklılıklar incelendiğinde, alt yükseltiler baz alındığında güney bakılardaki ibrelerin daha hızlı ayrıştığı gözlemlenmiştir [38].

Organik maddenin ayrışma oranını ligninin miktarının belirlediği [18] çalışmalar neticesinde ölü örtü ayrışmasını etkileyen en baskın faktörün ayrışan materyalin başlangıçtaki lignin miktarı olduğu tespit edilmiştir. Buna göre yaprak ölü örtüsünde daha az lignin içeren sarıçam ve meşe türleri yapısında daha fazla lignin içeren göknar ve kayına göre daha hızlı ayrıştığı görülmüştür. Ölü örtü ayrışması üzerinde ayrışan materyaldeki lignin miktarının ve ayrışmanın gerçekleştiği ortamın toprak solunum oranının ölü örtü ayrışma oranı üzerinde de etkili olduğu görülmüştür [28].

Kullanılan türlerin kimyasal bileşimleri ve ayrışma oranları arasındaki korelasyon değerlerinin incelendiği bir başka araştırmada; 3 türün (*Picea orientalis*, *Pinus sylvestris* ve *Castanea sativa*) kütle kayıplarını etkileyen en önemli kimyasal bileşimin lignin miktarı olduğu tespit edilmiştir. *Picea orientalis*, *Pinus sylvestris* ve *Castanea sativa* türlerinin kimyasal birleşimleri ve ayrışma oranlarındaki görülen farklılıklar bu türlerden oluşan saf ya da karışık orman ekosistemlerindeki besin döngüsü süreçlerinin de farklı olacağını ve bu ortamda gelişen türlerin besin elementlerinden yararlanmasını önemli derecede etkileyeceğini göstermiştir [33].

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

*Cunninghamia lanceolata* (CF), *Fokienia hodginsii* (FH), *Ormosia xylocarpa* (OX) ve *Castanopsis kawakamii* (CK), *Castanopsis kawakamii* türlerinde yapılan bir diğer çalışmada kuru madde ayrışması (k) CF'de 1,157 ila OX'ta 4,619 olarak bulunmuştur. Lignin konsantrasyonu ve lignin:N k değerleri arasında anlamlı derecede negatif korelasyon gözlemlenmiştir ancak N konsantrasyonu düşük pozitif korelasyon göstermiştir [39].

Kestane ve karaçamda en az lignin miktarına sahip olan kestane türü (% 21) en yüksek ayrışmayı gösterirken, en fazla lignin miktarına sahip olan karaçam (% 35) ise en düşük ayrışmayı göstermiştir [40]. Benzer bir çalışma ile lignin miktarı kayın yapraklarında % 36, göknar ibrelerinde % 28 ve göknar-kayın karışımında % 32 olarak bulunmuştur [20].

Saf doğu ladini meşcerelerinde yapılan çalışmada bakı ve yükselti faktörünün lignin konsantrasyonundaki etkisi ele alınmış bu açıdan ibreleri toplam karbon, lignin, fosfor vb. konsantrasyonları bakımından incelenmiş ve üst yükseltiden alınan ibrelerin ortalama lignin konsantrasyonu kuzey bakıda (% 39) güney bakıya (% 43) göre düşük bulunmuştur [38].

Taze yapraklardaki örneklerde N yoğunluğu arttıkça (C:N oranı azaldıkça) ortamda daha fazla organik madde olduğu gözlemlenmiş ve selüloz ortamdan kaybolduğunda lignin oranının artarak ayrışmadaki N yoğunluğu alımını etkilediği sonucuna varılmıştır [18].

Lignin, selüloz ve hemiselülozun aktif karbon özelliklerine etkilerine bakıldığında; çay atığına belirli oranda lignin, selüloz ve hemiselüloz eklenerek bir karışım oluşturulmuş ve karışımdan aktif karbon üretilmiştir. Çalışma sonucunda saf bileşenlerden üretilen aktif karbonlar en yüksek verim değerine sahip ligninden üretilen aktif karbondaki (% 52) rastlanılmıştır. Çay atığına selüloz eklenerek üretilen aktif karbonun verimi ise % 41 olarak bulunmuştur [41].

Yapılan bir çalışmada Lignin:N oranı kayın yapraklarında 57, göknar ibrelerinde 20 ve göknar-kayın karışımında 30 olarak bulunmuştur. C:N oranı kayın yapraklarında 72,55, göknar ibrelerinde 34 ve göknar-kayın karışımında 44 olarak bulunmuştur. En yüksek C:N oranına sahip kayın yaprakları en yavaş ayrışmayı göstermiştir. Buna karşılık en düşük C:N oranına sahip göknar ibreleri de en hızlı ayrışmayı göstermiştir. Analiz sonuçlarına göre “k” değeri; kayın için -0,159, göknar için -0,254 ve göknar-kayın karışımı için -0,184 olarak bulunmuştur. İbre ve yaprakların % 95'nin ayrışması için gerekli süre ise  $3/k$  formülüne göre kayın için 18,8 yıl, göknar için 11,8 yıl ve göknar-kayın karışımı için ise 16,3 yıl olarak hesaplanmıştır [20].

Yapılan başka bir çalışmada C:N değeri bakımından mera ve meşe alanlarındaki farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. C:N oranı, mera alanlarında, meşe alanlarına göre daha az bulunmuş ve bu sonuca göre mera alanlarındaki organik materyalin parçalanması meşe alanına göre daha hızlı olmuştur. Bakı farklılığı da mera alanlarındaki C:N değerleri etkili olmuş ve C:N oranı, güneşli bakıda, gölgeli bakıya oranla daha yüksek çıkmıştır [42].

Meşcere yapısı bakımından incelemenin yapıldığı çalışmada ortalama C:N oranı değeri ladin gençliklerinde kayın gençliklerine göre daha düşük bulunmuştur. Kayın ve ladin sahalarında bakı farklılığının C:N oranı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Yine tür farklılığının etkisi organik madde üzerinde, güneşli bakıda önemli seviyede etkisi bulunmazken, gölgeli bakıda istatistik düzeyde önemli düzeyde çıkmamıştır [43].

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. MATERYAL

#### 2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma sahaları Batı Karadeniz sahil kesimi temsilen Bolu Orman Bölge Müdürlüğüne Bağlı Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'ndeki Kaplandede dağ kesitinden Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Anadolu kestanesinin (*Castanea sativa*) yayılış gösterdiği alandan seçilmiştir. Deredibi Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz'in kıyı şeridinde coğrafi olarak, 40° 07' 05"–41° 05' 25" kuzey enlemleri ile 31° 03' 26"–31° 12' 46" doğu boylamları arasında bulunmaktadır. İşletme Şefliğine bağlı ormanlar Akçakoca- Düzce yolunun batısında Akçakoca İlçesi'nin güney kısmında Şekil 2.1'deki gibi yer almakta ve işletme ormanlarının kuzey ile sınırında Karadeniz kıyı çizgisi bulunmaktadır. Araştırma sahaları Euro-Siberian flora bölgesinin Euxin kesiminde yer almaktadır [44]. Bu sahalarda ormanın üst tabakasının büyük bir kısmında 100+ yaşında kapalılığı yer yer kırılmış yaşlı kayın ağaçları bulunmaktadır. Karışıma genelde gruplar halinde % 10-20 arası kestane (*Castanea sativa*) ve çok az miktarda bireyler halinde akçaağaç (*Acer compestre*, *A. platonoides*, *A. troutvetteri*) katılmaktadır [27].

Ormanlar yaklaşık 150 metre yükseltiden başlayıp 1100 metreye kadar çıkabilmektedir. Çizelge 2.2'de görüldüğü gibi örnek alanlar 450-1020 m arasındadır. Şeflik sınırları dahilinde kalan 12 bin ha sahanın yaklaşık % 40'ı ormanlarla kaplı ve bu ormanların tamamı saf kayın, kayın kestane karışık veya kayın ve diğer yapraklı türlerle karışık ormanlardan oluşmaktadır, Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi örnek alanların meşcere tipleri belirtilmiştir. İşletme şefliği sınırları içerisinde yaklaşık 5300 ha alana sahip olan ormanlık alanın % 90'ı tam kapalı (% 71-100 kapalılığa sahip) ormanları kapsamaktadır. Toplam orman alanının % 40'a yakını doğu kayını ile diğer yapraklı türlerin karışımından oluşmaktadır. Çizelge 2.2'deki gibi örnekleme alanı olarak seçilen doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanı ise toplam orman alanının yaklaşık % 25'ini oluşturmaktadır. Bu sahalarda örnekleme alanları oluşturulurken kayın sahalarını temsilen kayının yoğunlukta olduğu ve kestaneyi temsilen de kestanesinin yoğunlukta olduğu yerler seçilmiştir. Çizelge 2.1'deki gibi toplamda 1300 ha olan doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanının

yaklaşık % 70'i tam kapalı "c" ve "d" çağlarından (KnKscd3) oluşmakta ve % 30'u ise tam kapalı "b" ve "c" çağlarından (KnKSbc3) oluşmaktadır [45]. Ağaçların gelişim çağları çap sınıfları esasına göre oluşturulmuş ve "b" Sırlıklık Direklik Çağını ( $\varnothing= 8-19,9$  cm), "c" İnce Ağaçlık Çağını ( $\varnothing= 20-35,9$  cm) ve "d" Orta Ağaçlık Çağını ( $\varnothing= 36-51,9$  cm) temsil etmektedir. Amenajman planlarından yararlanılarak oluşturulan verilere göre doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanında kestane karışıma % 25 ile % 35 arasında katılmaktadır. Çizelge 2.1'de doğu kayını Anadolu kestanesi karışık ormanlarındaki farklı çap sınıflarına ait ağaç sayıları ve yayılış alanlarına göre bütün karışımı temsil eden ağaç sayıları bulunmaktadır [27], [45].

Çizelge 2.1. Düzce Akçakoca bölgesi kayını (*Fagus orientalis*) Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*) karışık meşcerelerinde farklı meşcere tiplerine göre ağaç sayıları [27].

Meşcere Tipi	Ağaç Sayıları					
	Kayın			Kestane		
	b	c	d	b	c	d
KnKscd3	179	103	51	107	79	17
KnKSbc3	603	90	22	250	91	4
KnKscd3 (% 70) KnKSbc3 (% 30)	306	100	42	150	83	13

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

Çizelge 2.2. Düzce Akçakoca bölgesi doğu kayını (*Fagus orientalis*) Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*) karışık meşcerelerinden seçilen örnek alanların bakı, yükselti, eğim, meşcere tipi ve koordinatları [27].

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 ( $\varnothing=20-35,9$  cm), d = Orta ağaçlık çağı ( $\varnothing=36-51,9$  cm), 3= Tam kapalı (% 71-100 arası kapalılığa sahip) orman.

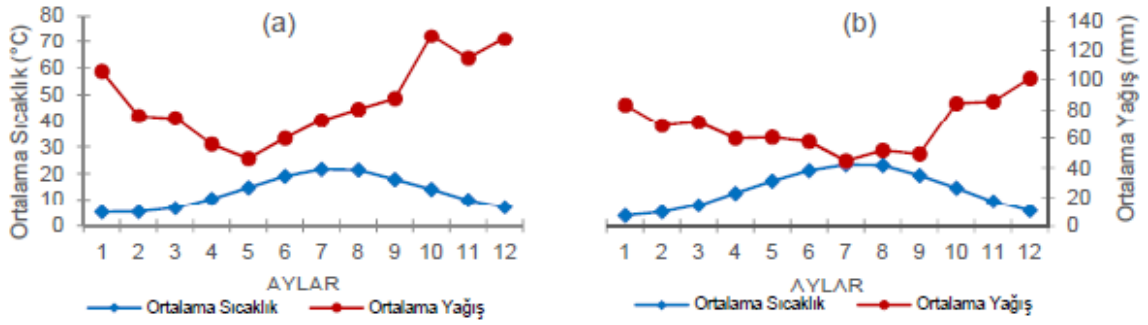


Şekil 2.1. Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Akçakoca İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'nin konumu ve doğu-batı doğrultusunda uzanan örnekleme alanları (D1: 450-600 m Doğu Bakı, D2: Doğu Bakı 600-750 m, D3: Doğu Bakı 750-900 m, D4: Doğu Bakı 900-1050 m, B1: Batı Bakı 450-600 m, D2: Batı Bakı 600-750 m, B3: Batı Bakı 750-900 m, B4: Batı Bakı 900-1050 m), [27].

### 2.1.2. İklim

Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan çalışma sahaları genel olarak Orta-Karadeniz bölgesinden daha fazla Doğu-Karadeniz bölgesinden ise daha az yağış almaktadır [46]. Çalışma sahası olarak seçilen Akçakoca-Kaplandede kesiti Batı Karadeniz ana iklim tipinde olsa da kıyı kesimde yer alan Akçakoca'da yağış 1200 mm'ye kadar ulaşmakta ve aynı bölgenin içerde kalan Düzce'den yaklaşık 300 mm Bolu'dan ise yaklaşık 600 mm daha yağışlı bir kısmını temsil etmektedir. Araştırma sahasına en yakın meteoroloji

istasyonları Akçakoca ve Düzce meteoroloji istasyonlarıdır. Akçakoca Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan verilere göre Akçakoca'nın ortalama sıcaklığı 13 °C ve toplam yıllık yağış 1070 mm civarındadır. Düzce Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan verilere göre Düzce'nin ortalama sıcaklığı 13 °C, toplam yıllık yağışı ise 820 mm'dir. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi ortalama sıcaklık ve yağış değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulan Walter İklim Diyagramı'na göre çalışma alanlarında su açığı görülmemiştir fakat yaz aylarında ortalama yağış miktarı diğer aylara göre önemli oranda düşüş göstermektedir [45], [47].



Şekil 2.2. Çalışma sahasına en yakın a) Akçakoca ve b) Düzce'ye ait verilerden oluşturulmuş Walter (1970) iklim diyagramı [27], [47].

Deneme alanları 450 m yükseltiden başlayıp 1050 m yükseltiye kadar çıktığından Akçakoca ilçesinde ölçülen değerler en alt yükselti basamağını temsil etmektedir. Bu yüzden 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 bölgedeki anakaya genel olarak üçüncü zamanın 55-33,7 milyon yıl öncesini kapsayan eosen bölümüne ait volkanik oluşumlar içermektedir. Volkanik anakayalar genel olarak andezitten ve bazaltdan oluşup tabanda bazalt özelliğindeki volkanitler üste doğru andezit özelliği kazanmaktadırlar [48]. Kuzey kesimlerde denize yakın olan yerler ile güneydeki bazı yerler gevşek alüviyal yataklardan oluşmaktadır [49]. Yapılan analizler neticesinde bölge topraklarının balçık toprak özelliği gösterdiği ve yine yapılan fiziksel analiz sonuçlarına göre toprağın reaksiyonu (pH) 4,5-6,5 arasında değişiklik gösterdiği ve toprağın asidik toprak özelliğinde olduğunu bildirmiştir. Devamında yapılan bir diğer analiz olan toprağın katyon değişim kapasitesi üst toprakta (0-20 cm) yaklaşık 30 Cmolc kg<sup>-1</sup>, alt toprakta (20-50 cm) ise 15-20 Cmolc kg<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Çalışma sahası toprakları USDA toprak sınıflandırma sistemine

göre Inceptisol toprak sırasının Typic Haplumbrepts alt sınıfında sınıflandırılırken, eski Avrupa ve Amerika sınıflandırmasına göre asit kahverengi orman toprakları olarak adlandırılmaktadır [27].

#### **2.1.4. Bitki Örtüsü**

Araştırma sahaları Avrupa-Sibirya (Euro-Siberian) flora bölgesinin Öksin (Euxin) kuşağında yer almaktadır [50], [51]. Bölge içerisinde bulunan 5283,3 ha ormanlık alanın % 40'a yakını doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve % 60'ı ise doğu kayını-Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ve diğer yapraklı türlerin karışımı oluşturmaktadır. Yayılış bakımından Doğu kayını yaklaşık 1,96 milyon ha ile Türkiye'deki ağaç türleri arasında 4. sırada iken Anadolu kestanesi de yaklaşık 111 bin ha sahada yayılış göstermekte ve yayılış bakımından ağaç türleri arasında 11. sırada bulunmaktadır [52]. Bölge içindeki 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) oluşurken % 30'u ise tam kapalı "b" ve "c" çağlarından (KnKSbc3) oluşmaktadır [45]. Araştırma sahalarının bulunduğu, ormanın üst tabakasında yer alan kayın ağaçları genelde 20-50 cm ve üzeri çaplarda ve kapalılığı ise % 71-100 arasında değişmektedir. Bu ağaç türüne yaklaşık % 25-35 oranında kestane (*Castanea sativa* Mill) türü katılırken alt tabakada ise genellikle mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* Lipsky) yer almaktadır. 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)'de görülmektedir [45].

## **2.2. YÖNTEM**

### **2.2.1. Çalışmanın Kuruluş Aşamaları**

Çalışma alanı Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan sahil kesimini temsilen Akçakoca-Kaplandede dağ kesitinden seçilmiştir. Çalışma sahalarından alınan örnekler 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. Örnek alanı Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi olarak seçilen 20x20 = 400 m<sup>2</sup>



### 2.2.1.1. Ölü Örtü Kapanlarının Kurulumu

Dökülen ölü örtünün toplanabilmesi için ölü örtü kapanları (0,3 m<sup>2</sup> alana ve 1 m derinliğe sahip) laboratuvarında hazırlanan ve 2010 yılı Eylül ayı ortalarında Şekil 2.3'teki gibi her bir yükselti basamağında oluşturulan örnek alanlarda Şekil 2.4'teki gibi rasgele yerlere 3'er adet gelecek şekilde ölü örtü kapanları yerleştirilmiştir. Her bir tür için 3 ölü örtü kapanı x 24 örnek alan = 72 ölü örtü kapanı yerleştirildi ve toplamda 72 ölü örtü kapanı x 2 tür = 144 ölü örtü kapanı seçilen örnek alana kurulmuştur. Bu kapanlar düzeçlerle orman zeminine paralel ve ölü örtünün biriktiği filenin yerden en az 10 cm yukarıda kalmasını sağlayacak şekilde kurulmuştur [27].



Şekil 2.4. Ölü örtü kapanlarının kurulumu (Foto: M. SARGINCI).

### 2.2.1.2. Ölü Örtü Keselerinin Yerleştirilmesi

Kurulan kapanlar yardımıyla toplanan ölü örtü materyalleri laboratuvarında önce hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuş, daha sonra alt örnekler alınarak kurutma fırınında 65 °C'de 48 saat kurutulup ve tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Ayrışma deneylerinin yapılabilmesi için, Şekil 2.5'teki gibi 1 mm'lik gözenekleri olan fiberglas sinek telleri kullanılarak hazırlanan, 20 x 25 cm boyutlarında ölü örtü keselerinin içine hava kurusu hale getirilen ölü örtü yaprak örneklerinden 5'er gram yerleştirilmiştir. Hazırlanan keseler 2011 Nisan ayı içerisinde, 5 zaman periyodunda (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yıl sonu, 2. yıl sonu ve 4. yıl sonu) toplanmak ve 3 tekrarlı olmak üzere, sahada orman zemininde ölü örtü ve mineral toprak arasına Şekil 2.6'daki gibi yerleştirilmiştir. Böylelikle her örnek alana 4 zaman periyodu x 3 tekrar x 2 tür (kayın-kestane) = 24 ölü örtü kesesi ve sahalara toplam 24 ölü örtü kesesi x 48 örnek alan = 1152 ölü örtü kesesi yerleştirilmiştir [27].



Şekil 2.5. Ölü örtü keselerinin hazırlanması (Foto: M. SARGINCI).



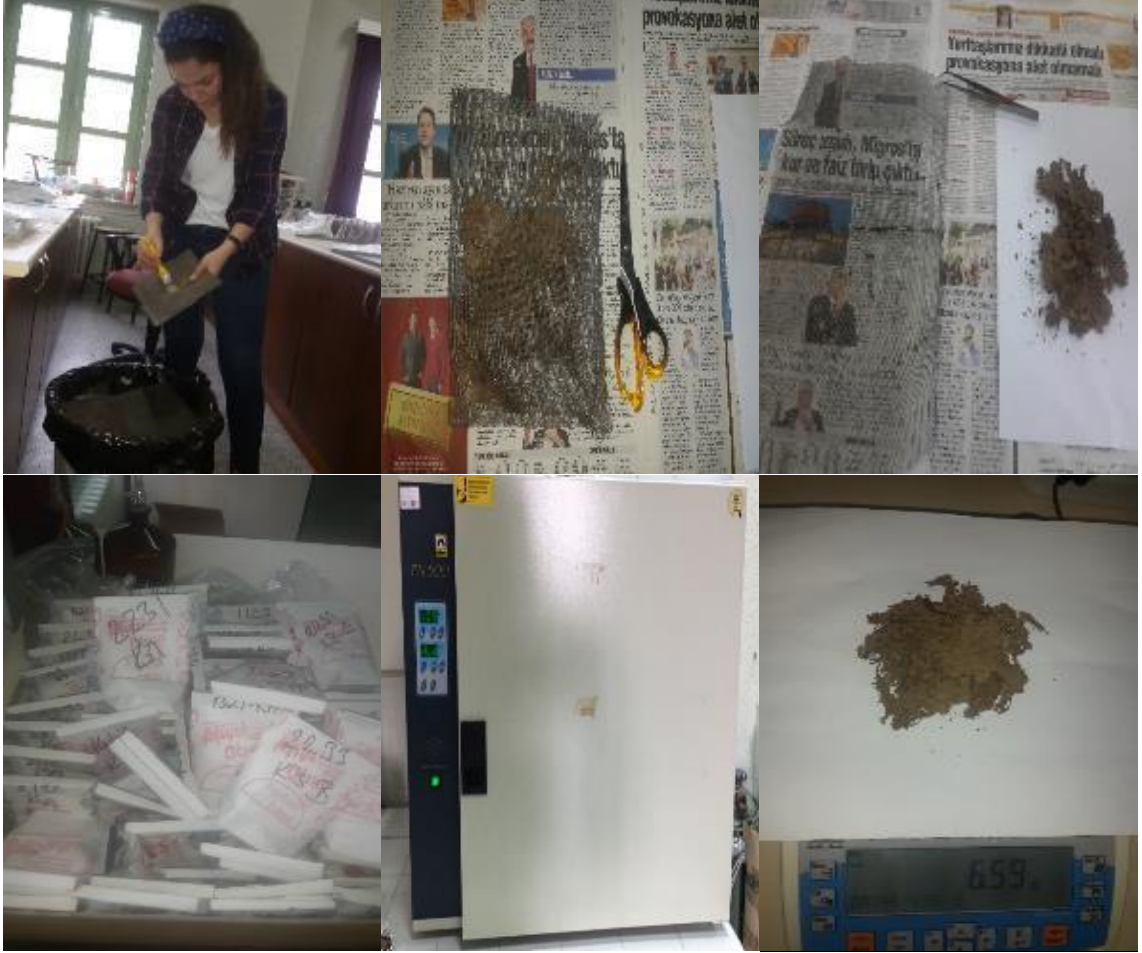
Şekil 2.6. Ölü örtü keselerinin orman zeminine yerleştirilmesi (Foto: M.SARGINCI).

## 2.2.2. Örneklerin Toplanması ve Analizleri

### 2.2.2.1. Ölü Örtü Keseleri

Örnekleme alanlarına 2011 Nisan ayı içerisinde yerleştirilen ölü örtü keseleri 4 ayrı zaman periyodunda toplanmıştır [27]. Temmuz 2015 te ise 5. zaman periyodundaki örnekler toplanmıştır. İlk toplama zamanı keselerin 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. yıl sonu) Temmuz 2013’de gerçekleştirilmiştir [27]. 4. yıl sonu örnekleri ise Temmuz 2015 te toplanmıştır. Şekil 2.7’de görüldüğü gibi toplanan örneklerin laboratuvara taşınması sırasında ufalanmış ölü örtü örneklerinin keselerin gözeneklerinden düşerek kaybolmasını önlemek amacıyla toplanan örnekler kilitli naylon

poşetler içerisine yerleştirilerek taşınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler kilitli poşetlerden çıkarılarak keselerin dış yüzeyine yapışmış toprak, yosun vb. materyaller yumuşak uçlu fırça yardımıyla temizlenmiş ve hava kurusu hale sağlanmıştır.



Şekil 2.7. Keselerin dış yüzeyinin temizlenmesi, kurutma fırınında kurutulup ardından tartılması.

Hava kurusu hale gelebilmesi için en az bir hafta bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelmiş olan örnekler kese kağıtlarına konarak kurutma fırınında 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup ve tartılarak kuru madde oranları belirlenmiştir. Kuruyan 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 ardından bütün kütle hesapları kül dışı ağırlık olarak belirlenmiştir [53].



Şekil 2.8. Örneklerin toz haline getirilmesi ve kül fırınında yakma işleminin yapılması.

Ölü örtüde gerçekleşen kütle kaybı oranları her bir dönem sonunda kalan kütlenin başlangıçtaki kütleyle bölünmesi ile bulunmuş ve daha sonra basit üssel ayrışma modeli için kullanılan Denklem 2.4 ve Denklem 2.5’te bu oranlar kullanılarak ölü örtü ayrışma katsayısı olan “k” değerleri hesaplanmıştır [54], [55]. Kullanılan Denklem 2.3 ile OM’nin ortalama dönüşüm süreleri  $1/k$  formülüyle hesaplanmış ve OM’nin % 95’inin ayrışması için geçmesi gereken süreler  $3/k$  formülü kullanılarak bulunmuştur [56].

Ölü örtünün dönüşüm süresi (MRT) basit olarak orman zeminindeki ölü örtü miktarının (OZÖM  $Mg\ ha^{-1}$ ) yıllık dökülen ölü örtü miktarına (DÖM  $Mg\ ha^{-1}$ ) oranıyla Denklem 2.1’deki gibi veya Denklem 2.2’deki gibi yıllık ölü örtü miktarının doğal logaritmanın üssü olarak kullanılmasıyla da hesaplanabilmektedir [57].

$$MRT = \frac{OZÖM}{DÖM} \quad (2.1)$$

$$MRT = 55,4e^{-443x} \quad (2.2)$$

MRT iklim ve vejetasyona göre değişebilen önemli bir ekosistem değişkenidir. Ortalama dönüşüm süresinden yararlanarak da orman tabanındaki ölü örtünün yıllık dönüşüm katsayısı Denklem 2.3’teki gibi hesaplanabilmektedir [58].

$$k = \frac{1}{MRT} \quad (2.3)$$

$$Mt = Moe^{-kt} \quad (2.4)$$

$$\ln\left(\frac{Mt}{Mo}\right) = -k \quad (2.5)$$

Ölü örtünün C ve N yoğunlukları kuru yakma yöntemiyle CN makinesi (LECO Truspec 2000) kullanılarak belirlenmiş ardından 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) Yönteminden yararlanılmış ve bu yöntemin devamı olan ADF Sülfürik Lignin Yöntemi ile de lignin ve selüloz oranları belirlenmiştir [59]-[61].

ADF metodunda öncelikle 50 g Cetyltrimethyl ammonium bromide 5 litrelik 0,5 M Sülfürik Asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) içerisinde çözündürülmüştür. Hava kurusu hale getirilip öğütülen yaprak örneğinden 0,5 g alınarak 250 ml'lik erlenler içine konulup (W1) üzerine 100 ml CTAB çözeltisi ilave edilmiş ve üzerine de köpürmeyi engellemek için birkaç damla octan-2-ol damlatılmıştır. Erlenlerin üzeri saat camı ile kapatılarak hot plate üzerinde 1 saat boyunca düşük sıcaklıkta kaynatılmıştır. Kaynamış olan malzeme sıcakken daha önceden darası alınmış vakum düzeneği üzerinde bulunan No.2 gooch kroze (W2) vakum düzeneği çalışır vaziyette iken boşaltılmıştır. Erlen içerisinde hiç örnek kalmayacak şekilde saf su ile yıkanarak kroze içine boşaltılmıştır. Kroze içerisindeki örnek 3x50 ml kaynar saf su kullanılarak, akan suda renk kalmayınca kadar yıkanmıştır. Örnek kuruyana kadar vakumlama işlemi devam ettirilmiş ve 105 °C fırında iki saat kurumaya bırakılmıştır. Yaklaşık 2 saat sonunda örnekler desikatörde birkaç saat soğumaya bırakılıp ardından krozeyle birlikte tartılmıştır (W3).



Şekil 2.9. a) Örneklerin analizler için hazırlanması, b) Hazırlanan asit çözeltisinin örneklere ilavesi, c) Hot plate üzerinde kaynatma işlemi, d) Vakumlu düzenekte örneklerin asit çözeltisinden arındırılması, e) Kurutma fırınında örneklerin kurutulması, f) Fırın kuru haldeki örneklerin tartılması.

Örneklerdeki lif miktarı (%) yukarıda belirtilen W1, W2 ve W3 değerleri ile Denklem 2.6'de yerine konarak hesaplanmıştır.

$$\text{ADF (\%)} = (\text{W3}-\text{W2}) \times 100 / \text{W1} \quad (2.6)$$

Lif miktarının hesabının ardından ADF Sülfürik Lignin Yöntemi ile % Lignin ve % Selüloz hesaplanmıştır. Bunun için öncelikle % 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> çözeltisi örneğin bulunduğu gooch kroze yarısına kadar dolacak şekilde ilave edildikten sonra cam baget ile karıştırılarak örneğin tamamen asitle karışması sağlanmıştır. Vakum setinde vakum pompası çalıştırılmadan örneklerdeki asidin yavaş yavaş süzülmesi sağlandıktan sonra işlem bir kez daha tekrarlanmıştır. Yaklaşık 3 saat sonra vakum pompası çalıştırılıp örnekler kaynar saf su ile yıkanarak asitten arındırılmıştır. Yaklaşık 500 ml kaynar saf su ile yıkama işlemi yapıldıktan sonra örneklerde turnusol kağıdı ile asit kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir. Turnusol kağıdında renk değişimi gözlemlenmediğinde işlem tamamlanmış olarak kabul edilmiştir. Cam baget ile örnekler asetonla yıkandıktan sonra kurutma fırınında 105°C'de 2 saat kurutulmuştur. Fırından 2 saat sonra alınan gooch kroze içerisindeki örnekler soğutulduktan sonra krozeyle birlikte tartılmıştır (W4). Yakma fırınında 550°C de 2 saat yakıldıktan sonra örnekler desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Yaklaşık olarak 2 saat sonra soğuyan örnekler krozeyle birlikte tartılmıştır (W5).



Şekil 2.10. g) İkinci defa asitli işlem uygulanması, h) Örneklerin kül fırınında yakılması, i) Örneklerin tartılması, j) Krozelerin temizliği için asite yatırılması.

Elde edilen değerler Denklem 2.7 ve 2.8'de yerlerine konularak örneklerin lignin ve selüloz (%) değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Lignin (\%)} = (W4 - W5) \times 100 / W1 \quad (2.7)$$

$$\text{Selüloz (\%)} = (W3 - W4) \times 100 / W1 \quad (2.8)$$

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

### 2.3. İSTATİSTİKİ ANALİZLER

Değişkenler arasındaki ilişkilere örnekleme desenine uygun olarak varyans analizi (ANOVA) uygulanarak bakılmıştır. Ayrışma deneylerinde regresyon analizleriyle hesaplanan ayrışma katsayısı sabiti “k” değerleri ve substrat (besin) içeriklerinin periyodlar arasındaki ilişkileri tekrarlı ölçüm analizi kullanılarak incelenmiş ve ayrıca “k” değeri ile substrat arasındaki ilişki korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir ve istatistiki 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 [62] programını uygulanmış ve sonuçların  $P < 0,05$  güven düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu kabul edilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI

##### 3.1.1. Ölü Örtü Kalan Kütle

Çalışma sahalarındaki ayrışma beş zaman periyodunda incelenmiştir. Burada Periyot 1 (P1): 3. ay sonunu, Periyot 2 (P2): 6. ay sonunu, Periyot 3 (P3): 1. yıl sonunu (15 ay), Periyot 4 (P4): 2. yıl sonu (27 ay) ve Periyot 5 (P5): 4. yıl sonunu ifade etmektedir. Yapılan istatistiki analiz sonucu her bir periyotta ayrışmadan geriye kalan kütle miktarları türler arasında farklılık gösterirken (her dört periyod için de  $P < 0,001$ ); Periyot 5 (P5): 4. yıl sonu için de türler arasında farklılık gösterdiği görülmüştür ( $P < 0,001$ ), [27]. Kestane sahalarında her bir zaman periyodunun (P1, P2, P3 ve P4) sonunda toplam kütle incelendiğinde sırasıyla % 81, % 68, % 55 ve % 42'sinin geriye 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 görülmüştür. 4. yıl sonu (P5) için kestane sahalarında toplam kütle miktarının % 30'unun, kayın sahalarında ise % 40'ünün geriye kaldığı bulunmuştur. Kayın sahalarında 4. yıl sonunda yüzde kalan kütle miktarının kestane sahalarından yaklaşık olarak 1,3 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Her iki tür ayrı ayrı incelendiğinde kalan kütle miktarlarının periyotlar arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar gösterdiği Şekil 3.1'deki gibi görülmüştür.

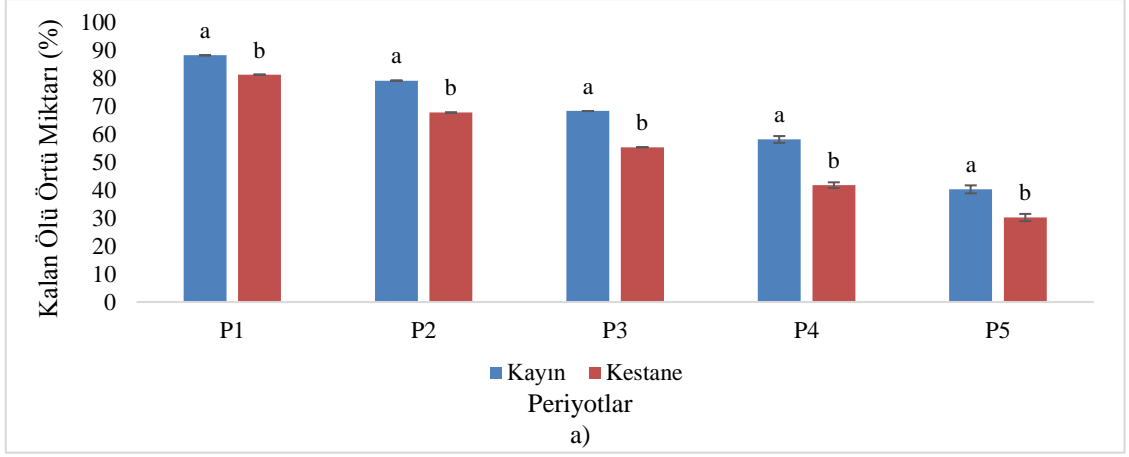
Avusturya'nın kuzeyinde (Hochschwab Alplerinde) kayın ve karaçam türlerinde yapılan araştırmalarda iki yıllık ayrışmanın sonucunda, ortalama kalan kütle kayın da % 54 ve karaçam da % 50 olarak bulunmuştur [63]. Arıt yöresinde (Bartın ili) kayın, göknar, göknar-kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada, kalan kütle miktarlarını sırasıyla % 75, % 64 ve % 73 olarak hesaplamıştır [20]. Yine Belgrad Ormanı içerisinde yapılan araştırmada, meşede kalan kütle miktarını % 65 bulurken bir diğer tür olan kayında ise % 68 olarak hesaplamıştır [26]. Anderson İngiltere'de yaptığı bir çalışmada 31 ayın sonunda Anadolu kestanesi yapraklarının % 43'ünün, Avrupa kayını yapraklarının ise % 57'sinin ayrışmadan kaldığını belirlemiştir [64]. Yapılan başka bir çalışmada Sarıyıldız ayrışma deneyinde 2. yılın sonunda Anadolu kestanesi yapraklarının yaklaşık % 35'inin geriye kaldığını hesaplamıştır [65].

Buna göre ayrışma sonucunda ayrıştırıcıların elde edeceği enerji miktarı ayrışan OM'nin kalitesini belirlemekte ve dolayısıyla OM'nin kalitesine göre ayrışma sürecinde değiştiği gözlemlenmiştir [27]. Yukarıda belirtilen çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde ve incelenen şimdiki çalışmada ağaç türlerine bağlı olarak ayrışma hızının değiştiği ve kestane yapraklarındaki kütle kaybının kayın yapraklarından daha hızlı olduğu bu da kestane yapraklarında ayrışmanın daha hızlı gerçekleştiğini göstermiştir.

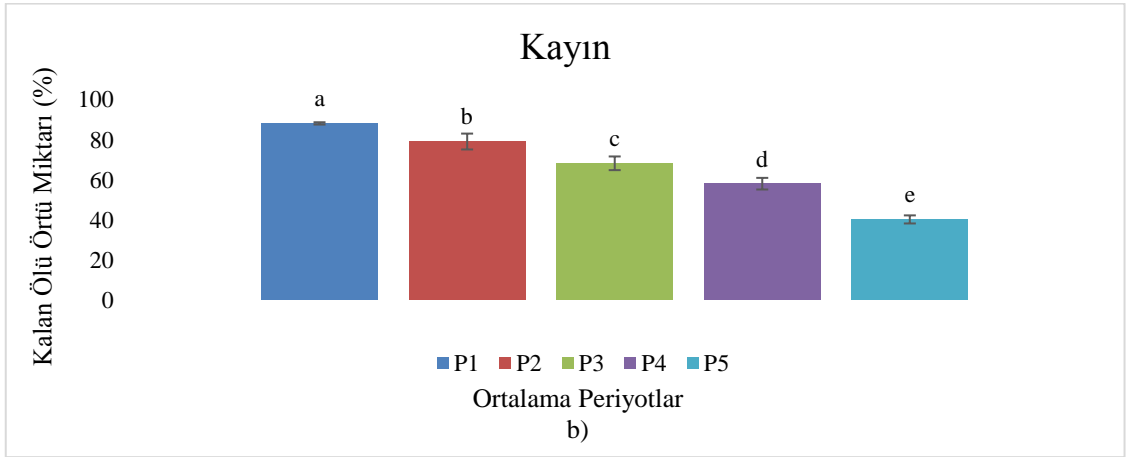
Kayın meşcerelerinde ayrışmadan kalan kütle miktarlarını bakıya göre değerlendirilmiş, sadece üçüncü ay (P1) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları doğu ve batı bakı arasında farklılık göstermiştir ( $P = 0,014$ ), [27]. Keseler sahalara yerleştirildikten üç ay sonra doğu bakıdaki kayın yapraklarının ayrışmasından kalan kütle miktarının (% 87) batı bakısındaki değerlere göre yaklaşık % 3 daha düşük bulunmuştur [27]. Diğer periyotlarda bakılar dikkate alındığında ölü örtü ayrışması bakımından bir farklılık görülmemiş buna ek olarak kestane meşcerelerinde ise iki yıllık süreç içerisinde hiçbir aşamada ayrışma bakımından bakının etkisi görülmemiştir [27]. 4. yıl sonunda (P5) bakılar arasında sadece kayın sahalarında doğu ve batı bakı arasında farklılık görülürken, kestane sahalarında doğu ve batı bakı arasında Şekil 3.2'deki gibi belirgin bir farklılık görülmemiştir.

Farklı coğrafik bölgelerde bulunan ölü örtünün ayrışması üzerinde iklim özellikleri etkisi yanında; yerel alanlardaki topografik yapılanmadan (farklı bakı, yükselti ve eğim) kaynaklanan farklı mikroiklim özellikleri ile farklı toprak özelliklerinin de türlerin kimyasal bileşenlerinin konsantrasyonlarını etkilediğinden söz etmiştir. Bununla birlikte ayrışmalarının farklı olduğu bildirilmiştir [66]. Kayın, meşe ve sarıçam türlerinde bakı ve eğimin etkisini iki yıl boyunca araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre en hızlı meşe ayrışırken bu durumu sırasıyla sarıçam ve kayın türünün izlediği belirtilmiştir [66]. Kuzeye bakan yamaçlarda güneşe bakan yamaçlara oranla ayrışma oranının hızlı ve eğim arttıkça ayrışmanın yavaşladığını tespit etmişlerdir [66].

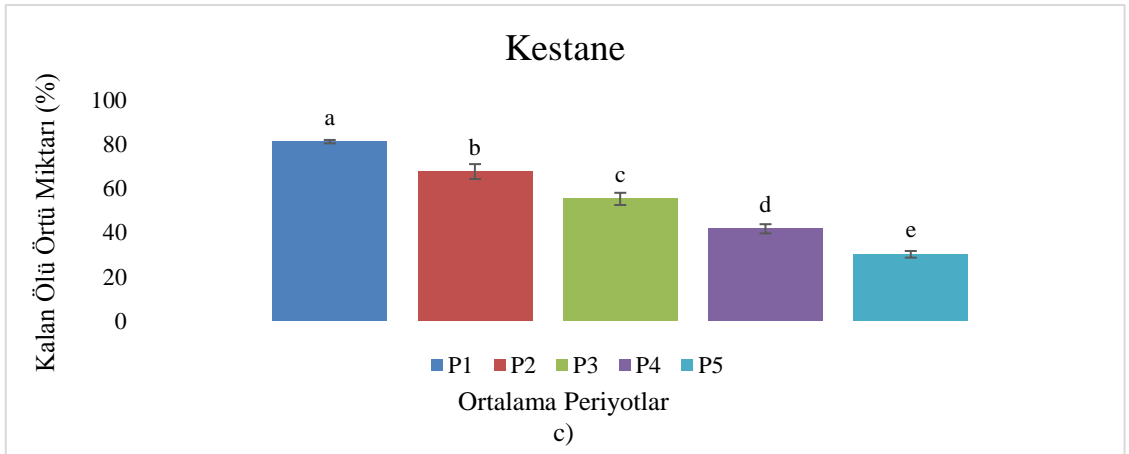
Yükselti basamaklarına göre kayın meşceresini incelediğinde; sadece birinci yıl (P3) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları yükselti basamakları arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir [27]. Kayın sahalarında birinci yıl (P3) sonunda dördüncü (Y4: 900-1050 m) yükselti basamağında ölü örtünün yaklaşık % 65'i ayrışmadan kalırken, bu oran birinci (Y1: 450-600 m), ikinci (Y2: 600-750 m) ve üçüncü (Y3: 750-900 m) yükselti basamaklarında yaklaşık % 5 daha yüksek olduğu görülmüştür [27]. Diğer periyotlara bakıldığında ise ayrışma hızında yükselti basamaklarına göre önemli bir değişim görülmemiştir [27].



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

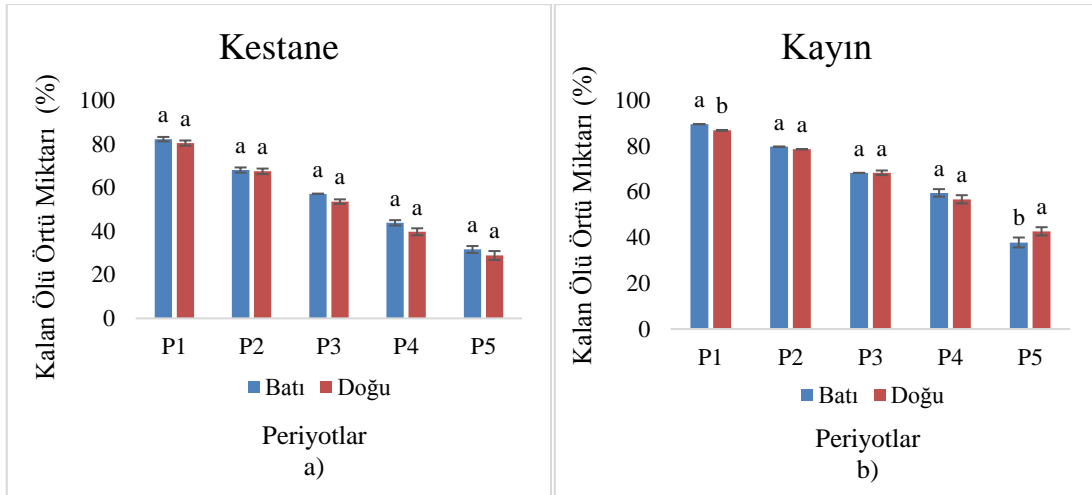


\*Not: Aynı türde ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.



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

Şekil 3.1. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın ve Kestane, b) Kayın, c) Kestane meşcerelerinde beş farklı zaman periyodu sonunda (P1: 3 ay, P2: 6 ay, P3: 1,25 yıl, P4: 2,25 yıl ve P5: 4,23 yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları.

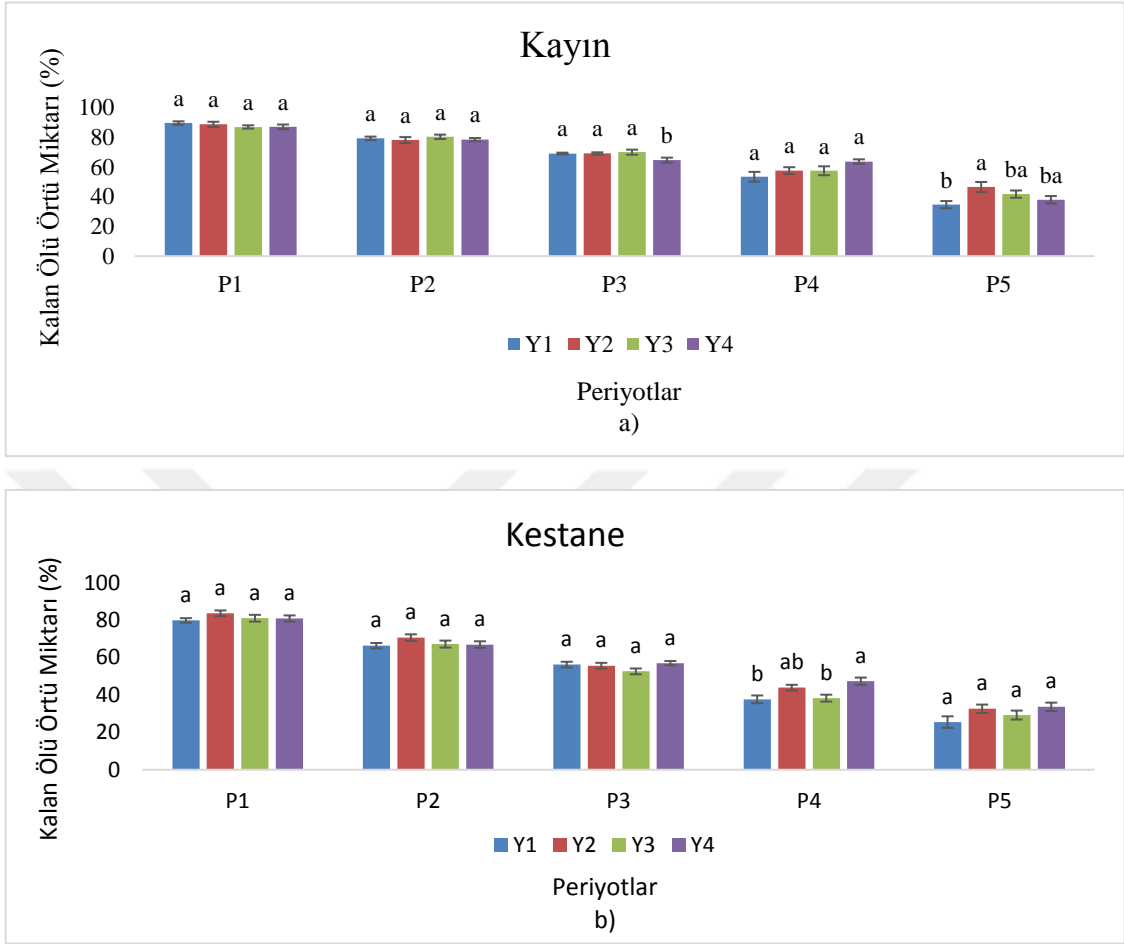


\*Not: Aynı türde ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Şekil 3.2. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kestane ve b) Kayın meşcerelerinin farklı bakılarında dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 yıl, P2: 0,50 yıl, P3: 1,25 yıl, P4: 2,25 yıl ve P5: 4,23 yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları.

Kestane meşcerelerinde ise yükselti basamaklarına göre yapılan değerlendirmede Şekil 3.3'te görüldüğü gibi sadece ikinci yıl (P4) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları yükselti basamakları arasında istatistiki bir farklılık göstermiştir ( $P = 0,008$ ). Kestane sahalarında ikinci yıl (P4) sonunda birinci (Y1: 450-600 m) ve üçüncü (Y3: 750-900 m) yükselti basamaklarında ölü örtünün yaklaşık % 38'i ayrışmadan kaldığı görülmüş ve bu oran ikinci (Y2: 600-750 m) ve dördüncü (Y4: 900-1050 m) yükselti basamaklarında yaklaşık % 16 daha yüksek bulunmuştur [27]. Diğer periyotlarda ise yükselti ile ayrışma hızı arasında bir ilişki tespit edilememiştir [27]. Kayın meşcerelerinde Şekil 3.3'teki gibi yükselti basamaklarına göre değerlendirme yapıldığında P1, P2, P3 ve P4 de yapılan değerlendirmelerde ölü örtünün ayrışma hızında yükseltiye göre bir fark bulunamamıştır [27]. Ancak kayında beşinci periyot (P5) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları yükselti basamakları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık göstermiş buna göre dördüncü yıl (P5) birinci (Y1: 450-600 m) yükselti basamağında ölü örtünün % 35'inin ayrıştığı ve dördüncü yıl (P5) ikinci yükselti (Y2: 600-750 m) basamağında ayrışmadan kalan kütle miktarının daha yüksek olduğu (% 46) bulunmuştur. Periyotlardaki diğer verilere bakıldığında Şekil 3.3'teki gibi yükselti basamaklarına göre ayrışma hızında bir değişim gözlenmemiştir. Kestane meşcereleri incelendiğinde ise beşinci periyotta yükselti

basamaklarında bir farklılık bulunamamıştır. Ancak kestane meşcerelerinde sadece ikinci yıl (P4) da yükselti basamakları arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir [27].



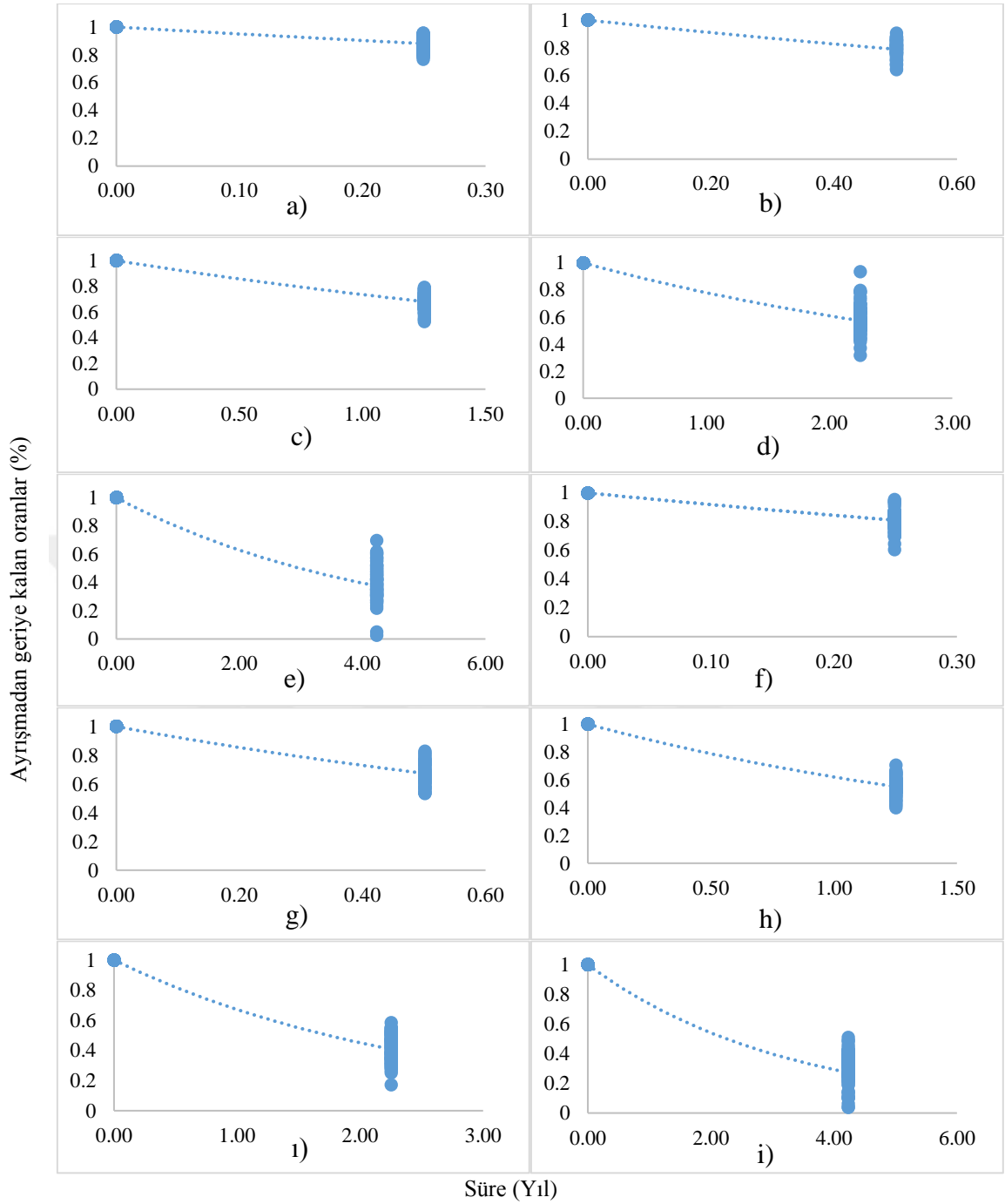
\*Not: Aynı türde ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Şekil 3.3. Düzce Akçakoca bölgesindeki a) Kayın ve b) Kestane meşcerelerinin farklı yükselti basamaklarında (Y1:450-600 m, Y2: 600-750 m, Y3: 750-900 m ve Y4: 900-1050 m) dört farklı zaman periyodu sonunda (P1: 0,25 yıl, P2: 0,50 yıl, P3: 1,25 yıl, P4: 2,25 yıl ve P5: 4,23 yıl) ölü örtü ayrışmasından arta kalan kütle miktarı ortalamaları (%)  $\pm$  standart hataları.

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

#### 3.1.2.1. Kayın ve Kestane “k” değerlerinin karşılaştırılması

Çalışma sahalarında bulunan kayın ve kestane meşcerelerindeki ölü örtü ayrışma katsayıları “k” beş zaman periyodu için basit üssel model kullanılarak Şekil 3.4’te görüldüğü gibi hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Düzce Akçakoca bölgesi a), b), c), d), e) Kayın ve f), g), h), ı), i) Kestane meşcerelerinde ölü örtünün beş farklı zaman periyodundaki (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) ayrışma modelleri.

Sargıncı tarafından Batı Karadeniz ormanlarında yapılan çalışmada her bir dönemde (P1, P2, P3 ve P4) iki tür için hesaplanan “k” değerlerinin istatistiki olarak farklı olduğu görülmüş (bütün P-değerleri <0,001) ve kestane sahalarında her bir zaman periyodu için hesaplanan “k” değerlerinin, aynı zaman periyotlarındaki kayın için hesaplanandan yaklaşık 1,5-2 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir [27]. 4. yıl sonu analiz sonuçlarında

da her iki tür içinde hesaplanan “k” değerlerinin istatistiki olarak farklı olduğu Çizelge 3.1’deki gibi bulunmuştur (bütün P-değerleri<0,001). Kestane sahalarında her bir zaman periyodu için hesaplanan “k” değerlerinin, aynı zaman periyotlarındaki kayın türü için hesaplanan “k” değerlerinden fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ayrışma oranının sabit kalmadığı ve başlangıçtaki duruma göre hızlı olan ayrışma evresinin giderek yavaşladığı belirlenmiştir. Sargıncı Batı Karadeniz iklim tipinde yer alan Düzce kıyı bölgesinde yayılış gösteren doğu kayınının ayrışma sabitini 0,30 kestane için 0,47 olarak hesaplamış ve % 95’inin ayrışması için gereken süreyi kayında 10, kestanede yaklaşık 6 yıl olarak bulmuştur [27]. Benzer bir çalışmada Kuzey Almanya da yapılan incelemelerde; ladin ibrelerinin kayın yapraklarından daha hızlı ayrıştığını belirtmişler ve ladinin ayrışma sabitini 0,25 kayının ise 0,18 olarak bulmuşlardır. Ladin ve kayının % 95’inin ayrışması için gereken sürenin sırasıyla 12 yıl ve 16 yıl olarak belirtmişlerdir [30].

Çizelge 3.1. Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 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	0,72
Kestane	0,25	0,843	±	0,04	a	0,75
Kayın	0,5	0,471	±	0,018	b	0,83
Kestane	0,5	0,788	±	0,026	a	0,86
Kayın	1,25	0,307	±	0,008	b	0,90
Kestane	1,25	0,478	±	0,011	a	0,93
Kayın	2,25	0,248	±	0,009	b	0,83
Kestane	2,25	0,398	±	0,012	a	0,88
Kayın	4,23	0,232	±	0,013	b	0,68
Kestane	4,23	0,307	±	0,015	a	0,75

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

Sargıncı tarafından Batı Karadeniz ormanlarında yapılan çalışmada “k” değerlerini periyotlar arasında istatistiki olarak farklı bulmuştur (P-değerleri <0,0001) [27]. Her iki türde de üçüncü ay, altıncı ay, birinci ve ikinci yıl arasında fark olmadığı ancak üç ve altıncı ay sonundaki “k” değerlerinin bir ve ikinci yıl sonundaki “k” değerlerinden yaklaşık 1,5-2 kat fazla olduğu görülmüştür. Kayında en düşük “k” değeri ikinci yıl sonunda 0,248 olarak, kestane sahalarında ise yine ikinci yıl sonunda 0,398 olarak hesaplanmıştır. Her iki tür için de en yüksek “k” değerleri ise üçüncü ay sonunda elde

edilmiş olup bu değerler ikinci yıl sonunda elde edilen en düşük değerlerin yaklaşık 2 katı olarak hesaplanmıştır [27].

Kayın ve kestane sahaları için hesaplanan “k” değerlerinde periyotlar arasında istatistiki olarak farklılık Çizelge 3.2’deki gibi görülmüş ( $P < 0,001$ ) ve Şekil 3.5’teki gibi gösterilmiştir. Her iki türde de üçüncü ay, altıncı ay, birinci yıl, ikinci yıl [27] ve dördüncü yıl arasında “k” değerlerinin farklı olmadığı bulunmuştur.

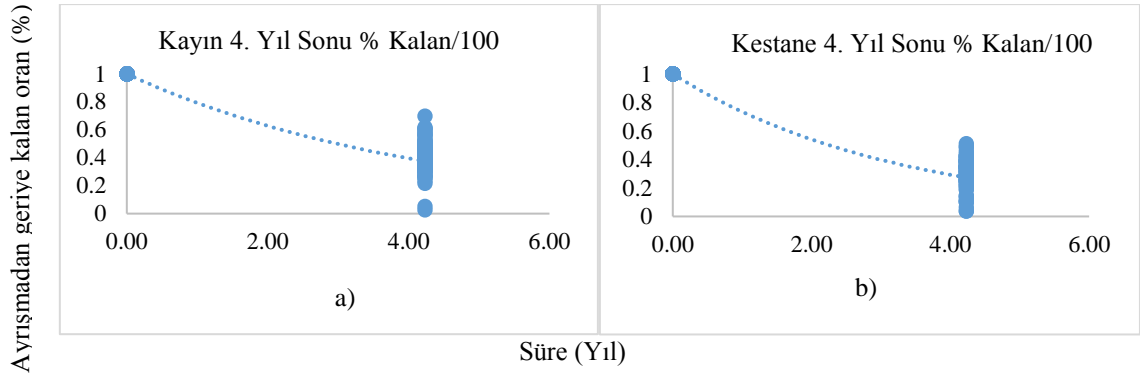
Olson ağaçların ayrışma oranının ( $k$ ) farklı olduğunu ve bu değer 0,25 ile 4 arasında değerler aldığı belirtilmiştir. Bu durum 0,25 ve bu değere yakın alanlarda ayrışma hızının düşük olduğunu, en yüksek değer olan 4 ve 4’e yaklaştığı değerlerde ise ayrışmanın hızlı olduğunu belirtmiştir [55].

Şimdiki çalışmanın dördüncü yıl sonuçlarına göre “k” değeri karşılaştırıldığında da kestane sahalarında kayın sahalarına göre yüksek bulunmuştur. Her iki türde de en düşük “k” değeri dördüncü yıl da hesaplanmış bu değerler kayında 0,232 ve kestanede 0,307 olarak bulunmuştur. Bu da kayında ayrışma hızının düşük olduğunu göstermiştir.

Çizelge 3.2. Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması  $\pm$  standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri $\pm$ standart hata				R <sup>2</sup>
Kayın	0,25	0,508	$\pm$	0,026	a	0,72
Kayın	0,5	0,471	$\pm$	0,018	a	0,83
Kayın	1,25	0,307	$\pm$	0,008	b	0,90
Kayın	2,25	0,248	$\pm$	0,009	b	0,83
Kayın	4,23	0,232	$\pm$	0,013	c	0,68
Kestane	0,25	0,843	$\pm$	0,04	a	0,75
Kestane	0,5	0,788	$\pm$	0,026	a	0,86
Kestane	1,25	0,478	$\pm$	0,011	b	0,93
Kestane	2,25	0,398	$\pm$	0,012	b	0,88
Kestane	4,23	0,307	$\pm$	0,015	c	0,75

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



\*Her iki tür için de ortak harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir.

Şekil 3.5. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın ve b) Kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu sonunda (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) ayrılmadan kalan ölü örtü oranları.

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

Çizelge 3.3. Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl ) sonunda ayrılmadan 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	0,5	$M_t = e^{-0,471t}$
Kestane	0,5	$M_t = e^{-0,788t}$
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	$M_t = e^{-0,398t}$
Kayın	4,23	$M_t = e^{-0,232t}$
Kestane	4,23	$M_t = e^{-0,307t}$

\* $M_t$ : t zamanda kalan kütle.

Kayın ve kestane meşcerelerinde en düşük  $3/k$  değerleri 3. ay sonunda kayın için yaklaşık 6 yıl ve kestane için ise yaklaşık 3,5 yıl olarak bulunmuştur [27]. Ayrışma sürelerinin artmasıyla her iki türde de  $3/k$  değerlerinin arttığı belirlenmiş, en yüksek  $3/k$  değerlerine ise 2. yılın sonunda ulaşılmıştır [27]. 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 saptanmıştır [27]. Kayın

ve kestane türlerinde birinci yıl sonundaki 3/k değerleri 3. ay sonunda bulunan değerlerin sırasıyla yaklaşık 1,6 kat ve 1,7 kat fazla bulunmuş ve 1/k değerleri ise sırasıyla 1,7 kat ve 1,7 kat fazlası olarak Çizelge 3.4'teki gibi hesaplanmıştır [27]. Ayrışma sürelerinin artmasıyla 3/k değerlerinin her iki türde de arttığı gözlemlenmiştir. Kayın meşcerelerinde dördüncü yıldaki 3/k değerine bakıldığında yaklaşık olarak 13 yıl ve kestane meşcerelerinde ise dördüncü yıl sonundaki bu değer yaklaşık olarak 10 yıl olduğu hesaplanmıştır. 1/k (MRT) değerleri incelendiğinde ise en yüksek dördüncü yıl sonunda kayında 4,5 yıl ve en düşük kestane altıncı ay sonunda yaklaşık olarak 1,5 yıl [27] bulunmuştur. 1/k değerlerinin de 3/k değerlerinde olduğu gibi ayrışma sürelerinin artmasıyla her iki türde de arttığı görülmüştür. Kayın meşcerelerinde dördüncü yıl sonu 3/k değeri üçüncü ay sonu 3/k değerinden yaklaşık olarak 2,1 kat fazla olduğu hesaplanmıştır. Yine kayın meşcerelerinde 1/k değeri dördüncü yıl sonu değeri üçüncü ay sonu 1/k değerinin yaklaşık olarak 2,1 katı olarak Çizelge 3.4'teki gibi bulunmuştur. “k” değerlerindeki bu değişimler ayrışma dinamiğinin farklılığından kaynaklanabilir [27].

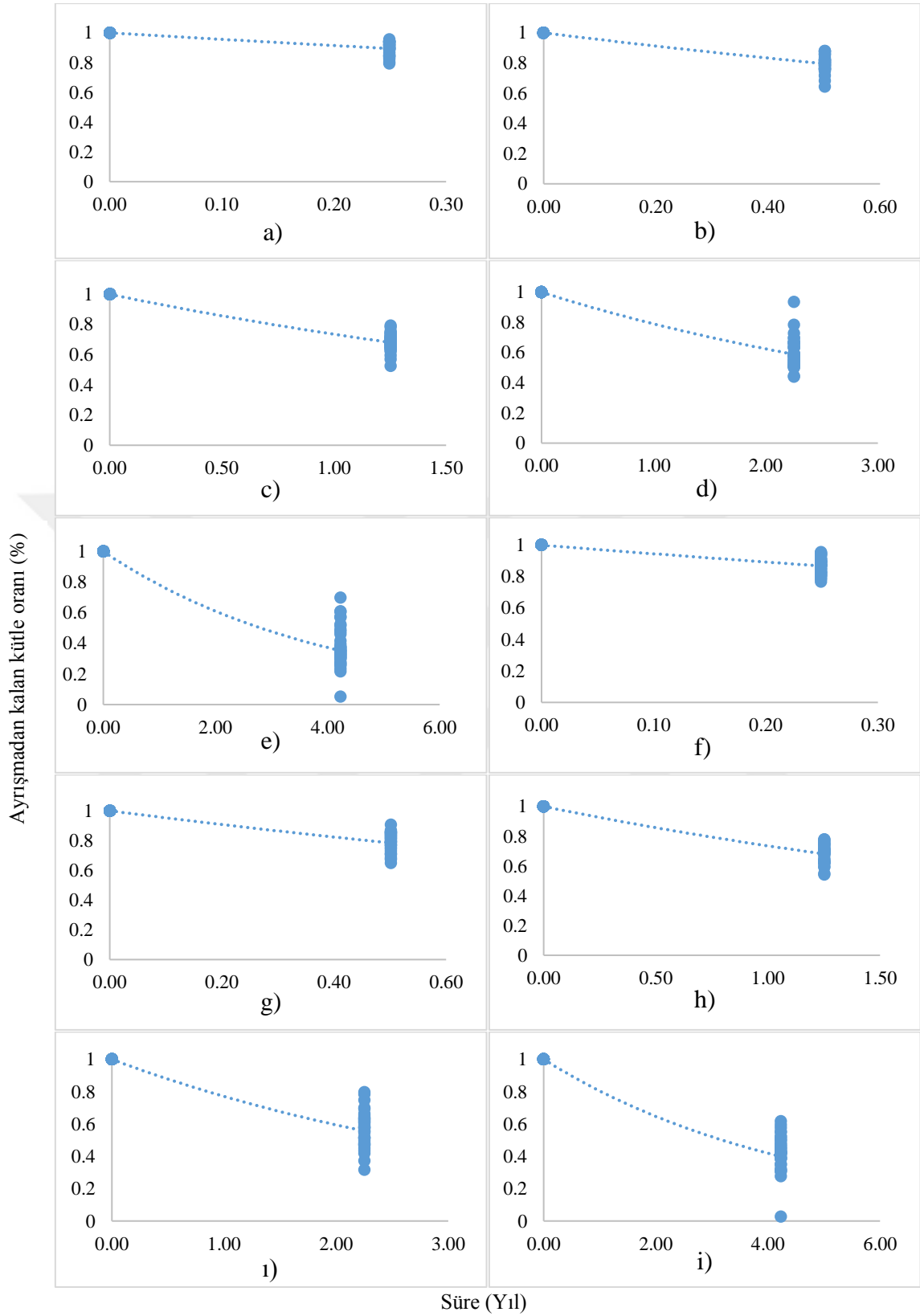
Çizelge 3.4. Düzce Akçakoca bölgesi kayın ve kestane meşcerelerinde dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl ve 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ölü örtünün % 95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

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	0,5	6,37		2,12	
Kestane	0,5	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	
Kayın	4,23	12,93		4,31	
Kestane	4,23	9,77		3,26	

\*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.

### 3.1.2.2. Kayında Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre “k” Değerlerinin Karşılaştırılması

Kayın meşcerelerinde ölü örtü ayrışma katsayısı doğu ve batı bakılarına göre beş farklı zaman periyodu (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yıl sonu, 2. yıl sonu ve 4. yıl sonu) için basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır Şekil 3.6'daki gibi gösterilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucu en düşük “k” değeri ikinci yıl sonunda batı bakıda 0,236 ve en yüksek “k” değeri de üçüncü ay sonu doğu bakıda 0,571 olarak bulunmuştur (P1, P2, P3 ve P4 için). Üçüncü ay sonunda doğu bakı için hesaplanan “k” değerinin, batı bakı için hesaplanan değer yaklaşık 1,3 katı olduğu ortaya çıkmıştır ( $P = 0,009$ ). Sonuç olarak 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 [27]. Kayın meşceresi beşinci zaman periyodundan elde edilen sonuçlara göre en düşük “k” değerinin dördüncü yıl sonunda doğu bakıda 0,217 ve en yüksek “k” değeri üçüncü ay sonu doğu bakıda 0,571 olarak hesaplanmıştır. Üçüncü ay sonu ile dördüncü yıl sonu batı bakı değerleri karşılaştırıldığında birbirinden farklı olduğu bulunmuştur. Fakat diğer zaman periyodunda bakılar için hesaplanan “k” değerleri arasında önemli bir fark görülmemiştir. Ayrışmanın doğu bakıda batı bakıya oranla daha hızlı gerçekleştiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.6. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde a), b), c), d), e) Batı ve f), g), h), ı), i) Doğu bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) için ölü örtü ayrışma modeli.

Bakılara göre ayrışma sonucu kalan kütle miktarları ( $M_t$ ) ve yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak oluşturulan Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6’daki gibi formüllerle hesaplanmıştır.

Çizelge 3.5. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması  $\pm$  standart hataları.

Bakı	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri $\pm$ standart hata				R <sup>2</sup>
Batı	0,25	0,445	$\pm$	0,033	b	0,72
Doğu	0,25	0,571	$\pm$	0,04	a	0,74
Batı	0,5	0,456	$\pm$	0,023	a	0,85
Doğu	0,5	0,486	$\pm$	0,028	a	0,81
Batı	1,25	0,307	$\pm$	0,011	a	0,91
Doğu	1,25	0,307	$\pm$	0,012	a	0,90
Batı	2,25	0,236	$\pm$	0,011	a	0,85
Doğu	2,25	0,26	$\pm$	0,015	a	0,81
Batı	4,23	0,247	$\pm$	0,017	a	0,74
Doğu	4,23	0,217	$\pm$	0,02	a	0,63

\*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 meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl ) sonunda ayrışmadan kalan kütle için hesaplandığı denklemler.

Tür	Süre (t) (Yıl)	Denklem
Batı	0,25	$M_t = e^{-0,445t}$
Doğu	0,25	$M_t = e^{-0,571t}$
Batı	0,5	$M_t = e^{-0,456t}$
Doğu	0,5	$M_t = e^{-0,486t}$
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	$M_t = e^{-0,260t}$
Batı	4,23	$M_t = e^{-0,247t}$
Doğu	4,23	$M_t = e^{-0,217t}$

\* $M_t$ : t zamanda kalan kütle.

Kayın meşcerelerinde doğu ve batı bakılarında en düşük 3/k değeri 3. ay sonunda doğu bakısında yaklaşık 5 yıl olarak hesaplanmış ve en yüksek 3/k değerleri ise 2. yılın sonunda batı bakısında bulunmuştur. Ve bu değer 3. ayın sonunda doğu bakısı için bulunan değer yaklaşık 2,4 katı olarak hesaplanmıştır [27]. En düşük 1/k (MRT) değeri 3. ayın sonunda doğu bakısında yaklaşık 2 yıl olarak hesaplanmış ve 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 katı olduğu tespit edilmiştir [27]. Dördüncü yıl sonu kayın meşcerelerinin doğu ve batı bakılarında en yüksek 3/k değeri dördüncü yıl sonu doğu bakısında yaklaşık 14 yıl ve 1/ k (MRT) değeri en yüksek dördüncü yıl sonu doğu bakıda 4,5 yıl olarak bulunmuştur ve Çizelge 3.7 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 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	0,5	6,58		2,19	
Doğu	0,5	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	
Batı	4,23	12,16		4,05	
Doğu	4,23	13,81		4,60	

\*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 meşcerelerinde ölü örtü ayrışma katsayısını yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodunda incelemiş ve en düşük “k” değeri ikinci yılın sonunda dördüncü yükselti basamağında (900-1050 m) 0,205 ve en yüksek “k” değeri de üçüncü yılın sonunda üçüncü yükselti basamağında (750-900 m) 0,571 olarak hesaplanmıştır [27]. Yapılan analiz sonuçları üçüncü ay ve altıncı yılın sonu yükselti basamakları için hesaplanan “k” değerleri arasında bir fark olduğunu göstermemiştir. Birinci yıl sonundaki bir, iki ve üçüncü yükselti basamaklarında (1: 450-600 m, 2: 600-750 m, 3: 750-900 m) “k” değerleri ortalamasına bakıldığında 0,295 olarak bulunmuş, dördüncü yükselti basamağı (900-1050 m) için hesaplanan değer ise diğer üç basamak için hesaplanan değerlerin 1,2 katıdır. İkinci yılın sonunda birinci yükselti basamağındaki (450-600 m) “k” değeri (0,285) dördüncü yükselti basamağındaki (900-1050 m) değerinin yaklaşık 1,4 katı olarak bulunmuştur [27]. *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg ve *Abies amabilis* (Dougl.) Forb. ormanlarında yapılan araştırma sonucunda ayrışmanın en hızlı 275 m de ve en yavaş ayrışma ise 725 m'de üst havzada gerçekleşmiştir. Türler arasında ayrışma oranlarında anlamlı bir fark görülmemiştir [36]. Garhwal Himalaya'nın Dhanaulty bölgesi ılıman

kuşak ormanlarında yapılan çalışmada ayrışma sabiti (k) alt yükseltide 0.511, üst yükseltide 0.438 ve orta yükseltide 0.256 şeklinde bulunmuştur [14].

Sonuç olarak ilk üç ay ve altı ay sonunda ayrışma hızında bir fark yokken, birinci yıl sonunda yükselti arttıkça ayrışmanın hızlandığı görülmüştür [27]. Kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına (1: 450-600 m, 2: 600-750 m, 3: 750-900 m ve 4: 900-1050 m) göre ölü örtü ayrışma katsayısı beşinci zaman periyodunda (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yıl sonu, 2. yıl sonu ve 4. yıl sonu) elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise; dördüncü yıl sonunda yükselti basamakları için hesaplanan “k” değerleri arasında bir fark bulunamamıştır. Çizelge 3.8’deki gibi yapılan çalışmalardan elde edilen çıkarımlara göre ölü örtü ayrışma katsayısının yükselti basamakları ile arasında bir fark bulunamamıştır.

Her bir zaman periyodunda yükselti basamaklarına göre ayrışmadan kalan kütle miktarları (Mt) yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak formüllerle Çizelge 3.9’daki gibi hesaplanmıştır.

Kayın meşcerelerinde yükseltiye göre en düşük 3/k değeri 3. ayın sonunda üçüncü yükselti basamağında (750-900 m) yaklaşık 5 yıl ve en yüksek 3/k değeri ise 2. yılın sonunda dördüncü yükselti basamağında (900-1050 m) bulunmuştur [27].

Ve en düşük 1/k (MRT) değeri 3. ay sonunda üçüncü yükselti basamağında (750-900 m) yaklaşık 2 yıl olarak hesaplanmıştır [27]. En yüksek 1/k değeri ise 2. yıl sonunda dördüncü yükselti basamağında (900-1050 m) 3. ayın sonu üçüncü yükselti basamağında (750-900 m) bulunanın yaklaşık 2,7 katı olarak hesaplanmıştır [27].

Çizelge 3.8. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 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	$\pm$	0,04	a	0,78
600-750	0,25	0,481	$\pm$	0,065	a	0,61
750-900	0,25	0,558	$\pm$	0,046	a	0,81
900-1050	0,25	0,555	$\pm$	0,056	a	0,74
450-600	0,5	0,464	$\pm$	0,03	a	0,87
600-750	0,5	0,496	$\pm$	0,043	a	0,79
750-900	0,5	0,496	$\pm$	0,039	a	0,79
900-1050	0,5	0,485	$\pm$	0,03	a	0,88
450-600	1,25	0,295	$\pm$	0,009	b	0,96
600-750	1,25	0,295	$\pm$	0,012	b	0,94
750-900	1,25	0,295	$\pm$	0,017	b	0,94
900-1050	1,25	0,352	$\pm$	0,021	a	0,88

Çizelge 3.8 (devam). Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.

450-600	2,25	0,285	±	0,02	a	0,85
600-750	2,25	0,25	±	0,017	ba	0,86
750-900	2,25	0,252	±	0,018	ba	0,84
900-1050	2,25	0,205	±	0,016	b	0,82
450-600	4,23	0,268	±	0,028	a	0,73
600-750	4,23	0,210	±	0,039	a	0,45
750-900	4,23	0,213	±	0,014	a	0,87
900-1050	4,23	0,237	±	0,016	a	0,87

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

Dördüncü yıl sonu sonuçlarında Çizelge 3.10’da görüldüğü gibi 3/k değerinin en yüksek dördüncü yıl sonu ikinci yükselti basamağında (600-750 m) 14,29 olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.9. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ayırışmadan kalan kütlenin hesaplandığı denklemler.

Yükselti Basamağı (m)	Süre (t) (Yıl)	Denklem
450-600	0,25	$M_t = e^{-0,438t}$
600-750	0,25	$M_t = e^{-0,481t}$
750-900	0,25	$M_t = e^{-0,558t}$
900-1050	0,25	$M_t = e^{-0,555t}$
450-600	0,5	$M_t = e^{-0,464t}$
600-750	0,5	$M_t = e^{-0,496t}$
750-900	0,5	$M_t = e^{-0,496t}$
900-1050	0,5	$M_t = e^{-0,485t}$
450-600	1,25	$M_t = e^{-0,295t}$
600-750	1,25	$M_t = e^{-0,295t}$
750-900	1,25	$M_t = e^{-0,295t}$
900-1050	1,25	$M_t = e^{-0,352t}$
450-600	2,25	$M_t = e^{-0,285t}$
600-750	2,25	$M_t = e^{-0,250t}$
750-900	2,25	$M_t = e^{-0,252t}$
900-1050	2,25	$M_t = e^{-0,205t}$
450-600	4,23	$M_t = e^{-0,268t}$
600-750	4,23	$M_t = e^{-0,210t}$
750-900	4,23	$M_t = e^{-0,213t}$
900-1050	4,23	$M_t = e^{-0,237t}$

\* $M_t$ : t zamanda kalan kütle.

Çizelge 3.10. Düzce Akçakoca bölgesi kayın meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ölü örtünün % 95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

Yükselti Basamağı (m)	Süre	3/k* (Yıl)	1/k*	3/k+ (Yıl)	1/k+
	(Yıl)		(MRT) (Yıl)		(MRT) (Yıl)
450-600	0,25	6,85	2,28		
600-750	0,25	6,24	2,08		
750-900	0,25	5,38	1,79		
900-1050	0,25	5,41	1,80		
450-600	0,5	6,47	2,16		
600-750	0,5	6,05	2,02		
750-900	0,5	6,05	2,02		
900-1050	0,5	6,19	2,06		
450-600	1,25	10,17	3,39	4,33	1,44
600-750	1,25	10,17	3,39	7,63	2,54
750-900	1,25	10,17	3,39	8,23	2,74
900-1050	1,25	8,52	2,84	4,47	1,59
450-600	2,25	10,53	3,51		
600-750	2,25	12,00	4,00		
750-900	2,25	11,90	3,97		
900-1050	2,25	14,63	4,88		
450-600	4,23	11,19	3,73		
600-750	4,23	14,29	4,76		
750-900	4,23	14,08	4,69		
900-1050	4,23	10,99	4,22		

\*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.

### 3.1.2.3. Kestanede Bakı ve Yükselti Basamaklarına Göre "k" Değerlerinin Karşılaştırılması

Ayrışma katsayısı doğu ve batı bakılarına göre dört farklı zaman periyodunda incelenmiş ve en düşük "k" değeri ikinci yılın sonunda batı bakıda 0,373 ve en yüksek "k" değeri de üçüncü yılın sonunda doğu bakıda 0,890 olarak hesaplanmıştır. Birinci (P = 0,010) ve ikinci (P = 0,010) yılın sonunda doğu ve batı bakısı için hesaplanan "k" değerlerinin farklı olduğu görülmüştür [27]. Dördüncü yıl sonu için hesaplanan ayrışma katsayısı doğu ve batı bakılar için Şekil 3.7'deki gibi basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır. Birinci yıl ve ikinci yılın sonunda doğu ve batı bakılarda hesaplanan "k" değerlerinin farklı olduğu görülmüştür [27]. Üçüncü ay, altıncı ay [27] ve dördüncü yılda bakılar arasında bir farklılık görülmemiştir.

*Picea orientalis*, *Pinus sylvestris* ve *Castanea sativa* türlerinde ayrışma ile ilgili olarak; ilk 6 ay sonunda ayrışma yüzdesini kestane için % 25,9, sarıçam için % 16,4, ladin %

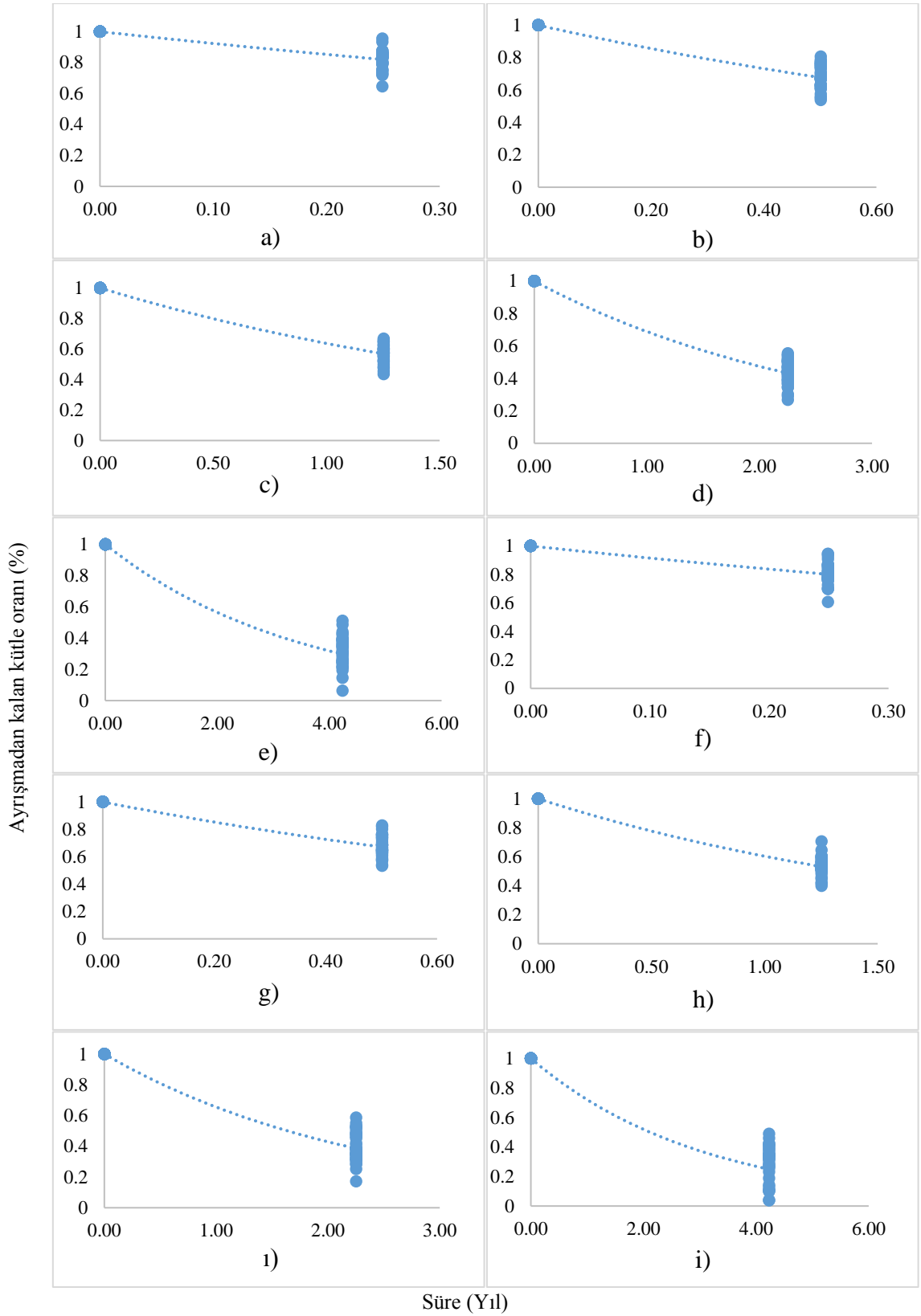
8,87 olarak hesaplamıştır. 24. ayın sonundaki ayrışma yüzdesi ise; kestane için % 64,5, sarıçam % 51,1 ve ladin % 35,9 olarak bulunmuştur [33]. Hesaplanan en düşük “k” değeri dördüncü yıl sonu batı bakıda 0,286 ve en yüksek üçüncü ay sonu doğu bakıda 0,890 olarak bulunmuştur. Ayrışma hızının iklim özelliklerinden etkilendiğini buna göre ağaçların ayrışma oranının (k) farklı olduğunu; 0,25 ve bu değere yakın olanlarda ayrışma hızının düşük, 4 ve 4’e yaklaştıkça ayrışmanın hızlı olduğu [55] bilgisine dayanarak bu nedenle çalışma sahalarında ölü örtü kimyasının ayrışma hızında daha etkin bir rol almış olabileceği düşünülebilir [27].

Her bir zaman periyodunda ayrışmadan kalan kütle miktarları (Mt) bakılara göre yine aynı zaman periyotları için elde edilen “k” değerleri kullanılarak Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12’deki gibi 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, 2,25 yıl ve 4,23 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	0,77
Doğu	0,25	0,89	±	0,061	a	0,75
Batı	0,5	0,779	±	0,035	a	0,87
Doğu	0,5	0,798	±	0,037	a	0,86
Batı	1,25	0,451	±	0,014	b	0,93
Doğu	1,25	0,504	±	0,016	a	0,93
Batı	2,25	0,373	±	0,013	b	0,91
Doğu	2,25	0,423	±	0,019	a	0,87
Batı	4,23	0,286	±	0,015	a	0,83
Doğu	4,23	0,328	±	0,025	a	0,70

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



Şekil 3.7. Düzce Akçakoca bölgesi Kestane meşcerelerinde a), b), c), d), e) Batı ve f), g), h), i), j) Doğu bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) için ölü örtü ayrışma modeli.

Çizelge 3.12. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23) sonunda ayrışmadan kalan kütlelerin hesaplandığı denklemler.

Bakı	Süre (t) (Yıl)	Denklem
Batı	0,25	$M_t = e^{-0,797t}$
Doğu	0,25	$M_t = e^{-0,89t}$
Batı	0,5	$M_t = e^{-0,779t}$
Doğu	0,5	$M_t = e^{-0,798t}$
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	$M_t = e^{-0,423t}$
Batı	4,23	$M_t = e^{-0,286t}$
Doğu	4,23	$M_t = e^{-0,328t}$

\* $M_t$ : t zamanda kalan kütle.

Elde edilen verilerde en düşük 3/k değeri 3. ayın sonunda doğu bakıda yaklaşık 3 yıl ve en yüksek 3/k değerleri ise 2. yılın sonunda batı bakıda bulunmuş ve bu değer 3. ayın sonunda doğu bakı için hesaplanan değer yaklaşık 2,4 katı olarak hesaplanmıştır [27]. Kestane 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 bulunmuştur [27]. Dördüncü yıldaki ayrışma sonuçlarından elde edilen verilerde en yüksek 3/k değeri ise dördüncü yıl sonu batı bakıda yaklaşık olarak 10,5 yıl olarak bulunmuştur. Batı bakı üçüncü ay 3/k değeri ile altıncı ay doğu bakı sonuçları aynı olarak bulunmuştur [27]. Batı bakı dördüncü yıl sonu değeri yine batı bakı üçüncü ay sonu değerinin yaklaşık 2,7 katı olarak bulunmuştur. Aynı şekilde 1/k (MRT) değeri en düşük üçüncü ay sonu doğu bakıda [27] ve en yüksek 1/k değeri dördüncü yıl sonu batı bakıda bulunmuştur. Dördüncü yıl sonu batı bakı 1/k değerinin üçüncü ay sonu batı bakıdan yaklaşık olarak 2,8 kat fazla olduğu hesaplanmış ve Çizelge 3.13'te gösterilmiştir.

Ayrışma katsayıları yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodunda incelenmiştir. En düşük "k" değeri ikinci yılın sonunda ikinci yükselti basamağında (600-750 m) 0,371 ve en yüksek "k" değeri de üçüncü ayın sonunda birinci yükselti basamağında (450-600 m) 0,912 olarak bulunmuştur [27]. Ve üçüncü ay ve altıncı ayın sonu ile birinci yılın sonunda yükselti basamakları için hesaplanan "k" değerleri arasında istatistiki bir fark görülmemiştir. İkinci yılın sonunda "k" değerleri yükselti basamakları arasında farklılık göstermiştir (P = 0,001).

Çizelge 3.13. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde bakıya göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 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*	1/k+
				(MRT) (Yıl)	(MRT) (Yıl)
Batı	0,25	3,76		1,25	
Doğu	0,25	3,37		1,12	
Batı	0,5	3,85		1,28	
Doğu	0,5	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	
Batı	4,23	10,49		3,50	
Doğu	4,23	9,15		3,05	

\*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.

Sonuç olarak ikinci yıla kadar ayrışma hızında bir fark yokken, ikinci yılın sonunda genel eğilimin yükselti arttıkça ayrışma hızının yavaşladığı yönünde olduğu belirlenmiştir [27]. Ayrışma katsayıları yükselti basamaklarına (1: 450-600 m, 2: 600-750 m, 3: 750-900 m ve 4: 900-1050 m) göre beşinci zaman periyodu içinde basit üssel model kullanılarak hesaplanmıştır. En düşük "k" değeri dördüncü yıl sonundaki dördüncü yükselti basamağında (900-1050 m) 0,268 ve en yüksek "k" değeri ise üçüncü ay sonu birinci yükselti basamağında (450-600 m) 0,912 olarak bulunmuştur.

Sarıyıldız ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışma sonucunda, doğu kayını, saplı meşe, Doğu Karadeniz göknarı ve sarıçam ormanlarında ölü örtü ayrışma hızının ağaç türü ve yamaç konumuna göre değiştiği, saplı meşe ölü örtüsünün denemede kullanılan diğer türlere oranla daha hızlı ayrıştığı belirtilmektedir [66].

Dördüncü yıl sonundaki değerlere bakıldığında birinci ve dördüncü yükselti basamağında(1: 450-600 m ve 4: 900-1050 m) "k" değerleri yükselti basamaklarında farklılık gösterirken, ikinci ve üçüncü yükselti basamakları (2: 600-750 m ve 750-900 m) arasında bir farklılık bulunamamıştır ve Çizelge 3.14'te gösterilmiştir. Sonuç olarak ikinci yıl sonuna kadar bir fark yokken [27] ikinci yıl sonu ve dördüncü yıl sonu değerlerinde genel eğilim yükselti arttıkça ayrışma hızının yavaşladığı yönündedir.

Çizelge 3.14. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda hesaplanan “k” değerleri ortalaması ± standart hataları.

Yükselti Basamağı (m)	Süre (Yıl)	Ortalama k değerleri ± standart hata				R <sup>2</sup>
450-600	0,25	0,912	±	0,062	a	0,86
600-750	0,25	0,729	±	0,074	a	0,74
750-900	0,25	0,864	±	0,094	a	0,71
900-1050	0,25	0,868	±	0,085	a	0,75
450-600	0,5	0,829	±	0,045	a	0,91
600-750	0,5	0,705	±	0,051	a	0,85
750-900	0,5	0,807	±	0,056	a	0,86
900-1050	0,5	0,812	±	0,053	a	0,87
450-600	1,25	0,465	±	0,022	a	0,92
600-750	1,25	0,474	±	0,022	a	0,93
750-900	1,25	0,52	±	0,025	a	0,92
900-1050	1,25	0,452	±	0,016	a	0,95
450-600	2,25	0,447	±	0,028	a	0,88
600-750	2,25	0,371	±	0,016	bc	0,94
750-900	2,25	0,435	±	0,021	ba	0,92
900-1050	2,25	0,339	±	0,020	c	0,89
450-600	4,23	0,371	±	0,042	a	0,69
600-750	4,23	0,278	±	0,021	ba	0,84
750-900	4,23	0,311	±	0,027	ba	0,79
900-1050	4,23	0,268	±	0,018	b	0,86

\*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 (Mt) yine aynı zaman periyotlarında elde edilen “k” değerleri kullanılarak oluşturulan Çizelge 3.15’teki formüllerle hesaplanmıştır.

Sargıncı Batı Karadeniz ormanlarında yaptığı çalışmada “k” değerlerine göre en düşük 3/k değeri 3. ayın sonunda birinci yükselti basamağında (450-600 m) yaklaşık 3 yıl olarak hesaplanmıştır ve en yüksek 3/k değeri ise 2. yılın sonunda dördüncü yükselti basamağında (900-1050 m) 3. ayın sonu birinci yükselti basamağındaki değer yaklaşık 2,7 katı olarak hesaplanmıştır [27]. En düşük 1/k (MRT) değeri incelendiğinde 3. ayın sonunda birinci yükselti basamağında (450-600 m) yaklaşık 1 yıl olarak hesaplanmıştır [27]. Dördüncü yılın sonundaki ayrışma sonucu “k” değerlerine göre en yüksek 3/k değerinin dördüncü yıl sonu dördüncü yükselti basamağında (900-1050 m) 11 yıl olarak hesaplandığı görülmüştür. Dördüncü yıl sonu birinci yükselti basamağındaki (450-600 m) değer üçüncü ay birinci yükselti basamağındaki (450-600 m) değerden yaklaşık olarak

2,5 kat fazla bulunmuştur. Aynı şekilde en düşük 1/k (MRT) değeri en düşük üçüncü ay sonu birinci yükselti basamağında (450-600 m) bulunurken [27] en yüksek 1/k değeri dördüncü yıl sonu dördüncü yükselti basamağında (900-1050 m) yaklaşık olarak 4 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 1/k değeri en düşük 1/k değerinden yaklaşık olarak 3,3 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır [27], Çizelge 3.15 ve Çizelge 3.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.15. Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ayrışmadan kalan kütle için hesaplandığı denklemler.

Yükselti Basamağı (m)	Süre (t) (Yıl)	Denklem
450-600	0,25	$M_t = e^{-0,912t}$
600-750	0,25	$M_t = e^{-0,729t}$
750-900	0,25	$M_t = e^{-0,864t}$
900-1050	0,25	$M_t = e^{-0,868t}$
450-600	0,5	$M_t = e^{-0,829t}$
600-750	0,5	$M_t = e^{-0,705t}$
750-900	0,5	$M_t = e^{-0,807t}$
900-1050	0,5	$M_t = e^{-0,812t}$
450-600	1,25	$M_t = e^{-0,465t}$
600-750	1,25	$M_t = e^{-0,474t}$
750-900	1,25	$M_t = e^{-0,52t}$
900-1050	1,25	$M_t = e^{-0,452t}$
450-600	2,25	$M_t = e^{-0,447t}$
600-750	2,25	$M_t = e^{-0,371t}$
750-900	2,25	$M_t = e^{-0,435t}$
900-1050	2,25	$M_t = e^{-0,339t}$
450-600	4,23	$M_t = e^{-0,371t}$
600-750	4,23	$M_t = e^{-0,278t}$
750-900	4,23	$M_t = e^{-0,311t}$
900-1050	4,23	$M_t = e^{-0,268t}$

\* $M_t$ : 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, 2,25 yıl ve 4,23 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)	3/k+ (Yıl)	1/k+ (MRT) (Yıl)
450-600	0,25	3,29	1,10		
600-750	0,25	4,12	1,37		
750-900	0,25	3,47	1,16		
900-1050	0,25	3,46	1,15		
450-600	0,5	3,62	1,21		
600-750	0,5	4,26	1,42		

Çizelge 3.16 (devam). Düzce Akçakoca bölgesi kestane meşcerelerinde yükselti basamaklarına göre dört farklı zaman periyodu (0,25 yıl, 0,50 yıl, 1,25 yıl, 2,25 yıl ve 4,23 yıl) sonunda ölü örtünün % 95'inin ayrışması için gerekli olan süre (3/k) ve ortalama konaklama süreleri (1/k).

750-900	0,5	3,72	1,24		
900-1050	0,5	3,69	1,23		
450-600	1,25	6,45	2,15	3,26	1,09
600-750	1,25	6,33	2,11	6,72	2,24
750-900	1,25	5,77	1,92	5,44	1,81
900-1050	1,25	6,64	2,21	2,39	0,8
450-600	2,25	6,71	2,24		
600-750	2,25	8,09	2,70		
750-900	2,25	6,90	2,30		
900-1050	2,25	8,85	2,95		
450-600	4,23	8,09	2,70		
600-750	4,23	10,79	3,60		
750-900	4,23	9,65	3,22		
900-1050	4,23	11,19	3,73		

\*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.

### 3.1.3. Ölü Örtü ADF, Lignin, Selüloz Oranları

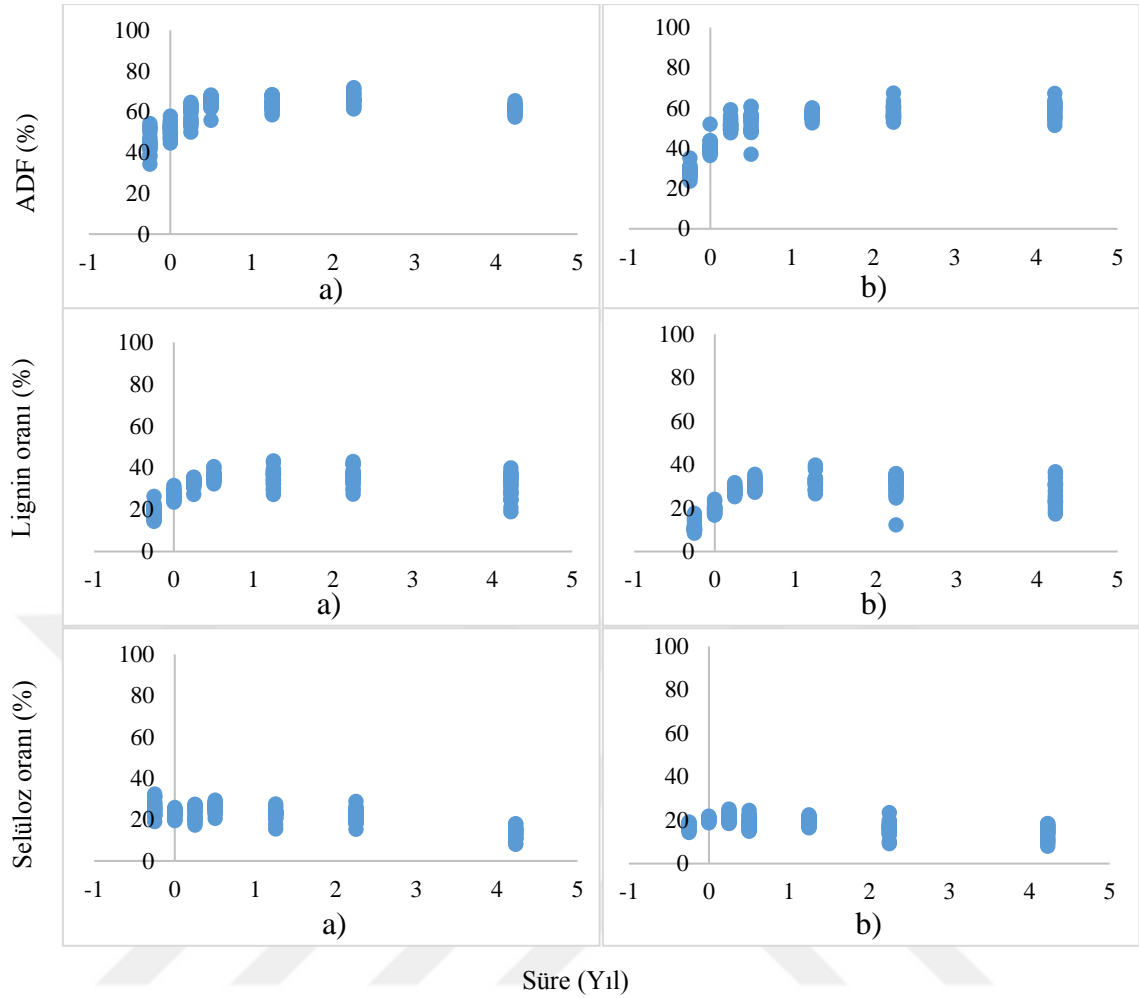
Sargıncı yaptığı çalışmada ADF oranlarının taze yapraklarda ve yeni dökülen yapraklarda, ağaç türleri ile arasında farklılık olduğundan bahsetmiştir (Bütün P-değerleri <0,0001) [27]. Buna göre kayın ağacının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüdeki yapraklarda, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda ADF oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 60, % 27, % 14, % 22, % 14 ve % 14 daha fazla çıkmıştır [27]. Yapılan istatistik analiz sonucu, hem kayın hem de kestanede hesaplanan ADF oranları periyotlar arasında farklılıklar göstermiştir (P-değerleri: <0,0001). Kayında 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 saptanmıştır [27]. Kestane de ise 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 görülmüştür [27]. 4. yıl sonu değerlerine bakıldığında ise ADF oranları taze yapraklarda ve yeni dökülen yapraklarda beşinci periyotta (4. yıl sonu) da ayrışmanın başlangıçtaki oranlara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (4.yıl sonu P değeri 0,0062). Kayın ağacının taze yapraklarında

ve dökülen ölü örtüdeki yapraklarda ayrışmanın 4.yılı sonundaki ADF oranları kestane yapraklarından % 4 daha fazla bulunmuştur. Yapılan istatistiki analizler sonucunda hem kayın hem de kestanede periyotlar arasında hesaplanan ADF oranları farklılık göstermiş, Çizelge 3.17’de belirtilmiştir. Kayın yapraklarındaki en düşük ADF oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 2. yıl sonuna kadar sırasıyla % 13, % 30, % 42, % 41 ve % 45 [27] olduğu 4. yıl sonunda ise % 36 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yine kestane de en düşük ADF oranının taze yeşil yapraklarda olduğu görülmüştür [27]. Oranlara bakıldığında dökülen ölü örtüdeki yapraklarda % 43 olduğu ve ayrışmanın 2. yıl sonuna kadar sırasıyla % 82, % 86, % 99, % 105 [27] olduğu ve 4.yıl sonunda ise % 109 daha fazla olduğu belirlenmiştir, Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

Lignin değerleri taze yapraklarda ve dökülen ölü örtüde ayrışmanın 3.ay, 6. ay, 1. yılı ve 2. yılı sonunda türler arası farklılık göstermiştir (P-değerleri sırasıyla <0,0001; <0,0001; <0,0001; 0,0034 ve 0,0002) [27]. Buna göre kayının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3.ay, 6. ay, 1. yılı ve 2. yılı sonunda yapraklarında lignin oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 72, % 39, % 17, % 14, % 10 ve % 17 daha fazla çıkmıştır. Lignin içerikleri dördüncü yıl sonuçlarının da türler arası farklılık gösterdiği (P = 0,004), bunun sonucunda kayında taze yapraklarda ve dökülen ölü örtüde ayrışmanın % 19 daha fazla çıktığı görülmüştür.

Periyotlar arası farkın tespiti için yapılan istatistik analiz sonucu, hem kayın hem de kestanede hesaplanan lignin oranları periyotlar arasında farklılıklar göstermiştir (P-değerleri <0,0001). Kayın yapraklarındaki en düşük lignin oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın 3. ayına göre sırasıyla % 41 ve % 72 daha fazla olduğu belirtilmiştir [27]. 6. Ayda ise yaklaşık % 8 daha fazla olduğu görülmüştür [27]. 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 bulunmuştur [27]. 6. ay ve 1. yıl sonunda yaklaşık % 185 daha fazla olduğu, 2. yılın sonunda ise % 170 daha fazla olduğu belirlenmiştir [27].

Yapılan istatistiki analiz verilerine göre hem kayın hem de kestanenin dördüncü yıl sonuçlarının da istatistiki olarak farklı olduğu bulunmuştur. Kayının taze yeşil yapraklarında dördüncü yıl sonundaki lignin oranının % 63 daha fazla ve kestanenin taze yeşil yapraklarındaki lignin oranı ise % 137 daha fazla olduğu bulunmuştur.



Şekil 3.8. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın, b) 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23 yıl: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yapraklardaki ADF, Lignin ve Selüloz Oranları (%).

Karaçam, sarıçam, meşe ve kestane türlerinin ayrışma oranları incelendiğinde ise her iki ortamda da kestane türü en hızlı ayrışmayı gösterirken; sırasıyla bunu meşe, sarıçam ve karaçamın izlediği görülmüştür. Türlerin aynı ortamdaki ayrışma farklılıklarına bakıldığında belirleyici olan faktörün türlerin başlangıçtaki lignin miktarı olduğu tespit edilmiştir ( $R^2 = 0,98$ ). % 21 ile en az lignin miktarına sahip kestane türü en yüksek ayrışmayı gösterirken, % 35 ile karaçam türü en düşük ayrışmayı göstermiştir [40]. Selüloz içerikleri 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  $<0,0001$ ). 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 olduğu hesaplanmıştır. Dördüncü yıl sonunda da ayrışmanın türler arası farklılık göstermediği (P- değeri < 0,3254) görülmüştür. Değerler incelendiğinde kayının 4.yıl sonu selüloz oranının kestane yapraklarından % 6 daha az olduğu bulunmuştur.

Hem kayın hem de kestanede hesaplanan selüloz oranları periyotlar arasında da istatistiki olarak farklılıklar göstermiştir (P- değerleri <0,0001). Kayındaki dökülen yapraklarda, ayrışmanın 3. ayı sonundaki, 1 ve 2. yılı sonundaki yapraklarda selüloz oranlarında bir fark görülmezken, taze yapraklardaki ve ayrışmanın 6. ayı sonundaki yapraklarda selüloz oranları diğer periyotlardan yaklaşık % 10 daha fazla bulunmuştur. Kestanede ise en düşük selüloz oranının taze yapraklarda ve ayrışmanın 2. yılı sonundaki yapraklarda olduğu ve bu oranın ayrışmanın 3. ayının sonunda % 26 daha fazla olduğu görülmüştür. Her iki türde dördüncü yıl sonunda periyotlar arasında istatistiki olarak farklılıklar göstermemiştir.

Kayında dördüncü yıl sonundaki dökülen taze yapraklarda, 6. ay ve dördüncü yıl selüloz oranlarında ve Kestanede de dökülen yapraklarda, 3. ay ve dördüncü yıl sonuçları arasında bir fark görülmemiştir. Kestanede dördüncü yılsonu değeri diğer periyotlardan yaklaşık olarak % 16 daha az olarak bulunmuş, Çizelge 3.17 ve Çizelge 3.18'de belirtilmiştir.

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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%) ± standart hataları.

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

Çizelge 3.17 (devam). 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%) ± standart hataları.

Kayın	4,23	61,69	±	0,40	a	31,35	±	1,15	a	13,49	±	0,56	a
Kestane	4,23	59,22	±	0,76	b	26,45	±	1,12	b	14,32	±	0,62	a

\*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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23 yıl: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yaprakların ADF, Lignin ve Selüloz oranları ortalaması (%) ± standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	ADF (%) ± standart hata				Lignin (%) ± standart hata				Selüloz (%) ± standart hata			
Kayın	-0,25	45,51	±	1,04	e	19,18	±	0,57	d	25,60	±	0,71	a
Kayın	0	51,40	±	0,64	d	27,09	±	0,42	c	22,98	±	0,35	b
Kayın	0,25	58,96	±	0,88	c	32,89	±	0,37	ab	23,19	±	0,61	b
Kayın	0,50	64,57	±	0,54	ab	35,85	±	0,41	a	25,81	±	0,41	a
Kayın	1,25	64,20	±	0,59	ab	35,30	±	0,82	a	22,74	±	0,53	b
Kayın	2,25	66,17	±	0,60	a	35,78	±	0,81	a	22,38	±	0,64	b
Kayın	4,23	61,69	±	0,4	bc	31,35	±	1,15	b	13,49	±	0,56	c
Kestane	-0,25	28,37	±	0,47	d	11,17	±	0,45	e	17,1	±	0,25	cd
Kestane	0	40,55	±	0,63	c	19,53	±	0,40	d	20,34	±	0,14	ab
Kestane	0,25	51,59	±	0,53	b	28,17	±	0,34	bc	21,48	±	0,37	a
Kestane	0,50	52,89	±	1,02	b	31,44	±	0,48	a	18,78	±	0,54	bc
Kestane	1,25	56,56	±	0,36	a	32,02	±	0,68	a	19,61	±	0,37	ab
Kestane	2,25	58,23	±	0,69	a	30,46	±	1,03	ab	16,15	±	0,61	de
Kestane	4,23	59,22	±	0,76	a	26,45	±	1,12	c	14,32	±	0,62	e

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

### 3.1.4. Ölü Örtü C ve N Oranları

Kayın ve kestane türleri 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). Kayın ağacının taze yapraklarında ve ayrışmanın 6. ayı sonundaki yapraklarında C oranları kestane yapraklarından sırasıyla % 1 ve % 3 daha fazla, 1. yılın sonunda ise bu oran % 9 daha az bulunmuştur [27]. Dördüncü yıl sonu C oranları da türler arası farklılıklar göstermemiştir ve kayında ayrışmanın 4. yıl sonundaki değeri kestane yaprağından % 1 daha fazla olduğu bulunmuştur.

Sargıncı Batı Karadeniz bölgesinde kayın ve kestane yapraklarında bulunduğu C oranları periyotlar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir (P-değerleri <0,0001) [27]. Kayın için C oranının taze yeşil yapraklardan ayrışmanın 6. ay sonuna kadar değişmediği, 1. yılın sonunda başlangıçtaki değerden yaklaşık % 17, ikinci yıl sonunda ise % 14 daha az olduğu belirlenmiştir [27]. 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 [27]. Kayın yapraklarında hesaplanan C oranlarının dördüncü yıl sonu değerinin başlangıçta değgerlere göre % 10 daha fazla olduğu görülmüş ve kestane de ise bu değerin diğer oranlara göre % 8 daha fazla olduğu bulunmuş, Çizelge 3.19, Çizelge 3.20'de belirtilmiş, Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada C değerleri; göknar mesceresinde % 6,09, kayın mesceresinde % 4,29 ve göknar-kayın mesceresinde ise % 4,51 bulunmuştur [67].

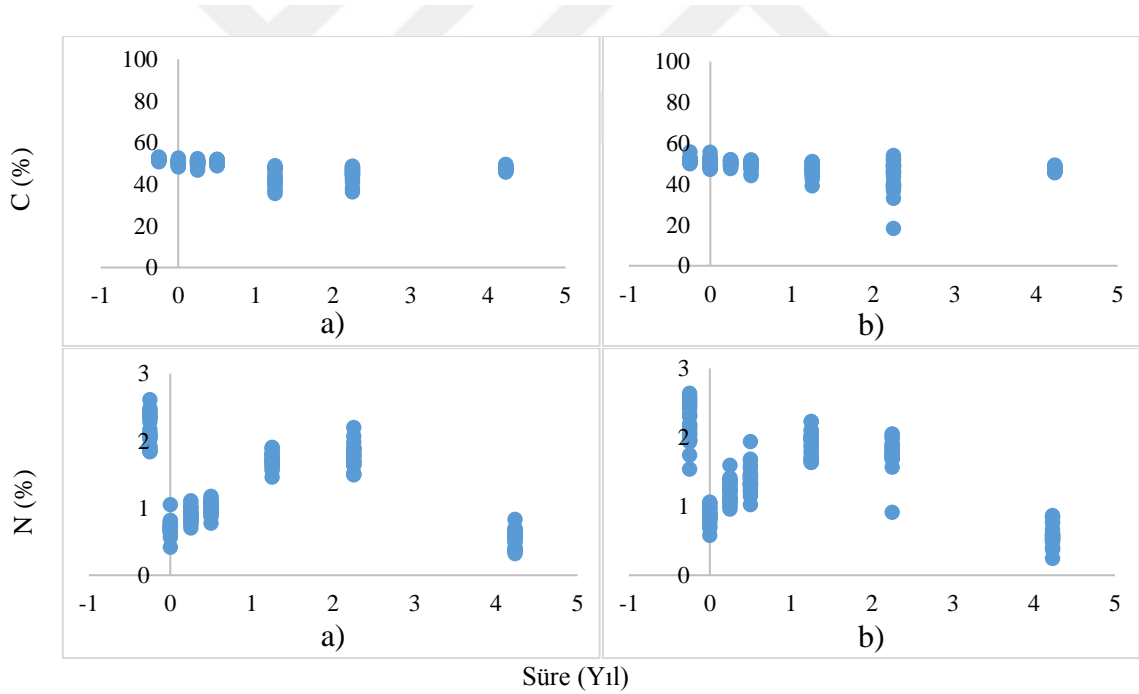
Kuzey Almanya'da da kayın ve ladin ibrelerinin ayrışması ile ilgili yapılan çalışmada; Ladin ve kayının başlangıçtaki C miktarı ayrışma boyunca % 60 oranında azalma göstermiştir. N miktarı ise kayında ilk 3 ayda ve ladin ibrelerinde ise 6 haftada azalma göstermiştir. Ayrışmanın ilerleyen diğer aşamalarında ise N değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir [30].

Yeni dökülen ölü örtüdeki, ayrışmanın 3.ay, 6. ayı ve 1. yılı sonundaki N oranları türler arası farklılıklar göstermiştir (P-değerleri sırasıyla <0,0001; <0,0001; <0,0001 ve 0,0002). Yeni dökülen ölü örtünün, ayrışmanın 3.ay, 6. ayı ve 1. yılı sonunda N değerleri kestane yaprakları için kayın yapraklarından sırasıyla % 23, % 37, % 39 ve % 10 daha fazla çıkmıştır [27]. N oranlarının dördüncü yıl sonunda türler arasında farklılık göstermediği ve N değerinin dördüncü yıl kestane yapraklarının kayın yapraklarından % 7 daha fazla olduğu bulunmuştur.

Hem kayın hem de kestane yapraklarındaki hesapladığı N oranları periyotlar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir (P- değerleri <0,0001), [27]. Kayın yapraklarındaki en yüksek N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda en düşük seviyede ve yeşil yapraklardan % 67 daha az olduğu bulunmuştur [27]. 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 [27]. 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 [27]. Benzer bir araştırmada ise okaliptüs ormanında ayrışmanın 2 yıl boyunca takibi sonucunda P (0,30, 200 kg ha<sup>-1</sup>) ilavesinin arttığı, N (0, 200 kg ha<sup>-1</sup>) 'un ise azaldığı gözlemlenmiştir [34]. Her iki tür için (kayın ve kestane) dördüncü yıl sonu N oranları bakımından periyotlar arasında anlamlı farklılık tespit edilememiştir.

Kayın yapraklarındaki N oranının dördüncü yıl sonunda % 75 daha az olduğu görülmüştür. Aynı şekilde kestane yapraklarındaki N oranının ise dördüncü yıl sonunda başlangıçtaki değerlere göre % 74 daha az olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak en düşük N değerinin kayın ve kestane türlerinin dördüncü yıl sonundaki değerlerinde olduğu görülmüştür (kayın; 0,53, kestane; 0,57). Sonuç olarak her iki tür içinde dördüncü yıl sonu değerlerine göre ayrışma katsayısı ile N oranının negatif bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın, b) 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu 4,23: Ayrışma 4. yıl sonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%) ± standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	C (%) ± standart hata				N (%) ± standart hata			
Kayın	-0.25	52.05	±	0.12	a	2,18	±	0.05	a
Kestane	-0.25	51.44	±	0.24	b	2,21	±	0.06	a
Kayın	0	50.34	±	0.22	a	0.71	±	0.02	b
Kestane	0	50.84	±	0.40	a	0.87	±	0.02	a
Kayın	0.25	50.20	±	0.25	a	0.89	±	0.02	b
Kestane	0.25	50.16	±	0.25	a	1,23	±	0.03	a
Kayın	0.50	50.54	±	0.19	a	1,01	±	0.02	b
Kestane	0.50	49.20	±	0.38	b	1,4	±	0.04	a
Kayın	1,25	43.08	±	0.82	b	1,72	±	0.02	b
Kestane	1,25	47.47	±	0.61	a	1,89	±	0.04	a
Kayın	2,25	45.01	±	0.64	a	1,78	±	0.04	a
Kestane	2,25	43.90	±	1,6	a	1,78	±	0.04	a
Kayın	4,23	47,6	±	0,2	a	0,54	±	0,03	a
Kestane	4,23	47,31	±	0,22	a	0,58	±	0,03	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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) sonunda yaprakların C ve N oranları ortalaması (%) ± standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	C (%) ± standart hata				N (%) ± standart hata			
Kayın	0.25	52.05	±	0.12	a	2,18	±	0.05	a
Kayın	0	50.34	±	0.22	ab	0.71	±	0.02	d
Kayın	0.25	50.20	±	0.25	b	0.89	±	0.02	c
Kayın	0.50	50.54	±	0.19	ab	1,01	±	0.02	c
Kayın	1,25	43.08	±	0.82	e	1,72	±	0.02	b
Kayın	2,25	45.01	±	0.64	d	1,78	±	0.04	b
Kayın	4,23	47,6	±	0,2	c	0,54	±	0,03	e
Kestane	-0.25	51.44	±	0.24	a	2,21	±	0.06	a
Kestane	0	50.84	±	0.40	a	0.87	±	0.02	e
Kestane	0.25	50.16	±	0.25	ab	1,23	±	0.03	d
Kestane	0.50	49.20	±	0.38	ab	1,4	±	0.04	c
Kestane	1,25	47.47	±	0.61	b	1,89	±	0.04	b
Kestane	2,25	43.90	±	1,6	c	1,78	±	0.04	b
Kestane	4,23	47,31	±	0,22	b	0,58	±	0,03	f

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

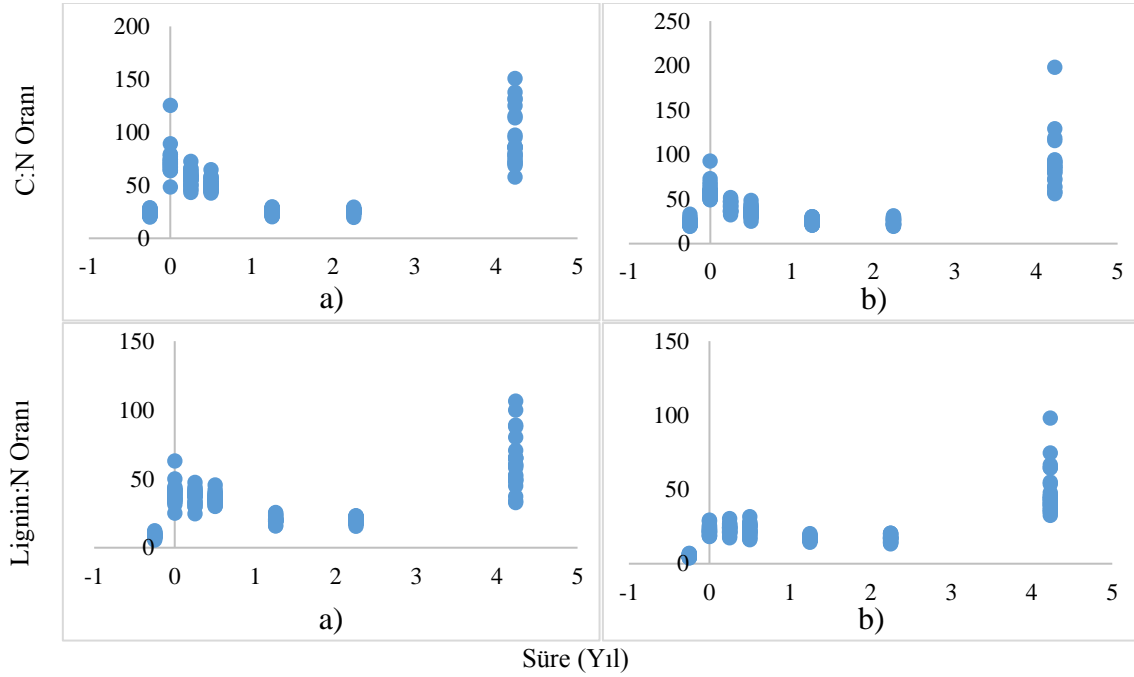
### 3.1.5. Ölü Örtü C:N ve Lignin: N Oranları

Dökülen ölü örtüdeki, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonundaki yapraklarda C:N oranlarının türler arası farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir (P-değerleri sırasıyla 0,0002; <0,0001 ve <0,0001), [27]. Kayın ağacında dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3.ve 6. ayı sonunda C:N oranları kestane yapraklarındakinden sırasıyla % 23, % 37 ve % 41 daha fazla bulunmuştur. 4. yıl sonu C:N oranının türler arasında farklılık göstermediği ve kayın ağacında C:N oranı dördüncü yıl sonu değerleri incelendiğinde kestane yapraklarından % 8 daha fazla olarak bulunmuş ve Şekil 3.10'da gösterilmiştir.

Kayın ve kestane yapraklarında yapılan çalışmada hesaplanan C:N oranları periyotlar arasında farklılıklar göstermiştir (P-değerleri <0,0001), [27]. Kayın yapraklardaki en düşük C:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonu sırasıyla % 201, % 135 ve % 109 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yıl sonunda ise bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Kestanede de aynı şekilde yapraklardaki en düşük C:N oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ve 6. ayı sonu sırasıyla % 150, % 76 ve % 51 daha fazla olduğu, 1. ve 2. yıl sonunda ise bir fark olmadığı görülmüştür. Dördüncü yılında ise kayın yapraklarındaki C:N oranı başlangıçtaki değerlere göre % 349 daha fazla olduğu kestane de ise C:N oranı başlangıçtaki değerlere göre % 324 daha fazla bulunmuştur.

Kuzey Yunanistan da yapılan araştırmalar sonucunda en hızlı ayrışma gösterenin kayın türü olduğu, bunu sırasıyla göknar, karaçam ve sahil çamının takip ettiğini belirtmiştir [68]. Buna paralel olarak en düşük C:N oranı kayın türünde tespit edilmiştir. C:N değeri bakımından mera ve meşe alanlarındaki farklılık incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (P < 0,05). C:N oranı, mera alanlarında, meşe alanlarına göre daha az bulunmuş ve bu sonuca göre mera alanlarındaki organik materyalin parçalanması meşe alanına göre daha hızlı gerçekleştiği belirtilmiştir [42]. Ortalama C:N oranı ladin gençliklerinde kayın gençliklerine göre daha düşük bulunmuştur. Kayın ve ladin sahalarında bakı farklılığının C:N oranı değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (P < 0,05), [43]. Mul tipi humusta C:N oranı 15'ten küçük olarak bulunmuş ve ayrışmanın hızlı olduğu görülmüştür. Ayrışmanın yavaşladığı fakat devam ettiği çürüntülü mul tipi humusta ise C:N oranının 15-25 arasında olduğu belirtilmiştir. Ayrışmanın çok yavaş ilerlediği ham humusta ise C:N oranının 25'ten fazla olduğu tespit edilmiştir [6]. Yapılan bir diğer çalışmada ise ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranları farklı meşcere tiplerine göre incelendiğinde kayın mesceresi 17, göknar mesceresi 20 ve göknar-kayın

mesceresinde 17 bulunmuştur.  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı en yüksek göknar mesceresinde, en düşük kayın mesceresinde hesaplanmıştır [67]. Yapılan çalışma sonuçlarına göre her iki tür içinde dördüncü yıl sonu değerlerindeki ayrışma katsayısı ile C:N oranı arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.10. Düzce Akçakoca bölgesi a) Kayın, b) 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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) 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 gösterdiği belirtilmiştir (P-değerleri  $<0,0001$ ), [27]. Kayın ağacının taze yapraklarında ve dökülen ölü örtüde, ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı, 1. yılı ve 2. yılı sonunda Lignin:N oranlarının kestenedeki değerlerden sırasıyla % 76, % 73, % 60, % 56, % 21 ve % 18 daha fazla çıkmıştır [27]. Lignin:N oranları kayın yapraklarında 4. yıl sonunda kestane yapraklarından % 29 daha fazla bulunmuştur. Hem kayın hem de kestane yapraklarında Lignin:N oranları periyotlar arasında istatistik olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir (P-değerleri  $<0,0001$ ), [27]. 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 bulunmuştur [27]. Kestenede 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 belirtilmiştir ve Çizelge 3.21 ve Çizelge 3.22 gösterilmiştir [27].

Kayın ve kestane yapraklarının her ikisinin dördüncü yıl Lignin:N oranlarında istatistiki olarak incelendiğinde anlamlı farklılıklar göstermiştir (P-değerleri 0,0461). Buna göre kayında dördüncü yıl sonundaki değer başlangıçtaki değerlere göre yaklaşık olarak % 700 daha fazla olarak bulunmuş, kestane ise dördüncü yıl sonundaki değer yaklaşık olarak % 993 daha fazla olarak hesaplanmıştır. Bir başka çalışmada Lignin:N oranı, 37 ay sonunda *Tsuga heterophylla* da kütle kaybı % 61 ve *Abies amabilis* (Dougl) türünde % 50 oranında bulunmuştur [36]. Ladin ve kayın ölü örtüsünde yapılan bir diğer çalışmada sırasıyla ayrışma katsayısı olan k değerleri 0,0257 ve 0,0187 olarak bulunmuştur. Ladin ibrelerinin C:N oranı ortalama % 5,5 ile kayın yapraklarından daha fazla bulunmuştur [30]. Yapılan çalışma sonuçlarına göre her iki tür için ayrışmanın 4. yıl sonu Lignin:N değerleri incelediğinde kayın yapraklarında k değeri ile Lignin:N değeri arasında pozitif bir ilişki bulunurken kestane ise k değeri ile Lignin:N oranı arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) sonunda yaprakların C:N ve Lignin:N oranları ortalaması ± standart hataları.

Tür	Süre (Yıl)	C/N ± standart hata				Lignin/N ± standart hata			
Kayın	-0.25	24.18	±	0.56	a	8,92	±	0.34	a
Kestane	-0.25	23.70	±	0.70	a	5,07	±	0.17	b
Kayın	0	72.77	±	2,75	a	39.10	±	1,45	a
Kestane	0	59.27	±	1,89	b	22.66	±	0.65	b
Kayın	0.25	56.89	±	1,43	a	37.31	±	1,03	a
Kestane	0.25	41.61	±	1,14	b	23.30	±	0.59	b
Kayın	0.50	50.51	±	1,08	a	35.78	±	0.76	a
Kestane	0.50	35.80	±	1,07	b	22.92	±	0.80	b
Kayın	1,25	25.17	±	0.62	a	20.57	±	0.50	a
Kestane	1,25	25.32	±	0.65	a	16.95	±	0.29	b
Kayın	2,25	25.50	±	0.45	a	20.24	±	0.45	a
Kestane	2,25	24.66	±	0.71	a	17,11	±	0.45	b
Kayın	4,23	108,44	±	8,87	a	71,41	±	6,19	a
Kestane	4,23	100,57	±	8,19	a	55,46	±	4,72	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. yıl sonu, 2,25 yıl: Ayrışma 2. yıl sonu ve 4,23: Ayrışma 4.yıl sonu) 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	d
Kayın	0	72.77	$\pm$	2,75	b	39.10	$\pm$	1,45	b
Kayın	0.25	56.89	$\pm$	1,43	c	37.31	$\pm$	1,03	b
Kayın	0.50	50.51	$\pm$	1,08	c	35.78	$\pm$	0.76	b
Kayın	1,25	25.17	$\pm$	0.62	d	20.57	$\pm$	0.50	c
Kayın	2,25	25.50	$\pm$	0.45	d	20.24	$\pm$	0.45	c
Kayın	4,23	108,44	$\pm$	8,87	a	71,41	$\pm$	6,19	a
Kestane	-0.25	23.70	$\pm$	0.70	d	5,07	$\pm$	0.17	c
Kestane	0	59.27	$\pm$	1,89	b	22.66	$\pm$	0.65	b
Kestane	0.25	41.61	$\pm$	1,14	c	23.30	$\pm$	0.59	b
Kestane	0.50	35.80	$\pm$	1,07	cd	22.92	$\pm$	0.80	b
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
Kestane	4,23	100,57	$\pm$	8,19	a	55,46	$\pm$	4,72	a

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

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

#### 3.1.6.1. Kayında “k” değerleri ile 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 beş zaman periyodunda (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yıl sonu, 2. yıl sonu ve 4. yıl sonu) 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  $R = -0,70737$ ) olduğunu tespit etmiştir [27]. 4.yılın sonunda ayrışma katsayısı ile ADF oranı arasında bir ilişki Ek-1’de görüldüğü gibi bulunamamıştır ( $P = 0,8573$  ve  $R = 0,03877$ ).

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 olduğunu belirtmiştir [27]. Diğer periyotlarda ne lignin ne de selüloz içeriğinin ayrışma katsayısı ile bir ilişkisi olduğu bulunmamıştır.

Dördüncü yıl sonu lignin ( $P = 0,7882$  ve  $R = 0,05788$ ) ve selüloz ( $P = 0,5221$  ve  $R =$

0,13736) oranı ile “k” değeri arasında da bir ilişki bulunamamıştır, Ek-2 ve Ek-3’te gösterilmiştir.

Ayrışmanın 3. ayı sonunda C ve C:N oranları ile ayrışma katsayısının negatif, N oranı ile pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur (P-değerleri sırasıyla 0,0186; 0,0055; 0,0154 ve R değerleri sırasıyla -0,47639; -0,54888 ve 0,48858).

Lignin:N oranı ile “k” değeri arasında ayrışmanın 3. ayı ve 1. yılı sonunda negatif bir ilişki tespit edilmiştir (P-değerleri sırasıyla 0,0040 ve 0,0178; R değerleri ise -0,56498 ve -0,47922), [29]. Dördüncü yıl sonu değerlerinde ise C (P = 0,7923 ve R = 0,05674), N (P = 0,3722 ve R = 0,19063), C:N oranları (P = 0,6187 ve R = 0,10700) ve Lignin:N (P = 0,3556 ve R = 0,19724) oranları ile “k” değeri arasında da bir ilişki bulunamamıştır, Ek-4, Ek-5, Ek-6 ve Ek-7’de belirtilmiştir.

### 3.1.6.2. Kestanede “k” değerleri ile ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N Arasındaki İlişki

Kestane meşcerelerindeki ölü örtü ayrışma katsayısı ile ADF, Lignin, Selüloz, C, N, C:N ve Lignin:N arasındaki ilişki korelasyon analizi beş zaman periyodu (3. ay sonu, 6. ay sonu, 1. yıl sonu, 2. yıl sonu ve 4. yıl sonu) içinde incelenmiştir.

Ayrışma katsayısı değeri ile ADF oranı arasında ayrışmanın 1. yılı sonunda (P = 0,0181 ve R= 0,47823) ve 2. yıl sonu pozitif bir ilişki (P = 0,0006 ve R = 0,65008) olduğunu Ek-8’de görüldüğü gibi Sargıncı tespit etmiştir [27]. 4. yıl sonunda da “k” değeri ile ADF oranı arasında da bir ilişki bulunamamıştır (P = 0,0015 ve R = 0,61125).

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) belirtmiştir [27]. Ek-9’da görüldüğü gibi 4. yıl sonunda istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğuna dair yeteri kadar kanıt bulunamamıştır (P = 0,2993 ve R = 0,22105) (EK-9).

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) belirtilmiştir. Ek-10’da görüldüğü gibi 4. yıl sonunda da ayrışma katsayısı ile selüloz oranı arasında bir ilişki belirlenememiştir (P = 0,1643 ve R = 0,29326). Ayrışma katsayısı ile C arasında ayrışmanın 6. ayı (P = 0,0248 ve R = -0,45681) ve 2. yılı sonunda (P = 0,0042 ve R = -0,56281) negatif bir ilişki görülmüştür [27]. Ek-11’de görüldüğü gibi 4.yıl “k” değeri ile C arasında da bir ilişki bulunamamıştır (P = 0,6358 ve R = 0,10186). 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) belirtmiştir. Ek-12’de görüldüğü gibi 4. yıl sonu ayrışma katsayısı ile N arasında bir ilişki bulunamamıştır (P = 0,5940 ve R = 0,11455).

Ek-13’te görüldüğü gibi ayrışma katsayısı ile C:N oranı arasında ayrışmanın 3. ayı, 6. ayı ve 1. yılı sonunda negatif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir (P-değerleri sırasıyla 0,0024; 0,0002; 0,002 ve R değerleri ise -0,58967; -0,68643; -0,59478), [27]. “k” değeri ile C:N oranı arasında ayrışmanın 4. yıl sonunda da bir ilişki bulunamamıştır (P = 0,7450 ve R = 0,07006). Ek-14’te görüldüğü gibi 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). 4. yıl sonunda ise “k” değeri ile Lignin:N oranı arasında bir ilişki bulunamamıştır (P = 0,7170 ve R = 0,07803).

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sahalarındaki ayrışma beş zaman periyodunda incelenmiştir. Buna göre Periyot 1 (P1): 3. ay sonunu, Periyot 2 (P2): 6. ay sonunu, Periyot 3 (P3): 1. yıl sonunu (15 ay), Periyot 4 (P4): 2. yıl sonu (27 Ay) ve Periyot 5 (P5): 4. yıl sonunu ifade etmektedir. 4. yıl sonu yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre her bir periyotta ayrışmadan kalan kütle miktarının türler arasında farklılık gösterdiği bulunmuştur. Kestane sahalarında 4. yıl sonu (P5) değeri toplam kütlelerin % 30'unun, kayın sahalarında ise % 40'ının geriye kaldığı belirlenmiştir. Kayın sahalarında 4. yıl sonunda yüzde kalan kütle miktarının kestane sahalarından yaklaşık olarak 1,3 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Her iki tür ayrı ayrı incelendiğinde kalan kütle miktarlarının periyotlar arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar gösterdiği ve kestane yapraklarındaki kütle kaybının kayın yapraklarından daha hızlı olduğu tespit edilmiştir. Bu da kestane yapraklarında ayrışmanın daha hızlı gerçekleştiğini göstermiştir.

Ölü örtü ayrışmasında bakı faktörü dikkate alındığında ise periyotlar arasında anlamlı derecede bir farklılık bulunamamıştır. Ancak 4. yıl sonunda bakılar arasında sadece kayın sahalarında doğu ve batı bakı arasında farklılık görülürken, kestane sahalarında doğu ve batı bakı arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Yükselti basamaklarına göre ayrışma incelendiğinde; kayında beşinci periyot (P5) sonundaki yüzde kalan kütle miktarları yükselti basamakları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık göstermiş buna göre dördüncü yıl (P5) birinci (Y1: 450-600 m) yükselti basamağında ölü örtünün % 35'inin ayrıştığı ve dördüncü yıl (P5) ikinci yükselti (Y2: 600-750 m) basamağında ayrışmadan kalan kütlelerin daha yüksek olduğu (% 46) bulunmuştur. Periyotlardaki diğer verilere bakıldığında yükselti basamaklarına göre ayrışma hızında bir değişim gözlenmemiştir. Kestane meşcereleri incelendiğinde ise dördüncü yıl sonunda yükselti basamaklarında bir farklılık bulunamamıştır. 4. yıl sonu analiz sonuçlarında her iki tür içinde hesaplanan "k" değerlerinin istatistiki olarak farklı olduğu bulunmuştur ( $P < 0,0001$ ). Kestane sahalarında her bir zaman periyodu için hesaplanan "k" değerlerinin, aynı zaman periyotlarındaki kayın türü için hesaplanan "k" değerlerinden fazla olduğu görülmüştür.

Her iki türde (kayın ve kestane) de en düşük "k" değeri dördüncü yıl da hesaplanmış bu değerler kayında 0,232 ve kestanede 0,307 olarak bulunmuştur.

Kayın meşcerelerinde dördüncü yıl sonu 3/k değerine bakıldığında yaklaşık olarak 13 yıl ve kestane meşcerelerinde ise dördüncü yıl sonundaki bu değer yaklaşık olarak 10 yıl olduğu hesaplanmıştır. Ayrışma sürelerinin artmasıyla 3/k değerlerinin her iki türde de arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek 3/k değeri kayında yaklaşık olarak 13 yıl kestane ise yaklaşık olarak 10 yıl olarak bulunmuştur. 1/k (MRT) değerleri incelendiğinde ise en yüksek dördüncü yıl sonunda kayında 4,5 yıl ve en düşük kestane altıncı ay sonunda yaklaşık olarak 1,5 yıl olarak bulunmuştur. 1/k değerlerinin de 3/k değerlerinde olduğu gibi ayrışma sürelerinin artmasıyla her iki türde de arttığı görülmüştür. Kayın meşceresi beşinci zaman periyodundan elde edilen sonuçlara göre en düşük “k” değerinin dördüncü yıl sonunda doğu bakıda 0,217 ve en yüksek “k” değeri üçüncü ay sonu doğu bakıda 0,571 olarak hesaplanmıştır. Üçüncü ay sonu ile dördüncü yıl sonu batı bakı değerleri karşılaştırıldığında birbirinden farklı olduğu bulunmuştur. Fakat diğer zaman periyodunda bakılar için hesaplanan “k” değerleri arasında önemli bir fark görülmemiştir. Ayrışmanın doğu bakıda batı bakıya oranla daha hızlı gerçekleştiği tespit edilmiştir. Dördüncü yıl sonu kayın meşcerelerinin doğu ve batı bakılarında hesaplanan en yüksek 3/k değeri dördüncü yıl sonu doğu bakısında yaklaşık 14 yıl ve bir diğer değişken olan 1/k (MRT) değeri en yüksek dördüncü yıl sonu doğu bakıda 4,5 yıl olarak bulunmuştur. Kayın meşcerelerinde dördüncü yıl sonunda yükselti basamakları için hesaplanan “k” değerleri arasında bir fark bulunmamıştır. Kayında dördüncü yıl sonu sonuçlarında 3/k değerinin en yüksek dördüncü yıl sonu ikinci yükselti basamağında 14,29 olarak bulunmuştur.

Kestane hesaplanan en düşük “k” değeri dördüncü yıl sonu batı bakıda 0,286 ve en yüksek üçüncü ay sonu doğu bakıda 0,890 olarak bulunmuştur. Dördüncü yıl sonundaki kestane türünde ayrışma sonuçlarından elde edilen verilerde en yüksek 3/k değeri ise dördüncü yıl sonu batı bakıda yaklaşık olarak 10,5 yıl olarak bulunmuştur. Aynı şekilde 1/k (MRT) değeri en düşük üçüncü ay sonu doğu bakıda ve en yüksek 1/k değeri dördüncü yıl sonu batı bakıda bulunmuştur. Dördüncü yıl sonu batı bakı 1/k değerinin üçüncü ay sonu batı bakıdan yaklaşık olarak 2,8 kat fazla olduğu hesaplanmıştır. Kestane en düşük “k” değeri dördüncü yıl sonundaki dördüncü yükselti basamağında 0,268 ve en yüksek “k” değeri ise üçüncü ay sonu birinci yükselti basamağında 0,912 olarak bulunmuştur. Dördüncü yıl sonundaki değerlere bakıldığında birinci ve dördüncü yükselti basamağında kestane “k” değerleri yükselti basamaklarında farklılık gösterirken, ikinci ve üçüncü yükselti basamakları arasında bir farklılık bulunmamıştır.

Dördüncü yılın sonundaki kestane türünde ayrışma sonucu hesaplanan “k” değerlerine göre en yüksek 3/k değerinin dördüncü yıl sonu dördüncü yükselti basamağında 11 yıl olarak bulunmuştur. Dördüncü yıl sonu birinci yükselti basamağındaki değer üçüncü ay birinci yükselti basamağındaki değerden yaklaşık olarak 2,5 kat fazla bulunmuştur. Aynı şekilde en düşük 1/k (MRT) değeri en düşük üçüncü ay sonu birinci yükselti basamağında bulunurken en yüksek 1/k değeri dördüncü yıl sonu dördüncü yükselti basamağında yaklaşık olarak 4 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek 1/k değeri en düşük 1/k değerinden yaklaşık olarak 3,3 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır.

Kayın ağacının taze yapraklarında, dökülen ölü örtüdeki yapraklarda ayrışmanın 4. yıl sonu değerlerine bakıldığında ise ADF oranları taze yapraklarda ve yeni dökülen yapraklarda beşinci periyotta (4. yıl sonu) da ayrışmanın farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (4. yıl sonu  $P = 0,0062$ ). Kayının taze yapraklarında ve dökülen ölü örtüdeki yapraklarında ayrışmanın 4.yılı sonundaki ADF oranları kestane yapraklarından % 4 daha fazla bulunmuştur. Yapılan istatistiki analizler sonucunda hem kayın hem de kestanede periyotlar arasında hesaplanan ADF oranları farklılık göstermiştir.

Kayın yapraklarındaki en düşük ADF oranının taze yeşil yapraklarda olduğu ve bu oranın dökülen yapraklarda ve ayrışmanın olduğu 4. yıl sonunda ise % 36 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Lignin içerikleri dördüncü yıl sonuçlarının türler arası farklılık gösterdiği ( $P = 0,0038$ ), bunun sonucunda kayında taze yapraklarda ve dökülen ölü örtüde ayrışmanın % 19 daha fazla çıktığı görülmüştür.

Hem kayın hem de kestanenin dördüncü yıl sonuçları incelendiğinde istatistiki olarak farklı olduğu bulunmuştur. Kayın yapraklarında dördüncü yıl sonundaki lignin oranının % 63 daha fazla ve kestanede ise bu oranın % 137 daha fazla olduğu bulunmuştur.

Analiz sonuçları incelendiğinde kayının 4. yıl sonu selüloz oranının kestane yapraklarından % 6 daha fazla olduğu bulunmuştur.

Her iki türde dördüncü yıl sonunda periyotlar arasında istatistiki olarak farklılıklar göstermiştir ( $P < 0,325$ ). Kayında dördüncü yıl sonundaki dökülen taze yapraklarda, 6. ay ve dördüncü yıl selüloz oranlarında ve kestanede de dökülen yapraklarda, 3. ay ve dördüncü yıl sonuçları arasında bir fark görülmemiştir. Kestane dördüncü yıl sonu değeri diğer periyotlardan yaklaşık olarak % 16 daha az olarak bulunmuştur.

Dördüncü yıl sonu C oranları da türler arası farklılıklar göstermiştir ( $P = 0,341$ ) ve % 1 daha fazla olduğu bulunmuştur.

Kayın yapraklarında hesaplanan C oranlarının dördüncü yıl sonu değerinin başlangıçta değerlere göre % 10 daha fazla olduğu görülmüş ve kestane de ise bu değer diğer

oranlara göre % 8 daha fazla olduğu bulunmuştur.

N oranlarının dördüncü yıl sonunda da türler arasında farklılık gösterdiği ( $P = 0,377$ ) ve ayrışmanın dördüncü yıl kestane yapraklarının kayın yapraklarından % 7 daha fazla olduğu bulunmuştur.

Her iki tür için (kayın ve kestane) dördüncü yıl sonu N oranları periyotlar arasında anlamlı farklılık tespit edilememiştir ( $P = 0,377$ ). En düşük N değerinin kayın ve kestane türlerinin dördüncü yıl sonundaki değerlerinde olduğu görülmüştür (kayın; 0,53 ve kestane; 0,57). Kayın yapraklarındaki N oranının dördüncü yıl sonunda % 75 daha az olduğu görülmüştür. Aynı şekilde kestane yapraklarındaki N oranının ise dördüncü yıl sonunda % 74 daha az olduğu bulunmuştur.

4. yıl sonu C:N oranında türler arasında farklılık gösterdiği ( $P = 0,5178$ ) ve kayın ağacında C:N oranı dördüncü yıl sonu değerleri incelendiğinde kestane yapraklarından % 8 daha fazla olarak bulunmuştur. Kayın yapraklarındaki ayrışmada C:N oranı diğer dönemlere göre % 349 daha fazla olduğu kestane de ise C:N oranı diğer yıllara göre % 324 daha fazla bulunmuştur. Lignin:N oranları ise kayın yapraklarında 4. yıl sonunda kestane yapraklarından % 29 daha fazla bulunmuştur.

Kayın ve kestane yapraklarının her ikisinin dördüncü yıl Lignin:N oranlarında istatistiki olarak incelendiğinde anlamlı farklılıklar göstermiştir ( $P = 0,046$ ). Buna göre kayında dördüncü yıl sonundaki değer diğer dönemlerden yaklaşık olarak % 700 daha fazla olarak bulunmuş, kestanede ise dördüncü yıl sonundaki değer yaklaşık olarak % 993 daha fazla olarak hesaplanmıştır.

Kayın türünde 4. yılın sonunda ayrışma katsayısı ile ADF oranı arasında bir ilişki bulunamamıştır ( $P = 0,857$  ve  $R = 0,038$ ). Dördüncü yıl sonu lignin ( $P = 0,788$  ve  $R = 0,057$ ) ve selüloz ( $P = 0,522$  ve  $R = 0,137$ ) oranları ile “k” değeri arasında da bir ilişki tespit edilememiştir. Yine kayında dördüncü yıl sonu değerleri incelendiğinde ise C ( $P = 0,792$  ve  $R = 0,056$ ), N ( $P = 0,372$  ve  $R = 0,190$ ), C:N oranları ( $P = 0,618$  ve  $R = 0,107$ ) ve Lignin:N ( $P = 0,355$  ve  $R = 0,197$ ) oranları ile “k” değeri arasında da bir ilişki bulunamamıştır. Yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre kestanede 4. yıl sonunda “k” değeri ile ADF oranı arasında da bir ilişki bulunamamıştır ( $P = 0,001$  ve  $R = 0,611$ ). 4. yıl sonunda lignin ( $P = 0,299$  ve  $R = 0,221$ ) ve selüloz oranları ( $P = 0,164$  ve  $R = 0,293$ ) ile “k” değeri arasında bir ilişki bulunamamıştır. 4.yıl “k” değeri ile C arasında ( $P = 0,635$  ve  $R = 0,101$ ) ve N arasında ( $P = 0,594$  ve  $R = 0,114$ ) bir ilişki tespit edilememiştir. 4. yıl sonunda ise “k” değeri ile Lignin:N oranı arasında bir ilişki bulunamamıştır ( $P = 0,717$  ve  $R = 0,078$ ).

Bu çalışmada kayında ADF, Lignin, Lignin:N ve Selüloz oranlarının bütün periyotlar incelendiğinde kestaneden daha fazla olduğu ve bu duruma paralel olarak ayrışma hızının kayında kestaneyle oranla daha yavaş olduğu bulunmuştur. Genel olarak hesaplanan “k” değerleri ile analizleri yapılan besin içerikleri arasında önemli derecede ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerle kayın ve kestane türleriyle ekosistemdeki toplam C miktarı bunun yanında ölü örtü ayrışmasını etkileyen N, C:N, ve Lignin:N miktarı gibi ana değişkenler belirlenmiştir. Bunun yanında iklim, yükselti, bakı vb. bakımından farklılık gösteren örnekleme alanlarından alınan veriler neticesinde denklemler oluşturulduğundan; denklemlerin benzer ekosistem gösteren alanlarda uygulanabilme potansiyeli bulunmaktadır. Orman teşkilatının programında da belirtildiği gibi Türkiye'nin sürdürülebilir ormancılık faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için bu orman alanlarının verim kapasitesini koruması ve arttırması gerekmektedir. Bunun için orman alanlarının verim kapasitesini etkileyen ve en dinamik besin havuzu olan organik maddenin miktarı, kalitesi (C:N oranı vb.) ve yıllık dökülen OM miktarı ile ayrışma hızının bilinmesinin bu sahalarda yapılacak hem ormancılık faaliyetleri açısından hem de diğer bilimsel çalışmalara önemli derecede katkı sağlayacaktır.

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Orman Genel Müdürlüğü. (2013, 8 Mart). *Ormancılık ve su şurası, ormanların korunması* [Online]. Erişim: <https://www.orsiad.com.tr/ormancilik-ve-su-surasi-2013.html>.
- [2] IUFRO. (2019, 17 Mart). *IUFRO strategy 2015-2019: interconnecting forests, science and people* [Online]. Erişim: <https://www.iufro.org/fileadmin/material/science/divisions/toolbox/iufro-strategy-2015-2019.pdf>.
- [3] M. Certel, M. Sarıca ve V. Eser. (2003, 21 Temmuz). *TÜBİTAK vizyon 2023 bilim ve teknoloji öngörüsü projeleri tarım ve gıda paneli raporu* [Online]. Erişim: [http://www.inovasyon.org/pdf/tarimgida\\_panel.sonuc.raporu.pdf](http://www.inovasyon.org/pdf/tarimgida_panel.sonuc.raporu.pdf).
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018, 1 Temmuz). *The state of the World's forests* [Online]. Erişim: <http://www.fao.org/3/I9535EN/i9535en.pdf>.
- [5] Z. Kasırğa, “Farklı yaşlara sahip ormanlaştırma alanlarında organik karbon fraksiyonundaki zamansal değişim,” Yüksek lisans tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye, 2015.
- [6] D. Kantarcı, *Toprak İlimi*, 2. baskı, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 2000.
- [7] M. Işık, “Orman ekosistemlerinin biyokütle ve karbon depolama miktarlarının farklı yöntemlere göre belirlenmesi (Kapıkaya planlama birimi örneği),” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye, 2013.
- [8] D. Tolunay ve A. Çömez, “Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları,” *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu*, Hatay, Türkiye, 2008, ss. 750-765.
- [9] M. W. A. Adam, “Saf ve karışık meşcerelerin toprak organik karbon ve toplam azot miktarı ile depolama kapasitesi üzerine etkisi,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye, 2018.
- [10] E. R. R. Knaz, “Aynı yetişme ortamı altında, farklı ağaç türlerinin bazı toprak özellikleri ile toprak organik karbon ve toplam azot miktarları ve depolama kapasiteleri üzerindeki etkilerinin araştırılması,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye, 2017.
- [11] S. Erkut, “Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü saf kayın meşcerelerinin ekosistem bazında karbon depolama kapasitesi,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2013.

- [12] A. M. M. Masoud, “Kuzey bakıda yetişen karaçamın bazı toprak özellikleri ile toprak organik karbon ve toplam azot miktarları ve depolama kapasiteleri üzerinde yükseltinin etkisinin araştırılması,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye, 2017.
- [13] Y. Karatepe, “Isparta Gölcük’te karaçam (*Pinus nigra* Arn.) meşcerelerinin, topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması,” *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 2, ss. 1–16, 2004.
- [14] M. Kumar, S. Saha, G. S. Rajwar, ve K. Upadhaya, “Litter production, decomposition and nutrient release of woody tree species in dhanaulti region of temperate forest in Gahwal Himalaya,” *Eurasian Journal of Forest Science*, c. 4, sayı 1, ss. 17–30, 2016.
- [15] N. Arol, *Bolu ve civarında bazı göknar, kayın, çam saf ve karışık meşcerelerinde ölü örtü miktarı ile besin maddesi muhtevası üzerine araştırmalar*, 3.baskı, İstanbul, Türkiye: Yenilik Basımevi, 1959, ss. 301.
- [16] M. Ö. Karaöz, “Belgrad Ormanı’nda bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman ekosistemlerine ait toprak özelliklerinin bir metreküp hacimdeki değerlere göre karşılaştırılması,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 41, sayı 1, ss. 8, 1991.
- [17] M. Çakır ve S. Akburak, “Litterfall and nutrients return to soil in pure and mixed stands of oak and beech,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 67, sayı 2, ss. 1–1, 2017.
- [18] B. Berg, A. Albrektson, M. P. Berg, J. Cortina, M. B. Johansson, A. Gallardo, M. Madeira, J. Pausas, W. Kratz, R. Vallejo, C. McClaugherty, “Amounts of litter fall in some pine forests in a european transect, in particular scots pine,” *Annals of Forest Science*, c. 56, ss. 625–639, 1999.
- [19] M. Ö. Karaöz, “Bazı yerli ve yabancı iğne yapraklı ağaç türlerine ait plantasyonlarda ölü örtü miktarı ile bunlardaki besin maddesi rezervleri üzerine araştırmalar,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 43, sayı 1, ss. 24, 1993.
- [20] K. Çakıroğlu, “Bartın ili Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın meşcerelerindeki ölü örtü ayrışması ve yıllık yaprak dökülmesinin araştırılması,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye, 2011.
- [21] S. Özhan, “Belgrad ormanı ortadere yağış havzasında ölü örtünün hidrolojik bakımdan önemli özelliklerinin bazı yöresel etkenlere göre değişimi,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 26, sayı 1, ss. 102-155, 1976.
- [22] L. V. Mukhortova ve S. Y. Evgrafova, “Dynamics of organic matter decomposition and microflora composition of forest litter in artificial biogeocenoses,” *Biology Bulletin*, c. 32, sayı 6, ss. 609–610, 2005.
- [23] T. Keskin, “Ağaçlı-İstanbul maden sahalarında fıstık çamı (*pinus pinea* L.) ve salkım ağacı (*robinia pseudoacacia* L.) ağaçlandırmalarında bazı ölü örtü ve toprak özellikleri,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2007.
- [24] H. A. Ali, “Meşe, sarıçam ve karaçamın karbon ve azot tutma kapasiteleri üzerinde

- bakının etkisi,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye, 2017.
- [25] M. Dündar, “Toprak organik maddesi ve ekolojik yönden önemi,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 37, sayı 1, ss. 17, 1987.
- [26] M. Çakır, “Toprak eklembecaklılarının, kayın ve meşe ekosistemindeki mevsimsel değişimi ve ölü örtü ayrışmasına etkileri,” Doktora tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2013.
- [27] M. Sargıncı, “Batı Karadeniz orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiği / Litter dynamics in Western Blacksea forest ecosystems,” Doktora tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2014.
- [28] T. Sarıyıldız ve M. Küçük, “Litter mass loss rates in deciduous and coniferous trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships with litter quality, microclimate, and soil characteristics,” *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, c. 32, ss. 547-559, 2008.
- [29] K. L. Bockock ve O. J. W. Gilbert, “The disappearance of leaf litter under different woodland conditions,” *Plant Soil*, c. 9, ss. 179-185, 1957.
- [30] D. Albers, S. Migge, M. Schafer, ve S. Scheu, “Decomposition of beech leaves (*Fagus sylvatica*) and spruce needles (*Picea abies*) in pure and mixed stands of beech and spruce,” *Soil Biology and Biochemistry*, c. 36, sayı 1, ss. 155-164, 2004.
- [31] H. Özel, “Kızılçam ormanında kesim artıklarının ayrışması ve besin döngüsüne katkıları,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2014.
- [32] T. Sarıyıldız, S. Varan, ve A. Duman, “Ölü örtü ayrışma oranları üzerinde kimyasal bileşenlerin ve yetiştirme ortamı özelliklerinin etkisi,” *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 8, sayı 2, ss. 109-119, 2008.
- [33] T. Sarıyıldız, “Litter decomposition of picea orientalis, *pinus sylvestris* and *castanea sativa* trees grown in Artvin in relation to their initial litter quality variables,” *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, c. 27, sayı 4, ss. 237-243, 2003.
- [34] A. M. O’Connell, “Decomposition and nutrient content of litter in a fertilized eucalypt forest,” *Biology and Fertility of Soils*, c. 17, sayı 2, ss. 159-166, 1994.
- [35] W. Li, W. Yu, L. Bai, H. Liu, ve D. Yang, “Effects of nitrogen addition on the mixed litter decomposition in stipa baicalensis steppe in Inner Mongolia,” *American Journal of Plant Sciences*, c. 7, ss. 547-561, 2016.
- [36] R. L. Edmonds ve T. Thomas, “Decomposition and nutrient release from green needles of western hemlock and pacific silver fir in an old growth temperate rain forest olympic national park, Washington,” *Canadian Journal of Forest Research*, c. 25, sayı 7, ss. 1049-1057, 1995.
- [37] N. Kızıldağ, “Çukurova Bölgesinde *Pinus pinea* L. ve *Ceratonia siliqua* L.’nin ölü örtü ayrışması ile topraklarının karbon ve azot dinamiğinin karşılaştırılması,” Doktora tezi, Biyoloji, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 2015.
- [38] A. Duman, “Artvin Hatilla yöresindeki saf doğu ladini meşcerelerinde yükselti ve bakı etmenlerine göre ölü örtü ayrışması ve bazı toprak özelliklerinin değişiminin

- araştırılması,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kafkas Üniversitesi, Artvin, Türkiye, 2008.
- [39] Y. Yang, J. Guo, G. Chen, J. Xie, L. Cai, ve P. Lin, “Litterfall, nutrient return, and leaf litter decomposition in four plantations compared with a natural forest in subtropical China,” *Annals of Forest Science, Springer Verlag/EDP Sciences*, c. 61, sayı 5, ss. 465-476, 2004.
- [40] S. Varan, “Artvin orijinli kestane (*Castanea sativa*), meşe (*Quercus petraea*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) türleri ile Ankara orijinli karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) türlerin ölü örtü ayrışma oranları üzerinde kimyasal bileşenlerin ve iklim özelliklerinin etkisi,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kafkas Üniversitesi, Artvin, Türkiye 2008.
- [41] B. Tiryaki, “Selüloz, hemiselüloz ve ligninden aktif karbon üretimi,” Yüksek lisans tezi, Kimya Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye 2013.
- [42] M. Küçük, “Farklı eğim ve bakı gruplarında bulunan meşe meşcerelerinde ve mera alanlarında azot mineralizasyonu ve toprak solunumunun belirlenmesi,” Doktora tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2013.
- [43] İ. Çebi, “Düzköy (Trabzon) yöresinde yapılan ağaçlandırmaların bazı toprak özellikleri ve azot mineralleşmesi üzerine etkileri,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye, 2017.
- [44] İ. Atalay, *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*, 2. baskı, İzmir, Türkiye: Meta Basımevi, 2002, ss. 96.
- [45] Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, “Akçakoca Orman İşletme Müdürlüğü Deredibi Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı Akçakoca İşletme Müdürlüğü,” Bolu, Türkiye, 2011.
- [46] N. Özyuvacı, *Meteoroloji ve Klimatoloji*, 1. baskı, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1996, ss. 460.
- [47] H. Walter, *Vegetationszonen und Klima Eugen Ulmer*, Stutgard, Germany: Ulmer, 1970, ss. 125-244.
- [48] F. Çoban, “Batı Karadeniz Bölgesi'nde üst kretase yaşlı Akçakoca volkanitlerinin petrokimyasal özellikleri,” *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, c. 2, sayı 2, ss. 43-48, 1988.
- [49] Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2005, 15 Şubat). *Türkiye genel jeoloji atlası* [Online]. Erişim: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/500bas>.
- [50] R. Anşin, “Türkiye'nin flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 6, sayı 2, ss. 318–339, 1983.
- [51] İ. Atalay, *Vegetation Geography of Turkey*, 1. baskı, İzmir, Türkiye: Ege University Press, 1994, ss. 352.
- [52] T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı. (2012, 27 Ocak). *Türkiye orman varlığı* [Online]. Erişim:

<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1m%C4%B1z.pdf>.

- [53] M. E. Harmon, B. F. W. L. Silver, I. C. B. H. Chen, S. C. H. W. J. Parton, ve W. S. Currie., "Long term patterns of mass loss during the decomposition of leaf and fine root litter: An intersite comparison," *Global Change Biology*, c. 15, sayı 5, ss. 1320-1338, 2009.
- [54] H. Jenny, S. Gessel, ve F. Bingham, "Comparative study of decomposition rates of organicmatter in temperate and tropical regions," *Soil Science*, c. 68, sayı 6, ss. 419-432, 1949.
- [55] J. S. Olson, "Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems," *Ecology*, c. 44, sayı 2, ss. 322-331, 1963.
- [56] R. H. Waring ve W. H. Schlesinger, *Forest Ecosystems*, 1. baskı, California, United States of America: *Academic Press*, 1985, ss. 55.
- [57] K. Killham, *Soil Ecology*, 1. baskı, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press., UK, 1994, ss. 23.
- [58] J. Six ve J. D. Jastrow, "Organic matter turnover," *Encyclopedia of Soil Science*, ss. 936-942, 2002.
- [59] P. J. Van Soest, "Use of detergents in analysis of fibrous feeds: A rapid method for the determination of fiber and lignin," *Association of Official Analytical Chemists*, c. 46, ss. 829-835, 1963.
- [60] P. Van Soest ve R. Wine, "Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate," *Journal Association of Official Analytical Chemists*, c. 51, sayı 4, ss. 780-785, 1968.
- [61] J. D. Roberts ve A. P. Rowland, "Cellulose fractionation in decomposition studies using detergent fiber pre-treatment methods," *Soil Science and Plant Analysis*, c. 29, sayı 11-14, ss. 2109-2118, 1998.
- [62] SAS Institute, *SAS/STAT Users Guide*, Version 6.12: North Carolina, 1996.
- [63] T. Berger, O. Duboc, I. Cukic, M. Tatzber, M. Gerzabek, ve F. Zehetner, "Decomposition of beech (*Fagus sylvatica*) and pine (*Pinus nigra*) litter along an alpine elevation gradient: Decay and nutrient release," *Geoderma*, c. 251-252, ss. 92-104, 2015.
- [64] J. Anderson, "The breakdown and decomposition of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf litter in two deciduous woodland soils," *Oecologia*, c. 12, sayı 3, ss. 275-288, 1973.
- [65] T. Sarıyıldız ve J. M. Anderson, "Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study," *Soil Biology and Biochemistry*, c. 35, ss. 391-399, 2003.
- [66] T. Sarıyıldız, J. Anderson, ve M. Kucuk, "Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey," *Soil Biology and Biochemistry*, c. 37, ss. 1695-1706, 2005.
- [67] M. Şentürk, "Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın meşcerelerinin yaprak alan indeksi, ölü örtü ve bazı toprak özelliklerinin incelenmesi," Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye 2009.

- [68] V. A. Kavvadias, D. Alifragis, A. Tsiontsis, G. Brofas, ve G. Stamatelos, "Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in Northern Greece," *Forest Ecology and Management*, c. 144, ss. 113-127, 2001.



## 6. EKLER

### 6.1. EK 1: Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle ADF Arasındaki Korelasyon

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0:Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	adf1	adf2	adf3	adf4	adf5
k1	1.00000 0.0120	0.50407 0.0120	0.35776 0.0861	0.09492 0.6591	0.05374 0.8031	-0.20827 0.3288	-0.19566 0.3595	-0.20129 0.3456	-0.36449 0.0799	-0.15322 0.4747
k2	0.50407 0.0120	1.00000	0.21327 0.3170	-0.01071 0.9604	0.22531 0.2898	-0.07982 0.7108	-0.45023 0.0273	-0.31531 0.1334	-0.20796 0.3295	-0.30504 0.1472
k3	0.35776 0.0861	0.21327 0.3170	1.00000	-0.39065 0.0591	-0.11854 0.5812	0.38501 0.0632	-0.19614 0.3583	-0.70737 0.0001	-0.11126 0.6047	-0.02264 0.9164
k4	0.09492 0.6591	-0.01071 0.9604	-0.39065 0.0591	1.00000	0.13278 0.5362	-0.33958 0.1045	-0.00041 0.9985	0.15390 0.4728	0.00086 0.9968	0.26320 0.2140
k5	0.05374 0.8031	0.22531 0.2898	-0.11854 0.5812	0.13278 0.5362	1.00000	0.01333 0.9507	-0.29130 0.1673	-0.16614 0.4378	0.27444 0.1944	0.03877 0.8573
adf1	-0.20827 0.3288	-0.07982 0.7108	0.38501 0.0632	-0.33958 0.1045	0.01333 0.9507	1.00000	-0.11635 0.5882	-0.06006 0.7804	0.33630 0.1081	0.07906 0.7135
adf2	-0.19566 0.3595	-0.45023 0.0273	-0.19614 0.3583	-0.00041 0.9985	-0.29130 0.1673	-0.11635 0.5882	1.00000	0.40803 0.0478	-0.44363 0.0299	-0.06307 0.7697
adf3	-0.20129 0.3456	-0.31531 0.1334	-0.70737 0.0001	0.15390 0.4728	-0.16614 0.4378	-0.06006 0.7804	0.40803 0.0478	1.00000	0.05630 0.7939	-0.12469 0.5616
adf4	-0.36449 0.0799	-0.20796 0.3295	-0.11126 0.6047	0.00086 0.9968	0.27444 0.1944	0.33630 0.1081	-0.44363 0.0299	0.05630 0.7939	1.00000	0.12765 0.5522
adf5	-0.15322 0.4747	-0.30504 0.1472	-0.02264 0.9164	0.26320 0.2140	0.03877 0.8573	0.07906 0.7135	-0.06307 0.7697	-0.12469 0.5616	0.12765 0.5522	1.00000

**6.2. EK 2: Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Lignin Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	lig1	lig2	lig3	lig4	lig5
k1	1.00000 0.0120	0.50407 0.0120	0.35776 0.0861	0.09492 0.6591	0.05374 0.8031	-0.38058 0.0666	-0.04089 0.8495	-0.31067 0.1395	-0.33938 0.1047	-0.54161 0.0063
k2	0.50407 0.0120	1.00000	0.21327 0.3170	-0.01071 0.9604	0.22531 0.2898	-0.20176 0.3445	-0.14219 0.5075	-0.11421 0.5952	-0.15711 0.4635	-0.39176 0.0583
k3	0.35776 0.0861	0.21327 0.3170	1.00000	-0.39065 0.0591	-0.11854 0.5812	0.31159 0.1383	-0.38716 0.0616	-0.52749 0.0081	0.07658 0.7221	-0.42098 0.0405
k4	0.09492 0.6591	-0.01071 0.9604	-0.39065 0.0591	1.00000	0.13278 0.5362	-0.11348 0.5975	0.19553 0.3598	0.16418 0.4433	-0.00087 0.9968	0.14763 0.4912
k5	0.05374 0.8031	0.22531 0.2898	-0.11854 0.5812	0.13278 0.5362	1.00000	0.08425 0.6955	0.07274 0.7355	-0.04751 0.8255	0.41340 0.0446	0.05788 0.7882
lig1	-0.38058 0.0666	-0.20176 0.3445	0.31159 0.1383	-0.11348 0.5975	0.08425 0.6955	1.00000	-0.32182 0.1251	-0.02234 0.9175	0.27217 0.1982	0.17427 0.4154
lig2	-0.04089 0.8495	-0.14219 0.5075	-0.38716 0.0616	0.19553 0.3598	0.07274 0.7355	-0.32182 0.1251	1.00000	0.12090 0.5736	-0.04557 0.8325	-0.02761 0.8981
lig3	-0.31067 0.1395	-0.11421 0.5952	-0.52749 0.0081	0.16418 0.4433	-0.04751 0.8255	-0.02234 0.9175	0.12090 0.5736	1.00000	0.13152 0.5402	0.13484 0.5299
lig4	-0.33938 0.1047	-0.15711 0.4635	0.07658 0.7221	-0.00087 0.9968	0.41340 0.0446	0.27217 0.1982	-0.04557 0.8325	0.13152 0.5402	1.00000	0.23442 0.2702
lig5	-0.54161 0.0063	-0.39176 0.0583	-0.42098 0.0405	0.14763 0.4912	0.05788 0.7882	0.17427 0.4154	-0.02761 0.8981	0.13484 0.5299	0.23442 0.2702	1.00000

**6.3. EK 3: Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Selüloz Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0:Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	sel1	sel2	sel3	sel4	sel5
k1	1.00000	0.50407 0.0120	0.35776 0.0861	0.09492 0.6591	0.05374 0.8031	-0.26863 0.2043	-0.30044 0.1537	-0.57161 0.0035	-0.47235 0.0198	-0.48511 0.0163
k2	0.50407 0.0120	1.00000	0.21327 0.3170	-0.01071 0.9604	0.22531 0.2898	-0.05007 0.8163	-0.32559 0.1205	-0.27765 0.1890	-0.40740 0.0482	-0.31379 0.1354
k3	0.35776 0.0861	0.21327 0.3170	1.00000	-0.39065 0.0591	-0.11854 0.5812	0.22171 0.2978	0.10564 0.6232	-0.62023 0.0012	0.00445 0.9836	-0.16884 0.4303
k4	0.09492 0.6591	-0.01071 0.9604	-0.39065 0.0591	1.00000	0.13278 0.5362	-0.28912 0.1706	-0.16354 0.4451	0.00716 0.9735	-0.27957 0.1858	0.06007 0.7804
k5	0.05374 0.8031	0.22531 0.2898	-0.11854 0.5812	0.13278 0.5362	1.00000	0.03521 0.8702	-0.30058 0.1535	0.07682 0.7212	0.05436 0.8008	0.13736 0.5221
sel1	-0.26863 0.2043	-0.05007 0.8163	0.22171 0.2978	-0.28912 0.1706	0.03521 0.8702	1.00000	0.26950 0.2028	0.19830 0.3530	0.65103 0.0006	0.40983 0.0467
sel2	-0.30044 0.1537	-0.32559 0.1205	0.10564 0.6232	-0.16354 0.4451	-0.30058 0.1535	0.26950 0.2028	1.00000	0.21530 0.3123	0.14023 0.5134	0.08504 0.6928
sel3	-0.57161 0.0035	-0.27765 0.1890	-0.62023 0.0012	0.00716 0.9735	0.07682 0.7212	0.19830 0.3530	0.21530 0.3123	1.00000	0.41578 0.0433	0.28410 0.1785
sel4	-0.47235 0.0198	-0.40740 0.0482	0.00445 0.9836	-0.27957 0.1858	0.05436 0.8008	0.65103 0.0006	0.14023 0.5134	0.41578 0.0433	1.00000	0.34946 0.0942
sel5	-0.48511 0.0163	-0.31379 0.1354	-0.16884 0.4303	0.06007 0.7804	0.13736 0.5221	0.40983 0.0467	0.08504 0.6928	0.28410 0.1785	0.34946 0.0942	1.00000

**6.4. EK 4: Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle C Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	C1	C2	C3	C4	C5
k1	1.00000 0.0120	0.50407 0.0120	0.35776 0.0861	0.09492 0.6591	0.05374 0.8031	-0.47639 0.0186	-0.21562 0.3116	-0.57406 0.0034	-0.25551 0.2282	-0.11115 0.6051
k2	0.50407 0.0120	1.00000	0.21327 0.3170	-0.01071 0.9604	0.22531 0.2898	-0.11831 0.5819	0.03617 0.8668	-0.14926 0.4864	-0.23467 0.2697	-0.23041 0.2787
k3	0.35776 0.0861	0.21327 0.3170	1.00000	-0.39065 0.0591	-0.11854 0.5812	-0.34323 0.1006	-0.14814 0.4897	-0.38787 0.0611	0.11384 0.5964	-0.13674 0.5240
k4	0.09492 0.6591	-0.01071 0.9604	-0.39065 0.0591	1.00000	0.13278 0.5362	0.14250 0.5065	0.38429 0.0637	0.05374 0.8030	-0.08250 0.7015	-0.19036 0.3730
k5	0.05374 0.8031	0.22531 0.2898	-0.11854 0.5812	0.13278 0.5362	1.00000	0.12309 0.5666	0.25009 0.2386	0.22411 0.2925	0.30899 0.1418	-0.05674 0.7923
C1	-0.47639 0.0186	-0.11831 0.5819	-0.34323 0.1006	0.14250 0.5065	0.12309 0.5666	1.00000	0.36965 0.0754	0.37230 0.0732	-0.03647 0.8657	0.04917 0.8195
C2	-0.21562 0.3116	0.03617 0.8668	-0.14814 0.4897	0.38429 0.0637	0.25009 0.2386	0.36965 0.0754	1.00000	0.44340 0.0300	0.10424 0.6279	-0.27441 0.1944
C3	-0.57406 0.0034	-0.14926 0.4864	-0.38787 0.0611	0.05374 0.8030	0.22411 0.2925	0.37230 0.0732	0.44340 0.0300	1.00000	0.18480 0.3873	0.15175 0.4790
C4	-0.25551 0.2282	-0.23467 0.2697	0.11384 0.5964	-0.08250 0.7015	0.30899 0.1418	-0.03647 0.8657	0.10424 0.6279	0.18480 0.3873	1.00000	-0.35281 0.0908
C5	-0.11115 0.6051	-0.23041 0.2787	-0.13674 0.5240	-0.19036 0.3730	-0.05674 0.7923	0.04917 0.8195	-0.27441 0.1944	0.15175 0.4790	-0.35281 0.0908	1.00000

**6.5. EK 5: Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle N Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	N1	N2	N3	N4	N5
k1	1.00000 0.0120	0.50407 0.0120	0.35776 0.0861	0.09492 0.6591	0.05374 0.8031	0.48858 0.0154	-0.02457 0.9093	0.11165 0.6035	0.30292 0.1502	-0.02041 0.9246
k2	0.50407 0.0120	1.00000	0.21327 0.3170	-0.01071 0.9604	0.22531 0.2898	-0.06953 0.7468	-0.12111 0.5730	0.25208 0.2347	0.14413 0.5016	-0.24266 0.2532
k3	0.35776 0.0861	0.21327 0.3170	1.00000	-0.39065 0.0591	-0.11854 0.5812	0.14304 0.5049	-0.22204 0.2971	-0.03103 0.8856	-0.11257 0.6005	-0.50658 0.0115
k4	0.09492 0.6591	-0.01071 0.9604	-0.39065 0.0591	1.00000	0.13278 0.5362	-0.12373 0.5646	-0.17128 0.4236	0.11448 0.5943	0.23035 0.2789	0.36315 0.0811
k5	0.05374 0.8031	0.22531 0.2898	-0.11854 0.5812	0.13278 0.5362	1.00000	-0.13370 0.5334	-0.38347 0.0643	-0.11409 0.5955	0.23805 0.2627	-0.19063 0.3722
N1	0.48858 0.0154	-0.06953 0.7468	0.14304 0.5049	-0.12373 0.5646	-0.13370 0.5334	1.00000	0.30637 0.1454	0.07916 0.7131	0.38327 0.0645	-0.09174 0.6699
N2	-0.02457 0.9093	-0.12111 0.5730	-0.22204 0.2971	-0.17128 0.4236	-0.38347 0.0643	0.30637 0.1454	1.00000	0.24751 0.2436	0.05218 0.8087	0.10068 0.6397
N3	0.11165 0.6035	0.25208 0.2347	-0.03103 0.8856	0.11448 0.5943	-0.11409 0.5955	0.07916 0.7131	0.24751 0.2436	1.00000	0.21531 0.3123	-0.22918 0.2814
N4	0.30292 0.1502	0.14413 0.5016	-0.11257 0.6005	0.23035 0.2789	0.23805 0.2627	0.38327 0.0645	0.05218 0.8087	0.21531 0.3123	1.00000	-0.30886 0.1420
N5	-0.02041 0.9246	-0.24266 0.2532	-0.50658 0.0115	0.36315 0.0811	-0.19063 0.3722	-0.09174 0.6699	0.10068 0.6397	-0.22918 0.2814	-0.30886 0.1420	1.00000

**6.6. EK 6: Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle C:N Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	C N1	C N2	C N3	C N4	C N5
k1	1.00000 0.0120	0.50407 0.0120	0.35776 0.0861	0.09492 0.6591	0.05374 0.8031	-0.54888 0.0055	-0.03198 0.8821	-0.49738 0.0134	-0.51326 0.0103	0.14611 0.4957
k2	0.50407 0.0120	1.00000	0.21327 0.3170	-0.01071 0.9604	0.22531 0.2898	0.01834 0.9322	0.11062 0.6068	-0.23390 0.2713	-0.35014 0.0935	0.16545 0.4397
k3	0.35776 0.0861	0.21327 0.3170	1.00000	-0.39065 0.0591	-0.11854 0.5812	-0.19777 0.3543	0.15786 0.4613	-0.26696 0.2073	0.17608 0.4105	0.61018 0.0015
k4	0.09492 0.6591	-0.01071 0.9604	-0.39065 0.0591	1.00000	0.13278 0.5362	0.12779 0.5518	0.21626 0.3101	-0.03495 0.8712	-0.24855 0.2416	-0.24336 0.2518
k5	0.05374 0.8031	0.22531 0.2898	-0.11854 0.5812	0.13278 0.5362	1.00000	0.12647 0.5560	0.39840 0.0538	0.22852 0.2828	-0.00664 0.9754	0.10700 0.6187
C N1	-0.54888 0.0055	0.01834 0.9322	-0.19777 0.3543	0.12779 0.5518	0.12647 0.5560	1.00000	0.39325 0.0573	0.30046 0.1537	0.50705 0.0114	-0.19767 0.3545
C N2	-0.03198 0.8821	0.11062 0.6068	0.15786 0.4613	0.21626 0.3101	0.39840 0.0538	0.39325 0.0573	1.00000	0.16972 0.4279	0.27516 0.1931	-0.04140 0.8477
C N3	-0.49738 0.0134	-0.23390 0.2713	-0.26696 0.2073	-0.03495 0.8712	0.22852 0.2828	0.30046 0.1537	0.16972 0.4279	1.00000	0.36168 0.0824	-0.28615 0.1752
C N4	-0.51326 0.0103	-0.35014 0.0935	0.17608 0.4105	-0.24855 0.2416	-0.00664 0.9754	0.50705 0.0114	0.27516 0.1931	0.36168 0.0824	1.00000	-0.09516 0.6583
C N5	0.14611 0.4957	0.16545 0.4397	0.61018 0.0015	-0.24336 0.2518	0.10700 0.6187	-0.19767 0.3545	-0.04140 0.8477	-0.28615 0.1752	-0.09516 0.6583	1.00000

**6.7. EK 7: Düzce Akçakoca Bölgesi Kayın Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 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	k5	L N1	L N2	L N3	L N4	L N5
k1	1.00000 0.0120	0.50407 0.0120	0.35776 0.0861	0.09492 0.6591	0.05374 0.8031	-0.56498 0.0040	-0.02179 0.9195	-0.35499 0.0887	-0.59653 0.0021	-0.08197 0.7034
k2	0.50407 0.0120	1.00000	0.21327 0.3170	-0.01071 0.9604	0.22531 0.2898	-0.05506 0.7983	0.02810 0.8963	-0.22953 0.2806	-0.30239 0.1509	0.03721 0.8629
k3	0.35776 0.0861	0.21327 0.3170	1.00000	-0.39065 0.0591	-0.11854 0.5812	-0.02382 0.9120	-0.01034 0.9618	-0.47922 0.0178	0.14688 0.4934	0.37485 0.0711
k4	0.09492 0.6591	-0.01071 0.9604	-0.39065 0.0591	1.00000	0.13278 0.5362	0.05611 0.7945	0.25659 0.2262	0.09032 0.6747	-0.14672 0.4939	-0.13863 0.5183
k5	0.05374 0.8031	0.22531 0.2898	-0.11854 0.5812	0.13278 0.5362	1.00000	0.12527 0.5597	0.39631 0.0552	0.00748 0.9723	0.21014 0.3243	0.19724 0.3556
L N1	-0.56498 0.0040	-0.05506 0.7983	-0.02382 0.9120	0.05611 0.7945	0.12527 0.5597	1.00000	0.31627 0.1322	0.16461 0.4421	0.68175 0.0002	0.07421 0.7304
L N2	-0.02179 0.9195	0.02810 0.8963	-0.01034 0.9618	0.25659 0.2262	0.39631 0.0552	0.31627 0.1322	1.00000	-0.19170 0.3695	0.23363 0.2719	-0.03353 0.8764
L N3	-0.35499 0.0887	-0.22953 0.2806	-0.47922 0.0178	0.09032 0.6747	0.00748 0.9723	0.16461 0.4421	-0.19170 0.3695	1.00000	0.33820 0.1060	-0.50048 0.0127
L N4	-0.59653 0.0021	-0.30239 0.1509	0.14688 0.4934	-0.14672 0.4939	0.21014 0.3243	0.68175 0.0002	0.23363 0.2719	0.33820 0.1060	1.00000	0.25004 0.2387
L N5	-0.08197 0.7034	0.03721 0.8629	0.37485 0.0711	-0.13863 0.5183	0.19724 0.3556	0.07421 0.7304	-0.03353 0.8764	-0.50048 0.0127	0.25004 0.2387	1.00000

**6.8. EK 8: Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle ADF Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	adf1	adf2	adf3	adf4	adf5
k1	1.00000 0.2016	0.27019 0.2016	0.14580 0.4966	0.51485 0.0100	0.42278 0.0396	0.08744 0.6845	-0.03344 0.8767	0.13647 0.5249	0.34035 0.1037	-0.19160 0.3698
k2	0.27019 0.2016	1.00000	0.20203 0.3438	0.13764 0.5213	0.06382 0.7670	0.32470 0.1216	-0.29072 0.1681	0.36050 0.0835	0.25989 0.2200	0.13628 0.5255
k3	0.14580 0.4966	0.20203 0.3438	1.00000	0.19055 0.3724	0.06657 0.7573	0.12062 0.5745	-0.47673 0.0185	0.47823 0.0181	0.36331 0.0810	-0.27412 0.1949
k4	0.51485 0.0100	0.13764 0.5213	0.19055 0.3724	1.00000	0.51312 0.0103	0.30494 0.1474	-0.37578 0.0704	0.43474 0.0338	0.65008 0.0006	-0.28632 0.1750
k5	0.42278 0.0396	0.06382 0.7670	0.06657 0.7573	0.51312 0.0103	1.00000	0.19160 0.3698	0.01504 0.9444	-0.02623 0.9032	0.40360 0.0505	-0.61125 0.0015
adf1	0.08744 0.6845	0.32470 0.1216	0.12062 0.5745	0.30494 0.1474	0.19160 0.3698	1.00000	-0.47965 0.0177	0.06501 0.7628	0.26048 0.2189	0.12161 0.5713
adf2	-0.03344 0.8767	-0.29072 0.1681	-0.47673 0.0185	-0.37578 0.0704	0.01504 0.9444	-0.47965 0.0177	1.00000	-0.42782 0.0370	-0.49855 0.0132	-0.02806 0.8965
adf3	0.13647 0.5249	0.36050 0.0835	0.47823 0.0181	0.43474 0.0338	-0.02623 0.9032	0.06501 0.7628	-0.42782 0.0370	1.00000	0.57049 0.0036	-0.08504 0.6928
adf4	0.34035 0.1037	0.25989 0.2200	0.36331 0.0810	0.65008 0.0006	0.40360 0.0505	0.26048 0.2189	-0.49855 0.0132	0.57049 0.0036	1.00000	-0.24792 0.2428
adf5	-0.19160 0.3698	0.13628 0.5255	-0.27412 0.1949	-0.28632 0.1750	-0.61125 0.0015	0.12161 0.5713	-0.02806 0.8965	-0.08504 0.6928	-0.24792 0.2428	1.00000

**6.9. EK 9: Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Lignin Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	lig1	lig2	lig3	lig4	lig5
k1	1.00000	0.27019 0.2016	0.14580 0.4966	0.51485 0.0100	0.42278 0.0396	0.39636 0.0552	-0.25357 0.2319	0.22913 0.2815	-0.42921 0.0364	0.03781 0.8608
k2	0.27019 0.2016	1.00000	0.20203 0.3438	0.13764 0.5213	0.06382 0.7670	0.45343 0.0261	-0.34542 0.0983	0.24462 0.2493	-0.40672 0.0486	0.04008 0.8525
k3	0.14580 0.4966	0.20203 0.3438	1.00000	0.19055 0.3724	0.06657 0.7573	0.09059 0.6738	-0.44344 0.0300	0.42481 0.0385	-0.37984 0.0671	-0.18113 0.3970
k4	0.51485 0.0100	0.13764 0.5213	0.19055 0.3724	1.00000	0.51312 0.0103	0.11998 0.5765	-0.34232 0.1015	0.56370 0.0041	-0.42896 0.0365	0.28863 0.1714
k5	0.42278 0.0396	0.06382 0.7670	0.06657 0.7573	0.51312 0.0103	1.00000	0.28984 0.1695	-0.15188 0.4787	0.08040 0.7088	0.00113 0.9958	-0.22105 0.2993
lig1	0.39636 0.0552	0.45343 0.0261	0.09059 0.6738	0.11998 0.5765	0.28984 0.1695	1.00000	-0.02461 0.9091	-0.12025 0.5757	-0.32585 0.1202	-0.27730 0.1896
lig2	-0.25357 0.2319	-0.34542 0.0983	-0.44344 0.0300	-0.34232 0.1015	-0.15188 0.4787	-0.02461 0.9091	1.00000	-0.54832 0.0055	0.47007 0.0205	-0.01887 0.9303
lig3	0.22913 0.2815	0.24462 0.2493	0.42481 0.0385	0.56370 0.0041	0.08040 0.7088	-0.12025 0.5757	-0.54832 0.0055	1.00000	-0.41920 0.0414	0.40640 0.0488
lig4	-0.42921 0.0364	-0.40672 0.0486	-0.37984 0.0671	-0.42896 0.0365	0.00113 0.9958	-0.32585 0.1202	0.47007 0.0205	-0.41920 0.0414	1.00000	0.05933 0.7830
lig5	0.03781 0.8608	0.04008 0.8525	-0.18113 0.3970	0.28863 0.1714	-0.22105 0.2993	-0.27730 0.1896	-0.01887 0.9303	0.40640 0.0488	0.05933 0.7830	1.00000

**6.10. EK 10: Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle Selüloz Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	sel1	sel2	sel3	sel4	sel5
k1	1.00000 0.2016	0.27019 0.2016	0.14580 0.4966	0.51485 0.0100	0.42278 0.0396	-0.43377 0.0342	-0.30805 0.1431	-0.13293 0.5358	-0.49129 0.0148	0.18920 0.3759
k2	0.27019 0.2016	1.00000	0.20203 0.3438	0.13764 0.5213	0.06382 0.7670	-0.19085 0.3717	-0.44893 0.0278	-0.07067 0.7428	-0.50648 0.0116	0.03090 0.8860
k3	0.14580 0.4966	0.20203 0.3438	1.00000	0.19055 0.3724	0.06657 0.7573	-0.09118 0.6718	-0.48845 0.0154	-0.35367 0.0900	-0.12581 0.5580	-0.23663 0.2656
k4	0.51485 0.0100	0.13764 0.5213	0.19055 0.3724	1.00000	0.51312 0.0103	0.15150 0.4798	-0.41631 0.0430	-0.08738 0.6847	-0.27970 0.1856	0.29467 0.1622
k5	0.42278 0.0396	0.06382 0.7670	0.06657 0.7573	0.51312 0.0103	1.00000	0.00979 0.9638	-0.21408 0.3152	0.15608 0.4664	0.15612 0.4663	-0.29326 0.1643
sel1	-0.43377 0.0342	-0.19085 0.3717	-0.09118 0.6718	0.15150 0.4798	0.00979 0.9638	1.00000	-0.12742 0.5530	0.01069 0.9605	0.18484 0.3872	0.00138 0.9949
sel2	-0.30805 0.1431	-0.44893 0.0278	-0.48845 0.0154	-0.41631 0.0430	-0.21408 0.3152	-0.12742 0.5530	1.00000	0.54366 0.0060	0.36705 0.0777	0.15732 0.4629
sel3	-0.13293 0.5358	-0.07067 0.7428	-0.35367 0.0900	-0.08738 0.6847	0.15608 0.4664	0.01069 0.9605	0.54366 0.0060	1.00000	0.43181 0.0351	-0.00929 0.9656
sel4	-0.49129 0.0148	-0.50648 0.0116	-0.12581 0.5580	-0.27970 0.1856	0.15612 0.4663	0.18484 0.3872	0.36705 0.0777	0.43181 0.0351	1.00000	-0.42506 0.0384
sel5	0.18920 0.3759	0.03090 0.8860	-0.23663 0.2656	0.29467 0.1622	-0.29326 0.1643	0.00138 0.9949	0.15732 0.4629	-0.00929 0.9656	-0.42506 0.0384	1.00000

**6.11. EK 11: Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle C Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	C1	C2	C3	C4	C5
k1	1.00000	0.27019 0.2016	0.14580 0.4966	0.51485 0.0100	0.42278 0.0396	-0.05912 0.7838	-0.58120 0.0029	-0.07200 0.7381	-0.40489 0.0497	0.49602 0.0137
k2	0.27019 0.2016	1.00000	0.20203 0.3438	0.13764 0.5213	0.06382 0.7670	-0.03696 0.8638	-0.45681 0.0248	-0.13587 0.5267	-0.39201 0.0582	0.09258 0.6670
k3	0.14580 0.4966	0.20203 0.3438	1.00000	0.19055 0.3724	0.06657 0.7573	-0.02454 0.9094	-0.33309 0.1117	-0.29258 0.1653	-0.40254 0.0512	0.34391 0.0999
k4	0.51485 0.0100	0.13764 0.5213	0.19055 0.3724	1.00000	0.51312 0.0103	-0.23100 0.2775	-0.04048 0.8510	-0.36877 0.0762	-0.56281 0.0042	0.20646 0.3331
k5	0.42278 0.0396	0.06382 0.7670	0.06657 0.7573	0.51312 0.0103	1.00000	-0.02523 0.9068	-0.20619 0.3337	-0.16933 0.4289	-0.20058 0.3473	-0.10186 0.6358
C1	-0.05912 0.7838	-0.03696 0.8638	-0.02454 0.9094	-0.23100 0.2775	-0.02523 0.9068	1.00000	-0.30221 0.1512	0.45674 0.0249	0.34564 0.0981	0.08503 0.6928
C2	-0.58120 0.0029	-0.45681 0.0248	-0.33309 0.1117	-0.04048 0.8510	-0.20619 0.3337	-0.30221 0.1512	1.00000	0.09374 0.6631	0.31897 0.1287	-0.30471 0.1477
C3	-0.07200 0.7381	-0.13587 0.5267	-0.29258 0.1653	-0.36877 0.0762	-0.16933 0.4289	0.45674 0.0249	0.09374 0.6631	1.00000	0.68877 0.0002	0.09311 0.6652
C4	-0.40489 0.0497	-0.39201 0.0582	-0.40254 0.0512	-0.56281 0.0042	-0.20058 0.3473	0.34564 0.0981	0.31897 0.1287	0.68877 0.0002	1.00000	-0.13105 0.5416
C5	0.49602 0.0137	0.09258 0.6670	0.34391 0.0999	0.20646 0.3331	-0.10186 0.6358	0.08503 0.6928	-0.30471 0.1477	0.09311 0.6652	-0.13105 0.5416	1.00000

**6.12. EK 12: Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle N Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	N1	N2	N3	N4	N5
k1	1.00000	0.27019 0.2016	0.14580 0.4966	0.51485 0.0100	0.42278 0.0396	0.62587 0.0011	0.04940 0.8187	0.23682 0.2652	-0.22755 0.2849	0.37281 0.0728
k2	0.27019 0.2016	1.00000	0.20203 0.3438	0.13764 0.5213	0.06382 0.7670	0.06708 0.7555	0.67225 0.0003	0.07562 0.7254	-0.44590 0.0290	0.28637 0.1749
k3	0.14580 0.4966	0.20203 0.3438	1.00000	0.19055 0.3724	0.06657 0.7573	0.25328 0.2324	0.10449 0.6270	0.61017 0.0015	-0.10474 0.6262	0.13648 0.5248
k4	0.51485 0.0100	0.13764 0.5213	0.19055 0.3724	1.00000	0.51312 0.0103	0.30971 0.1408	0.06598 0.7594	0.42335 0.0393	-0.43688 0.0328	0.20028 0.3481
k5	0.42278 0.0396	0.06382 0.7670	0.06657 0.7573	0.51312 0.0103	1.00000	0.20821 0.3289	0.03173 0.8830	0.36046 0.0836	0.08236 0.7020	-0.11455 0.5940
N1	0.62587 0.0011	0.06708 0.7555	0.25328 0.2324	0.30971 0.1408	0.20821 0.3289	1.00000	0.08161 0.7046	0.51711 0.0097	-0.09289 0.6660	0.44480 0.0294
N2	0.04940 0.8187	0.67225 0.0003	0.10449 0.6270	0.06598 0.7594	0.03173 0.8830	0.08161 0.7046	1.00000	0.16822 0.4320	-0.32991 0.1154	0.28055 0.1842
N3	0.23682 0.2652	0.07562 0.7254	0.61017 0.0015	0.42335 0.0393	0.36046 0.0836	0.51711 0.0097	0.16822 0.4320	1.00000	-0.00582 0.9785	0.30444 0.1481
N4	-0.22755 0.2849	-0.44590 0.0290	-0.10474 0.6262	-0.43688 0.0328	0.08236 0.7020	-0.09289 0.6660	-0.32991 0.1154	-0.00582 0.9785	1.00000	-0.25922 0.2213
N5	0.37281 0.0728	0.28637 0.1749	0.13648 0.5248	0.20028 0.3481	-0.11455 0.5940	0.44480 0.0294	0.28055 0.1842	0.30444 0.1481	-0.25922 0.2213	1.00000

**6.13. EK 13: Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 Yıl) Sonunda Hesaplanan Ayrışma Katsayısı İle C:N Arasındaki Korelasyon**

Pearson Correlation Coefficients, N=24 Prob> r  under H0: Rho=0										
	k1	k2	k3	k4	k5	C N1	C N2	C N3	C N4	C N5
k1	1.00000 0.2016	0.27019 0.2016	0.14580 0.4966	0.51485 0.0100	0.42278 0.0396	-0.58967 0.0024	-0.19108 0.3711	-0.18557 0.3853	-0.34639 0.0973	-0.28856 0.1715
k2	0.27019 0.2016	1.00000	0.20203 0.3438	0.13764 0.5213	0.06382 0.7670	-0.05489 0.7989	-0.68643 0.0002	-0.09547 0.6572	-0.11968 0.5775	-0.32714 0.1187
k3	0.14580 0.4966	0.20203 0.3438	1.00000	0.19055 0.3724	0.06657 0.7573	-0.21653 0.3095	-0.18746 0.3804	-0.59478 0.0022	-0.44162 0.0307	-0.04322 0.8411
k4	0.51485 0.0100	0.13764 0.5213	0.19055 0.3724	1.00000	0.51312 0.0103	-0.31042 0.1399	-0.06479 0.7636	-0.49497 0.0139	-0.40177 0.0516	-0.11403 0.5958
k5	0.42278 0.0396	0.06382 0.7670	0.06657 0.7573	0.51312 0.0103	1.00000	-0.18304 0.3919	-0.11864 0.5809	-0.37521 0.0708	-0.32597 0.1201	0.07006 0.7450
C N1	-0.58967 0.0024	-0.05489 0.7989	-0.21653 0.3095	-0.31042 0.1399	-0.18304 0.3919	1.00000	0.23028 0.2790	0.49342 0.0143	0.61440 0.0014	0.33958 0.1045
C N2	-0.19108 0.3711	-0.68643 0.0002	-0.18746 0.3804	-0.06479 0.7636	-0.11864 0.5809	0.23028 0.2790	1.00000	0.28119 0.1832	0.44224 0.0305	0.32110 0.1260
C N3	-0.18557 0.3853	-0.09547 0.6572	-0.59478 0.0022	-0.49497 0.0139	-0.37521 0.0708	0.49342 0.0143	0.28119 0.1832	1.00000	0.78473 <.0001	0.26123 0.2176
C N4	-0.34639 0.0973	-0.11968 0.5775	-0.44162 0.0307	-0.40177 0.0516	-0.32597 0.1201	0.61440 0.0014	0.44224 0.0305	0.78473 <.0001	1.00000	0.35925 0.0847
C N5	-0.28856 0.1715	-0.32714 0.1187	-0.04322 0.8411	-0.11403 0.5958	0.07006 0.7450	0.33958 0.1045	0.32110 0.1260	0.26123 0.2176	0.35925 0.0847	1.00000

**6.14. EK 14: Düzce Akçakoca Bölgesi Kestane Meşcerelerinde Ayrışmanın Beş Farklı Zaman Periyodu (1: 0,25 Yıl, 2: 0,50 Yıl, 3: 1,25 Yıl, 4: 2,25 Yıl ve 5: 4, 23 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	k5	L N1	L N2	L N3	L N4	L N5
k1	1.00000 0.2016	0.27019 0.2016	0.14580 0.4966	0.51485 0.0100	0.42278 0.0396	-0.43812 0.0322	-0.13996 0.5142	0.01157 0.9572	-0.38115 0.0661	-0.32527 0.1209
k2	0.27019 0.2016	1.00000	0.20203 0.3438	0.13764 0.5213	0.06382 0.7670	0.17241 0.4205	-0.64151 0.0007	0.22488 0.2907	-0.12390 0.5641	-0.30112 0.1528
k3	0.14580 0.4966	0.20203 0.3438	1.00000	0.19055 0.3724	0.06657 0.7573	-0.19069 0.3721	-0.27235 0.1979	-0.19727 0.3555	-0.42003 0.0410	-0.24665 0.2453
k4	0.51485 0.0100	0.13764 0.5213	0.19055 0.3724	1.00000	0.51312 0.0103	-0.24007 0.2585	-0.18066 0.3982	0.20902 0.3270	-0.21692 0.3086	0.02254 0.9167
k5	0.42278 0.0396	0.06382 0.7670	0.06657 0.7573	0.51312 0.0103	1.00000	-0.05602 0.7949	-0.12201 0.5701	-0.30147 0.1523	-0.08241 0.7019	-0.07803 0.7170
L N1	-0.43812 0.0322	0.17241 0.4205	-0.19069 0.3721	-0.24007 0.2585	-0.05602 0.7949	1.00000	0.11241 0.6010	0.01440 0.9468	0.46384 0.0224	0.17908 0.4024
L N2	-0.13996 0.5142	-0.64151 0.0007	-0.27235 0.1979	-0.18066 0.3982	-0.12201 0.5701	0.11241 0.6010	1.00000	0.01759 0.9350	0.52095 0.0090	0.48808 0.0155
L N3	0.01157 0.9572	0.22488 0.2907	-0.19727 0.3555	0.20902 0.3270	-0.30147 0.1523	0.01440 0.9468	0.01759 0.9350	1.00000	0.43127 0.0354	0.29573 0.1606
L N4	-0.38115 0.0661	-0.12390 0.5641	-0.42003 0.0410	-0.21692 0.3086	-0.08241 0.7019	0.46384 0.0224	0.52095 0.0090	0.43127 0.0354	1.00000	0.55457 0.0049
L N5	-0.32527 0.1209	-0.30112 0.1528	-0.24665 0.2453	0.02254 0.9167	-0.07803 0.7170	0.17908 0.4024	0.48808 0.0155	0.29573 0.1606	0.55457 0.0049	1.00000

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Şule TEMÜR  
Doğum Tarihi ve Yeri :05.02.1992/BALIKESİR  
Yabancı Dili :İngilizce  
E-posta :suletemur10@gmail.com

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2015
Lise	Fen Bilimleri	Ticaret Odası Lisesi	2010