

T.C.
ÇANKIRI KARATEK N ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ

YÜKSEK L SANS TEZ

ÇANKIRI ELD VAN YÖRES NDE FARKLI GEL ME ÇA LARINDAK
ANADOLU KARAÇAMI ME CERELER NDE ÖLÜÖRTÜ AYRI MASI

TU BA TUNÇ

ÇANKIRI
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Tuğba TUNÇ tarafından hazırlanan “Çankırı Eldivan Yöresinde Farklı Gelişme Çağlarındaki Anadolu Karaçamı Meşcerelerinde Ölüörtü Ayrışması” adlı tez çalışması 24/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Meriç ÇAKIR

Jüri Üyeleri

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Meriç ÇAKIR

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL

Yukarıdaki sonucu onaylarım




Prof. Dr. Tamer KEÇELİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “Çankırı Eldivan Yöresinde Farklı Gelişme Çağlarındaki Anadolu Karaçanı Meşcerelerinde Ölüörtü Ayrışması” konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve ünvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim. (22/02/2019).


Tuğba TUNÇ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇANKIRI ELD VAN YÖRESİNDE FARKLI GELİME ÇAĞLARINDAKİ ANADOLU KARAÇAMI ME CERELERİNDE ÖLÜ ÖRTÜ AYIRMA Sİ

Tu ba TUNÇ

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Meriç ÇAKIR

Bitki büyümesi ve gelişimi, karasal ekosistemdeki ayrışma süreçleriyle yakından ilgilidir. Orman ekosistemlerinde ölü örtü ayrışması, ağaçların gelişmesi için gerekli olan besin elementlerinin deposu olması yanında, toprak mikro ve makro organizmaları için bir enerji kaynağıdır. Türkiye’de Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) ölü örtü ayrışması ile ilgili çalışmalar yetersizdir. Bu tez çalışması kapsamında, Çankırı Anadolu-Karadeniz geçi kuşağında yer alan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı’nda, farklı gelişme çağlarındaki karaçam mecerelerindeki ibre ölü örtüsünün ayrışması ve buna bağlı olarak kimyasal içeriklerini belirlenmesi amaçlanmıştır. Karaçam mecerelerinde üç farklı gelişim çağında (ab, b ve c) örnek alanlar seçilmiştir. Ölü örtü kapaçlarından ibreler 2016’nın yazında toplanıp bu örneklerden 4-5 g tartılarak 20×20 cm genişliğinde 2mm gözenek açıklığında fiber sinek tellerinden yapılmış keselere konulmuştur. Kasım 2016 da her mecerenin altına o alandan toplanan ibrelerinden hazırlanmış ölü örtü keseleri sahalara yerleştirilmiştir. Ölü örtü keseleri iki ayda bir alanlardan alınarak toplamda 216 adet ölü örtü kesesi toplanmıştır. Kalan ölü örtü kütlesi ve ayrışma oranı olan k sabiti belirlenmiştir. Bir yıllık çalışmanın sonucunda, farklı gelişme çağlarındaki karaçam mecerelerinde ölü örtünün ortalama kalan kütlesi, Çkab, Çkb ve Çkc mecerelerinde sırası ile % 69,90, % 75,92 ve % 73,57 olarak bulunmuştur. Çkab alanında k sabiti 0,36 Çkb alanında 0,27 Çkc alanında 0,30 olarak bulunmuştur. Buna göre, araştırma alanında genç karaçam meceresinde ayrışmanın, yaşlı mecerelere kıyasla daha hızlı olduğu ortaya konulmuştur.

2019, 49 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ölü örtü, ayrışma, araştırma ormanı, karaçam, yarıkurak

ABSTRACT

Master of Science Thesis

LITTER DECOMPOSITION IN DIFFERENT DEVELOPMENT STAGE OF ANATOLIAN BLACK PINE STANDS IN ÇANKIRI-ELD VAN REGION

Tu ba TUNÇ

Çankırı Karatekin University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Supervisor: Ast. Prof. Dr. Meriç ÇAKIR

The growth and development of plants are closely related with the decomposition processes in terrestrial ecosystems. The litter decomposition in forest ecosystems serves a reservoir of nutritional elements that is essential for the development of the trees and energy source for the soil micro- and macroorganisms. The study of litter decomposition of Anatolian pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) was inadequate. The aim of this thesis, determine the decomposition and chemical contents of needle litter of Anatolian pine stands of various development stages during the decomposition processes. The studies were conducted in the Research and Application Forest of Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, which locates at a transition zone between central Anatolian and black sea region climate. Sampling areas were selected from stands of Anatolian pine of different development stages (ab, b and c). Pine needles were collected from litter traps in Summer 2016 and were used to prepare the 20×20 cm needle litter meshes which consist of 4-5 g of needles placed in fiber-glass nets of 2 mm mesh size. A total of 216 litter bags were placed on the forest floor in November of 2016 and were collected for analysis bimonthly. The remaining litter mass and the k constant as the unit of decomposition ratio was determined. The remaining litter masses were 69.90, 75.92, and 73.57 %, whereas the k constant values were 0.36, 0.27 and 0.30 in Çkab, Çkb and Çkc stands of pure Anatolian pine stands respectively. Thus, the litter decomposition was found to be faster in the young pine stands in comparison to the older ones in this research forest.

2019, 49 pages

Key words: Litter, decomposition, research forest, black pine, semi-arid

ÖNSÖZ VE TE EKKÜR

“Çankırı Eldivan Yöresinde Farklı Geli me Ça larındaki Anadolu Karaçanı Me cerelerinde Ölüörtü Ayrı ması” adlı bu çalı ma 2016-2018 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü’ nde “Yüksek Lisans” tezi olarak sunulmu olup, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Ara tırma Kurumu tarafından 2150572 nolu proje ile desteklenmi tir.

Tez konusunun belirlenmesinde bilgi birikimiyle bana yol gösteren, arazi ve laboratuvar çalı malarım da birebir ilgilenen, aynı zamanda güler yüzü ve ne esi ile motivasyonu artıran Toprak İmi ve Ekoloji Anabilim Dalı ö retim üyesi çok de erli danı manım Dr. Ö r. Üyesi Meriç ÇAKIR’a te ekkür ederim.

Tez çalı malarım süresince bilgi ve deste ini esirgemeyen de erli jüri üyeleri Düzce Üniversitesi Toprak İmi ve Ekoloji Anabilim Dalı Dr. Ö r. Üyesi Murat SARGINCI ve Çankırı Karatekin Üniveritesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisli i Bölümü, Toprak İmi ve Ekoloji ABD ö retim üyesi Sayın Dr. Ö r. Üyesi Ebru GÜL’ e te ekkür ederim.

Arazi ve labaratuvar çalı malarım da yardımlarını esirgemeyen ve her türlü kahrımı çeken Toprak İmi ve Ekoloji ABD ö retim üyesi Sayın Dr. Ö r. Üyesi Ebru GÜL’ e de erli dostlarım Tunahan ÖZTÜRK, Fatma ORHAN, Selami AS L ve Derya ÇAKIR’a ve yine arazi çalı malarında yardımlarını esirgemeyen de erli hocam Dr. Ö r. Üyesi Figen ÇAKIR ve Dr. Ö r. Üyesi Funda OSKAY’a arkada larım Mert TANI, ve Burak Derman AYDO ANO LU’ na sonsuz te ekkürlerimi sunarım. Ayrıca maddi manevi tüm desteklerini esirgemeyen aileme sabırlarından dolayı sonsuz te ekkür ederim.

Tu ba TUNÇ
Ocak 2019, Çankırı

Ç İNDEK İLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TE EKKÜR.....	iii
Ç İNDEK İLER	iv
S İMGELER ve kısaltmalar D Z N	v
EK İLLER D Z N	vi
Ç İZELGELER D Z N	vii
1.G İR	1
2.KAYNAK ÖZETLER	4
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1 Materyal.....	11
3.1.1 Ara tırma Alanının Tanıtımı	11
3.2 Yöntemler.....	12
3.2.1 Örnek Alanların Seçimi ve Tanıtımı	12
3.2.2 İrelerin Toplanması ve Keselerin Hazırlanması	14
3.2.3 Araziden Alınan Keselerde Yapılan İlemler	15
3.2.4 Fiziksel Analizler	16
3.2.5 Kimyasal Analizler	17
3.2.6 İstatistiksel analizler	18
4.BULGULAR VE TARTI İMA	19
4.1.Me cerede yapılan ölçümler	19
4.2.Ayrı maya İlişkin Bulgular	19
4.3.Ölüörtünün Kimyasal Bile enleri	23
5.SONUÇ.....	31
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇİM	39

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

C:

CO₂:

N:

OM:

k:

Mo:

Mt:

ha:

n:

°C:

subsp:

var:

vd:

Açıklamalar

Karbon

Karbondiyoksit

Azot

Organik madde

Ayrılma sabiti

Bağlantıdaki ölü örtü

Çalışma süresi sonundaki ölü örtü

Hektar

Örnek sayısı

Santigrat Derece

Alt Tür

varyete

ve diğerleri

EK LLER D Z N

ekil 1.1. Karaçam türünün dünya üzerinde yayılı mını gösteren harita.	2
ekil 2.1. Önemli kimyasal bile enlerin ayrı manın üç ana fazındaki zamansal de i imi	5
ekil 2.2. Ölüörtü kütlesi ve ölüörtü dökümü ile ortalama konaklama süresi	5
ekil 3.1. Ara tırma alanının co rafi konumu	11
ekil 3.2 Ara tırma ormanında seçilen a) Çkb, b) Çkc ve c) Çkab me cerelerinin genel görünü ü, Çk: Karaçam, ab: gençlik ve sıklık ça ı, b: sıklık ve direklik c: ince a açlık	13
ekil 3.3 Ara tırma alanından seçilen üç me cereye ait deneme deseni	14
ekil 3.4 Ölüörtü kapanları	14
ekil 3.5 çlerine Karaçam ibreleri ve alüminyum etiket konan ölüörtü keseleri .	15
ekil 3.6 Araziden alınan kese örne i ve temizlendikten sonra alüminyum kaplara alınan ibre örnekleri	16
ekil 4.1 Örnekleme alanlarındaki ölüörtü keselerinden elde edilen kalan kütle, kütle kaybı ve <i>k</i> sabiti grafikleri.....	20
ekil 4.2 Örnekleme alanlarındaki ölüörtü keselerinden elde edilen karbon, azot ve C/N'un zamansal de i imi	25
ekil 4.3 Örnekleme alanlarındaki aylık olarak ölüörtü keselerinden elde edilen ADF, lignin ve leülüz ve lignin/N grafikleri	28

ÇİZELGELER D Z N

Çizelge 4.1 Üç farklı gelişim ça rında yapılan ya , boy ve çap ölçümleri	19
Çizelge 4.2 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre kalan kütle miktarı	21
Çizelge 4.3 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre kalan ayrı ma sabiti (<i>k</i>) de erleri.....	22
Çizelge 4.4 Ölüörtünün ba langıçtaki kimyasal de erleri	24
Çizelge 4.5 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre karbon (%) de erleri	26
Çizelge 4.6 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre azot (%) miktarları.....	26
Çizelge 4.7 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre C/N oranları	27
Çizelge 4.8 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre ADF (%) miktarları.....	28
Çizelge 4.9 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre lignin (%) miktarları.....	29
Çizelge 4.10 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre selüloz (%) miktarları.....	30
Çizelge 4.11 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre lignin/N oranı	30

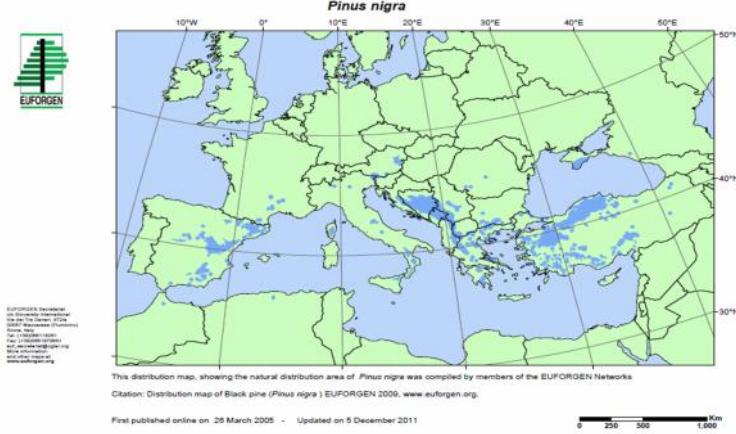
1. G R

Orman topra mının üzerinde bitkisel ve hayvansal artıklardan ibaret bir organik tabaka mevcuttur. Bu tabaka içerisinde yaprak, ibre, kabuk ve dal parçaları, kozalak pulları, tohum karpelleri daha sonra dal, tomurcuk, erkek çiçek, di i çiçek, çe itli likenler, ökse otları gibi bitki artıkları bulunur (Dündar 1988). Ölüörtü olarak adlandırılan bu organik tabakanın ve humik maddelerin kayna mını büyük miktarda ölüörtü dökümü olu turmaktadır (Çakır ve Akburak 2017). Dökülen organik haldeki ölüörtünün fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak inorganik bile enlerine ayrılması olayına ayrı ma denmektedir (Swift vd. 1979). Ayrı maya ba layan ölüörtü her yıl döküm ile gelen organik madde tarafından örtülmektedir. Orman ekosistemlerinde ölü örtü ayrı ması, a açların geli mesi için gerekli olan besin besin maddelerinin deposu olması yanında, toprak mikro ve makro organizmaları için bir enerji kayna ıdır (Heal vd. 1997).

Dünya topraklarının yakla ık % 31'ini kurak ve yarıkurak sahalar olu turmaktadır (Malagnoux 2007). Yıllık ya ı mın 300-600 mm arasında olan yerler “yarıkurak” olarak kabul edilmektedir ki buna göre ülkemizin yakla ık % 40'ında kuraklık söz konusudur. Kurak ve yarıkurak bölgelerde yapılacak ormancılık faaliyetleri daha nemli ve normal olarak adlandırabilece imiz alanlardan farklılık göstermektedir (Ürgeç 1998). Bu yüzden yarıkurak orman ekosistemlerinde yapılacak ormancılık faaliyetleri için önemli ekosistem süreçlerinin bilinmesi gerekmektedir (Ürgeç 1998, Turna vd. 2006). Kurak ekosistemlerde bitki geli imi için hayati öneme sahip süreçler vardır. Bunlardan birincisi ya ı ikincisi ise sa lık göstergesi olan döküm miktarı ve ayrı ma sonucunda topra a geri dönen organik ve besin maddesi miktarıdır (Austin ve Vivanco 2006, Pitman vd. 2010, Çakır ve Akburak 2017).

Karaçam ülkemizdeki a açlandırma çalı malarında en çok kullanılan türlerden birisidir. Karaçamın do al yayılı alanı Balkanlar, Güney Karpatlar, Kırım, Türkiye Kıbrıs ve Suriyedir (Kayacık 1963, Alptekin 1986a-b; Yaltırık 1988). Ülkemizdeki yayılı ı Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgesi ile Toros da ları ve iç Anadolu bölgesinde olup 400- 2100 m yükseltiler arasında yer alır (ekil 1.1). ne yapraklar 4-18 cm

uzunlu unda, sert ve koyu ye ildir. Karaçamlar Türkiye'nin en önemli a açlarından biri olup de i ik yeti me ortamı ko ulları altında yayılırlar (Akkemik vd. 2011).



ekil 1.1. Karaçam türünün dünya üzerinde yayılı mını gösteren harita.

Ülkemizde yapılan Karaçam ibrelerinin ayrı ması ile ilgili verilerin (Irmak ve Çepel 1974) Avrupa'daki karaçam ekosistemlerinden elde edilen verilerle uyumu sınırlı oldu undan, verilerin kar ıla tırılması bakımından da güçlükler ya anmaktadır (Berger vd. 2005, Sarıyıldız vd. 2008, Çakır 2017). Bu nedenle, yarı kurak ekosisteme sahip Çankırı yöresinde do al yayılı gösteren Anadolu karaçamını (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) türü ibre ayrı ması üzerinde çalı ılmı tır. Me cere; ormanı olu turan a aç türlerini, bu türlerin içinde buldukları geli im ça larını ve olu turdukları kapalı lı ifade eden bir kavramdır. Orman amenajman planlarında a aç türü harflerle gösterilmektedir. Çalı mamıza konu olan a aç türü karaçam olup "Çk" harfleri ile gösterilmektedir. Me cerelerdeki geli im ça ları a aç gövdesinin 1,3 m yükseklikteki çaplarına (gö üs çapı) göre sınıflandırılmakta ve bu sınıflara (1,30m'deki çap aralıkları 0-7,9), b (1,30m'deki çap aralıkları 8-19,9), c (1,30 m'deki çap aralıkları 20-35,9), d (1,30 m'deki çap aralıkları 36-51,9), e (1,30 m'deki çap aralıkları >51,9) harfleri ile ifade edilmektedir. Geli im ça larında bulunan a açların toprak yüzeyini örtme dereceleri (kapalılık) 3 gruba ayrılarak me cere tiplerinde gösterilmektedir (1 kapalı 10-40, 2 kapalı 40-70, 3 kapalı >70) (Genç 2004).

Amenajman planında yer alan örneğin; Çkab3 kısaltması bir karaçam meceresinde, ağaç gövde çapları 7,9-19,9cm arasında değişen ve toprağın birim alanda % 70'inden daha fazla kısmını siperleyen orman parçasını ifade eder.

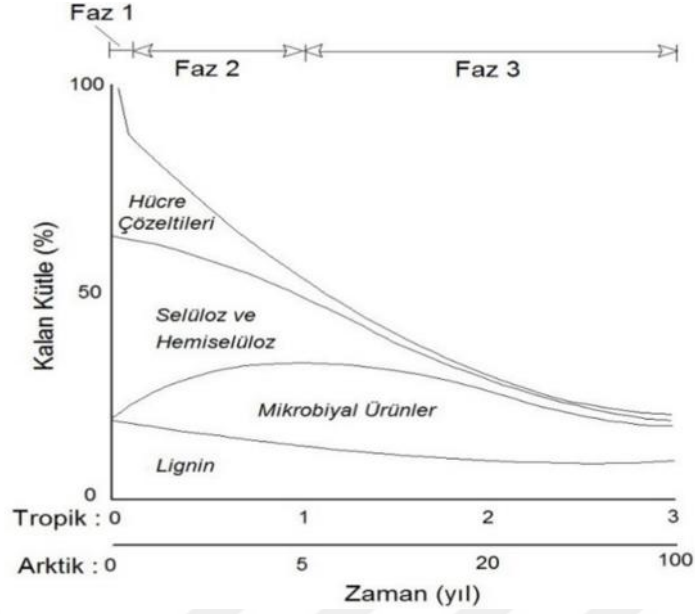
Çankırı ili Eldivan İlçesinde bulunan Orman Fakültesi Uygulama ve Araştırma Ormanında gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı farklı gelişim çağlarındaki Karaçam mecerelerinde ağaç ölümlüğü ayrı ayrı belirlenmesidir. Bunun yanı sıra ölümlüğün bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek ve ayrı ayrı ile ilgili kısmi ortaya koymak araştırmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır.



2. KAYNAK ÖZETLER

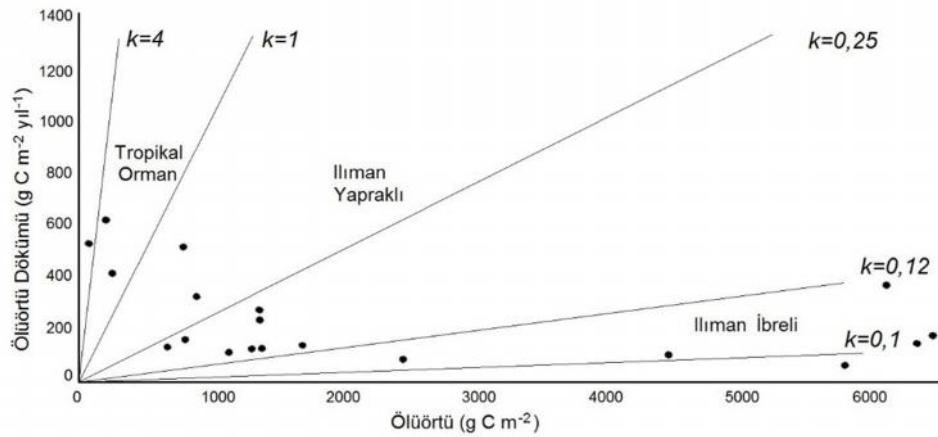
Sarıyıldız ve Anderson (2003)'a göre ayrılma olayı, ayrılma örtü özellikleri (besin içeriği, lignin, tanen vb.) ile sahanın iklimi, me cere özellikleri, toprağın tanecik bileşimi, pH, havalanma vb. çevresel değişkenlerin etkileşimiyle meydana gelmektedir. Ayrılma ile birlikte ölü örtü kütlesi zamanla, üstel olarak azalır (Olson 1963). Yaprak örtüsü genellikle ilk yıl kütlesinin % 30-70'ini daha sonraki 5-10 yıl içerisinde kütlesinin % 20-30'unu kaybeder (Berg ve McClaugherty 2007). Ayrılma ya da ekosistemlerde daha az değişkendir ve güvenilirliği yüksektir (Berg ve Staaf 1980). Genç ekosistemler içerisindeki süreçler yıldan yıla büyük değişiklikler (sıklık, kapalılık, tür bileşimi) gösterebilirler bu da ayrılma sabitinde büyük değişikliklere neden olabilmektedir (Odum ve Barrett 2008).

Anlık bir oran olan ayrılma modeli zamanla değişir. Süreç üç fazlı bir süreçle açıklanabilmektedir (Şekil 2.1). İlk fazda taze ölü örtü, yıkanan hücre çözeltileri ile 24 saatte kütlesinin % 5'ini kaybeder. İkinci fazda ayrılma daha uzun süre devam eder, bu süreçte toprak hayvanları ile parçalanma, mikroplar ile kimyasal değişim ve yıkanma olayları meydana gelir (Chapin vd. 2002). Bu fazdaki yapraklarda (Aerts 1997), köklerde (Kisselle vd. 2001) veya dallardaki kütle kaybı periyodik olarak ölü örtü kesme yöntemi ile ölçülebilmektedir. Ayrılma modeli genellikle ikinci fazda belirlenir. Ayrılmanın son ve üçüncü basamağı çok uzun sürer, bu faz kimyasal değişime uyan organik maddenin, mineral toprağa karışmasını ve diğer toprak horizonlarına yıkanmasını içerir. (Ponsard ve Arditi 2000, Scheu ve Falca 2000). Ayrılma oranı ve sabiti (k) bu üç fazla ilişkili olarak değişir. Cousteaux vd. (1995) ayrılma için ilk aşamayı, lignin dışındaki bileşiklerin (karbonhidrat ve selüloz kolay çözülebilir) N, P ve S içeriklerinin etkilediğini ifade etmektedir.



ekil 2.1. Önemli kimyasal bileşenlerin ayrışma oranının üç ana fazındaki zamansal değişimi (Chapin vd. 2002).

Olson (1963) bitkilerde ayrışma oranının (k) farklı olduğunu ve bu değerlerin 0,25 ile 4 arasında olduğunu belirtmiştir. Bu doğrultuda tropikal bölgelerde hızlı ayrışma olduğundan k değeri 4 iken, karasal bölgelerde ise k değerinin daha düşüktür (ekil 2.2). Diğer çevre özellikleri ve ayrıştırıcıların aynı olduğu ortamlarda, sıcaklıkta meydana gelebilecek artışla ölü örtü ayrışması arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Hobbie 1996). Prescott ve Blevins (2000) çam iğrelerinde yaptığı bir çalışmada ölü örtü ayrışmasının kurak bölgelerde yavaş, nemli bölgelerde daha hızlı olduğunu belirtmiştir.



ekil 2.2. Ölü örtü kütlesi ve ölü örtü dökümü ile ortalama konaklama süresi (Olson 1963).

Ölü örtü toprakların infiltrasyon kapasitesini ve perkolasyonu arttırmakta, strüktür, tekstür vb. özellikleri etkilemektedir. Ölü örtü yüksek su tutma kapasitesine sahip oldu undan ya ı sularını geçici olarak depolar ve toprak yüzeyinde olan evaporasyonu azaltarak erozyonu önlemektedir (Karagül 1990). Bu nedenle ölü örtü ile ilgili çok sayıda ara tırma yapılmı tır. Ara tırmaların büyük bir kısmı yurt dı ı kaynaklı olup ölü örtü miktarı ve ayrı masını belirlemeye yöneliktir. Ayrı ma ko ullarını denetleyen bir etken olan azot birikiminin yüksek olması karbonun ayrı masını yava latmakta ve ölü örtünün birikmesine neden olmaktadır (Michel ve Matzner 2002). Ayrı manın olmadı ı bir durumda ekosistemler besin maddelerini biriktirerek, atmosferik CO₂'in tükenmesine sebep olup bunun sonucunda biyolojik süreçler durma noktasına gelir (Chapin vd. 2002).

Günümüze kadar yapılan çalı malardan elde edilen sonuçlara göre, ölü örtünün ayrı ması ve besin elementlerinin salıverilmesini etkileyen üç ana faktör bulunmaktadır. Bunlar; (1) ölü örtü ayrı masının gerçekleşti i ortamın iklim özellikleri (özellikle sıcaklık ve ya ı), (2) bu ortamda ayrı mayı gerçekle tiren mikroorganizmaların ve toprak canlılarının sayısı, çe idi ve aktifli i ve (3) ayrı an ölü örtünün kimyasal bile enleri (özellikle toplam karbon, azot, hemiselüloz, lignin ve besin elementleri konsantrasyonları ya da bunların birbirine olan oranları C/N, lignin/N gibi) (Kurz Besson vd. 2006).

Ölüörtüyü olu turan yaprak ve dalların keselere konularak a ırlık kaybının ba ka bir de i le ayrı manın belirlenmesi, 1957'den beri kullanılan en yaygın ve geçerlili ini ispatlamı bir yöntemdir (Bocock ve Gilbert 1957, Crossley ve Hoglund 1962, Bocock 1964, Wiegert 1974, John 1980, Chadwick vd. 1998, Hansen ve Coleman 1998, Sariyildiz 2003, Sariyildiz ve Anderson 2003, Kurz-Besson vd. 2005, Palosuo vd. 2005, Sariyildiz ve Anderson 2005, Sariyildiz vd. 2005a, Sariyildiz vd. 2005b, Sariyildiz 2008, Zhang vd. 2008, Daudu vd. 2009, Kampichler ve Bruckner 2009, Ono vd. 2009, Tu vd. 2011, Çakıro lu 2011, Ball vd. 2014, Butenschoen vd. 2014, Cizungu vd. 2014, Hristovski vd. 2014, Jiang vd. 2014, Li vd. 2014, Van Nevel vd. 2014, Wang vd. 2014, Ferreira vd. 2015, Leifheit vd. 2015, Li vd. 2015, Lin vd. 2015, Schaller ve Brackhage 2015, Smyth vd. 2015, Çakır 2013, Çakır 2017, Çakır ve Tunç 2018). Kütlesi bilinen

ölüörtü, keseler içerisinde konularak araziye bırakılır. Daha sonra belirlenen aralıklar ile toplanarak tekrar kütlesi ölçülür ve zaman içerisinde kütledeki değişim belirlenir. Dünya genelinde bu yöntemle ayrıma oranları belirlenmek istenmiştir. Ülkemiz ormanlarında ölüörtü ile ilgili çalışmalar; Arol (1959) tarafından Bolu civarı göknar, kayın ve çam mecerelerinde ölüörtü miktarı ile besin maddesi içerikleri araştırılarak yapılmıştır.

Dündar (1987) yılında ölü örtünün kimyasal içeriği ile ilgili yaptığı bir çalışmada ligninin, odunluların lifin metoksil içeren aromatik bölümü olarak belirtmiştir. Kimyasal olarak selülozla bağlantılıdır. Kısa ömürlü organlar, daha az lignin ve sekonder kimyasal bileşikler bulundurlar ve daha hızlı parçalanırlar. Yaşlı yapraklar gibi uzun ömürlü bitki kısımları daha fazla lignin ve daha az protein bulundurlar ve daha yavaş parçalanırlar. Karbon'un azota oranı ayrı amin seyri hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. C/N oranı yüksekse ayrım hızı düşüktür, C/N oranı düşüğe ayrım hızı daha yüksektir (Kantarcı 1987 ve Côte vd. 2000). Kavvadias vd. (2001) Kuzey Yunanistan'da yaptıkları çalışmada kayın, göknar, sahil çamı ve karaçamda ölüörtü birikimi ve ayrıma oranlarını incelemiştir. Çalışmanın sonucunda ibrelerde en düşük lignin miktarını kayın yapraklarında buna bağlı olarak en hızlı ayrım kayında daha sonra sırasıyla göknar, karaçam ve sahil çamında bulunmuştur. En düşük C/N oranını kayın türünde tespit edilmiştir.

Sarıyıldız (2003) tarafından doğal, sarıçam ve anadolu kestanesinde yapılan bir çalışmada en hızlı ayrımın anadolu kestanesinde olduğu belirlenmiştir. İki yılın sonunda kütle kaybı yüzdeleri sırasıyla ladinde % 35,9 sarıçamda % 51,1 ve anadolu kestanesinde % 64,5'tir. Araştırma sonuçları ayrımı etkileyen en önemli faktörün yaprak ve ibrelerin lignin içeriği olduğunu göstermiştir. Ladin ibreleri kayın yapraklarından daha iyi ayrım, bu iki türün bağıçta içerdiği lignin miktarı ayrım oranlarını etkileyen en önemli faktördür. Albers vd. (2003) tarafından Kuzey Almanya'da yapılan bir çalışmada kayın ve ladin ibrelerinin ayrımını incelemiş ve ladin ibrelerinin kayın yapraklarından daha hızlı ayrımını, k değerlerini ladinde 0,25 ve kayında 0,18 olarak bulmuştur. Ladin ve kayında bağıçtaki C miktarı ayrım boyunca azalma göstermiştir. N miktarı kayın ağaçlarında ilk 3 ay azalma gösterirken

ladin ibrelerinde 6 haftada azalı şa lamı tır ve daha sonraki a amalarda hem ladin hem de kayın örneklerinde artı göstermi tir. Her iki türde de C/N oranı ba langıçtakine göre azalı göstermi tir.

Sarıyıldız vd. (2005) farklı co rafik bölgelerde bulunan ölü örtününün ayrı ması üzerinde iklim özellikleri etkili oldu unu ancak, daha sınırlı, yerel alanlarda ise ayrı an ölü örtünün kimyasal yapısının etkili oldu unu belirtmi tir. Bununla beraber, yerel alanlardaki topografik yapılanmadan (farklı bakı, yükselti ve e im) kaynaklanan farklı mikroiklim özellikleri ile farklı toprak özelliklerinin türlerin kimyasal bile enlerinin konsantrasyonlarını etkiledi i ve bu nedenle de ayrı malarının farklı oldu u bildirilmi tir. Üç farklı türde yaptı ı çalı mada kayın, me e ve sarıçam türlerinde bakı ve e imin etkisini iki yıl boyunca ara tırmı lardır. En hızlı me e ayrı ırken ardından sarıçam ve kayın olarak sıralamı lardır. Kuzeye bakan yamaçlarda güneye bakan yamaçlara oranla ayrı ma oranı hızlı çıkmı tır. E im arttıkça ayrı manın yava ladı ını belirlemi lerdir. Berger vd. (2005) tarafından Avusturya'nın kuzeydeki Hochschwab alplerinde kayın ve karaçam üzerinde yapılan bir çalı mada ölü örtü kese tekni i kullanarak iki yıllık ayrı manın sonucunda ortalama kalan kütle kayın da % 54, karaçam da % 50 olarak bulmu lardır.

Kavak, kızıla aç ve di budak türlerinde yapılan bir çalı mada en hızlı ayrı mayı kavak yaprakları göstermi tir. Bunun nedeni olarak kızıla aç yapraklarında yüksek miktarda N olmasına ra men kava ın ayrı ma ortamındaki sıcaklık ve nemin daha uygun olması gösterilmi tir (Perez-Corona vd.2006). Sarıyıldız vd. (2008) farklı bölgelere ait Ankara ve Artvin de kestane, me e, sarıçam ve karaçam türlerinin ölü örtülerinin ayrı ma oranları üzerinde kimyasal yapılarının ve iklim faktörlerinin etkisi ara tırmı lardır. Türlerin ayrı ma oranları kar ıla tırıldı ında, bir yılın sonunda her iki ortamda da kestane türünün kalan kütlesi yakla ık % 56 iken me ede % 67 sarıçamda % 69 karaçamda % 75 olarak bulmu lardır. En az lignin miktarına sahip olan kestane (% 27) en yüksek kütle azalmasını gösterirken en fazla lignin içeren Karaçam (% 47) en dü ük kütle azalmasını göstermi tir. Türlerin aynı ortamdaki ayrı ma farklılıklarını açıklayan en önemli faktör türlerin ba langıçta içerdikleri lignin miktarı oldu unu belirlemi lerdir.

Sarıyıldız ve Küçük (2009) tarafından yapılan bir çalı mada kayın yaprakları ve ladin ibreleri orman gülünün bulundu u ve bulunmadı ı yerlerde ayrı maya bırakılmı ve sonuçta orman gülünün bulundu u yerde ayrı manın daha yava oldu u belirlenmi tir. Bu durum orman gülünün bulundu u yerdeki toprakları asitle tirmesi ve mikrobiyal faaliyeti azaltması ile açıklanmı tir. Çakıro lu (2011), Bartın ili Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın me cerelerindeki yapmı oldu u çalı mada, ibre ve yaprakların kütle azalması oranları kayın yapraklarında % 24,3 göknar ibrelerinde % 36,1 ve göknar- kayın karı ımında % 27,6 olarak bulunmu tur. Ara tırma sonuçları aynı yeti me ortamı artlarında ibre ve yaprakların ba langıçtaki kimyasal içeri inin (özellikle N, lignin ve lignin/N) ayrı mayı ve kütle kaybını etkileyen en önemli özellikler oldu u belirlemi tir.

Çakır (2013) Akdeniz ve Orta Avrupa iklimleri arasında geçi ku a ında yer alan Belgrad Ormanı içerisinde Atatürk Arboretumu'nda bulunan do al me e, kayın ve me e-kayın karı ık me cerelerinde toprak eklem Bacaklılarının ölüörtü ayrı masına etkisini çalı mı tir. Bir yılın sonunda me ede kalan kütle miktarı % 65 ve kayında % 68 olarak bulmu tur. Ayrı ma sabiti (k) de erleri me ede 0,47 kayında 0,42 olarak bulunmu tur. Ölü örtünün karbon miktarı ayrı ma boyunca azalma göstermektedir. N de erleri ayrı manın ilk a amalarında azalırken sonraki aylarda göreceli olarak azalan bir artı göstermi tir. Ba langıçtaki C/N oranı içerikleri ayrı manın ilk a amalarında artı göstermi tir sonraki aylarda yava layarak sabit kalmı tir. Ayrı ma süresince lignin ve selüloz de erleri azalmı tir. Kayın yapraklarının lignin selüloz içeri i, me e yapraklarının lignin selüloz içeri inden fazla bulunmu tur. Sargıncı (2014) Batı Karadeniz iklim tipinde yer alan düzce kıyı bölgesinde yayılı gösteren do u kayını ve anadolu kestanesi türlerinin iki yıl boyunca ölüörtü ayrı masını çalı mı tir. İlk yılın sonunda kalan kütle miktarları kayında % 65 kestanede % 55'dir. Birinci yılın sonundaki de erlerine bakıldı ında kestone için hesaplanan " k " de eri 0,47 ve kayın için ise aynı de er 0,30 olarak hesaplanmı tir.

Çakır (2017), yarı-kurak iklim özelli ine sahip Çankırı-Eldivan'da Kasım 2014 ile Eylül 2016 yılları arasında ölüörtü kese yöntemini kullanarak karaçamın ayrı masını incelemi tir. Kalan ölüörtü kütlelerini 24 ayın sonunda % 44,47, k de erini 0,48 ve

karaçam ölüörtüsünün % 95'inin kaybı için gerekli zamanı 6,25 yıl olarak hesaplamıştır. Çakır ve Tunç (2018a,b) yarı kurak iklim özelliğine ve jipsli toprağa sahip, Çankırı ili Dereçatı bölgesinde badem türünün yayılı gösterdiği step sahalarında türün ayrıma seyrini belirlemek amacıyla yapılan çalmanın sonucunda badem yaprakları için 12 ay sonunda ortalama kalan ölüörtü kütlesi % 67, yıllık ayrıma sabitinin 0,34 olduğu bulunmuştur. Yine Çakır ve Tunç (2018b) Çankırı-dereçatı bölgesinde yapraklı tür olan meşe türünün bir yıl boyunca ayrımasını incelemiştir, ortalama kalan kütle miktarını % 67,7 ve yıllık ayrıma sabitini 0,34 olarak bulmuştur.

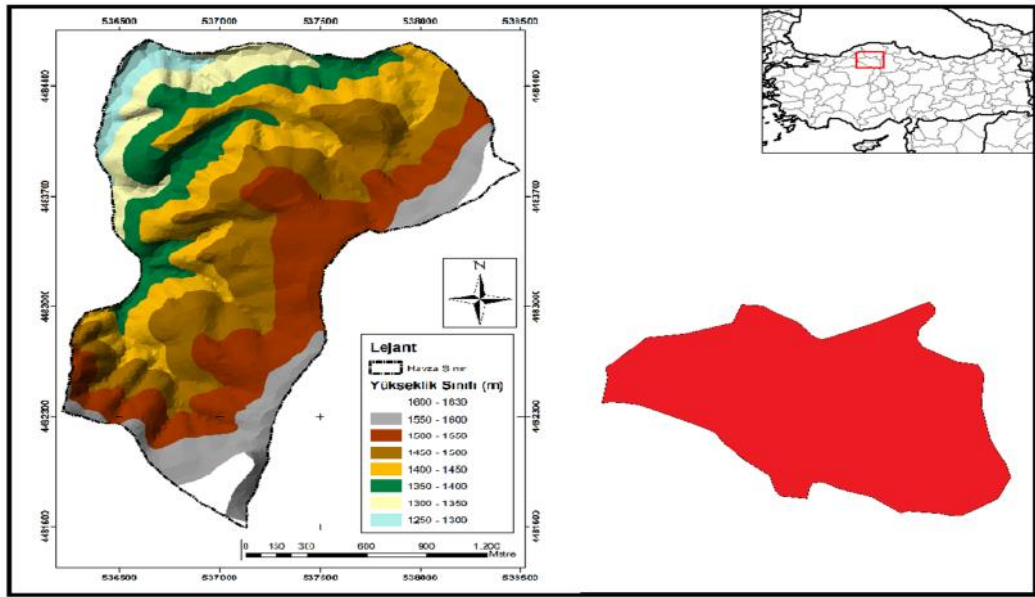


3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Ara tırma Alanının Tanıtımı

Bu ara tırma Çankırı ili Eldivan ilçesi Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Ara tırma ve Uygulama Ormanı'nda yapılmıştır. Çalılık alan Ç Anadolu ile Batı Karadeniz geçi kuşağında bulunduğu için iklim açısından büyük öneme sahiptir. Konum itibarıyla, 40°34'41" - 40°20'38" Kuzey enlemleri ile 33°36'00" - 33°25'10" Doğu boylamları arasındadır (ekil 3.1). Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan çalılık alanı 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritada Çankırı G30-c3 ve H30-b2 paftalarında yer almaktadır. Ara tırma ormanı 14.05.1998 tarihinde fakülteye tahsis edilmiştir. Toplam alanı 367 ha olup 363,5ha orman 3,5 ha açık alandan oluşmaktadır. Güneyde Çakmaklı Tepe (1640 m), kuzeyde Kelmahmut Deresi oluşmaktadır. Alan içerisinde en yüksek rakıma sahip yer Murafa Tepe olup, en düşük yükseltiyeye sahip yer de Kamı Deresi ile Kelmahmut Dere'sinin birleşim noktası olan 1240 m rakımlı mevkidir (Abay ve Ursava 2009).



ekil 3.1. Ara tırma alanının coğrafi konumu (ArcGIS 10,3 paket programı kullanılarak G30-c3 ve H30-b2 paftalarından hazırlanmıştır)

Ara tırma ormanı içerisinde karaçam plantasyon, bozuk karaçam, karaçam-sarıçam karışık ormanlık alanlar ile meşe, ardıç, çalılık ve orman içi açıklık alanlar belirlenmiştir. Alandaki önemli odunsu taksonlar; *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Holmboe (Lamb.), *P. sylvestris* L., *Populus tremula* L., *Corylus avellana* L., *Quercus infectoria* Oliv., *Juniperus communis* L. subsp. *alpina* (Sm.) türleridir ve ara tırma alanında ana orman ana türü Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)'dır. Yılmaz vd. (2006) tarafından bildirildiğine göre; ara tırma alanı, tersiyer döneme ait oligo-miosen jipsli serilerden oluşmakta olan Eldivan ofiyoliti içerisinde yer almaktadır ve farklı kayalar mevcuttur. Hakim ana kaya serpantinlidir. İklim verileri için, çalılık alanına en yakın istasyon olan 930 m yükseltideki Eldivan meteoroloji gözlem istasyonunun rasat sonuçları esas alınmıştır. Yörede en yüksek sıcaklık 37,0 °C ile austos ayında, en düşük sıcaklık -17,3 °C ileubat ayında kaydedilmiş olup, yıllık ortalama sıcaklık 10,4 °C'dir. Vejetasyon süresi içerisinde en yüksek sıcaklık ortalaması 29,4 °C, en düşük sıcaklık ortalaması 3,9 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 500,9 mm, vejetasyon süresi içindeki yağış miktarı ise 274,3 mm'dir (Abay ve Ursava 2009).

3.2 Yöntemler

Ara tırma; Arazi öncesi yapılan çalılımlar (büro çalılımları), arazi çalılımları, laboratuvar çalılımları ve verilerin analizi amaçlarını içermekte olup bu amaçlarda kullanılan yöntemler takip eden alt başlıklar altında verilmiştir.

3.2.1 Örnek Alanların Seçimi ve Tanıtımı

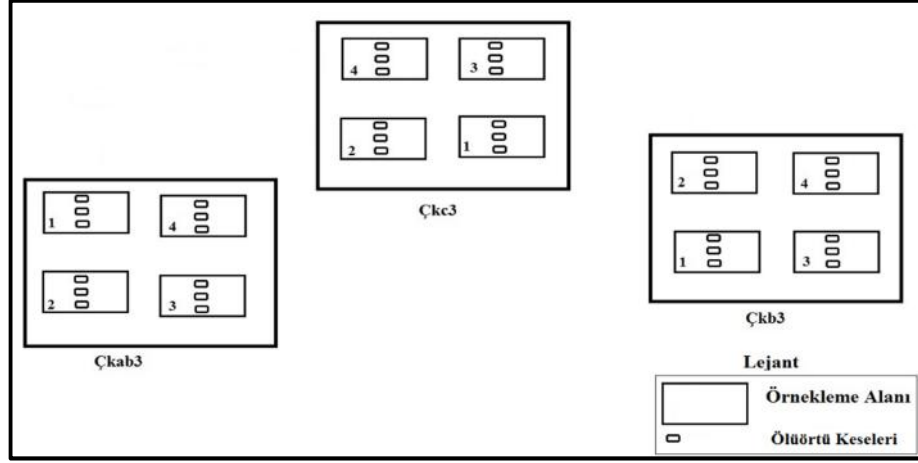
Ara tırma ormanında ön arazi çalışması yapılmış ve meşere çalılımları dikkate alınarak alanda ab (gençlik ve sıklık çalılığı), b (sırlıklık ve direklik) c (ince açıklık) çalılımlarında ve aynı kapalılıkta sahip üç adet karaçam meşereleri belirlenmiştir (ekil 3.2). Örnek alanlar arazi eğiminin veya yeryüzü eğiminin ana yönüne göre gösterdiği yerlerden kaçınılarak seçilmiştir. Her meşere için örnekleme alanlarının arasında bir metre açığı (11 m) olacak şekilde ekilde tampon zon bırakılarak dört adet alt örnekleme alanı belirlenmiştir. Ayrıca inceleme kapsamında seçilen meşerelerin kapalılık derecelerinde aynı olmasına dikkat edilmiştir. Bu ekilde üç adet meşere de toplamda

(3×4=12) 12 adet örnekleme alanları belirlenerek deneme deseni oluşturulmuştur (ekil 3.3).

Büyüklikleri 900 m² olan her bir örnek alandaki bütün ağaçların yaş, çap ve boy ölçümleri yapılmıştır. Ağacın çapı d_{1,30} m yükseklikten göğüs seviyesine gelinen yerden çapölçer (kumpas) ile ölçülmüştür. Yaşının bulunmasında artım burgusundan faydalanılmıştır. Artım burgusu d_{1,30} m yükseklikten ağacın gövdesine saplanarak artım kalemi alınıp, halkalar sayılarak belirlenmiştir. Boy ölçümü Blume-Leiss boy ölçeri ile ölçülmüştür.



ekil 3.2 Ara tırma ormanında seçilen a) Çkb, b) Çkc ve c) Çkab mecerelerinin genel görünümü, Çk: Karaçam, ab: gençlik ve sıklık çabı, b: sıklık ve direklik c: ince ağaçlık (Orijinal 2018)



ekil 3.3 Ara tırma alanından seçilen üç me cereye ait deneme deseni

3.2.2 İbrelerin Toplanması ve Keselerin Hazırlanması

Örnek alanlar belirlendikten sonra 12 adet örnekleme alanına 108 adet ölüörtü kapanları kurularak, birikimden sonra 2016 yılının a ustos ayında kapanlardaki ibreler naylon po etlere konulmu tur (ekil 3.4). Her bir geli im ça ndaki kapanlardan alınan ibreler ayrı ayrı po etlerde toplanmı tur. Buradaki amaç, her bir geli im ça ndan elde edilen ibrelerin kendi alanına konularak ayrı ma sürecinin belirlenmesidir. Toplanan ibreler laboratuvara getirilip po etlerin a zı açılarak hava kurusu haline getirilmi tir.



ekil 3.4 Ölüörtü kapanları (Orijinal 2017)

Kapanlardan toplanan ibrelerin bir kısmı daha sonra kimyasal analizlerin yapımı için ayrılmı tır. Geriye kalan ibreler yakla ık 4-5 g tartılarak, örnek numarasının ve ilk a ırlı ının yazılı oldu u alüminyum etiketler ile birlikte keseler içersine konulmu tur ve keseler mühürleyici ile yapı tırılmı tır (ekil 3.5). Hazırlanan keseler her bir örnekleme alanının ortasına orman tabanı üzerindeki ölüörtü kısmı hafif kaldırılarak yerle tirilmi tir ve üzeri ölüörtü ile örtülmü tür. Bir yıl boyunca izlenecek olan ölüörtü keseleri iki ayda bir toplamda 36 adet toplanmı tır, böylelikle $6 \times 36 = 216$ adet ölüörtü kesesi Kasım 2016 da alanlara yerle tirilmi tir. Yerle tirilen keseler iki aylık periyotlarla ay ortasında, her örnekleme alanından 3'er adet olmak üzere alınmı tır.

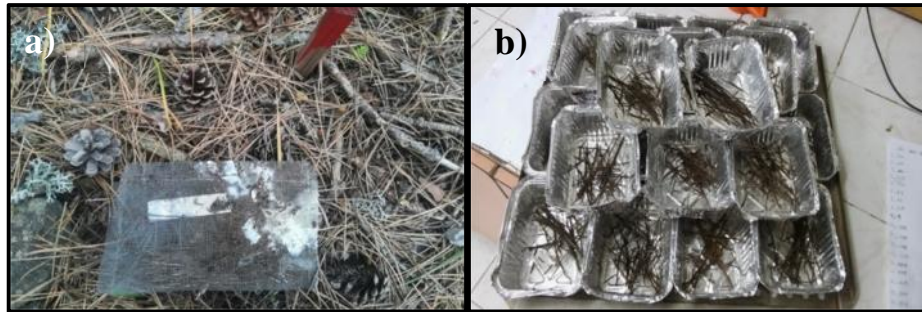


ekil 3.5 çlerine Karaçam ibreleri ve alüminyum etiket konan ölüörtü keseleri (Orijinal 2016)

3.2.3 Araziden Alınan Keselerde Yapılan İlemler

Örnekleme alanlarından toplanan ölüörtü keseleri (ekil 3.6a) laboratuvara getirilerek, işlem yapılana kadar ayrı ma sürecini durdurmak için derin dondurucuya konulmu tur. Analiz a masında ise derin dondurucudan çıkartılan kese örneklerine a a ıda belirtilen i lemler uygulanmı tır.

1. Keselerin dı ı toprak ve di er kalıntılar gidecek ekilde fırça yardımı ile temizlenmi tir.
2. Keseler dikkatli bir biçimde açılarak, içlerinde örnek numaralarının yazılı oldu u alüminyum etiketler üzerindeki bilgiler (alınma tarihi, örnek numarası ve ba langıç kütlesi) kaydedilmi tir.
3. Keselerin içerisindeki bütün ölüörtü parçaları beyaz bir ka ıdın üzerine dökülerek temizlenmi tir, ancak ölüörtü içerisine toprak karı mı ise ibreler saf su ile dikkatlice yıkanarak yabancı maddelerden arındırılmı tir. Temizlenen ibreler darası alınmı ve 65 C° ısıya dayanıklı alüminyum kaplara konularak sabit a ırlı a gelene kadar kurutulmu tur (ekil 3.6b).
4. Kurutma i lemi sonrasında fırın kuru a ırlıkları kaydedilerek, ölüörtü örnekleri kilitli naylon po etlere transfer edilmi tir.



ekil 3.6 Araziden alınan kese örne i (Kesenin üzerindeki beyaz lekeler mantar misellerini temsil etmektedir) ve temizlendikten sonra alüminyum kaplara alınan ibre örnekleri (Orijinal 2018)

3.2.4 Fiziksel Analizler

Labaratuvar i lemlerinden sonra kalan ibrelerin kütle kaybının belirlenmesinde E itlik 1 ve 2 de yer alan formüller kullanılmı tir.

$$Kalan\ K\ddot{u}tle = \frac{M_0 - M_t}{M_0} \times 100 \quad (1)$$

Formülde yer alan, M_0 : Ba langıçtaki kuru kütleyi, M_t ise son kuru kütleyi ifade etmektedir. Ayrıca Olson (1963)'a göre E itlik 2 de yer alan formül kullanılarak ayrı ma sabiti (k) de belirlenmi tir.

$$M_t = M_0 e^{-kt} \quad (2)$$

E itlik 2 de yer alan M_0 : ilk ba taki ölüörtü kütlesini, M_t : t zamandaki ölüörtü kütlesini, k ise ayrı ma sabitini ifade etmektedir. Ayrı ma sabiti (k), ba langıç kütlesi bilinen organik maddenin (t) zaman sonra kalan kütlesinin logaritması ile bulmu tur. Ayrıca $3/k$ oranı ile ölüörtünün % 95'lik kısmının kaç yılda ayrı aca ı belirlenmi tir (Olson, 1963).

3.2.5 Kimyasal Analizler

Kurutulan ölüörtü örnekleri ö ütme makinası yardımı ile un haline gelecek ekilde ö ütölmü ve daha sonra karbon (C), azot (N), lignin, ADF (asit deterjan fiber) ve selüloz içeriklerinin belirlenmesi için analizler yapılmı tir. Karbon ve azot analizleri, 0,1 g örnek kalay folyo içerisine konularak CN analiz cihazında (Leco Truspec 2000) kuru yakma metoduna göre belirlenmi tir. Lignin ve selülozun belirlenmesinde ADF yöntemi kullanılmı tir ve bu yöntemle yakla ık olarak 0,5-1 g ö ütölmü yaprak örne i 250 ml'lik erlenmayere tartılır 100 ml CTAB (cetyltrimethylammonium bromide) çözeltisi eklenir ve 1 saat yava ça kaynatılır. Süzme setine yerle tirilmi olan gooch krozelerin (No. 2) içerisinde kaynatılmı çözelti yava yava eklenir ve kaynatılmı saf su ile yıkanır. Yıkanan örnekler 105°C ye ayarlanmı etüvde 2 saat bekletilir ve tartılır. Ba langıç ve son kütlenin oranı ile ADF belirlenir. ADF belirlendikten sonra asitte bekletme i lemine geçilir. Her bir kroze içi % 72'lik sülfürik asit içeren 100 ml beherlere konularak asitin krozelerin içine dolması ve yanma i lemi için 3 saat beklenir. Daha sonra krozeler çıkartılarak kaynar saf su ile asit tamamen giderilene kadar yıkanır. ki saat 105 °C etüvde kurutulur ve tartılır. Ba langıç ve son kütlenin oranı ile alfa selüloz belirlenir. Son olarak krozeler 550 °C kül fırınına konularak 3 saat bekletilir ve tartılır. Ba langıç ve son kütlenin oranı ile lignin miktarı belirlenir (Rowland ve Roberts 1994).

3.2.6 statistiksel analizler

Farklı me cere tiplerindeki ölüörtü ayrı ma oranları ile kimyasal de i kenleri bir yılın sonunda, tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) yöntemi ile % 95 güven düzeyinde kar ıla tırılmı tır. Aylık olarak de erlendirme yapılırken varyans analizi ile me cerelerde ayrı ma oranları arasında bir farklılık olup olmadı ı belirlenmi tir. Homojen alt grupların belirlenmesinde post-hoc (kar ıla tırma) analizleri yapılmı tır. statistiki analizlerde SPSS programından yararlanılmı tır (SPSS 2003).



4. BULGULAR VE TARTI MA

4.1. Me cerede yapılan ölçümler

Çalı ma alanında örnekleme alanları ve me cere tipi belirlendikten sonra Çkab alanında 200, Çkb'de 287, Çkc'de 123 a açta ölçümler yapılmı tır ve hektardaki a aç sayıları hesaplanmı tır. Ara tırma alanındaki me cerelerde yapılan ölçümler geli im ça ı sınıfına uygunluk göstermi tir (Çizelge 4.1).

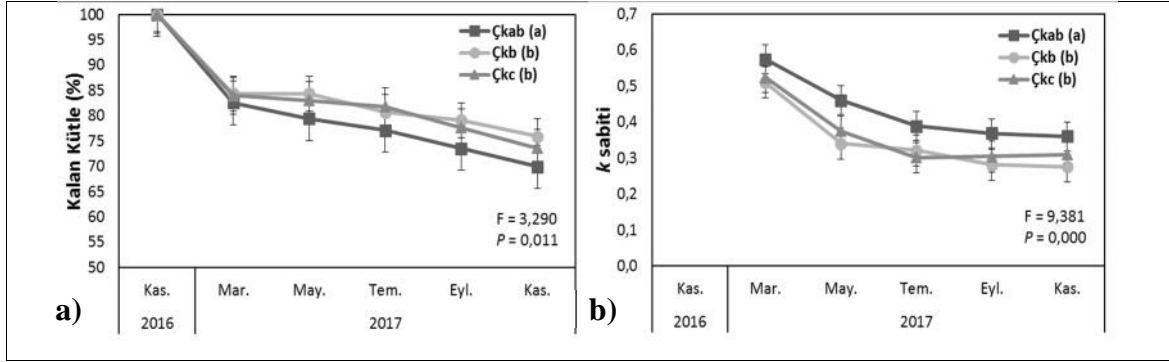
Çizelge 4.1 Üç farklı geli im ça ında yapılan ya , boy ve çap ölçümleri

	Ya (yıl)	Boy (m)	Çap (cm)	A aç sayısı (ha)
Çkab	24,12±0,22	14,12±0,45	15,88±1,14	561,11±85,42
Çkb	85,92±5,24	13,14±0,48	19,65±1,11	797,22±24,20
Çkc	111,25±0,70	18,64±0,48	33,30±1,60	341,66±31,01

Çk: karaçam me cereşi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir.

4.2. Ayrı maya li kin Bulgular

Farklı geli im ça larındaki Karaçam me cerelerinde; ölüörtü ayrı masının de i iminin belirlenmesine ili kin yapılan varyans analizi sonucunda me cere grupları arasında farklılıklar oldu u tespit edilmi tir. Kalan kütle miktarı yıl boyunca üç alanda da zamansal olarak azalı göstermi tir ve bir yılın sonucunda her me cere arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmi tir ($P=0,011$). Ayrı ma sabiti (k), kalan kütle de erine paralel olarak giderek azalma göstermi tir ve alanlar arasında farklılık bulunmu tur ($P=0,000$) (ekil 4.1b).



ekil 4.1 Örnekleme alanlarındaki ölüörtü keselerinden elde edilen kalan kütle, kütle kaybı ve k sabiti grafikleri. Not: Önem seviyesini gösteren P de eri tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılarak elde edilmi tir. Çkab, Çkb ve Çkc farklı geli im ça larını ve parantez içerisindeki harfler Tukey testi sonucu farklılı ı göstermektedir.

Her bir örnek alanda çalı ma süreci boyunca aylara göre farklılıklar tespit edilmi tir ($P < 0,05$). Çalı ma süresince en hızlı ayrı manın Çkab alanında, onu takiben Çkc ve Çkb alanlarında oldu u belirlenmi tir. Karaçam me cerelerinde bir yılın sonunda kalan kütle miktarları Çkab alanında % 69, Çkb alanında % 75 ve Çkc alanında % 73 olarak bulunmu tur (Çizelge 4.2). Çakır (2017)'ın Eldivan'da yaptı ı çalı mada karaçam türü için 12 ayın sonunda kalan ölüörtü kütlelerini % 58 ikinci yılın sonunda ise % 44,47 olarak bulmu tur. Sarıyıldız vd. (2008) Ankara'da yaptıkları çalı mada karaçam türü için bir yılın sonunda kalan kütle miktarını % 75 olarak bulmu lardır. Çakır ve Tunç (2018a,b) yarı kurak iklim özelli ine sahip, Çankırı ili Dereçatı bölgesinde iki farklı türde yaptı ı çalı mada 12 ayın sonunda badem yapraklarının kalan kütlelerini % 67, me e yapraklarının kalan kütlelerini % 68 olarak bulmu lardır. Çakıro lu (2011), Bartın ili Arıt yöresinde kayın, göknar, göknar-kayın me cerelerinde yapmı oldu u çalı mada, kayın yapraklarında kalan kütle % 75, göknar ibrelerinde % 64 ve göknar- kayın karı mında % 73 olarak bulmu tur. Çakır (2013) Akdeniz ve Orta Avrupa iklimleri arasında geçi ku a nda yer alan Belgrad Ormanı içerisinde yaptı ı çalı mada, me ede kalan kütle miktarını % 65 kayında % 68 olarak bulmu tur. Sargıncı (2014) Batı Karadeniz iklim tipinde yer alan düzce kıyı bölgesinde yayılı gösteren do u kayını ve Anadolu kestanesi türlerinin iki yıl boyunca ölüörtü ayrı masını çalı mı tir. ki yılın sonunda kalan kütle miktarları kayında % 58 kestanede % 42'dir. Avusturya'nın Kuzeydeki Hochschwab Alplerinde kayın ve karaçam türlerinde yapılan çalı mada iki yıllık ayrı manın sonucunda, ortalama kalan kütle kayın da %54, karaçam da %50 olarak bulunmu tur (Berger vd. 2005). Ayrı ma sürecinde ölüörtü ilk yıl kütlelerinin %

30-70'ini daha sonraki 5-10 yıl içerisinde ise % 20-30'unu kaybettiği bilinmektedir (Berg ve McClaugherty 2007).

Çizelge 4.2 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre kalan kütle miktarı (%) (ort ± std hata)

	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	82,58±0,21a	79,43±0,43a	77,14±0,35a	73,52±0,46a	69,90±1,42a
Çkb	84,38±0,36b	84,35±0,26b	80,73±0,51b	79,13±0,52b	75,92±0,81b
Çkc	83,99±0,36b	83,00±1,20b	81,83±0,64b	77,66±0,82b	73,57±1,60ab
F	8,420	11,271	22,331	21,581	5,232
P	0,001	0,000	0,000	0,000	0,011

Çk: karaçam me ceresi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi taşıyan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

Her bir örnek alanda k sabiti için çalı ma süreci boyunca her ay farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0,000$). Bir yılın sonunda en yüksek k de eri Çkab alanında daha sonra Çkc ve Çkb alanında bulunmu tur (Çizelge 4.3). Bir yılın sonunda bulunan k de erleri sonucunda, kalan ibrelerin ayrılması için gereken süre ($3/k$), Çkab alanında yaklaşık ($3/0,36$) 8 yıl Çkb alanında ($3/0,27$) 11 yıl Çkc alanında ($3/0,30$) 10 yıldır. En hızlı ayrılma Çkab alanında en yavaş ayrılma ise Çkb alanında oldu u görülmektedir. Çalı ma alanında incelenen me çere çaları de erlendirildi inde; en düşük “ k ” de eri birinci yılın sonunda Çkb alanında 0,27 Çkc alanında 0,30 ve Çkab alanında 0,36 olarak hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda ayrılma oranının sabit kalmadığı, ba langıçta hızlı olan ayrılma evresini yavaş bir evrenin takip etti i belirlenmiştir. Çakır (2017), aynı bölgede karaçam türünde yapımı oldu u çalı mada birinci yılın sonunda ayrılma sabitini 0,53 ve % 95'inin ayrılması için gerekli sürenin 5,7 yıl oldu unu, ikinci yılın sonunda ayrılma sabitini 0,48 ve 95'inin ayrılması için gerekli sürenin 6,25 yıl oldu unu belirtmiştir. Sarıyıldız vd. (2008) kurak iklim özelli ine sahip Ankara ilinde yapımı oldu u çalı mada karaçam ibrelerinin ayrılma sabitini 0,30 ve % 95'inin ayrılması için gerekli süreyi 10 yıl olarak bulmu tur. Çakır ve Tunç (2018) Çankırı ili Merkez ilçesinde yapımı oldu u çalı mada yapraklı bir tür olan badem türünün yıllık ayrılma sabitini 0,34 ve % 95'inin ayrılması için gerekli süreyi 8,8 yıl olarak bulmu tur. Çakır ve Tunç (2018) ba ka bir yapraklı tür olan me e türünün yıllık ayrılma

sabitini 0,34 ve % 95'inin ayrı ması için gereken süreyi 8,8 yıl olarak bulmu tur. Çakır (2013) Akdeniz ve orta Avrupa iklimleri arasında geçi ku a nda yer alan Belgrad Ormanı içerisinde yaptı ı çalı mada me ede ayrı ma sabitini 0,47 ve % 95'inin ayrı ması için gereken süreyi yakla ık 6 yıl kayında ayrı ma sabitini 0,42 ve % 95'inin ayrı ması için gereken süreyi yakla ık 7 yıl olarak bulmu tur. Sargıncı (2014) Batı Karadeniz iklim tipinde yer alan Düzce kıyı bölgesinde yayılı gösteren do u kayınının ayrı ma sabitini 0,30 kestande 0,47 ve %95'inin ayrı ması için gereken süreyi kayında 10, kestande yakla ık 6 yıl olarak bulmu tur. Albers vd. (2003) tarafından Kuzey Almanya da yapılan bir çalı mada ladin ibrelerinin kayın yapraklarından daha hızlı ayrı tı mı belirtmi lerdir. Ladinin ayrı ma sabitini 0,25 kayının ise 0,18 olarak bulmu lardır. Ladin ve kayının k sabitlerinden yola çıkarak % 95'inin ayrı ması için gereken sürenin ladin türünde 12 yıl kayın türünde 16 yıl oldu u belirlenmi tir. Bitkisel ayrı ma oranının (*k*) 0,25 ile 4 arasında de i en bir de er aldı ı bilinmektedir. Bu durum 0,25 ve bu de ere yakın oldu unda ayrı ma hızının dü ük, 4 ve 4'e yakla tı ında ise ayrı manın hızlı oldu unu göstermektedir (Olson 1963). Yukarıdaki çalı malar de erlendirildi inde yarı kurak bölgelerde ayrı ma sabitinin dü ük, sıcak ve nemli bölgelerde ise yüksek oldu u sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu durum ayrı ma hızının iklim özelliklerinden önemli derecede etkilendi ini göstermektedir.

Çizelge 4.3 Farklı geli im ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre kalan ayrı ma sabiti (*k*) de erleri (ort ± std hata)

	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	0,57±0,01a	0,46±0,01a	0,38±0,01a	0,36±0,01a	0,36±0,02a
Çkb	0,51±0,01b	0,34±0,01b	0,32±0,01b	0,28±0,01b	0,27±0,01b
Çkc	0,52±0,01b	0,37±0,02b	0,30±0,01b	0,30±0,01b	0,30±0,02ab
F	8,557	11,621	22,396	21,146	5,363
P	0,001	0,000	0,000	0,000	0,010

Çk: karaçam me ceresi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. *P*: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi ta ıyan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

4.3. Ölüörtünün Kimyasal Bileşenleri

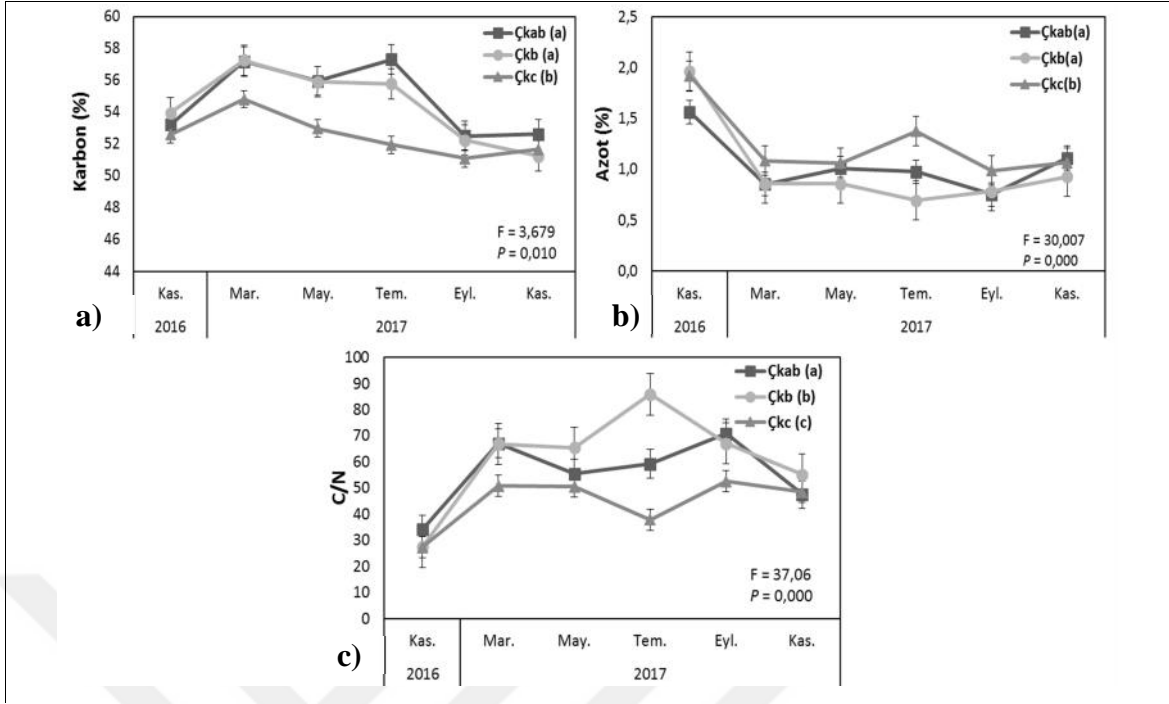
Ba langıçtaki ölüörtüden alınan örneklerde yapılan kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4,4 de verilmiştir. N, C/N, lignin/N ve ADF değerleri Çkb ve Çkc arasında farklılık göstermezken Çkab iki alandan farklılık göstermiştir ($P=0,000$). Lignin ve selüloz içerikleri her bir gelişim ça tında farklı bulunmuştur ($P=0,000$). Ba langıçtaki kimyasal içeriklerin oranları ayrıma hızı hakkında önemli bilgiler vermektedir. Ayrıma olayları gerçekleşirken ayrıma hızı ve kalan kütle miktarı, aç türlerinin içerdiği ba langıçtaki kimyasal içeriklerle yakından ilişkilidir. Karaçam ibrelerinin ba langıçtaki kimyasal içerikleri mecereler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek C değeri Çkb alanında 53,94 iken, en düşük Çkc alanında 52,58 olarak bulunmuştur. En yüksek N değeri Çkb alanında 1,96 iken, en düşük Çkab alanında 1,56 olarak bulunmuştur. Bu durum örneklem alanlarında C/N oranının da değişmesine neden olmuştur. En yüksek C/N oranı Çkab alanında 34,16 olarak bulunurken, Çkb ve Çkc alanında ortalama 27 olarak bulunmuştur. En yüksek lignin değeri Çkab alanında 27,73 ve en düşük Çkc alanında 25,60 olarak bulunmuştur. Selüloz en yüksek Çkab alanında 28,25 en düşük Çkb alanında 25,39 olarak bulunmuştur. ADF değeri Çkab alanında 56,25 bulunurken Çkb ve Çkc alanında ortalama 52 olarak bulunmuştur. Lignin/N değeri Çkab alanında 17,81 Çkb ve Çkc alanlarında 13 olarak bulunmuştur. Sarıyıldız vd. (2008) tarafından Ankara bölgesinde karaçamda yapılmış olduğu çalı mada ba langıçta C değerini 52,3 N değerini 0,54 C/N oranını 97 lignin değeri 35,2 lignin/N değeri 65 olarak bulmuşlardır. Zhang vd. (2008) k değeri etkileyen en önemli değişkenlerin ölüörtü kalitesi (besin elementleri, C/N, lignin oranı) ve iklim (yağış) olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalı malar değerlendirildiğinde benzer iklim özelliklerine sahip alanlardan elde edilen kimyasal içerikler farklı bulunmuştur. Farklı çevre şartları altında ayrılan ölü örtünün, ayrıma oranları arasındaki farklılıklar üzerinde iklim özellikleri tek başına belirleyici bir faktör olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.4 Ölüörtünün ba langıçtaki kimyasal de erleri (ort \pm std hata)

	C (%)	N (%)	C/N	Lignin (%)	Lignin/N	Selüloz (%)	ADF (%)
Çkab	53,21 \pm 0,42ab	1,56 \pm 0,40a	34,16 \pm 0,86a	27,73 \pm 0,18a	17,81 \pm 0,47a	28,25 \pm 0,27a	56,25 \pm 0,25a
Çkb	53,94 \pm 0,28b	1,96 \pm 0,12b	27,49 \pm 0,27b	26,73 \pm 0,22b	13,62 \pm 0,14b	25,39 \pm 0,10b	52,40 \pm 0,29b
Çkc	52,58 \pm 0,36a	1,92 \pm 0,11b	27,35 \pm 0,13b	25,60 \pm 0,28c	13,32 \pm 0,20b	26,41 \pm 0,12c	52,01 \pm 0,29b
F	3,548	73,721	53,967	20,430	66,539	60,748	68,651
P	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Çk: karaçam me ceresi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi ta ıyan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

Karbon de erleri 2016 Kasım ayından 2017 Mart ayına kadar göreceli bir artı gösterirken, 2017 Mart ayından 2017 Eylül ayına kadar geçen süreçte belirgin bir azalma ve 2017 Eylül ayından örnekleme bitiş zamanı olan 2017 Kasım ayına kadar hafif artı göstermektedir. Bir yıllık örnekleme sürecinde örnek alanlar arasında karbon de erleri farklılık göstermi tir ($P=0,010$) (ekil 4.2a). Azot de erleri ayrı manın ilk a amalarında hızlıca azalıp daha sonraları dalgalanma yapmış tir ve birinci yılın sonunda Çkb alanı di er alanlardan istatistiksel olarak farklılık göstermi tir ($P=0,000$) (ekil 4.2b). C/N oranı her me cerede de ba langıçtaki de ere göre artmış tir ve alanlar arasında farklılık belirlenmi tir ($P=0,000$) (ekil 4.2c).



ekil 4.2 Örnekleme alanlarındaki ölüörtü keselerinden elde edilen karbon, azot ve C/N'un zamansal değişimi. Not: Önem seviyesini gösteren P değeri tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılarak elde edilmiştir. Çkab, Çkb ve Çkc farklı gelişim çakalları ve parantez içerisindeki harfler Tukey testi sonucu farklılığı göstermektedir.

Alanlara yerleştirilen keseler içerisindeki ölüörtünün karbon değerleri aylık olarak incelendiğinde Kasım 2016'dan Eylül 2017 arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur ($P=0,047$ $P=0,000$ $P=0,000$ $P=0,001$ $P=0,046$). Bir yılın sonunda (Kasım 2017) ölüörtünün karbon içeriği bakımından fark bulunmamıştır ($P=0,149$) (Çizelge 4.5). Ölüörtü ayrıştırma sürecinde karbon miktarı, kütle kaybına paralel olarak azalmaktadır (Berg ve Laskowski, 2005). Çalınma alanımızda birinci yılın sonunda C değerleri arasında büyük farklılıklar bulunmamaktadır. Çkab alanında 52,62 Çkb alanında 51,23 Çkc alanında 51,66 olarak bulunmuştur. Sarıyıldız vd. (2008) yaptığı çalınma bir yılın sonunda karaçam ibrelerinin ortalama karbon miktarını % 52 olarak bulunmuştur. Berger ve ark. (2015) Avusturya'da yaptıkları çalınma karaçam ibrelerinde bir yılın sonunda belirlenen karbon miktarının % 49 olduğunu belirtmiştir. Albers vd. (2003) tarafından Kuzey Almanya'da yapılan bir çalınma kayın ve ladin ibrelerinin ayrıştırma bakılmıştır. Ladin ve kayında başlangıçtaki C miktarı ayrılmaya boyunca % 60 azalma göstermiştir.

Çizelge 4.5 Farklı geli im ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre karbon (%) de erleri (ort ± std hata)

	Kas.2016	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	53,21±0,42ab	57,18±0,32a	55,95±0,16a	57,29±0,39a	52,49±0,05a	52,62±0,73a
Çkb	53,94±0,28a	57,26±0,52a	55,90±0,46a	55,78±1,12a	52,23±0,65a	51,23±0,19a
Çkc	52,58±0,36b	54,80±0,24b	52,98±0,51b	51,94±0,88b	51,07±0,20b	51,66±0,37a
F	3,550	13,275	17,344	10,308	3,575	2,089
P	0,047	0,000	0,000	0,001	0,046	0,149

Çk: karaçam me ceresi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi ta ıyan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

Bir yıllık ayrı manın sonucunda elde edilen azot (N) de erlerinin zamansal de i imi incelendi inde yapılan varyans analizi sonucunda geli im ça ları arasında her örnekleme zamanında istatistiksel fark belirlenmi tir ($P=0,000$ $P=0,000$ $P=0,000$ $P=0,000$ $P=0,001$ $P=0,000$). Bir yılın sonunda en dü ük azot de eri Çkb alanında en yüksek azot de eri Çkab alanında bulunmu tur (Çizelge 4.6). Azot de eri yıl boyunca azalı göstermi tir. Bir yılın sonunda azot de eri Çkab alanında % 1,11 Çkb alanında % 0,92 Çkc alanında % 1,06 olarak bulunmu tur. Albers vd. (2003) tarafından Kuzey Almanya da yapılan bir çalı mada kayın ve ladin ibrelerinin ayrı masına bakılmı tır N miktarı kayında ilk 3 ay azalma gösterirken ladin ibrelerinde ise 6 haftada azalmı tır ve ayrı manın ilerleyen a amalarında N de erleri artı göstermi tir.

Çizelge 4.6 Farklı geli im ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre azot (%) miktarları (ort ± std hata)

	Kas.2016	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	1,56±0,04a	0,85±0,01a	1,00±0,01a	0,97±0,003a	0,75±0,03a	1,11±0,02a
Çkb	1,96±0,01b	0,85±0,01a	0,85±0,01b	0,69±0,06b	0,78±0,02a	0,92±0,01b
Çkc	1,92±0,01b	1,08±0,02b	1,06±0,04a	1,37±0,01c	0,98±0,05b	1,06±0,01a
F	73,343	79,813	13,856	52,618	10,730	27,890
P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000

Çk: karaçam me ceresi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi ta ıyan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

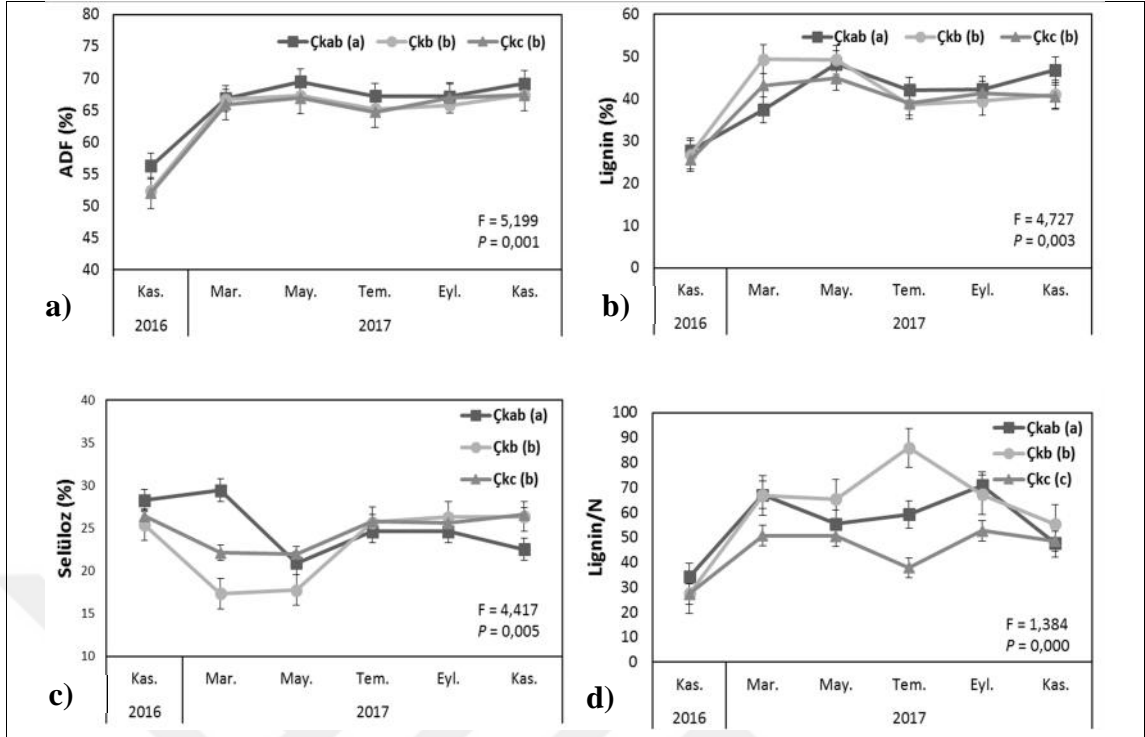
Karbon(C)/azot(N) oranının gelişim çalımları arasında zamansal değişimi incelendiğinde her ayda önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P=0,000$). Birinci yılın sonunda en yüksek C/N oranı Çkb alanında en düşük C/N oranı Çkab alanında bulunmuştur. (Çizelge 4.7). İbrelere bağımlı C/N oranı Çkab alanında 34, Çkb ve Çkc alanında 27 olarak bulunmuştur ve birinci yılın sonunda Çkab alanında % 13, Çkb alanında % 27 ve Çkc alanında % 21'lik artış görülmüştür. C/N oranında en az artış Çkab alanında gerçekleşmiştir buda Çkab alanında ayrımanın daha hızlı ilerleyeceğinin göstergesidir. B. Albers vd. (2003) tarafından Kuzey Almanya'da yapılan bir çalışmada kayın ve ladin ibrelerinin ayrılmamasında C/N oranları bağımlı olarak göre artış göstermiştir. Kavvadias vd. (2001) Kuzey Yunanistan'da yaptıkları çalışmada kayın ve ladin ibrelerinin ayrılmamasında daha sonra sırasıyla göknar, karaçam ve sahil çamında buna bağlı olarak en düşük C/N oranını kayın türünde tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.7 Farklı gelişim çalımlarındaki karaçam ibrelerinin aylara göre C/N oranları (ort ± std hata)

	Kas.2016	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	34,16±0,86a	67,04±0,72a	55,46±0,42a	59,28±2,12a	70,89±3,34a	47,61±1,81a
Çkb	27,49±0,27b	66,86±0,26a	65,40±1,28b	85,89±8,07b	67,10±2,25a	55,23±0,44b
Çkc	27,35±0,13b	50,75±1,30b	50,53±2,11a	37,86±1,10c	52,61±2,55b	48,53±0,18a
F	53,97	113,76	27,38	24,48	12,27	13,49
P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Çk: karaçam meceresi, ab: göğüs çapları 7,9-19,9 cm, b: göğüs çapları 8-19,9 cm, c: göğüs çapları 20-35,9 cm arasında değişen orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi taşıyan değerler istatistiksel olarak önemli değildir.

Yapılan tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonucunda, örnekleme alanlarına yerleştirilen keselerin incelenmesi ve takip edilen ayrıma sürecince ADF ve lignin değeri artış göstermiştir (ekil 4.3a,b). Birinci yılın sonunda ADF ($P=0,001$), lignin ($P=0,003$) ve selüloz ($P=0,05$) içeriklerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. ADF ve lignin değerleri artış gösterirken selüloz miktarı ayrıma boyunca göreceli olarak azalma göstermiştir. Birinci yılın sonunda ibre örneklerinde kalan selüloz miktarları Çkb ve Çkc alanlarında farklılık göstermezken Çkab alanı diğer iki alandan istatistiksel olarak farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır ($P=0,005$) (ekil 4.3c). Bir yıllık ayrımanın sonunda lignin/N oranı her alanda farklılık göstermiştir ($P=0,000$). (ekil 4.3d).



ekil 4.3 Örnekleme alanlarındaki aylık olarak ölürtü keselerinden elde edilen ADF, lignin ve selüloz ve lignin/N grafikleri Not: Önem seviyesini gösteren *P* de eri tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılarak elde edilmiştir. Çkab, Çkb ve Çkc farklı gelişim çaplarını ve parantez içerisindeki harfler Tukey testi sonucu farklılığı göstermektedir.

ADF içerikleri üç gelişim çapında aylara göre incelendiğinde alanlar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($P = 0,000$ $P = 0,001$ $P = 0,007$ $P = 0,000$ $P = 0,007$ $P = 0,002$). Örnekleme zamanlarının, büyük kısmında en yüksek ADF de eri Çkab alanında belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Farklı gelişim çaplarındaki karaçam ibrelerinin aylara göre ADF (%) miktarları (ortalama \pm std hata)

	Kas.2016	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	56,25 \pm 0,25a	66,84 \pm 0,20a	69,46 \pm 0,29a	67,20 \pm 0,38a	67,11 \pm 0,31a	69,17 \pm 0,28a
Çkb	52,40 \pm 0,29b	66,66 \pm 0,16a	67,29 \pm 0,17b	65,17 \pm 0,35b	65,79 \pm 0,19b	67,36 \pm 0,28b
Çkc	52,01 \pm 0,29b	65,87 \pm 0,14b	66,90 \pm 0,88b	64,72 \pm 0,29b	66,91 \pm 0,32a	67,36 \pm 0,46b
F	68,621	9,113	6,425	14,399	6,376	8,586
P	0,000	0,001	0,007	0,000	0,007	0,002

Çk: karaçam meceresi, ab: göğüs çapları 7,9-19,9 cm, b: göğüs çapları 8-19,9 cm, c: göğüs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. *P*: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi taşıyan değerler istatistiksel olarak önemli değildir.

Lignin içerikleri üç gelişim ça rında aylara göre incelendi inde ayrı manın 2017 Mayıs ayında bir farklılık bulunmazken, di er aylarda önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P=0,000$ $P=0,007$ $P=0,547$ $P =0,000$ $P=0,001$ $P=0,000$). Örnekleme zamanlarının büyük kısmında en yüksek lignin de eri Çkab alanında en düşük lignin de eri Çkc alanında belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Birçok çalı mada (Fogel ve Cromack, 1977; Sariyıldız ve Anderson, 2003) % 20 den daha fazla lignin konsantrasyonuna sahip ölü örtüde, lignin miktarının bakteri ve mantarların enzimatik, toprak faunasının beslenme aktivitelerini kısıtladığını, bu yüzden lignin ya da lignin/N oranının ayrı mada daha iyi bir gösterge olabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan çalı mada, Çkab alanında ba langıçtan birinci yılın sonuna kadar 24,56, Çkb alanında 30,54 ve Çkc alanında 24,79' luk bir artış gerçekleşmiştir. En düşük artış Çkab alanında gerçekleşirken bu de er kütle kaybı ile yakından ilişkilidir. Sariyıldız vd. 2008 tarafından yapılan çalı mada karaçam ibrelerindeki ba langıçtaki lignin miktarı 35,2 iken birinci yılın sonunda lignin miktarı 52'ye çıkarak artış gözlemlenmiştir. Ligninin artmasının en önemli nedenleri arasında, ayrıştırılması kolay olan kimyasal bileşenler (proteinler, hemiselüloz vb) ayrıştırılması için geriye kalan kısım içinde ayrıştırılması zor olan lignin miktarı kalmakta buda ligninin oransal olarak artmasına neden olmaktadır. Fazla miktarda lignin içeren ölü örtünün ayrıştırılması ancak lignini ayrıştıran özel mikroorganizmaların (özellikle beyaz çürükçül mantarların) ortamda bulunmasıyla mümkün olabilmektedir (Cox vd. 2001, Eyüpo lu vd. 2011). İlk amada ayrıştırılma genelde oldukça hızlıdır. İkinci amada ise yüksek oranda lignin içeren dokular kalmakta ve ayrıştırılma ligninin kütle kaybı dinamiğine göre eklenmektedir.

Çizelge 4.9 Farklı gelişim ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre lignin (%) miktarları (ortalama \pm std hata)

	Kas.2016	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	27,73 \pm 0,18a	37,39 \pm 0,33a	48,29 \pm 2,90a	42,06 \pm 0,50a	42,25 \pm 0,29a	46,88 \pm 0,44a
Çkb	26,73 \pm 0,22b	49,33 \pm 2,77b	49,25 \pm 2,77a	38,68 \pm 0,24b	39,48 \pm 0,51b	40,98 \pm 0,61b
Çkc	25,60 \pm 0,28c	43,18 \pm 3,03ab	44,89 \pm 3,03a	38,93 \pm 0,28b	41,33 \pm 0,53a	40,53 \pm 0,44b
F	20,436	6,305	0,622	26,935	9,328	48,191
P	0,000	0,007	0,547	0,000	0,001	0,000

Çk: karaçam meceresi, ab: gö vüs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö vüs çapları 8-19,9 cm, c: gö vüs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi taşıyan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

Selüloz içerikleri üç geli im ça nda aylara göre incelendi inde 2017 mayıs ayında bir farklılık bulunmazken, di er aylarda önemli farklılıklar tespit edilmi tir ($P=0,000$ $P=0,005$ $P=0,534$ $P=0,000$ $P=0,031$ $P=0,000$). Aynı manın ilk altı ayında en yüksek selüloz de erleri Çkab alanında bulunurken bu de er aynı manın son altı ayında dü ü göstermi tir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Farklı geli im ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre selüloz (%) miktarları (ort \pm std hata)

	Kas.2016	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	28,25 \pm 0,27a	29,45 \pm 0,26a	20,91 \pm 3,01a	24,61 \pm 0,24a	24,60 \pm 0,26a	22,54 \pm 0,39a
Çkb	25,39 \pm 0,10b	17,32 \pm 2,69b	17,76 \pm 2,93a	25,71 \pm 0,14b	26,31 \pm 0,43b	26,38 \pm 0,37b
Çkc	26,41 \pm 0,12c	22,14 \pm 3,02ab	22,01 \pm 2,19a	25,78 \pm 0,06b	25,58 \pm 0,53ab	26,57 \pm 0,27b
F	60,757	6,772	0,647	15,330	4,104	42,067
P	0,000	0,005	0,534	0,000	0,031	0,000

Çk: karaçam me ceresi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi ta ryan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

Lignin/N içerikleri üç geli im ça nda aylara göre incelendi inde zamansal olarak bütün aylarda önemli farklılıklar tespit edilmi tir ($P=0,000$ $P =0,000$ $P=0,034$ $P =0,000$ $P =0,001$ $P =0,001$). Bir yılın sonunda en yüksek lignin/N de eri Çkb alanında en dü ük Çkc alanında belirlenmi tir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11 Farklı geli im ça larındaki karaçam ibrelerinin aylara göre lignin/N oranı (ort \pm std hata)

	Kas.2016	Mar. 2017	May. 2017	Tem. 2017	Eyl. 2017	Kas. 2017
Çkab	17,81 \pm 0,86a	43,82 \pm 3,38a	47,85 \pm 3,22ab	43,46 \pm 4,48a	57,10 \pm 2,79a	42,37 \pm 1,10a
Çkb	13,62 \pm 0,18b	57,54 \pm 4,36b	57,24 \pm 4,54b	58,89 \pm 6,63b	50,85 \pm 2,56a	44,16 \pm 1,36a
Çkc	13,32 \pm 0,20b	39,78 \pm 2,50a	43,67 \pm 4,69c	28,35 \pm 0,45c	42,45 \pm 1,76b	38,11 \pm 0,86b
F	66,53	16,51	3,97	29,92	10,14	9,82
P	0,000	0,000	0,034	0,000	0,001	0,001

Çk: karaçam me ceresi, ab: gö üs çapları 7,9-19,9 cm, b: gö üs çapları 8-19,9 cm, c: gö üs çapları 20-35,9 cm arasında de i en orman parçasını ifade etmektedir. P: önem seviyesi, aynı sütunda aynı harfi ta ryan de erler istatistiksel olarak önemli de ildir.

5. SONUÇ

Sonuç olarak tez çalışmasından elde edilen veriler değerlendirildiğinde;

- En hızlı ayrışma ve en fazla kütle kaybı Çkab alanında daha sonra sırasıyla Çkc ve Çkb alanında tespit edilmiştir. Ayrışma sabiti (k) değerleri Çkab alanında en yüksek bulunurken en düşük Çkb alanında bulunmuştur.
- C ve N değerleri gelişim çaklarına bağlı olarak değişmekte olup, bir yıllık süre sonunda C ve N miktarı ba langıçtakine göre azalmaktadır. Çkb alanında C/N oranı diğer alanlara göre fazla çıkmıştır. Buda en yavaş ayrışmanın bu alanda olacağını göstermektedir.
- Me cereyası azaldıkça ayrışmanın ilerleyen a amalarında iğrelerin içerdikleri selüloz miktarı azalış göstermiştir. Bu çalışmada selüloz miktarı ayrışmanın ilk altı ayında hızla azalış göstermiştir. Buna bağlı olarak ayrışmanın ilerleyen safhalarında biriken lignin miktarı oransal olarak artış göstermiştir.
- Ba langıçtaki kimyasal içerikler incelendiğinde C/N ve lignin/N oranlarının yüksek çıktığına buna bağlı olarak ayrışmanın ilerleyen a amalarında en hızlı Çkb alanında en yavaş ise Çkab alanında olacağını belirtti. Ancak ba langıçtan örnekleme zamanının bitimine kadar geçen süre bütünsel olarak ele alındığında C/N ve lignin/N oranlarının ayrışmanın sonuna kadar Çkab alanında en düşük, Çkb alanında ise en yüksek artış sağlandığı hesaplanmıştır. En düşük artışın Çkab alanında olması bu alanda ilerleyen a amalarda ayrışmanın daha hızlı ilerleyeceğini göstermektedir.

Tüm bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; ayrışma süreçlerinde etkili olan parametlerinden iklim, ölü örtü kalitesi, ayrışmanın gerçekleştiği ortamda bulunan toprak altı ve toprak üstü canlıların ayrışmaya olan etkileri daha ayrıntılı ve uzun süreli olarak

ara tırılmalıdır. Ölü örtünün mikro iklimini ve do asını etkileyen ormancılık faaliyetleri ayrı ma hızını de i tirebilir. Ormancılık faaliyetleri yürütülürken bu hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Yapılan çalı mada her me cere kendi içerisinde toplanan ibreler ile örneklenmi tir. Farklı geli im ça larındaki ibrelerin kimyasal yo unluklarında farklılık meydana gelmektedir (Çizelge 4,4). Bu çalı madan farklı olarak, aynı kimyasal yo unlu a sahip ibrelerin farklı geli im ça larındaki me cereler altına konularak, geli im ça ının ayrı ma üzerindeki etkisinin belirlenmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Abay, G. ve Ursava , S. 2009. Çankırı ili ara tırma ormanı karayosunu (Musci) flora ve ekolojisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 16, 61-70.
- Aerts, R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship, *Oikos*, 439-449.
- Akkemik, Ü. 2014. Türkiye'nin do al-egzotik a aç ve çalıları I, Orman Genel Müdürlü ü Yayınları, 728 sayfa, Ankara.
- Albers, D., Migge, S., Schafer, M. and Scheu, S. 2003. Decomposition of beech leaves (*Fagus sylvatica*) and spruce needles (*Picea abies*) in pure and mixed stands of beech and spruce. *Soil Biology and Biochemistry* 36, 155–164.
- Arol, N. 1959. Bolu ve civarında bazı göknar, kayın, çam saf ve karı ık me cerelerinde ölü örtü miktarı ile besin maddesi muhtevası üzerine ara tırmalar. Vekaleti Orman Umum Müdürlü ü Yayınları Seri: 3. Basımevi., İstanbul.
- Austin, A.T. and Vivanco, L. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation, *Nature*, 442, 555-558.
- Ball, B.A., Carrillo, Y. and Molina, M. 2014. The influence of litter composition across the litter–soil interface on mass loss, nitrogen dynamics and the decomposer community, *Soil Biology and Biochemistry*, 69, 71-82.
- Berg, B. and Laskowski, R., 2005. Litter decomposition: a guide to carbon and nutrient turnover, Academic Press New York.
- Berg, B. and Staaf, H. 1980. Decomposition rate and chemical changes of *Scots pine* needle litter. I. Influence of stand age, *Ecological Bulletins*, 32; 363-372.
- Berg, B., and McClaugherty, C. 2007. Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration, Springer.
- Berger, TW., Duboc, O., Cukiç, I., Tatzber, M., Gerzabek, MH. and Zehetner, F. 2015. Decomposition of beech (*Fagus sylvatica*) and pine (*Pinus nigra*) litter along an Alpine elevation gradient: Decay and nutrient release, *Geoderma* 251–252:92–104.
- Bocock, K. 1964. Changes in the amounts of dry matter, nitrogen, carbon and energy in decomposing woodland leaf litter in relation to the activities of the soil fauna, *The Journal of Ecology*, 273-284.
- Bocock, K. and Gilbert, O. 1957. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. *Plant and Soil*, 9, 179-185.
- Butenschoen, O., Krashevska, V., Maraun, M., Marian, F., Sandmann, D. and Scheu, S. 2014. Litter mixture effects on decomposition in tropical montane rainforests vary strongly with time and turn negative at later stages of decay, *Soil Biology and Biochemistry*, 77, 121-128.
- Çakır, M. 2013. Toprak Eklembacaklılarının, Kayın ve Me e ekosistemindeki mevsimsel de i imi ve ölü örtü ayrı masına etkileri. Institute of Science and Technology, PhD thesis, Istanbul University, Science Institute (in Turkish, with English summary). stanbul.
- Çakır, M. 2017. Litter Decomposition of *Pinus nigra* in semi-arid region, *Ecology* 2017, 11-13 Mayıs, Kayseri, Turkey.
- Çakır, M. and Akburak, S. 2017. Litterfall and nutrients return to soil in pure and mixed stands of oak and beech, *Journal of The Faculty of Forestry Istanbul University*, 67; 185-200.

- Çakır, M. and Tunç. T. 2018a. Almond (*Amygdalus orientalis*) Leaf Litter decomposition on gypsum soil, International congress on engineering and life science, 26-29 April 2018, Kastamonu.
- Çakır, M. and Tunç. T. 2018b. Litter decomposition of *Quercus pubescens* in semi-arid region', International congress on engineering and life science, 26-29 April 2018, Kastamonu.
- Çakıro lu, K. 2011. Bartın İli Arit yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın mecerelerindeki ölü örtü ayrı ması ve yıllık yaprak dökülmesinin araştırılması, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Chadwick, D.R., Ineson, P., Woods, C. and Pearce, T.G. 1998. Decomposition of *Pinus sylvestris* litter in litter bags: influence of underlying native litter layer, *Soil Biology and Biochemistry*, 30, 47-55.
- Chapin, F.S., Matson, P.A. and Mooney, H.A. 2002. Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer, New York.
- Cizungu, L., J. Staelens, D. Huygens, J. Walangululu, D. Muhindo, O. Van Cleemput, and P. Boeckx. 2014. Litterfall and leaf litter decomposition in a central African tropical mountain forest and Eucalyptus plantation, *Forest ecology and management*, 326, 109-116.
- Côte, L., Brown, S., Pare, D., Fyles, J. and Bauhus, J. 2000. Dynamics of carbon and nitrogen mineralization in relation to stand type, stand age and soil texture in the boreal mixedwood, *Soil Biology and Biochemistry* 32: 1079-1090.
- Couteaux, M.M., Bottner, P. and Berg, B. 1995. Litter decomposition, climate and litter quality, *Trends in Ecology and Evolution* 10, 63-66.
- Crossley, D. and Hoglund, M.P. 1962. A litter-bag method for the study of microarthropods inhabiting leaf litter, *Ecology*, 43, 571-573.
- Daudu, C.K., Muchaonyerwa, P. and Mnkeni, P.N.S. 2009. Litterbag decomposition of genetically modified maize residues and their constituent *Bacillus thuringiensis* protein (Cry1Ab) under field conditions in the central region of the Eastern Cape, South Africa, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 134, 153-158.
- Dündar, M. 1987. Toprak organik maddesi ve ekolojik yönden önemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B- Cilt 37(1).
- Dündar, M. 1988. Alada 'da (Bolu) bazı sarıçam mecerelerinde yıllık yaprak dökümü miktarı ve bu yolla toprağa verilen azot'un tespiti üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A- Cilt 38(1).
- Eyüpo lu, O.E., Vildan, Ö., Atacı, N., ve Arisan, . 2011. Beyaz çürükçül mantarlardan lignolitik enzimlerin yanında endüstriyel öneme sahip bazı enzimlerin varlığının belirlenmesi ve üretimde asidik artıkların etki mekanizmasının rolü, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 5 (2): 111-125, 4; 93-98.
- Ferreira, V., Larrañaga, A., Gulis, V., Basaguren, A., Eloşegi, A., Graça, M.A.S. and J. Pozo. 2015. The effects of eucalypt plantations on plant litter decomposition and macroinvertebrate communities in Iberian streams, *Forest ecology and management*, 335, 129-138.
- Genç, M. 2004. Silvikültürün temel esasları, SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 44, Isparta, ISBN: 975-7929-70-0.
- Hansen, R.A. and Coleman, D.C. 1998. Litter complexity and composition are determinants of the diversity and species composition of oribatid mites (Acari: Oribatida) in litterbags, *Applied Soil Ecology*, 9, 17-23.

- Heal, O.W., Anderson, J.M. and Swift, M.J. 1997. Plant litter quality and decomposition: A historical overview, Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition, ed.G. Cadisch, K E Giller, CAB International Wallingford, pp., 3-45.UK.
- Hobbie, R. 1996. Temperature and plants species controls over litter decomposition in Alaskan tundra, Ecological Monographs, 66: 503–522.
- Hristovski, S., Berg, B. and Melovski, L. 2014. Limitless decomposition in leaf litter of Common beech: Patterns, nutrients' and heavy metal's dynamics, Pedobiologia, 57, 131-138 .
- Irmak, A. ve Çepel, N.1974. Bazı karaçam, kayın ve meşe mecerelerinde ölü örtünün ayrılma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar, Taşmatbaası, İstanbul.
- Jiang, Y., Yin, X. and Wang, F. 2014. Impact of soil mesofauna on the decomposition of two main species litters in a Pinus koraiensis mixed broad-leaved forest of the Changbai Mountains, Acta Ecologica Sinica, 34, 110-115.
- John, T.S. 1980. Influence of litterbags on growth of fungal vegetative structures, Oecologia, 46, 130-132.
- Kampichler, C. and Bruckner, A. 2009. The role of microarthropods in terrestrial decomposition: a meta-analysis of 40 years of litterbag studies, Biological Reviews, 84, 375-389.
- Kantarıcı, M. D. 1987. Toprak ilmi. İstanbul Üniversitesi Yay. No: 3444, Orman Fakültesi Yay. No: 387, Matbaa Teknisyenleri Basımevi – İstanbul.
- Karagül, R. 1990. Artvin-Murgul yöresindeki kayın ve kızılçam ağaç orman ölü örtülerinin bazı hidrolojik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kavvadias, V.A., Alifragis, D., Tsiontsis, A., Brofas, G. and Stamatelos, G. 2001. Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece, Forest ecology and management, 144, 113-127.
- Kılınç, M. ve Kutbay, G. 2008. Bitki Ekolojisi, Geliştirilmiş 2. Baskı, Palme Yayıncılık, Palme Yayınları: 275, ISBN: 975-8624-23-0, Ankara.
- Kisselle, K., Garrett, C., Fu, S. Hendrix, P., Crossley, Jr. D., Coleman, D. and Potter, R. 2001. Budgets for root-derived C and litter-derived C: comparison between conventional tillage and no tillage soils, Soil Biology and Biochemistry, 33, 1067-1075.
- Kurz-Besson C., Couteaux M., Berg B., Remacle J., Ribeiro C., Romanya J. and Thiery J.M. 2006. A climate response function explaining most of the variation of the forest floor needle mass and the needle decomposition in pine forest across Europe, Plant and Soil 285: 97–114.
- Leifheit, E.F., Verbruggen, E. and Rillig, M.C. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi reduce decomposition of woody plant litter while increasing soil aggregation, Soil Biology and Biochemistry, 81, 323-328.
- Li, A., Fahey, T.J., Pawlowska, T.E., Fisk, M.C. and Burtis, J. 2015. Fine root decomposition, nutrient mobilization and fungal communities in a pine forest ecosystem, Soil Biology and Biochemistry, 83, 76-83.
- Li, X., Wu, F., Yang, W., Xia, L. and Tan, B. 2014. Contribution of meso- and macro-fauna to nitrogen release in needle litter decomposition of Abies faxoniana during the freeze-thaw period, Acta Ecologica Sinica, 34, 290-293.
- Lin, N., Bartsch, N., Heinrichs, S. and Vor, T. 2015. Long-term effects of canopy opening and liming on leaf litter production, and on leaf litter and fine-root decomposition in a European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest, Forest ecology and management, 338, 183-190.

- Malagnoux, M. 2007. Arid land forests of the world: global environmental perspectives. In, International Conference on Afforestation and Sustainable Forests as a Means to Combat Desertification, pp. 16-19. Jerusalem, Israel.
- Michel, K. and Matzner, E. 2002. Nitrogen content of forest floor Oa layers affects carbon pathways and nitrogen mineralization, *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1807–1813.
- Odum, E.P. and Barrett, G.W. 2008. Ekoloji'nin temel ilkeleri, Palme Yayıncılık.
- Olson, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems, *Ecology*, 44, 322-331.
- Ono, K., Hirai, K., Morita, S., Ohse, K. and Hiradate, S. 2009. Organic carbon accumulation processes on a forest floor during an early humification stage in a temperate deciduous forest in Japan: Evaluations of chemical compositional changes by ¹³C NMR and their decomposition rates from litterbag experiment, *Geoderma*, 151, 351-356 .
- Pe'rez-Corona, M. E., Herna'ndez, M.C.P. and Bermu'dez de Castro, F. 2006. Decomposition of alder, ash, and poplar litter in a mediterranean riverine area, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37: 1111–1125.
- Pitman, R., Bastrup-Birk, A., Breda, N., Rautio, P. 2010. Sampling and Analysis of Litterfall. In, Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Hamburg, Germany.
- Ponsard, S. and Arditì, R. 2000. What can stable isotopes (¹⁵N and ¹³C) tell about the food web of soil macro-invertebrates?, *Ecology*, 81, 852-864.
- Prescott, C.E. and Blevins, L.L. 2000. Litter decomposition in British Columbia forests: influences of forestry activities. In Proceedings, From science to management and back: a science forum for southern interior ecosystems of British Columbia. C. Hollstedt, K. Sutherland, and T. Innes (editors). Southern Interior Forest Extension and Research Partnership, pp. 119–21. Kamloops, B.C.
- Rowland, A. and Roberts, J. 1994. Lignin and cellulose fractionation in decomposition studies using acid-detergent fibre methods. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 25, 269-277.
- Sargıncı, M. 2014. Batı karadeniz orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiği. Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Düzce.
- Sarıyıldız, T. 2003. 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*, 27:237-243.
- Sarıyıldız, T. 2008. Effects of gap-size classes on long-term litter decomposition rates of beech, oak and chestnut species at high elevations in Northeast Turkey, *Ecosystems*, 11, 841-853.
- Sarıyıldız, T. and Anderson, J. 2003. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study, *Soil Biology and Biochemistry*, 35, 391-399.
- Sarıyıldız, T. and Anderson, J. 2005. Variation in the chemical composition of green leaves and leaf litters from three deciduous tree species growing on different soil types, *Forest ecology and management*, 210, 303-319.
- Sarıyıldız, T. and Küçük, M. 2008. Litter mass loss rates in deciduous and coniferous trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships with Litterquality, Microclimate, and Soil Characteristics, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32:547-559.
- Sarıyıldız, T. and Küçük, M. 2009. Influence of slope position, stand type and rhododendron (*Rhododendron ponticum*) on litter decomposition rates of Oriental beech

- (*Fagus orientalis* Lipsky.) and spruce [*Picea orientalis* (L.) Link], Eurpean Journal of Forest Research, 128: 351-360.
- Sariyildiz, T., Anderson, J. and Kucuk, M. 2005a. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey, Soil Biology and Biochemistry, 37, 1695-1706.
- Sariyildiz, T., Tüfekcio lu, A. and Küçük, M. 2005b. Comparison of decomposition rates of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* (L.) link) litter in pure and mixed stands of both species in Artvin, Turkey, Turkish journal of agriculture and forestry, 29, 429-438.
- Sariyıldız, T., Varan, S. ve Duman, A. 2008. Ölü Örtü Ayrı ma Oranları Üzerinde Kimyasal Bile enlerin ve Yeti me Ortamı Özelliklerinin Etkisi: Artvin ve Ankara Yöresine Ait Örnek Bir Çalı ma. Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 109-119.
- Schaller, J. and Brackhage, C. 2015. Invertebrate grazers affect metal/metalloid fixation during litter decomposition, Chemosphere, 119, 394-399.
- Scheu, S. and Falca, M. 2000. The soil food web of two beech forests (*Fagus sylvatica*) of contrasting humus type: stable isotope analysis of a macro-and a mesofauna-dominated community, Oecologia, 123, 285-296.
- Smyth, C.E., Macey, D. and Trofymow, J.A. 2015. Long-term litter decay in Canadian forests and the influence of soil microbial community and soil chemistry, Soil Biology and Biochemistry, 80, 251-259.
- SPSS, 2003. SPSS Base 12.0 user's guide. SPSS Inc., Chicago.
- Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson, J.M. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems, Univ of California Press.
- Tu, T.T.N., Egasse, C., Zeller, B., Bardoux, G., Biron, P., Ponge, J.F., David, B. and Derenne, S. 2011. Early degradation of plant alkanes in soils: A litterbag experiment using 13 C-labelled leaves, Soil Biology and Biochemistry, 43, 2222-2228.
- Türke , M., Sümer, U.M. and Çetiner, G. 2000. Küresel iklim de i ikli i ve olası etkileri. Ankara, ÇKÖK Gn. Md., 7-24.
- Turna, ., Altun, L., Üçler, A.Ö. and Tazegün, T. 2006. Kurak ve yarıkurak bölge a açlandırmalarının genel de erlendirmesi, 33-41. Ürgüp,
- Ürgenç, S. . 1998. A açlandırma Tekni i. stanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: stanbul.
- Van Nevel, L., Mertens, J., Demey, A., De Schrijver, A., De Neve, S., Tack, F.M.G. and Verheyen, K. 2014. Metal and nutrient dynamics in decomposing tree litter on a metal contaminated site, Environmental Pollution, 189, 54-62.
- Wang, G., Zhang, L., Zhang, X., Wang, Y. and Xu, Y. 2014. Chemical and carbon isotopic dynamics of grass organic matter during litter decompositions: A litterbag experiment, Organic Geochemistry, 69, 106-113.
- Wiegert, R.G. 1974. Litterbag studies of microarthropod populations in three South Carolina old fields, Ecology, 94-102.
- Yılmaz, S., im ek, Z., mal, B., Öner, N. ve Kondur, Y. 2006. Çankırı (Idivan-Küçükhacıbey)'da gerçekte tirilen a açlandırma çalı maları. türkiye'de yarı kurak bölgelerde yapılan a açlandırma ve erozyon kontrolü uygulamalarının de erlendirilmesi çalı tayı, Ürgüp. 7-10 Kasım 2006, 88-93.
- Zhang, C.F., Meng, F.R., Bhatti, J.S., Trofymow, J.A. and Arp, P.A. 2008. Modeling forest leaf-litter decomposition and N mineralization in litterbags, placed across Canada: A 5-model comparison, Ecological Modelling, 219, 342-360.

Zhang, D., Hui, D., Luo, Y. and Zhou, G. 2008. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. *Journal of Plant Ecology*, 1(2), 85–93.



ÖZGEÇM

Adı - Soyadı : Tu ba TUNÇ
Do um Yeri : Mersin
Do um Tarihi : 10.01. 1992
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dil : İngilizce
Adres : Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi
Telefon : 0 543 736 72 60
E- posta : tugbatunc33@gmail.com

Ö renim Durumu

Ö renim Dönemi	Derece	Üniversite	Ö renim Alanı
2011–2015	Lisans	Çankırı Karatekin	Orman Mühendisli i
2016–2019	Y. Lisans	Çankırı Karatekin	Orman Mühendisli i

Yayınları

- 1- Çakır, M., Tanı, M. ve Tunç, T., 2018. Bozkır-orman geçi ku a ndaki çalı türlerinin toprak biyoçe itlili ine etkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20 (3), 583-589.
- 2- Çakır, M. ve Tunç, T., 2018. Litter Decomposition of *Quercus pubescens* in Semi-arid Region. International Congress on Engineering and Life Science, 26-29 April 2018, Kastamonu, TURKEY.
- 3- Çakır, M. ve Tunç, T., 2018. Almond (*Amygdalus orientalis*) Leaf Litter Decomposition on Gypsum Soil. International Congress on Engineering and Life Science, 26-29 April 2018, Kastamonu, TURKEY.
- 4- Sargıncı, M., Çakır, M., Akburak, S. ve Tunç, T., 2018. Preliminary Results of Litterfall and C&N Contents of Litterfall in Black pine. International Ecology 2018 Symposium, 19-23 June 2018, Kastamonu, Turkey.