

**BARTIN İLİ ARIT YÖRESİNDEKİ KAYIN, GÖKNAR, GÖKNAR-KAYIN
MEŞCERELERİNDEKİ ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI VE YILLIK YAPRAK
DÖKÜLMESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kamil ÇAKIROĞLU

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
Şubat 2011**

KABUL:

KAMİL ÇAKIROĞLU tarafından hazırlanan "BARTIN İLİ ARIT YÖRESİNDEKİ KAYIN, GÖKNAR, GÖKNAR-KAYIN MEŞCERELERİNDEKİ ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI VE YILLIK YAPRAK DÖKÜLMESİNİN ARAŞTIRILMASI" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek,..Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 11.02.2011

Başkan: Doç. Dr. Ömer KARA (BÜ)

Üye : Prof. Dr. Yılmaz YILDIRIM(ZKÜ)

Üye : Doç. Dr. Temel SARIYILDIZ(KÜ)

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ali Naci TANKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Kamil ÇAKIROĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BARTIN İLİ ARIT YÖRESİNDEKİ KAYIN, GÖKNAR, GÖKNAR-KAYIN MEŞCERELERİNDEKİ ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI VE YILLIK YAPRAK DÖKÜLMESİNİN ARAŞTIRILMASI

Kamil ÇAKIROĞLU

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ömer KARA

Şubat 2011, 79 sayfa

Bu çalışmada farklı meşcerelerdeki (kayın, göknar, göknar-kayın) yıllık ibre ve yaprak dökülmesi ile ibre ve yaprakların ayrışması araştırılmıştır. Bunun yanı sıra, incelenen meşcere tiplerine ait bazı toprak özellikleri (tekstür, pH, organik C, toplam N vb.) ve ölü örtü miktarları da belirlenmiştir. Bu amaçla, Arıt Beldesi Küredağları Milli Parkı tampon zonunda yer alan her bir meşcere tipinden 15 adet örnek alan seçilmiş ve her örnek alandan toprak örnekleri alınmıştır. Dökülen yıllık ölü örtü miktarını bulmak için her bir meşcere tipine 5 adet ölü örtü tuzağı yerleştirilmiştir. İbre ve yaprakların ayrışmasını belirlemek için her meşcere tipinden son yıla ait ibre ve yaprak örnekleri toplanmış ve her meşcere tipine 18 adet olmak üzere toplam 54 adet ayrışma torbası yerleştirilmiştir. Bu ayrışma torbaları üçer aylık periyotlar halinde 21 ay boyunca araziden toplanmıştır.

Dökülen yıllık ölü örtü miktarı kayın meşceresinde 4245 kg ha^{-1} , göknar meşceresinde 2935 kg ha^{-1} ve göknar-kayın meşceresinde 3510 kg ha^{-1} olarak bulunmuştur. İbre ve yaprakların kütle azalması oranları kayın yapraklarında % 24.3, göknar ibrelerinde % 36.1 ve göknar-

ÖZET (devam ediyor)

kayın karışımında % 27,6 olarak bulunmuştur. İbre ve yaprakların k ayrışma sabitesi değerleri kayın için -0.159, göknar için -0.254 ve göknar-kayın için -0.184 olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonucuna göre; meşcerelere ait toprakların bazı özellikler (nem, organik C, Toz, pH, tane yoğunluğu ve Corg/Ntoplam oranı) bakımından %5 önem düzeyinde farklı olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları aynı yetiştirme ortamı şartlarında ibre ve yaprakların başlangıçtaki kimyasal içeriğinin (özellikle N, lignin ve lignin/N) ayrışmayı ve kütle kaybını etkileyen en önemli özellikler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca toprakların pH değeri ayrışmayı etkileyebilir.

Anahtar sözcükler: Kayın, Göknar, Göknar-Kayın, İbre, Yaprak, Ayrışma

Bilim Kodu: 502.10.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE INVESTIGATION OF LITTER DECOMPOSITION AND ANNUAL LITTERFALL IN BEECH, FIR, FIR- BEECH STANDS IN THE ARIT DISTRICT OF BARTIN PROVINCE

Kamil ÇAKIROĞLU

**Bartın University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering**

Thesis Advisor : Assoc. Prof. Dr. Ömer KARA

Şubat 2011, 79 pages

In this study, among the different stands (beech, fir, fir-beech), annual needle and leaf fall and the decomposition of these needles and leaves were investigated. Besides, some soil properties (texture, pH, organic C, total N etc.) and the litter amounts of the investigated stand types were also determined. For this purpose, from the buffer zone of the Küre Mountains National Park in the Arıt District, 15 sample plots out of each stand type were selected and soil samples were taken from those plots. For the determination of the annual litter fall, five litter traps were located in each stand type. For the analysis of the needle and leaf decomposition, needle and leaf samples of the last year were collected from the each stand type. 18 litter bags for each stand, totally 54 litter bags were placed in the field. These litter bags were taken from the field at the end of each 3 months period along the 21 months total research time.

Annual litter fall are 4245 kg ha⁻¹, 2935 kg ha⁻¹ and 3510 kg ha⁻¹, in the beech, fir and fir-beech stands respectively. Remaining percentage of initial mass are 24.3%, 36.1% and 27.6%

ABSTRACT (continued)

in the beech, fir and fir-beech stands respectively. The decomposition constant, “k” values of needles and leaves are -0.159, -0.254 and -0.184 in the beech, fir and fir-beech stands respectively. According to variance analysis results, the soils of the stands differ about 5% at significance level from the point of some properties (moisture, organic C, silt, pH, grain density and Corg/Ntotal ratio).

According to the results of the study, in the similar habitat conditions, the initial chemical composition of the needle and leaves (especially N, lignin and lignin/N) is the most significant factor which influences the decomposition and mass reduction. Also, the pH of soils value possibly affects the decomposition.

Key Words: Beech, Fir, Fir-Beech, Needle, Leaf, Decomposition

Science Kode: 502.10.01

TEŞEKKÜR

“Bartın İli Arıt Yöresindeki Kayın, Gök nar ve Gök nar-Kayın Meşcerelerindeki Ölü Örtü Ayrışması ve Yıllık Yaprak Birikiminin Araştırılması” adlı bu çalışma BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezinin bilimsel danışmanlığını üstlenerek gerek konunun seçiminde gerekse hazırlanması sırasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm, çalışmaların her aşamasında görüşlerinden yaralandığım Sayın hocam Doç. Dr. Ömer KARA’ya teşekkür etmeyi zevkli bir görev sayıyorum.

Tez jürisinde yer alan, eserlerinden ve bilgilerinden büyük ölçüde faydalandığım ve büyük katkılar sağlayan Doç. Dr. Temel SARIYILDIZ’ a en içten teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda tez jürisinde yer alan ve katkılar sağlayan Prof. Dr. Yılmaz YILDIRIM’ a teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında büyük yardımlarını gördüğüm hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ŞENSOY’ a ve Yrd. Doç. Dr. Melih ÖZTÜRK’ e teşekkürlerimi sunarım. Gerek arazi ve laboratuvar çalışmalarında gerekse de tezin yazım aşamasında büyük yardımlarını gördüğüm değerli arkadaşım Arş. Gör. İlyas BOLAT’ a teşekkürü borç bilirim. Ayrıca arazi Çalışmaları sırasında yardımlarını gördüğüm Ulus Orman İşletme Müdürü Yardımcısı Mahmut ŞENTÜRK ve Arş. Gör. Yafes YILDIZ’ a ayrıca teşekkür ederim.

Tezin özellikle yazım aşamasında gösterdiği destek ve sabırdan dolayı değerli eşime şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmanın uygulayıcılara, bilim dünyasına ve tüm ilgilenenlere yararlı olması en içten dileğimdir.

Kamil ÇAKIROĞLU

Bartın,2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
2.1 ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ.....	13
2.1.1 Araştırma Alanının Yeri.....	13
2.1.2 Yeryüzü Şekli Özellikleri.....	17
2.1.3 İklim Özellikleri	17
2.1.4 Anakaya ve Toprak Özellikleri	20
2.1.4.1 Kalker (Kireç Taşları) Anakayası ve Kalkerden Oluşan Toprakların Özellikleri.....	22
2.1.4.2 Kıltaşı Anakayası ve Kıltaşından Oluşan Toprakların Özellikleri.....	22
2.1.5 Bitki Örtüsü	23
2.2 METOT	24
2.2.1 Araziye Yapılan İşler	24
2.2.1.1 Toprak ve İbre-Yaprak Örneklerinin Alınması.....	24
2.2.1.2 İbre-Yaprak Ayrışma Torbalarının Hazırlanması ve Araziye Yerleştirilmesi	24

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.1.3 İbre-Yaprak Tuzaklarının Hazırlanması ve Araziye Yerleştirilmesi	25
2.2.2 Laboratuvarında Uygulanan Yöntemler	26
2.2.2.1 Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel Analizler	26
2.2.2.2 Toprak Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler	27
2.2.2.3 İbre ve Yaprak Örneklerinde Yapılan Analizler	29
2.3 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	31
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	33
3.1 FARKLI MEŞCERE TİPLERİNE (KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN) AİT TOPRAKLARIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	33
3.1.1 Toprakların Hacim Ağırlığı Değerleri.....	33
3.1.2 Toprakların Tane Yoğunluğu Değerleri.....	35
3.1.3 Toprakların Gözenek Hacmi Değerleri	37
3.1.4 Toprakların Mekanik Bileşimi (Tekstürü)	40
3.1.5 Toprakların Aktüel pH Değerleri	43
3.1.6 Toprakların Organik Karbon İçerikleri	46
3.1.7 Toprakların Toplan Azot İçerikleri	49
3.1.8 Toprakların C_{org}/N_{top} Oranı Değerleri	52
3.2 FARKLI MEŞCERE TİPLERİNE (KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN) AİT YILLIK DÖKÜLEN İBRE-YAPRAK MİKTARLARI.....	54
3.3 FARKLI MEŞCERE TİPLERİNE (KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN) AİT İBRE VE YAPRAKLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	56
3.3.1 İbre ve Yapraklardaki Organik C Değerleri	56
3.3.2 İbre ve Yapraklardaki Toplam N Değerleri	57
3.3.3 İbre ve Yapraklardaki Lignin İçeriği.....	59
3.3.4 İbre ve Yapraklardaki Lignin/N Oranı	61
3.3.5 İbre ve Yapraklardaki C/N Oranı	62
3.3.6 İbre ve Yapraklardaki Kütle Azalması ve “k” Ayrışma Oranı Sabitesi.....	63

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Bartın İli Arıt Beldesi ve araştırma alanının Türkiye üzerindeki konumu.....	13
Şekil 2.2 Araştırma alanının yükselti haritası	14
Şekil 2.3 Araştırma alanının bakı haritası	15
Şekil 2.4 Araştırma alanının eğim haritası	16
Şekil 2.5 Thornthwaite metoduna göre Arıt'ın su bilançosu grafiği (2008-2010).....	19
Şekil 2.6 Araştırma alanının jeoloji haritasındaki yeri.....	20
Şekil 2.7 Bartın ve çevresinin jeolojik haritası (Anonim 1993).....	21
Şekil 2.8 Kayın ve Göknar-Kayın meşceresine ait fotoğraflar	23
Şekil 2.9 Yerleştirilen ölü örtü torbaları.....	25
Şekil 2. 10 Yerleştirilen Ölü Örtü Tuzakları	25
Şekil 2.11 Toprak örneklerinde Toplam N'i belirlemek amacıyla 420 °C' de 180 dakika yakma işlemi	29
Şekil 3.1 Toprakların hacim ağırlıklarının farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfler $P>0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir	34
Şekil 3.2 Toprakların tane yoğunluklarının farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir	37
Şekil 3.3 Toprakların gözenek hacimlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfler $P>0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir	39
Şekil 3.4 Toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir	43
Şekil 3.5 Toprakların aktüel pH değerlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir	45

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.6 Toprakların organik C değerlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.....	48
Şekil 3.7 Toprakların total N değerlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir...	51
Şekil 3.8 C_{org}/N_{toplam} ayrışma oranı değerlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.....	53
Şekil3.9 İbre ve yaprakların Organik C değerlerinin Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark Olduğunu göstermektedir.....	57
Şekil3.10 İbre ve yaprakların Toplam N değerlerinin Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.....	58
Şekil3.11 İbre ve yaprakların lignin içeriklerinin Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.....	60
Şekil3.12 İbre ve yaprakların lignin/N oranlarının Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.....	61
Şekil3.13 İbre ve yaprakların C/N oranlarının Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.....	63

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.14 İbre ve Yaprakların farklı periyotlara göre Kütle Azalması	64
Şekil3.15 İbre ve yaprakların Kütle Kaybı oranlarının Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler P<0.05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir	

TABLolar DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1 Araştırma alanındaki meşcere tiplerinin tanıtım tablosu	16
Tablo 2.2 Yağış etkenliği sınıfları (Erinç 1965)	18
Tablo 2.3 Thornthwaite yöntemine göre Bartın'ın su bilançosu (2008-2010).....	19
Tablo 3.1 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların hacim ağırlıklarına ilişkin değerler....	33
Tablo 3.2 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların hacim ağırlığı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	34
Tablo 3.3 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların tane yoğunluklarına ilişkin değerler ..	36
Tablo 3.4 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların tane yoğunluğu değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	36
Tablo 3.5 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların gözenek hacmine ilişkin değerler	38
Tablo 3.6 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların gözenek hacmi değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	39
Tablo 3.7 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların mekanik bileşimi değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	40
Tablo 3.8 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların mekanik bileşimine ilişkin değerler ..	42
Tablo 3.9 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların aktüel pH değerlerine ilişkin değerler	44
Tablo 3.10 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların aktüel pH ağırlığı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	45
Tablo 3.11 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların % organik C içeriklerine ilişkin Değerler	47
Tablo 3.12 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların Organik C değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	47
Tablo 3.13 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların toplam azot içeriklerine ilişkin Değerler	50
Tablo 3.14 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların Toplam Azot değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları	50

TABLULAR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.15 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların C/N oranına ilişkin değerler	52
Tablo 3.16 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların C/N değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları.....	53
Tablo 3.17 Farklı meşcere tiplerine (kayın, göknar ve göknar-kayın) ait periyotlara göre yıllık ibre ve yaprak dökümü.....	55
Tablo 3.18 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Organik C değerleri.....	56
Tablo 3.19 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Toplan N değerleri.....	58
Tablo 3.20 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Lignin içeriği değerleri.....	59
Tablo 3.21 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Lignin/N oranı değerleri.....	61
Tablo 3.22 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların C/N değerleri	62

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- C : Karbon
Corg : Organik Karbon
HGK : Harita Genel Komutanlığı
MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA : Maden Teknik Arama
N : Azot
Ntoplam : Toplam Azot
OGM : Orman Genel Müdürlüğü
S-N-K : Student-Newman-Keuls testi
vb. : ve benzeri
vd. : ve diğerleri

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 GENEL BİLGİLER

Diğer bitkiler gibi orman ağaçları da mineral besin maddelerini kökleri ile topraktan almakta, bunları laboratuvarı olan yapraklara göndermektedir. Yapraklara kadar gelmiş olan besin maddelerinin büyük bir kısmı burada “madde değişimi olayları” ile yeni organik maddeleri meydana getirmekte, bir kısmı da iyon halinde bitki bünyesinde tutulmaktadır. Gerek yeni meydana gelen organik maddeler, gerekse iyon halindeki besin elementlerinin bir kısmı yapraklarda depo edilmekte, diğer bir kısmı ise bitkinin çeşitli organlarına gönderilmektedir. Ormanların yıllık yaprak dökümü, doğal dal budanması ve buna benzer olaylar ile büyük miktardaki organik maddeler (yaprak, kabuk, dal odunu, çiçek, tomurcuk, tohum, v.b.) toprak yüzünde yığılır; zamanla burada ayrışarak bileşimindeki besin maddelerini toprağa verir. Böylece toprak ile bitkiler arasında bir besin maddesi dolaşım süreci tamamlanmış olur (Çepel 1995).

Orman toprağının yüzünü örten az veya çok ayrışmış organik maddelerin bütününe “ ÖLÜ ÖRTÜ” denir. Ölü örtü başlıca yaprak ve iğnelerden, bunlardan başka dal, tomurcuk, çiçek, tohum ve ağaç kabuklarından oluşur. Orman içindeki ölmüş hayvanlarda ölü örtüye katılabilir (Irmak 1972). Ölü örtü orman toprağının üstünde yer alan yaprak, çürüntü ve humus tabakalarının tümünü kapsar. Humus tabakasının mineral toprağa karıştığı kesim (Ah-horizonu) ölü örtüden sayılmaz. Ölü örtü sadece organik madde tabakasına verilmiş genel isimdir (Kantarcı 2000).

Ölü örtü dinamikleri orman ekosistemlerindeki enerji transferi ve besin döngüsünün önemli bir kısmını oluşturur (Maguire 1994). Orman ekosistemlerinde ölü örtü toprak içine organik maddenin girmesinde önemli bir yoldur (Swift vd 1979). Orman ölü örtüsünün ayrışması orman ekosistemlerinin işlevi ve yapısının devamında önemli yerler tutmaktadır. Çünkü bu materyallerin ayrışması sistem içindeki besin döngüsü süreçlerinde kritik rol üstlenmektedir.

Her yıl ekosistem içine katılan temel besin elementlerinin miktarı, bu ekosistem içinde döngü halinde olan besin elementlerinin miktarı ile karşılaştırıldığında genelde daha düşüktür (Yıldız ve İlhan 2004). Orman ekosistemlerinde ölü örtü ayrışması, ağaçların gelişmesi için gerekli olan besin elementlerinin döngü süreçlerinde bir besin deposu olması yanında, ortamda yaşayan toprak mikro ve makro organizmaları için bir enerji kaynağıdır (Heal vd. 1997).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, hem küresel hem de bölgesel ölçekte meydana gelen iklim değişikliklerinin, ölü örtü ayrışması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu oldukça önemli bir konudur. Çünkü ölü örtü ayrışması küresel karbon bütçesinin önemli bir parçasıdır (Aerts 1997). Raich ve Schlesinger (1992) kökler dahil ölü örtü ayrışması yıllık toplam karbon akışının yaklaşık % 70' ini oluşturduğunu tahmin etmiştir. Bu değer yaklaşık olarak 68 Pg C yr^{-1} ($\text{Pg} = 10^{15} \text{ g}$) civarındadır (Aerts 1997). Bu nedenle, ölü örtü ayrışmasını etkileyen faktörlerdeki herhangi bir değişiklik, küresel karbon bütçesinin hesaplanmasında önemli bir yer tutmaktadır (Sarıyıldız vd. 2008).

Dünya sıcaklığı son yüzyılda yaklaşık $0.6 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den daha fazla artmıştır. Sıcaklıktaki bu artışın 21. yüzyılda 1.5 ile $5 \text{ }^\circ\text{C}$ arasında olacağı tahmin edilmektedir. İnsanların müdahaleleri sonucunda karbondioksit ve metan gazı formunda atmosfere geniş miktarda karbon eklenmektedir. Fosil yakıtların yakılması (kömür, petrol ve doğal gaz) sonucu jeokimyasal bölmede (kayalarda ve derin okyanus sularında) tutulan önemli miktardaki karbon ortama salıverilmektedir. Toprak içinde tutulan karbon ise, kùltivasyon çalışmaları, ormanların ve otlakların yok edilmesi sonucunda doğal olarak ayrışma ile olacak olandan daha fazla oranda karbondioksit olarak atmosfere salıverilmektedir. Bunun sonucu olarak endüstriyel gelişme ve insan nüfus patlamasından önce atmosferdeki karbondioksit seviyesi yaklaşık 270 ppm (bir milyondaki bölümü) iken şu anda 350 ppm üzerine tırmanmakta ve yirmi birinci yüzyılın ortalarına doğru bu miktarın doğal olan geçmişteki miktarının iki katına (500 ile 600 ppm arasında) ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Neftel vd. 1982; Indermuehle vd. 2000). Birçok bilim adamı atmosferdeki artan bu karbondioksit miktarının varlığının evrensel olarak ısınma-sera etkisini yükselteceğine inanmaktadır. Diğer çevre özellikleri ve ayrıştırıcıların aynı olduğu ortamlarda, sıcaklıkta meydana gelebilecek artışla ölü örtü ayrışması arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Hobbie 1996). Vitousek vd. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada, hava sıcaklığında meydana gelen $10 \text{ }^\circ\text{C}$ lik bir artışın ölü örtü ayrışma oranını 4 ile 11 kat arttırdığı rapor edilmiştir.

Ölü örtü toprakların infiltrasyon kapasitesini ve perkolasyonu arttırmakta, strüktür, tekstür vb. özellikleri etkilemektedir. Ölü örtü yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğundan yağış sularını geçici olarak depolayıp derelerin daha düzenli bir biçimde akışını sağlamak ve böylece hidrolojik bakımdan önemli rol oynamaktadır. Ayrıca toprak yüzeyinde olan evaporasyonu azaltmakta ve erozyonu önlemektedir (Karagül 1990)

Ölü örtü, orman ekosistemlerindeki besin maddesi dolaşımı, toprak özellikleri, erozyon ve su bütçesi gibi çok önemli süreçler üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle ölü örtü ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Araştırmaların büyük bir kısmı yurt dışı kaynaklı olup ölü örtü miktarı ve ayrışmasını belirlemeye yöneliktir. Ülkemizde ise Artvin yöresinde Sarıyıldız ve arkadaşları tarafından 2000 yılından itibaren ölü örtü ayrışma seyri üzerinde çalışmalar bulunmaktadır. Bartın İli Arıt Beldesi Küredağları Milli Parkı tampon zonunda gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı farklı meşcerelerdeki (kayın, göknar ve göknar-kayın) yıllık ibre ve yaprak dökümü ve ayrışmasını belirlemektir. Bunun yanı sıra toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek ve ayrışma ile ilişkisini ortaya koymak araştırmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır. Dökülen yıllık ibre ve yaprak miktarını belirlemek için her meşcere tipine 5 adet ölü örtü tuzağı yerleştirilmiş, ayrışma oranını belirlemek için son yıla ait ibre ve yapraklar toplanarak hazırlanan toplam 54 adet ayrışma poşetlerine koyularak araziye yerleştirilmiştir. Toprak özelliklerinin belirlenmesi için her meşcere tipinden 15 adet olmak üzere toplam 45 adet toprak örneği alınmıştır. Böyle aynı yetişme ortamında bulunan farklı meşcerelerdeki ibre ve yaprak birikimi ve ayrışması belirlenmeye çalışılmıştır.

1.2. LİTERATÜR ÖZETİ

Orman ekosistemlerinde düşen ölü örtünü toplamının yaklaşık olarak % 60-75' ini yapraklar geri kalan kısmını ise odunsu materyaller ile tohum ve çiçekler oluşturur (Barnes vd. 1998). Dökülen organik madde miktarı çeşitli faktörler göre değişir. Başlıcaları; (1) Ağaç türü, (2) Orman yaşı ile sıklık derecesi, (3) İklim ve (4) Toprak kalitesidir.

İklim koşullarının aynı fakat toprak özelliklerinin farklı olduğu alanlarda ve sarıçam türünde yapılan bir çalışmada kurak ve besin elementlerince fakir olan yerlerde nemli ve besin elementlerince daha zengin olan yerlere göre daha az ölü örtü dökülmesi gerçekleşmiştir.

Yani toprak kalitesi arttıkça daha fazla ölü örtü dökülmesi olmuştur. Besin elementlerince zengin killi ve kumlu topraklar üzerinde ise killi topraklarda daha fazla ölü örtü dökülmesi gerçekleşmiştir. Benzer verimlilikteki alanlarda kurak ve soğuk iklimler altında ölü örtü dökülmesi daha az gerçekleşmiştir (Berg ve Laskowski 2005).

Asya ve Avrupada bulunan yapraklı ve ibreli ormanlarda yapılan çalışmada yapraklı türlerde daha fazla ölü örtü dökülmesi gerçekleşmiştir. Bu değerler Asya ve Avrupanın ılıman kuşağı ve Asyanın tropikal ve subtropikal kuşağında gerçekleştirilmiştir. Nemli ve sıcak iklimlerde yapraklı ormanlardaki ölü örtü dökülmesi ibreli ormanlara göre geniş varyasyonlar göstermiştir (Liu vd. 2005).

Boreal kuşakta düşük sıcaklık ve yağışın olduğu yerlerde gerçekleştirilen bir çalışmada ise yapraklı ormanlar ile ibreli ormanların ölü örtü dökümü arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Artan sıcaklık ve yağışla yapraklı ormanlardaki ölü örtü dökülmeside hızlı bir artış göstermiştir (Liu vd. 2004)

Yapraklı ormanlarda yağış miktarı 2500 mm' nin üzerine çıktığında düşen ölü miktarı azalan bir eğilim göstermektedir. Buna neden olarak ise bulutlu gün sayısının fazla olmasına ve düşük solar radyasyona bağlı olarak azalan fotosentezden dolayı verimliliğin azalması gösterilmiştir (Berg ve Laskowski 2005).

Sarıçam ağaç türünde ve Avrupayı kapsayan bir çalışmada yıllık ibre dökümü ile enlem derecesi arasında istatistiki olarak anlamlı ve negatif bir ilişki bulunmuştur. Kısaca enlem derecesi arttıkça yıllık ibre dökümü azalmıştır. Yine sarıçamda yapılan diğer bir çalışmada güney bakıda kuzey bakıya göre daha fazla ibre dökülmesinin olduğu tespit edilmiştir (Pausas 1997).

Çin Göknarı ve Çin Göknarı-manolya karışık meşceresinde yapılan bir çalışmada en çok ölü örtü dökülmesi soğuk ve kurak olan kasım-mart ayları arasında olmuştur (Wang vd. 2008).

Düşen ölü örtü miktarını belirlemek için ülkemizde ve yurt dışında farklı ağaç türlerinde çalışmalar yapılmıştır. Belgrad Ormanında 1960-1964 yılları arasında karaçam, kayın ve meşe meşcerelerinde yapılan bir çalışmada hektar başına yıllık ortalama mutlak kuru yaprak ağırlığı karaçam için 4526 kg, kayın için 3712 kg ve meşe için 3546 kg bulunmuştur (Irmak ve Çepel

1974). Bolu Aladağ'da bulunan bazı sarıçam meşcerelerinde 1967-1972 yılları arasında farklı deneme parselleri kurularak yapılan bir çalışmada beş yıllık toplam dökülen yaprak miktarları 11848 kg/ha ile 23378 kg/ha arasında değişmektedir (Dündar 1988).

Almanya'da yapılan bazı araştırmalarda kayın için beş yıllık ortalama yaprak dökümü miktarı 4180 kg/ha, yine kayın için başka bir yerde ortalama 4188 kg/ha olmuştur. Ayrıca 60-90 yaşları arasındaki ladin ve göknar ormanında 7 yıllık ortalama yaprak dökümü miktarı 3370 kg/ha, 90 yaşından fazla olan ormanlarda ise 3270 kg/ha bulunmuştur (Irmak 1972). Yunanistan'da Avrupa kayını, sahil çamı, karaçam ve göknarda yapılan bir çalışmada yıllık ortalama yaprak dökümü miktarı en fazla 4000 kg/ ha ile Avrupa kayınında en az ise 1420 kg/ha ile sahil çamında bulunmuştur. Bu çalışmadaki yaprak dökümü sıralaması ise büyükten küçüğe Avrupa kayını, göknar, karaçam ve sahil çamı şeklindedir (Kavvadias vd. 2000). Pausas (1997) tarafından sarıçam ormanlarında dört farklı alan kullanılarak yapılan başka bir çalışmada 2700 kg/ha ile 4400 kg/ha arasında değişen yıllık yaprak dökümü bulunmuştur. Avusturalya'da 10,14 ve 62 yaşlarındaki Araucaria ormanlarında yapılan diğer bir çalışmada 10 ve 14 yaşındaki alanda yıllık toplam dökülen örtü miktarı 6 t/ha, 62 yaşındakinde ise 10,9 t/ha olarak bulunmuştur (Bubb vd.1998)

Organik maddenin yani ölü örtünün ayrışması iki şekilde gerçekleşir. Bunlardan biri oksidatif ayrışma diğeri humuslaşmadır. Toprağın sıcaklığı, nemi, besin maddeleri (tuzlar) ve ortamın reaksiyonu (pH) optimum durumda olduğunda organik madde oksitlenerek mineralize olur. Organik maddelerin oksitlenmesi sonucunda karbon CO₂'e, hidrojen H₂O'ya, azot NO₂⁻ ve NO₃⁻'ya, kükürt SO₃⁻ ve SO₄⁻²'ye, fosfat PO₄⁻³' e dönüşür. Organik maddedeki mineral kısım ise kül halinde oksitlere veya serbest iyonlara dönüşür. Oksidatif ayrışma organik maddelerin tam olarak fakat ağır ağır yanması (oksidlenmesi) olayıdır (Kantarcı 2000).

Humuslaşma ise oksidatif ayrışmanın gerçekleşmesini sağlayan koşullardan birisi optimumdan uzaklaştığı durumda gerçekleşir. Bu defa organik maddelerin çürüyüp kokuşması ve giderek humuslaşması daha sonra da yavaş yavaş mineralize olması söz konusudur. Henüz humuslaşmaya başlamamış maddelerin kaynağı canlıların artıkları ve ormanda özellikle ağaçların dökülen ibre ve yapraklarıdır (Kantarcı 2000).

İbre ve yaprakların humuslaşmadan önceki ayrışma aşaması şöyle açıklanabilir. Sonbaharda dökülen ibre ve yaprakların rengi değişir ve ilk kimyasal değişim böylece başlar. Daha sonra ibre ve yaprakların toprak hayvancıkları tarafından parçalanması ve kısmen yenilmesi safhası

gelir. Parçalanmış ve yenilen ibre ve yapraklar mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaya çalışılır. Bu esnada suda çözünebilen pektinler ve karbonhidratlar ibre ve yaprak dokusundan ayrılır. Geriye henüz dokusu değişmemiş , selüloz ve lignin bölümü henüz ayrışmamış bitkisel artıklar kalır. Bu artıkların henüz hangi bitkinin hangi organından geldiği tanımlanabilir veya tahmin edilebilir. Bu safha yaprak tabakasının çürümeye ve kokuşmaya başladığı safhadır (Kantarcı 2000)

Çürüntü safhasında ibre ve yapraklardaki selüloz, selülozu ayrıştıran mantarlar tarafından ayrıştırılarak bitkisel doku parçalanır. Daha geç ve güç ayrışan lignin ise lignini ayrıştıran mantarlar tarafından ayrıştırılır. Böylece çürüntü tabakası giderek dokusal yapısını kaybeder ve hangi bitki dokusuna ait olduğu belirlenemeyecek durumda amorf ve koloidal karakterli humusa dönüşür (Kantarcı 2000). Burada yaprak, çürüntü ve humus tabakası ölü örtünün tamamını kapsar. Yapraklar parçalanıp ayrışarak çürür ve humus tabakasını oluşturur.

Ölü örtü ayrışması ve besinlerin açığa çıkması orman biyokimyasal döngüsünde kritik bir rol oynar. Ölü örtü ayrışmasının öneminden dolayı bir çok çalışma yapılmıştır. İlk olarak 1957 yılında Bock ve Gilbert tarafından litterbag (ayırışma torbası) tekniği kullanılmıştır. Bundan sonrada ayrışma üzerinde 1000 den fazla çalışma yapılmıştır.(Prescott 2005). Kullanılan bu teknikte orman yüzeyine henüz düşmüş yapraklar mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmadan önce toplanıp ilk başta laboratuvar ortamında kimyasal bileşimleri tespit edilmektedir. Daha sonra bunlar farklı boyutlarda (10×10 cm, 10×15 cm veya 20×20 cm) hazırlanmış ve aralıkları 1 mm den daha küçük olan plastikten yapılmış torbalar içine konulup ilk toplandığı araziye bırakılmakta ve farklı zamanlarda bu torbalar toplanarak hem kütle kayıpları hemde içerdiği kimyasal bileşimler tespit edilmektedir. Ayrışma oranları ve ayrışmada en fazla etkili bileşenler hangisi olduğu kütle kayıp oranları ile kimyasal bileşenler arasındaki istatistiksel analizler sonucunda belirlenmeye çalışılmaktadır (Sarıyıldız 2002).

Ölü örtü ayrışması iki aşamalı bir süreç gibi düşünülebilir. Birinci olarak ölü örtü parçalayıcılar tarafından küçük parçalar halinde parçalanır ve ikinci olarak mikroorganizma faaliyetleri vasıtasıyla (bakteri ve mantar) organik maddenin bu küçük parçaları kimyasal olarak temel inorganik moleküllere çevrilir (Aerts 1997). Ölü örtünün ayrışması çeşitli faktörler tarafından belirlenmektedir. Ölü örtünün ayrışması ve besinlerin salınmasını etkileyen üç ana faktör bulunmaktadır. Bunlar, çevre şartları (sıcaklık, nem, yağış, pH ve besin elementleri) (Berg vd.1993; Couteaux vd. 1995), mikroorganizmaların ve toprak

faunasının çeşitliliği ve sayısı (Chadwick vd. 1998; Cox vd. 2001) ve ayrışan materyalin bileşenleri (örneğin azot, lignin, hemiseluloz) (Heal vd. 1997) şeklinde özetlenebilir.

Genel olarak, farklı coğrafik bölgelerde bulunan ölü örtünün ayrışması üzerinde iklim özellikleri etkili olurken, daha dar kapsamlı, yerel alanlarda ise ayrışan ölü örtünün kimyasal yapısının etkisi ön plana çıkmaktadır (Sarıyıldız vd. 2008). Ölü örtünün ayrışmasını etkileyen bu faktörler yanında, ağaç tepe yapısı (Sarıyıldız ve Anderson 2003) ve toprak özellikleri (Sarıyıldız ve Anderson 2005) türün kimyasal yapısını değiştirmek suretiyle ayrışmayı değiştirmektedir. Bununla beraber, yerel alanlardaki topoğrafik yapılanmadan (farklı bakı, yükselti ve eğim) kaynaklanan mikroiklim ve farklı toprak özelliklerinin türlerin kimyasal bileşenlerinin konsantrasyonlarını etkilediği ve bu nedenle de ayrışmalarının farklı olduğu bildirilmiştir.(Sarıyıldız vd 2005).

Mevki özelliklerinin (fizyografik faktörler)toprak oluşumunu ve kimyasal ve fiziksel toprak özelliklerini etkilediği bir çok çalışmada ortaya konulmuştur. Artvin yöresinde yapılan bir çalışmada, toprak asitliği, katyon değişimi ve yüzde baz doygunluğunun bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir (Sarıyıldız vd. 2005).

Çevre faktörlerinden iklim, toprak özellikleri ve topoğrafya ölü örtü ayrışmasının üzerinde büyük etkiye sahiptir. İklim özellikle sıcaklık, nem ve mikroorganizma yaşamını ve dolayısıyla ölü örtü ayrışmasını etkilemektedir. Optimum nem ve sıcaklık koşulları organik maddenin hızla ayrışmasını sağlar. Maksimum su tutma kapasitesinin %60-80'i kadar neme sahip olan ve sıcaklığı 20-30°C arasında bulunan toprak ikliminin en yüksek mikrobial faaliyet sağladığı, dolayısıyla böyle bir toprakta organik madde ayrışmasının en yüksek olduğu ifade edilmektedir (Çepel 1996).

Kavak, kızılâğaç ve dişbudak türlerinde yapılan bir çalışmada en hızlı ayrışmayı kavak yaprakları göstermiştir. Bunun nedeni olarak kızılâğaç yapraklarında yüksek miktarda N olmasına rağmen kavağın ayrışma ortamındaki sıcaklık ve nemin daha uygun olması gösterilmiştir (Perez-Corona vd.2006)

Güney Çin'in tropikal ve subtropikal ormanlarında yapılan bir çalışmada ayrışma hızı en yüksek tropikal bölgelerde bulunmuştur. Burada sıcaklık ve nem koşullarının ölü örtünün

kimyasal bileşiminden daha önemli olduğu belirtilmiştir. Çünkü tropikal bölgelerdeki sıcaklık ve nem koşulları daha iyidir (Liu vd.2005)

Toprakta yeterli miktarda CaCO_3 bulunursa toprak reaksiyonu nötre yaklaşır. Bu da mikroorganizma faaliyetini, dolayısıyla organik madde ayrışmasını arttırmaktadır. Aynı iklim koşullarında toz toprakları ile balçık ve kil topraklarının, kum topraklarına göre daha çok organik madde içerdiği bildirilmektedir. Bunun nedenleri şu şekilde açıklanmaktadır. Killer, alüminyum ve demiroksitler, organik maddeyi adsorbe etmekte ve mikrobiyal ayrışmayı yavaşlatmaktadır. Kum toprakları genellikle iyi havalanma koşullarına, dolayısıyla aktif bir mikroorganizma faaliyetine sahiptir. Böylece organik maddeler hızla ayrışarak azalır. Gerçekten artan toprak havası ile oksijen miktarıda yükselmekte ve toprak havası % 20 oksijen içeriğine sahip olduğunda en yüksek mineralizasyon meydana gelmektedir. Anataşın toprak alkalileri (Ca,Mg) bakımından zenginliği organik maddelerin ayrışma hızını artırır. O nedenle kalker ve bazalt gibi anakayalar üzerindeki topraklarda, organik madde hızla ayrışarak toprağa karışır. Alkalen veya nötr toprak reaksiyonunda solucanlar, bakteriler ve öteki mikroorganizmalar iyi gelişebildiklerinden, asit reaksiyonda ise yalnız mantarlar etkili olduğundan, bazik reaksiyonlu topraklarda organik madde hızla ayrıştırılır (Çepel 1996)

Sarıyıldız ve Küçük (2009) tarafından yapılan bir çalışmada kayın yaprakları ve ladin ibreleri orman gülünün bulunduğu ve bulunmadığı yerlerde ayrışmaya bırakılmış ve sonuçta orman gülünün bulunduğu yerde ayrışmanın daha yavaş olduğu belirlenmiştir. Bu durum orman gülünün bulunduğu yerdeki toprakları asitleştirmesi ve mikrobiyal faaliyeti azaltması ile açıklanmıştır.

Mevki faktörleri (fizyografik faktörler) bir yandan toprak özelliklerini, diğer yandan da ölü örtü ayrışmasını etkilemektedir. Ölü örtünün ayrışma oranları ve besin elementlerinin salınması çevresel şartlar (sıcaklık, nem gibi), mikroorganizmaların ve toprak faunasının ayrışma süreci içindeki etkinlikleri ve ölü örtünün bileşenleri ya da kalitesi tarafından etkilenmektedir. Topografya ya bağlı olarak bir iklim kuşağında ortaya çıkan iklim farkları ölü örtü ayrışma oranlarında farklılıklara yol açmaktadır. Değişen mikroiklim özellikleri bir yandan ortamdaki ölü örtü ayrıştırıcılarının ve parçalayıcılarının çeşitliliğini, sayısını ve aktifliğini etkilerken, diğer yandan ortamdaki bitki türlerinin çeşitliliğini etkileyerek ayrışan ölü örtünün kimyasal kalitesini değiştirmektedir.

Kavak, kestane ve akçaağaç türlerinin ölü örtüleriyle yapılan bir çalışmada ölü örtü torbaları hem kuzey hemde güney bakımın farklı yükseltilerine yerleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda kuzey bakıdaki ayrışma oranı güney bakıdan fazla çıkmıştır. Ayrıca yükseltilere göre karşılaştırma yapıldığında, orta yükseltilerdeki ayrışma oranı alt ve üst yükseltilerden daha düşük çıkmıştır (Mudrick vd. 1994)

Pausas (1997) de sarıçam meşcerelerinde 4 farklı deneme alanı kullanarak yapmış olduğu çalışmada en düşük ayrışmanın nem içeriği düşük sığ topraklar üzerinde ve yükseltinin fazla olduğu yetiştirme ortamlarında belirlemiştir.

Ölü örtü ayrışmasını etkileyen en önemli etmenlerden biride ölü örtünün kimyasal bileşimidir. Ölü örtünün yapısında birçok madde bulunmaktadır. Bunlar karbonhidratlar (şeker, nişasta, selüloz ve hemiselüloz), lignin, protein ve yağlardır. Bunların ölü örtüde bulunma miktarlarına göre karbon, azot, oksijen, hidrojen gibi elementlerin miktarı da değişir. Sayılan bu maddelerin ayrışmaya karşı olan dirençleri farklıdır. Bunlar içinde ayrışma oranı hızlıdan yavaşa göre şöyle sıralanabilir. Şeker, nişasta ve basit proteinler > ham proteinler > hemiselüloz > selüloz > yağlar > lignin (Brady 1990).

Glukoz ve diğer basit şekerler (ya da karbon hidratlar) fotosentezin ilk ürünleri arasında ve ayrışma için oldukça yüksek kaliteli bileşiklerdir. Bunların molekülleri küçük, kimyasal bağları enerji olarak zengin ve kimyasal kırılma reaksiyonunu başlatmak için gerekli enzimi oluşturmak için istenenden çok daha fazla enerji üretmektedir. Bunlar aynı zamanda mikrobiyal hücreler içine alınarak iç metabolizmalarında kullanılabilir (Sarıyıldız 2002).

Bitkilerde hücre duvarının temel lif bileşimi ise üç kategoriye ayrılabilir. Bunlar, iskelet kısmın bileşenleri yüksek bitkilerde selüloz tarafından temsil edilir, matris bileşenler selüloz olmayan polisakkaritleri ve onların türemişlerini (yarıselüloz) içerir ve sonuncusu ligninden oluşmuş kaplanmış bileşenler. Selüloz bitkilerde birinci hücre duvarının temel bileşenidir. Selüloza dönüştürülen karbon hidratlar bitkiler tarafından solunum ya da gelişme için yeniden taşınmazlar. Bu karbonun solunumu mikrobiyal ayrışma tarafından gerçekleştirilmek zorundadır. Bir ayrışma bileşeni olarak selüloz orta kalitededir. Dışarıdan gelen enzimler basit şekerler içindeki geniş polimerleri ayırmak için gereklidir ve böylece bunlar tekrarlanabilir ve metabolizmaya yeniden katılabilir. Selüloz ile karışmış ve aynı temel işlevi gören diğer

bileşen yarıselülozdur. Yarıselüloz birçok bitki şekerinden oluşmuş (örneğin glukoz, arabinoz, ramnoze galaktoz, fukoz) heterojenli polimer gruplarıdır. Dallanmış yapıları hücre duvarında düzgün ve uzun selüloz liflerini bağlamaya yardımcı olur. Yapısal polisakkaritler (selüloz ve yarıselüloz) sıklıkla bitki materyallerinin yarısından fazlasını oluşturur ve ayrıştırıcılar için enerji kaynağı olarak orta kalitededir (Sarıyıldız 2002).

Lignin moleküler yapısı içindeki çoğu değişimlerle karmaşık bir polimerdir. Lignin çoğunlukla ikinci hücre duvarı ve orta lamel içinde bulunur. Lignin karışık bir fenilpropanoid (phenylpropanoid) birimlerin hidrofobik (hydrophobic) ağı olup üç çeşit hidroksinamil (hydroxycinnamyl) alkolün biri yada daha fazlasının oksidasyonlu polimerizasyonundan ileri geldiği düşünülmektedir. Bu alkoller, p-hidroksinamil (p-hydroxycinnamyl) alkol, koniferil (coniferyl) alkol ve sinapil(sinapyl) alkol, bunlarda sırasıyla p-hidroksifenil (p-hydroxyphenyl), guaisil (guaiacyl) ve siringil(syringyl) ligninlerin oluşmasına neden olur. Bir hücre duvarı bileşeni olarak lignin sadece kaplanmış materyal olarak değil aynı zamanda bitkinin yaşaması için hayati olan birçok işlevde de rol oynar (Sarıyıldız 2002).

Ligninin ayrışma üzerinde bu kadar önemli rol oynamasının nedenleri arasında, yapı itibariyle ligninin ayrışmaya karşı çok dirençli olması, çoğu mikroorganizmaların lignini ayrıştırarak enzimatik yapıdan yoksun olması yanında, fazla miktardaki ligninin ayrışmaya karşı daha az dirençli olan selüloz, hemiselüloz gibi kimyasal yapıları bir örtü gibi sararak ayrışmalarını engellemesi sayılabilir (Rowland ve Roberts, 1994). Bu nedenle, fazla miktarda lignin içeren ölü örtünün ayrışması ancak lignini ayrıştıran özel mikroorganizmaların (özellikle beyaz ve kahverengi çürükçül mantarların) ortamda bulunmasıyla mümkün olabilmektedir (Cox vd. 2001).

Ölü örtünün ayrışmasında en önemli elementlerden biri azot (N) dir. Çünkü azot organik karbonu mineralize eden mikrobiyal biyokütlenin gelişmesini ve dönüşümünü belirlemektedir. C/N oranı %10-15 ten küçük olan ve lignin içeren odunsu bitkilerin ölü örtülerinde bulunan karbon (C) ve azotun (N) çoğu mikrobiyal saldırıya karşı dayanıksız bileşiklerdir (Berg ve Ekbohm 1983; Mcclaugherty ve Berg 1987)

% 20 den daha fazla lignin konsantrasyonuna sahip bitkilerde, lignin bakteri ve mantarların enzimatik faaliyetlerini azaltmakta ve toprak faunasının beslenme aktivitelerini

kısıtlamaktadır. Bu yüzden lignin, ligno-selüloz göstergesi yada lignin/azot oranı ayrışmada daha iyi bir gösterge olduğu belirtilmiştir (Meetemeyer 1978; Sarıyıldız 2002)

Sarıyıldız (2003) tarafından doğu ladini, sarıçam ve Anadolu kestanesinde yapılan bir çalışmada en hızlı ayrışmanın Anadolu kestanesinde olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları ayrışmayı etkileyen en önemli faktörün yaprak ve ibrelerin lignin içeriği olduğunu göstermiştir.

Sarıyıldız ve Küçük (2008) tarafından meşe, kayın, sarıçam ve göknarda meşcerelerinde yapılan başka bir çalışmada ölü örtü poşetleri hem güney hemde kuzey bakının farklı yükseltilerine koyulmuştur. Bu çalışmada da ayrışmayı etkileyen en önemli faktör ibre ve yaprakların lignin içeriği olmuştur. Lignin oranı düşük olan meşe ve sarıçam lignin oranı yüksek olan kayın ve göknardan daha hızlı ayrışmıştır. Ayrıca bakılara göre ayrışmalar karşılaştırıldığında en hızlı ayrışma kuzey bakılarda, yükseltilere göre karşılaştırıldığında ise en hızlı ayrışma alt yükseltilerde olmuştur.

Wang vd. (2008)' de Çinde saf Çin göknarı ile Çin göknarı ve manolya karışık meşcerelerinde yapılan bir çalışmada karışık meşcerelerdeki ayrışmanın saf Çin göknarı meşcerelerinden daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak yapraklarda başlangıçta bulunan azot (N) içeriği olarak düşünülmüştür. Elde edilen sonuçlarda N içeriği göknarda daha düşük çıkmıştır.

Saf ve karışık kayın ve ladin yaprak ve ibrelerinin ayrışmasının incelendiği bir çalışmada ladin ibreleri ve kayın yaprağının bulunduğu torbalardaki örnekler hem saf hemde karışık meşcerelerde daha iyi ayrışmıştır. Ayrıca ladin ibreleri kayın yapraklarından daha iyi ayrışmış, bu iki türün başlangıçta içerdiği lignin miktarı ayrışma oranlarını etkileyen en önemli faktör olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber, ladinle kayın arasındaki ayrışma oranları farkı, karışık meşcerelerde en fazla, kayın meşcerelerinde orta derecede, ladin meşcerelerinde ise en az olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, ladin meşcerelerindeki olumsuz şartların (özellikle toprakların düşük pH değerlerinin) ibre veya yaprakların tek başlarına olan ayrışmasını önemli derecede yavaşlattığını, fakat ibre ve yaprakların karışım halinde olmaları durumunda, ladin meşcereleri altındaki bu olumsuz şartlardan daha az etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca çalışma sonuçları, karışık meşcerelerdeki abiyotik faktörlerin ve mikroorganizma

faaliyetlerinin saf kayın ve ladin meşcerelerinden daha iyi olabileceğini göstermektedir. (Sarıyıldız vd. 2004)

Polyakova ve Billor (2007) tarafından saf çam ve çamın amerikan lale ağacı, karaağaç, sığla ağacı, su meşesi ve kırmızı meşe ile yaptığı karışımlarda ölü örtü ayrışma oranları karşılaştırılmıştır. En hızlı ölü örtü ayrışma oranı çam ve karaağaç karışımında en düşük ayrışma oranı ise saf çam ölü meşceresinde bulunmuştur. Bu çalışmada başlangıçtaki N içeriği en düşük çamda en yüksek meşelerde çıkmıştır.

Li vd. (2009) tarafından Missouri Ozark orman ekosistemlerinde meşe, karya ve çam ormanlarında yapılan bir çalışmada saf ve karışık meşcerelerdeki ayrışma oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlarda meşe ve karya karışık meşcerelerindeki ayrışma oranı saf meşeden daha hızlı olmuştur. Aynı çalışmada yine meşe ve karya karışık meşcerelerindeki ayrışma oranı meşe ve çam karışık meşcerelerindeki ayrışma oranından yüksek çıkmıştır.

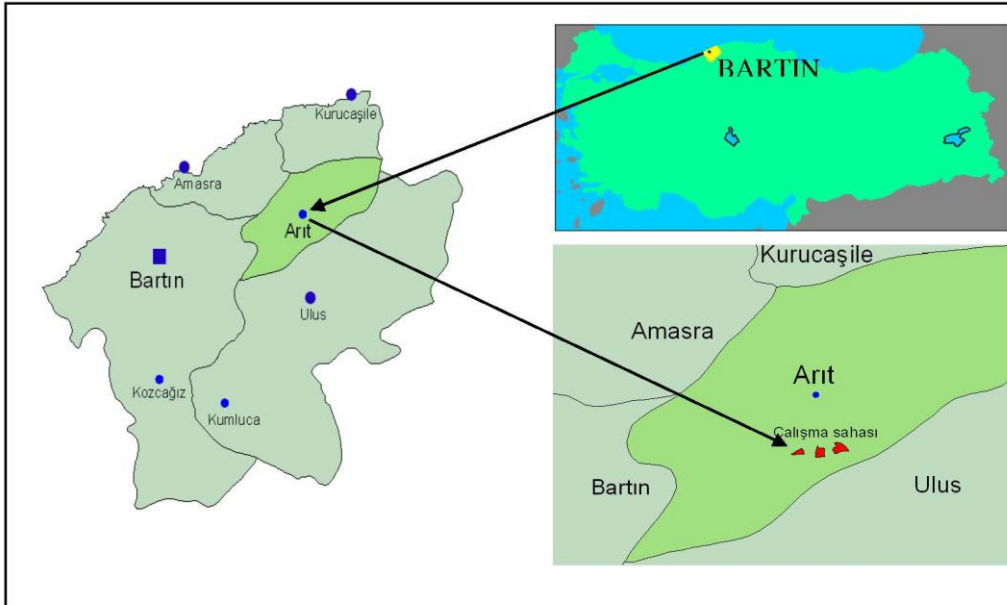
BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ

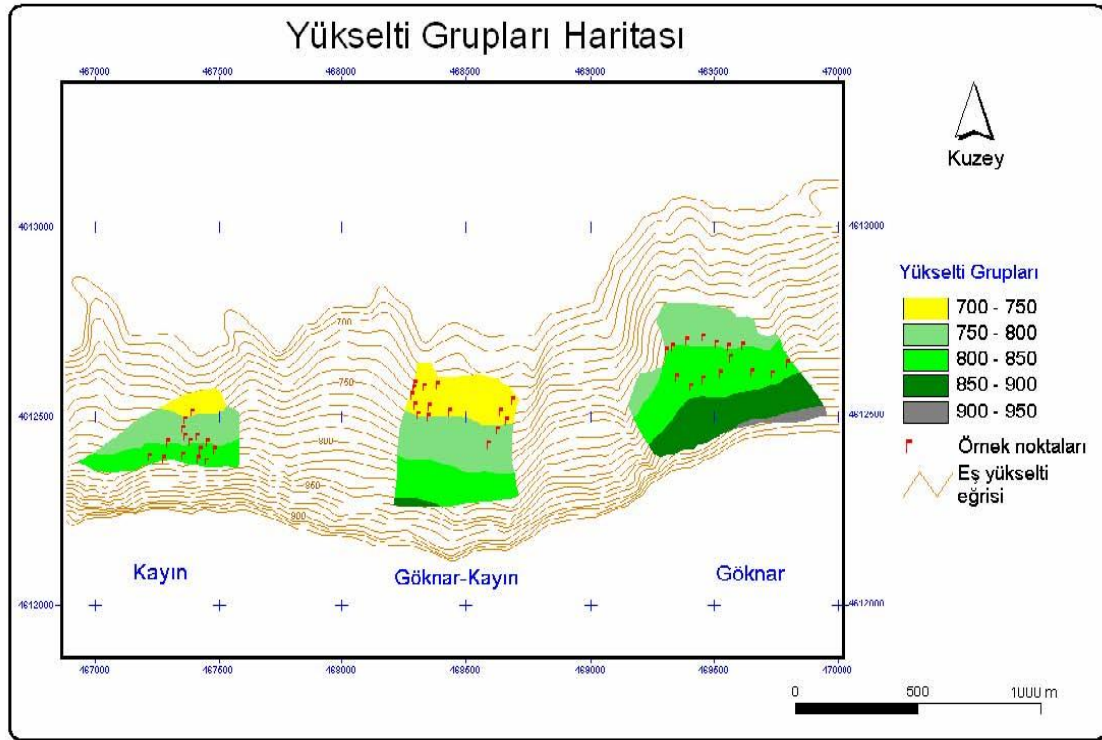
2.1.1 Araştırma Alanının Yeri

Araştırma alanı, ülkemizin Batı Karadeniz bölgesindeki Bartın ili Arıt beldesinde, $32^{\circ}30'$ ve $32^{\circ}40'$ doğu boylamları ile $41^{\circ}39'$ ve $41^{\circ}42'$ kuzey enlemleri arasında, serin-ılıman kuşakta, Küredağları Milli Parkı tampon zonunda yer almaktadır. Arıt beldesinin batısında Bartın, doğusunda Kastamonu illeri, güneyinde Ulus, kuzeyinde Amasra ile Kurucasıle ilçeleri bulunmaktadır (Şekil 2.1). Dört bir yanı Küre dağları ile çevrili olup Karadeniz'e izdüşümsel olarak ortalama uzaklığı 20 km' dir. Küre dağlarının arasından uzanıp gelen dereler, Arıt çayı ve Bartın çayı aracılığı ile Karadeniz'e dökülmektedirler (HGK 2001)



Şekil 2.1 Bartın İli Arıt Beldesi ve araştırma alanının Türkiye üzerindeki konumu

Arıt beldesinin Cöcü mahallesi mevkiinde yer alan araştırma alanının, doğusunda Yeniköy, batısında Menteşpıri Mahallesi, kuzeyinde Cöcü Mahallesi ve güneyinde ise Küre Dağları Milli Parkı bulunmaktadır. Mevkii olarak 1/25000 ölçekli E 29 d1 ve E 29 d2 topografik harita paftalarında yer almaktadır. Araştırma alanına en yakın olan dere Bartın çayına akan Arıt deresidir. Güneyinde bulunan ve ortalama yükseltisi 1200 metre olan Küre dağları da araştırma alanına yakın en yüksek dağlardır. Arıt'ın yaklaşık olarak % 58'i ormanlarla kaplıdır ve bu ormanların çoğunu geniş yapraklı ormanlar oluşturmaktadır (OGM 2001; 2006). Araştırma alanı, yeryüzü şekli olarak orta dağlık arazi sınıfında yer almakta, yükseltisi 700-900 metre arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 2.2). Arazinin bakışı genel olarak kuzey, kuzey-batı olup, arazi yapısı engebeli ve yamaçtır (Şekil 2.3). Çalışma alanlarının eğimi % 15-50 arasında değişmekte ve çok eğimli sınıfında yer almaktadır (Şekil 2.4) (Çepel 1995).

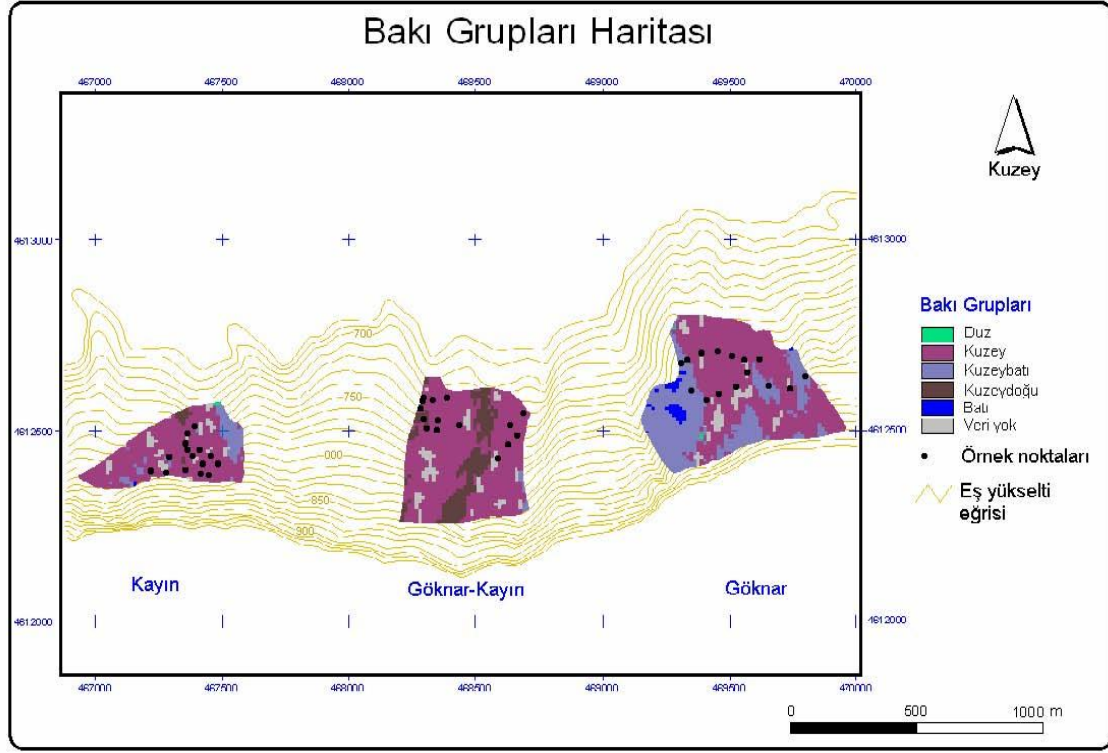


(1/25000 topoğrafik harita kullanılarak ArcMap 9.1 programı ile hazırlanmıştır.)

Şekil 2.2 Araştırma alanının yükselti haritası

Çalışma alanları ağaç türlerine göre saf kayın meşçeresi, saf göknar meşçeresi ve göknar-kayın karışık meşçeresi şeklindedir. Saf kayın ağaç türünden oluşan birinci çalışma alanı, amenajman planında 130e nolu bölmecik olarak gösterilmektedir. İşlem ünitesi, ise "BD" simgeleri ile gösterilen kayın devamlı orman işlem ünitesi tipindedir. Bölmeçiğin alanı 13,5

hektar olup hektardaki ağaç sayısı 337 adet göğüs yüzeyi $21,78 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ hacmi $184,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dır (Tablo 2.1). Meşcerenin ortalama yükseltisi yaklaşık olarak 800 metre, eğimi % 40 ve bakısı kuzey, kuzey-batıdır (OGM 2001). Ayrıca alanda genel olarak kalınlığı 3-5 cm civarında çürüntülü mul tipi humus mevcuttur.



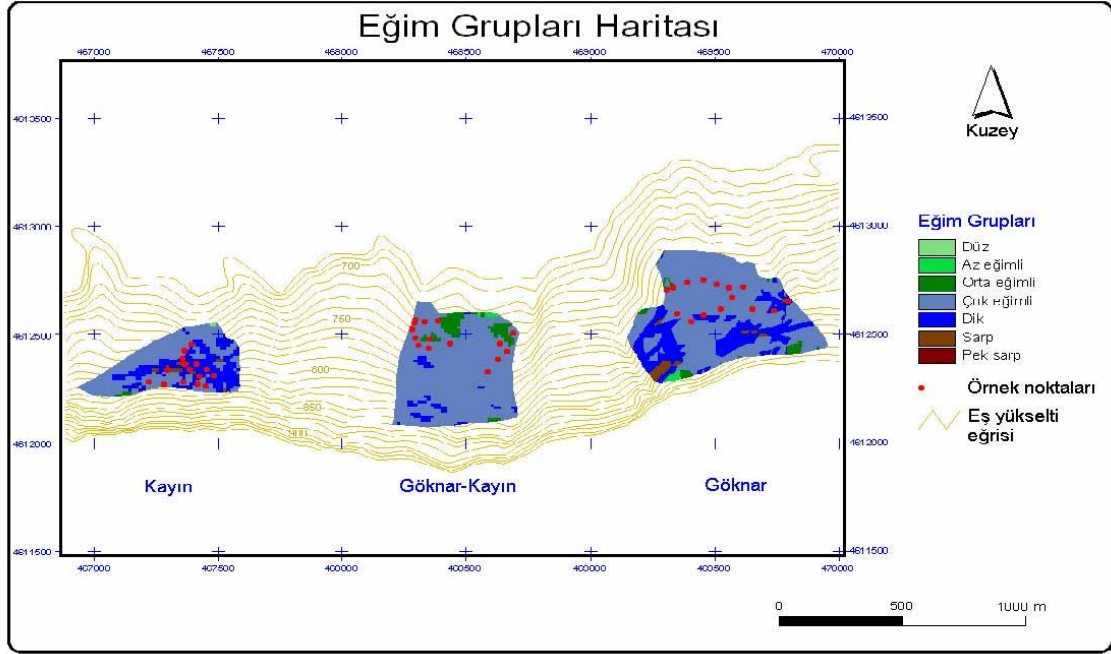
(Haritalar 1/25000 topoğrafik harita kullanılarak ArcMap 9.1 proğramı ile hazırlanmıştır.)

Şekil 2.3 Araştırma alanının bakı haritası

İkinci çalışma alanı, saf göknar ağaç türünden oluşan 136b nolu bölmeciktir. İşlem ünitesi, “BA” simgeleri ile gösterilen göknar seçme ormanı işlem ünitesi tipindedir. Bölmeğin alanı 31.0 hektar, hektardaki ağaç sayısı 378 adet, göğüs yüzeyi $30,68 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, hacim $315,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dır (Tablo 2.1). Yaklaşık olarak yükseltisi 800 metre olan bu meşcerenin ortalama eğimi % 35 ve bakısı kuzey, kuzey-batıdır (OGM 2001). Ayrıca alanda kalınlığı 3-5 cm olan çürüntülü mul tipi humus ve yer yer kalınlığı 8-10 cm olan ham humus mevcuttur.

Üçüncü çalışma alanı ise göknar-kayın karışık ağaç türlerinden oluşan 134e no’lu bölmeciktir. İşlem ünitesi, “BA” simgeleri ile gösterilen göknar seçme ormanı işlem ünitesi tipindedir. Bu bölmeğin alanı ise 25,5 hektar olup hektardaki ağaç sayısı 340 adet, göğüs yüzeyi $26,98 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, hacmi $269,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dır (Tablo 2.1). Karışımında yaklaşık olarak Kayın % 46, Gökmar ise % 54 oranındadır ve kayda girmemiş çok düşük oranlarda Gürgen ve Akçağaç türleri de

bulunmaktadır. Meşcerenin üst kısımlarında arazi yapısı çok engebeli, taşlık, kayalık, dik ve sarpıtır. Ortalama yükseltisi 750 metre olan meşcerenin, eğimi % 35 ve bakışı kuzey, kuzeybatıdır (OGM 2001). Ayrıca alanın humus tipi çürüntülü mul ve yer yer ham humustur.



(Haritalar 1/25000 topoğrafik harita kullanılarak ArcMap 9.1 proğramı ile hazırlanmıştır.)

Şekil 2.4 Araştırma alanının eğim haritası.

Her üç meşcerenin kapalılığı amenajman planında “3” rakamı ile gösterilen (0.7 ile 1.0 arasında) sıkışık kapalılıktadır ve değişik yaşlı bir kuruluş söz konusudur. Bu yüzden değişik yaştan, çaptan ve boydan ağaçlar bulunmaktadır (OGM 2001; 2008)

Tablo 2.1 Araştırma alanındaki meşcere tiplerinin tanıtım tablosu

Çap Sınıfı	Kayın			Gök nar			Gök nar-Kayın		
	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüze yi	Hacim m ³	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüze yi	Hacim m ³	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüze yi	Hacim m ³
I (8-19.9 cm)	149	2.77	14.2	128	1.93	9.5	100	1.52	7.5
II (20-35.9 cm)	105	7.17	56.1	122	7.86	66	150	8.93	70.4
III (36-51.9 cm)	77	10.45	97.4	116	17.49	192.5	67	10.22	112.3
IV (52-63.9 cm)	6	1.39	17	6	1.56	22.1	17	4.52	56.1
V (64-103.9 cm)				6	1.83	25.6	6	1.78	23.6
Toplam	337	21.78	184.8	378	30.68	315.7	340	26.98	269.9
Kapalılık	3 (0.7-1.0 sıkışık kapalı)			3 (0.7-1.0 sıkışık kapalı)			3 (0.7-1.0 sıkışık kapalı)		
Alanı (Ha.)	13.5			31.0			25.5		

2.1.2 Yeryüzü Şekli Özellikleri

Ülkemizin Karadeniz bölgesinde, Küre Dağları'nın uzantılarıyla çevrelenmiş olan belde, kuzey-batıdan dar bir boğazla Bartın'a açılan, denize paralellik gösteren, kendine özgü bir havza biçimindedir. Çevresindeki önemli tepeler: Çemekaya Tepe (619 m), Yumru Tepe (1279 m), Fırıncıkbaşı Tepe (1225 m), Kındıralık Tepe (1360 m), Üçdiş Tepe (1299 m), Kuşkaya Tepe (1030 m), Kocadağ Tepe (927 m)'dir. Arıt'tan Karadeniz kıyısına doğru gidildikçe yükselti düşmekte, kıyı kesimlerde falezlerle karşılaşmakta, iç bölgelere doğru yaklaştıkça, yumuşak penelplen bir topografya özelliği göze çarpmaktadır. Özellikle Jura-Alt Kretase yaşlı kireç taşları yüksek tepeleri oluşturmaktadır. Yüksekliği yaklaşık olarak 1400 m'yi geçmeyen oldukça yüksek, sarp ve kayalık dağlarla çevrili olan Arıt beldesinden Bartın il merkezine inildikçe düz ovalar dikkati çekmektedir. Küre Dağları Milli Parkında yer alan Zoni Çayırı, topoğrafik yapı içerisindeki en önemli düzlüklerdendir (Anon 2005a).

Çalışma alanına en yakın tepeler, güneydeki Kındıralık Tepe (1360 m), Üçdiş Tepe (1299 m) ve Uzunçarşı Tepe (1231 m)'dir. Çalışma alanında, Geyik Deresi ve yöresel adıyla Nuhlar suyu olarak bilinen dereler bulunmaktadır (HGK 1984).

2.1.3 İklim Özellikleri

Karadeniz bölgesinde yer alan Bartın ili Arıt beldesinde tipik Karadeniz iklimi hakimdir. Yazlar sıcak, kışları serin ve yağışlı geçer. Hemen hemen her mevsimde yağış alan Arıt, özellikle sonbahar ve kış aylarında daha fazla yağmur alır. Yağışlar Türkiye ortalamasının iki katından daha fazladır. Yörede yağışlar genellikle yağmur kış aylarında ise yağmur ve kar şeklindedir (Anonim 2005b).

Enterpole edilerek bulunan araştırma alanının iklim tipinin saptanmasında kullanılan meteorolojik veriler, 30 metre yükseklikteki Bartın Merkez Meteoroloji istasyonu (Enlem= 41°38', Boylam=32°20') tarafından yapılan 2008–2010 yılları arasındaki 3 yıllık gözlem verileridir (MGM 2010). Enterpole ile elde edilen sıcaklık ve yağış değerleri Tablo2.3 te verilmiştir.

Vejetasyon süresi Rubner'e göre aylık ortalama sıcaklığın +10 °C ve daha fazla olduğu sıcak devre) 7 aydır (Nisan-Ekim). En az yağışlı ay Ağustos ayıdır. Yağışın en fazla olduğu ay Aralıktır (156.5 mm). Oldukça nemli bir iklime sahip Arıt'ta nisbi (bağıl) nem % 85

civarındadır.

Sıcaklık ve yağış değerleri Thorntwaite metoduna göre değerlendirildiğinde (Erinç1984; Çepel 1995; Özyuvacı 1999). Arıt'ın iklim tipi, nemli (A), orta sıcaklıkta (B2'), yağış rejimine göre yazın orta derecede su açığı olan (s) ve okyanusal iklim etkisine yakın koşullar altında olan (b3') bir iklimdir. Buna göre Arıt AB2'sb3' işaretleri ile gösterilen nemli orta sıcaklıkta, yazın orta derecede su açığı olan okyanusal iklim etkisine yakın koşullar altında olan bir iklim tipine sahiptir.

Erinç'in (1965) Yağış etkenliği indeksine göre bir değerlendirme yapıldığı zaman Arıt, yağış etkenliği sınıfında yıllık olarak çok nemli sınıfa, bitki örtüsü olarak ise çok nemcil orman sınıfına girmektedir (Tablo2.2). Yıllık ortalama yüksek sıcaklık değeri aylık ortalama sıcaklıklara 5°C eklenerek bulunmuştur (Erinç 1965).

$$I_m = P/T_{om} = 1090,4/18,8 = 58$$

Formülde;

I_m = Yağış etkenliği indisi

P = Yıllık yağış miktarı indisi (mm)

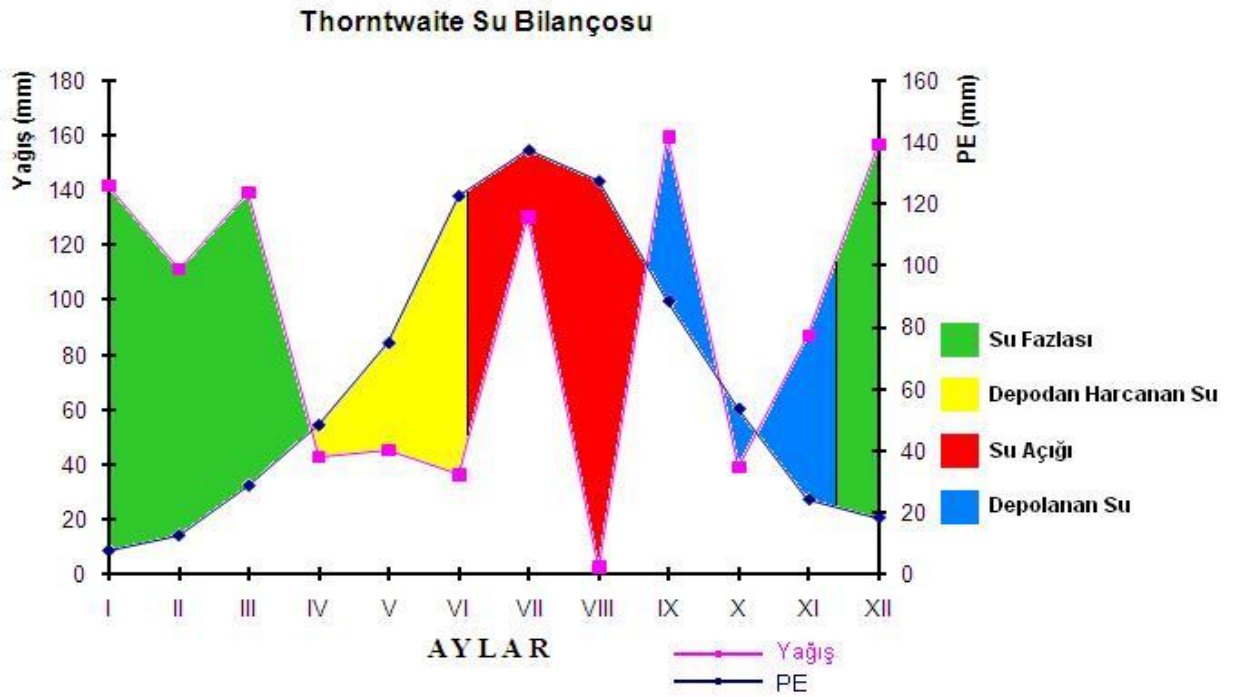
T_{om} = Yıllık ortalama yüksek sıcaklıktır (°C)

Tablo 2.2 Yağış etkenliği sınıfları (Erinç 1965).

Yağış Etkenliği Sınıfı	Yağış Etkenliği İndisi: I_m	Bitki Örtüsü
Kurak	$I_m < 8$	Çöl
Yarı Kurak	$8 < I_m < 23$	Step
Yarı Nemli	$23 < I_m < 40$	Park Görünümlü Orman
Nemli	$40 < I_m < 55$	Nemcil Orman
Çok Nemli	$I_m > 55$	Çok Nemcil Orman

Tablo 2.3 Thornthwaite yöntemine göre Bartın'ın su bilançosu (2008-2010)

BİLANÇO ELEMENLARI	AYLAR												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık (°C)	4,1	6,1	8,6	12,1	15,2	20,9	23,5	23,1	19,1	15,3	9,9	8,2	13,8
Sıcaklık İndisi	0,74	1,35	2,27	3,81	5,38	8,72	10,41	10,15	7,61	5,44	2,81	2,12	60,81
Düzeltilmemiş PE (mm)	9,1	15	28	44	61	99	110	109	86	56	29	23	
Düzeltilmiş PE (mm)	7,5	12,4	28,8	48,4	75	122,7	137,5	127,5	88,6	53,7	24,3	18,4	744,8
Yağış (mm)	141,6	111,1	139,2	42,6	45,1	36,3	130,2	2,4	159,5	39	86,9	156,5	1090,4
Depo Edilen Su Değişimi (mm)	0	0	0	-5,8	-29,9	-64,3	0	0	70,9	-14,7	43,8	0	
Depo Edilen Su (mm)	100	100	100	94,2	64,3	0	0	0	70,9	56,2	100	100	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	7,7	12,6	28,8	48,4	75	100,6	130,2	2,4	88,6	53,7	24,3	18,4	590,4
Su Açığı (mm)	0	0	0	0	0	22,1	7,3	125,1	0	0	0	0	154,5
Su Fazlası (mm)	133,9	98,5	110,4	0	0	0	0	0	0	0	18,8	138,6	500,2
Yüzeysel Akış (mm)	104	101,3	105,9	53	26,5	13,3	6,7	3,4	1,7	0,9	9,4	74	500,1
Nemlilik Oranı	17,3	7,8	3,8	-0,1	-0,4	-0,7	-0,1	-0,9	0,8	-0,3	2,6	0,3	

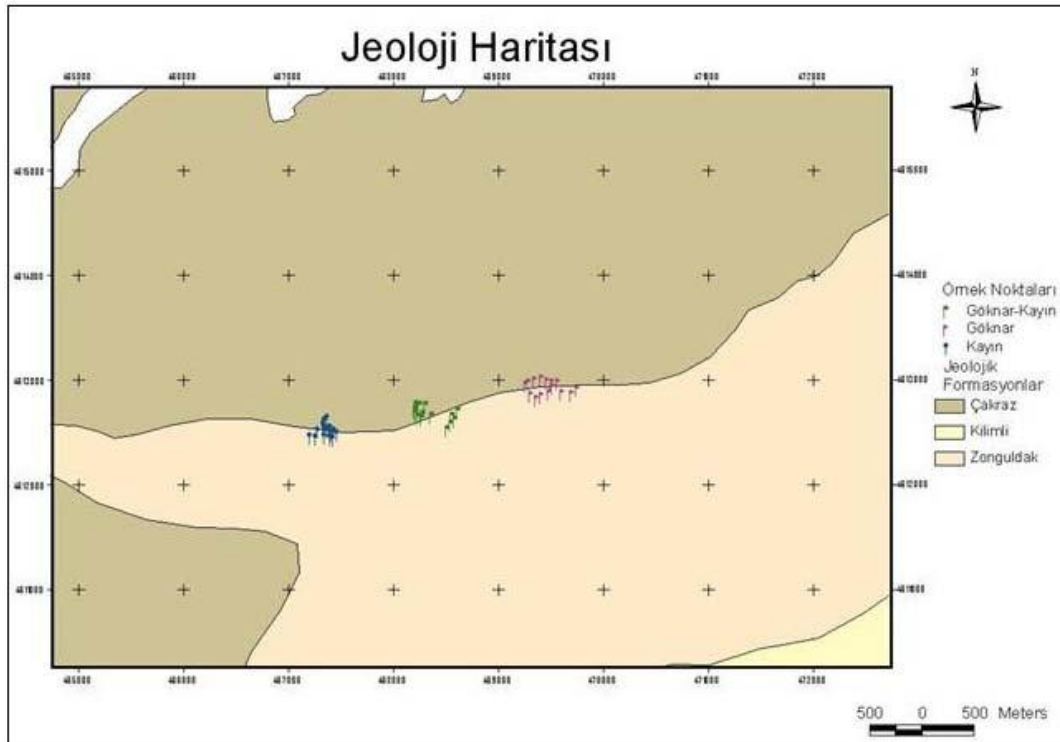


Şekil 2.5 Thornthwaite metoduna göre Arıt'ın su bilançosu grafiği (2008-2010).

2.1.4 Anakaya ve Toprak Özellikleri

MTA Genel Müdürlüğü tarafından Batı Karadeniz Bölgesi için ayrıntılı bir şekilde hazırlanan 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası (Şekil 2.7) incelendiğinde Bartın ili Arıt beldesinin çeşitli jeolojik formasyonlar içerdiği görülmektedir. İlin jeolojisi I. Zaman Karbon Devri, II. Zaman Tebeşir Devri ve Yeni Zamanın Tersiyer Kuvaterner Devri arazilerinden oluşan bir yapı arz etmektedir. Bu araziler kalker, kum taşı, kil, çakıl, şist, marn, serpantin, konglomera, andezit, spilit ve orfilit ihtiva ederler (Anon 1993; 1994).

Araştırma alanında Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı tortul kayalar bulunmaktadır. Aşağıda bu anakayalar ve bu anakayalardan oluşan topraklar hakkında bilgi verilmiştir. Paleozoyik yaşlı kayacından Permien-Triyas (Çakraz formasyonu) ile Mesozoyik yaşlı kayacından Jura-Kretase'ye (Zonguldak formasyonu) ait formasyonlar araştırma alanında yer almaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Araştırma alanının jeoloji haritasındaki yeri.

2.1.4.1 Kalker (Kireç Taşları) Anakayası ve Kalkerden Oluşan Toprakların Özellikleri

Kalker anataşları kalsit ve aragonit kristallerinin çok büyük boyutlarda olanlarının bir araya gelmesinden oluşur. ince taneli ve yoğun bir taştır. Katık maddelerine göre beyazdan siyaha, sarıdan kırmızıya kadar çeşitli renklerde olur. Kalker kayalarının toprak verme değerleri bunların sertlik derecelerine, içersindeki katık maddelerinin oranına bağlıdır. O nedenle içinde kil ve toz miktarı çok olan, yani katık maddeler bakımından zengin olan kalker anataşlarından derin ve verimli topraklar meydana gelir. Bileşiminde genellikle kil çok olduğu için kalkerden meydana gelen topraklar genellikle ince tekstürlü ağır topraklardır. Saf ve sert kalkerler sıg ve iskelet bakımından zengin toprakları meydana getirir. Yumuşak kalkerler derin, killi balçık ve kil tekstüründe topraklar verir. Kalker üzerinde oluşan topraklar bol miktarda humus içerirse kırıntılıkları ve su tutma güçleri artar. Bu toprakların genellikle pH değerleri nötre yakın olduğundan bitkiler için fosfor beslenmesi iyi değildir. Potasyum eksikliği de vardır (Çepel 1996; Kantarcı 2000).

2.1.4.2 Kiltası Anakayası ve Kiltasından Oluşan Toprakların Özellikleri

Kiltası kil tane boyutunun egemen olduğu bir sedimenttir. Mineralojik bakımdan K, Mg, Fe v.b. elementleri içeren mineraller çoğunluktadır. Ayrıca kuvars, feldspatlar, kalsit v.b. mineraller de bulunabilir. Kiltaslarının ayrışmasından önce plastik olmayan, kesekli, kırıntılı bir kütle meydana gelir. Daha sonra demir hidroksit oluşumunu sağlayan kimyasal ayrışma olayları ile kırmızı renk oluşur ve plastiklik gittikçe artar. Düz arazilerde ve vadilerde yapışkan çok bağlı ağır topraklar meydana gelir. Kiltaslarının arasına ince kum tabakası girmişse meydana gelecek toprağın yapısı da çok değişir, bileşiminde kuvars, feldspat ve mikalar bulunur. Bunlara serpantin, kalsit ve ferromağnezyenli minerallerde karışmıştır. Tabakalı kil parçacıklarının sıkı ve paralel olarak birbirinin üzerine birikmesiyle şistleşme olur. Kil kayaçları sertleşme az ise erozyona uğrar. Kil şistleri kalkerli, dolomitli, bitümlü, karbonlu veya piritli olabilir. Kil şistlerinin mineralleri gayet küçük kristallerden ibaret olduğundan aralarındaki bağ (kohezyon) çok kuvvetlidir. Bu sebepten dolayı kil şistleri mekanik bölünmeye mukavemet ederler. Bünyelerinde CaCO₃ bulunmadığı takdirde teşekkül etmiş olan ağır killerin striktürleri fenadır; yani suyu geçirgenlik dereceleri küçük, havalanmaları zor olur ve ıslaha muhtaç hale gelirler. Kil şistlerini teşkil eden gevşek tabakalar büyük olmayan bir dağ basıncına maruz kalırsa nispeten yumuşak şisti killer

meydana gelir. Bunlar daha kolay ayrışarak toprak hasıl ederler (Irmak 1972; Çepel 1996; Özbek vd. 2001).

2.1.5. Bitki Örtüsü

Bartın ve civarında yapılan floristik çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Amasra yöresi floristik kompozisyonu (Yatkın 1996) ve Kirazlık (Bartın) Barajı Florası (Başaran 1999) konulu lokal çalışmalar dışında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmanın bulunduğu havzadaki ormanlarda yayılış gösteren başlıca otsu ve odunsu bitki türleri ise şöyledir; Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. bornmülleriana* Mattf.), Karaçam (*Pinus nigra* Arn. Subsp.nigra), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Sapsız meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.), Adi gürgen (*Carpinus betulus* L.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Miller), Dağ karaağacı (*Ulmus glabra* L.), Kayın gövdeli Akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medv.), Çınar yapraklı Akçaağaç (*A.platanoides* L.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz var. *Torminalis*), Gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Ak söğüt (*Salix alba* L.), Adi fındık (*Corylus avellana* L.) ve yer yer de olsa Gümüşi ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench.) gibi ibrelili ve yapraklı orman ağaçlarından oluşurken, alt tabakada da yer yer Mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L. subsp. *ponticum*), Karadeniz defnesi (*Daphne pontica* L.), Çoban püskülü (*Ilex colchica* Poj.), Alıç (*Crataegus curvisepala* Lindman) ve Tavşan memesi (*Ruscus aculeatus* L.) gibi çalılar bulunmaktadır (Şekil 2.8) (Kaya ve Başaran



Şekil 2.8 Kayın ve Gökmar-kayın meşçeresine ait fotoğraflar.

2006; OGM 2001)

Araştırma bölgesindeki çalı ve orman formundaki bitkiler oldukça geniş yayılışa sahiptir. Orman oluşturan yaygın ağaç türleri; *Fagus orientalis* Lipsky., *Abies nordmandiana* subsp.*bornmülleriana* Mattf., *Carpinus betulus* L., ayrıca orman içerisinde serpili olarak bulunan orman ağaçları ise *Ulmus glabra* L., *Acer trautvetteri* Medv., *A.platanoides* L., *A.campestre* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz var. *torminalis*, *Ostrya carpinifolia* Scop., *Populus tremula* L., *Salix alba* L., *Corylus avellana* L. Çalı formundaki bitki türlerinden bazıları ise şunlardır; *Arbutus unedo* L., *Rhododendron ponticum* L. subsp. *ponticum*, *Vaccinium arctostaphylos* L., *Laurus nobilis* L., *Daphne pontica* L., *Ilex colchica* Poj., *Crataegus curvisepala* Lindma.

2.2 METOT

2.2.1 Arazide Yapılan İşler

2.2.1.1. Toprak ve İbre-Yaprak Örneklerinin Alınması

Çalışma materyal kısmını üst topraktan (0-5cm) alınan topraklar ile son yıla ait ibre ve yaprak örnekleri oluşturmaktadır. Her çalışma alanından 15 adet toprak örneği ile son yıla ait yeterli miktarda ibre ve yaprak örnekleri alınmıştır. Son yıla ait olan ibre ve yaprak örnekleri Kasım ayı içerisinde araziden toplanmıştır. Toprak örneklerinin alınacağı yerlerin herhangi bir etkiye uğramamış, doğal durumunu koruyan yerlerden olmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için her örnek alandan hacim örnekleri alınmıştır .

2.2.1.2. İbre-Yaprak Ayırışma Torbalarının Hazırlanması ve Araziye Yerleştirilmesi

İbre-yaprak ayrışmasını belirleyebilmek için önceden hazırlanmış olan 0,5 mm gözeneklere sahip 20×20 cm ebatlarında hazırlanan ibre-yaprak ayrışma torbalarına yaprak ve ibre örnekleri koyularak kanca şeklinde pitonlarla araziye sabitlenmiştir (Şekil 2.9). Her alana 18 adet olmak üzere toplam 54 adet ibre-yaprak ayrışma torbası yerleştirilmiştir. Ayırışma torbaları araziden toplam 21 ay boyunca 3 aylık periyotlarla toplanmıştır.



Şekil 2.9 Yerleştirilen ölü örtü torbaları

2.2.1.3. İbre-Yaprak Tuzaklarının Hazırlanması ve Araziye Yerleştirilmesi

Dökülen ibre ve yaprak miktarını bulabilmek için yerden yüksekliği 1 m olan demir ayaklar üzerine yerleştirilmiş 65 cm çapında plastik leğenler kullanılmıştır. Her alana 5 adet olmak üzere toplam 15 adet leğen yerleştirilmiştir (Şelik 2.10). Yağmur ve kar gibi nedenlerden dolayı leğenlerin içerisine toplanacak suyun dışarı atılması için leğenin alt kısmına delikler açılmıştır. Çapı 65 cm olan leğenin alanı $0,33 \text{ m}^2$ ye denk gelmektedir. Leğen alanı 3030 ile çarpılarak hektara çevrilmiştir. Böylece dökülen ibre-yaprak miktarı kg/ha olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. 10 Yerleştirilen Ölü Örtü Tuzakları

2.2.2 Laboratuvarında Uygulanan Yöntemler

Fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin belirlenmesi için toprak örnekleri hava kuru hale gelene kadar kurutulmuşlardır. Toprak örnekleri önce tartılarak hava kuru hacim ağırlıkları bulunmuş daha sonra taş ve kökleri ayrılarak porselen havanlarda öğütülmüştür. Daha sonra ise öğütülen toprak örnekleri 2 mm'lik eleklerden geçirilmiştir. Araziden toplanan son yıla ait olan ibre ve yaprak örnekleri ilk önce hava kuru hale getirilmiştir. Daha sonra bu örnekler öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Yapılan bütün analizler iki tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.1 Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel Analizler

1. Hacim Ağırlığı: Hacim silindirleriyle alınan toprak örnekleri öncelikle 105 °C sıcaklıkta kurularak fırın kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Fırın kuru ağırlıkların silindir örneğinin hacmine oranı ile örnek ağırlıkları “g cm⁻³” olarak hesaplanmıştır (Irmak 1954).

2. Tane Yoğunluğu: Toprak su yer değiştirme esasına göre hesaplanmaktadır. Bu işlem için fırın kuru halindeki balon joje 20 °C'de saf su ile işaret çizgisine kadar doldurularak tartılmıştır. 2 mm'lik elekten geçirilmiş 20 g fırın kuru ince toprak balon jöjeye konulup çalkalandıktan sonra vakumla havası alınmış ve balon joje işaret çizgisine kadar saf su ile doldurularak tartılmıştır. Saf su ile doldurulmuş ağırlık ile toprak konulmuş haldeki ağırlık arasındaki farktan toprağın hacmi ve ağırlık-hacim bağıntısından tane yoğunluğu“g cm⁻³” olarak hesaplanmıştır (Blake 1965).

$$D_p = \frac{d_w \times W_s}{W_s - (W_{sw} - W_w)}$$

D_p = Tane Yoğunluğu (g cm⁻³)

d_w = Ölçüm Yapılan Sıcaklıkta Suyun Yoğunluğu (g cm⁻³)

W_s = Fırın Kuru Toprak Ağırlığı (g)

W_{sw} = Balon joje, Toprak ve Su Ağırlığı Toplamı (g)

W_w = Balon joje ve Su Ağırlığı Toplamı (g)

3. Gözenek Hacmi: Toprakların gözenek hacmini doğrudan doğruya belirlemek çok güç olduğu için tane yoğunlukları ve hacim ağırlıkları belirlenen toprakların gözenek hacimleri, aşağıdaki formül ile ‘%’ olarak hesaplanmıştır (Çepel 1995; Kantarcı 2000).

$$\text{Gözenek Hacmi (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Hacim Ağ.}}{\text{Tane Yoğ.}} \right) \times 100$$

4. İnce Toprak Ağırlığı: 2 mm’lik eleklerden geçirilerek elde edilen ince toprak örnekleri 105°C sıcaklıkta kurutulmuş ve böylece fırın kuru ağırlıkları bulunmuştur. Bulunan değer silindir hacmine oranı ile fırın kuru ağırlıkları “g cm⁻³” olarak hesaplanmıştır (Irmak 1954).

5. Tane Çapı: Toprak örneklerinin tane çapları Bouyoucous hidrometre metodu ile tayin edilmiştir. Yöntemde 2 mm’lik eleklerden geçirilen 50 gr toprak 500 ml’lik beher içerisine dökülmüş, 200 ml su ilave edilerek karıştırılmıştır. Daha önceden hazırlanmış olan % 4’lük kalgondan 125 ml çözeltiye ilave edilerek bagetle karıştırılmış ve bir gece bekletilmiştir. Sonra süspansiyon 20 saniye tekrar karıştırılarak mikserin kabına dökülmüş ve mikserde orta hızda 5 dakika çalkanmıştır. Daha sonra süspansiyon, bouyoucous hidrometre silindirine boşaltılmış ve yaklaşık olarak 950 ml’ye kadar üzerine su ilave edilerek 30-35 defa levho (metal delikli karıştırıcı) yardımıyla toprak örneği karıştırılmıştır. 1000 ml çizgisine kadar süspansiyona su ilave edilmiş ve Bouyoucous hidrometre ile 4’48” (4 dakika 48 saniye) ve 120’ dakika okuması yapılarak elde edilen değerlerden tane çapı hesaplanmıştır. Toprak türlerinin belirlenmesinde ise uluslararası tekstür üçgeni kullanılmıştır (Irmak 1954; Gülçur 1974).

2.2.2.2 Toprak Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler

1. Toprak Reaksiyonu (pH): Toprak örneklerinin reaksiyonu cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür. Topraklar, aktüel asitlik için 1/2.5 oranında saf su ile ıslatılıp 24 saat kadar bekledikten sonra ölçüm yapılmıştır (Irmak 1954; Gülçur 1974; Kantarcı 2000).

2. Organik Karbon: Toprak örneklerinin organik karbon miktarı, 0.25 mm’lik elekten geçirilmiş 0,5 g toprak kullanılarak Wackley-Black ıslak yakma yöntemi ile bulunmuştur (Irmak 1954; Gülçur 1974).

3. Toplam Azot: Toplam azot modifiye Kjeldahl yöntemine göre bulunmuştur. Modifiye edilmiş Kjeldahl metodu; Toprakta organik formda bulunan azot ile amonyum formunda bulunan inorganik azotu genellikle sülfürik asit (H₂SO₄) ile yas yakmak sureti ile amonyuma (NH₄) çevirmek ve bu amonyumu alkali ortamda amonyak (NH₃) halinde uçurup, hafif asit ortamda bağlamak ve bunu titrasyon yolu ile hesaplamak esasına dayanır (Kacar 1995).

Havanda çok ince bir şekilde öğütülen 1 g toprak örneği tartıldıktan sonra yakma tüplerine aktarılmış ve toprak örneklerinin üzerlerine 15 ml konsantre sülfürik asit (H₂SO₄) ile yaklaşık 1.5 g 10:1 oranında karıştırılmış olan K₂SO₄ ve CuSO₄ katalizörden katı olarak ilave edilmiştir. Sonra bu karışım, UDK 6 model yakma cihazında 100 C'de 2 dakika, 200 C'de 3 dakika 320 C'de 4 dakika ve 420 C'de 180 dakika yakılmıştır (Sekil 2.11). Yakma işleminden sonra soğuyan örnekler UDK 142 model destilasyon ünitesinde 10 M 50 ml sodyum hidroksit (NaOH) , %2 lik 25 ml borik asit (H₃BO₃) ve 50 ml saf su kullanarak 3 dakika destilasyon yapılarak amonyum (NH₄) alkali ortamda amonyak (NH₃) halinde uçurulmuş ve hafif asit ortamda bağlanmıştır. Elde edilen bu distillata 15 damla brome-kroze indikatöründen damlatılmış ve distillatın rengi mavimsi yeşil olmuştur. Distillatın son rengi leylak oluncaya kadar 0.0067 N sülfürik asit (H₂SO₄) ile titre edilmiştir. Rengin döndüğü anda harcanan sarfiyat kaydedilmiştir.

Aşağıdaki formül kullanılarak Total N hesaplanmıştır

$$\% \text{ Total N} = \left(\frac{14.01 \times N \times (T - B)}{1000} \right) \times 100$$

14.01 = Azotun atom ağırlığı

N = Sülfürik asitin (H₂SO₄) normalitesi

T = Toprak örneğinin titrasyonunda harcanan sülfürik asitin (H₂SO₄) miktarı (ml)

B = Kör titrasyonu için harcanan sülfürik asitin (H₂SO₄) miktarı (ml)

1000 = Miligram olarak toprak ağırlığı

100 = Yüzdeye (%) çevirme katsayısı



Sekil 2.11 Toprak örneklerinde Toplam N'i belirlemek amacıyla 420 °C'de 180 dakika yakma işlemi.

2.2.2.3. İbre ve Yaprak Örneklerinde Yapılan Analizler

Araziden alınan önceki yıllara ait ibre ve yapraklar laboratuarda ilk önce hava kurusu hale getirildikten sonra bir miktar ibre ve yaprak örneği, başlangıçtaki nem miktarları belirlemek için 70 °C'ye ayarlanmış fırına konulmuş ve fırın kurusu hava kurusu farkından yararlanılarak başlangıçta içerdiği yüzde nem miktarı belirlenmiştir. Fırın kurusu haldeki ibre ve yaprakların bir kısmı değirmende öğütülerek 1 mm den daha küçük hale getirilmiş ve plastik poşetlere konularak kimyasal analiz için buzdolabında +4°C'de saklanmıştır.

1. Kütle Azalması : Ayrışma oranlarını belirlemek için ayrışma torbalarına 3 gr ibre ve yaprak örnekleri nem miktarları eklenerek yerleştirilmiştir. Araziye yerleştirilen ayrışma torbaları 3 aylık periyotlarla her alandan 3 adet alınmak suretiyle toplanmış ve fırında 70°C'de bir gece bekletilerek tartılmış ve ağırlık kayıpları bulunmuştur. Kütle azalması aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir.

$$\% \text{ RM} = (W_t/W_o) \times 100$$

% RM = Kalan Kuru ağırlık yüzdesi

W_t = Örnekleme dönemindeki ağırlık

W_o = Başlangıçtaki ağırlık

Olson (1963) tarafından ayrışma oranını belirlemek için $W_t = W_o e^{-kt}$ şeklinde geliştirilen formül ile ayrışma sabiti oranı bulunmuştur. Bu formülde W_t, t zamanda kalan kuru kütleyi, W_o ilk baştaki kuru kütleyi, k ise ayrışma sabiti oranıdır. Ölü örtü kütlesinin %95'nin azalması için geçmesi gereken süre $T_{95} = 3/k$ dır. % 50' nin ayrışması için gereken süre ise $T_{50} = 1/k$ dır.

2. Yaprak ve İbre Ağırlıkları : Aynı zamanda ölü örtü tuzaklarına düşen ölü örtüler toplandıktan sonra yine fırında 70°C'de bir gece bekletilip tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir.

3. Organik Karbon: İbre ve yaprakların organik karbon miktarı, 0.25 mm'lik elekten geçirilmiş 0,5 g ibre-yaprak kullanılarak Wackley-Black ıslak yakma yöntemi ile bulunmuştur (Irmak 1954; Gülçür 1974).

4. Toplam Azot: Toplam azot modifiye Kjeldahl yöntemine göre bulunmuştur (Kacar 1995).

5. Lignin ve Selüloz Miktarı : Lignin miktarı, Rowland ve Roberts'in Acid Detergent Fiber (ADF) metoduyla belirlenmiştir. Bu metoda göre bitki materyali kontrollü ortamda sülfürik asitle (%72 lik sülfürik asit + cetyltrimethyl amonyum bromid = CTAB) kaynatılarak asit deterjan lifler elde edilir. CTAB hemen hemen bütün azotlu bileşikleri çözer nişastayı hidrolize uğratar. Buna karşılık geriye lignin, selüloz ve kül kalır. Selüloz %72 lik H₂SO₄ ile bertaraf edilir ve daha sonra 550 °C de yapılan yakma işleminden sonra meydana gelen ağırlık kaybından lignin belirlenir (Anderson ve Ingram 1996)

ADF için yapılan işlemler

1- 0.5 ± 0.001 gr öğütülmüş yaprak örneği 250 ml. lik erlenlere konmuştur. Örnekler hava kurusu olduğu için nem miktarı eklenerek erlene konulmuştur. Çünkü fırın kurusu olması durumunda ibrelerin içeriğinde değişim olabilir.

- 2- Numune üzerine 100ml CTAB çözeltisi konmuştur.
- 3- Hot pleyt üzerinde hafifçe çalkalayarak 1 saat bekletilmiştir. (Eğer hacimde azalma olduysa CTAB çözeltisi ilave edilmiştir).
- 4- Darası bilinen süzme hunisinden (No. 2) sıcak halde vakumlu süzme yapılmıştır. (W2).
- 5- Süzüntü kaynar su ile 3 kez yıkanmıştır.
- 6- Daha sonra renk çıkmayana kadar asetonla yıkanmıştır.
- 7- 105 °C de 2 saat kurutulupve desikatörde soğutulmuşve tekrar tartılmıştır (W3).

$$\text{ADF (\%)} = [(W3 - W2) / W1] \times 100 \times [100 / 100 - \% \text{ su içeriği }]$$

Lignin ve Selüloz için yapılan işlemler

- 1- Soğumuş ADF içeren süzme hunisine yarıya kadar %72 lik H₂SO₄ konmuştur.
- 2- Cam bagetle karıştırılmış ve drene olan asidi toplamak için bu işlem bir kab üzerinde yapılmıştır.
- 3- 1 saat arayla H₂SO₄ eklenmiştir.
- 4- 3 saat sonra vakumla asit filtre edilmiş ve kalan örnekteki asidi uzaklaştırmak için sıcak su ile yıkanmıştır. Bu arada kullanılan cam bagette yıkanarak malzeme kaybı önlenmiştir.
- 5- Lignin+kül asetonla yıkanmış, 105 °C de 2 saat kurutulmuş ve desikatörde soğutulup ve tartılmıştır (W4).
- 6- 550 °C de 2 saat yakılmış, desikatörde soğutulup ve tekrar tartılmıştır (W5).

Hesaplamalar:

$$\text{Lignin (\%)} = [(W4 - W5) / W1] \times 100 \times [100 / 100 - \% \text{ su içeriği }]$$

$$\text{Selüloz (\%)} = [(W3 - W4) / W1] \times 100 \times [100 / 100 - \% \text{ su içeriği }]$$

2.3 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 11.00 paket programı kullanılmıştır. Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerine bağlı olarak farklılığın ortaya konulması diğer bir ifadeyle farklı meşcere tiplerine göre toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (OnewayANOVA) yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi, K bağımsız grup denemelerinden elde edilen nicel verilerin analizinde

yararlanılan bir yöntemdir. Normal dağılım gösteren K toplumdan alınan K bağımsız grup ortalamalarının birbirlerine eşitliğini test etmek için uygulanır.

Varyans analizi sonucunda aralarında fark çıkan ($P < 0.05$) meşcere tiplerinden farklı olanların belirlemesi amacıyla S-N-K (Student-Newman-Keuls) testi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda F test istatistiği önemli ise hangi grup ortalamalarının diğerlerinden farklı olduğunu, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak gerekir. Bunun için çoklu karşılaştırma testlerinden birisi olan S-N-K (Student-Newman-Keuls) testi kullanılmıştır. S-N-K testi K grup ortalamalarını küçükten büyüğe doğru dizdikten sonra karşılaştırma sıralarına göre farklı önemlilik kriterlerini kullanan bir testtir. S-N-K testi tüm işlem ortalamalarını, işlemlerin bir alt seti olarak sıraya dizmektedir. (Özdamar 1999; Altunışık vd. 2002)

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 FARKLI MEŞCERE TIPLERİNE (KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN) AİT TOPRAKLARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

3.1.1 Toprakların Hacim Ağırlığı Değerleri

Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların hacim ağırlıklarına ilişkin değerler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların hacim ağırlıklarına ilişkin değerler.

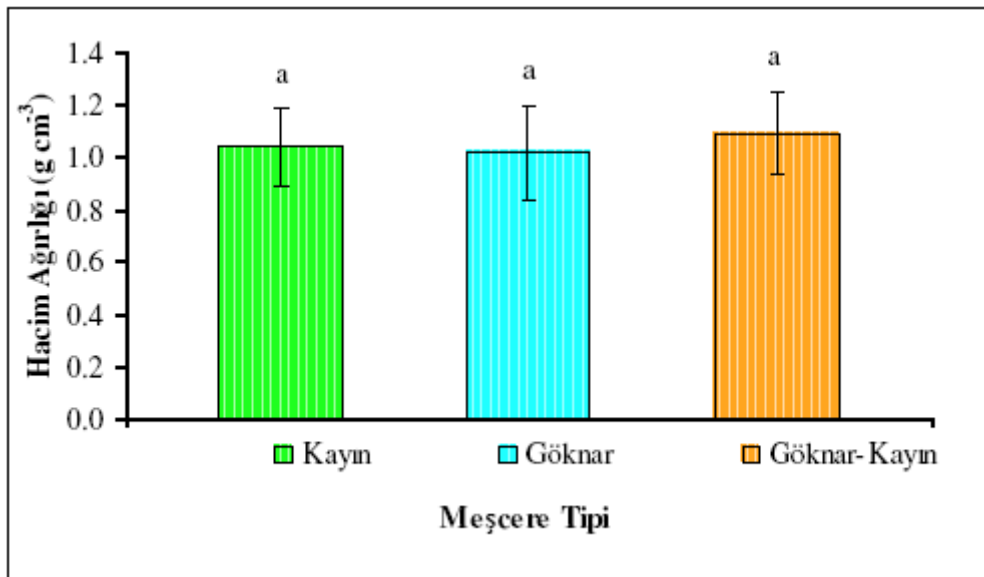
Örnek sayısı	Tekrar	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	0,86	0,99	1,17
	2	0,86	0,99	1,17
2	1	0,76	1,16	1,41
	2	0,76	1,16	1,41
3	1	1,02	0,72	0,96
	2	1,02	0,72	0,96
4	1	0,82	0,92	1,08
	2	0,82	0,92	1,08
5	1	1,24	1,14	1,14
	2	1,24	1,14	1,14
6	1	0,88	1,04	1,22
	2	0,88	1,04	1,22
7	1	1,02	0,79	1,25
	2	1,02	0,79	1,25
8	1	1,21	1,16	1,15
	2	1,21	1,16	1,15
9	1	1,03	1,08	0,88
	2	1,03	1,08	0,88
10	1	1,14	0,88	1,05
	2	1,14	0,88	1,05
11	1	1,03	0,90	0,83
	2	1,03	0,90	0,83
12	1	1,23	1,40	1,08
	2	1,23	1,40	1,08
13	1	1,17	0,86	0,88
	2	1,17	0,86	0,88
14	1	1,05	1,26	1,08
	2	1,05	1,26	1,08
15	1	1,21	1,10	1,30
	2	1,21	1,10	1,30
	Minimum Değer	0,76	0,72	0,83
	Maksimum Değer	1,24	1,40	1,41
	Ortalama Değer	1,04	1,02	1,09
	Standart Sapma	0,15	0,18	0,16

Ortalama hacim ağırlığı değerleri; kayın meşçeresinde 1.04 g cm⁻³, göknar meşçeresinde 1.02 g cm⁻³ ve göknar-kayın meşçeresinde 1.09 g cm⁻³ olarak bulunmuştur. Hacim ağırlığı değerleri meşçere tiplerine göre değerlendirildiğinde, en düşük göknar meşçeresinde daha sonra kayın meşçeresinde ve en yüksek göknar-kayın meşçeresinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Varyans analizi sonuçlarına göre toprakların hacim ağırlıkları açısından meşçere tiplerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark (P<0.05) ortaya çıkmamıştır (Tablo 3.2 ve Sekil 3.1)

Tablo 3.2 Farklı meşçere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların hacim ağırlığı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0,084	2	0.042	1.527	0.223 NS
	Gruplar içi	2,400	87	0.028		
	Toplam	2,484	89			



Şekil 3.1 Toprakların hacim ağırlıklarının farklı meşçere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama ±standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfler P>0.05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir.

Toprakların hacim ağırlığı üzerinde etkili faktörlerden en önemlisi toprak tekstürüdür. Hacim ağırlığı killi, killi balçık ve tozlu balçık türündeki topraklarda kumlu topraklara göre daha

düşüktür (Brady 1990). Hacim ağırlığı genel olarak kumlu topraklarda (1.67–1.19) , killi topraklarda (1.32–0.92) değerleri arasındadır. Üç meşcere tipinde toprak türü balçıklı kildir. Toprakların hacim ağırlığı değerleri killi topraklar için yukarıda ifade edilen değerler arasındadır. Diğer taraftan toprakların hacim ağırlıkları üzerinde toprağın derinliliği, taşlılığı organik madde miktarı ve tane yoğunluğunun da etkisi söz konusudur. Organik maddesi zengin olan yüzey topraklarının hacim ağırlığı, organik maddece fakir ve sıkışmış alt topraklara oranla genellikle daha düşüktür (Türüdü 1986). Yapılan bu çalışmada; göknar meşceresinde hacim ağırlığının diğerlerine göre düşük olması, organik madde içeriğinin yüksek olması ile ilgili olabilir.

Bolat (2007) tarafından yapılan bir çalışmada hacim ağırlığı değerleri orman alanında diğer arazi kullanım biçimlerine (mera ve tarım) göre daha düşük bulunmuştur. Bu durumun sebebinin ağır kil türündeki orman topraklarının organik madde içeriğinin zengin olması ile açıklanmıştır. Williams vd. (2003) yaptıkları araştırma sonucunda yapraklı orman alanlarındaki toprakların hacim ağırlığının (1.0 g cm^{-3}) tarım alanlarındakinden (1.6 g cm^{-3}) daha düşük olduğunu saptamışlardır.

3.1.2 Toprakların Tane Yoğunluğu Değerleri

Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların tane yoğunluklarına ilişkin değerler Tablo 3.3’de verilmiştir.

% 5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, tane yoğunluğu değerlerinin meşcere tiplerine göre (kayın, göknar ve göknar-kayın) istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 3.4). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan S-N-K testi sonuçlarına göre, tane yoğunlukları bakımından kayın ile göknar-kayın meşcereleri, göknar meşceresinden farklı grupta yer almıştır (Sekil 3.2).

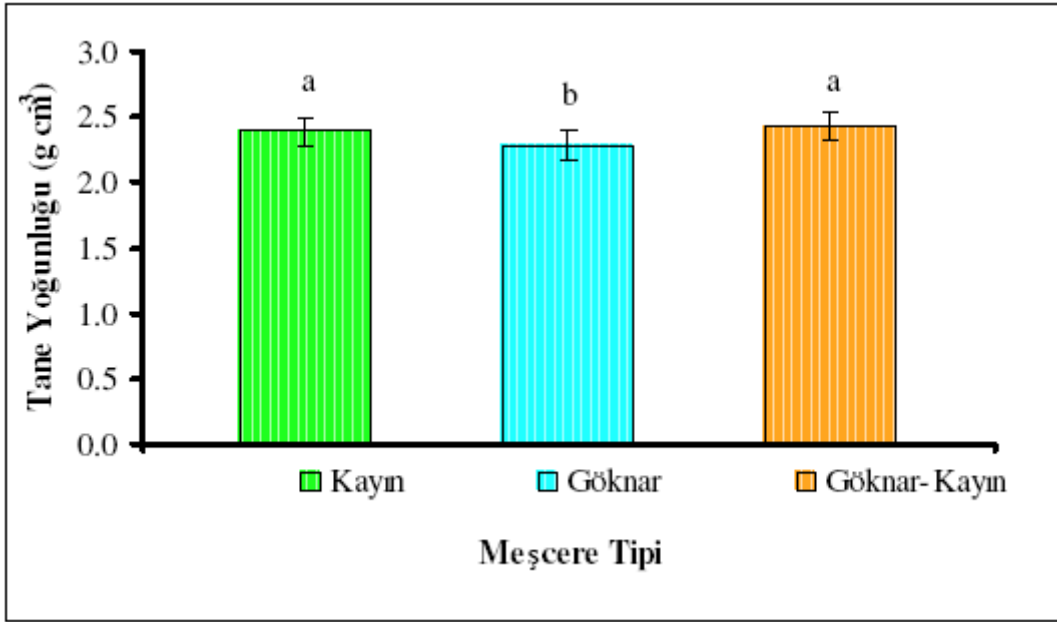
Tane yoğunluğu, genellikle katı toprak parçacıklarının belirli bir hacminin ağırlığı olarak tanımlanır ve mineral toprak parçacıklarının kristal yapısına ve kimyasal bileşimine bağlı olarak değişir buna karşılık gözenek hacminden etkilenmez (Brady 1990).

Tablo 3.3 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların tane yoğunluklarına ilişkin değerler.

Örnek sayısı	Tekrar	Tane Yoğunluğu (g cm ⁻³)		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	2,43	2,39	2,51
	2	2,41	2,45	2,53
2	1	2,08	2,40	2,56
	2	2,22	2,42	2,50
3	1	2,36	2,07	2,44
	2	2,30	2,03	2,42
4	1	2,31	2,25	2,39
	2	2,25	2,27	2,43
5	1	2,44	2,20	2,53
	2	2,45	2,28	2,47
6	1	2,36	2,35	2,34
	2	2,32	2,29	2,38
7	1	2,39	2,13	2,57
	2	2,35	2,21	2,53
8	1	2,47	2,41	2,60
	2	2,55	2,39	2,56
9	1	2,39	2,24	2,23
	2	2,47	2,30	2,31
10	1	2,36	2,23	2,45
	2	2,43	2,21	2,41
11	1	2,24	2,31	2,48
	2	2,28	2,27	2,52
12	1	2,43	2,46	2,33
	2	2,47	2,40	2,25
13	1	2,47	2,23	2,29
	2	2,53	2,21	2,23
14	1	2,43	2,40	2,44
	2	2,47	2,46	2,46
15	1	2,51	2,39	2,48
	2	2,53	2,33	2,55
	Minimum Değer	2,08	2,03	2,23
	Maksimum Değer	2,55	2,46	2,60
	Ortalama Değer	2,39	2,29	2,43
	Standart Sapma	0,20	0,11	0,10

Tablo 3.4 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların tane yoğunluğudeğerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Tane Yoğunluğu (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0,304	2	0.152	13.050	0.000 *
	Gruplar içi	1,013	87	0.012		
	Toplam	1,316	89			



Şekil 3.2 Toprakların tane yoğunluklarının farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprakların tane yoğunluğu genelde $2.60-2.75 \text{ g cm}^{-3}$ olsada genellikle mineral toprakların çoğunun tane yoğunluğu $2,65 \text{ g cm}^{-3}$ olarak kabul edilir. Çünkü toprakta bulunan mineral taneciklerin çoğu kuvarstan oluşur ve kuvarsin tane yoğunluğu $2,65 \text{ g cm}^{-3}$ tür (Türüdü 1986). Hacim ağırlığında olduğu gibi, tane yoğunluğu toprakların içerdiği organik madde miktarından etkilenmekte ve düşük organik madde içeren topraklarda yüksek çıkmaktadır. İncelenen topraklarda tane yoğunluğunun kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde yüksek buna karşılık Gök nar meşceresinde düşük çıkması organik madde içeriği ile ilgili olduğu söylenebilir. Çünkü organik maddenin tane yoğunluğu 1.3 g cm^{-3} tür ve toprak içindeki miktarı arttıkça tane yoğunluğu azalmaktadır. Organik maddece zengin olan toprakların tane yoğunlukları $2,40 \text{ g cm}^{-3}$ ve daha düşük olabilir (Türüdü 1986). Nitekim tane yoğunluğu üzerinde organik madde miktarının etkin rol oynadığı birçok araştırmacı tarafından da ifade edilmektedir (Foth 1984; Brady 1990; Plaster 1992).

3.1.3 Toprakların Gözenek Hacmi Değerleri

Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların gözenek hacimlerine ilişkin değerler Tablo 3.5'te verilmiştir.

Araştırma alanı topraklarının gözenek hacmi ortalamaları; kayın meşceresinde % 56.41, göknar meşceresinde % 55.55 ve göknar-kayın meşceresinde % 55.03 olarak bulunmuştur.

Gözenek hacmi en düşük göknar-kayın meşçeresinde, en yüksek kayın meşçeresinde bulunmuştur (Tablo 3.5).

Tablo 3.5 Farklı meşçere tiplerine göre toprakların gözenek hacmine ilişkin değerler.

Örnek sayısı	Tekrar	Gözenek hacmi(%)		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	64,61	58,58	53,39
	2	64,32	59,59	53,75
2	1	63,46	51,67	44,92
	2	65,77	52,07	43,60
3	1	56,78	65,22	60,66
	2	55,65	64,53	60,33
4	1	64,50	59,11	54,81
	2	63,56	59,47	55,56
5	1	49,18	48,18	54,94
	2	49,39	50,00	53,85
6	1	62,71	55,74	47,86
	2	62,07	54,59	48,74
7	1	57,32	62,91	51,36
	2	56,60	64,25	50,59
8	1	51,01	51,87	55,77
	2	52,55	51,46	55,08
9	1	56,90	51,79	60,54
	2	58,30	53,04	61,90
10	1	51,69	60,54	57,14
	2	53,09	60,18	56,43
11	1	54,02	61,04	66,53
	2	54,82	60,35	67,06
12	1	49,38	43,09	53,65
	2	50,20	41,67	52,00
13	1	53,75	61,43	61,57
	2	52,63	61,09	60,54
14	1	56,79	47,50	55,74
	2	57,49	48,78	56,10
15	1	51,79	53,97	47,58
	2	52,17	52,79	49,02
	Minimum Değer	49,18	41,67	43,60
	Maksimum Değer	65,77	65,22	67,06
	Ortalama Değer	56,41	55,55	55,03
	Standart Sapma	5,24	6,31	5,75

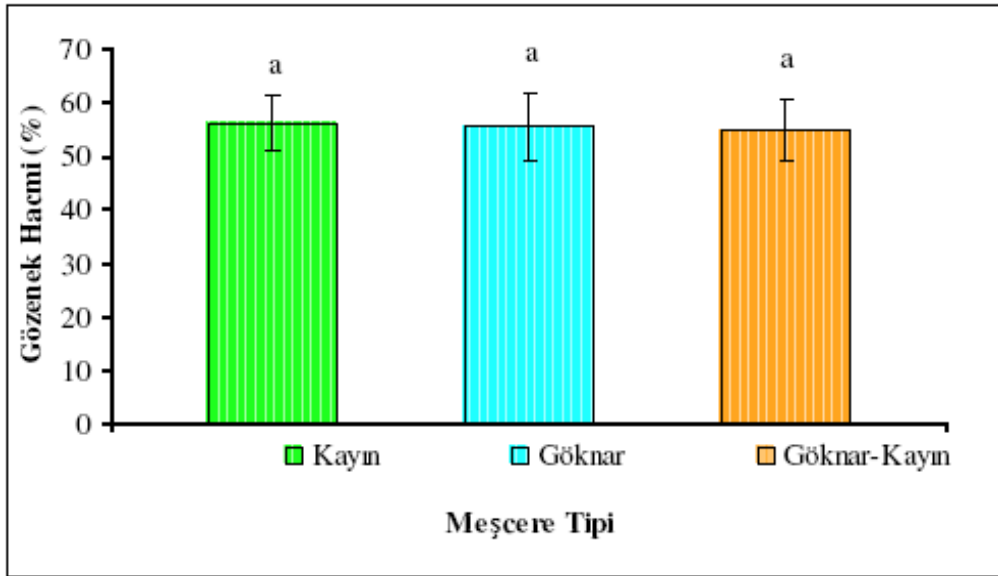
Varyans analizi sonuçlarına göre farklı meşçere tiplerindeki toprakların gözenek hacimleri istatistiksel olarak ($P>0.05$) anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Tablo 3.6 ve Şekil 3.3).

Toprakların gözenek hacmi toprağın kum, toz, kil miktarlarına, toprağın organik madde içeriğine, toprak strüktürüne ve toprak tanelerinin çaplarına veya toprak parçacıklarının çaplarına göre değişim göstermektedir (Brady 1990; Çepel 1996; Kantarcı 2000).

Tablo3.6 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların gözenek hacmi değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gözenek Hacmi (%)	Gruplar Arası	29,304	2	14,652	0,437	0.647 NS
	Gruplar içi	2914,71	87	33,502		
	Toplam	2944,02	89			

Gözenek hacmi genel olarak kumlu topraklarda % 35-50, killi topraklarda ise % 40-60 arasında değişmektedir(Bardy 1990). Çalışma alanının topraklarının gözenek hacmi değerleri bu değerlerle uyum göstermektedir.



Şekil 3.3 Toprakların gözenek hacimlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfler $P>0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir.

Orman alanı topraklarında gözenek hacminin yüksek çıkmasında, organik maddenin fazla olması, kök yayılışının zengin olması ve toprak strüktürünün kırıntılı bir yapı göstermesinin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Organik madde kendi gözenekli yapısı ve oluşturduğu toprak agregatları nedeniyle gözenek hacmini artırır. Aynı bir toprak türünde orman ve çayır toprakları, tarla topraklarından daha fazla gözenek hacmine sahiptir (Türüdü 1986). Korkanç (2003) tarafından yapılan bir çalışmada; toplam gözenek hacmi, en fazla orman topraklarında sonra tarım topraklarında ve en son açık alan topraklarında saptanmıştır. Bunun nedeni olarak da orman topraklarının organik madde ve kök oranı bakımından zengin olmasını göstermiştir.

3.1.4 Toprakların Mekanik Bileşimi (Tekstürü)

Toprakların ortalama kum miktarı; kayın meşçeresinde % 44.96, göknar meşçeresinde % 42.36, göknar-kayın meşçeresinde % 42.03; ortalama toz miktarı kayın meşçeresinde % 20.55, göknar meşçeresinde % 19.04, göknar-kayın meşçeresinde % 22.94; ortalama kil miktarı kayın meşçeresinde % 34.48, göknar meşçeresinde % 38.58 ve göknar-kayın meşçeresinde ise % 35.01 olarak bulunmuştur (Tablo 3.8).

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; kayın, göknar ve göknar-kayın meşçereleri arasında kum ve kil miktarları bakımından fark ($P>0.05$) yoktur. Buna karşılık farklı meşçere tiplerine ait toz içerikleri arasında fark ($P<0.05$) bulunmuştur (Tablo 3.7).

Tablo 3.7 Farklı meşçere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların tekstür değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Kum (%)	Gruplar Arası	154,377	2	77.189	0.701	0.449 _{NS}
	Gruplar içi	9580,90	87	110.125		
	Toplam	9735,28	89			
Toz (%)	Gruplar Arası	231,96	2	115.981	3.921	0.023 *
	Gruplar içi	2573,30	87	29.578		
	Toplam	2805,26	89			
Kil (%)	Gruplar Arası	298,93	2	149.468	2.501	0.088 _{NS}
	Gruplar içi	5199,88	87	59.769		
	Toplam	5498,81	89			

Tane çapı bakımından kayın meşçeresine ait topraklar % 44.96 kum, % 20.55 toz ve % 34.48 kil içermektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda kumlu killi balçık ve balçıklı kil türünde topraklar bulunmaktadır.

Göknar meşçeresine ait topraklar tane çapı bakımından % 42.36 kum, % 19.04 toz ve % 38.58 kil içermektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda, balçıklı kil ve kil (ağır kil) türde topraklar bulunmaktadır.

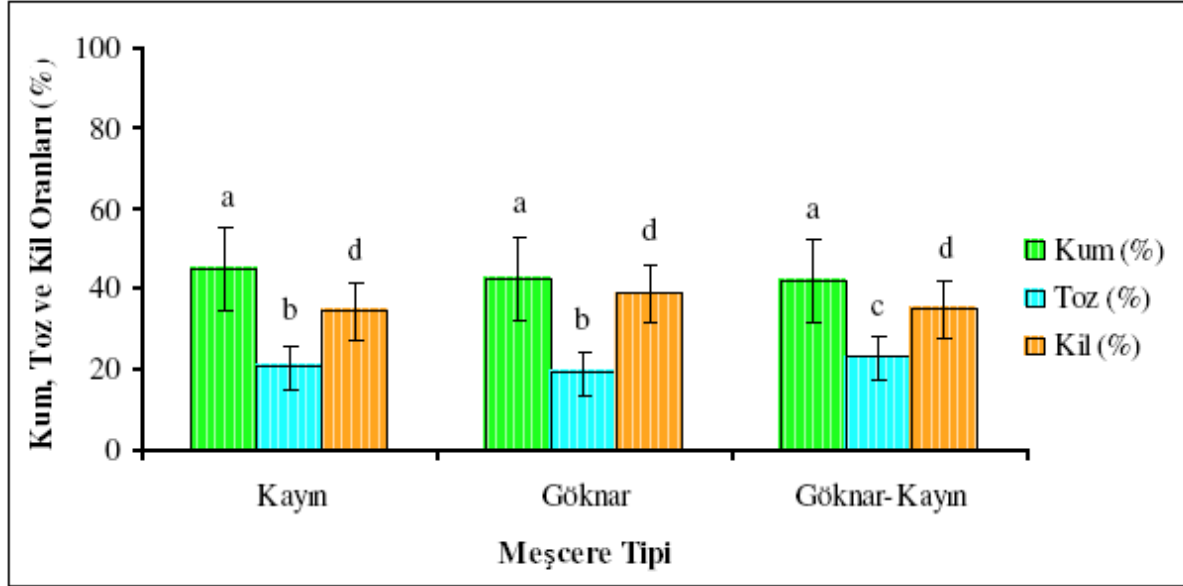
Göknar-kayın meşçeresine ait topraklar tane çapı bakımından % 42.03 kum, % 22.94 toz ve % 35.01 kil içermektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda, kumlu killi balçık, balçıklı kil ve kil türde topraklar bulunmaktadır.

Çalışma alanının anakayasası kalker ve kil taşıdır. Toprak türlerinin kumlu killi balçık, balçıklı kil ve kil çıkmasında anakayanın büyük etkisi olduğu düşünülmektedir. Çünkü kalker anakayasının bileşiminde genellikle kil çok olduğu için kalkerden meydana gelen topraklar genellikle ince tekstürlü ağır topraklardır. Kil taşlarının arasına ince kum tabakası girmişse meydana gelecek toprağın yapısı da çok değişir, bileşiminde kuvars, feldspat ve mikalar bulunur. Kiltası anakayasının bünyesinde CaCO₃ bulunmadığı takdirde teşekkül etmiş olan ağır killerin striktürleri fenadır; yani suyu geçirgenlik dereceleri küçük, havalanmaları zor olur.

Tablo 3.8 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların mekanik bileşimine ilişkin değerler.

Örnek sayısı	Tekrar	% KUM ORANI			% TOZ ORANI			% KİL ORANI		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	59,74	39,98	30,32	15,66	18,63	27,01	24,60	41,39	42,67
	2	59,74	39,98	30,32	15,66	18,63	27,01	24,60	41,39	42,67
2	1	56,41	42,12	24,57	16,14	18,60	30,97	27,46	39,27	44,47
	2	56,41	42,12	24,57	16,14	18,60	30,97	27,46	39,27	44,47
3	1	43,20	46,67	48,55	17,76	17,07	18,87	39,04	36,26	32,58
	2	43,20	46,67	48,55	17,76	17,07	18,87	39,04	36,26	32,58
4	1	38,85	45,98	46,54	26,08	16,62	20,93	35,07	37,40	32,53
	2	38,85	45,98	46,54	26,08	16,62	20,93	35,07	37,40	32,53
5	1	43,45	38,79	45,02	27,91	16,62	20,71	28,64	44,59	34,26
	2	43,45	38,79	45,02	27,91	16,62	20,71	28,64	44,59	34,26
6	1	54,04	38,37	31,60	14,21	18,83	25,23	31,75	42,80	43,18
	2	54,04	38,37	31,60	14,21	18,83	25,23	31,75	42,80	43,18
7	1	36,03	54,19	31,38	23,17	10,67	26,28	40,80	35,13	42,34
	2	36,03	54,19	31,38	23,17	10,67	26,28	40,80	35,13	42,34
8	1	42,00	28,65	23,06	19,15	37,27	30,44	38,85	34,08	46,50
	2	42,00	28,65	23,06	19,15	37,27	30,44	38,85	34,08	46,50
9	1	36,70	38,25	50,50	28,98	14,67	14,29	34,32	47,08	35,21
	2	36,70	38,25	50,50	28,98	14,67	14,29	34,32	47,08	35,21
10	1	37,66	39,63	48,06	19,22	21,21	20,03	43,12	39,16	31,91
	2	37,66	39,63	48,06	19,22	21,21	20,03	43,12	39,16	31,91
11	1	50,59	51,28	60,54	18,99	12,46	17,94	30,43	36,26	21,52
	2	50,59	51,28	60,54	18,99	12,46	17,94	30,43	36,26	21,52
12	1	36,13	47,76	53,76	28,26	18,41	24,46	35,61	33,83	21,77
	2	36,13	47,76	53,76	28,26	18,41	24,46	35,61	33,83	21,77
13	1	54,08	54,44	73,60	14,20	23,27	17,09	31,72	22,30	9,31
	2	54,08	54,44	73,60	14,20	23,27	17,09	31,72	22,30	9,31
14	1	47,72	37,00	40,20	18,35	22,69	18,98	33,93	40,31	40,82
	2	47,72	37,00	40,20	18,35	22,69	18,98	33,93	40,31	40,82
15	1	37,85	32,35	22,83	20,28	18,71	30,99	41,86	48,94	46,19
	2	37,85	32,35	22,83	20,28	18,71	30,99	41,86	48,94	46,19
	Minimum Değer	36,03	28,65	22,83	14,20	10,67	14,29	24,60	22,30	9,31
	Maksimum Değer	59,74	54,44	73,60	28,98	37,27	30,99	43,12	48,94	46,50
	Ortalama Değer	44,96	42,36	42,03	20,55	19,04	22,94	34,48	38,58	35,01
	Standart Sapma	8,03	7,43	14,50	5,01	5,97	5,28	5,40	6,30	10,50

Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcereleri topraklarının kil içerikleri karşılaştırıldıklarında; kayın ve göknar meşcerelerine ait toprakların farklı olmadığı, buna karşılık göknar-kayın topraklarının bu iki meşcere tipine göre daha yüksek toz içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Sekil 3.4).



Şekil 3.4 Toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Değerler arasında fark çıkmamasına rağmen en yüksek % kum içeriği kayın meşceresine ait topraklarda bulunmuştur. En yüksek toz içeriği göknar-kayın meşceresinde bulunmuş ve istatistiki manada meşcere tipleri açısından fark ortaya çıkmıştır. Toprakların % kil değerleri meşcere tiplerine göre birbirine çok yakındır. Buna karşılık toprakların % kil içeriği ise en yüksek göknar meşceresine ait topraklarda bulunmuştur (Tablo 3.8) (Şekil 3.14). Farklı meşcere tiplerine (kayın, göknar ve göknar-kayın) göre toprakların % kum % toz ve % kil içeriklerinin birbirine yakın olması ve % toz içeriği hariç istatistiki manada fark çıkmamasının kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinin aynı yetiştirme ortamı özelliklerine (klimatik, edafik ve fizyografik) sahip olmalarından kaynaklanabileceği söylenebilir.

3.1.5 Toprakların Aktüel pH Değerleri

Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların aktüel pH değerlerine ilişkin değerler Tablo 3.9'de verilmiştir.

Toprakların aktüel pH değerleri; kayın meşçeresinde 5.62, göknar meşçeresinde 6.66 ve göknar-kayın meşçeresinde ise 5.84 olarak bulunmuştur. Toprakların en düşük pH değeri 5.62 ile kayın meşçeresinde bulunurken, en yüksek pH değeri 6.66 ile göknar meşçeresinde bulunmuştur. (Tablo 3.9). Bu sonuçlara göre kayın ve göknar-kayın meşçerelerine ait topraklar orta derecede asit karakter gösterirken göknar meşçeresine ait topraklar hafif asit karakter göstermektedir.

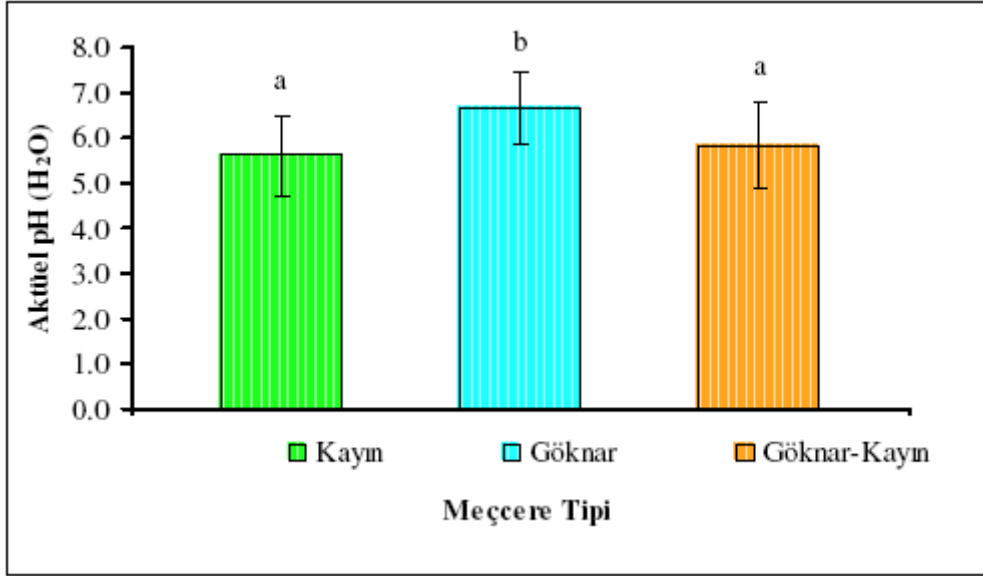
Tablo 3.9 Farklı meşçere tiplerine göre toprakların aktüel pH değerlerine ilişkin değerler.

Örnek sayısı	Tekrar	pH (H ₂ O)		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	6,33	4,53	4,93
	2	6,17	4,57	4,88
2	1	6,91	6,30	4,91
	2	7,01	6,30	4,95
3	1	6,52	6,55	4,68
	2	6,46	6,59	4,69
4	1	4,12	7,13	5,74
	2	4,10	7,15	5,76
5	1	7,45	6,82	5,36
	2	7,51	6,79	5,32
6	1	5,93	6,33	6,49
	2	5,76	6,34	6,45
7	1	5,68	7,67	5,08
	2	5,63	7,69	5,06
8	1	5,15	6,93	4,54
	2	5,13	6,90	4,54
9	1	6,30	6,37	7,04
	2	6,20	6,45	7,04
10	1	5,37	6,66	6,22
	2	5,27	6,60	6,24
11	1	5,19	6,90	7,03
	2	5,15	6,84	7,11
12	1	4,80	6,21	6,65
	2	4,88	6,02	6,60
13	1	4,68	8,23	7,61
	2	4,62	8,27	7,61
14	1	4,90	6,96	6,43
	2	4,78	6,98	6,43
15	1	5,41	6,46	5,07
	2	5,45	6,42	5,02
	Minimum Değer	4,10	4,53	4,54
	Maksimum Değer	7,51	8,57	7,61
	Ortalama Değer	5,62	6,66	5,84
	Standart Sapma	0,90	0,79	0,97

Yapılan varyans analizi sonucuna göre, meşçere tiplerine göre (kayın, göknar ve Göknar - kayın) toprakların aktüel pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($P < 0.05$) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.10). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan S-NK testi sonuçlarına göre, pH değerleri açısından göknar meşçeresi, kayın ve göknar-kayın meşçerelerinden farklı grupta yer almıştır.

Tablo 3.10 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların aktüel pH değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Aktüel pH (1/2.5 H ₂ O)	Gruplar Arası	17,89	2	8.946	11.170	0.000 *
	Gruplar içi	69,68	87	0.801		
	Toplam	87,57	89			



Şekil 3.5 Toprakların aktüel pH değerlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler P<0.05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanında pH'nın düşük olmasının organik madde miktarının yüksek olmasından kaynaklanabileceği sanılmaktadır. Nitekim ölü örtünün ayrışıp organik maddeye dönüşmesi sırasında oluşan organik asitlerin toprak tepkimesini düşürdüğü Kantarcı (2000) tarafından ifade edilmektedir. Kayın meşceresine ait toprakların pH değeri (pH 5,62) diğer meşcere tiplerinden daha düşüktür. Bunun sebebinin meşcerede bulunan orman gülünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü gövdesinde ve yapraklarında yüksek miktarda organik asit içeren orman gülü yapısındaki asiti salıvermesiyle toprakların asitleşmesine yol açmaktadır. (Clinton ve Vose 1996). Gökmar meşceresine ait toprakların pH değeri (pH 6.66) diğer meşcere tiplerinden biraz daha yüksektir (Tablo 3.10). Bunun sebebi olarak orman ağaçlarından göknarların ibrelerindeki Ca⁺⁺'un yüksek olması gösterilebilir. Çünkü bazı bitkiler topraktan daha fazla kation almaktadırlar. Toprak kolloidlerinden alınan K⁺, Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ kationlarının yerine H⁺ iyonları yerleşmektedir. Bu olay toprakların reaksiyonlarında asitleşmeye yol açmaktadır. Örnek olarak orman ağaçlarından göknarların ibrelerindeki

yüksek Ca⁺⁺ miktarı topraktan fazla kalsiyum alındığını işaret etmektedir. Buna karşılık göknar ibrelerinin dökülmesiyle oluşan ölü örtünün ayrışması topraktan alınan Ca⁺⁺ katyonlarının tekrar üst toprağa dönmesini sağlamaktadır. Bunun sonucunda da üst toprak pH'sı biraz daha yüksek pH değerine sahip olmaktadır (Kantarıcı 2000). Bartın yöresinde yapılmış Gürgeç-Mese-Kayın karışık meşçeresinde pH 5.19 olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008a). Diğer bir çalışmada meşe ve göknar-kayın meşçerelerine ait toprakların pH değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meşe meşçeresinde pH 5.13 ve göknar-kayın meşçeresinde 5.74 olarak bulunmuştur. Meşçere tiplerine göre istatistiki olarak aralarında fark çıkmamıştır (Kara vd. 2008). Kayın ve karaçam meşçerelerinde yapılmış çalışmada kayın meşçeresinin pH değeri 5.20 ve karaçam meşçeresinin pH değeri 7.71 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucuna göre aralarında fark çıkmıştır. Çalışmada bu farklılığın nedeni olarak anakaya, ağaç türleri ve meşçerelerin altındaki bitki örtüsünün değişik ve çeşitli oluşu gösterilmektedir (Kara ve Bolat 2008b).

Araştırma alanında, anakaya kalker olmasına rağmen toprak reaksiyonunun asit oluşu, iklim ve bitki örtüsünün anakayadan daha etkili olduğunu gösteriyor. Yüksek yağış miktarına bağlı olarak yıkanmanın şiddetli olması ve ölü örtü ayrışmasıyla oluşan organik asitlerin toprağa karışması toprak reaksiyonunun düşmesine neden olabilir.

3.1.6 Toprakların Organik Karbon İçerikleri

Farklı meşçere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların organik karbon içeriklerine ilişkin değerler Tablo 3.11'de verilmiştir.

Toprakların organik C değerleri; kayın meşçeresinde % 4.29, göknar meşçeresinde % 6.09 ve göknar-kayın meşçeresinde ise % 4.51 olarak bulunmuştur. Örnek alanlardan alınan toprakların organik C içerikleri en yüksek göknar meşçeresinde, en düşük kayın meşçeresinde ölçülmüştür (Tablo 3.10). Varyans analizi sonucuna göre; kayın, göknar ve göknar-kayın meşçereleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P < 0.05$) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.12). Yapılan SNK testi sonuçlarına göre; göknar topraklarının organik C içeriği, kayın ve göknar-kayın meşçeresinden farklı grupta yer almaktadır (Şekil 3.6).

Tablo 3.11 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların % organik C içeriklerine ilişkin değerler.

Örnek sayısı	Tekrar	Organik Karbon (%)		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	4,82	5,00	3,01
	2	4,71	3,93	2,94
2	1	7,75	4,57	1,88
	2	7,79	4,31	1,84
3	1	5,88	7,46	4,07
	2	5,57	7,47	4,21
4	1	5,83	7,25	4,54
	2	5,95	7,25	4,49
5	1	4,50	7,14	4,15
	2	4,72	7,22	3,96
6	1	3,83	5,90	4,65
	2	4,04	6,03	4,60
7	1	5,13	7,35	2,68
	2	5,12	7,35	2,57
8	1	2,20	4,52	2,29
	2	2,14	4,57	2,22
9	1	4,79	7,07	7,64
	2	4,90	7,42	7,59
10	1	4,16	7,33	4,30
	2	4,15	7,35	4,09
11	1	5,89	7,25	7,57
	2	6,03	7,33	7,45
12	1	2,90	4,14	5,42
	2	2,77	4,12	5,41
13	1	1,70	7,26	7,76
	2	1,83	7,25	7,90
14	1	3,26	4,18	5,83
	2	3,32	4,06	4,76
15	1	1,67	5,52	2,81
	2	1,61	5,33	2,85
	Minimum Değer	1,61	3,93	1,84
	Maksimum Değer	7,79	7,47	7,90
	Ortalama Değer	4,29	6,09	4,51
	Standart Sapma	1,70	1,38	1,90

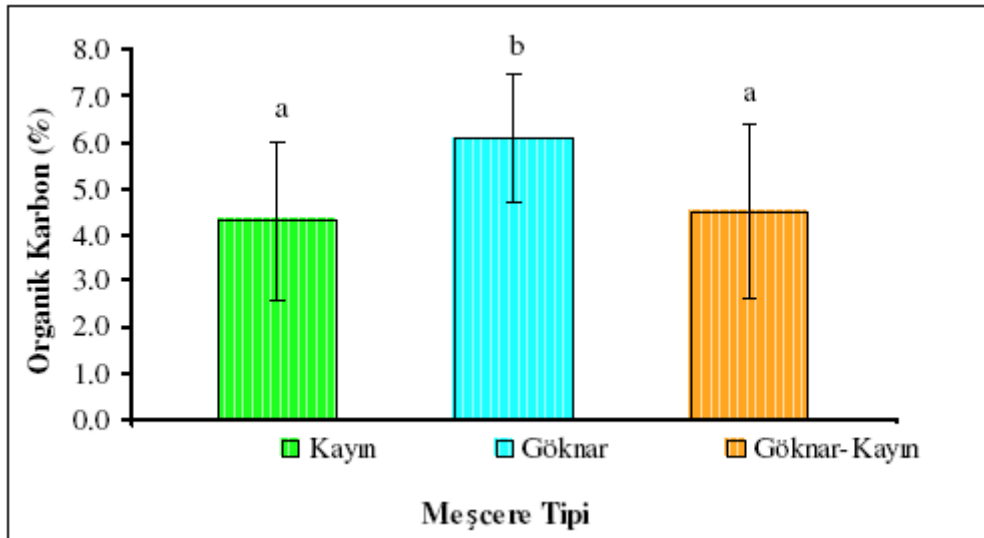
Tablo 3.12 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların organik C değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Organik Karbon (C _{org}) %	Gruplar Arası	57,85	2	28,927	10.248	0.000 *
	Gruplar içi	245,57	87	2,823		
	Toplam	303,43	89			

Toprak organik madde miktarı ya da organik C miktarını doğrudan etkileyen dört asıl faktör mevcuttur. Bu faktörler bitki örtüsü, iklim, toprak tekstürü ve toprak islemesidir (Plaster 1992).

Orman topraklarının organik madde kaynağını yıllık yaprak dökümü, doğal dal budanması, toprak organizmaları ile bitki kökleri oluşturur. Bu maddelerde canlılar tarafından ayrıştırılarak toprak organik C'nunu oluşturur. Çalışma alanında organik C miktarının yüksek bulunması sürekli vejetasyon örtüsü ile kaplı olmasından ve bu vejetasyonun doğal bir ürünü olan ölü örtü tabakasından kaynaklanmaktadır. Örnek alanlardan alınan toprakların organik C içerikleri göknar meşçeresinde diğer meşçere tiplerine göre yüksek bulunmuştur. Benzer olarak organik maddenin asıl kaynağını oluşturan ölü örtü miktarı da göknar meşçeresinde yüksek bulunmuştur.(Şentürk 2009)

Organik C içeriğinin göknar meşçeresinde yüksek çıkması kil içeriği ile ilgili olabilir. Ortalama kil miktarı kayın meşçeresinde % 34.48, göknar meşçeresinde % 38.58, göknar-kayın meşçeresinde % 35.01 olarak bulunmuştur (Tablo 3.9). Nitekim yapılan araştırmalarda toprakların kil miktarının organik C miktarı üzerinde çok etkili olduğu ve yüksek kil içeriğine sahip toprakların yüksek organik C içerdikleri ifade edilmektedir. Çünkü protein molekülleri kil minerallerinin yüzeylerinde absorbe edilirler ve böylelikle ayrışmaya karşı dayanıklılık gösterirler (Foth 1984; Brady 1990). Yani organik maddenin bu şekilde yavaş yavaş ayrışması sonucunda organik C'un toprakta birikmesi gerçekleşir. Diğer bir çalışmada toprakların kil içeriği ile organik madde (organik C) arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Coyne ve Thompson 2006).



Şekil 3.6 Toprakların organik C değerlerinin farklı meşçere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonucunda ortaya çıkan bir diğer sonuçta, farklı meşçere tiplerine göre ortalama C_{org}/N_{toplam} oranının kayın meşçeresinde 17.32, göknar meşçeresinde 20.08 ve göknar-kayın

meşceresinde 17.37 olarak bulunmasıdır. Gökmar meşceresindeki ayrışma oranının diğere meşcerelere nazaran daha yüksek olması, bu meşcerede ayrışmanın daha hızlı cereyan ettiğini göstermektedir. Berg ve Matzner (1997), Augusto ve Ranger (2001) yaptıkları çalışmalarda iğne yapraklı meşcerelerin organik C değerlerini yapraklı meşcerelerden daha yüksek bulmuşlardır. Bunun yanı sıra Kara (2002) yaptığı çalışmada, üst toprakta ortalama organik C değerlerinin Şarapnel yöresi kayın ormanında % 5.23–7.81, meşe ormanında % 4.42–7.70 ve karaçam ormanında % 4.02–6.19 arasında değişim gösterdiğini belirtirken; Kadıncule yöresi kayın ormanında % 8.03-12.07, meşe ormanında % 6.84–9.44 ve karaçam ormanında % 7.24–9.59 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir.

Bartın yöresinde yapılmış Gürge-Meşe-Kayın karışık meşceresinde organik C % 4.14 olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008a). Diğere bir çalışmada meşe ve gökmar-kayın meşcerelerine ait toprakların organik C değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meşe meşceresinde organik C % 3.85 ve gökmar-kayın meşceresinde % 5.96 olarak bulunmuştur. Meşcere tiplerine göre istatistiki olarak aralarında fark çıkmıştır (Kara vd. 2008). Kayın ve karaçam meşcerelerinde yapılmış çalışmada kayın meşceresinin organik C değeri % 4.14 ve karaçam meşceresinin organik C değeri % 2.51 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucuna göre aralarında fark çıkmıştır (Kara ve Bolat 2008b).

Gerek örnek alanlara ait toprakların organik C değerleri gerekse de literatürdeki çalışmaların sonuçları incelendiğinde; organik C'un ormanların tür bileşimine bağılı olarak değişim gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Aynı şekilde Kantarcı (2000) topraktaki organik madde ya da organik C miktarları ile ormanın tür bileşimi arasında önemli ilişkiler olduğunu ifade etmekte ve toprağın türünün de organik C miktarı üzerinde önemli etkiler yapabildiğini vurgulamaktadır. Özet olarak, meşcere tiplerine göre ağaç türünün ölü örtü kalitesini (kimyasal bileşimini) ve meşcere içine ulaşan ışık miktarını değiştirdiği ve böylece toprakların organik C içeriğini de etkilediği söylenebilir.

3.1.7 Toprakların Toplam Azot İçerikleri

Faklı meşcere tiplerine ait (kayın, gökmar ve gökmar-kayın) toprakların toplam azot içeriklerine (%) ilişkin değerler Tablo 3.13'de verilmiştir. Araştırma alanından alınan toprakların toplam N (Kejldahl N) değerleri; kayın, gökmar ve gökmar-kayın meşcerelerinde sırasıyla % 0.24, % 0.31 ve % 0.27 olarak bulunmuştur. Toprakların toplam N içeriği en

düşük kayın meşceresinde (% 0.24) buna karşılık en yüksek (% 0.31) göknar meşceresinde bulunmuştur.

Tablo 3.13 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların toplam azot içeriklerine ilişkin değerler.

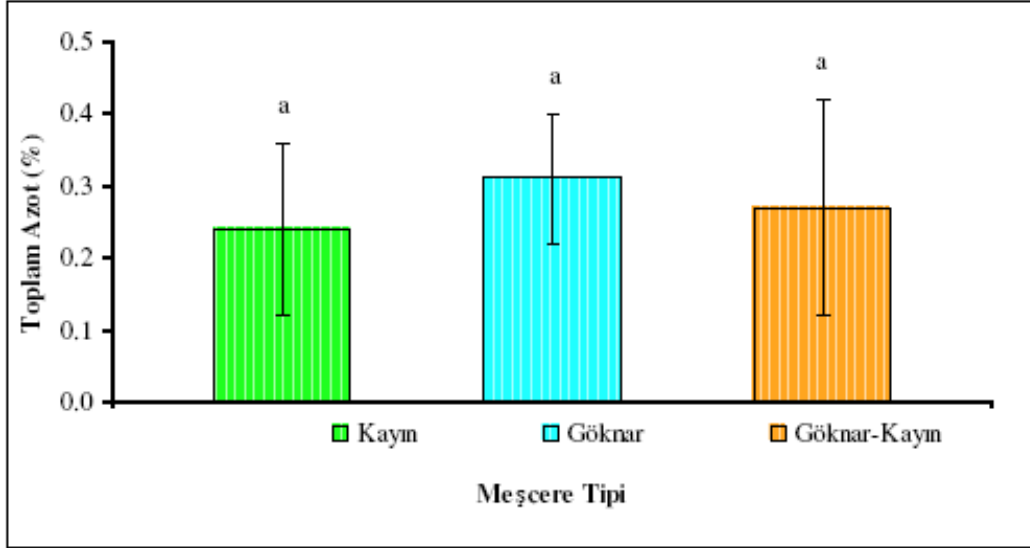
Örnek sayısı	Tekrar	Toplam Azot (%)		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	0,31	0,16	0,16
	2	0,31	0,16	0,14
2	1	0,61	0,23	0,11
	2	0,60	0,22	0,12
3	1	0,37	0,43	0,19
	2	0,33	0,44	0,19
4	1	0,29	0,35	0,27
	2	0,30	0,35	0,27
5	1	0,24	0,31	0,22
	2	0,24	0,30	0,21
6	1	0,24	0,32	0,25
	2	0,24	0,32	0,26
7	1	0,27	0,45	0,14
	2	0,26	0,47	0,15
8	1	0,13	0,24	0,12
	2	0,13	0,24	0,12
9	1	0,28	0,29	0,50
	2	0,27	0,28	0,51
10	1	0,23	0,38	0,26
	2	0,24	0,38	0,26
11	1	0,33	0,38	0,52
	2	0,34	0,38	0,52
12	1	0,16	0,19	0,34
	2	0,15	0,17	0,34
13	1	0,11	0,44	0,65
	2	0,09	0,45	0,65
14	1	0,18	0,24	0,25
	2	0,17	0,25	0,25
15	1	0,10	0,29	0,15
	2	0,10	0,28	0,15
	Minimum Değer	0,09	0,16	0,11
	Maksimum Değer	0,61	0,47	0,65
	Ortalama Değer	0,24	0,31	0,27
	Standart Sapma	0,12	0,09	0,15

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; % 5 önem düzeyinde, kayın, göknar ve göknar-kayın meşcereleri arasında toplam N değerleri bakımından anlamlı ($P < 0.05$) bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Tablo 3.14 ve Sekil 3.7).

Tablo 3.14 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların toplam N değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Toplam Azot (N_{toplam}) %	Gruplar Arası	0,072	2	0,036	2.131	0.125 N.S
	Gruplar İçi	1,475	87	0,017		
	Toplam	1,547	89			

Toprakta azotun kaynağı esas itibariyle organik materyaldir. Diğer bir ifadeyle topraktaki azotun kaynağı esas itibariyle bitki artıklarından oluşmuş ölü örtüdür. Ayrıca yağışlarla havadan toprağa ulaşan NO_x (NO, NO₂, N₂O₅) gazları nitrit asidi ile diğer azot bileşikleri de topraktaki azotun kaynağıdır. Organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından ayrışmasından meydana gelen azot miktarı bitki artıklarının türüne, iklim koşullarına ve toprağın asitlik dercesine göre çok değişir (Çepel 1996; Kantarcı 2000).



Şekil 3.7 Toprakların total N değerlerinin farklı meşcere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir.

Genel olarak toprakta toplam azot % 0.1'den az ise "çok düşük", % 0.1–0.2 ise "düşük" % 0.2-0.5 ise "orta", % 0.5-1 ise "yüksek" % 1'den çok ise "çok yüksek" olarak değerlendirilir (Metson 1956; Çepel'den 1995). Bu sınıflandırmaya göre örnek alanlara ait topraklarının azot içeriklerinin (kayın % 0.24, göknaar % 0.31 ve göknaar-kayın % 0.27) orta sınıfa girdiği ortaya çıkmıştır.

Kara (2002) yaptığı çalışmada üst toprakta ortalama toplam N değerlerinin Şarapnel yöresi kayın ormanında % 0.134–0.360, meşe ormanında % 0.129–0.311 ve karaçam ormanında % 0.118–0.375 arasında değişim gösterdiğini belirtirken, Kadıkule yöresi kayın ormanında % 0.198–0.477, meşe ormanında % 0.149–0.267 ve karaçam ormanında % 0.302–0.438 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir. Gezer vd. (2002) yaptıkları çalışmada sarıçam orjin denemelerinin yapıldığı toprakların toplam N içeriğinin % 0.12–0.31 arasında değişim gösterdiğini ifade etmektedirler.

Bartın yöresinde yapılmış Gürge-Meşe-Kayın karışık meşceresinde toplam N % 0.31 olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008a). Diğer bir çalışmada meşe ve göknar-kayın meşcerelerine ait toprakların organik C değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meşe meşceresinde toplam N % 0.22 ve göknar-kayın meşceresinde toplam N % 0.26 olarak bulunmuştur. Meşcere tiplerine göre istatistiki olarak aralarında fark çıkmamıştır (Kara vd. 2008). Kayın ve karaçam meşcerelerinde yapılmış çalışmada kayın meşceresinin toplam N % 0.32 ve karaçam meşceresinin toplam N % 0.23 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonucuna göre aralarında fark çıkmıştır (Kara ve Bolat 2008b).

3.1.8. Toprakların C/N Oranı Değerleri

Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların C/N oranına ilişkin değerler Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.15 Farklı meşcere tiplerine göre toprakların C/N oranına ilişkin değerler.

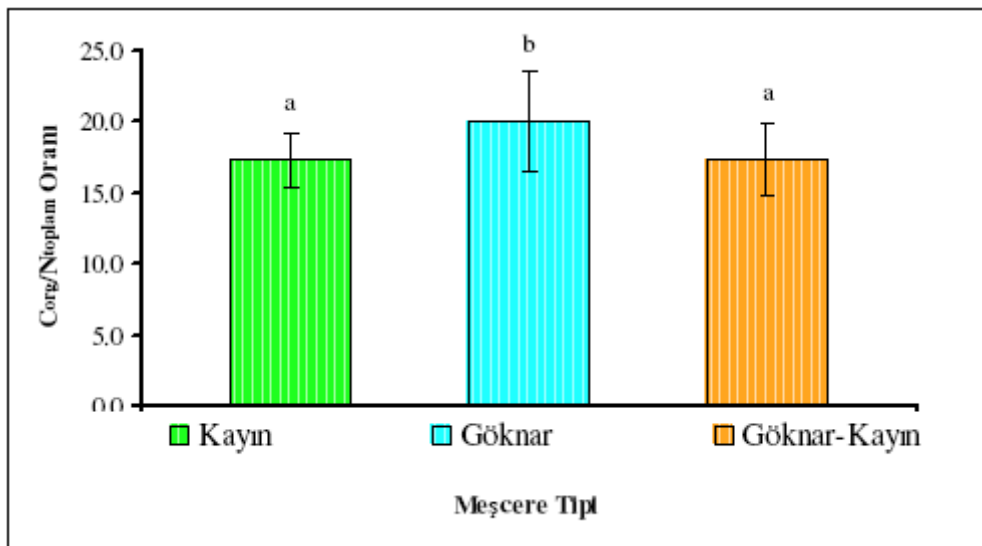
Örnek sayısı	Tekrar	Corg/Ntoplam		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
1	1	15,5	31,56	18,38
	2	15,3	24,11	20,49
2	1	12,6	20,04	16,67
	2	12,9	19,41	15,60
3	1	15,9	17,24	20,93
	2	16,8	16,99	22,21
4	1	20,1	20,95	16,65
	2	20,2	20,57	16,70
5	1	18,6	23,39	18,99
	2	19,3	23,98	18,54
6	1	16,0	18,50	18,34
	2	16,7	19,08	17,69
7	1	19,0	16,28	18,62
	2	19,3	15,60	17,61
8	1	17,3	18,74	18,44
	2	16,2	19,02	18,27
9	1	17,3	24,08	15,32
	2	18,2	26,16	14,97
10	1	18,0	19,50	16,58
	2	17,3	19,21	15,88
11	1	17,9	18,87	14,47
	2	17,9	19,14	14,26
12	1	18,1	21,99	16,00
	2	17,9	23,88	15,77
13	1	16,0	16,48	11,95
	2	20,2	16,27	12,08
14	1	18,5	17,20	23,28
	2	19,1	16,51	18,72
15	1	15,9	18,89	18,54
	2	15,8	18,78	18,96
	Minimum Değer	12,60	15,60	12,00
	Maksimum Değer	20,2	31,60	23,30
	Ortalama Değer	17,32	20,08	17,37
	Standart Sapma	1,90	3,53	2,57

Ortalama C/N farklı meşçere tiplerine göre kayın meşçeresinde 17.32, göknar meşçeresinde 20.08 ve göknar-kayın meşçeresinde 17.37 olarak bulunmuştur. En yüksek C/N oranı göknar meşçeresinde bulunurken en düşük C/N oranı kayın meşçeresinde hesaplanmıştır (Tablo 3.15).

Varyans analizi sonucuna göre; kayın, göknar ve göknar-kayın meşçerelerinin toprakları için hesaplanan C/N oranları % 5 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı ($P < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 3.16). Kayın, göknar ve göknar-kayın meşçerelerinden farklı olanları belirlemek amacıyla S-N-K testi uygulanmış ve bu testin sonucuna göre C/N oranı bakımından göknar meşçeresi kayın ve göknarkayın meşçerelerinden farklı grupta yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 3.8)

Tablo 3.16 Farklı meşçere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) toprakların C/N değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplam ₁	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C/N	Gruplar Arası	149,63	2	74,816	9.883	0.000 *
	Gruplar içi	658,58	87	7,570		
	Toplam	808,21	89			



Şekil 3.8 C/N ayrışma oranı değerlerinin farklı meşçere tipine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

C/N oranı ölü örtünün ayrışma hızını izlemek ve ölü örtüde meydana gelen ağırlık kaybını tahmin etmek için kullanılan bir indekstir (Taylor vd. 1989). Genel olarak, C/N oranı 15'ten küçükse ayrışma hızlı, 15–25 arasında ise ayrışmanın yavaşladığı ve 25'ten büyükse ayrışmanın zaman zaman engellendiği ifade edilmektedir (Kantarıcı 2000). Her ne kadar göknar meşceresinde C/N oranı 20.08 çıkmış olsa da C/N oranı 15–25 aralığına düşmesinden dolayı organik maddenin ayrışmasının yavaşladığı fakat engellenmediği belirlenmiştir. Çepel (1996) ülkemizin birçok orman topraklarında C/N oranının 3–36 arasında değiştiğini ifade etmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen C/N oranları (Kayın 17.32, Göknar 20.08 ve Göknar-Kayın 17.37) ülkemizde yapılan önceki çalışmaların sonuçları ile uygunluk göstermektedir.

Göknar meşceresinde C/N oranının diğer meşcerelere göre biraz daha yüksek çıkmasında göknar meşceresinin ölü örtü miktarının ve örnek alma anındaki toprağın nem içeriğinin de yüksek olması etkili olmuş olabilir. Çünkü yapılan çalışmalarda ölü örtünün ve toprağın nem içeriğinin artmasıyla daha serin ortamın oluştuğu ve ölü örtünün ayrışmasının yavaşladığı vurgulanmaktadır. Benzer olarak aynı çalışmada C/N oranının farklı ağaç türüne ve farklı anakayadan oluşmuş topraklarda farklı çıkabileceği ifade edilmektedir (Kantarıcı 2000).

Okore vd. (2007) yaptıkları çalışmada orman alanı için C/N oranının 18.39 olduğunu ifade etmektedirler. Bir başka çalışmada, C/N oranının iğne yapraklı ormanlarda 22.5, ve yapraklı ormanlarda 17.5 olduğu tespit edilmiştir (Khomutova vd. 2000). Bolat (2007) yaptığı çalışmada ortalama C/N oranını orman alanında 13.00 olarak bulmuştur. Çalışmada toprakların C/N oranı sonucuna göre organik maddenin hızla ayrıştığı ifade edilmektedir. Ayrıca organik maddeler toprakta mikroorganizmaları tarafından hızla ayrıştırılmakta, meydana gelen CO₂'den dolayı karbon azalmakta ve böylece C/N oranının düştüğü vurgulanmaktadır. Giddens vd. (1997) yaptıkları çalışmada, C/N oranını *Pinus radiata* ormanlarında 17.6 olduğunu belirtmektedirler.

3.2 FARKLI MEŞCERELERDEN DÖKÜLEN İBRE-YAPRAK MİKTARLARI

Farklı meşcere tiplerine ait dökülen yıllık toplam ölü örtü miktarının belirlenebilmesi için her meşcere tipine 5 adet ölü örtü tuzağı (leğen) yerleştirilmiştir. Leğenler içine düşen ölü örtüler belli aralıklarla toplanarak fırında kurutulmuş ve mutlak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Ağırlıklar belirlendikten sonra 5 adet leğenin toplam alanına düşen ölü örtü ağırlığı hektara çevrilmiştir. Leğenler daire şeklinde olduğu için alan hesabında dairenin alan hesabı kullanılmıştır (Tablo 3.17).

Elde edilen sonuçlarda kayın meşçeresine düşen yıllık mutlak kuru ibre-yaprak ağırlığı yaklaşık olarak 4245 kg/ha , göknar meşçeresine 2935kg/ha ve göknar kayın meşçeresine ise 3510 kg/ha olarak bulunmuştur. Kayın ağacı yapraklarını sonbahar mevsiminde döktüğü için en yoğun ölü örtü birikimi Eylül ve Aralık aylarında olmuştur. Göknarda ise en fazla ölü örtü birikimi Aralık-Nisan ayları arasında daha sonra Ağustos ve Aralık aylarında olarak belirlenmiştir. Göknar-kayın karışımında ise en fazla ölü örtü birikimi Aralık-Nisan ayları arasında gerçekleşmiştir (Tablo 3.17).

Tablo 3.17 Farklı meşçere tiplerine (kayın, göknar ve göknar-kayın) ait periyotlara göre ibre ve yaprak dökümü (kg/ha)

Periyotlar	Meşçere Tipi		
	Kayın	Göknar	Göknar-Kayın
Aralık-Nisan	728.4 kg/ha	1549.7 kg/ha	1127.9 kg/ha
Nisan-Haziran	397 kg/ha	115.2 kg/ha	146.7 kg/ha
Haziran-Ağustos	110.3 kg/ha	707,9 kg/ha	354.6 kg/ha
Ağustos-Aralık	3010.3 kg/ha	561.2 kg/ha	1881.8 kg/ha
TOPLAM	4245 kg/ha	2935 kg/ha	3510 kg/ha

Yunanistan'da yapılan bir çalışmada Avrupa kayınının dökülen yıllık ölü örtü ağırlığı 4000 kg/ha olarak bulunmuştur (Kavvadias vd. 2001).

39 yaş altındaki aralama müdehalesi görmüş ve görmemiş olan Avrupa ladini meşçerelerinde yapılan bir çalışmada aralama müdehalesi görmüş meşçeredeki dökülen ölü örtünün kuru ağırlığı 8700 kg ha⁻¹, müdehale görmemiş meşçerede ise 8500 kg ha⁻¹ olarak bulunmuştur (Slodicak vd. 2005).

Wang vd. 2008 de yapmış oldukları çalışmada saf göknar ve göknar-manolya karışık meşçerelerindeki dökülen yıllık ölü örtü miktarını göknar meşçeresinde 5650 kg ha⁻¹, karışık

meşcerede ise 6990 kg ha⁻¹ olarak bulmuştur. Dökülen ölü örtünün yaklaşık % 65'i kasım ve mart ayları arasında olmuştur.

Avrupada ılıman kuşaktaki (35° – 55° N enlemleri) ibreli ve yapraklı ormanlarda yapılan araştırma sonuçlarına göre; ibreli ormanlarda yıllık yaprak dökümü ortalama 3470 kg/ha (2100 – 6800 kg/ha arasında ve 41 meşceredeki ölçümler), yapraklı ormanlarda 4420 kg/ha (1340 – 6710 kg/ha arasında ve 34 meşceredeki ölçümler) olarak bulunmuştur.

Asyadaki ılıman kuşaktaki (35° – 55° N enlemleri) ibreli ve yapraklı ormanlarda yapılan çalışmalara göre; ibreli ormanlarda yıllık yaprak dökümü ortalama 2980 kg/ha (910 – 4990 kg/ha arasında değişmekte ve 28 meşcerede ölçüm yapılmış), yapraklı ormanlarda ise ortalama 4340 kg/ha (3000 – 6670 kg/ha arasında değişmekte ve 8 meşcerede ölçüm yapılmış) olarak bulunmuştur. İliman kuşakta yapılan çalışmalar aynı iklim kuşağında yapraklı ormanların yıllık yaprak dökümü ibrelilerden daha yüksek olduğunu göstermektedir (Liu vd. 2004).

İliman kuşakta (41° N enlemi) yer alan araştırma alanındaki veriler 101 farklı meşcereden elde edilen verilerle uyumludur. Kayın meşceresindeki yıllık yaprak dökümü (4245 kg/ha) göknar meşceresinden (2935 kg/ha) daha yüksek bulunmuştur. karışık meşcerede ise her iki meşcere tipinin ortasında bir değer (3510 kg/ha) elde edilmiştir.

3.3 FARKLI MEŞCERE TİPLERİNE (KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN) AİT İBRE VE YAPRAKLARIN BAŞLANGIÇTAKİ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

3.3.1 İbre ve Yaprakların Başlangıçtaki Organik C Değerleri

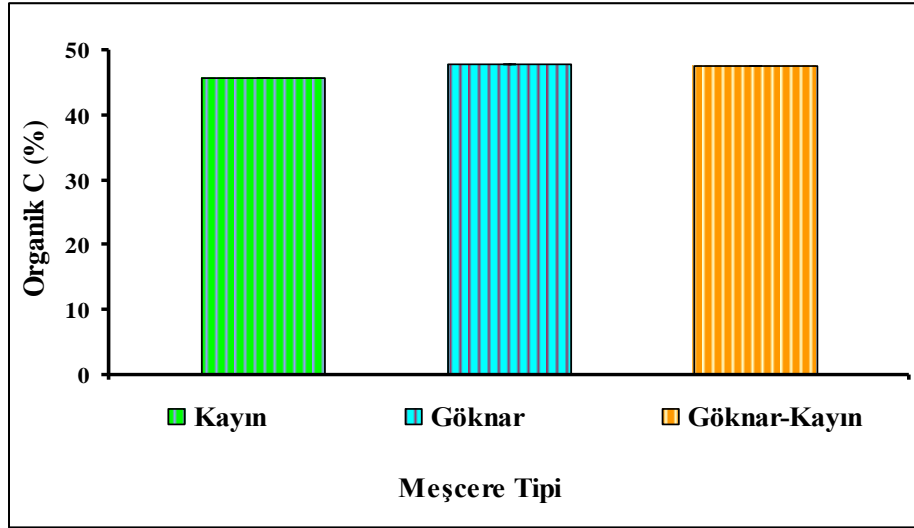
Organik C değeri kayın yapraklarında % 45.71, göknar ibrelerinde % 47.88 ve göknar-kayın ibre ve yapraklarında % 47.50 olarak bulunmuştur (Tablo 3.18).

Tablo 3.18 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Organik C değerleri

	Tekrar	Meşcere Tipi		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
Organik C (%)	1	45,76	47,90	47,54
	2	45,66	47,86	47,46
	ortalama	45,71	47,88	47,50

En yüksek organik C içeriği göknar ibrelerinde sonra göknar-kayın karışımında daha sonra da kayın yapraklarında bulunmuştur.

Artvinde yapılan bir çalışmada ladin ibrelerinin başlangıçtaki organik C miktarı kuzey bakı alt yükselti grubunda % 46.47, kuzey bakı üst yükselti grubunda % 46.70, güney bakı alt yükselti grubunda % 47.60 ve güney bakı üst yükselti grubunda % 47.43 olarak bulunmuştur (Duman 2008).



Şekil3.9 İbre ve yaprakların Organik C değerlerinin Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler P<0.05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Amerikada yapılan başka bir çalışmada başlangıçtaki organik C miktarı çam ibrelerinde % 50.89, amerikan lale ağacında (kavak) % 42.36, karaağaçta % 47.90, sığla ağacında %44.32 ve kırmızı amerikan meşesinde % 48.45 olarak bulunmuştur (Polyakova ve Billor 2007).

Yapılan başka bir çalışmada başlangıçtaki organik C miktarı kestane yapraklarında % 51.6, meşe yapraklarında % 45.4, Ankara orijinli sarıçam ibrelerinde % 47.2, Artvin orijinli sarıçam ibrelerinde % 46.5 ve karaçam ibelerinde % 52.3 olarak bulunmuştur (Sarıyıldız vd. 2008).

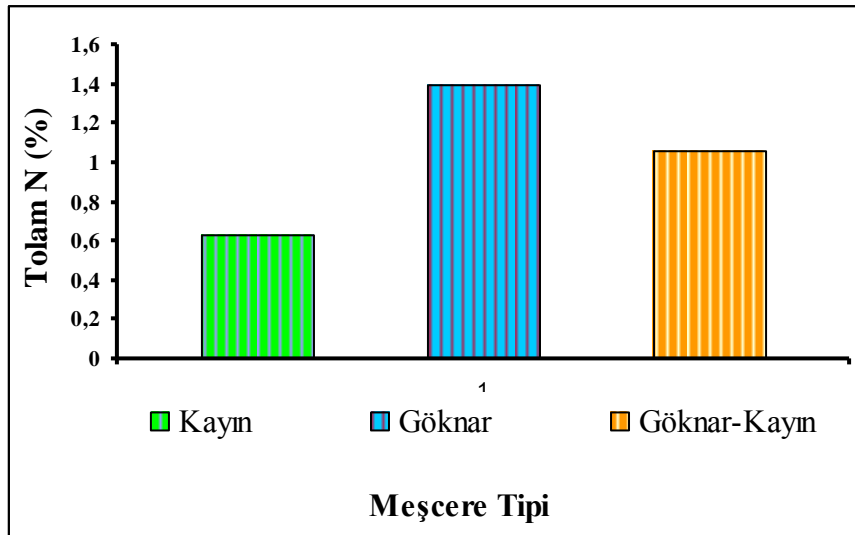
3.3.2 İbre ve Yaprakların Başlangıçtaki Toplam N Değerleri

Toplam N değeri kayın yapraklarında % 0,63, göknar ibrelerinde % 1,40 ve göknar-kayın ibre ve yapraklarında % 1,06 olarak bulunmuştur (Tablo 3.19). En yüksek N içeriği göknar ibrelerinde sonra göknar-kayın karışımında daha sonra da kayın yapraklarında bulunmuştur.

Tablo3.19 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Toplam N değerleri

	Tekrar	Meşcere Tipi		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
Toplam N (%)	1	0,64	1,42	1,06
	2	0,63	1,39	1,05
	ortalama	0,63	1,40	1,06

Toprakta bulunan azotun kaynaklarından biri ibre ve yapraklardır. Analiz sonuçlarına göre toplam N içeriği en düşük kayın yapraklarında en yüksek göknar ibrelerinde bulunmuştur. Bu benzerlik toprakların toplam N içeriği ile de uyumludur. Özet olarak azot bakımından fakir kayın yapraklarının toprakların N içeriğini etkilediği söylenebilir.



Şekil3.10 İbre ve yaprakların Toplam N değerlerinin Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Ayrışma koşullarını denetleyen bir etken olan azot birikiminin yüksek olması karbonun ayrışmasını yavaşlatmakta ve ölü örtünün birikmesine neden olmaktadır. Bu mekanizma iki şekilde etkili olabilmektedir; birincisi; amonyum ve nitratın lignin artıklarıyla ve fenol bileşikleriyle yeniden birleşerek ayrışması güç yeni bileşikler oluşturması; ikincisi; ortamda bulunan azotun artmasıyla lignin ayrışmasında faaliyet gösteren beyaz çürükçül mantarların; ligninin ileri ayrışma safhalarında baskı altına alınarak durdurulmasıdır (Michel ve Matzner 2002). Atmosferden eklenen azot bileşikleri sayesinde mikroorganizmaların azot ihtiyacı karşılanarak, ayrıştırılması zor ölü örtü bileşenlerinin ayrışması gecikebilmektedir. Bazı

hallerde mikroorganizma grupları arasında ayrışması güç maddelere karşı ayrıştırıcı enzimleri salgılayabilen canlıların ortamda fazlalaştığı görülebilmektedir (Carreiro vd. 2000).

Ölü örtünün ilerleyen ayrışma aşamalarında dökülen ibrelerin (*P. sylvestris* L.) yapısında bulunan azot miktarının ayrışma hızı üzerinde olumlu etkisinin bulunduğu belirlenmiştir (Vestgarden 2001).

Artvin’de yapılan bir çalışmada başlangıçtaki toplam N miktarı kayın yapraklarında % 1,4 göknar ibrelerinde % 1,3 olarak bulunmuştur (Sarıyıldız vd. 2008). Yapılan başka bir çalışmada toplam N miktarı kayın yapraklarında % 1,26 ladin ibrelerinde % 1,16 olarak belirlenmiştir (Sarıyıldız vd. 2004).

Amerikada yapılan başka bir çalışmada başlangıçtaki toplam N miktarı çam ibrelerinde % 0.53, ameikan lale ağacında (kavak) % 0.9, karağaçta % 1.03, sığla ağacında %1.09 ve kırmızı ameikan meşesinde % 1.3 olarak bulunmuştur (Polyakova ve Billor 2007).

Yapılan başka bir çalışmada toplam N miktarı kestane yapraklarında % 0.79, meşe yapraklarında % 0.83, Ankara orijinli sarıçam ibrelerinde % 0.53, Artvin orijinli sarıçam ibrelerinde % 0.54 ve karaçam ibelerinde % 0.54 olarak bulunmuştur (Sarıyıldız vd. 2008).

3.3.3 İbre ve yapraların Başlangıçtaki Lignin İçeriği

Lignin miktarı kayın yapraklarında % 36,15 , göknar ibrelerinde % 28,10 ve göknar-kayın karışımında % 32,30 olarak bulunmuştur (Tablo 3.20). En yüksek lignin içeriği kayın yapraklarında sonra göknar-kayın karışımında daha sonra da göknar ibrelerinde bulunmuştur.

Tablo 3.20 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Lignin içeriği değerleri

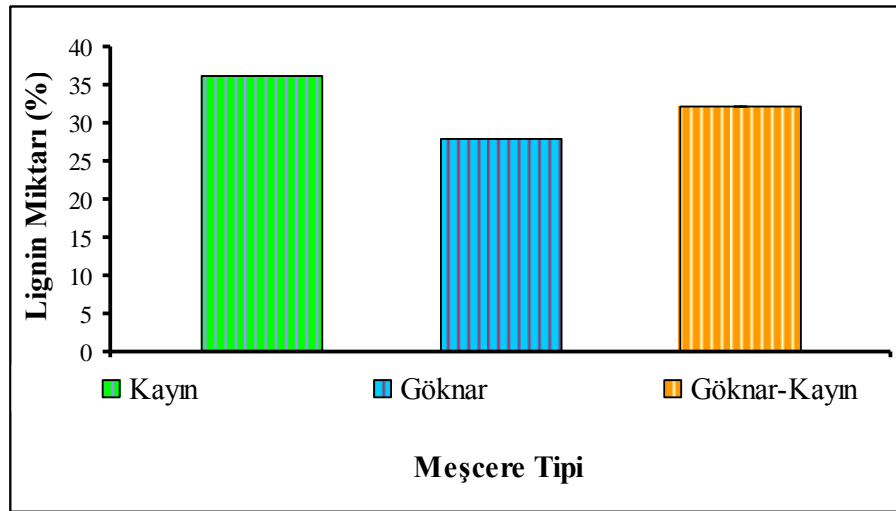
	Tekrar	Meşcere Tipi		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
Lignin (%)	1	36,50	28,30	32,50
	2	35,80	27,90	32,10
	ortalama	36,15	28,10	32,30

İbre ve yapraklardaki lignin miktarı ayrışmayı etkileyen en önemli kimyasal bileşenlerden biridir (Sarıyıldız 2003). Lignin miktarı arttıkça ibre ve yaprakların ayrışma hızı

yavaşlamaktadır. En yüksek lignin miktarı kayın yapraklarında bulunmuştur. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda da genel olarak en yüksek lignin miktarı kayın yapraklarında belirlenmiştir (Sarıyıldız vd. 2004). Dolayısıyla en düşük ayrışma oranı kayın yapraklarında bulunmuştur.

Kestane, meşe, sarıçam ve karaçam türlerinde yapılan bir çalışmada aynı ortamdaki ayrışma farklılıklarını açıklayan en önemli faktör lignin olmuştur. En az lignin miktarına sahip kestane en hızlı ayrışmayı gösterirken en fazla lignin miktarına sahip karaçam en yavaş ayrışmayı göstermiştir.(Sarıyıldız vd 2008,Duman 2008). Bu çalışmada da en fazla lignin miktarına sahip kayın en yavaş ayrışmayı en düşük lignin miktarına sahip göknar ibreleri en hızlı ayrışmayı göstermiştir. Kanada'da çam, ladin ve göknarda yapılan bir çalışmada ayrışmayı etkileyen en önemli etmen olarak ölü örtüdeki lignin içeriği olmuştur (Taylor vd.1991).

Yapılan başka bir çalışmada başlangıçtaki lignin içeriği kestane yapraklarında % 20.5, meşe yapraklarında % 26.5, Ankara orijinli sarıçam ibrelerinde % 30.5, Artvin orijinli sarıçam ibrelerinde % 31.6 ve karaçam ibelerinde % 35.2 olarak bulunmuştur (Sarıyıldız vd. 2008)



Şekil3.11 İbre ve yaprakların lignin içeriklerinin Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler P<0.05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Artvinde yapılan bir çalışmada ladin ibrelerinin başlangıçtaki lignin içeriği kuzey bakı alt yükselti grubunda % 35.10, kuzey bakı üst yükselti grubunda % 39.43, güney bakı alt yükselti grubunda % 41.13 ve güney bakı üst yükselti grubunda % 42.97 olarak bulunmuştur (Duman 2008).

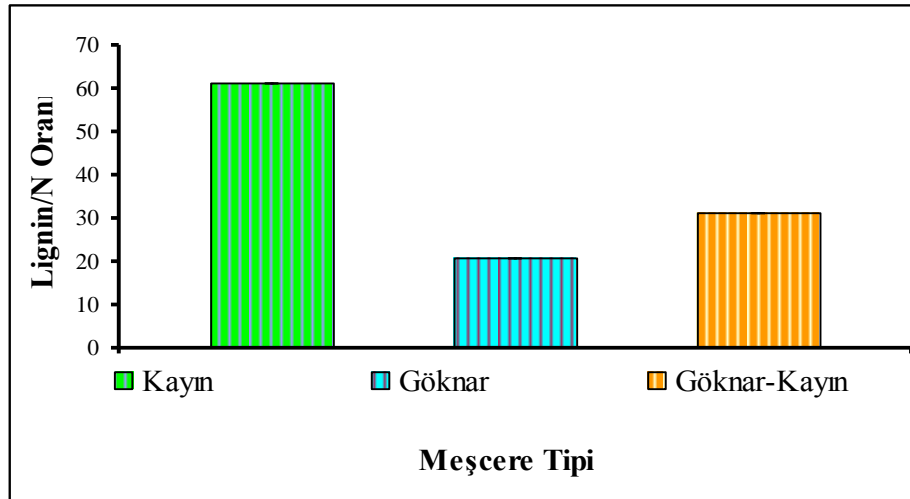
3.3.4 İbre ve yaprakların Başlangıçtaki Lignin/N Oranı

Lignin/N oranı kayın yapraklarında 57.35, göknar ibrelerinde 20.05 ve göknar-kayın karışımında 30.45 olarak bulunmuştur (Tablo 3.21). En yüksek lignin/N oranı kayın yapraklarında sonra göknar-kayın karışımında daha sonra da göknar ibrelerinde bulunmuştur.

Tablo 3.21 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların Lignin/N değerleri

	Tekrar	Meşcere Tipi		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
Lignin/N	1	57,90	20,20	30,60
	2	56,80	19,90	30,30
	ortalama	57,35	20,05	30,45

İbre ve yaprakların ayrışmasını etkileyen en önemli faktörlerden biride lignin/N oranıdır. Genel olarak ibre ve yaprakların lignin oranı % 20'nin altındaysa ibre ve yaprak kütlelerinin çoğunu mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılabilen polisakkarit yapıları oluşturur ve ayrışma oranları ibre ve yaprakların başlangıçtaki C/N veya basit olarak sadece N tarafından sınırlandırılabilir (McClougherty ve Berg 1987). Yüksek lignin konsantrasyonları ibre ve yaprakların ayrışma sürecinde artarak baskın hale gelir ve kütle kaybı başlangıçtaki lignin lignin/N oranı, lignoselüloz konsantrasyonları (Aber ve Melillo 1991) veya yapısal polisakkaritler/lignin oranlarıyla (McClougherty ve Berg 1987) ilişkilendirilir.



Şekil3.12 İbre ve yaprakların lignin/N oranlarının Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler P<0.05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada en yüksek lignin/N oranı kayın yapraklarında en düşük ise göknar ibrelerinde bulunmuştur. Artan lignin/N oranına bağlı olarakta en düşük kütle kaybı kayın yapraklarında bulunmuştur.

Artvinde yapılan bir çalışmada ladin ibrelerinin başlangıçtaki lignin/N oranı kuzey bakı alt yükselti grubunda 27.83, kuzey bakı üst yükselti grubunda 30.83, güney bakı alt yükselti grubunda 33.23 ve güney bakı üst yükselti grubunda 34.03 olarak bulunmuştur (Duman 2008)

Yapılan başka bir çalışmada başlangıçtaki lignin/N oranı kestane yapraklarında 26, meşe yapraklarında 32, Ankara orijinli sarıçam ibrelerinde 58, Artvin orijinli sarıçam ibrelerinde 59 ve karaçam ibelerinde 65 olarak bulunmuştur (Sarıyıldız vd. 2008)

Sarıyıldız ve Küçük (2008) tarafından yapılan bir çalışmada lignin/N oranı yüksek olan kayın yaprakları ve göknar ibreleri lignin/N oranı düşük olan sarıçam ibreleri ve meşe yapraklarından daha yavaş ayrılmıştır.

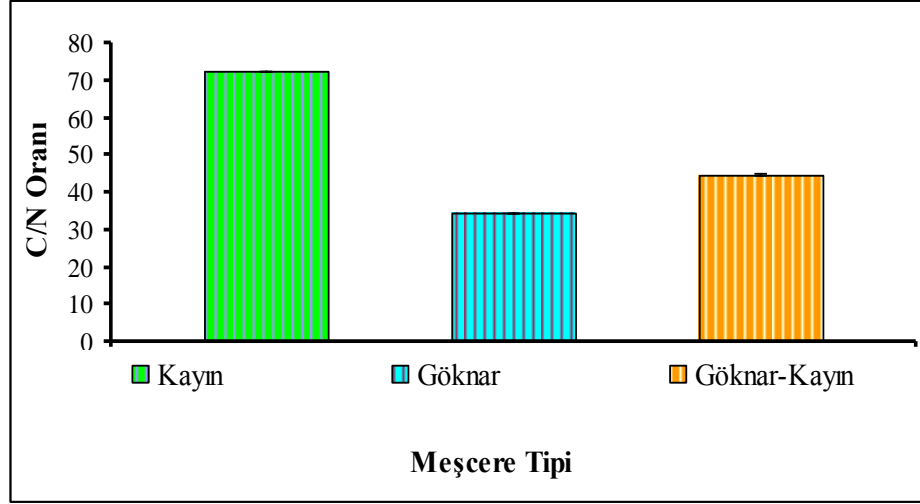
3.3.5 İbre ve Yaprakların Başlangıçtaki C/N oranı

C/N oranı kayın yapraklarında 72,55, göknar ibrelerinde 34,20 ve göknar-kayın karışımında 44,80 olarak bulunmuştur (Tablo 3.22). En yüksek C/N oranı kayın yapraklarında sonra göknar-kayın karışımında daha sonra da göknar ibrelerinde bulunmuştur.

Tablo 3.22 Farklı meşcere tiplerine ait (kayın, göknar ve göknar-kayın) ibre ve yaprakların C/N değerleri

	Tekrar	Meşcere Tipi		
		KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN
C/N	1	72,60	34,20	44,85
	2	72,50	34,20	44,75
	ortalama	72,55	34,20	44,80

Azot bakımından zengin olan ibre ve yaprakların daha kolay ayrıştığı araştırmalarla belirlenmiştir. Bunun bir ölçüsü olarak yaprakların içerdiği karbon miktarının azot miktarına oranı (C/N) bir ölçüt olarak alınmaktadır.(Çepel 1996) C/N oranının 30 'dan fazla olduğu yerlerde ayrışma çok yavaş gidiyor demektir. Bu oranın 15-25 arasında oluşu ayrışmanın normal devam ettiğini gösterir. Eğer bu oran 15'ten küçükse ayrışma çok hızlı gidiyor demektir (Kantarıcı 2000).



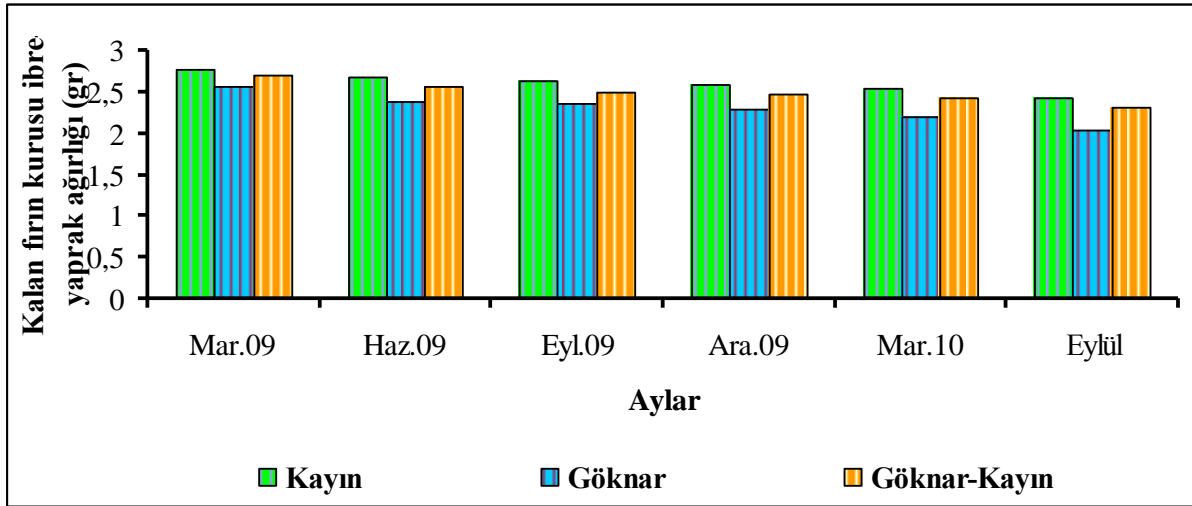
Şekil3.13 İbre ve yaprakların C/N oranlarının Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Yapılan bu çalışmada en yüksek C/N oranına sahip kayın yaprakları en yavaş ayrışmayı göstermiştir. Buna karşılık en düşük C/N oranına sahip gökmar ibreleri de en hızlı ayrışmayı göstermiştir.

Saf çam ve çam-yapraklı meşcerelerinde yapılan bir çalışmada en yüksek C/N oranına sahip saf çam ibrelerinin en yavaş ayrıştığı belirlenmiştir (Polyakova and Billor 2007). Çinde saf gökmar ile gökmar ve manolya karışık meşcerelerinde yapılan diğer bir çalışmada karışık meşcerelerdeki ayrışmanın saf gökmar meşcerelerinden daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada da ise saf gökmar meşcerelerindeki C/N oranı daha yüksek çıkmıştır (Wang vd. 2007).

3.3.6 İbre ve yaprakların Kütle azalması ve “k” Ayrışma Oranı Sabitesi

Farklı meşcere tiplerine (kayın, gökmar ve gökmar-kayın) ait ibre ve yaprakların üçer aylık periyotlara göre kütle azalması Şekil 3.14 de gösterilmiştir. Burada ilk periyot hava koşullarından dolayı 4 ay ve son periyot ise 6 ay olarak alınmıştır.

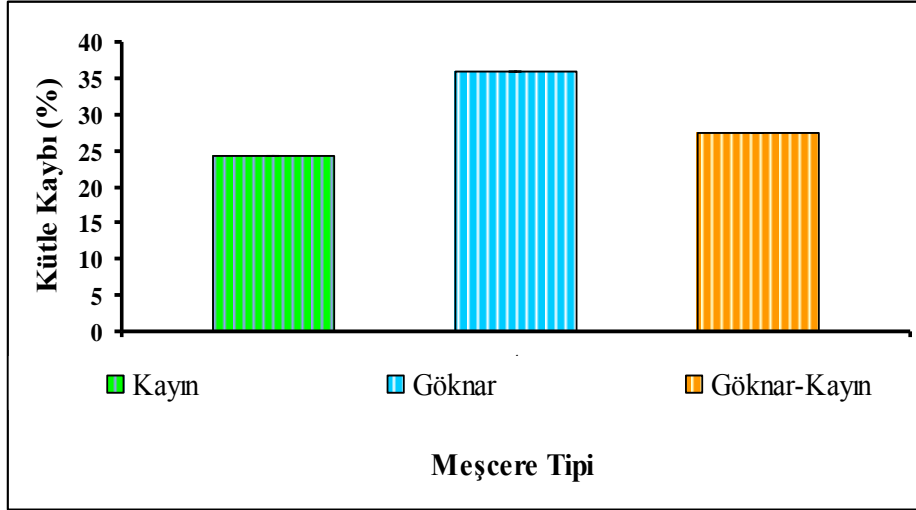


Şekil 3.14 İBRE ve Yaprakların farklı periyotlara göre Kütle Azalması

En fazla kütle kaybı yüzdesi % 36,1 ile göknar ibrelerinde sonra % 27,6 ile göknar-kayın karışımında daha sonrada % 24,3 ile kayın yapraklarında bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre ibre ve yaprakların kütle kaybı değerleri farklı gruplarda yer almışlardır. Şekil 3.15

“k” ayrışma oranı sabitesi değeri $W_t = W_0 e^{-kt}$ formülüne göre 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 $T_{95} = 3/k$ formülüne göre kayın için 18,8 yıl, göknar için 11,8 yıl ve göknar-kayın karışımı için ise 16,3 yıldır.

Sarıyıldız ve Küçük (2008) tarafından yapılan bir çalışmada kuzey bakı grupları için k sabiti değerleri kuzey bakının tepe, yamaç ve etek kısımları için kayında sırasıyla -0.286, -0.300, -0.313, ve kütle nin %95'inin ayrışması için gerekli süre 10.5, 10 ve 9.6 yıl olarak bulunmuştur. k sabiti göknar için -0.369, -0.393, -0.420 ve ayrışma için gerekli süre 8.1, 7.6 ve 7.1 olarak bulunmuştur. Aynı değerler güney bakıda k sabitesi için kayında sırasıyla -0.252, -0.268, -0.295 ve ayrışma için gerekli süre 11.9, 11,2 ve 10,2 yıl olarak bulunmuştur. Gök nar için k sabitesi -0.314, -0.335, -0.387 ve ayrışma için gerekli süre 9.6, 9 ve 7.6 yıl olarak bulunmuştur.



Şekil3.15 İbre ve yaprakların Kütle Kaybı oranlarının Farklı Meşcere Tiplerine Göre Değişimi. Sütunlar Standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Kayın yapraklarındaki kütle kaybı yüzdesi diğer meşcerelerden daha düşük çıkmıştır. Bunun nedenleri kayın yapraklarının daha fazla lignin ve daha az N içermesidir. Ligninin fazla olması ayrışmayı yavaşlatmaktadır. Ligninin ayrışma üzerinde bu kadar önemli rol oynamasının nedenleri arasında, yapı itibarıyla ligninin ayrışmaya karşı çok dirençli olması, çoğu mikroorganizmaların lignini ayrıştırarak enzimatik yapıdan yoksun olması yanında, fazla miktardaki ligninin ayrışmaya karşı daha az dirençli olan selüloz, hemiselüloz gibi kimyasal yapıları bir örtü gibi sararak ayrışmalarını engellemesi sayılabilir (Rowland ve Roberts 1994).

İbre ve yapraklarda bulunan N miktarıyla ayrışma oranı arasında pozitif bir ilişki vardır (Barnes vd. 1998; Çepel 1996). Yapılan bu çalışmada en yüksek N miktarına sahip Gök nar ibreleri en hızlı ayrışmayı göstermiştir. N içeriğinin düşük olması ayrışmayı yavaşlatmaktadır. Kayın yapraklarındaki ayrışmanın daha yavaş olmasının diğer bir nedeni de ortamın pH sınır asit karakterde olması ve mikroorganizma faaliyetinin engellenmesi olabilir. Gök narda ise lignin değerleri en düşük toplam N değeri en yüksek çıkmıştır. Buna bağlı olarak en hızlı ayrışma gerçekleşmiştir. Gök nar ibrelerinin daha hızlı ayrışmasının nedenleri arasında gök nar ibrelerinin yapısında bulunan kalsiyumun (Ca) ortamın pH sınırını nötrleştirdiği ve mikroorganizma faaliyetlerini arttırdığı düşünülmektedir. Aynı ortam şartları altında ayrışan türlerin ölü örtülerinin ayrışmalarında türlerin başlangıçta içerdikleri kimyasal yapıları belirleyici rol oynamaktadır. Ayrıca ayrışmanın gerçekleştiği alanlardaki toprağın pH sı ve dolayısıyla mikroorganizma faaliyeti ayrışma üzerinde etkilidir.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bartın ili Arıt beldesinde bulunan farklı meşcere tiplerindeki (kayın, göknar ve göknar-kayın) yıllık ibre ve yaprak dökümü ile bunların ayrışma oranları ve üst toprakların (0–5 cm) bazı fiziksel (tane yoğunluğu, tekstür, hacim ağırlığı vb.) ve kimyasal (pH, Organik C vb.) özellikleri incelenmiştir. Farklı meşcere tiplerine ait bu özelliklere basit varyans analizi (One-Way Anova), S-N-K (Student-Newman-Keuls) testi uygulanmıştır.

Buraya kadar yapılan incelemeler sonucunda kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde varılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Farklı meşcere tiplerine ait yıllık ölü örtü birikimi kayın meşceresinde 4245 kg/ha, göknar meşceresinde 2935 kg/ha ve göknar-kayın karışık meşceresinde 3510 kg/ha olarak bulunmuştur.

2. İbre ve yaprakların başlangıçtaki organik C değerleri kayın yapraklarında % 45.71, göknar ibrelerinde % 47.88 ve göknar-kayın karışımı için % 47.50 olarak bulunmuştur. Başlangıçtaki toplam N değerleri sırasıyla % 0.63, % 1.45 ve % 1.05, başlangıçtaki lignin miktarı sırasıyla % 36.15, % 28.10 ve % 32.30, başlangıçtaki lignin /N oranı sırasıyla 57.35, 20.05 ve 30.45 ve başlangıçtaki C/N oranı ise sırasıyla 72.55, 34.20 ve 44.80 olarak bulunmuştur.

3. Farklı meşcere tiplerine ait ibre ve yaprakların kütle kaybı değerleri kayın yapraklarında %24,3, göknar ibrelerinde % 36,1 ve göknar-kayın karışımında %27,6 olarak bulunmuştur.

4. Aynı yetiştirme ortamı koşullarındaki ibre ve yaprakların başlangıçtaki kimyasal içeriklerinin (N, lignin, lignin/N gibi) kütle kaybını etkileyen en önemli özellikler olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca ortamın pH sıda ayrışma üzerinde etkilidir

5. İbre ve yaprakların k ayrışma sabitesi değerleri kayın için -0.159, göknar için -0.254 ve göknar-kayın için -0.184 olarak bulunmuştur. İbre ve yaprakların %95'nin ayrışması için gerekli süre ise $T_{95} = 3/k$ formülüne göre kayın için 18,8 yıl, göknar için 11,8 yıl ve göknar-kayın karışımı için ise 16,3 yıl olarak bulunmuştur.

6. Araştırma alanından alınan toprakların ortalama tane yoğunlukları; kayın, göknar ve göknar-kayın topraklarında sırasıyla 2.39 g cm^{-3} , 2.29 g cm^{-3} ve 2.43 g cm^{-3} olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre tane yoğunluğu en düşük göknar meşceresinde, en yüksek göknar-kayın karışık meşceresinde bulunmuştur. İncelenen topraklardaki tane yoğunluğunun kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde yüksek buna karşılık göknar meşceresinde düşük çıkması organik madde içeriği ile ilgili olduğu söylenebilir.

7. Toprakların tane çapı bakımından kayın meşceresine ait topraklar % 44.96 kum, % 20.55 toz ve % 34.48 kil içermektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda kumlu killi balçık ve balçıklı kil türde topraklar bulunmaktadır.

Göknar meşceresine ait topraklar tane çapı bakımından % 42.36 kum, % 19.04 toz ve % 38.58 kil içermektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda, balçıklı kil ve kil (ağır kil) türde topraklar bulunmaktadır.

Göknar-kayın meşceresine ait topraklar tane çapı bakımından % 42.03 kum, % 22.94 toz ve % 35.01 kil içermektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda, kumlu killi balçık, balçıklı kil ve kil türde topraklar bulunmaktadır. Toprak türlerinin kumlu killi balçık, balçıklı kil ve kil çıkmasında anakayanın önemli oranda etkili olduğu söylenebilir.

8. Toprakların aktüel pH değerleri; kayın meşceresinde 5.62, göknar meşceresinde 6.66 ve göknar-kayın meşceresinde 5.84 ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre; kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait topraklar orta derecede asit, göknar meşceresine ait topraklar ise hafif asit karakter göstermektedir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler aynı yetiştirme ortamındaki ağaç türlerinin toprak asitliği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

9. Toprakların organik C değerleri; kayın meşceresinde % 4.29, göknar meşceresinde % 6.09 ve göknar-kayın meşceresinde ise % 4.51 bulunmuştur. Örnek alanlardan alınan toprakların organik C içerikleri en yüksek göknar meşceresinde, en düşük kayın meşceresinde

ölçülmüştür. Çalışma sonucunda kil miktarının organik C miktarı üzerinde çok etkili olduğu ve yüksek kil içeriğine sahip toprakların yüksek organik C içerdikleri tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise protein molekülleri kil minerallerinin yüzeylerinde absorbe edilmesi ve böylelikle ayrışmaya karşı dayanıklı hale gelmesi olabilir.

10. Araştırma alanından alınan toprakların toplam N (Kejldahl N) değerleri; kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde sırasıyla % 0.24, % 0.31 ve % 0.27 olarak bulunmuştur. Toprakların toplam N içeriği en düşük kayın meşceresinde (% 0.24) buna karşılık en yüksek (% 0.31) göknar meşceresinde bulunmuştur. Ancak aralarındaki fark istatistiki olarak anlamlı değildir.

11. Ortalama Corg/Ntoplam oranları farklı meşcere tiplerine göre kayın meşceresinde 17.32, göknar meşceresinde 20.08 ve göknar-kayın meşceresinde 17.37 bulunmuştur. Corg/Ntoplam oranı en yüksek göknar meşceresinde, en düşük kayın meşceresinde hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen Corg/Ntoplam oranları ülkemizde yapılan önceki çalışmalarla uygunluk göstermektedir. Diğer taraftan göknar meşceresinde Corg/Ntoplam oranının diğer meşcerelere göre biraz daha yüksek çıkmasında, göknar meşceresindeki ölü örtü miktarının yüksek olması etkili olabilir.

Bu çalışmada aynı yetiştirme ortamı koşullarında farklı türlerin ibre ve yapraklarının ayrışmasında en önemli etmenlerin ibre ve yaprakların başlangıçtaki kimyasal bileşiminin (N, lignin ve lignin/N) olduğu belirlenmiştir. Özellikle lignin miktarı daha az olan göknar ibreleri daha hızlı ayrışmıştır. Ayrıca göknar meşceresindeki toprağın pH derecesinin daha yüksek olmasının buradaki ayrışma koşullarını daha iyi hale getirdiği düşünülmektedir. Çünkü nötr ve nötre yakın pH koşulları ayrışmada büyük etkisi olan mikroorganizmaların faaliyet göstermesi için en uygun koşullardır. Lignin miktarının % 20'den fazla olması da mikroorganizma faaliyetini kısıtlamaktadır.

İbre ve yaprakların ayrışmasında etkili olan çevresel etmeler ve ibre ve yaprakların kimyasal içeriği hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Ancak ibre ve yaprakların ayrışmasında etkili olan mikroorganizmaların cinsleri ve türleri hakkında pek fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle ayrışmada etkili olan mikroorganizmaların cins ve türlerinin tespiti konusundaki çalışmalara ağırlık verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aerts R** (1997) Climate, Leaf Litter chemistry And Leaf Litter Decomposition In Terrestrial Ecosystems: A Triangular Relationship. *Oikos*, 79: 439-449
- Aber J D and Melilo, J M** (1991) *Terrestrial Ecosystems*. Saunders College Publishing, Orlando, Florida
- Anderson J M and Ingram J S I** (1996) *Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods*, Second Edition, Cab International Wallingford, UK, pp. 221.
- Anon.** (1993) Batı Karadeniz Taskömürü Havzası, 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası (II), MTA, Ankara.
- Anon.** (1994) Batı Karadeniz Taskömürü Havzası Hakkında Özet Bilgi, MTA, Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Zonguldak.
- Anon.** (2005a) *Bartın İli 2004 Yılı Yıllık Sanayi Ekonomik ve Ticari Durum Hakkında Rapor*, T.C. Bartın Valiliği, İl Sanayi Ticaret Müdürlüğü, Bartın, 69 s.
- Anon.** (2005b) *Bartın İli Çevre Durum Raporu*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Bartın, 260 s.
- Altunısık R, Çoskun R, Yıldırım E ve Bayraktaroglu S** (2002) *Sosyal Bilimlerde Arastırma Yöntemleri (SPSS Uygulamalı)*. Gelistirilmiş 2. Basım, Sakarya Kitapevi, Sakarya Üniversitesi, İİBF, Sakarya, 281 s.
- Augusto L ve Ranger J** (2001) Impact of tree species on soil solutions in acidic conditions. *Annals of Forest Science*, 58: 47-58.
- Barnes B V, Zak D R, Denton S R ve Spurr S H** (1998) *Forest Ecology*. 4 th ed. John Wiley and Sons, New York, pp 774.
- Basaran S** (1999) Kirazlık (Bartın) Barajı Florası: Kirazlık (Bartın) Bölgesindeki Otsu ve Odunsu Taksonların Belirlenmesi, Doktora Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 114 s.
- Berg B ve Ekbohm G** (1983) Nitrogen immobilisation in decomposing needle litter at variable carbon: nitrogen ratios. *Ecology* 64:63-67.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Berg B, Berg M, Bottner P, Box E, Breymeyer A, Calvo de Anta R, Coûteaux M M, Gallardo A, Escudero A, Kartz W, Madeira M, Mälkönen E, McClaugherty C, Meentemeyer V, Mu oz F, Piussi P, Remacle J and Virzo de Santo A** (1993) Litter mass loss rates in pine forests of Europe and Eastern United States: some relationships with climate and litter quality. *Biogeochemistry*. 20: 127-159.
- Berg B and Matzner E** (1997) Effect of N deposition on decomposition of plant litter and soil organic matter in forest systems. *Environmental Review*, 5: 1-25.
- Berg B and Laskowski R** (2005) *Litter Decomposition: a Guide to Carbon and Nutrient Turnover* ed. H. Caswell, Academic Pres, 448 pp
- Blake G R** (1965) Particle density. *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, ed. A. Klute, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 371-373.
- Bocock K Land Gilbert O J W** (1957) The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. *Plant Soil* 9: 179–185.
- Bolat İ** (2007) Farklı Arazi Kullanım Biçimlerinin Topragın Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) İçerigine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 104 s.
- Brady N C** (1990) *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp.
- Bubb K A, Xu Z H, Simpson J A, Saffigna P G** (1998) Some nutrient dynamics associated with litterfall and litter decomposition in hoop pine plantations of southeast Queensland, Australia. *Forest Ecology And Management* 110: 343-352
- Carreiro M M, Sinsabaugh R L, Repert D A ve Parkhurst D F** (2000) Microbial enzyme shifts explain litter decay responses to simulated nitrogen deposition, *Ecology*, 81 (9): 2359-2365.
- Chadwick D R, Ineson P Woods ve C Pearce T** (1998) Decomposition of *Pinus sylvestris* litter in litter bags: influence of underlying native litter layer. *Soil Biology and Biochemistry*, 30:47-55.
- Clinton B D and Vose J M** (1996) Effects of *Rhododendron maximum* L. on *Acer rubrum* L. seedling establishment. *Castanea*, 61: 38-45.
- Couteaux M M, Bottner, P Berg B** (1995). Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 63-66.
- Cox P Wilkinson S P Anderson J M** (2001). Effects of fungal inocula on the decomposition of lignin and structural polysaccharides in *Pinus sylvestris* litter. *Biology and Fertility of Soils*, 33: 246-251

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Coyne M S ve Thompson J A** (2006) *Fundamental Soil Science*. Delmar Learning, Clifton Park, New York, 403 pp.
- Çepel N** (1995) *Orman Ekolojisi*. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Üniversite Yayın No. 3886, Sosyal BMYO, Yayın No: 433, İstanbul, 536s.
- Çepel N** (1996) *Toprak İlimi*. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, İstanbul, 288 s.
- Duman A** (2008) Artvin Hatila Yöresindeki Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Ölü Örtü Ayrışması ve Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 67 s.
- Dündar M** (1988) Aladağ'da (Bolu) Bazı Sarıçam Meşcerelerinde Yıllık Yaprak Dökümü Miktarı Ve Bu Yolla Toprağa Verilen Azot'un Tespiti Üzerine Araştırmalar. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 38 :105-113
- Erinç S** (1965) *Yağış müessiriyeti üzerine bir araştırma ve yeni bir indis*. İÜ Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No. 41. Baha Matbaası, İstanbul
- Erinç S** (1984) *Klimatoloji ve Metodları*. İÜ Yayın No. 3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayın No. 2, İstanbul.
- Foth H D** (1984) *Fundamentals of Soil Science*. 7th Ed. John Wiley and Sons, New York, 420 pp.
- Gezer A, Gülcü S ve Bilir N** (2002) Isparta Göller Yöresi Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) Orijin Denemeleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 1: 1-18.
- Giddens K M, Parfitt R L ve Percival H J** (1997) Comparison of some soil properties under *Pinus radiata* and improved pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 40: 409-416.
- Gülçur F** (1974) *Topragın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*. Kutulmuş Matbaası, İÜ Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225 s.
- HGK** (1984) 1:25 000 Ölçekli Zonguldak E 29-d1, E 29-d2 Topografik Haritaları, Ankara.
- HGK** (2001) 1:25 000 Ölçekli Zonguldak E 29-d1, E 29-d2 Topografik Haritaları, Ankara.
- Heal OW, Anderson J M, Swift M J** (1997). Plant litter quality and decomposition: An historical overview. *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition*, ed.G. Cadisch, K E Giller, CAB International Wallingford, UK, pp. 3-45.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Hobbie R** (1996). Temperature and plants species controls over litter decomposition in Alaskan tundra. *Ecological Monographs*, 66: 503–522.
- Indermühle A, Monnin E, Stauffer B, Stocker T F, Wahlen M.** (2000). Atmospheric CO₂ concentration from 60 to 20 kyr BP from the Taylor Dome ice core, *Antarctica. Geophysical Research Letters*, 27/5: 735–738.
- Irmak A** (1954) *Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları*. İÜ Yayın No: 559, Orman Fakültesi Yayın No: 27, İstanbul, 150 s.
- Irmak A** (1972) *Toprak İlimi*. İkinci baskı, İÜ Yayın No: 1268, Orman Fakültesi Yayın No: 121, Tas Matbaası, İstanbul, 299 s.
- Irmak A ve Çepel N** (1974) Bazı karaçam, kayın ve meşe meşcerelerinde ölü örtünün ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar. İÜ Yayın No: 1974, Orman Fakültesi Yayın No: 204, İstanbul, 48 s.
- Kacar B** (1995) *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III*. Toprak Analizleri. AÜ Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kantarıcı M D** (2000) *Toprak İlimi*. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İÜ Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kara Ö** (2002) Kuzey Trakya Dağlık Yetisme Ortamı Bölgesinde Kayın, Mese ve Karaçam Ormanlarındaki Toprak Mikrofunguslarının Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 140 s.
- Kara Ö ve Bolat** (2008a) Microbial biomass C (C_{mic}) and N (N_{mic}) content of forest and agricultural soils in Bartın Province, Turkey. *Ekoloji*, 69: 32-40.
- Kara Ö ve Bolat** (2008b) Soil microbial biomass C and N changes in relation to forest conversion in the Northwestern Turkey. *Land Degradation and Development*, 19(4): 421-428.
- Kara Ö, Bolat İ, Çakıroğlu K ve Öztürk M** (2008) Plant canopy effects on litter accumulation and soil microbial biomass in two temperate forests. *Biology and Fertility of Soils*, 45(2): 193-198.
- Karagül R** (1990). Artvin-Murgul yöresindeki kayın ve kızılğaç orman ölü örtülerinin bazı hidrolojik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, 1990.
- Kavvadias V A, Alifragis D, Tsiontsis A, Brofas G, Stamatelos G** (2001) Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece. *Forest Ecology And Management*, 144: 113-127

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kaya Z ve Basaran S** (2006) Bartın Florasına Katkıları. *Gazi Üni. Orman Fak. Dergisi*, 6(1): 41-63.
- Khomutova T E, Shirshova L T, Tinz S, Rolland W ve Richter J** (2000) Mobilization of DOC from sandy loamy soils under different land use (Lower Saxony, Germany). *Plant and Soil*, 219: 13-19.
- Korkanç S Y** (2003) Bartın Yöresinde Arazi Kullanım Sorunları ve Çözüm Önerileri (Iskalan Deresi Yağış Havzası Örneği), Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 188 s.
- Li Q, Moorhead D L, Deforest J L, Henderson R, Chen J, Jensen R** (2009) Mixed litter decomposition in a managed Missouri Ozark forest ecosystem. *Forest Ecology And Management*, 257: 688-694
- Liu C, Westman C J, Berg B, Kutsch W, Wang G Z, Man R and Ilvesniemi H.** (2004) Variation in litter climate relationships between coniferous and broadleaf forests in Eurasia. *Global Ecology and Biogeography*. 13:105–114.
- Liu Q, Peng S. L, Bi H, Zhang H Y, Li Z A, Ma W H and Li N Y** (2005) Decomposition of leaf litter in tropical and subtropical forests of southern China. *Journal of Tropical Forest Science*, 17(4): 543-556
- MGM** (2010) Bartın Meteoroloji İstasyonu 2008–2010 Yılları İklim Verileri, Ankara.
- Maguire D A** (1994) Branch mortality and potential Litter fall from Douglas-fir trees in stands of varying density. *Forest Ecology And Management* 70: 41-53.
- Mcclaugherty C and Berg B** (1987) Cellulose, lignin and nitrogen concentrations as rate regulating factors in late stages of forest litter decomposition. *Pedobiologia*, 30: 101-112.
- Meetemeyer V** (1978) Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology*, 59: 465-472.
- Michel K, Matzner E** (2002) Nitrogen content of forest floor Oa layers affects carbon pathways and nitrogen mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1807–1813.
- Mudrick D A, Hoosein M, Hicks R R, Townsend E C** (1994). Decomposition of leaf litter in an Appalachian forest: effects of leaf species, aspect, slope position and time. *Forest Ecology And Management*, 68: 231-250
- Neftel A, Oeschger H. Schwander J, Stauffer B, Zimbrunn R** (1982). Ice core sample measurements give atmospheric CO₂ content during the past 40000 yr. *Nature (London)* 295: 220–223.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- OGM** (2001) Bartın Orman İşletme Müdürlüğü Arıt Orman İşletme Şefliği Arıt Serisi Münferit Orman Amenajman Planı (2001-2010).
- OGM** (2006) *Orman Varlığımız*. Ankara 159 s.
- OGM** (2008) Orman Amenajmanı Yönetmeliği.
- Okore I K, Eniola H T, Agboola A A ve Aiyelari E A** (2007) Impact of land clearing methods and cropping systems on labile soil C and N pools in the humid zone Forest of Nigeria. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120: 250-258.
- Olson J S** (1963). Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 14: 322-331
- Özbek H, Kaya Z, Gök M ve Kaptan H** (2001) *Toprak Bilimi*. ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No A-16, 5. Baskı, Adana, 816 s.
- Özdamar K** (1999) *Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAP*. _kinci Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir, 689 s.
- Özyuvacı N** (1999) *Meteoroloji ve Klimatoloji*. İÜ Yayın No. 4196, Orman Fakültesi Yayın No. 460, İstanbul, 369 s.
- Pausas J G** (1997) Litter fall and litter decomposition in *Pinus sylvestris* forests of the eastern Pyrenees. *Journal of Vegetation Science*, 8: 643-650
- Pe'rez-Corona M E, Herna'ndez M C P ve 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
- Plaster E J** (1992) *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.
- Polyakova O, Billor N** (2007) Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. *Forest Ecology and Management*, 253: 11-18
- Prescott C E** (2005) Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know? *Forest Ecology and Management*, 220: 66-74
- Raich J M, Schlesinger W H** (1992) The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. *Tellus*, 44B: 81-99.
- Rowland A P, Roberts JD** (1994) Lignin and cellulose fractionation in decomposition studies using Acid-Detergent Fibre methods. *Comm Soil Sci Plant Anal* 25: 269-277

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Sarıyıldız T** (2002) Ölü Örtünün Ayrışmasının Önemi Ve Ölü Örtü Ayrışmasında Ölü Örtü Bileşenlerinin Etkisi Konusunda Yapılan Çalışmalara Genel Bir Bakış. *II. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi Cilt 2: 807-819*
- 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 *Turk J Agric For* 27:237-243
- Sarıyıldız T, Anderson J M** (2003) Decomposition of sun and shade leaves from three deciduous tree species, as affected by their chemical composition. *Biology and Fertility of Soils* 37:137-146.
- Sarıyıldız T, Tüfekçioğlu A, Küçük M** (2004) 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 *Turk J Agric For* 29:429-438
- Sarıyıldız T, Anderson J M** (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 (1-3), 303-319.
- Sarıyıldız T, Anderson J M , Küçük M** (2005) Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. *Soil Biology & Biochemistry* 37:1695–1706
- Sarıyıldız T, Tüfekçioğlu A, Küçük M** (2005) “Doğu Ladini İbrelere Ait Ayrışmasında Kimyasal yapının, Tür Karışımının ve orman Gülünün Etkisi”. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, *Ladin Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Cilt: 1:130- 142
- Sarıyıldız T, Küçük M** (2008) Litter Mass Loss Rates in Deciduous and Coniferous Trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships with Litter Quality, Microclimate, and Soil Characteristics *Turk J Agric For* 32: 547-559
- Sarıyıldız T, Varan S, Duman A** (2008) Ölü Örtü Ayrışma Oranları Üzerinde Kimyasal Bileşenlerin Ve Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Etkisi: Artvin Ve Ankara Yöresine Ait Örnek Bir Çalışma. *KÜ Orman Fakültesi Dergisi* 8(2):109-119
- Sarıyıldız T, 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] *Eur J Forest Res* 128: 351-360
- Slodicak M, Novak J, Skovsgaard J P** (2005) Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) *Forest Ecology and Management* 209 : 157–166
- Swift M J, Heal O W, Anderson J M** (1979) Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Şentürk M** (2009) Arıt Yöresindeki Kayın, Gökmar, Gökmar-Kayın Meşcerelerinin Yaprak Alan İndeksi, Ölü Örtü ve Bazı Toprak Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 79 s.
- Taylor B R, Parkinson D ve Parson W F J** (1989) Nitrogen and lignin content as predictors of lignin decay rates: A microcosm test. *Ecology*, 70: 97-104.
- Taylor B R, Prescott C E, Parsons W J F and Parkinson D** (1991) Substrate Control of litter decomposition in four Rocky Mountain coniferous forests. *Can. J. Bot.* 69: 2242-2250
- Türüdü Ö A** (1986) Toprak Bilgisi KTÜ Genel Yayın No. 104, M. Y. O. Yayın No. 1, Trabzon, 165 s.
- Vestgarden, L. S.** 2001. Carbon and nitrogen turnover in the early stage of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needle litter decomposition: effects of internal and external nitrogen. *Soil Biology & Biochemistry* 33: 465-474
- Vitousek P M, Turner D R, Parton W J, Sandford R L** (1994). Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: Patterns, mechanisms and models. *Ecology* 75 (2): 418-429.
- Wang Q, Wang S, Huang Y** (2008) Comparisons of litterfall, litter decomposition and nutrient return in a monoculture *Cunninghamia lanceolata* and a mixed stand in southern China *Forest Ecology And Management* 255: 1210-1218
- Williams A G, Ternan J L, Fitzjohn C, Alba S ve Perezgonzalez A** (2003) Soil moisture variability and land use in a temperate-humid environment. *Land Degradation and Development*, 12: 477-484.
- Yatkın H** (1996) Amasra Yöresi Florsitik Kompozisyonu. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Bartın, 321 s.
- Yıldız A, İlhan M** (2004) Ölü Örtünün Ormanlar İçin Önemi Ve Ölü Örtü Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalara Bir Bakış. *V. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi Bildiriler Kitabı* 1:272-275

ÖZGEÇMİŞ

Kamil ÇAKIROĞLU 1982 yılında Trabzonda doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2004 yılında KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu ve 2007 yılında ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı'na araştırma görevlisi olarak atandı.. 2008 yılından itibaren başladığı yüksek lisans eğitimini halen devam ettirmektedir. Araştırma görevlisi görevini BÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünde devam ettiren Kamil ÇAKIROĞLU evlidir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi
74100 BARTIN

Tel : (378) 223 5118

E-posta : kcakir61@hotmail.com