



**KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN MEŞCERELERİNDE ÜST TOPRAK VE  
ÖLÜ ÖRTÜDEKİ MİKROBİYAL BİYOKÜTLE KARBON ( $C_{mic}$ ), AZOT ( $N_{mic}$ ),  
FOSFOR ( $P_{mic}$ ) VE MİKROBİYAL SOLUNUMUN MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİ**

**İlyas BOLAT**

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

**BARTIN  
Temmuz 2011**

**KABUL:**

İlyas BOLAT tarafından hazırlanan “KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN MEŞCERELERİNDE ÜST TOPRAK VE ÖLÜ ÖRTÜDEKİ MİKROBİYAL BİYOKÜTLE KARBON ( $C_{mic}$ ), AZOT ( $N_{mic}$ ), FOSFOR ( $P_{mic}$ ) VE MİKROBİYAL SOLUNUMUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 19/07/2011

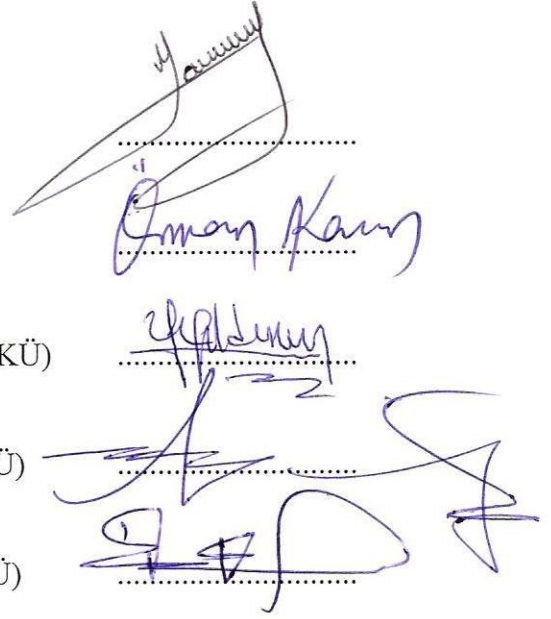
Başkan : Prof. Dr. Metin TUNAY (BÜ)

Üye : Doç. Dr. Ömer KARA (KTÜ)

Üye : Prof. Dr. Yılmaz YILDIRIM (ZKÜ)

Üye : Prof. Dr. Lokman ALTUN (KTÜ)

Üye : Prof. Dr. İbrahim TURNA (KTÜ)



**ONAY:**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. ..../...../2011

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.”*

İlyas BOLAT

## ÖZET

### Doktora Tezi

# KAYIN, GÖKNAR VE GÖKNAR-KAYIN MEŞCERELERİNDE ÜST TOPRAK VE ÖLÜ ÖRTÜDEKİ MİKROBİYAL BİYOKÜTLE KARBON ( $C_{mic}$ ), AZOT ( $N_{mic}$ ), FOSFOR ( $P_{mic}$ ) VE MİKROBİYAL SOLUNUMUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

İlyas BOLAT

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Metin TUNAY

Temmuz 2011, 397 sayfa

Mikrobiyal biyokütle toprak ile bitki arasındaki bağlantıyı sağlayan çok önemli bir parametredir. Bu yüzden toprak mikrobiyal biyokütlesi ve faaliyeti son zamanlarda toprak sağlığı ve kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan hassas bir gösterge olarak karşımıza çıkmaktadır. Organik maddenin biyolojik olarak aktif bölümünü oluşturan mikrobiyal biyokütle C, N ve P'un ölçülmesi toprak kalitesi ve verimliliğinde meydana gelen değişimi en güzel bir şekilde yansıtmaktadır. Bu çalışmada, mevsimsel değişime bağlı olarak farklı meşcereler altındaki ölü örtü (yaprak, çürüntü ve humus) ve üst topraktaki (0-5 cm) organik madde ve besin döngüsünde toprak mikrobiyal biyokütlesinin rolünü anlamak, ağaç türlerinin mikrobiyal biyokütle üzerine olan etkilerini ortaya koyabilmek ve bazal solunum ölçümleri yapılarak mikrobiyal faaliyetlerin meşcere tiplerine ve mevsime bağlı değişimini belirlemek hedeflenmiştir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle C, N, P ve bazal solunum ile ölü örtü ve toprak örneklerinin diğer bazı özellikleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) ve göknar-kayın karışık meşcerelerinin doğal yayılış alanı olan Bartın ili Arıt ilçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Ölü örtü ve üst toprakların mikrobiyal biyokütle C, N ve P içerikleri kloroform fumigasyon ekstraksiyon yöntemi ile, mikrobiyal faaliyet ise bazal solunum ölçümü yapılarak belirlenmiştir.

Basit varyans analizi sonuçlarına göre ölü örtü ve toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C, N ve P içerikleri ile mikrobiyal solunum (bazal solunum) meşcere tiplerine ve mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Göknar meşceresi ölü örtü solunumları hariç, genel olarak mikrobiyal biyokütle ve solunum, göknar meşceresinde diğer meşcerelere göre daha yüksek, ilkbahar ve kış mevsimlerinde ise yaz ve sonbahar mevsimlerine göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, korelasyon analizi sonucuna göre mikrobiyal biyokütle C, N, P içerikleri ile mikrobiyal solunum, ölü örtü ve toprak örneklerinin nem içeriği, sıcaklık, organik C, bitkiye yararılı P gibi diğer bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında da istatistiki anlamda ilişki ortaya çıkmıştır.

Yapılan bu çalışma ile aynı yetiştirme ortamında bulunan farklı meşcere tiplerine ait ölü örtü ve üst toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin birbirinden farklı olduğu ve mevsimlere göre de değişiklik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Farklı meşcerelere ait ölü örtü ve üst toprakların mikrobiyal biyokütle ve solunumları, organik C, toplam N ve bitkiye yararılı P tarafından kontrol edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca, mikrobiyal biyokütle ve solunumun pH, kil içeriği gibi diğer ölü örtü ve toprak özellikleri ile nem içeriği, sıcaklık gibi çevresel faktörlerden de etkilendiği belirlenmiştir. Diğer taraftan bu çalışmada elde edilen veriler ölü örtü ve toprakların mikrobiyal biyokütle ve faaliyetinde gelecekte ortaya çıkabilecek değişiklikleri izlemede karşılaştırmalı olarak kullanılabilir.

**Anahtar Sözcükler:** mikrobiyal biyokütle C, N ve P, bazal solunum,  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi, metabolik katsayı ( $qCO_2$ ), toprak, ölü örtü

**Bilim Kodu:** 502.10.01

## **ABSTRACT**

**Ph.D. Thesis**

### **SEASONAL CHANGES IN MICROBIAL BIOMASS CARBON ( $C_{mic}$ ), NITROGEN ( $N_{mic}$ ), PHOSPHORUS ( $P_{mic}$ ), AND MICROBIAL RESPIRATION OF FOREST FLOOR AND TOP SOIL UNDER BEECH, FIR AND MIXED FIR-BEECH FOREST STANDS**

**İlyas BOLAT**

**Bartın University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Forestry Engineering**

**Thesis Supervisor: Prof. Dr. Metin TUNAY**

**July 2011, 397 pages**

Microbial biomass is a significant parameter that supplies the linkage between the soil and the plant. Therefore soil microbial biomass and activity are the sensitive bioindicators for the determination of the soil health and quality in the recent years. Measurement of the biologically active fractions of the soil organic matter, such as microbial biomass C, N and P could better reflect changes in the soil quality and productivity. In this study, based on the seasonal changes, discovering the role of the soil microbial biomass on the organic matter and nutrient cycle at the forest floor (litter, fermentation and humus) and top soil (0-5 cm) under various stands are targeted. Besides, the determination of the tree species impact on the microbial biomass and the assessment of the change in the microbial activities relative to the stand types and seasons by conducting basal respiration measurements are aimed. The statement of the relationships between microbial biomass C, N, P, basal respiration and some other characteristics of the forest floor and soil samples is also purposed.

The Art District of the Bartın Province which are the natural habitat for the Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Bornmullerian fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) and the fir-beech mixed stands were chosen as the study area. The microbial biomass C, N and P content of the forest floor and top soil was determined based on the chloroform fumigation extraction method and the microbial activity was investigated based on the basal respiration measurement.

According to the results of the simple variance analysis (One-Way ANOVA), the microbial biomass C, N and P content of the forest litter and top soil and the microbial respiration (basal respiration) changes relative to the stand type and the seasons. Except the forest floor respiration, generally, the microbial biomass and respiration is the highest under the fir stand compared to other stands and lower for the spring and winter compared to the summer and autumn. Furthermore, according to the results of the correlation analysis, there is a statistical correlation between the microbial biomass C, N and P content, microbial respiration, moisture content of the forest floor and top soil samples, temperature, organic C, plant available P and some other physical and chemical properties.

According to the results of this study, some physical, chemical and biological properties of the forest floor and top soil samples under different stands at the common habitat are different from each other and differ relative to the seasons. The microbial biomass and respiration of forest floor and top soil samples under different stands are controlled by the organic C, total N, plant available P. Moreover, the microbial biomass and respiration is influenced by the other forest floor and soil properties such as pH, clay content and by the environmental factors such as moisture content and temperature. On the other hand, the data of this study are able to be utilized comparatively for monitoring the possible future changes in the microbial biomass and activity of the forest floor and soil.

**Key Words:** microbial biomass, C, N and P, basal respiration,  $C_{mic}/C_{org}$  percentage, metabolic quotient ( $qCO_2$ ), soil, forest floor

**Science Code:** 502.10.01



## TEŞEKKÜR

“Kayın, Gökmar ve Gökmar-Kayın Meşcerelerinde Üst Toprak ve Ölü Örtüdeki Mikrobiyal Biyokütle Karbon ( $C_{mic}$ ), Azot ( $N_{mic}$ ), Fosfor ( $P_{mic}$ ) ve Mikrobiyal Solunumun Mevsimsel Değişimi” adlı bu çalışma, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora tez konusunun seçiminde ve hazırlanması sırasında benden yardımlarını, desteğini ve bilgisini esirgemeyerek, çalışmaların her aşamasında görüşlerinden yararlandığım Sayın hocam Doç. Dr. Ömer KARA’ya teşekkür etmeyi zevkli bir görev sayıyorum.

Tez jürisinde yer alan ve değerli katkıları sağlayan Prof. Dr. Metin TUNAY, Prof. Dr. Yılmaz YILDIRIM, Prof. Dr. Lokman ALTUN ve Prof. Dr. İbrahim TURNA hocalarıma da en içten teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarına bizzat katılarak emek harcayan, toprak örneklerinin alınmasında yardımlarını esirgemeyen, laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ŞENSOY, Yrd. Doç. Dr. Sezgin K. GÜLSOY, Yrd. Doç. Dr. Melih ÖZTÜRK, Arş. Gör. Kamil ÇAKIROĞLU, Arş. Gör. Şahin PALTA ile emeği geçen herkese, Arıt Orm. İşl. Şefi Oğuz B. BOLLUKÇU ve personeline teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda hissettiğim aileme, tezin başlangıcından sonuna kadar ki süre içerisinde fakülteye sabahları erken gitmemi, akşamları eve geç kalmamı ve çoğu hafta sonları fakültede olmamı anlayışla karşılayan, beni cesaretlendiren ve destekleyen sevgili eşim Tüba BOLAT’a sonsuz şükranlarımı sunarım.

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

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
TABLolar DİZİNİ .....	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxix
BÖLÜM 1 GİRİŞ .....	1
1.1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.2 LİTERATÜR ÖZETİ .....	27
1.3 ÇALIŞMANIN AMACI.....	43
BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM.....	47
2.1 ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ .....	47
2.1.1 Araştırma Alanının Yeri .....	47
2.1.2 Yeryüzü Şekli Özellikleri .....	53
2.1.3 İklim Özellikleri.....	54
2.1.4 Anakaya ve Toprak Özellikleri.....	57
2.1.4.1 Kum Taşı Anakayası ve Kum Taşından Oluşan Toprakların Özellikleri .	59
2.1.4.2 Kalker (Kireç Taşları) Anakayası ve Kalkerden Oluşan Toprakların Özellikleri .....	60
2.1.5 Bitki Örtüsü.....	60
2.2 ARAŞTIRMA MATERYALİ .....	62
2.2.1 Arazi Çalışmaları .....	62

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.2 Laboratuvar Çalışmaları.....	65
2.2.2.1 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	66
2.2.2.2 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Biyokütle C, N ve P Tayini İçin Fumigasyon ve Ekstraksiyon İşlemleri.....	73
2.2.2.3 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Yapılan Biyolojik Analizler .....	77
2.2.2.4 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Solunumun (Bazal Solunumun) Belirlenmesi .....	82
2.3 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	85
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA .....	87
3.1 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ÖRNEK ALMA ZAMANINDAKİ NEM (%) İÇERİKLERİ .....	87
3.1.1 Ölü Örtü Örneklerinin Nem (%) İçerikleri .....	87
3.1.2 Toprak Örneklerinin Nem (%) İçerikleri .....	91
3.2 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN HACİM AĞIRLIĞI .....	95
3.3 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN TANE YOĞUNLUĞU .....	97
3.4 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN GÖZENEK HACMİ .....	100
3.5 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN TANE ÇAPI (TEKSTÜR).....	102
3.6 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ELEKTRİKSEL İLETKENLİĞİ.....	105
3.7 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN REAKSİYONU (pH) .....	109
3.7.1 Ölü Örtü Örneklerinin Reaksiyonu (pH) .....	109
3.7.2 Toprak Örneklerinin Reaksiyonu (pH).....	112
3.8 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ORGANİK KARBON (C <sub>org</sub> ) İÇERİĞİ.....	117
3.8.1 Ölü Örtü Örneklerinin Organik Karbon (C <sub>org</sub> ) İçeriği .....	117
3.8.2 Toprak Örneklerinin Organik Karbon (C <sub>org</sub> ) İçeriği .....	122
3.9 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN TOPLAM AZOT (N <sub>toplam</sub> ) İÇERİĞİ .....	128
3.9.1 Ölü Örtü Örneklerinin Toplam Azot (N <sub>toplam</sub> ) İçeriği .....	128

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.9.2 Toprak Örneklerinin Toplam Azot ( $N_{\text{toplam}}$ ) İçeriği.....	133
3.10 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ORANI .....	138
3.10.1 Ölü Örtü Örneklerinin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ Oranı.....	138
3.10.2 Toprak Örneklerinin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ Oranı.....	142
3.11 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN BİTKİYE YARAYIŞLI FOSFOR (P) İÇERİĞİ .....	147
3.11.1 Ölü Örtü Örneklerinin Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P) İçeriği .....	147
3.11.2 Toprak Örneklerinin Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P) İçeriği .....	151
3.12 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL BİYOKÜTLE KARBON ( $C_{\text{mic}}$ ) İÇERİĞİ .....	156
3.12.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Karbon ( $C_{\text{mic}}$ ) İçeriği.....	156
3.12.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Karbon ( $C_{\text{mic}}$ ) İçeriği.....	160
3.13 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL BİYOKÜTLE AZOT ( $N_{\text{mic}}$ ) İÇERİĞİ .....	168
3.13.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Azot ( $N_{\text{mic}}$ ) İçeriği.....	168
3.13.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Azot ( $N_{\text{mic}}$ ) İçeriği.....	172
3.14 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL BİYOKÜTLE FOSFOR ( $P_{\text{mic}}$ ) İÇERİĞİ .....	178
3.14.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Fosfor ( $P_{\text{mic}}$ ) İçeriği.....	178
3.14.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Fosfor ( $P_{\text{mic}}$ ) İçeriği.....	182
3.15 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ YÜZDESİ.....	187
3.15.1 Ölü Örtü Örneklerinin $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ Yüzdesi.....	187
3.15.2 Toprak Örneklerinin $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ Yüzdesi .....	191
3.16 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ORANI.....	197
3.16.1 Ölü Örtü Örneklerinin $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ Oranı.....	197
3.16.2 Toprak Örneklerinin $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ Oranı.....	200
3.17 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ YÜZDESİ.....	204
3.17.1 Ölü Örtü Örneklerinin $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ Yüzdesi .....	204
3.17.2 Toprak Örneklerinin $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ Yüzdesi .....	207
3.18 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{\text{mic}}/P_{\text{mic}}$ ORANI .....	212
3.18.1 Ölü Örtü Örneklerinin $C_{\text{mic}}/P_{\text{mic}}$ Oranı.....	212

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.18.2 Toprak Örneklerinin $C_{mic}/P_{mic}$ Oranı .....	215
3.19 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL SOLUNUMU (BAZAL SOLUNUMU) .....	219
3.19.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Solunumu (Bazal Solunumu).....	219
3.19.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Solunumu (Bazal Solunumu).....	223
3.20 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN METABOLİK KATSAYISI ( $qCO_2$ ) .....	227
3.20.1 Ölü Örtü Örneklerinin Metabolik Katsayısı ( $qCO_2$ ) .....	227
3.20.2 Toprak Örneklerinin Metabolik Katsayısı ( $qCO_2$ ) .....	231
3.21 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN KORELASYON ANALİZİ .....	235
3.21.1 Gök nar Meşçeresi Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi .....	236
3.21.2 Kayın Meşçeresi Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi .....	238
3.21.3 Gök nar-Kayın Meşçeresi Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi .....	240
3.21.4 Gök nar Meşçeresi Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi .....	242
3.21.5 Kayın Meşçeresi Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi .....	244
3.21.6 Gök nar-Kayın Meşçeresi Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi.....	246
3.22 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN REGRESYON ANALİZİ.....	248
3.22.1 Ölü Örtü Örneklerine Ait Bazı Özellikleri Regresyon Analizi.....	248
3.22.1.1 Örnek Alma Zamanındaki Nem İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi.....	248
3.22.1.2 Toplam N İle Organik C'a Ait Regresyon Analizi .....	249
3.22.1.3 Mikrobiyal Biyokütle N İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi.....	250
3.22.1.4 Bazal Solunum İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi ...	251
3.22.2.5 Metabolik Katsayı İle Bazal Solunuma Ait Regresyon Analizi .....	252
3.22.1.6 Metabolik Katsayı İle $C_{mic}/C_{org}$ Yüzdesine Ait Regresyon Analizi.....	253
3.22.2 Toprak Örneklerine Ait Bazı Özelliklerin Regresyon Analizi .....	254
3.22.2.1 Örnek Alma Zamanındaki Nem İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi.....	254
3.22.2.2 Toplam N İle Organik C'a Ait Regresyon Analizi .....	255

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.22.2.3 Mikrobiyal Biyokütle N İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi.....	256
3.22.2.4 Bazal Solunum İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi ...	257
3.22.2.5 Metabolik Katsayı İle Bazal Solunuma Ait Regresyon Analizi .....	258
3.23.2.6 Metabolik Katsayı İle $C_{mic}/C_{org}$ Yüzdesine Ait Regresyon Analizi.....	259
BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	261
KAYNAKLAR.....	273
EK AÇIKLAMALAR A. FARKLI MEŞCERE TİPLERİ ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNE AİT BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE İLİŞKİN DEĞERLER İLE SICAKLIK VE BAĞIL (NİSBİ) NEM DEĞERLERİ.....	289
ÖZGEÇMİŞ .....	397

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Toprağı oluşturan asıl unsurlar .....	1
1.2 Müdahale görmüş ve müdahale görmemiş alanlarda toprak derinliğine (0-15 cm) göre mikrobiyal biyokütle C'un değişimi .....	5
1.3 Karbon döngüsünün şematik diyagramı .....	10
1.4 Karasal azot döngüsünün şematik diyagramı .....	12
1.5 Karasal fosfor döngüsünde toprakta bulunan fosforun temel değişimini gösteren şematik diyagram .....	16
1.6 Mikrobiyal biyokütleyi tahmin etmek için kullanılan farklı yöntemlere son yıllarda yapılan atıf sayıları .....	25
1.7 Farklı meşcerelere ait ölü örtülerde belirlenen $C_{mic}/C_{org}$ yüzdeleri .....	29
2.1 Bartın ili Arıt beldesi ve Araştırma alanının konumu.....	48
2.2 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin memleket haritası üzerindeki konumu .....	49
2.3 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin yükselti grupları haritası.....	50
2.4 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin bakı haritası .....	51
2.5 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin eğim grupları haritası.....	52
2.6 Thornthwaite metoduna göre Arıt'ın su bilançosu grafiği.....	56
2.7 Arıt ve çevresinin 1/100000 ölçekli jeoloji haritası.....	58
2.8 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin jeoloji haritasındaki yeri.....	59
2.9 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait fotoğraflar .....	61
2.10 Ölü örtü ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla alınan örnekler .....	62
2.11 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait ölü örtü ve üst toprak örnekleri...	63
2.12 Mikrobiyal analizler için buzdolabında + 4 °C'de muhafaza edilen ölü örtü ve üst toprak örnekleri .....	65
2.13 Laboratuarda hava kurusu hale getirilen, mikserde öğütülen ve 1 mm'lik elekten geçirilen ölü örtü örnekleri .....	65

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.14 Laboratuarda hava kurusu hale getirilen ve 2 mm'lik elekten elenen toprak örnekleri .....	66
2.15 Ölü örtü ve toprak örneklerinin organik C içeriklerinin belirlenmesi ve titrasyondan sonra oluşan son renk .....	69
2.16 Ölü örtü ve toprak örneklerinde toplam azotu ( $N_{\text{toplam}}$ ) belirlemek için örneklerin UDK 6 model yakma cihazında yakılması .....	70
2.17 Ölü örtü ve toprak örneklerinin toplam N içeriklerinin belirlenmesinde destilasyondan ve titrasyondan sonra oluşan renkler.....	70
2.18 Bitkiye yarayışlı P tayininde kullanılan ölü örtü ve toprak örnekleri.....	71
2.19 Bitkiye yarayışlı fosfor (P) tayini için renkleri oluşmuş ölü örtü ve toprak örnekleri	72
2.20 Mikrobiyal biyokütle C ve N tayininde kullanılan örnekler ve kloroformu içeren desikatöre vakum işleminin uygulanması .....	74
2.21 Mikrobiyal biyokütle C ve N tayini için örneklerin karanlık bir ortamda fumigasyon işlemine tabi tutulması .....	75
2.22 Mikrobiyal biyokütle P tayininde kullanılan ölü örtü örnekleri ve örneklere vakum işlemin uygulanması .....	76
2.23 Mikrobiyal biyokütle P tayininde kullanılan ölü örtü ve toprak örneklerini içeren ağızları kapatılmış plastik kaplar .....	76
2.24 Mikrobiyal biyokütle karbon ( $C_{\text{mic}}$ ) analizleri için gelişen son renkler .....	78
2.25 Mikrobiyal biyokütle N için yakılan toprak örneklerinin destilasyon işlemi .....	79
2.26 Mikrobiyal biyokütle azot ( $N_{\text{mic}}$ ) analizleri için gelişen son renkler .....	80
2.27 Mikrobiyal biyokütle P tayini için Whatman no 42 filtre kağıdından süzülen ve son renkleri oluşmuş örnekler .....	81
2.28 Gökmar, kayın ve gökmar-kayın meşcerelerine ait ölü örtü ve üs toprak örneklerinde yapılan inkübasyon işlemi .....	83
2.29 Yedi gün süreyle inkübasyona tabi tutulan örnekler ve bu örneklerin bazal solunum ölçümlerinde oluşan ilk ve son renkler .....	84
3.1 Ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nemlerinin (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	89
3.2 Toprak örneklerinin (0-5 cm) örnek alma zamanındaki nemlerin (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi.....	92



## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.3 Toprakların hacim ağırlıklarının farklı meşcere tiplerine (n=90) göre değişimi .....	96
3.4 Toprakların tane yoğunluklarının farklı meşcere tiplerine (n=90) göre değişimi.....	99
3.5 Toprakların gözenek hacimlerinin farklı meşcere tiplerine (n=90) göre değişimi ....	101
3.6 Toprak örneklerinin (0-5 cm) kum, toz ve kil (%) değerlerinin meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi.....	104
3.7 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait elektriksel iletkenliğin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	107
3.8 Ölü örtü pH değerlerinin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi.....	111
3.9 Toprak reaksiyonunun (pH) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi.....	114
3.10 Ölü örtü örneklerine ait organik C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi.....	120
3.11 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait organik C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	124
3.12 Ölü örtü örneklerine ait toplam N'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi.....	130
3.13 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait toplam N'in mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	134
3.14 Ölü örtü örneklerine ait $C_{org}/N_{toplam}$ oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	140
3.15 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait $C_{org}/N_{toplam}$ oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	144
3.16 Ölü örtü örneklerine ait bitkiye yararışlı P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	149
3.17 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait bitkiye yararışlı P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	153
3.18 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	158
3.19 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	162

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.20 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	170
3.21 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	174
3.22 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	180
3.23 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	184
3.24 Ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	189
3.25 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	193
3.26 Ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/N_{mic}$ oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	199
3.27 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait $C_{mic}/N_{mic}$ oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	202
3.28 Ölü örtü örneklerine ait $N_{mic}/N_{toplaml}$ 'ın (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	206
3.29 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait $N_{mic}/N_{toplaml}$ 'ın (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	209
3.30 Ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/P_{mic}$ oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	214
3.31 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait $C_{mic}/P_{mic}$ oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	221
3.32 Ölü örtü örneklerine ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	218
3.33 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	225
3.34 Ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	229

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.35 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi .....	233
3.36 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait örnek alma zamanındaki nem ile mikrobiyal biyokütle C arasındaki ilişki.....	249
3.37 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait toplam N ile organik C içeriği arasındaki ilişki.....	250
3.38 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki .....	251
3.39 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait bazal solunum ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki.....	252
3.40 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayı ile bazal solunum arasındaki ilişki .....	253
3.41 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayı ile $C_{mic}/C_{org}$ yüzdesi arasındaki ilişki.....	254
3.42 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait örnek alma zamanındaki nem ile mikrobiyal biyokütle C arasındaki ilişki.....	255
3.43 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait toplam N ile organik C içeriği arasındaki ilişki.....	256
3.44 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki .....	257
3.45 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait bazal solunum ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki .....	258
3.46 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait metabolik katsayı ile bazal solunum arasındaki ilişki .....	259
3.47 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait metabolik katsayı ile $C_{mic}/C_{org}$ yüzdesi arasındaki ilişki .....	260

## TABLolar DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
1.1	Verimli bir topraktaki ortalama mikroorganizma sayıları ve ağırlıkları.....	5
1.2	Toprak kalitesi veya toprak sağlığını belirlemede gösterge olarak kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri.....	19
1.3	Çeşitli Avrupa ülkelerinde toprak sağlığı izleme programlarında kullanılan mikrobiyal göstergeler .....	23
1.4	Topraklarda mikrobiyal biyokütlenin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerin fayda ve sakıncaları .....	24
1.5	Farklı toprak sınıfları, tipleri, iklim ve arazi kullanım biçimlerinde organik C, mikrobiyal biyokütle C ve $C_{mic}/C_{org}$ yüzdesi değerleri .....	34
1.6	Farklı arazi kullanım biçimlerindeki benzer özelliklere sahip üst toprakların organik C, mikrobiyal biyokütle ve $C_{mic}/C_{org}$ yüzdesi değerleri .....	37
1.7	Farklı ağaç türlerine ait ölü örtü tabakalarının (yaprak, çürüntü ve humus) metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri .....	42
1.8	Farklı yetişme ortamlarındaki toprakların organik C, $C_{org}/N_{toplam}$ oranı, mikrobiyal biyokütle C içeriği, $C_{mic}/C_{org}$ yüzdesi ve metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri .....	42
2.1	Araştırma alanındaki meşcere tiplerinin çap sınıflarına göre ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacmi .....	53
2.2	Bartın Merkez Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen meteorolojik verilerin uzun yıllık ortalamaları.....	54
2.3	Arit'in Thornthwaite metoduna göre su bilançosu .....	56
2.4	Yağış etkenliği sınıfları.....	57
2.5	Araştırma materyalini oluşturan ölü örtü ve toprak örneklerinin sayısı ve alındığı mevsim.....	64
2.6	Farklı meşcere tiplerinde mevsimlere göre ortalama hava sıcaklığı, toprak sıcaklığı ve bağıl (nisbi) nem değerleri.....	64

## TABLolar DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait örnek alma zamanındaki nemlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	88
3.2 Ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nemlerine (%) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	89
3.3 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait örnek alma zamanındaki nemlerin (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.....	91
3.4 Toprakların (0-5 cm) örnek alma zamanındaki nemlerine (%) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	92
3.5 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> ) değeri, n = 30 .....	95
3.6 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların hacim ağırlığına ilişkin basit varyans analizi sonuçları.....	95
3.7 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların tane yoğunluğu (g cm <sup>-3</sup> ) değeri, n = 30 .....	98
3.8 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların tane yoğunluğuna ilişkin basit varyans analizi sonuçları.....	98
3.9 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların gözenek hacmi (%) değeri, n = 30 .....	100
3.10 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların gözenek hacmine ilişkin basit varyans analizi sonuçları .....	101
3.11 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların tekstürüne (% kum, toz ve kil) ait değerler, n = 30 .....	103
3.12 Farklı meşçere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların % kum, % toz ve % kil değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları.....	103
3.13 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait elektriksel iletkenliğin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	106
3.14 Toprak örneklerine ait elektriksel iletkenliğin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	107

## TABLolar DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.15 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait pH'ların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	109
3.16 Ölü örtü örneklerinin reaksiyonu (pH) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları .....	110
3.17 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait aktüel pH'ların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	113
3.18 Toprak reaksiyonuna (pH) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları .....	114
3.19 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait organik C'un (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	118
3.20 Ölü örtü örneklerine ait organik C'un mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları .....	119
3.21 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait organik C'un minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	123
3.22 Toprak örneklerine ait organik C'un mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları .....	123
3.23 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait toplam N'in minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	129
3.24 Ölü örtü örneklerine ait toplam N'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları .....	130
3.25 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait toplam N'in minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	133
3.26 Toprak örneklerine ait toplam N'in mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları .....	134

## TABLolar DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.27 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait $C_{org}/N_{toplam}$ oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	139
3.28 Ölü örtü örneklerine ait $C_{org}/N_{toplam}$ oranının mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları.....	140
3.29 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait (0-5 cm) $C_{org}/N_{toplam}$ oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	143
3.30 Toprak örneklerine ait $C_{org}/N_{toplam}$ oranının mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları.....	144
3.31 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait bitkiye yarayı şlı P'nin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	148
3.32 Ölü örtü örneklerine ait bitkiye yarayı şlı P'nin mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları.....	148
3.33 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait bitkiye yarayı şlı P'nin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	151
3.34 Toprak örneklerine ait bitkiye yarayı şlı P'nin mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları.....	152
3.35 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle karbonun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	156
3.36 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları.....	157
3.37 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle karbonun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	160
3.38 Toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları.....	161

## TABLolar DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.39 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle azotun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	168
3.40 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	169
3.41 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle N'in minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.....	172
3.42 Toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	173
3.43 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle fosforun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	179
3.44 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	180
3.45 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle fosforun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.....	182
3.46 Toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	183
3.47 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.....	188
3.48 Ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	189
3.49 Farklı meşçere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait (0-5 cm) $C_{mic}/C_{org}$ 'un minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	192
3.50 Toprak örneklerine ait $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları .....	193



## TABLÖLAR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.51 Farklı meşçere tiplerinde (gökmar, kayın ve gökmar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/N_{mic}$ oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	197
3.52 Ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/N_{mic}$ oranının mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları .....	198
3.53 Farklı meşçere tiplerinde (gökmar, kayın ve gökmar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait $C_{mic}/N_{mic}$ oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	201
3.54 Topraklara ait $C_{mic}/N_{mic}$ oranlarının mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları .....	202
3.55 Farklı meşçere tiplerinde (gökmar, kayın ve gökmar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	205
3.56 Ölü örtü örneklerine ait $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları .....	206
3.57 Farklı meşçere tiplerinde (gökmar, kayın ve gökmar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	208
3.58 Toprak örneklerine ait $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları .....	209
3.59 Farklı meşçere tiplerinde (gökmar, kayın ve gökmar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/P_{mic}$ oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	212
3.60 Ölü örtü örneklerine ait $C_{mic}/P_{mic}$ oranlarının mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları .....	213
3.61 Farklı meşçere tiplerinde (gökmar, kayın ve gökmar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait $C_{mic}/P_{mic}$ oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, $n = 30$ .....	216
3.62 Toprak örneklerine ait $C_{mic}/P_{mic}$ oranlarının mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşçere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları .....	216

## TABLULAR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.63 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait bazal solunumun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	220
3.64 Ölü örtü örneklerine ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	221
3.65 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait bazal solunumun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	223
3.66 Toprak örneklerine ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	224
3.67 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	227
3.68 Ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	228
3.69 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait metabolik katsayının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30 .....	231
3.70 Toprak örneklerine ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.....	232
3.71 Gök nar meşceresi ölü örtü örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120 .....	237
3.72 Kayın meşceresi ölü örtü örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120 .....	239
3.73 Gök nar-kayın meşceresi ölü örtü örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120 .....	241
3.74 Gök nar meşceresi toprak örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120 .....	243
3.75 Kayın meşceresi toprak örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120 .....	245

## TABLÖLÄR DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
3.76	Gökna-r-kayın meşçeresi toprak örneklere ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120 .....	247

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

° ''	: derece, dakika ve saniye
°C	: derece santigrat
μ	: mikro

### KISALTMALAR

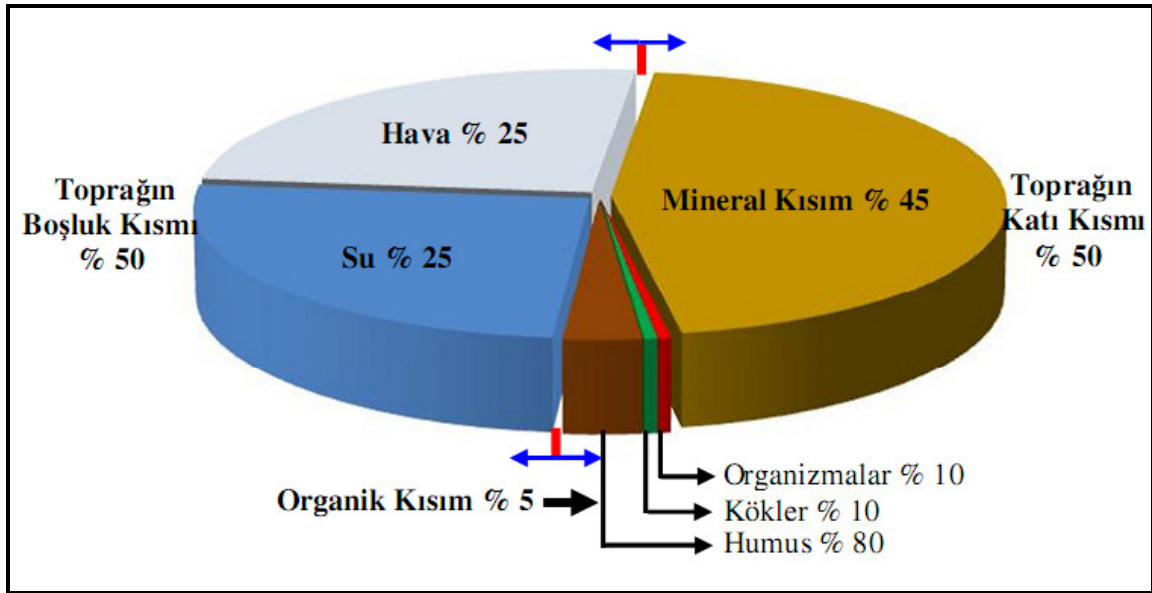
CFE	: Kloroform Fumigasyon Ekstraksiyon
CFI	: Kloroform Fumigasyon İnkübasyon
C <sub>mic</sub>	: Mikrobiyal Biyokütle Karbon
GET	: Gerçek Evapotranspirasyon
h	: saat
ha	: hektar
Hacim Ağ.	: Hacim Ağırlığı
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
M	: Molarite
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
ml	: mililitre
mm	: yağış
MTA	: Maden Tetkik Arama
N	: Normalite
nm	: nanometre
N <sub>mic</sub>	: Mikrobiyal Biyokütle Azot
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
Özgül Ağ.	: Özgül Ağırlık
P <sub>mic</sub>	: Mikrobiyal Biyokütle Fosfor
qCO <sub>2</sub>	: Metabolik Katsayı
rpm	: dakikadaki devir sayısı
Tukey HSD	: Tukey Gerçekten Önemli Fark Testi
v.b.	: ve benzeri

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

### 1.1 GENEL BİLGİLER

Toprak karasal ekosistemlerin fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için gerekli fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler arasındaki dengeyi sağlayan, yaşayan, dinamik ve doğal bir varlıktır. Toprak çok yavaş bir şekilde oluşmaktadır. Bir cm'lik bir üst toprağın oluşabilmesi için ortalama olarak 100 ile 400 yıl arasında bir zamanın geçmesi gerekmektedir. Toprak, iklim, yeryüzü şekli, canlılar (bitki örtüsü) ve anakayanın (ana materyal) zamanla etkileşimi sonucunda oluşmaktadır. Sayılan beş ana faktörün değişen fonksiyonları toprak oluşum sürecinde önemli rol oynamaktadır. Toprağın asıl unsurlarını; inorganik maddeler (kum, toz ve kil), ayrılmış bitki ve hayvan artıklarından (toprak biyotası) meydana gelen aktif ve stabil biçimdeki organik maddeler, canlılar (solucan, böcek, bakteri, mantar, alg, nematodlar gibi yaşayan organizmalar), gazlar (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, ve CH<sub>4</sub>) ve su oluşturmaktadır (Şekil 1.1) (Jenny 1980; Lal 1994; Atalay 2006; Luo ve Zhou 2006).



Şekil 1.1 Toprağı oluşturan asıl unsurlar (Brady 1990; Pidwirny 2006'dan değiştirilerek).

Anakayanın cinsi, mineralojik bileşimi, minerallerin iri veya ince taneli, killi veya kumlu, katı veya gevşek oluşu toprak oluşum sürecini önemli derecede etkiler. Toprak oluşum sürecinde etkin olan faktörler, farklı özellikteki anakayaları etkileyerek toprak oluşum sürecinde farklılıklar meydana getirebilir. Yani bu faktörlerden bazıları diğerlerine göre daha fazla önemli olabilir. Mesela, toprak oluşumunun temel maddesi olan anakaya toprak yapan en önemli faktördür. Fakat anakayanın toprağın gelişimindeki etkinliği bölgesel olarak değişir. Özellikle serin ve nemli iklimin etkisi altındaki bölgeler ile sıcak ve nemli iklim etkisi altındaki bölgelerde, toprağın gelişiminde anakayanın cinsi iklimden daha az etkilidir. Diğer bir ifade ile aynı anakayadan farklı iklim etkisi altında farklı topraklar oluşabilir. İklim etkisinin çok kuvvetli olduğu yörelerde ise farklı anakayalardan oluşan topraklar benzer (veya aynı) genetik gelişimler göstermektedir (Kantarıcı 2000; Atalay 2006).

Bitki örtüsü ana iklim koşullarını etkilememekle beraber, belli bir dereceye kadar toprak yüzeyinde kendine özgü bir mikro-klima oluşturur. Bitki örtüsünün toprak oluşum ve gelişimindeki etkisi genel olarak orman ve otlak alanlarındaki topraklarda farklılıklara sebep olur. Esas itibarıyla ormanın yetişmesine uygun topraklar ile otlakların bulunduğu topraklar birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Bu yüzden aynı iklim etkisi altında aynı anakayadan oluşmuş toprakların orman toplumu ile otlak toplumu altındaki özellikleri arasında farklar bulunmaktadır. Hatta doğal ve klimaks bitki toplumu karakterinde olan ormanlarda ağaç ve çalı türlerinin değişimi toprak özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Topografya yani arazi şekli, eğim ve bakı suyun hareketini ve rejimini, toprağın yıkanmasını, toprak derinliğini, materyal taşınımını ve tipini, toprak rengini, toprak reaksiyonunu ve toprak sıcaklığını etkiler. Bu yüzden de farklı topografya (relief) üzerinde gelişen topraklar farklı özellikler gösterirler (Kantarıcı 2000; Coyne ve Thompson 2006; Atalay 2006).

Bitki türleri, ekosistem içerisinde meydana gelen besin döngüsü, mikrobiyal biyokütle, biyokütlenin yapısı ve toprak enzim aktivitesi gibi olayları etkilemektedir (Dornbush 2007). Fakat bitki türlerinin etkileri sonucunda meydana gelen bu olaylar yeterli bir şekilde anlaşılabilir değildir. Esas olarak, bitki örtüsü ile mikroorganizmaların karşılıklı etkileşimleri sonucunda toprak içerisinde yukarıda bahsedilen olaylar ortaya çıkar. Örneğin, bitki ile bitkinin içinde bulunduğu ortam; toprağın pH'sını, nemini, sıcaklığını, bitki besin maddelerinin alınabilirliğini ve toprak üzerine düşen ölü örtü miktarını değiştirir. Bütün bunların bir sonucu olarak da mikrobiyal biyokütle bu değişikliklerden potansiyel olarak etkilenir (Paul ve Clark 1996).

Mikrobiyal biyokütlenin miktarı toprak tekstürü, pH, toprak nemi, arazi kullanım biçimi ve organik maddenin kalitesine göre değişiklik göstermektedir. Diğer bir ifade ile mikrobiyal biyokütlenin kompozisyonu ve sayısı toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişikliklere karşı çok hassastır. Ayrıca, toprak mikrobiyal biyokütle C ve N miktarının farklı orman yönetimlerinden etkilendiği, hatta orman verimliliğinin artmasıyla beraber oransal olarak artış gösterdiği bildirilmektedir (Sparling 1997; Bauhus vd. 1998; Kara ve Bolat 2008a). Benzer olarak, ağaç türlerinin toprak verimliliği ve mikrobiyal topluluğun yapısı üzerinde etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Dickinson ve Pugh 1974; Swift vd. 1979). Bu yüzden, toprak mikrobiyal biyokütle C’u, özellikle de mikrobiyal C/organik C yüzdesi, orman topraklarının C içeriği üzerinde mikroorganizmaların işlevini yansıtmaktadır (Insam ve Domsch 1988; Kara vd. 2008).

Mevsimsel değişiklikler toprak nemini, toprak sıcaklığını, kök aktivitesini, kök çevresinde biriken ve bitkilerden düşen ölü örtünün ayrışması sonucunda toprağa karışan organik madde miktarını etkilemekte ve böylece toprak içerisinde dalgalanmalara yol açmaktadır (Kramer ve Green 2000). Bu değişimler aynı zamanda toprak tipi, arazideki bitki örtüsünün çeşidi ve miktarı, arazi kullanımı ve yönetimi gibi faktörlere göre de farklılık göstermektedir (Chen vd. 2003).

Üst topraktaki canlılar toplam toprak hacminin % 0,5 gibi çok küçük bir parçasını oluşturur ve toplam organik maddenin % 10’undan daha düşük bir kısmını meydana getirir. Toprağın canlı kısmının büyük çoğunluğu da toprak mikroorganizmalarından meydana gelmiştir. Mikroorganizmalar toprağın çok küçük bir kısmını oluşturmasına karşılık; azot, kükürt ve fosfor döngüleri ile organik artıkların ayrıştırılması işlemlerini gerçekleştiren en önemli canlı grubudur. Bundan dolayı, mikroorganizmalar yerkürenin karbon ve bitki besin elementi döngüsünü sağlayan en önemli grubudur (Pankhurst vd. 1997).

Toprak içerisinde doğal koşullarda birçok mikroorganizma çeşidi bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar normal ve sağlıklı topraklar için gerekli olan çok sayıda fonksiyonu (işlevi) yerine getirmektedir. Toprak mikroorganizmaları organik maddeyi ayrıştırır. Bitkilerin alabilecekleri formlarda bitki besin maddelerini serbest hale getirir ve zehirli maddeleri parçalar. Ayrıca, toprak mikroorganizmaları bitki kökleri ile simbiyotik ilişkiler kurar ve patojenlere karşı antagonist faaliyet gösterir. Minerallerin çözünebilirliğini ve yıkanmalarını etkiler. Buna ilaveten, toprağın strüktürüne ve kümelenmesine katkı sağlar.

Toprak içerisinde meydana gelen bütün olaylara aracılık eden toprak mikroorganizmaları, aynı zamanda toprak organik maddesinde meydana gelen değişikliklerin de hassas bir göstergesidir (indikatördür) (Powlson ve Jenkinson 1981; Powlson vd. 1987). Ayrıca, mikrobiyal metabolizmanın ayrışma süresi insanoğlu için çok önemlidir. Çünkü mikrobiyal metabolizmanın toprak örneklerindeki devir hızı toprak mikrobiyal biyokütlesi için üç ay ile iki yıl arasında iken, organik madde için 20 yıldan fazladır (Jenkinson ve Ladd 1981; Stout vd. 1981; O'Brien 1984; Jenkinson 1990).

Toprak mikroorganizmaları, toprağın enerji ve besin döngüsü ile organik madde ayrışmasından sorumlu kısmını temsil eder. Organik artıklar biyokütleyle ya da karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), su ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ve mineral besin elementlerine bu canlılar sayesinde dönüşür. Diğer taraftan, toprak mikroorganizmaları büyümeleri esnasında sürekli kullandıkları N, P ve S gibi besin elementlerinin de önemli bir havuzunu oluşturur. Mikrobiyal biyokütle organik maddenin mineralizasyonunu gerçekleştirerek anorganik besin maddelerinin ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  ve  $\text{CO}_2$ ) açığa çıkmasını sağlar. Bitkiler büyümeleri esnasında besin maddelerini bu anorganik formlarda alabilirler. Aynı şekilde, mikrobiyal biyokütle yaşaması ve büyümesi için gerekli olan besin maddelerini bu anorganik formlarda tutabilir. Sonuç olarak, yüksek miktarda mikrobiyal biyokütle içeren topraklar besin maddesi döngüsünde ve besin maddelerinin depolanmasında çok daha etkilidir (Gregorich vd. 1994).

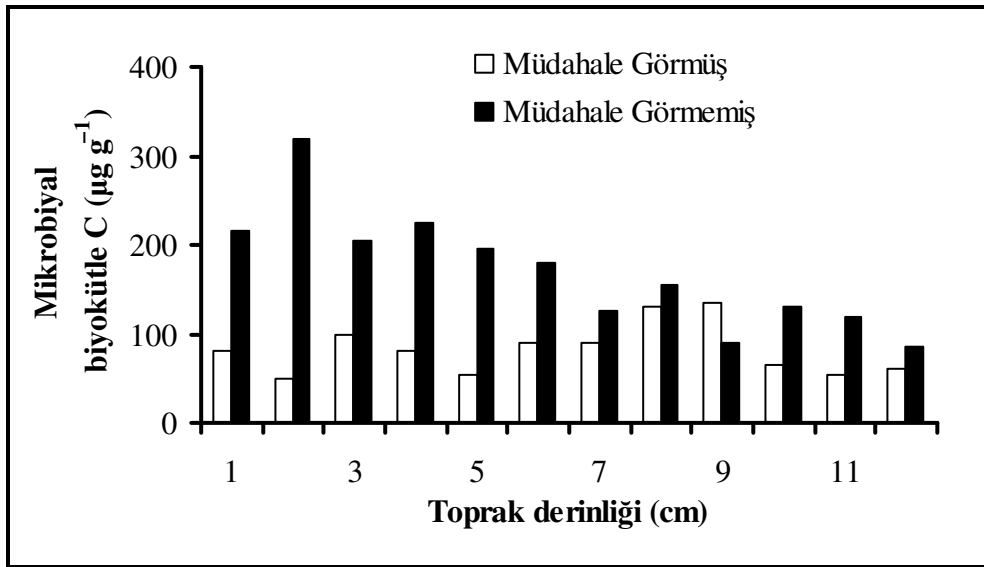
Büyük bir çoğunluğu bakteri ve mantarlardan meydana gelen fakat içinde aktinomiset, protozoa, alg ve virüslerin de bulunduğu toprak mikrobiyal biyokütlesi (Tablo 1.1); karbon (C) depolaması, enerji akışı, ayrıştırma ve az da olsa gaz akışı gibi ekosistem süreçlerini düzenleyen çok önemli bir olgudur. Bu grup içerisinde bakteri ve mantarlar hem biyokütle hem de metabolik faaliyetler açısından en yaygın organizmalardır (Anderson ve Domsch 1973; Parkinson ve Coleman 1991; Cleveland vd. 2004).



Tablo 1.1 Verimli bir topraktaki ortalama mikroorganizma sayıları (CFU g<sup>-1</sup>) ve ağırlıkları (kg ha<sup>-1</sup>) (Burges 1958; Brady 1990'dan değiştirilerek).

Toprak Organizmaları	Ortalama Sayı	Ağırlık
Bakteriler	15x10 <sup>6</sup>	450–4500
Aktinomisetler	7x10 <sup>5</sup>	450–4500
Mantarlar	4x10 <sup>5</sup>	1120–11200
Algler	5x10 <sup>4</sup>	56–560
Protozoalar	3x10 <sup>4</sup>	17–170

Toprak içerisindeki biyolojik faaliyetlerin derinliği birkaç cm'den 30 cm'ye kadar değişen üst toprakta yoğunlaşmıştır. Ancak, bu biyolojik faaliyetler özellikle doğal yapısı bozulmamış topraklarda derinliğin artmasıyla hızlı bir şekilde düşmektedir (Şekil 1.2). Bu yüzden, tarımsal faaliyetler, ağaçlandırma vb nedenlerle müdahale görmüş topraklar ile doğal yapısı bozulmamış toprakların karşılaştırıldığı çalışmalarda mikrobiyal biyokütle içeriklerinin belirlendiği toprak derinliklerinin benzer olmasına dikkat edilmeli ve toprak derinlikleri mutlaka belirtilmelidir (Pankhurst vd. 1997).



Şekil 1.2 Müdahale görmüş ve müdahale görmemiş alanlarda toprak derinliğine (0-15 cm) göre mikrobiyal biyokütle C'un (µg g<sup>-1</sup>) değişimi (Sparling 1997'den değiştirilerek).

15 cm derinlikteki organik tabakanın karbon (C), azot (N) ve fosfor (P) içeriği yaklaşık olarak sırasıyla 3000, 115 ve 7 g m<sup>-2</sup> iken, bu tabakanın anorganik azot (N) ve fosfor (P) içeriği sırasıyla 0,1 ve 0,02 g m<sup>-2</sup>'dir. Ekosistemdeki toplam karbon (C) havuzunun % 19'unu bitkiler, % 2,5'ini mikrobiyal canlılar ve geriye kalan % 78,5'ini ölmüş toprak organik

maddesi oluşturmaktadır. Odunsu dokuların azot (N) içeriklerinin düşük olmasından dolayı azotun (N) yaklaşık olarak % 10'u bitkilerden, % 6,5'i mikrobiyal canlılardan ve geriye kalan % 83,5'i ise toprak organik maddesinden kaynaklanmaktadır. Fosforun (P) % 11'i bitkilerden, % 30'u mikrobiyal canlılardan ve % 59'u ise toprak organik maddesinden oluşmaktadır. Bitkilerde bulunan C ve N içeriği, mikrobiyal canlılarda bulunan C ve N içeriklerinden daha yüksektir. C için bu değer yaklaşık olarak 8 kat iken N için 1,5 kat kadardır (Jonasson vd. 1999).

Buna karşılık bitkilerde bulunan P mikrobiyal canlılarda bulunan P'dan daha azdır. Yaklaşık olarak mikrobiyal canlılardaki P, bitkilerden kaynaklanan P'dan 3 kat daha yüksektir. Sonuç olarak, bitkilerin ve mikrobiyal canlıların C, N ve P içerikleri birbirinden farklılık gösterir. Toprak mikrobiyal canlılarında meydana gelen küçük değişiklikler, bitkilerin alabileceği besin elementlerinde artışa ya da azalışa sebep olabilir. Örneğin, toprakta mikrobiyal canlıların sayılarının azalmasıyla bu canlıların kullandığı besin elementlerinin bir kısmı bitkilerin alabileceği formlarda serbest hale geçer. Bu olay sonucunda bitkilerin alabileceği besin elementleri artar. Tam tersi durumda yani mikrobiyal canlılarda bir artış olursa bu seferde bitkilerin alabileceği besin elementlerinde azalış meydana gelir (Jonasson vd. 1999).

Ormanda toprağın yüzeyi genellikle yaprak, ibre, ince dal, kabuk, kozalak pulu, tomurcuk, çiçek, tohum ile ölmüş organizma ve organizma artıkları gibi organik maddeler ile örtülmüş bulunmaktadır. Kısaca, toprağın yüzeyini örten az veya çok ayrılmış durumdaki organik maddelerin bütününe ölü örtü denilmektedir. Ölü örtü tabakası profil tanıtımında organik horizon (O = A<sub>o</sub>) olarak tanıtılır. Ölü örtü yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) olmak üzere başlıca üç tabakadan oluşur. Yaprak tabakasına uluslararası terim ile L-tabakası (litter-hayvan altlığı) adı verilir. Bu tabaka parçalanmamış, ufalanmamış yani bütünlüğünü korumuş yaprak, kabuk ve ince dallar gibi yeni dökülmüş organik madde artıklarından meydana gelir. Yaprak ve ibrelerde genel bir solgun renk egemendir (Irmak 1972; Çepel 1995).

Çürüntü tabakasının uluslararası ismi F-tabakası (fermantasyon-mayalaşma) olup, L-tabakasının altında yer alır. Küçük parçalara ayrılmış organik maddelerin oluşturduğu kısımdır. Bu tabakadaki her parçanın orijinal yapısı yani bir yaprak mı, odun mu, yoksa kabuk mu olduğu bellidir. Ancak, ayrışma ve humuslaşma başladığı için renk genellikle L-tabakasından daha koyudur. Humus tabakasına uluslararası terimle H-tabakası (humuslaşma) denilir ve F-tabakasının altında bulunan tabakadır. Bu tabakadaki organik maddelerin doku

biçimleri kaybolmuş yani ayrışarak kolloidal boyutlara kadar küçülmüştür. Böylece, organik maddelerin orijinal yapıları tanınamayan çok koyu renkli bir organik madde tabakası oluşmuştur. H-tabakasında kimyasal ve biyolojik ayrışma olayları en şiddetli biçimde meydana gelir (Irmak 1972; Çepel 1995).

Toprak organik maddesinin birincil kaynağı bitki dokularıdır. Ormanlarda doğal şartlar altında her yıl ağaçlardan dökülen yapraklar, dallar, kabuklar, kozalaklar, kökler, çalılar, otlar ve diğer bitki parçaları toprağa organik artı olarak katılırlar. Tarım alanlarında ise hasattan sonra toprakta kalan bitki kısımları organik atıklar olarak toprağa karışır. Bu organik materyaller toprakta yaşayan makro ve mikro canlılar tarafından ayrıştırılır ve sindirilir. Bu bitki artıkları genellikle toprak canlılarının besin kaynağını oluştururlar (Brady 1990; Plaster 1992; Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001)

Genel olarak, hayvanlar organik maddenin ikincil kaynağı olarak düşünülür. Toprakta yaşayan canlılar öldüklerinde kendilerinin de organik madde olmalarının yanında toprak içinde parçalama ve ayrıştırma olaylarını da gerçekleştirirler. Ayrıca, hayvanlar aleminin belirli türleri özellikle de solucanlar, termitler, eklembacaklılar ve karıncalar bitki organik artıklarının ve toprağın yer değiştirmesinde çok önemli roller oynamaktadır. Toprağın organik maddesi içerisinde canlı organizmalar (toprakta yaşayan hayvanlar ve bitkiler) ile kökler dahil değildir (Brady 1990; Plaster 1992; Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001).

Bitki organik artıklarının nemi % 60-90 arasında değişmekle birlikte ortalama olarak % 75 civarında olup, çok yüksek bir orana sahiptir. Ağırlık olarak kuru maddenin çoğunluğunu karbon (% 45-50) oluşturur. Geri kalan kısmını oksijen (% 35-40), hidrojen (% 8) ve anorganik elementler (kül) (% 8) oluşturur. Diğer taraftan, elementel olarak (elementlerin atom sayısında) hidrojen ağırlıktadır; 3,7 karbon ve 2,5 oksijene karşılık 8 hidrojen atomu vardır. Diğer elementler çok az miktarda bulunmalarına rağmen bitki ve mikroorganizmaların beslenmesinde çok önemlidir. Azot, kükürt, fosfor, potasyum, kalsiyum, sodyum ve magnezyum gibi topraktan çok miktarda alınan bitki besin elementleri makro elementler olarak tanınır. Çok az miktarda alınan demir, mangan, çinko, bakır, molibden, bor, klor gibi elementler ise mikro elementlerdir. Bitkiler bu elementleri anyon veya katyon halinde alabildikleri gibi, bir kısmını da moleküler halde alırlar (Brady 1990; Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001; Gardiner ve Miller 2008).

Organik artıklar (organik madde) karbon içeren bileşiklerden oluşmaktadır. Şeker ve nişastadan selüloza kadar değişen kompleks bir yapıdan oluşan karbonhidratlar bitkilerin dokularında bulunan organik bileşiklerin en yaygın olanıdır. Karbonhidratlar karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve suya (H<sub>2</sub>O) hızlı bir şekilde parçalanabildikleri için toprak florası için çok önemli bir besin kaynağıdır. Halka şeklinde kompleks bir yapıya sahip olan lignin, özellikle odunsu dokular olmak üzere yaşlı bitki dokularında bulunmaktadır. Parçalanmaya ya da ayrışmaya karşı çok dayanıklıdır. Karbonhidratlardan daha kompleks, fakat ligninlerden daha az kompleks yapıya sahip olan katı ve sıvı yağlar (ekstraktifler) ise tohumlarda bulunan diğer bileşiklerdir. Proteinler, başta azot olmak üzere karbon, oksijen, hidrojen ve az miktarda kükürt, mangan, bakır ve demir gibi diğer elementlerden oluşmaktadır. Önemli ölçüde azot içeren bileşiklerden oluştukları için amino asit olarak ta adlandırılırlar. Bu açıdan bakıldığında proteinler bitkiler için gerekli olan elementlerin asıl kaynağını oluşturmaktadır. Basit yapıdaki proteinler çok kolay bir şekilde ayrıştırılırken, daha kompleks yapıdaki ham (olmamış) proteinler ise parçalanmaya karşı dayanıklıdır. Bahsedilen bu organik bileşikler hızlı ayrışandan yavaş (zor) ayrışana doğru sıralanacak olursa aşağıdaki gibi bir sıralama ortaya çıkar:

1. Şeker, nişasta ve basit yapıdaki proteinler
2. Ham (olmamış) proteinler
3. Hemiselüloz
4. Selüloz
5. Katı ve sıvı yağlar (ekstraktifler) ile mumlar
6. Lignin

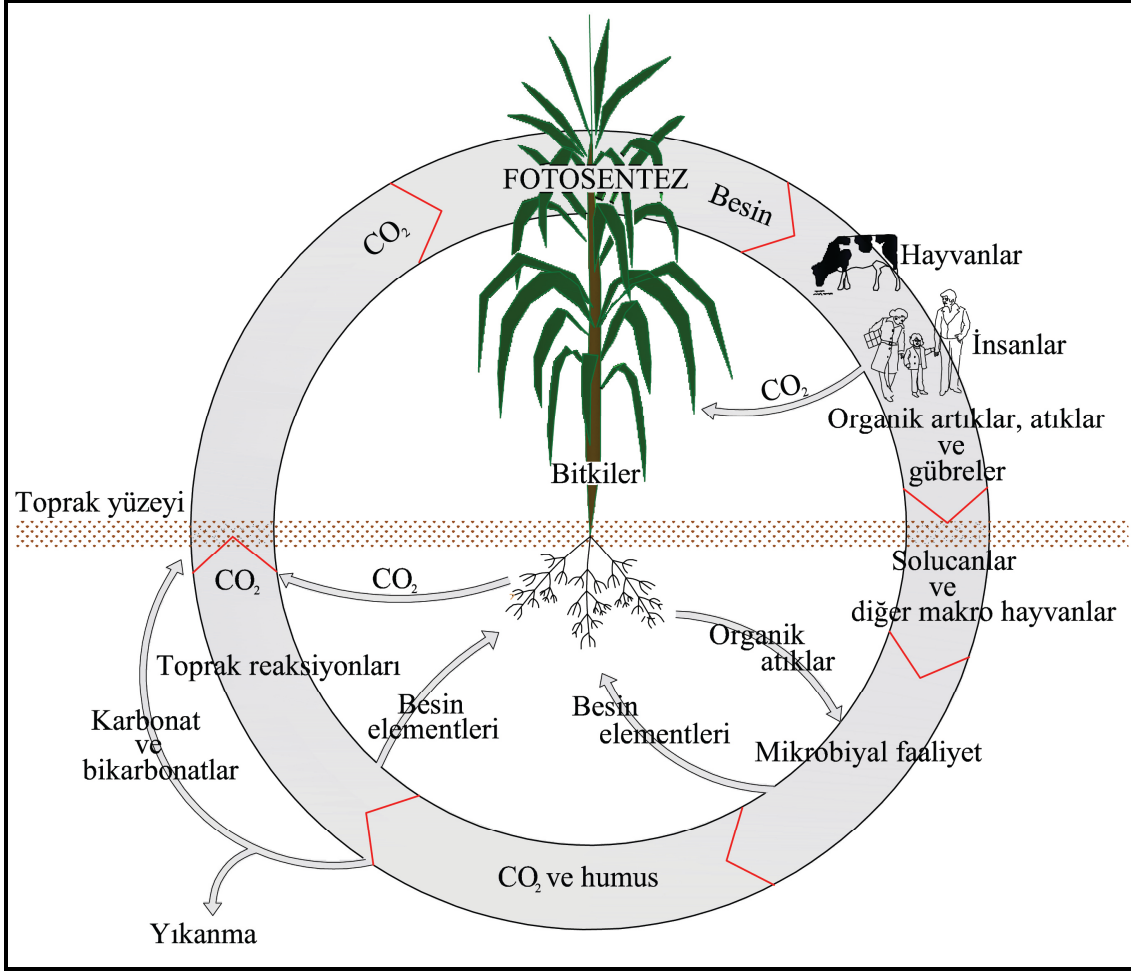
Taze bitki dokusu toprağa ulaşır ulaşmaz genellikle bütün organik bileşikler aynı anda parçalanmaya ve ayrışmaya başlar. Fakat şeker, nişasta ve basit yapıdaki proteinler çok hızlı bir şekilde ayrışırken, diğerleri daha zor ayrışır. Bu grup içerisinde ayrışmaya karşı en dayanıklı olanı ise lignindir. Diğer bir ifade ile bitkisel artıkların ayrışma hızı maddesel bileşimle yakından ilgilidir. Lignin ve selüloz miktarı ne kadar çok olursa mikrobiyal parçalanma (ayrışma) o kadar yavaş olmaktadır (Brady 1990; Plaster 1992; Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001).

Toprakta kolay bir şekilde parçalanacak (ayrışacak) maddenin olmadığı bir durumda mikrobiyal faaliyet ve mikrobiyal canlı sayısı düşük seviyededir. Taze ve ayrışabilir

(parçalanabilir) maddeler bol bir şekilde toprağa ulaştığı zaman; toprakta yaşayan canlılar hızlıca şeker, nişasta, basit yapıdaki protein ve selüloz gibi çabuk ayrışabilen bileşiklere hücum eder. İyi havalandırılan topraklarda karbondioksit (CO<sub>2</sub>), amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), dihidrojen fosfat (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), su (H<sub>2</sub>O), ayrışmaya karşı dayanıklı organik artıklar ve çok az miktarda da olsa bitkiler için gerekli diğer bitki besin elementleri açığa çıkar. İyi havalandırılmayan topraklarda yani anaerobik şartlarda çok yüksek miktarda metan (CH<sub>4</sub>) ile bazı organik asitler (R—COOH), çeşitli amin artıkları (R—NH<sub>2</sub>), zehirli bir gaz olan hidrojen sülfid (H<sub>2</sub>S) ve etilen (H<sub>2</sub>C = CH<sub>2</sub>) açığa çıkar. Bu olaylarla eş zamanlı olarak toprak mikroorganizmalarının sayısında da ani ve önemli bir artış meydana gelir. Mikrobiyal faaliyet doruk noktasına ulaşır ulaşmaz enerji hızlı şekilde serbest hale geçer (Brady 1990; Özbek vd. 2001; Gardiner ve Miller 2008).

Bazı çürükçül bakteri, mantar ve aktinomisetler tamamen aktif halde bulunur ve bir yanda parçalama (ayırıştırma) işlemini gerçekleştirirken diğer taraftan sentezleme işlemini gerçekleştirirler. Bu sırada mikrobiyal dokular toprak içerisinde bulunan organik kısmın hemen hemen üçte birini (1/3) oluşturur. Kolay ayrışabilen (parçalanabilir) besinler bittiğinde, toprakta yaşayan canlıların sayısı da azalmaya başlar. Mikrobiyal hücreler öldüğü zaman toprakta yaşayan diğer canlılar tarafından vücutları parçalanır ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ile suyun (H<sub>2</sub>O) açığa çıkması devam eder. Alınabilir haldeki besin ve enerji azalmasının meydana gelmesinden hemen sonra mikrobiyal faaliyette azalma meydana gelir. Olumsuz şartlar altında bazı toprak canlıları geçici süreliğine nispi olarak gelişimini durdurmaya başlar. Bu durum nitrat ve sülfat gibi basit yapılu ürünlerin serbest kalmasıyla yakından ilişkilidir. Geriye kalan organik maddenin yeni yapısı çoğunlukla kahverengi ya da koyu kahverengi (esmer), şekilsiz, ayrışmaya karşı oldukça dayanıklı kolloidal bir kütle şeklinde, heterojen özellik gösteren, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bitkiler için büyük öneme sahip olan humustur (Brady 1990; Özbek vd. 2001; Gardiner ve Miller 2008).

Organik maddenin çürümesi esnasında karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ilk parçalanabilir ürünler arasında yer almaktadır. Bu durum karbonun bütün organik maddelerin temel yapı taşı olduğunu ve yeryüzündeki yaşam süreçlerinin temelinde yer aldığını göstermektedir. Karbon döngüsü (Şekil 1.3) gerçekte biyolojik döngü ya da yaşam döngüsüdür. Bu döngü yeryüzündeki yaşamın devam etmesini mümkün kılar (Brady 1990).



Şekil 1.3 Karbon döngüsünün şematik diyagramı (Brady 1990'dan değiştirilerek).

Biyolojik döngü ya da yaşam döngüsünde bitkiler güneş enerjisini kullanarak atmosferden aldığı  $CO_2$ 'i organik bileşiklere dönüştürür. Fakat döngünün ilk başında üretilen karbonun bir kısmı bitkilerin yaptığı solunum sonucu ortaya çıkan  $CO_2$  olarak atmosfere geri döner. İnsanlar ve yüksek yapılı hayvanlar gerekli olan enerjiyi geriye kalan organik bileşiklerden elde ederler. İnsanlar ve yüksek yapılı hayvanlardan geriye kalan organik artıklar ve atıklar toprağa karışır. Organik bileşikler toprağa ulaştığında toprakta yaşayan makro ve mikro hayvanlar organik materyalleri parçalayarak sindirirler. Bitkiler için besin elementleri serbest hale geçerken karbondioksit ( $CO_2$ ) ve humus nispeten değişmez ürünler olarak ayrılır (Brady 1990; Horwath 2007).

Karbon döngüsündeki karbondioksitin ( $CO_2$ ) asıl kaynağını toprak içerisinde meydana gelen mikrobiyal faaliyetler oluşturmaktadır. Bunun yanında hızlı büyüyen bitki köklerinden yayılan karbondioksit ( $CO_2$ ) ile miktarı çok az da olsa yağmur sularıyla toprağa geçen

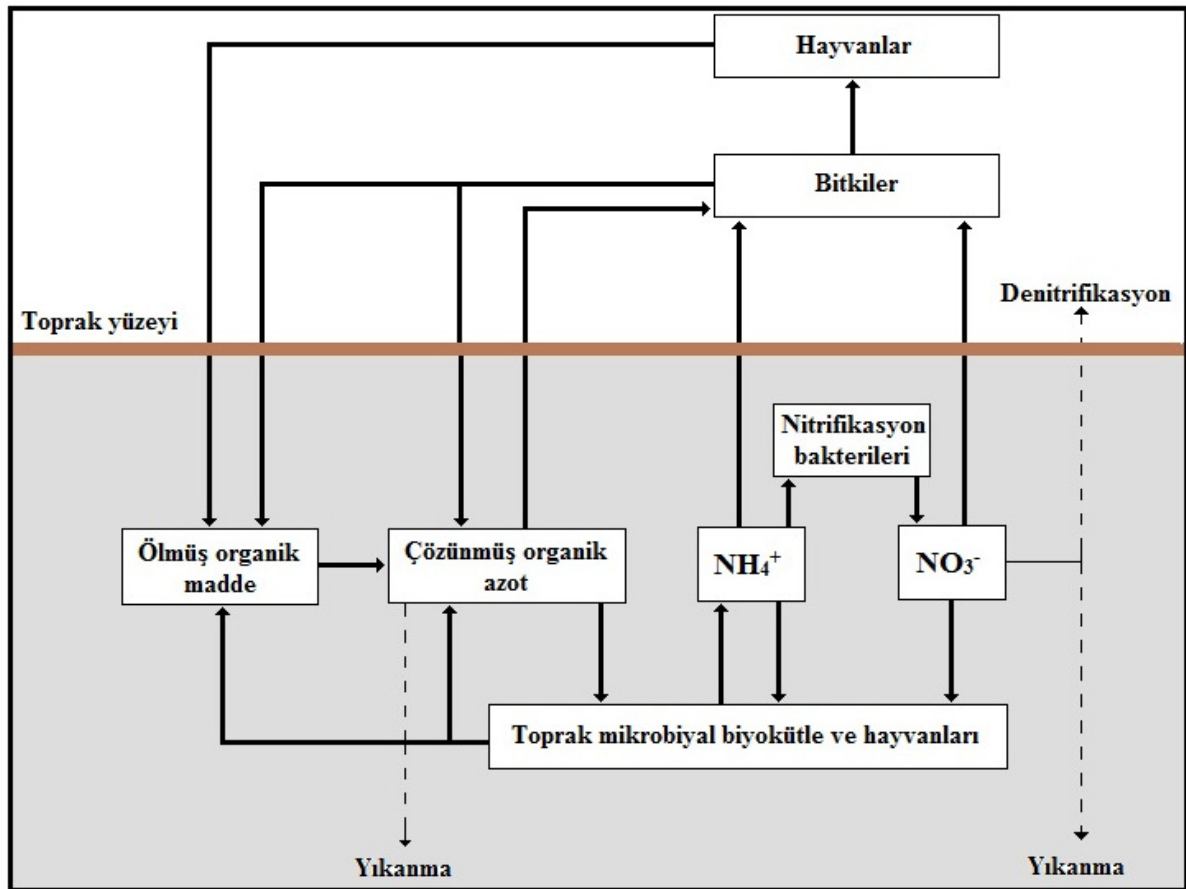
karbondioksit (CO<sub>2</sub>) göz ardı edilmemelidir. Ca, Mg ve K gibi elementlerin karbonat ve bikarbonatlarının bir kısmı serbest kalır ve yağmur sularıyla yıkanır. Bu elementlerin diğer bir kısmı da yukarıya doğru giderek yer değiştirir. Fakat er ya da geç karbon, CO<sub>2</sub> formunda döngüye katılır. Böylece toplam CO<sub>2</sub> bitkilerin özümlemesi için tekrar alınabilir formda atmosfere salınır. Karbonun yeryüzündeki yaşamın sürekliliği için gerekli enerji transformasyonunun (dönüşümünün) odak noktası olduğu bu döngü sisteminden anlaşılmaktadır (Brady 1990; Horwath 2007).

Azot mineralizasyonu organik maddelerin toprakta yaşayan canlılar tarafından ayrıştırılarak, anorganik azot bileşiklerine (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dönüştürülmesi sürecine denir. Bir takım reaksiyonlar gerçekleşmesine rağmen, mineralizasyon olayının esası toprak canlıları tarafından organik azot bileşiklerinin hidrolize edilerek amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ve nitrata (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dönüştürülmesidir. Doğrudan bitkiler tarafından besin elementlerinin alınabilirliğini etkilediği için çoğu ekosistemlerde mineralizasyon ekosistemin fonksiyonunu yerine getirebilmesi için kritik öneme sahiptir (Brady 1990; Özbek vd. 2001; Bardgett 2005). Örneğin, kışın yaprağını döken ormanlar gibi verimli orman ekosistemlerinde, bitkilerin azot ihtiyaçlarını karşılamaları doğrudan azotun topraktaki mineralizasyon hızıyla ilişkidir (Nadelhoffer vd. 1985).

Azot immobilizasyonu, toprakta yaşayan canlıların amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), amonyak (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ve nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) gibi anorganik azot bileşiklerini asimile ederek hücre dokularında organik azot formlarına (özellikle proteinlere ve nükleik asitlere) dönüştürmeleridir. Azot immobilizasyonu özellikle bitki ve hayvan artıklarının (organik maddenin) düşük miktarda azot içerdiği durumda gerçekleşir. Toprakta yaşayan canlılar öldükleri zaman vücutlarındaki organik azotun bir kısmı humus kompleksleri oluşturacak yapılara dönüşürken, bir kısmı da amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ve nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) olarak serbest hale geçer. Şayet toprakta bitkilerin alabileceği formlarda azot mevcut ise immobilizasyonda azalma, mineralizasyonda artma meydana gelir. Gerek mineralizasyon, gerekse de immobilizasyon aerobik, anaerobik, mantarlar ve bakteriler gibi geniş bir yelpazeye sahip toprak mikroorganizmaları tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, toprakta yaşayan diğer canlı grupları da mineralizasyon ve immobilizasyon olaylarının gerçekleşmesinde büyük rollere sahiptir. Azotun hem mineralizasyonu hem de immobilizasyonu toprak içerisinde aynı zamanda meydana gelir. Fakat net mineralizasyon çoğunlukla toprakta yaşayan mikrobiyal canlılar için karbonun (C) yetersiz olduğu ortamlarda gerçekleşir. Buna karşılık, net immobilizasyon mikrobiyal

canlıların gelişmelerinin azot tarafından engellendiği durumlarda meydana gelir (Brady 1990; Özbek vd. 2001; Bardgett 2005; Robertson ve Groffman 2007).

Toprakta bulunan azot, mineralizasyon ve immobilizasyon olaylarının sonucu anorganik ve organik formlar arasında sürekli bir döngüye bağlıdır (Şekil 1.4). Toprakta bulunan azot miktarı azot kazancı ve azot kaybından hesaplanır. Toprağın anakayasasında ve anakayadan gelen anorganik anamateryallerde azot bileşikleri yoktur. Anorganik ve organik gübreleme, yağışların sağladığı  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) gazları, sulama sonucunda oluşan amonyum ve nitrat ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), atmosferik gaz adsorbsiyonu sonunda oluşan gazlar ( $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NH}_3$ ) ve biyolojik azot fiksasyonu azotun topraktaki kaynaklarıdır. Fakat topraktaki azotun çoğu (% 96–98) protein, nükleik asit ve kitin gibi kompleks ve çözülmez yapıdaki polimer organik maddelerden (organik artıklar) elde edilmektedir. Bu polimerler çok büyük olduklarından mikrobiyal canlıların hücre zarlarından geçemezler. Bu yüzden, mikrobiyal canlılar proteinaz, ribonükleaz ve kitinaz gibi hücrelerle ilgisi olmayan enzimler salgılar (Kantarıcı 2000; Özbek vd. 2001; Bardgett 2005).



Şekil 1.4 Karasal azot döngüsünün şematik diyagramı (Bardgett 2005'ten değiştirilerek).



Polimer organik maddeler, enzimler sayesinde daha küçük parçalara ayrılır ve suda çözülebilir duruma gelir. Çok küçük ve çözülebilir özellik kazanan polimer organik maddeler mikrobiyal hücreler tarafından alınabilir. Toprak içerisinde bu özellikleri taşıyan maddeye çözülmüş organik azot (amino asitler, proteinler gibi) denir (Şekil 1.4). Ham humus bulunan kuzey ormanları ile arktik tundra gibi verimli ekosistemdeki toprakların toplam çözülebilir azot (N) miktarının çok büyük bir kısmını çözülmüş organik azot oluşturmaktadır. Hatta anorganik azot gübrelere ile düzenli olarak gübrelenen tarım topraklarında bile çözülmüş organik azot miktarı, anorganik azot miktarına eşit veya daha fazladır. Toprakta azot kayıpları genel olarak bitki tarafından alınım ve hasatla uzaklaştırma, yıkanma, denitrifikasyon, amonyak kaybı, su ve rüzgar erozyonu ile taşınma şeklinde özetlenebilir (Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001; Bardgett 2005).

Amonyumun ( $\text{NH}_4^+$ ) oksitlenerek ilk olarak nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) daha sonra nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüşümü olayına nitrifikasyon denir (Şekil 1.4). Bu kimyasal reaksiyonlar, özellikle aerobik ototrofik bakterilerden *nitrosomonas* (amonyumun nitrite yükseltgenmesi) ve *nitrobakter* (nitritin nitrate dönüşmesi) tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, orman topraklarında mantarlar tarafından gerçekleştirilen nitrifikasyon heterotrofik nitrifikasyon olarak bilinir. Özellikle aerobik ototrofik bakterilerin tek enerji kaynağı olan amonyumun ( $\text{NH}_4^+$ ) topraktaki miktarı başta olmak üzere, toprağın çeşitli özellikleri nitrifikasyon olayını etkilemektedir. Kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi için ortamda moleküler halde oksijenin olması gerekmektedir. Toprak içerisinde oksijenin hareketini etkileyen toprak nemi ve toprak strüktürü de nitrifikasyon olayını değiştirmektedir. Ayrıca toprakta nitratın oluşumu ile toprak havalanması arasında da yakın bir ilişki vardır. Nitrifikasyon bakterileri vücutlarının gerek duyduğu karbonu karşılamak için karbondioksit ve bikarbonat iyonlarını kullanır. Bu yüzden, karbondioksit ve bikarbonat iyonları ortamda bulunmalıdır. Nitrifikasyon ayrıca toprak sıcaklığı ile de değişiklik gösterir (Brady 1990; Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001; Bardgett 2005).

Nitrifikasyon olayı optimum 25-35 °C arasında gerçekleşir. 35 °C'nin üzerinde yavaşlamaya başlar ve 50 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda tamamen sona erer. Aynı şekilde sıcaklığın düşmesiyle birlikte nitrifikasyon da düşmektedir. Bu düşme 0-2 °C'de daha etkili olmaktadır. Amonyumun ( $\text{NH}_4^+$ ) nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) oksitlenmesiyle  $\text{H}^+$  iyonları toprağa geçtiği için nitrifikasyon sırasında toprağın asitliği de yükselmektedir. Nitrifikasyon için uygun toprak reaksiyonu pH 6-8 arasındadır. pH 4,5'in altına düştüğü zaman nitrifikasyon oranı ihmal

edilebilir hale gelir. Bu yüzden nitrifikasyon toprakta meydana gelen pH değişimlerine karşı çok hassastır (Brady 1990; Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001; Bardgett 2005).

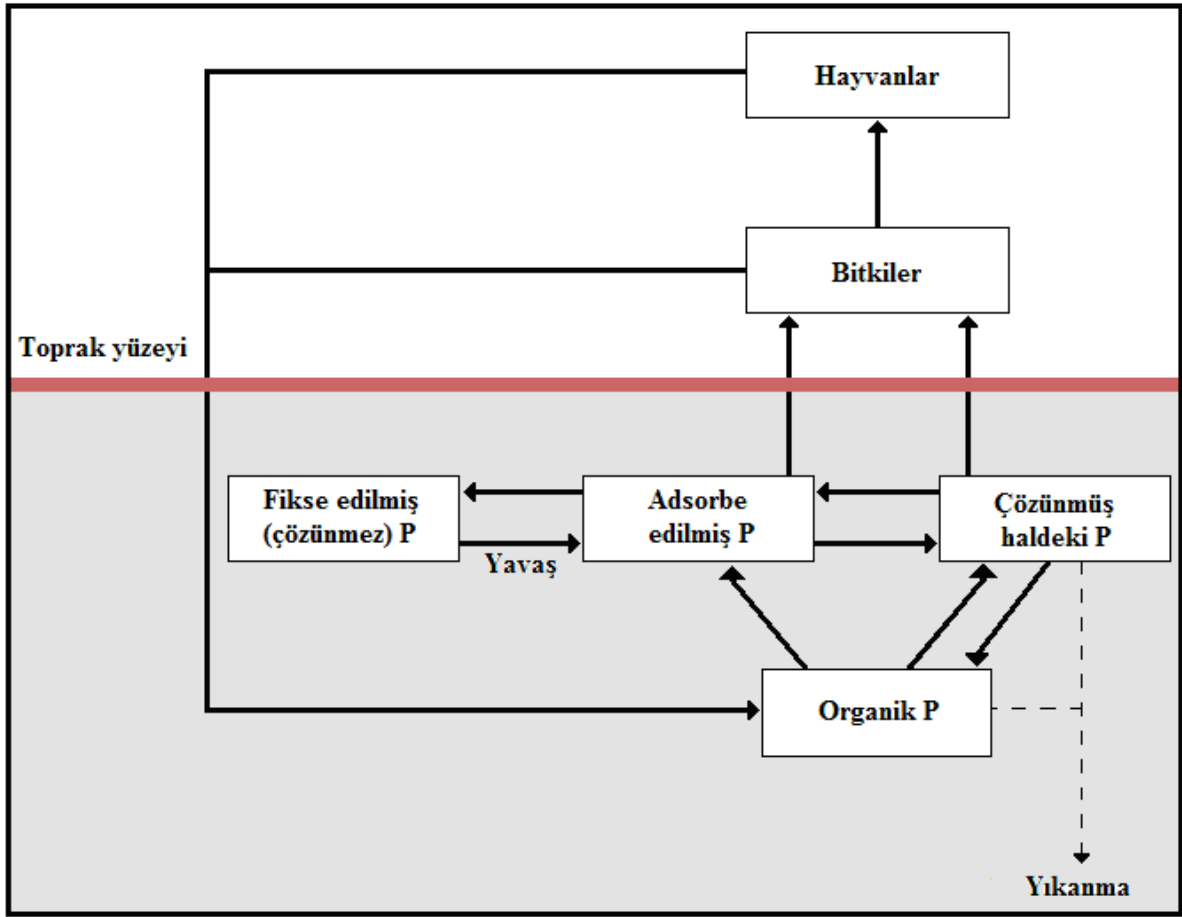
Topraktaki azot kaybı başlıca yıkanma ve denitrifikasyon yoluyla meydana gelmektedir (Şekil 1.4). Denitrifikasyon topraktaki anaerobik bakteriler (*pseudomonas*, *alcaligenes*, *akromobakter* ve *flavibacterium* v.b.) tarafından nitratın ( $\text{NO}_3^-$ ) sırasıyla nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrik oksite ( $\text{NO}$ ), nitroz oksite ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ve son olarak azot gazına ( $\text{N}_2$ ) indirgenmesi olarak tarif edilir. Gaz haline dönüşen son üç ürün atmosfere geri döner. Denitrifikasyon toprakta yaşayan anaerobik canlılar tarafından gerçekleştirilen biyokimyasal bir olay olduğu için indirgenme olayı sonucunda ortama geçen oksijen canlılar tarafından kullanılır. Toprakta yaşayan mikrobiyal canlıların % 20'sini, toplam toprak canlılarının ise % 0,1-5'ini, cinsleri 3-6 arasında değişen denitrifikasyon bakterileri oluşturur. Bu biyokimyasal reaksiyonlar havalanmanın kötü olduğu oksijence fakir durgunsu zonlarında, nitrat ve karbon bakımından zengin ortamlarda gerçekleşir (Brady 1990; Kantarcı 2000; Bardgett 2005; Robertson ve Groffman 2007).

Fosfor bitkilerin gelişimini etkileyen çok önemli bir bitki besin elementidir. Bitkilerdeki enerji dönüşümlerinde yer alan iki önemli bileşik olan adenzin difosfat (ADP) ile adenzin trifosfatın (ATP) bileşenidir. Adenzin trifosfat (ATP) hem fotosentez hem de solunum sonucunda adenzin difosfattan (ADP) sentezlenerek oluşmaktadır. ATP bitkilerde yüksek enerji gerektiren çoğu biyokimyasal reaksiyonları gerçekleştiren yüksek enerjili fosfat gruplarını içerir. Bitkilerin besin elementlerini alması ve bu elementlerin bitki içerisinde taşınması, yeni moleküllerin sentezlenmesi gibi enerjinin kullanıldığı birçok olayı adenzin trifosfat (ATP) gerçekleştirir. Ayrıca bitkide erken kök gelişiminin uyarılması, bitkinin hızlı olarak olgunlaşması, meyve ve tohum üretimi gibi bitkilerin yaşam döngüsünde de fosfor çok önemli roller oynar. Diğer taraftan fosfor eksikliği bitkideki azot miktarını ve bitkide azotun bağlanışını önemli düzeyde etkilemektedir. Ayrıca, fosfor hayvanlar ve bitkilerin genetik yapısı olan deoksiribonükleik asit (DNA) ile protein sentezlerinde gerekli ribonükleik asitin (RNA) değişik formlu yapı taşlarını oluşturur (Brady 1990; Kantarcı 2000; Gardiner ve Miller 2008).

Fosfor toprakta anorganik ve organik bağlı formlarda bulunur ve bitkiler için fosforun kaynağı olması açısından her ikisi de çok önemlidir. Anorganik ve organik fosfor formlarının miktarı topraktan toprağa değişiklik gösterir. Fakat kesin olan, toprakta bulunan toplam

fosforun yarısından fazlasının organik içerikli fosfor olduğudur. Nitekim Bardgett'e (2005) göre toplam fosforun (P) % 29-65'i organik formlarda bulunurken; Brady'ye (1990) göre ise bu değer % 20-80 arasında değişmektedir. Toprakta bulunan fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) fosforun asıl anorganik formudur. Fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) genellikle iki farklı gruba ayrılır. Bunlardan birincisi mineral yüzeylerde adsorbe edilmiş ve bitkiler tarafından kolay alınabilir fosfor ile toprak çözeltisindeki fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) iyonlarından oluşan formlardır. Bunlar topraktaki fosfor havuzunun değişken (kararsız) fosforunu teşkil ederler (Şekil 1.5). Fosforun bu formu bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Demir ( $Fe^{+3}$ ) ve alüminyum ( $Al^{+3}$ ) bileşiklerinin çökelekleri olan strengit ( $FePO_4 \cdot 2H_2O$ ) ve variscit ( $AlPO_4 \cdot 2H_2O$ ) gibi bileşiklerde fosforun diğer formlarıdır. Bu çeşit fosfor formlarının çözülmesi çok zordur. Dolayısıyla da bitkiler tarafından alınımı hemen hemen hiç olmamaktadır. Toprakta bulunan bu çeşit fosfor formuna fikse edilmiş (çözünmez) fosfor (Şekil 1.5) denilmektedir (Brady 1990; Özbek vd. 2001; Bardgett 2005).

Topraklardaki organik içerikli fosfor çeşitlerinin çoğunun doğası henüz bilinmemektedir. Diğer taraftan, bitkilerde bulunan organik fosfor gruplarından üç tanesi toprakta da bulunmaktadır. Bunlar; şeker gibi bileşiklerin fosfatlı esterleri olan inositol fosfatlar, nükleik asitler ve fosfolipitlerdir. İnositol fosfatlar bilinen organik fosfor bileşiklerinin % 10-50 gibi bir kısmını oluşturur. Eskiden toprak organik fosforunun yarısından fazlasını nükleik asitlerin (DNA ve RNA) oluşturduğu düşünülürken, günümüzde nükleik asitlerin miktarının % 1-10 civarında olduğu bilinmektedir. Organik fosfor (P) bileşiklerinin diğeri olan fosfolipitler ise organik fosforun sadece % 0,2-2,5'ini oluşturmaktadır (Brady 1990; Özbek vd. 2001).



Şekil 1.5 Karasal fosfor döngüsünde toprakta bulunan fosforun temel değişimini gösteren şematik diyagram (Bardgett 2005'ten değiştirilerek).

Topraktaki anorganik fosforun alınabilirliğini değişik faktörler etkilemektedir. Toprak reaksiyonu, çözülebilir demir, alüminyum manganın ve bunları içeren minerallerin varlığı, kalsiyum ve kalsiyum minerallerinin alınabilirliği, organik madde miktarı ve ayrışma hızı ile mikroorganizmaların faaliyetleri bu faktörler arasında sayılabilir. Toprağın pH'sı büyük ölçüde fosforun farklı iyon ve mineraller ile olan reaksiyonlarını etkilediği için ilk dört faktör birbirleriyle ilişkilidir. Bitkiler tarafından fosforun alınabilirliği büyük ölçüde bu elementin iyonik formda olmasıyla alakalıdır. İyonik formun çeşidini ise çözeltinin pH'sı ile çözeltilde bu iyonun bulunması belirler. Yani, aşırı asit çözeltilerde sadece dihidrojen fosfat ( $H_2PO_4^-$ ) bulunmaktadır. Fakat pH'nın artmasıyla birlikte çözeltilde ilk önce hidrojen fosfat ( $HPO_4^{2-}$ ) daha sonra ise fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) iyonları hakim duruma geçer. Nötr ve nötre yakın pH'larda bu iki fosfat iyonu aynı anda bulunabilir. Diğer bir ifade ile pH'nın 7 olduğu çözeltilerde  $H_2PO_4^-$  ve  $HPO_4^{2-}$  iyonlarının ikisi de bulunmaktadır (Brady 1990; Kantarcı 2000; Bardgett 2005).

Fosfor bitkiler tarafından çoğunlukla bu formlarda alınır. Aşırı derecede asit topraklarda çözülebilir demir, alüminyum ve manganın bulunması durumunda bu elementler hidrojen fosfat ( $\text{HPO}_4^{-2}$ ) ile reaksiyona girerler ve bu elementlerin çözülemeyen fosfatları meydana gelir. Bu şartlar altında bitkiler hidrojen fosfatı ( $\text{HPO}_4^{-2}$ ) alamazlar. Diğer taraftan, kireçli topraklarda ( $\text{pH}>8$ ) fosforun alınabilirliğini kalsiyum bileşiklerinin çözülebilirliği ile bu bileşiklerde fosforun bulunması etkilemektedir. Dihidrojen fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) içeren konsantre süper fosfat gibi gübreler toprağa atıldığında dihidrojen fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) bir dereceye kadar çözülebilen bileşikler ile reaksiyona girer. Sonuçta trikalsiyum fosfat [ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ], karbonat apatit [ $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$ ], dikalsiyum fosfat [ $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ] gibi suda çözülemeyen ve bitkiler tarafından kullanılmayan (alınamayan) fosfor bileşikleri oluşur. Bitkilerin fosforu maksimum seviyede alabildikleri pH aralıkları Brady (1990) ile Plaster'e (1992) göre 6,0-7,0 iken; Bardgett (2005) ile Gardiner ve Miller'e (2008) göre 5,5-6,5 arasındadır. Çünkü bu pH aralıklarında demir, alüminyum ve kalsiyum tarafından fosforun fiksasyonu en düşük seviyededir (Brady 1990; Kantarcı 2000; Bardgett 2005).

Organik formlar halinde bulunan fosfor toprakta yaşayan canlılar tarafından azot ve kükürtte olduğu gibi mineralizasyona ve immobilizasyona uğrar. Bu süreçler sonunda çözülebilir fosfor bileşikleri organik artıklar olarak serbest kalırlar. Bu arada humusta ayrıştırılır (parçalanır). Bütün bu süreçler sonunda açığa çıkan çözülebilir anorganik fosfat iyonu ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) bitkiler tarafından alınır ya da çözülemeyen diğer formlara dönüşerek fiksasyona maruz kalır. Eğer bir toprakta düşük miktarda fosfor ve yüksek miktarda diğer bitki besin elementlerini içeren organik artıklar bulunuyorsa, toprakta hızlı bir mikrobiyal faaliyet gerçekleşir. Çözeltide alınabilir durumda bulunan dihidrojen fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ); amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve sülfatta ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) olduğu gibi mikrobiyal canlılar tarafından kullanılır. Organik madde, fosforun alınabilmesini iki şekilde etkilemektedir. Birincisi, bilinen organik fosfor kaynakları (nükleik asitler) humik bileşikler ve killer tarafından adsorbe edilir. Bu adsorbsiyon reaksiyonları sayesinde organik fosfor formları mikrobiyal canlıların saldırılarından korunmuş olur. İkincisi ise belirli organik fosfor formları demir, alüminyum iyonları ve sulu oksitler ile karışır. Böylece bu materyallerin fosfat ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) ile reaksiyona girmeleri önlenmiş olur (Brady 1990; Kantarcı 2000; Bardgett 2005).

Bitkiler tarafından fosforun alınabilmesi için gerçekleşen reaksiyonların çoğu biyolojik reaksiyondan daha ziyade jeo-kimyasal reaksiyonludur. Ayrıca, toprakta fosforun bulunma miktarında toprağın geçmişte hangi amaçlarla kullanıldığının da etkisi vardır. Örneğin,

fosforlu gübreler çok dayanıklıdır ve toprakta bulunan alınabilir fosforun kaynağı olması açısından uzun dönemde inanılmaz derecede etki gösterirler. Fosforlu gübreler toprak içerisinde özellikle de üst horizonlarda bitkiler için alınabilir fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) konsantrasyonunu yükseltir. Buna karşın, toprak mikroorganizmaları fosfor döngüsüyle çok yakın bir ilişki içerisinde. Anorganik fosforun parçalanması ve organik fosforun mineralizasyonu toprak mikroorganizmaları sayesinde gerçekleşir. Alınabilir fosforun düşük seviyede olması durumunda organik fosforun mineralizasyonu mikrobiyal ve bitkisel fosfat ürünlerinden elde edilerek gerçekleştirilir. Ester bağlarını parçalayan enzimler sayesinde organik maddedeki fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) serbest fosfata ( $PO_4^{3-}$ ) dönüştürülür. Böylece, serbest fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) bitkiler ve mikrobiyal biyokütle tarafından alınabilir duruma geldiği ifade edilmektedir (Bardgett 2005).

Azotta olduğu gibi, organik fosforun mineralizasyonu da çoğunlukla substratların C/P oranı tarafından düzenlenir. Genel olarak, C/P oranı  $>100$  olduğu zaman fosfor mikroorganizmalar tarafından immobilizasyona uğratılır. Bu durumda, mikroorganizmaların fosfor gereksinimi nispeten yüksektir. Çünkü mikroorganizmaların kuru ağırlıklarının % 1,5–2,5'i fosfor iken bitkilerin % 0,05–0,5'i fosfordur. Mikroorganizmaların fosfor gereksinimleri bitkilerden fazla olduğu için mikroorganizmalar toprakta bulunan alınabilir fosfor için bitkiler ile sürekli bir rekabet içerisinde bulunur. Mikroorganizmalar toplam toprak organik fosfor havuzunun % 20–30 (Jonasson vd. 1999) kadarını bünyelerinde bulundurmaktadır. Bu nedenle fosforun mikrobiyal immobilizasyonu çok önemli olup, bu değer mikroorganizmaların tuttuğu C için % 1–2 ve N için % 2–10 arasında değişmektedir (Turner ve Haygarth 2001; Bardgett 2005).

Benzer olarak Brookes vd.'ne (1982) göre tarım topraklarında toplam organik fosforun % 2–5'lik kısmı, mikrobiyal canlılar tarafından tutulur. Bu değer mera ve orman alanlarında % 20'nin üstündedir. Fosfor için depo vazifesi gören toprak mikrobiyal biyokütlesi çevresel streslerden şiddetli bir şekilde etkilenir. Bu çevresel streslerin başında da ıslak ve kurak dönemler gelir. Bu dönemler içerisinde toprak mikrobiyal biyokütlesinin bir kısmının öldüğü bilinmektedir. Toprak mikrobiyal biyokütlesinin ölmesi sonucunda toprak çözeltilisindeki alınabilir fosforun ve muhtemelen diğer bitki besin elementlerinin de hızlı bir şekilde yıkanması gerçekleşir. Bu yüzden mikrobiyal fosfor topraktaki potansiyel olarak alınabilir durumdaki fosforun çok önemli bir kaynağı durumundadır (Turner ve Haygarth 2001; Bardgett 2005).

Toprak kalitesi ve toprak sağlığı terimleri bilimsel literatürde çoğunlukla karıştırılmakta ve birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bilim adamları “toprak kalitesi” terimini, üreticiler ise daha çok “toprak sağlığı” terimini kullanmaktadır (Harris ve Bezdicek 1994). Toprak sağlığı terimini tercih edenler toprağı cansız kum, kil ve toz karışımından çok canlı ve değişken bir organizma olarak kabul etmektedir. Toprak kalitesi terimini kullananlar ise, toprağın kendisine özđü ölçülebilir fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirtmek için bu terimi tercih etmektedir (Doran ve Safley 1997). Toprak kalitesi ve toprak sağlığını belirli ölçütlere göre birbirinden ayırmaya yarayan ve gösterge (indikatör) olarak kullanılan çok sayıda toprak özelliği vardır (Tablo 1.2). Toprak kirliliği, toprak bozulması, bitki verimliliği ve biyoçeşitliliğin korunması gibi çeşitli çevresel süreçlerin veya bu süreçlerin en son noktasındaki durumlarının izlenmesinde kullanılan ölçülebilir özelliklere gösterge (indikatör) denilmektedir. Toprak kalitesi ya da sağlığı konusunda yapılacak değerlendirmelerde tek bir gösterge yerine çok sayıda gösterge veya bütün göstergelerin dikkate alınması gerektiği konusuna yer verilmektedir (Pankhurst vd. 1997).

Tablo 1.2 Toprak kalitesi veya toprak sağlığını belirlemede gösterge olarak kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri (Pankhurst vd. 1997’den değiştirilerek).

Göstergeler	Toprak kalitesi	Toprak sağlığı	Göstergeler	Toprak kalitesi	Toprak sağlığı
Fiziksel Göstergeler			Biyolojik Göstergeler		
Mineral yapı	+	-	Mikrobiyal biyokütle	+	+
Tekstür	+	-	Toprak solunumu	+	+
Derinlik	+	-	Azot mineralizasyonu	+	+
Hacim ağırlığı	+	+	Enzim faaliyeti	+	+
Su tutma kapasitesi	+	+	Mikrofloranın varlığı	+	+
Gözeneklilik	+	+	Bitki biyoçeşitliliği	+	+
Kimyasal Göstergeler			Kök hastalıkları		
pH	+	+	Toprak biyoçeşitliliği	-	+
Elektriksel iletkenlik	+	+	Besin zincirinin yapısı	-	+
Katyon değişim kapasitesi	+	+	Bitki büyümesi	+	+
Organik madde	+	+	Toprak faunasının varlığı	-	+
Makro bitki besin elementleri	+	+			
Ağır metaller	+	+			

Not: - işareti toprak kalitesi ve sağlığını değerlendirmede kullanılmadığını, + işareti kullanıldığını göstermektedir.

1990’lı yıllarda toprak kalitesi teriminin sadece toprak verimliliği ile sınırlı olmadığı vurgulanarak, insan ve hayvan sağlığını da dolaylı yoldan içine alan, çevre ile karşılıklı etki

ve ilişkiler de dahil edilerek tanımı yapılmıştır (Doran ve Parkin 1994). Toprak sağlığından farklı olarak toprak kalitesi genellikle toprağın kendisi ve diğer dış faktörler için çeşitli fonksiyonları yerine getirebilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Kaliteli toprak, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki tam bir bütünlüğü ifade etmektedir. Ayrıca, bitkilerin büyüüp gelişebilmesi ve biyolojik faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için çok geniş bir ortam sağlanması, su akışını kısımlara ayırarak düzenlenmesi ve belirli ortamlarda suyun depolanmasının sağlanması, çevre için zararlı olan bileşiklerin imha edilmesi ve bu bileşiklerin zararsız hale gelmesi için yeniden şekillendirilmesinde tampon görevi görmek gibi fonksiyonları yerine getirir (Doran ve Safley 1997). Johnson vd. (1997) toprak kalitesini insanların dahil olduğu bir ya da daha fazla canlı türünün herhangi bir amaca ulaşmak için ihtiyaç duyduğu gereksinimlerle ilgili toprağın durumunun bir ölçüsü olarak tanımlamaktadır. Bir başka tanımda toprak kalitesi terimi tarımsal üretkenlik ya da verimlilik ile alakalı olarak toprağın durumu şeklinde tarif edilmiştir (Singer ve Ewing 2000).

Kalite (nitelik) terimi herhangi bir şeyin değer yargısını (mükemmellik derecesi) ifade etmek için kullanılmaktadır. Buradan yola çıkarak toprak kalitesi, toprağın bazı fonksiyonlarının ya da özelliklerinin (iyi-kötü, alçak-yüksek gibi) değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Toprak kalitesi çevreye hiçbir zarar vermeden ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeden aynı zamanda verimliliği en uygun bir biçimde devam ettiren toprak kabiliyetini (yeteneğini) ifade etmektedir (Schjonning vd. 2004). Toprak kalitesi hakkında birçok araştırmacı tarafından farklı tanım yapılmış olmasına rağmen günümüzde büyük bir çoğunlukla Amerika Toprak Bilimi Topluluğu (SSSA) tarafından yapılan toprak kalitesi tanımı kullanılmaktadır. Bu topluluğa göre toprak kalitesi doğal ya da yönetilen (işlenen) ekosistem sınırları içerisinde bitki ve hayvan üretimini devam ettirmek ya da geliştirmek, su ve hava kalitesini sürdürmek ya da artırmak, insanların yaşam alanlarını ve sağlıklarını pekiştirmek ya da kuvvetlendirmek için toprağın fonksiyonlarını yerine getirebilme kapasitesidir (Karlen vd. 1997).

1990'ların ortalarında toprak sağlığı terimi ortaya atılmıştır. Fakat toprak kalitesi teriminden toprak sağlığı terimine geçiş kolay olmamıştır. Örneğin, Kanada'da toprak sağlığını izleyen ve değerlendiren bir program toprağın kabiliyetini yani yeteneğini tanımlamak için kalite (nitelik) ve sağlık terimlerini eş anlamlı olarak kullanmıştır. Bu programa göre yapılan faaliyetler, toprakta bozulma olmaksızın ürün gelişimine fırsat veriyorsa sağlıklı, aksi durumda sağlıksız ve çevre için zararlı olduğu kabul edilmektedir (Acton ve Gregorich 1995; Nielsen ve Winding 2002). Son 10 yılda toprak sağlığının birkaç farklı tanımı yapılmıştır.



Toprak kalitesinden farklı olarak toprak sağlığı toprak ekosisteminin canlı bileşenine son derece bağımlıdır. Sürekli olarak devam eden ayrışma ve koruma süreçlerinin net bir sonucu olan toprak sağlığı; bitki sağlığını, çevre sağlığını, gıda güvenliğini ve kalitesini etkilemektedir (Parr vd. 1992; Halvorson vd. 1997).

Toprak sağlığı, yaşam için gerekli ve yaşıyan bir sistem olarak biyolojik verimliliğin ekosistem sınırları içerisinde devam ettirilmesi veya güçlendirilmesi, ekosistem içerisinde su ve hava kalitesinin düzenlenmesi veya yükseltilmesi, bitki, hayvan ve insan sağlığının korunması veya sürdürülmesi için toprağın hiç durmadan devam eden kapasitesine (kabiliyetine) denilmektedir (Doran ve Safley 1997). Toprak sağlığı tanımında yer alan iki özellik, toprak sağlığını daha önce tanımı yapılan toprak kalitesinden (niteliğinden) ayırmaktadır. Bunlardan birincisi, bu tanımın zaman öğesini içermesidir. Tanımdaki hiç durmadan devam eden kapasite (zaman özelliği) zaman içinde bir fonksiyonun aynı şekilde devam edebilmesinin toprak için ne kadar önemli olduğunu ifade etmektedir. Diğer özellik olan yaşam için gerekli ve yaşıyan bir sistem ise, toprağın fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için toprakta bulunan bitki ve hayvanların (toprak biyotası) önemini belirtmektedir (Pankhurst vd. 1997).

Toprak kalitesinin değerlendirilmesi toprağın hangi amaç için kullanılacağına göre değişmektedir. Buğday üretimi yapılan bir toprak ile sebze üretimi yapılan bir toprağın kalite değerlendirmesi farklıdır. Hatta tek yıllık bitkiler için gerekli olan toprağa ait sağlık özellikleri ile çok yıllık (ormanlar) bitkiler için gerekli olan toprağa ait sağlık özellikleri de farklıdır. Bu farklılık çok yıllık mono kültürler ile karışık doğal ekosistemlerde de devam etmektedir. Sonuç olarak, toprak kalitesi ile tek bir bitki türünün ya da bitki topluluklarının üretimi arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu nedenle, toprağın kendine ait özellikleri olan mineral yapısı, tekstürü, derinliği gibi özellikler toprak kalitesinin en önemli vasıflarıdır (Pankhurst vd. 1997).

Bununla birlikte, toprak sağlığı kavramı herhangi bir ürünü yetiştirmek için gerekli olan kapasite ya da kalitenin (nitelik) ötesinde toprağa ait ekolojik özellikleri de ihtiva eder. Toprağın biyolojik çeşitliliği, besin zincirinin yapısı, toprak faaliyeti ve toprağın gerçekleştirilmeye çalışıldığı fonksiyonların çeşidi gibi başlıca toprağa ait ekolojik özellikler, toprakta yaşıyan bitki ve hayvanların oluşturduğu toprak biyotası ile etkileşim içerisinde. Örneğin; toprak biyolojik çeşitliliği buğday üretimi için son derece gerekli olan bir toprak

özelliği değildir. Ancak sürdürülebilir bir buğday üretimi için toprak biyolojik çeşitliliği önemli bir toprak özelliği olabilir (Pankhurst vd. 1997).

Jenkinson ve Ladd (1981) toprak mikrobiyal biyokütlesini  $5 \times 10^{-3}$   $\mu\text{m}^3$ 'den daha büyük bitki kökleri ve toprak hayvanları hariç, toprak organik maddesinin yaşayan bir parçası olarak tanımlamaktadır. Toprak mikrobiyal biyokütle kavramı ilk defa Jenkinson (1966) tarafından ileri sürülmüştür. Toprak mikrobiyolojisinde güvenli ve uygun olarak standardize edilmiş bir yöntemin yokluğundan dolayı, mikrobiyal biyokütle havuzu uzun zaman önemsenmemiş, ihmal edilmiş ya da mikrobiyal sayıya dayanılarak mikrobiyal biyokütle tahmini yapılmıştır. Ancak bu durum, çoğunlukla Jenkinson ve Powlson'un (1976) çalışmaları sayesinde değiştirilmiştir. Jenkinson ve Powlson (1976) mikrobiyal biyokütlerde tutulan karbon miktarının dolaylı olarak belirlenmesi için chloroform fumigation–incubation (kloroform fumigasyon inkübasyon) yöntemini ortaya atmıştır (Insam 2001; Powlson vd. 2001).

Mikrobiyal biyokütlenin ekosistem içindeki temel görevleri arasında organik maddeleri ayrıştırmak, organik ve anorganik maddelerden N, P, K, S ve diğer iyonları mineralize etmek, besin elementlerini stoplazma içinde tutarak topraktan yıkanmasını engellemek, topraktaki zehirli maddeleri ayrıştırmak veya bünyelerinde biriktirmek yer alır. Mikrobiyal biyokütlenin diğer temel görevleri ise bitkilerin su ve besin elementi alımını artırmak, toprakların kırıntılı yapı kazanmasını sağlamak, humik maddeleri sentezlemek, zararlı toprak mikroorganizmaları ile mücadele etmek, antibiyotik üretmek, tohumların çimlenme engellerini kaldırmak, toprak oluşum ve gelişim olaylarına katılmak şeklinde özetlenebilir (Christensen 1989).

Çeşitli Avrupa ülkelerindeki toprakları izleyen programlarda farklı mikrobiyal göstergeler kullanılmaktadır (Tablo 1.3). Her bir mikrobiyal gösterge birbirinden çok farklı olmamak kaydıyla toprak kalitesi ve toprak sağlığını değişik açılardan değerlendirir. Bu yüzden, mikrobiyal göstergelerin kendilerine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Tablo 1.3 incelendiğinde görülebileceği gibi Avrupa ülkelerinde kullanılan mikrobiyal göstergeler büyük bir çoğunlukla mikrobiyal biyokütle ve toprak solunumudur (Nielsen ve Winding, 2002).

Tablo 1.3 Çeşitli Avrupa ülkelerinde toprak sağlığı izleme programlarında kullanılan mikrobiyal göstergeler (Nielsen ve Winding 2002'den değiştirilerek).

Toprak Sağlığın İzleme Programları	Mikrobiyal Göstergeler	Toprak Sağlığın İzleme Programları	Mikrobiyal Göstergeler
<b>İngiltere</b> (UK SS Ağı) (1994–2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik <i>Rhizobium</i></li> </ul>	<b>Almanya</b> (Niedersachsen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> </ul>
<b>Almanya</b> (Schleswig-Holstein)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Metabolik Katsayı</li> <li>➤ Toprak Enzimleri</li> </ul>	<b>İngiltere</b> Lağım suyu atık projesi (1998–2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> <li>➤ Bio-algılayıcı Bakteri</li> </ul>
<b>Birleşik Krallık</b> İskoç Toprak Bölgeleri (1990–1999)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> </ul>	<b>İngiltere</b> (Kırsal alan gözlemleri 2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> </ul>
<b>İsviçre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Potansiyel N-Mineralizasyonu</li> </ul>	<b>Estonya, Finlandiya, Almanya, İtalya, Letonya, Rusya, İsveç</b> (ICP-IM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Organik Madde Ayrışması</li> <li>➤ Toprak Enzimi (fosfat)</li> <li>➤ Potansiyel N-Mineralizasyonu</li> </ul>
<b>Çek Cumhuriyeti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ N-Mineralizasyonu ve Nitrifikasyonu</li> <li>➤ Toprak Enzimleri</li> </ul>	<b>Avusturya</b> (ICP-IM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Enzimleri</li> <li>➤ Nitrifikasyon</li> <li>➤ Bakteri ve Mantar, örneğin Mikoriza</li> </ul>
<b>Hollanda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Potansiyel C- Mineralizasyonu</li> <li>➤ Potansiyel N-Mineralizasyonu</li> <li>➤ Bakterilerin Gelişme Hızı</li> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> </ul>		

Organik madde toprağın çok önemli bir bileşenidir. Toprak mikrobiyal biyokütlesi organik maddenin aktif ve yaşayan bir unsurudur. Bitki besin maddelerinin hem depolandığı bir havuz hem de gerekli durumlarda kullanılmak üzere kaynağı durumundadır. Mikrobiyal biyokütle toprak gelişim süreci boyunca meydana gelen organik madde birikimine paralel bir seyir göstermektedir (Jenkinson ve Ladd 1981; Singh vd. 1989; Smith ve Paul 1990; Diaz-Ravina vd. 1993). Mikrobiyal biyokütle ekosistemdeki primer üretim ile çok yakın bir ilişki içinde olup (Zak ve Pregitzer 1990), ekosistemdeki besin maddesi dolaşımı ile toprak sisteminin fonksiyonları ve gelişiminden de sorumludur (Smith ve Papendick 1993). Bundan dolayı, mikroorganizmalar toprak strüktürünün şekillenmesinde ve toprak içerisindeki biyokimyasal döngülerin gerçekleşmesinde en temel görevi üstlenmiş durumdadır (Roldan vd. 1994). Dünya genelinde mikrobiyal biyokütle ölçümlerinin, çeşitli nedenlerle azalan toprak kalitesinin izlenmesinde hassas bir gösterge olduğu kanısı gün geçtikçe artmaktadır (Dick 1997; Mendham vd. 2002; Li vd. 2004).

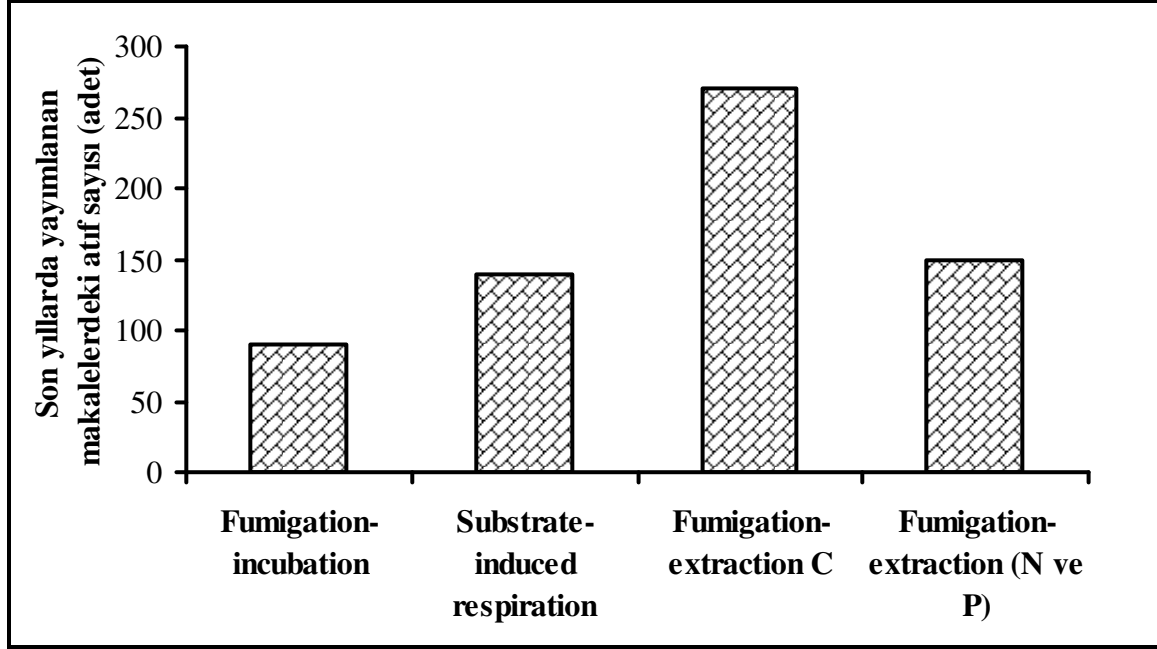
Günümüzde toprak içindeki mikrobiyal biyokütleyi tahmin etmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Tablo 1.4). Bu yöntemler, doğrudan (mikroskop ya da özel zarlı fosfolipid ile yağlı asitlerin belirlenmesi) ve dolaylı (kloroform fumigasyonu (CFE/CFI) veya substrat ilaveli solunum (substrate-induced respiration (SIR)) olarak ikiye ayrılabilir (Nielsen ve Winding 2002).

Tablo 1.4 Topraklarda mikrobiyal biyokütlenin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerin fayda ve sakıncaları (Brookes 2001; Insam 2001; Haubensak vd. 2002'den değiştirilerek).

Yöntem	Faydaları	Sakıncaları
Kloroform Fumigasyon-İnkübasyon Yöntemi (CFI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doğrudan biyolojik ölçümler yapılabilir.</li> <li>• Zehirleyici hiçbir kimyasal madde gerektirmez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uzun süren bir çalışma gerektirir (10 gün).</li> <li>• Asidik topraklar (pH&lt;6,0) için uygun değildir.</li> <li>• Hava kurusu haldeki topraklarda uygulanmaz.</li> <li>• CaCO<sub>3</sub> (kireç) bakımından zengin topraklarda güvenilir değildir.</li> </ul>
Kloroform Fumigasyon-Ekstraksiyon Yöntemi (CFE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuru topraklarda uygulanabilir.</li> <li>• Yeni gübre atılmış topraklarda çalışma olanağı sağlar.</li> <li>• Hızlı bir yöntemdir (24 saat).</li> <li>• Biyokütle ölçümleri bütün pH aralıklarında yapılabilir.</li> <li>• Su ile doymuş halde bulunan topraklarda biyokütle ölçümleri yapılabilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C ölçümleri pahalı aletler gerektirir.</li> <li>• Az da olsa toprağın su içeriğinden etkilenir (çok kuru topraklar için uygun değildir).</li> </ul>
Substrat İlaveli Solunum (SIR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zehirleyici hiçbir madde gerektirmez.</li> <li>• Çok daha hızlı bir yöntemdir (8 saat).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalibrasyon için başka bir metod gereklidir (yani dolaylı yoldan tahmin yapılır).</li> <li>• Yeni organik madde katılmış topraklar için uygun değildir.</li> </ul>

Bu yöntemlerden kloroform fumigasyon ekstraksiyon (CFE) yöntemi, ön bir inkübasyon işlemi olmaksızın kuru topraklarda uygulanabilirliği, analiz için gereken zamanın çok kısa olması ve yeni gübrelenmiş topraklarda da çalışma olanağı sağlaması gibi özelliklerinden dolayı kloroformlu yöntemler arasında en fazla tercih edilen yöntem olmuştur (Tablo 1.4 ve Şekil 1.6) (Haubensak vd. 2002). Fumigasyon ekstraksiyon (CFE) yönteminde, fumigasyon sonucunda toprak canlılarından serbest hale geçen elementler ekstraksiyon yapılır ve ardından ölçüm gerçekleştirilir. Bu yöntem ile sadece mikrobiyal biyokütle C'nun ölçümü yapılmayıp, aynı zamanda mikrobiyal biyokütle N ve mikrobiyal biyokütle P gibi de elementlerin ölçümü de yapılır (Brookes vd. 1982; Brookes vd. 1985a ve b; Vance vd. 1987a).

Mikrobiyal biyokütleyi belirlemek için araştırmacılar tarafından fazla tercih edilen dört yöntem arasından kloroform fumigasyon ekstraksiyon yönteminin diğerlerine kıyasla daha çok kullanıldığı Şekil 1.6’da görölmektedir (Insam 2001).



Şekil 1.6 Mikrobiyal biyokütleyi tahmin etmek için kullanılan farklı yöntemlere son yıllarda yapılan atıf sayıları (Insam 2001’den değiştirilerek).

Toprak bir sistem olarak düşünölrse bu sistem içerisinde enerji akışının % 90’ından daha fazlası mikrobiyal ayrıştırıcılar tarafından geręekleřtirilir. Toprak içerisinde meydana gelen biyolojik faaliyet sadece mikrobiyal faaliyeti kapsamakla kalmaz aynı zamanda, toprakta yaşayan mikro canlıların diğer canlılarla ve bitki kökleriyle olan ilişkilerini de kapsar. Bununla birlikte, mikrobiyal faaliyet sadece toprakta yaşayan mikro canlılar tarafından geręekleřtirilen çok çeşitli faaliyetleri ifade etmek için kullanılan bir terimdir. Dolayısıyla, bu iki terim kavramsal olarak birbirinden farklı olmasına rağmen bazen anlam karışıklıklarına neden olmaktadır. Mikrobiyolojik faaliyetleri belirleyen biręok yöntem vardır. Bunlar arasında bazal solunum, substrat ilaveli solunum, azot mineralizasyonu, nitrifikasyon oranı, potansiyel denitrifikasyon faaliyeti, azot fiksasyonu, adenilat enerji yükü, ATP iğeriiği, spesifik enzim faaliyetleri ve dimetil sülfoksit indirgenmesi sayılabilir (Nannipieri vd. 2003).

Toprak havasının bileşimi atmosferinkinden özellikle karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve oksijen (O<sub>2</sub>) oranı bakımından farklıdır. Toprak havasında azot (N<sub>2</sub>) % 79,2, oksijen (O<sub>2</sub>) % 20,6 ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) % 0,2-0,7 arasında değişen miktarlarda bulunurken, atmosferde azot (N<sub>2</sub>)

% 79, oksijen (O<sub>2</sub>) % 20,97 ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) % 0,03 miktarlarda bulunmaktadır. Toprakta yaşayan mikroorganizmaların ve bitki köklerinin solunumu ve organik maddelerin ayrışması toprak havasının karbondioksitçe (CO<sub>2</sub>) zenginleşmesine sebep olur (Kantarıcı 2000). Toprak solunumu bilhassa mikrobiyal canlılar başta olmak üzere aerobik canlılar tarafından organik maddenin biyolojik oksidasyonu sonucunda karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) açığa çıkmasıdır. Toprak solunumu karasal ekosistemlerin hepsinde gerçekleşen karbon (C) döngüsü için çok önemlidir ve bu döngüde ana rol oynar. Çünkü toprak solunumu yoluyla bitkilerin gerçekleştirdiği fotosentez olayında bağlanmış durumda bulunan karbon (C) tekrar atmosfere salınır. Toprak mikroorganizmalarının metabolik faaliyetleri ya karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretiminin ya da oksijen (O<sub>2</sub>) tüketiminin ölçülmesiyle değerlendirilmektedir (Nielsen ve Winding 2002).

Araştırmacıların çoğu topraktaki mikrobiyolojik faaliyeti, bazal solunumu ya da belirli organik substratların (amino asit, glikoz v.b.) veya organik artıkların toprağa ilavesi sonucunda gerçekleşen toprak solunumunu (substrat ilaveli solunum) belirlemek suretiyle ölçerler. Toprak solunumu çok eski yöntemlerden biri olmasına rağmen topraktaki mikrobiyal faaliyeti (aktiviteyi) belirleyebilmek için günümüzde de çok sıklıkla kullanılmaktadır. Toprak içerisinde meydana gelen solunum sadece toprakta yaşayan makroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmez aynı zamanda mikroorganizmalar tarafından da gerçekleştirilir. Diğer metabolik faaliyetlerde olduğu gibi solunum da canlı hücrelerin fizyolojik durumu ile yakından ilgilidir. Ayrıca toprağın birçok özelliği tarafından da etkilenir. Toprak solunumunu etkileyen diğer toprak özellikleri; toprak nemi, toprak sıcaklığı, toprak strüktürü ve alınabilir bitki besin elementlerinin miktarı şeklinde sayılabilir (Kieft ve Rosacker 1991; Alef 1995; Nannipieri vd. 2003).

Kuru hava toprak solunumunu azaltırken, nemli topraklarda ilk baştaki mikrobiyal faaliyet oldukça yüksektir. Bunun nedeni, kuru toprakların ıslanması durumunda organik bileşiklerden fiziksel ve kimyasal yollarla kolay ayrışabilen organik asit ve amino asit konsantrasyonlarının ortamda ani olarak artmasıdır. Bazal solunum, toprak örneklerine herhangi bir organik substrat (glikoz, amino asit v.b.) katmaksızın gerçekleşen solunum olarak tanımlanmaktadır. Kısaca, toprak solunumu (bazal solunum) toprakların belirli bir süre kapalı kavanozda, kapalı petri kabında veya farklı tipte şişede inkübasyona tabi tutulmasıyla belirlenir. İnkübasyon sonunda açığa çıkan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) sodyum hidroksit ile yakalanır ve hidroklorik asit (HCl) ile titre edilir (Kieft ve Rosacker 1991; Alef 1995; Nannipieri vd. 2003).

Metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) belirli miktardaki mikrobiyal biyokütleyle karşılık gelen mikrobiyal solunumu ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) mikrobiyal biyokütlerdeki toprak solunumunun hızını açıklamaya yarayan bir orandır. Metabolik katsayı spesifik solunum hızı olarak da adlandırılır. Metabolik katsayı bazal solunum değerinin ( $mg CO_2-C g^{-1}$  kuru toprak  $h^{-1}$ ) mikrobiyal biyokütle C miktarına ( $\mu g C_{mic} g^{-1}$  kuru toprak) bölünmesiyle elde edilen bir orandır. Metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) belirli bir mikrobiyal topluluğun metabolik durumunun detaylı bir şekilde incelenmesinde gösterge (indikatör) olarak kullanılmaktadır. Ayrıca toprak organizmalarının metabolik katsayısı bitki ekosistemiyle benzerlik gösterdiğinden toprakların gelişimi, substrat niteliği, ekosistem gelişimi ve farklı arazi kullanım biçimlerinin araştırılmasında sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ağır metal kirliliği, toprak sıkışması, toprak reaksiyonu (pH) gibi toprakta strese yol açan olaylara karşı gösterilen tepkinin incelenmesinde de kullanılmaktadır (Anderson ve Domsch 1990; 1993; Coleman ve Crossley 1995; Sparling 1997).

## 1.2 LİTERATÜR ÖZETİ

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal aktivite üzerinde etkisi büyüktür (Parr ve Papendick 1997). Ancak bu özelliklere bağlı kalarak toprakta meydana gelen önemli değişikliklerin belirlenmesi çok uzun yıllar almaktadır. Buna karşılık, topraktaki biyolojik ve biyokimyasal değişiklikler toprak içerisinde meydana gelen çok küçük değişikliklere (bozulma ve erozyon) karşı çok hassastır. Toprak mikrobiyal aktivitesi ekosistemin dengesi ve verimliliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu için mikrobiyal biyokütle toprağın kalitesi hakkında çok doğru ve hızlı bilgiler verir (Smith ve Papendick 1993).

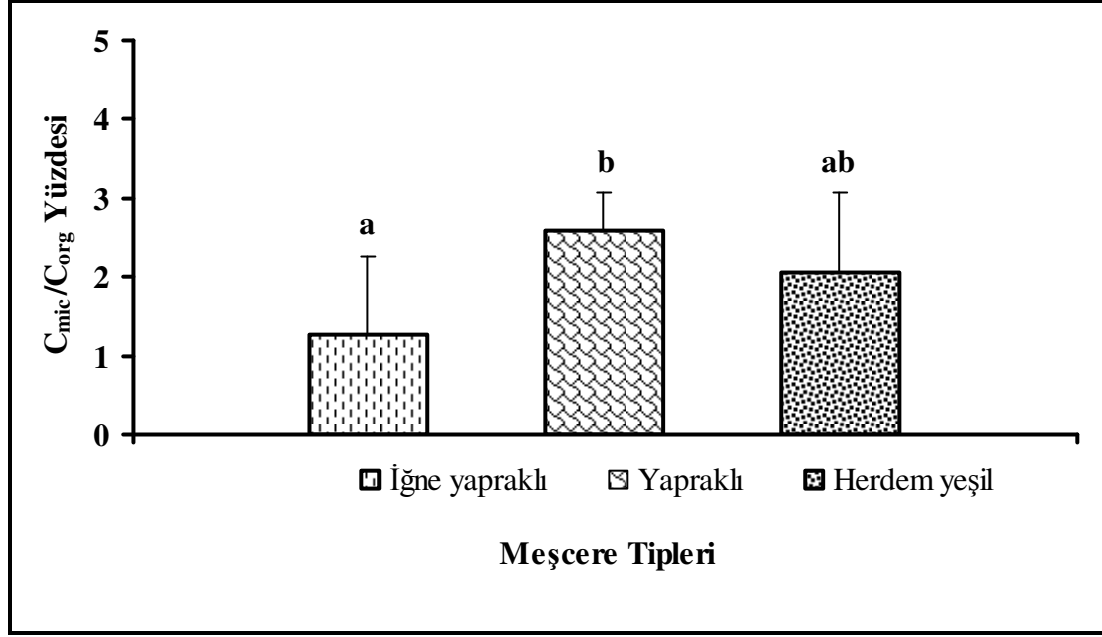
Nem ve sıcaklık gibi çevresel şartlardaki mevsimsel değişiklikler mikrobiyal biyokütle döngüsünü kolaylaştırır ve bu yüzden de mikrobiyal biyokütle besin maddesi alınabilirliğini düzenlemede çok önemli bir rol oynar. Substratın yaz aylarında kuruması veya kış aylarında donması durumunda mikrobiyal biyokütlenin öldüğü kabul edilmektedir. Islanma ve çözünme olaylarına bağlı olarak mikrobiyal büyümede meydana gelen artışlar ölmüş mikroorganizmalardan kaynaklanan alınabilir besin maddelerine bağlanmaktadır. Toprak sıcaklığı ve nemindeki değişiklikler C mineralizasyon oranını, mikrobiyal topluluğun tür yapısını ve toprak çözeltisinden besin maddesi alınabilirliğini etkilemektedir (Zogg vd. 1997;

Bauhus ve Khanna 1999). Hindistan'ın kurak muson ormanlarında yapılan araştırmalarda en yüksek mikrobiyal biyokütle C, N ve P değerlerinin kurak mevsim süresince elde edildiği ifade edilmektedir (Srivastava ve Singh 1989; Raghubanshi 1991). Tropikal Amazon yağmur ormanlarında yapılan başka bir çalışmada ise mikrobiyal biyokütle C'un mevsimsel olarak önemli derecede bir değişim göstermediğini belirtmektedir (Luizao vd. 1992).

Birçok araştırmacı mikrobiyal biyokütledeki mevsimsel değişikliklerin substratın su içeriği ve sıcaklık koşulları ile alakalı olduğunu ifade etmektedir (Entry vd. 1986; Hughes ve Reynolds 1991; Raghubanshi 1991; Santruckova 1992; Diaz-Ravina vd. 1995). Ladin (*Picea rubens* Sarg.) ormanlarında, toprak sıcaklığının + 5 °C'ye ulaştığı dönemde meydana gelen sağanak yağmurlardan sonra gerçekleştirilen bir çalışmada; mikrobiyal biyokütle C miktarının toprak sıcaklığı ile negatif, buna karşılık mikrobiyal C, N ve P'un toprak nemi ile pozitif bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir (Christ vd. 1997). Başka bir çalışmada ise mikrobiyal biyokütledeki mevsimsel değişikliklerin sadece klimatik şartlar ile ilişkilendirilmesinin yeterli olmadığı ifade edilmektedir. Mikrobiyal biyokütledeki mevsimsel değişikliklerin; ince kök miktarı, kök salgıları ve l örtüden kaynaklanan alınabilir C miktarında meydana gelen değişikliklerle de ilgisinin olabileceği belirtilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999). Gallardo ve Schlesinger (1994) ile Bauhus ve Barthel (1995) yaptıkları çalışmalarında l örtü mikrobiyal biyokütlesindeki mevsimsel değişikliklerin mineral toprağa göre daha yüksek olduğunu ifade etmektedirler. Bu durumun l örtü tabakasının mineral toprağa göre mevsimsel değişikliklerden daha fazla etkilenmesinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı ifade edilmektedir.

Çeşitli araştırmalarda, ağaç türlerinin mikrobiyal parametreler üzerindeki etkisine dair genelleme yapmanın zor olduğu vurgulanmaktadır. Çünkü aynı yetişme ortamı şartlarında, farklı ağaç türlerinin mikrobiyal parametreleri benzer şekilde etkilediği belirtilmektedir. l rtdeki  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin yapraklı ormanlarda (% 2,58) iğne yapraklı ormanlardan (% 1,27) daha yüksek olduğu buna karşılık herdem yeşil ormanlarda bu değerin (% 2,06) diğerlerine göre anlamlı bir farka sahip olmadığı ifade edilmektedir (şekil 1.7). Yeterli sayıda verinin olmamasından dolayı ağaç türlerine göre  $N_{mic}$  için bu karşılaştırma yapılamamıştır. Sonuç olarak, yapraklı türlerin l örtü kalitesinin iğne yapraklı türlerden daha iyi olduğu veya mikrobiyal gelişme için yapraklı türlerin yetişme ortamlarının iğne yapraklı türlerden daha uygun olduğu söylenebilir (Bauhus ve Khanna 1999).





Şekil 1.7 Farklı meşcerelere ait ölü örtülerde belirlenen  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdeleri (Bauhus ve Khanna 1999'dan değiştirilerek).

Benzer olarak Scheu ve Parkinson (1995) tarafından yapılan bir çalışmada ölü örtüdeki  $C_{mic}$  miktarı ve  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi kavak meşceresinde çam meşceresinden daha yüksek bulunmuştur. Bauhus vd. (1998) ise göknar, ladin, kavak ve huş ölü örtülerindeki  $C_{mic}/C_{org}$  ve  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdelerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre  $C_{mic}/C_{org}$  ve  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri göknar ve ladin ormanlarında diğerlerinden daha düşük bulunmuştur. Aynı çalışmada  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi ile ölü örtüdeki N arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ve yine yapraklı türlerde iğne yapraklı türlere kıyasla bu ilişkinin daha yüksek olduğu ifade edilmektedir. Billore vd.'de (1995) mikrobiyal biyokütle N ile ölü örtüdeki N arasında pozitif doğrusal bir ilişkinin olduğunu vurgulamaktadır. Toprak organik maddesinin en önemli kaynağı olan ölü örtü, toprak sıcaklığı ve nemindeki dalgalanmalara karşı toprakta tampon etkisi oluşturmak suretiyle mikroklimayı da etkilemektedir. Diğer yandan, toprak üzerindeki ölü örtü birikmesine paralel olarak mikrobiyal biyokütlenin devamlı olarak artmadığı belirtilmektedir. Ayrıca, mikrobiyal topluluğun yapısı üzerine ölü örtünün etkileri konusunda yeterli sayıda bilgi bulunmamaktadır (Rinnan vd. 2008).

Orman ve mera alanlarına ait ölü örtülerin kimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ortalama ölü örtü C içeriği iğne yapraklı kuzey ormanlarda (boreal) % 32; alt kuzey ormanlarda (sub-boreal) % 33,7 bulunmuştur. Alt kuzey (sub-boreal) mera alanlarının ölü örtü organik C içeriğinin ortalama % 30,3 olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca, aynı çalışmada çam

ormanının ölü örtü organik C içeriğinin yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için sırasıyla % 33,7, % 34,2 ve % 33,5 olduğu ifade edilmektedir. Diğer taraftan ladin ölü örtüsünün organik C içeriğinin çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için sırasıyla % 34,0 ve % 34,3 olduğu bildirilmektedir (Bienkowski vd. 2006). Başka bir çalışmada andezit anakayası üzerinde yetişen karaçam meşçeresi ölü örtüsünün organik C (yaprak tabakası ve çürüntü+humus tabakası ayrı ayrı değerlendirilmiş) miktarı % 41,03-56,26 arasında değişirken; traki-andezit anakayası üzerinde yetişen karaçam meşçeresi ölü örtüsünün organik C miktarı % 44,80-56,10 arasında değişmektedir. Aynı çalışmada Gölcük formasyonu ve alüvyonlar üstündeki meşçerelerin ölü örtü tabakalarına ait organik C değerleri de sırasıyla % 41,83-56,04 ve % 44,02-56,10 arasında değişim göstermektedir (Karatepe 2004). Karaöz (1991) tarafından yapılan diğer bir çalışmada karaçam ölü örtüsündeki toplam organik C miktarı yaprak tabakasında % 54,91, çürüntü tabakasında % 47,05 ve humus tabakasında % 33,20 bulunmuştur.

Arunachalam ve Arunachalam (2000) sub-tropikal nemli ormanda üst toprakların (0-10 cm) organik C içeriğinin % 3,9-5,9 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Wu vd. (2000) tarafından yapılan diğer bir çalışmada tarım yapılan alanlar ile çim alanı olarak kullanılan alanlara ait toprakların organik C içeriklerinin % 2,4-6,3 arasında değiştiği ifade edilmektedir. Garcia-Oliva vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada iki farklı mevsimde (kurak ve yağmurlu) orman ve mera alanlarına ait toprakların (0-5 cm) organik C içeriklerinin orman alanında daha yüksek olduğu ifade edilmektedir. Çalışmada organik C içerikleri orman alanının kurak mevsiminde % 3,6, yağmurlu mevsimde % 2,9, mera alanının kurak mevsiminde % 3,0, yağmurlu mevsimde ise % 2,3 olarak tespit edilmiştir.

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanı (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) üst topraklarının (0-5 cm) organik C içerikleri araştırılmıştır. Karışık çam ormanlarına ait toprakların organik C içeriklerinin % 6,02 ile % 7,16 arasında değiştiği, ortalama olarak % 6,63 olduğu bulunmuştur. Çim alanına ait toprakların organik C içeriği % 7,14-9,59 arasında değişirken ortalama % 7,78 bulunmuştur. Bartın yöresinde kayın ve karaçam meşçerelerinde yapılan bir çalışmada, üst toprakların (0-5 cm) ortalama organik C içeriği kayın meşçeresi için % 4,14 ve karaçam meşçeresi için % 2,51 olarak belirlenmiştir. (Kara ve Bolat 2008a). Yörede yapılan diğer bir çalışmada orman, mera ve tarım alanları için üst toprakların (0-5 cm)

ortalama organik C içeriği sırasıyla % 4,14, % 2,69 ve % 1,19 olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008b).

Bienkowski vd. (2006) orman ve mera alanlarına ait ölü örtülerin kimyasal özelliklerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada toplam azot içeriği iğne yapraklı kuzey ormanlarda ortalama % 0,52, alt kuzey ormanlarda % 1,12 bulunmuştur. Alt kuzey bölgedeki mera alanlarının ölü örtüdeki toplam azot içeriği ortalama % 0,82 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada ölü örtü toplam azot içeriği çam ormanında yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için sırasıyla % 0,5, % 0,6 ve % 0,6; ladin ormanında çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için sırasıyla % 0,6 ve % 1,0 bulunmuştur. Satti vd. (2003) tarafından kuzey-batı Patagonya ormanlarında yapılan bir çalışmada ölü örtülerin toplam azot içerikleri üç farklı türün oluşturduğu iğne yapraklı ormanlarda % 0,28-0,48, üç farklı geniş yapraklı türün oluşturduğu herdem yeşil ormanlarda % 0,49-1,03 ve yaprağını döken geniş yapraklı dört farklı türün meydana getirdiği ormanlarda % 0,52-0,85 arasında değiştiği bildirilmiştir. Karaçam meşcerelerinde yapılan diğer bir çalışmada ölü örtülerin toplam azot (yaprak tabakası ile çürüntü+humus tabakası ayrı ayrı değerlendirilmiş) miktarı andezit anakayasası üzerinde % 0,54–1,15, traki-andezit anakayasası üzerinde % 0,35-0,85 arasında değişmektedir. Aynı çalışmada Gölcük formasyonu ve alüvyon üstündeki meşcerelerin ölü örtü tabakalarına ait toplam azot değerleri de sırasıyla % 0,36-0,92 ve % 0,36-0,84 arasında değişim göstermektedir (Karatepe 2004). Karaöz (1991) tarafından yapılan diğer bir çalışmada karaçam ölü örtüsündeki toplam azot miktarı yaprak tabakasında % 0,75, çürüntü tabakasında % 0,89, humus tabakasında % 0,84 tespit edilmiştir.

Çoğunlukla, 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 fazla ise "çok yüksek" olarak değerlendirilir (Çepel 1995). Arunachalam ve Arunachalam (2000) tarafından yapılan çalışmada sub-tropikal nemli orman toprakları (0-10 cm) için toplam azotun % 0,3-0,6 arasında değiştiği belirlenmiştir. Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada karışık meşcereler [*Quercus serrata* Thunb. ve *Schima wallichii* (DC.) Korth. ile *Quercus serrata* Thunb. ve *Lithocarpus dealbatus* (Miquel) Rehder)] altındaki toprakların (0-10 cm) toplam azot içerikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda toprakların toplam azot içeriği *Quercus serrata-Schima wallichii* karışık meşceresinde % 0,39-0,54, *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşceresinde % 0,33-0,50 arasında değiştiği ifade edilmektedir.

Meksika'nın dağlık arazilerinde 24 farklı yetişme ortamında yapılan bir çalışmada toprakların (0-15 cm) toplam azot içeriğinin % 0,05-0,31 arasında değiştiği ve ortalama % 0,10 olduğu bildirilmektedir (Murrieta vd 2007). Kuzey-batı Patagonya ormanlarında yapılan bir çalışmada ise iğne yapraklı üç farklı türde, herdem yeşil geniş yapraklı üç farklı türde ve yaprağını döken geniş yapraklı dört farklı türde toprakların (0-15 cm) toplam azot içerikleri incelenmiştir. Çalışmada toprakların toplam azot içeriği iğne yapraklı türlerde % 0,24-0,41, herdem yeşil geniş yapraklı türlerde % 0,28-0,48 ve yaprağını döken geniş yapraklı türlerde % 0,33-0,78 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Satti vd. 2003). Bartın yöresinde kayın ve karaçam meşcereleri için yapılan bir çalışmada üst toprakların (0-5 cm) toplam azot miktarı kayın meşceresi için % 0,32, karaçam meşceresi için % 0,23 olarak tespit edilmiştir (Kara ve Bolat 2008a). Diğer bir çalışmada orman, mera ve tarım alanlarına ait toprakların (0-5 cm) toplam azot miktarı sırasıyla % 0,32, % 0,27 ve % 0,15 olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008b).

Topraktaki bitkiye yarayışlı fosfor miktarı  $2,5 \mu\text{g g}^{-1}$  ise "çok az";  $2,5-8,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "az";  $8,0-25,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "yeterli";  $25,0-80,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "fazla";  $>80 \mu\text{g g}^{-1}$  ise "çok fazla" olarak kabul edilmektedir (FAO 1990). Bir başka sınıflandırmada toprakların bitkiye yarayışlı fosfor içeriği  $< 4,0 \mu\text{g g}^{-1}$  ise "az";  $4,0-8,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "orta";  $8,0-16,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "iyi";  $16,0-24,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "yüksek";  $>24 \mu\text{g g}^{-1}$  ise "çok yüksek" olarak değerlendirilmektedir (Kacar 1996). Sitka ladini (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr) ormanlarında yapılan bir çalışmada kesimden önce ve kesimden sonra OH tabakasının bitkiye yarayışlı fosfor içeriği araştırılmıştır. OH tabakasındaki bitkiye yarayışlı fosfor kesimden önce  $26,3 \mu\text{g g}^{-1}$  ve kesimden sonra  $30,9 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Hughes ve Reynolds 1991). Joergensen vd. (1995a) tarafından kayın (*Fagus sylvatica* L.) ormanları için yapılan bir çalışmada, toprakların (0-10 cm) bitkiye yarayışlı fosfor içeriğinin  $0,8-64,2 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $5,4 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada toprakların (0-15 cm) bitkiye yarayışlı fosfor içeriklerinin  $3,8-7,3 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $5,6 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bulunmuştur (Khan ve Joergensen 2006).

$C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$  oranı ölü örtünün ayrışma hızını izlemek ve ölü örtüde meydana gelen ağırlık kaybını tahmin etmek için kullanılan bir indekstir (Taylor vd. 1989). Yaşayan bitki dokularının  $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$  oranı iğne yapraklı kuzey ormanlar için çok geniş aralıklarda değişmektedir. Örneğin,  $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$  oranı odun için 220, çam ibreleri için 55, yosunlar için 58 ve likenler için 88'dir. Diğer taraftan alt kuzey ekosistemlerde  $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$  oranı biraz daha

düşüktür. Bu oran, huş yaprakları için 28, huş meşçeresi altındaki mera alanları için 27, otlar için 24 ve step bitkileri için 28-43'tür. Buna karşın, iğne yapraklı kuzey ormanlarının ölü örtü  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı kalıtsal olarak çok yüksektir.  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı ladin meşçeresi ölü örtüsünde 33-40, larixde 34-80 ve çamlarda 46-56 arasında değişmektedir (Bienkowski vd. 2006).

Genel olarak,  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 15'ten küçükse ayrışmanın hızlı olduğu, 15-25 arasında ise ayrışmanın yavaş olduğu ve >25 ise ayrışmanın zaman zaman engellendiği ifade edilmektedir (Kantarcı 2000). Zeller vd.'de (2000) orman ekosistemlerinde yüksek miktarda karbon ve azot mineralizasyonun ve nitrifikasyon olayının gerçekleşmesi için  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 20'den küçük olması gerektiğini bildirmektedir. Orman ve mera topraklarında (0-5 cm) kurak ve yağmurlu mevsimlerde yapılan bir çalışmada  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının her iki mevsim için mera alanında daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Aynı çalışmada  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı orman alanının kurak mevsiminde 11, yağmurlu mevsiminde 17, mera alanında ise kurak mevsimde 24, yağmurlu mevsimde ise 22 bulunmuştur (Garcia-Oliva vd. 2006).

Sparling (1997) mikrobiyal biyokütle C içeriğini fundalık-maki bitki örtüsü altındaki organik turba topraklarında  $5236 \mu\text{g g}^{-1}$ , otlak-mera alanındaki volkanik kül balçığı türündeki topraklarda  $2088 \mu\text{g g}^{-1}$  (Tablo 1.5) olduğunu ifade etmektedir. Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında yapılan bir çalışmada ölü örtü, yaprak (L) ve çürüntü (F) tabakası olarak ayrılmış ve ölü örtünün mikrobiyal biyokütle C içeriği araştırılmıştır. Mikrobiyal biyokütle C içeriği yaprak tabakasında  $2481 \mu\text{g g}^{-1}$  çürüntü tabakasında ise  $5388 \mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur. Hughes ve Reynolds (1991) tarafından Sitka ladini (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) ormanında yapılan bir çalışmada kesimden önce ve kesimden sonra OH tabakasının mikrobiyal biyokütle C içeriği araştırılmıştır. OH tabakasında mikrobiyal biyokütle C içeriği kesimden önce  $3470,0 \mu\text{g g}^{-1}$ , kesimden sonra ise  $3655,0 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu ifade edilmektedir.

Toprakta yaşayan mikrobiyal canlılar, toplam organik karbonun çok düşük bir kısmını oluşturmaktadır. Ancak toprakların mikrobiyal biyokütle miktarı ile toprağın toplam organik madde miktarı arasında genel bir ilişki söz konusudur. Mikrobiyal biyokütle C'un toplam organik C'daki payı % 1-5 (Tablo 1.5), mikrobiyal biyokütle N'un toplam azottaki payı % 1-6 arasında değişmektedir. Toprakların organik C, mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri farklı toprak ve iklim tiplerine göre değişkenlik göstermektedir. Genellikle soğuk ve nemli iklim bölgelerinde sıcak ve kurak bölgelerden daha yüksektir. Diğer taraftan, ekstrem yetişme

ortamlarında organik C ve mikrobiyal biyokütle C çok daha düşüktür (Tablo 1.5) (Sparling 1997).

Tablo 1.5 Farklı toprak sınıfları, tipleri, iklim ve arazi kullanım biçimlerinde organik C, mikrobiyal biyokütle C ve  $C_{mic}/C_{org}$  değerleri (Sparling 1997'den değiştirilerek).

Toprak ve İklim Tipleri	USDA Toprak Sınıflandırması	Arazi Kullanım Biçimi	Organik C ( $C_{org}$ ) (%)	Mikrobiyal Biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	$C_{mic}/C_{org}$ (%)
Toprak Tipleri					
Kum (Kumul)	Entisol	Çam ormanı	0,53	121	2,33
Tropikal kil toprağı	Oksisol	Otlak, mera	2,53	659	2,60
Kum (Stabil kumul)	Entisol	Çam ormanı	2,70	351	1,30
Killi balçık	İnseptisol	Otlak, mera	5,00	1139	2,27
Volkanik kül balçığı	Andisol	Otlak, mera	6,20	1046	1,69
Volkanik kül balçığı	Andisol	Otlak, mera	10,7	2088	1,95
Organik turba toprağı	Histosol	Fundalık, maki	39,2	5236	1,34
Ekstrem İklimler					
Antarktika deniz iklimi	Bilinmiyor	Çorak < 2mm	0,64	58	0,90
Tuzlu çöl iklimi	Bilinmiyor	Bodur fundalık	0,47	50-225	

Yapılan çalışmalarda mikrobiyal biyokütle C değerleri ılıman ve tropikal orman topraklarında Vance vd.'ne (1987a) göre  $61-2000 \mu\text{g g}^{-1}$ , Hernot ve Robertson'a (1994) göre  $102-2073 \mu\text{g g}^{-1}$  değerleri arasında kalmaktadır. Chen vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal biyokütle C içeriğı, mera alanında  $1690 \mu\text{g g}^{-1}$ , orman alanında ise  $949 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Wu vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada tarım yapılan alanlar ile mera alanı olarak kullanılan alanlara ait toprakların mikrobiyal biyokütle C değerlerinin  $670-1880 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değıştiğı ifade edilmektedir. Bartın'da farklı arazi kullanım biçimlerinde yapılan bir çalışmada üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal biyokütle C içerikleri orman alanında ortalama  $1076,01 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak, tarım alanında ortalama  $522,01 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Kara ve Bolat 2008c). Aynı yörede farklı uzunluktaki (5,5 ve 11 m) yüzeysel akış parsellerinde yapılan başka bir çalışmada üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal biyokütle C değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda mikrobiyal biyokütle C değerlerinin 5,5 m uzunluktaki yüzeysel akış parselinde  $579,39 \mu\text{g g}^{-1}$  ve 11 m uzunluktaki yüzeysel akış parselinde  $618,60 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu ifade edilmektedir (Kara vd. 2010).

Birçok araştırıcı tarafından yapılan çalışmalarda, mikrobiyal biyoktle N değerinin geniş yapraklı ormanlarda 132–240  $\mu\text{g g}^{-1}$ , herdem yeşil ormanlarda 42-242  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Diaz-Ravina vd. 1988), iğne yapraklı ormanlarda 52–125  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Martikainen ve Palojarvi 1990) ve gençlik çağında olan sub-tropikal ormanlarda 57,7-123,85  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ifade edilmektedir (Maithani vd. 1996). Yapılan bir çalışmada orman ve mera alanlarına ait toprakların (0-5 cm) kurak ve yağmurlu mevsimlere göre mikrobiyal biyoktle N içerikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları toprakların mikrobiyal biyoktle azot içeriklerinin kurak ve yağmurlu mevsimlere göre orman alanında sırasıyla 83,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 74,0  $\mu\text{g g}^{-1}$ , mera alanında 80,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 55,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğunu göstermiştir (Garcia-Oliva vd. 2006). Bartın'da yapılan diğer bir çalışmada st toprakların (0-5 cm) mikrobiyal biyoktle N değeri ortalama olarak kayın meşceresinde 137,91  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve karaçam meşceresinde 103,14  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008a). Kara vd. (2010) tarafından farklı uzunluktaki yüzeysel akış parsellerinde yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyoktle N değeri ölçülmüştür. 5,5 m uzunluğa sahip yüzeysel akış parselinde mikrobiyal biyoktle N değerinin ortalama 98,82  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu ifade edilirken, 11 m uzunluğa sahip yüzeysel akış parselinde bu değerin 116,20  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu ifade edilmektedir.

Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında yapmış oldukları bir çalışmada l örtü, yaprak (L) ve rnt (F) tabakası olarak ayrılmış ve l örtünün mikrobiyal biyoktle P içeriği araştırılmıştır. Çalışmada mikrobiyal biyoktle P içeriği yaprak tabakasında 38  $\mu\text{g g}^{-1}$ , çürüntü tabakasında ise 503  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Hughes ve Reynolds (1991) tarafından Sitka ladini (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) ormanında yapmış oldukları bir çalışmada kesimden önce ve kesimden sonra olmak üzere OH tabakasında mikrobiyal biyoktle P içeriği araştırılmıştır. OH tabakasında mikrobiyal biyoktle P kesimden önce 95,0  $\mu\text{g g}^{-1}$ , kesimden sonra 168,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur.

Brookes vd. (1984) tarafından yapılan çalışmada tarım, ayır ve orman alanı topraklarının mikrobiyal biyoktle P içeriği 5,3-67,2  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında bulunmuştur. Arunachalam ve Arunachalam (2000) tarafından yapılan çalışmada ise sub-tropikal nemli orman toprakları için mikrobiyal P içeriğinin 9,23–74,81  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ifade edilmektedir. Joergensen vd. (1995b) tarafından kayın (*Fagus sylvatica* L.) ormanlarında yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyoktle P içeriğinin 17,7–174,3  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği, ortalama olarak 60,6  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bulunmuştur. Hieracium (*Hieracium pilosella* L.) bitkisinin yetiştiği üç farklı

zonda yapılan bir çalışmada mikrobiyal biyokütle P içeriğinin 13–21  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir (Saggar vd. 1999). Chen vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada mera ve orman alanlarına ait üst toprakların (0–5 cm) mikrobiyal biyokütle P içeriği mera alanında 16  $\mu\text{g g}^{-1}$ , orman alanında 12  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur.

Orman ölü örtüsündeki mikrobiyal faaliyetleri incelemek için yapılan çalışmada huş (*Betula pendula* Roth), Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarının ölü örtüsü yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) olarak üçe ayrılmıştır. Çalışmada farklı ağaç türlerinin her üç tabakası için  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdesi hesap edilmiştir. Huş ormanına ait yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdesi sırasıyla % 3,9, % 2,6 ve % 1,6, Avrupa ladini için sırasıyla % 4,1, % 2,1 ve % 1,4 bulunmuştur. Sarıçam ormanında ise  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdesi yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için sırasıyla % 3,4, % 1,8 ve % 1,3 olarak tespit edilmiştir (Kanerva ve Smolander 2007).

Toprak türünün aynı olduğu farklı arazi kullanım biçimlerinde organik C ve mikrobiyal biyokütle C'un değişkenlik gösterdiği ifade edilmektedir. Diğer taraftan, mikrobiyal biyokütle C ve organik C'un işlenmiş topraklarda azaldığına dair birçok çalışma bulunmaktadır (Tablo 1.6). Bu azalışın nedenleri olarak organik madde kaynaklarının kötüye kullanılması, tarımda uygulanan farklı sistemlerin sürekli bir şekilde değişiklik göstermesi, çeşitli gübreler kullanılması, ürün rotasyonunun uygun olarak yapılmaması sayılabilir. Genel olarak, eğer topraklar kötü bir şekilde kullanılırsa mikrobiyal biyokütle C organik C'dan çok daha hızlı bir şekilde azalacak ve buna bağlı olarak mikrobiyal katsayı olan  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdesinde de azalış meydana gelecektir. Bu yüzden,  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdesi, toprakta C'un depolandığını veya kaybedildiğini ortaya koyan; toprakların niteliğini anlamamıza yarayan bir çeşit göstergedir (Sparling 1997).



Tablo 1.6. Farklı arazi kullanım biçimlerindeki benzer özelliklere sahip üst toprakların (0–10 cm) organik C, mikrobiyal biyokütle C ve  $C_{mic}/C_{org}$  değerleri (Sparling 1997'den değiştirilerek).

Toprak Türü	Arazi Kullanım Biçimi	Organik C ( $C_{org}$ ) (%)	Mikrobiyal Biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	$C_{mic}/C_{org}$ (%)
Kairanga (Yeni Zelanda)	Çayır, otlak	5,24	1557	2,97
Tozlu killi balçık	Mısır tarlası	3,59	540	1,50
Judgeford (Yeni Zelanda)	Doğal orman	9,9	1295	1,30
Tozlu balçık	Çayır, otlak	8,7	1905	2,19
Taita (Yeni Zelanda)	Doğal orman	4,90	622	1,27
Killi balçık	Çam orman	4,15	538	1,30
	Çayır, otlak	4,40	690	1,56
Tammin (Batı Avustralya)	Doğal ağaçlık	1,19	151	1,26
	Çayır, otlak	0,59	139	2,34
Kumlu balçık	Ağaçlandırılmış çayır, otlak alanı	0,39	171	4,34
Banaras (Hindistan)	Gübrelenmemiş tarım alanı	0,72	202	2,81
	Doğal gübre ile gübrelenmiş tarım alanı	1,12	300	2,67
	NPK ile gübrelenmiş tarım alanı	0,82	240	2,93

Orman topraklarındaki düşük  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi toprak canlıları tarafından substrat alınabilirliğinin nispeten düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum ise toprak organik maddesinin sadece çok az bir kısmının toprak canlıları tarafından metabolize edildiğini ifade etmektedir. Nitekim Bauhus vd.'de (1998)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesindeki azalışın substrat niteliğindeki (kalitesindeki) bir azalışı ifade ettiğini vurgulamaktadır. Luizao vd. (1992) tarafından yapılan çalışmada tropikal orman toprakları için  $C_{mic}/C_{org}$  % 1,5–5,3 arasında bulunurken, Vance vd. (1987b) tarafından ılıman orman toprakları için  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin % 1,8–2,9 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca,  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin Jenkinson (1988) tarafından % 1-3 arasında, Kaiser vd. (1992) ile Franzluebbbers vd. (1999) tarafından % 0,1–10 arasında değişebileceği ifade edilmektedir.  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi Bartın'da yapılan bir çalışmada kayın meşceresinde % 1,56–3,22; karaçam meşceresinde % 1,58–3,65 olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008a). Aynı yörede 5,5 m ve 11 m uzunluğundaki yüzeysel akış parselleri

üzerinde yapılan bir çalışmada  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdeleri sırasıyla % 1,95 ve % 2,41 olarak tespit edilmiştir (Kara vd. 2010).

$C_{mic}/N_{mic}$  oranı mikrobiyal biyokütleyi oluşturan bakteriler, mantarlar ve aktinomisetler gibi canlı gruplarından hangisinin ortamda hakim olduğunu tahmin etmek amacıyla kullanılır. Kısaca, mikrobiyal topluluğun yapısını ve durumunu ifade eder (Joergensen vd. 1995a; Garcia-Oliva vd. 2006; Yuan vd. 2007). Orman ölü örtüsündeki mikrobiyal faaliyetleri incelemek için yapılan çalışmada huş (*Betula pendula* Roth), Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarının ölü örtüsü, yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) olarak üçe ayrılmıştır. Çalışmada farklı ağaç türlerinin her üç tabakası için  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı hesap edilmiştir. Huş ormanında yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı sırasıyla 9,6, 6,2 ve 6,9, Avrupa ladininde 12,5, 6,4 ve 6,7 bulunmuştur. Sarıçam ormanında ise  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için sırasıyla 16,3, 7,8 ve 6,9 tespit edilmiştir (Kanerva ve Smolander 2007).

Joergensen vd. (1995a) yaptıkları çalışmada kayın ormanlarına ait toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının 4,5–17,3 arasında değiştiğini ifade etmektedirler. Bir başka çalışmada farklı meşcere yaşı, toprak tipi ve ağaç türleri altındaki toprakların  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının 5,2 ile 12,9 arasında değiştiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı iğne yapraklı ormanda 8,9, huş ormanında 7,2 ve titrek kavak ormanında 8,3 bulunmuştur (Bauhus vd. 1998).  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı Garcia-Oliva vd. (2006) tarafından orman ve mera üst topraklarında (0-5 cm) kurak ve yağmurlu mevsimlerde araştırılmıştır. Her iki mevsimde de mera alanında  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının daha yüksek olduğu ifade edilmektedir. Çalışmada  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı orman alanında kurak mevsimde 9, yağmurlu mevsimde 7, mera alanında ise kurak mevsimde 18, yağmurlu mevsimde 17 olarak tespit edilmiştir. Türkiye’de yapılan bir çalışmada kayın meşceresindeki üst topraklarda (0-5 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının 3,3–12,8, karaçam meşceresinde ise 4,7–8,8 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Kara ve Bolat 2008a).

Kanerva ve Smolander (2007) tarafından yapılan orman ölü örtüsündeki mikrobiyal faaliyetler konulu çalışmada huş (*Betula pendula* Roth), Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ormanlarının ölü örtüsü yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) olarak üçe ayrılmıştır. Çalışmada farklı ağaç türlerinin her üç tabakası için  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi hesap edilmiştir. Huş ormanına ait yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi sırasıyla % 13,9, % 10,1 ve % 7,8 olarak bulunurken,

Avrupa ladini için sırasıyla % 13,5, % 9,7 ve % 7,0 olarak bulunmuştur. Sarıçam ormanında ise  $N_{mic}/N_{toplamlam}$  yüzdesi yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakası için sırasıyla % 13,6, % 7,9 ve % 6,4 olarak tespit edilmiştir.

Priha ve Smolander'e (1997) göre  $N_{mic}/N_{toplamlam}$  yüzdesi ılıman kuşak ormanları için % 2,3-8,0 aralığında değişmektedir. Williams ve Sparling (1984) asit organik topraklar için % 2,8-9,8, Martikainen ve Palojarvi (1990) orman toprakları için % 3,4-5,9 olarak ifade etmektedir. Bauhus vd. (1998)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinde olduğu gibi  $N_{mic}/N_{toplamlam}$  yüzdesindeki azalışın substrat niteliğindeki bir azalışı ifade ettiğini belirtmektedir. Bununla birlikte,  $N_{mic}/N_{toplamlam}$  yüzdesinde gerçekleşen bir artış ise azot eksikliğini belirtmektedir. Yapılan diğer bir çalışmada,  $N_{mic}/N_{toplamlam}$  yüzdesi kayın ormanında % 2,41, iğne yapraklı orman alanında % 2,17 bulunmuştur (Zhong ve Makeschin, 2006). Bartın'da yapılan bir çalışmada  $N_{mic}/N_{toplamlam}$  yüzdesi kayın meşçeresinde % 2,67-7,81, karaçam meşçeresinde % 2,89-5,00 arasında değiştiği ortaya konulmuştur (Kara ve Bolat 2008a).

Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında yapılan bir çalışmada ölü örtü yaprak (L) ve çürüntü (F) tabakası olarak ayrılmış ve ölü örtünün mikrobiyal biyokütle C/P ( $C_{mic}/P_{mic}$ ) oranı hesaplanmıştır. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C/P oranı yaprak tabakasında 65, çürüntü tabakasında ise 11 olarak bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada Sitka ladini (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) ormanına ait OH tabakasının mikrobiyal biyokütle C/P oranı hesaplanmıştır. Çalışmada kesimden önce ve kesimden sonra OH tabakasının mikrobiyal biyokütle C/P oranı sırasıyla 36,5 ve 21,7 bulunmuştur (Hughes ve Reynolds 1991).

Joergensen vd. (1995b) tarafından kayın (*Fagus sylvatica* L.) ormanları için yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle C/P ( $C_{mic}/P_{mic}$ ) oranı 5,1-26,3 arasında değişirken, ortalama olarak 13,7 bulunmuştur. Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında ve mera (*Festuca novae-zealandiae*, *Agrostis capillaris* L.) alanında yapılan bir çalışmada üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal biyokütle C/P oranı, orman alanında 96, mera alanında ise 106 bulunmuştur.

Toprak solunumu çevre ile ilgili yapılan çalışmalarda yaygın olarak kullanılan biyolojik bir çeşit yöntem olup, iki farklı şekilde belirlenmektedir. Bunlardan birincisi, arazide topraktaki bütün canlılar tarafından kümülatif olarak yayılan karbondioksitin ( $CO_2$ ) ölçülmesidir. Diğeri

ise laboratuvar ortamında cam kavanoz içerisinde belirlenen ve bazal solunum olarak bilinen, büyük bitki kökleri ile hayvanların olmadığı toprak örneğinden yayılan karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) ölçülmesidir. Bazal solunumun ölçülmesinde, toprağa herhangi bir besin maddesi ya da C ilavesi yapılmadan elenmiş topraktan yayılan CO<sub>2</sub> ölçülür. Dolayısıyla toprağın kendine özgü enerji kaynaklarına bağlı olan solunum faaliyetinin ölçülmesidir. Diğer bir ifade ile bazal solunum, toprak mikroorganizmaları için toprakta karbonun varlığının ve alınabilirliğinin bir göstergesidir. Bu yüzden de karbon döngüsüyle yakın bir ilişki gösterir. Çok eski ama hala geçerli bir yöntem olan bazal solunum topraktaki toplam mikrobiyal faaliyetin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Alef 1995; Insam vd. 1996; Vanhala vd. 2005; Ananyeva 2008). Sparling (1997) topraklar arasında doğru bir karşılaştırma yapılabilmesi için, solunum ölçümlerinin bazı şartların kontrol edilebildiği ortamlar olan laboratuvar şartlarında yapılması gerektiğini bildirilmektedir. Çünkü nem ve sıcaklığın sınırlandırılmadığı şartlarda, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yayılım hızı organik madde kalitesinin bir göstergesi durumundadır. Ayrıca toprak şartlarının ayrışma süreçleri için uygun bir ortam olup olmadığını da ifade etmektedir.

Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında yapılan çalışmada ölü örtü, yaprak (L.) ve çürüntü (F) tabakası olarak ayrıldıktan sonra ölü örtülerin bazal solunum ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada bazal solunum içeriği yaprak tabakasında 14,62 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup>, çürüntü tabakasında 37,00 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür.

Yapılan bir çalışmada toprak örneklerinin bazal solunum değerinin 0,14-2,47 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup> arasında değiştiği, ortalama 0,77 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup> bulunmuştur (Terhoeven-Urselmans vd. 2008). Başka bir çalışmada toprak örneklerinin bazal solunum değeri farklı arazi kullanım biçimlerinde 0,64-1,38 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup> arasında değişkenlik göstermektedir (Yan vd. 2003). Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında ve mera (*Festuca novae-zealandiae*, *Agrostis capillaris* L.) alanında yapılan bir çalışmada üst toprakların (0-5 cm) bazal solunum değeri orman alanında 0,99 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup> iken, mera alanında 1,25 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup> bulunmuştur. Yuan vd. (2007) tarafından tuzlu topraklardaki mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal faaliyeti belirlemek için yapılmış çalışmada toprakların (0-15 cm) bazal solunum değerinin 0,14-0,80 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup> arasında değiştiği ifade edilmektedir. Kara vd. (2010) Bartın'da yaptığı bir çalışmada farklı uzunluklara sahip (5,5 ve

11 m) yüzeysel akış parsellerinde üst toprakların (0-5 cm) bazal solunum ölçümlerini yapmıştır. Çalışma sonucunda bazal solunumun 5,5 ve 11 m uzunluktaki yüzeysel akış parsellerinde sırasıyla 0,43 ve 0,40  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  olduğu tespit edilmiştir.

Metabolik katsayı ( $q\text{CO}_2$ ), çevrede meydana gelen değişikliklerin toprak mikrobiyal biyokütlesini nasıl etkilediğini değerlendirmek için kullanılan özel bir parametredir. Bazal solunumun mikrobiyal biyokütle C'a ( $C_{\text{mic}}$ ) oranı olarak ifade edilir. Çevresel koşullara bağlı olarak stresin artmasıyla birlikte topraktaki belirli bir miktardaki mikrobiyal biyokütlenin daha çok karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) ürettiği düşünülür. Bunun sonucu olarak ise metabolik katsayı artmaktadır. Çevresel ortamların mikrobiyal biyokütle için uygun olduğu ortamlarda düşük, uygun olmadığı ortamlarda yüksek çıkan metabolik katsayı, substrat (organik madde) kalitesinin artmasıyla düşmektedir (Anderson ve Domsch 1993; Bauhus vd. 1998; Nannipieri 2003).

Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri var. cliffortioides*) ormanında yapılan bir çalışmada, ölü örtü yaprak (L) ve çürüntü (F) tabakası olarak ayrılmış ve metabolik katsayı değeri ( $q\text{CO}_2$ ) hesaplanmıştır. Çalışmada metabolik katsayı değeri ( $q\text{CO}_2$ ) yaprak tabakasında  $5,89 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$  iken, çürüntü tabakasında  $6,87 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$  bulunmuştur. Diğer bir çalışmada farklı meşcereler altındaki topraklarda Ah (ağırlıklı olarak humus içeren mineral toprak) horizonu için metabolik katsayı ( $q\text{CO}_2$ ) belirlenmiştir. Çalışma kayın (*Fagus L.*), ladin (*Picea A. Dietr*) ve kayın-meşe (*Fagus-Quercus L.*) karışık ormanında yapılmıştır. Çalışmada metabolik katsayının ( $q\text{CO}_2$ ) kayın, ladin ve kayın-meşe ekosistemleri için sırasıyla 2,35, 2,30 ve 1,98  $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$  olduğu ifade edilmektedir (Anderson ve Domsch 1993). Benzer bir çalışmada huş (*Betula pendula* Roth), Avrupa ladini (*Picea abies (L.) Karst*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ormanlarının ölü örtüsü yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) olarak üçe ayrılmış ve farklı ağaç türlerinde her üç tabaka için metabolik katsayı ( $q\text{CO}_2$ ) hesap edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar Tablo 1.7'de görülmektedir (Kanerva ve Smolander 2007).

Tablo 1.7 Farklı ağaç türlerine ait ölü örtü tabakalarının (yaprak, çürüntü ve humus) metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri (Kanerva ve Smolander 2007'den değiştirilerek).

Ağaç Türü	Metabolik Katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ )		
	Yaprak (L)	Çürüntü (F)	Humus (H)
Huş ( <i>Betula pendula</i> Roth)	2,12	1,54	0,79
Avrupa ladini ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst)	2,12	1,75	1,12
Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	2,12	1,33	0,71

Sparling (1997) metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) değişik yetiştirme ortamlarına ait topraklarda farklılık gösterdiğini bildirmektedir (Tablo 1.8).

Tablo 1.8 Farklı yetiştirme ortamlarındaki toprakların organik C,  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı, mikrobiyal biyokütle C içeriği,  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi ve metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri (Sparling 1997'den değiştirilerek).

Arazi Kullanım Biçimi	Organik C ( $C_{org}$ ) (%)	$C_{org}/N_{toplam}$ Oranı	Mikrobiyal Biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ( $\mu g g^{-1}$ )	$C_{mic}/C_{org}$ (%)	Metabolik Katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C$ $g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ )
Avustralya					
Orman alanı	0,94	25,7	604	6,4	3,51
Çayır, otlak alanı	1,05	13,2	665	6,3	2,45
Yeni Zelanda					
Orman alanı	6,00	28,6	819	1,37	0,46
Çayır, otlak alanı	6,80	13,0	1055	1,55	1,00

Yapılan bir çalışmada toprak örneklerinin metabolik katsayı değeri ( $qCO_2$ ) 0,49-8,01  $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişirken ortalama 2,98  $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  bulunmuştur (Terhoeven-Urselmans vd. 2008). Yuan vd. (2007) tarafından tuzlu topraklardaki mikrobiyal biyokütleyi ve mikrobiyal faaliyeti belirlemek için yapılmış çalışmada, toprakların (0-15 cm) metabolik katsayı değerinin ( $qCO_2$ ) 2,71-9,30  $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değiştiği ifade edilmektedir. Diğer bir çalışmada toprak örneklerinin metabolik katsayı değeri ( $qCO_2$ ) farklı arazi kullanım biçimlerinde 0,61-1,80  $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişkenlik göstermektedir (Yan vd. 2003). Chen vd. (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında ve mera (*Festuca novae-zealandiae*, *Agrostis capillaris* L.) alanında yapılan bir çalışmada üst toprakların (0-5 cm) metabolik katsayısı orman alanında 1,04  $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  iken, mera alanında 0,74  $mg CO_2-C g^{-1}$

$C_{mic} h^{-1}$  bulunmuştur. Bartın'da yapılan bir çalışmada farklı uzunluklara sahip (5,5 ve 11 m) yüzeysel akış parsellerinde metabolik katsayı değeri hesaplanmıştır. 5,5 m uzunluktaki parselde  $0,76 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} h^{-1}$  olan metabolik katsayı 11 m uzunluktaki parselde  $0,66 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} h^{-1}$  tespit edilmiştir (Kara vd. 2010).

### 1.3 ÇALIŞMANIN AMACI

Orman topraklarındaki mikrobiyal biyokütle içeriği, organik C ve toplam N miktarı başta olmak üzere pH, gözeneklilik, kil miktarı ve bitki besin maddesi gibi toprakların diğer özellikleri tarafından kontrol edilmektedir. Aynı şekilde ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle içeriği, ölü örtünün organik C içeriği başta olmak üzere toplam N ve pH gibi ölü örtünün diğer özellikleri tarafından etkilenmektedir. Bu açıdan bakıldığında farklı ağaç türlerinin altındaki ölü örtü ve toprak mikrobiyal biyokütle dinamiklerinin farklı olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, ölü örtü ve toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerine farklı bitki türlerinin etkileri ve bu etkilerin mevsimsel olarak değişimi son zamanlarda merak konusu haline gelmiş bulunmaktadır. Özellikle ülkemizde mevsimlere göre ağaç türlerinin ölü örtü ve toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerine olan etkileri konusunda çok az sayıda çalışma mevcuttur. Hatta mevsimlere göre ağaç türlerinin, ölü örtü mikrobiyal biyokütlesine ilişkin hemen hemen yok denecek kadar az çalışma vardır.

Toprak mikroorganizmaları karasal ekosistemlerin en küçük fakat en önemli parçası durumundadır. Karasal ekosistemlerde meydana gelen süreçlerin (olayların) % 80-90'ı mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen reaksiyonlar ile meydana gelmektedir. Örneğin, karbon depolaması, organik artıkların ayrıştırılması, organik ve anorganik maddelerden N, P, K, S ve diğer iyonların mineralize edilmesi, bitki besin maddelerinin dolaşımı, toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirme, toprak strüktürünün devam ettirilmesi ve toprakların kırıntılı bir yapı kazanması, zehirli maddelerin ayrıştırılması ve tohumların çimlenme engellerinin kaldırılması gibi olaylar mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Kısacası asıl olarak toprak verimliliğinden sorumlu olan mikroorganizmalar ekosistemin diğer fonksiyonlarının yerine getirilmesinden de sorumludur. Ayrıca mikrobiyal biyokütle ya mineralizasyon süresince her an kullanılabilir durumda bulunan (labile) bitki besin maddelerinin bir kaynağı olarak ya da immobilizasyon süresince bitki besin maddelerinin bir havuzu olarak hizmet etmektedir. Mesela orman ölü örtüsünde toplam organik C, N ve P'nin sırasıyla % 1,8,

% 6,6 ve % 22,9'u mikroorganizma dokularında tutulurken, bu miktar topraklar için sırasıyla % 1,6, % 3,4 ve % 13,3 şeklindedir.

Mevsimlere göre sıcaklık, nem, organik C ve pH gibi özelliklerde meydana değişiklikler sonucunda mikrobiyal popülasyon ve mikrobiyal biyokütle bu değişikliklere çok hızlı bir şekilde tepki gösterir. Bu durumdan bitki besin elementlerinin hem havuzu (deposu) hem de kaynağı durumunda olan mikrobiyal biyokütle ile bitki besin maddeleri arasındaki dolaşım etkilenir. Günümüzde toprak sağlığını ve kalitesini belirlemek için uluslararası programlar tarafından mikrobiyal biyokütle, bazal solunum, azot mineralizasyonu,  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi, metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) gibi çok sayıda biyokimyasal parametre kullanılmaktadır. Bu mikrobiyal parametreler çeşitli kirleticiler, çevresel değişiklikler, farklı arazi kullanım biçimleri ya da arazi kullanım biçiminin değişiminden kaynaklanan durumlarda ekosistemde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesinde ve izlenmesinde çok hızlı ve hassas bir gösterge olarak kullanılmaktadır.

Yukarıda ifade edilen nedenlerden dolayı, bu çalışmada farklı meşcereler altındaki ölü örtü (yaprak, çürüntü ve humus) ve üst topraktaki (0-5 cm) organik madde ve besin döngüsünde toprak mikrobiyal biyokütlesinin rolünü anlamak ve ağaç türlerinin mikrobiyal biyokütle üzerine olan etkilerini ortaya koyabilmek için mikrobiyal biyokütle C, N ve P ile ölü örtülerin bazı kimyasal özelliklerini ve üst toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini mevsimsel olarak belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca, farklı meşcere tiplerine ait ölü örtü ve üst toprakların bazal solunum ölçümleri yapılarak mikrobiyal faaliyetlerin meşcere tiplerine ve mevsime bağlı değişimi de belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanı olarak Bartın ili Arıt ilçesi seçilmiştir. Çalışma, doğal yayılış alanı içerisinde bulunan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) ve göknar-kayın karışık meşcerelerinin ölü örtü ve üst toprakları kullanılarak yapılacaktır. Seçilen çalışma alanlarının yetişme ortamının fizyografik ve iklimik özelliklerinin yaklaşık olarak aynı olmasına dikkat edilmiş ve seçilen alanlarının mümkün olduğunca birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir. Böylece farklı meşcere tiplerindeki ölü örtü ve üst toprakların mevsimlere göre mikrobiyal biyokütle C, mikrobiyal biyokütle N, mikrobiyal biyokütle P içeriklerini ve mikrobiyal faaliyetteki değişimlerini belirlemek hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilecek veriler sayesinde farklı meşcere tiplerinde toprak kalitesi ve sağlığının değerlendirilmesinde kullanılan bazı fiziksel, kimyasal



ve biyolojik özelliklerin mevcut durumları ortaya konulacaktır. Ayrıca Őimdiki veriler ile araştırma alanlarında ileriki yıllarda yapılacak olan çalışmalarda elde edilecek veriler karŐılaŐtırılarak, toprak sağlığı ve kalitesindeki değişimleri izlemek de mŐmkŐn olacaktır.

## BÖLÜM 2

### MATERYAL VE YÖNTEM

Orman ekosistemleri, orman ağaçları ile birlikte fizyografik, klimatik, edafik ve biyotik faktörlerin bütünlüğünden oluşmaktadır. Fizyografik faktörler; genel mevki (ekosistemin adı, enlem ve boyları, denizden olan uzaklığı v.b.) ve özel mevki (ekosistemin yöresel adı, yükselti, bakı, eğim v.b.) elemanlarından, iklim faktörü; yağış, sıcaklık, bağıl nem, rüzgar gibi iklim elemanlarından oluşmaktadır. Toprağa ait özelliklerin ifade edildiği edafik faktörler; anamateryal, organik ve mineral horizonlar, toprak strüktürü, toprak tekstürü, toprak nemi, toprak reaksiyonu, toprak derinliği v.b. özellikleri kapsamaktadır. Biyotik faktörler denince, bir ekosistemdeki bütün canlı varlıklar (insan, hayvan, bitki, makro ve mikro organizmalar) kastedilmektedir. Bu bölümde, araştırma alanının fizyografik, klimatik, edafik ve biyotik özellikleri, araştırma materyalleri ve hangi analizlerin nasıl yapıldığı anlatılmaktadır. Ayrıca elde edilen verilere uygulanan istatistikî analiz ve değerlendirme yöntemleri hakkında da bilgi verilmiştir.

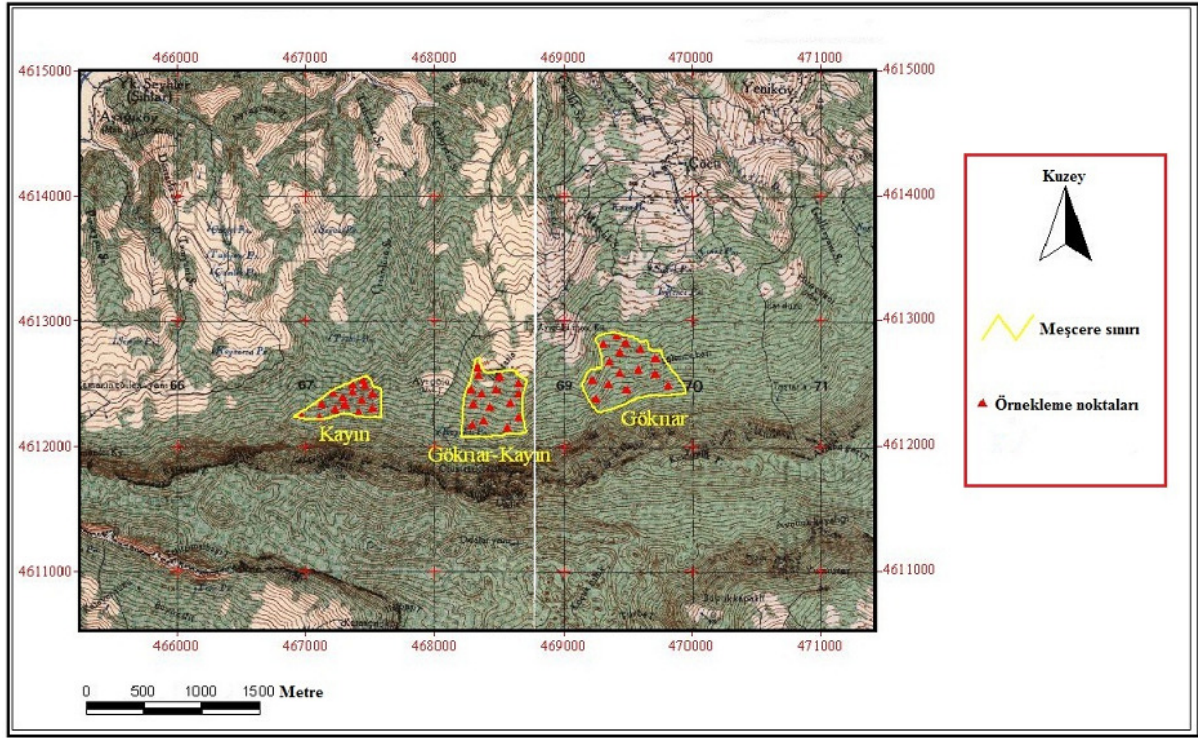
#### 2.1 ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ

Araştırma alanının yetişme ortamı özelliklerinden sırasıyla araştırma alanının yeri, yeryüzü şekli özellikleri, iklim özellikleri, anakaya ve toprak özellikleri ile bitki örtüsü özellikleri hakkında bilgiler bu bölüm içerisinde sunulmuştur.

##### 2.1.1 Araştırma Alanının Yeri

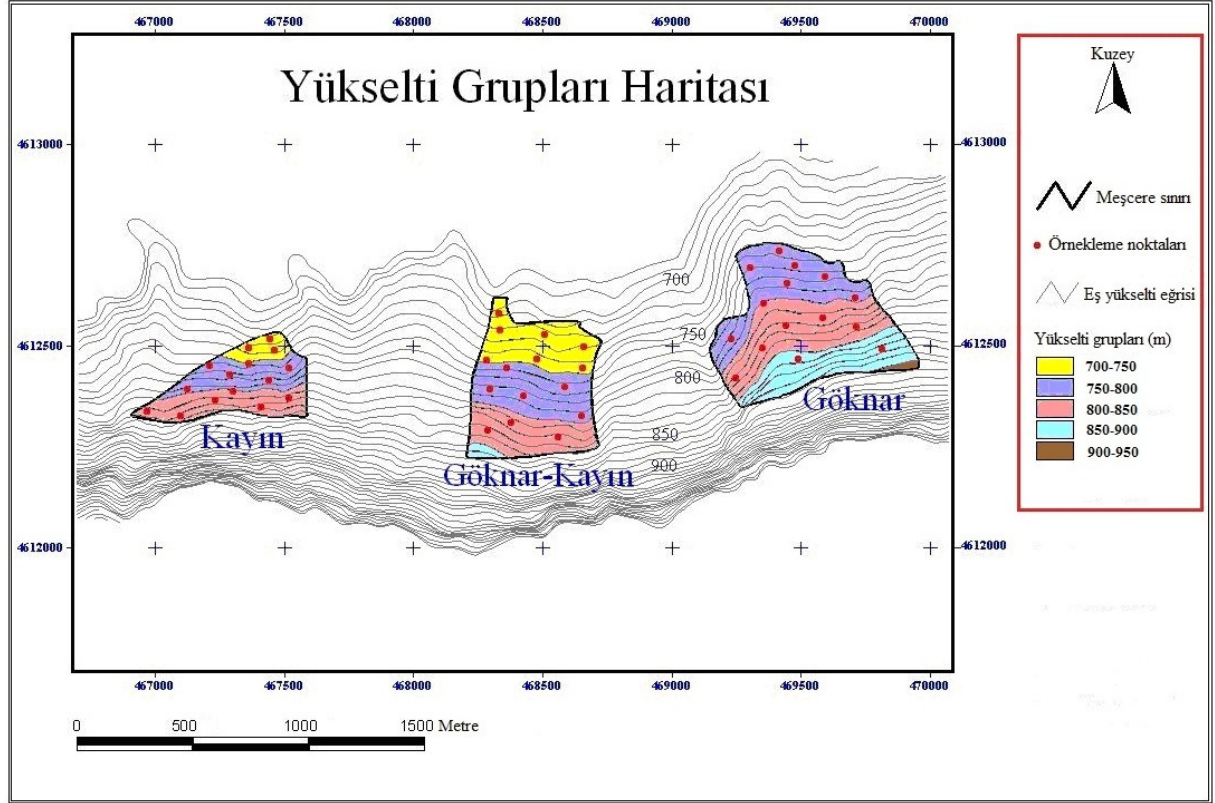
Araştırma alanları, ülkemizin Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Bartın ili Arıt beldesinde, 32°31'30" ve 32°40'00" doğu boyları ile 41°39'00" ve 41°42'00" kuzey enlemleri arasında, serin-ılıman kuşakta, Küre Dağları Milli Parkı tampon zonunda yer almaktadır. Yer yer 1300 m yükseltiye ulaşan sarp dağlar arasında kalan Arıt beldesinin doğusunda Kastamonu ili batısında Bartın merkez, güneyinde Ulus, kuzeyinde Amasra ile Kurucaşile ilçeleri bulunmaktadır (Şekil 2.1). Dört bir yanı Küre Dağları ile çevrili olup Karadeniz'e izdüşümsel





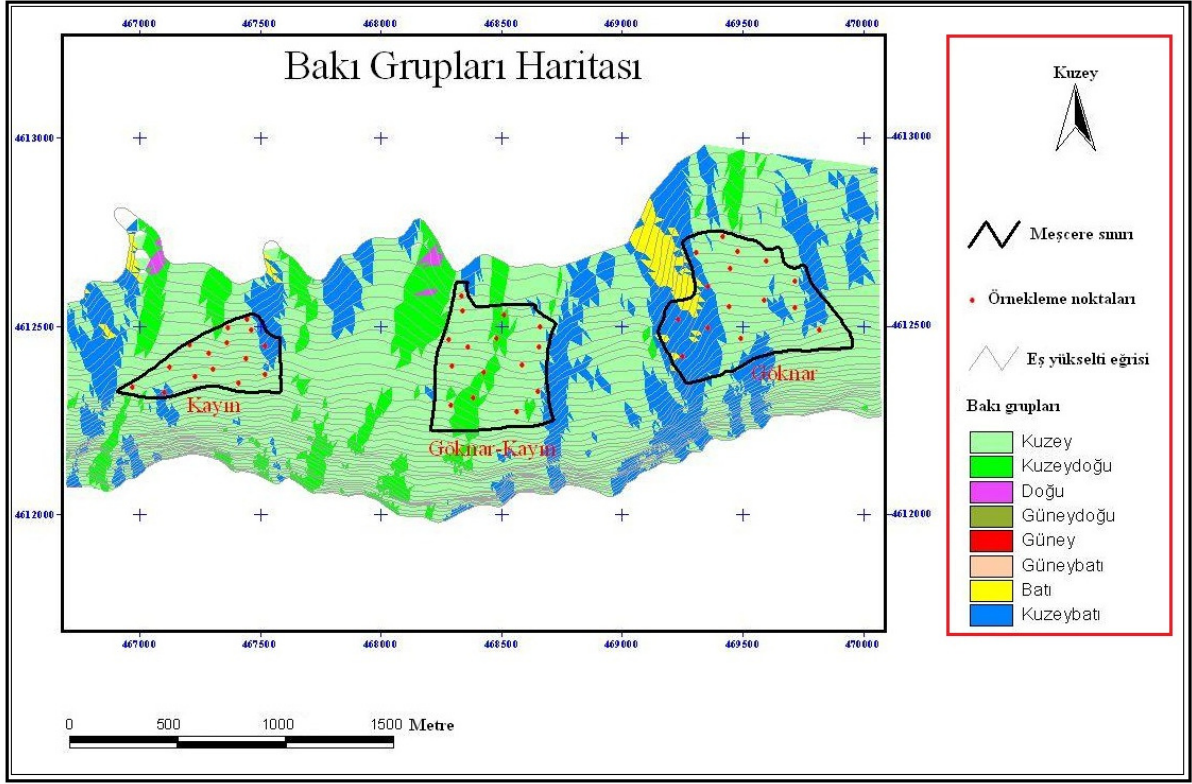
Şekil 2.2 Göknaar, kayın ve göknaar-kayın meşcerelerinin memleket haritası üzerindeki konumu (Araştırma alanlarını gösteren harita 1/25000 ölçekli topoğrafik harita kullanılarak ArcView 3.2 programında hazırlanmıştır).

Araştırma alanları, yeryüzü şekli olarak orta dağlık arazi sınıfında yer almakta ve yükseltisi 690-910 m arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 2.3). Çalışma alanlarının bulunduğu arazinin bakışı genel olarak kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatıdır (Şekil 2.4). Eğimi % 9-58 (5-30°) arasında değişen çalışma alanları, arazi eğim sınıflarına göre; orta eğimli, çok eğimli ve dik sınıflarda yer almaktadır (Şekil 2.5) (OGM 2001; Çepel 1988).



Şekil 2.3 Gökmar, kayın ve gökmar-kayın meşcerelerinin yükselti grupları haritası (Harita 1/25000 ölçekli topoğrafik harita kullanılarak ArcView 3.2 programında hazırlanmıştır).

Araştırma alanları, ağaç türlerine göre saf gökmar, saf kayın ve gökmar-kayın karışık meşcereleri şeklindedir. Saf gökmar ağaç türünden oluşan birinci araştırma alanı, amenajman planında 136b no'lu bölmeciktir. İşlem ünitesi, "BA" simgeleri ile gösterilen gökmar seçme ormanı işlem ünitesi tipindedir. Bölmeciğin alanı 31 ha, ağaç sayısı 378 adet ha<sup>-1</sup>, göğüs yüzeyi 30,68 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, odun hacmi 315,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>'dir (Tablo 2.1) (OGM 2001). Yükseltisi 750 m ile 910 m arasında değişim gösteren (ortalama 830 m) bu meşcerenin ortalama eğimi % 36 (20°) ve bakışı kuzey, kuzeybatıdır. Meşcerenin altında yer yer gökmar gençliği bulunmaktadır. Işık alan yerlerde diri örtü tabakası bulunmaktadır. Meşcere içerisinde bazı yerlerde geçmiş yıllara ait kalınlığı 8-10 cm'i bulan ölü örtü birikimi ve genel olarak kalınlığı 3-6 cm arasında değişen çürüntülü mul tipi humus mevcuttur.

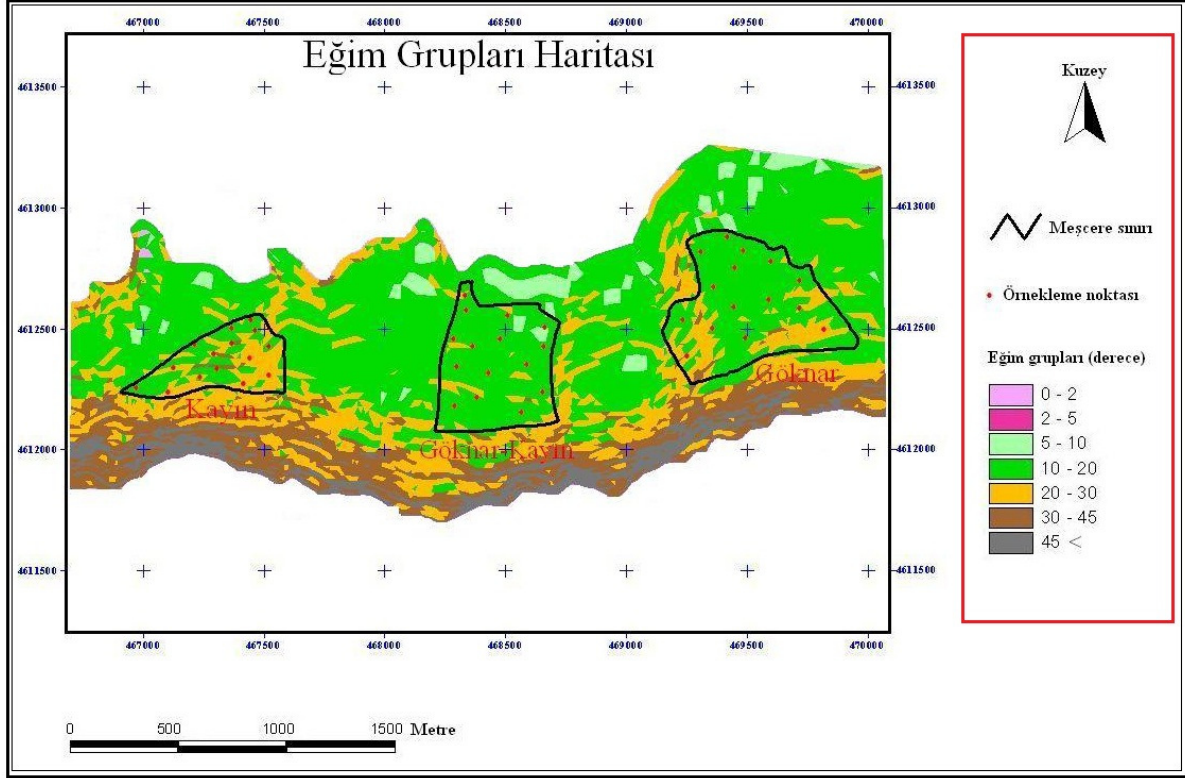


Şekil 2.4 Gökmar, kayın ve gökmar-kayın meşcerelerinin bakı haritası (Harita 1/25000 ölçekli topoğrafik harita kullanılarak ArcView 3.2 programında hazırlanmıştır).

Saf kayın ağaç türünden oluşan ikinci araştırma alanı, amenajman planında 130e no'lu bölmeciktir. İşlem ünitesi, ise “BD” simgeleri ile gösterilen kayın devamlı orman işlem ünitesi tipindedir. Bölmeğin alanı 13,5 ha, ağaç sayısı 337 adet ha<sup>-1</sup>, göğüs yüzeyi 21,78 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, odun hacmi 184,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>'dir (Tablo 2.1) (OGM 2001). Meşcerenin yükseltisi 710 m ile 840 m arasında değişmekte (ortalama 775 m), ortalama eğimi % 47 (25°), bakışı kuzey ve kuzeybatıdır. Meşcerenin alt tabakasında bazı yerlerde kayın gençlikleri bulunurken, ışık alan yerlerde diri örtü tabakası da bulunmaktadır. Meşcerenin altında kalınlığı 3-5 cm arasında değişen çürüntülü mul tipi humus bulunmaktadır.

Üçüncü araştırma alanı ise gökmar-kayın karışık ağaç türlerinden oluşan 134e no'lu bölmeciktir. İşlem ünitesi, “BA” simgeleri ile gösterilen gökmar seçme ormanı işlem ünitesi tipindedir. Bu bölmeğin alanı 25,5 ha, ağaç sayısı 340 adet ha<sup>-1</sup>, göğüs yüzeyi 26,98 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, hacmi 269,9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>'dir (Tablo 2.1). Karışımında yaklaşık olarak gökmar % 54, kayın ise % 46 oranındadır ve kayıtlara girmemiş çok düşük oranlarda akçaağaç ve gürgen türleri de bulunmaktadır (OGM 2001). Meşcerenin üst kısımlarında arazi yapısı çok engebeli, taşlık, kayalık, dik ve sarptır. Meşcerenin yükseltisi 690 m ile 870 m arasında değişim gösterirken

(ortalama 780 m), ortalama eğimi % 36 (20°), bakışı kuzey ve kuzeydoğudur. Meşcerenin altında bazı yerlerde göknar ile kayın gençliği bulunmaktadır. Işık alan yerlerde diri örtü tabakası bulunmaktadır. Meşcere içerisinde yer yer geçmiş yıllara ait kalınlığı 5-8 cm arasında değişen ölü örtü birikimi ve genel olarak kalınlığı 3-5 cm arasında değişen çürüntülü mul tipi humus mevcuttur.



Şekil 2.5 Göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin eğim grupları haritası (Harita 1/25000 ölçekli topoğrafik harita kullanılarak ArcView 3.2 programında hazırlanmıştır).

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 alanlarda değişik yaştan, çaptan ve boydan ağaçlar bulunmaktadır (OGM 2001; 2008) (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Araştırma alanındaki meşcere tiplerinin çap sınıflarına göre ağaç sayısı (adet), göğüs yüzeyi (m<sup>2</sup>) ve hacmi (m<sup>3</sup>) (OGM 2001; 2008'den değiştirilerek).

Çap Sınıfı	Gök nar			Kayın			Gök nar-Kayın		
	Ağaç Sayısı (adet)	Göğüs Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Ağaç Sayısı (adet)	Göğüs Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Ağaç Sayısı (adet)	Göğüs Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )
I (8-19,9 cm)	128	1,93	9,5	149	2,77	14,2	100	1,52	7,5
II (20-35,9 cm)	122	7,86	66	105	7,17	56,1	150	8,93	70,4
III (36-51,9 cm)	116	17,49	192,5	77	10,45	97,4	67	10,22	112,3
IV (52-63,9 cm)	6	1,56	22,1	6	1,39	17	17	4,52	56,1
V (64-103,9 cm)	6	1,83	25,6				6	1,78	23,6
Toplam	378	30,68	315,7	337	21,78	184,8	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)		
Alan (ha.)	31,0			13,5			25,5		

### 2.1.2 Yeryüzü Şekli Özellikleri

Ülkemizin Batı Karadeniz Bölgesi'nde, Küre Dağları'nın uzantılarıyla çevrelenmiş olan Arıt beldesi, kuzeybatıdan 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 penneplen bir topografya özelliği göze çarpmaktadır. Özellikle Jura-Alt Kreatase yaşlı kireç taşları yüksek tepeleri oluşturmaktadır. Yüksekliği 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 Parkı'nda yer alan Zoni Çayır'ı, topografik yapı içerisindeki en önemli düzlüklerdendir (Anon. 2005a).

Araştırma alanları Arıt'ın Çöcü Mahallesi Ayı Gölü mevkinde yer almaktadır. Araştırma alanlarına en yakın sırtlar kuzeyde bulunan Çınardüzü sırtı ile Meşelik sırtıdır. Araştırma alanlarına yakın tepeler, güneydeki Kındıralık Tepe (1360 m), Üçdiş Tepe (1299 m), Uzunçarşı Tepe (1231 m) ve güneydoğudaki Avlaboğazı Tepe (1340 m)'dir. Araştırma alanları yakınında bulunan dereler Geyik Deresi ve yöresel adıyla Nuhtar Suyu'dur. Araştırma alanlarına yakın olan pınarlar güneyde yer alan Kapaklı Pınarı ile kuzeyde yer alan Tespih Pınarı'dır (HGK 1984).



### 2.1.3 İklim Özellikleri

Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Bartın ili Arıt beldesinde tipik Karadeniz iklimi hakimdir. Yazları sıcak, kışları serin ve yağışlı geçer. Hemen her mevsimde yağış alan Arıt, özellikle sonbahar (454,9 mm) ve kış (430,4 mm) aylarında daha fazla yağış alır. Yağışlar Türkiye ortalamasının iki katından daha fazladır. Yörede yağışlar genellikle yağmur, kış aylarında ise yağmur ve kar şeklindedir (Anon. 2005b).

Araştırma alanının iklim tipinin saptanmasında kullanılan meteorolojik veriler, 25 m yükseklikteki Bartın Merkez Meteoroloji İstasyonu (Enlem= 41°38', Boylam=32°20') tarafından yapılan 1979–2009 yılları arasındaki 31 yıllık gözlem verileridir (MGM 2009) (Tablo 2.2).

Tablo 2.2 Bartın Merkez Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen meteorolojik verilerin uzun yıllık ortalamaları (1979–2009).

METEOROLOJİK ELEMENLER	A Y L A R												YILLIK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	4,1	4,3	6,9	11,0	15,5	19,7	22,0	21,7	17,6	13,8	8,8	5,8	12,6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9,0	9,8	12,9	17,6	21,9	25,8	27,9	28,2	24,7	20,4	15,1	10,8	18,7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	0,4	0,1	2,2	5,8	9,7	13,3	15,6	15,5	12,0	9,0	4,4	2,0	7,5
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18,0	20,3	24,8	28,6	31,1	33,9	34,1	33,8	31,9	29,5	23,8	19,6	27,4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6,9	-7,4	-4,4	-0,6	2,6	7,9	11,1	11,0	6,5	2,3	-1,9	-5,0	1,3
Aylık Ortalama Bağıl Nem (%)	82,6	80,3	77,7	76,6	76,9	74,5	76,1	78,0	80,7	82,6	82,9	83,2	79,3
Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	108,6	81,0	74,5	53,5	47,2	77,1	70,3	75,7	95,1	113,6	123,1	124,3	1043,9
Ortalama Donlu Günlerin Sayısı (Gün)	13,9	13,2	8,5	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,0	9,9	4,3
Ortalama Karla Örtülü Günlerin Sayısı (Gün)	6,5	6,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,2	1,6
Ortalama Sisli Günlerin Sayısı (Gün)	3,1	2,6	2,4	2,2	2,0	0,7	0,6	1,1	4,2	6,0	5,2	3,9	2,8
En Çok Esen Rüzgar Yönü ve Kuvveti (km/saat)	W 13,4	SSW 14,5	S 15,0	SSW 14,0	SSE 13,1	NW 11,5	NE 11,3	NNE 12,4	ENE 12,3	N 12,0	SSW 12,9	NE 13,6	NW 13,0
Toprak Üstü Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-0,9	-1,2	0,6	4,1	7,6	10,8	13,1	13,0	9,8	7,1	2,9	0,7	5,6
Aylık Ortalama Toprak Sıcaklığı (°C) (5 cm)	4,1	4,7	7,9	13,4	19,0	23,4	25,6	25,1	20,4	15,3	9,6	6,0	14,5
Aylık Ortalama Toprak Sıcaklığı (°C) (10 cm)	4,4	4,8	7,8	13,2	18,6	22,9	25,3	24,8	20,5	15,5	9,9	6,3	14,5
Aylık Ortalama Toprak Sıcaklığı (°C) (20 cm)	4,3	4,8	7,3	12,2	17,1	20,4	22,8	22,7	19,7	15,2	10,1	6,5	13,6

Yapılan araştırmalarda, yağış miktarının denizden yükseldikçe arttığı bilinmektedir. Bu artış denizden her 100 m yükseliş için yılda 45-55 mm kadardır. Bu özellikten yararlanarak

üzerinde meteoroloji istasyonu bulunmayan bir yörenin yağış miktarını bulmak için Schreiber tarafından geliştirilen aşağıdaki formül (eşitlik 2.1) kullanılmaktadır.

$$P_h = P_o + 54h \quad (2.1)$$

Burada,

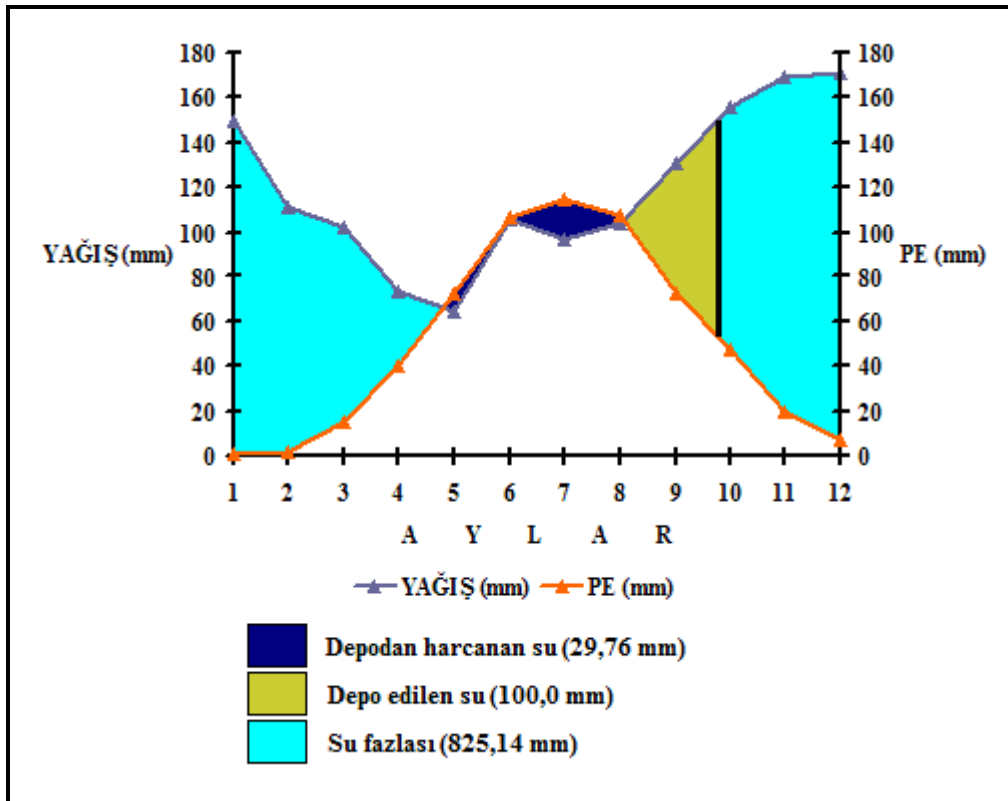
- $P_h$  =Denizden yüksekliği bilinen ve üzerinde meteoroloji istasyonu bulunmayan yörenin hesaplanacak olan yıllık yağış miktarı (mm)
- $P_o$  =Denizden yüksekliği belli olan meteoroloji istasyonunun ölçtüğü yıllık yağış miktarı (mm)
- 54 =Her 100 m yükseldikçe yıllık yağışın 54 mm arttığı kabul edildiği için 54 mm'ye ait katsayı
- $h$  =Meteoroloji istasyonunun denizden yüksekliği ile yağış miktarı bulunacak bölgenin ortalama yüksekliği arasındaki fark (hektometre olarak)

Yağışın aksine olarak denizden yükseklik arttıkça sıcaklık derecesi düşer. Bu düşüş miktarının her 100 m yükseklik için yaklaşık olarak 0,5 °C olduğu kabul edilmektedir (Çepel 1995). Çalışmada enterpole edilerek bulunan Arıt'a ait yağış ve sıcaklık verileri tablo halinde verilmiştir (Tablo 2.3). Arıt'ta vejetasyon süresi (Rubner'e göre aylık ortalama sıcaklığın +10 °C ve daha fazla olduğu sıcak devre) 6 aydır (mayıs-ekim). Arıt'ta yıllık ortalama sıcaklık 8,8 °C olup, yılın en sıcak ayı temmuz, en soğuk ayı ise ocaktır. Arıt'ta yıllık toplam yağış 1431,4 mm'dir. Bu yağışın % 16,78'i ilkbahar (175,2 mm) aylarında, % 21,36'sı yaz (223,1 mm) aylarında, % 31,78'i sonbahar (331,8 mm) aylarında ve % 30,06'sı kış (313,9 mm) aylarında gerçekleşmektedir. En az yağışlı aylar nisan ve mayıs aylarıdır. Yağışın en fazla düştüğü ay aralık ayıdır (170,4 mm) (Tablo 2.3).

Sıcaklık ve yağış değerleri Thornthwaite metoduna göre değerlendirildiğinde (Erinç 1984; Çepel 1995; Özyuvacı 1999) (Tablo 2.3 ve Şekil 2.6) Arıt'ın iklim tipi, çok nemli (A), mezotermal (B1'), yağış rejimine göre su açığı olmayan veya pek az olan (r) ve deniz iklimi altında (b3') bulunan bir iklimdir. Buna göre, Arıt AB1'rb3' işaretleri ile gösterilen çok nemli mezotermal (orta sıcaklıkta), su açığı olmayan veya pek az olan deniz iklimi altında bir iklim tipine sahiptir.

Tablo 2.3 Arıt'ın Thornthwaite metoduna göre su bilançosu (1979–2009).

BİLANÇO ELEMENLARI	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,3	0,5	3,1	7,2	11,7	15,9	18,2	17,9	13,8	10,0	5,0	2,0	8,8
Sıcaklık İndisi	0,01	0,03	0,48	1,74	3,62	5,76	7,07	6,90	4,65	2,86	1,00	0,25	34,37
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	1,73	2,30	14,70	36,00	58,00	84,20	90,30	89,90	69,80	49,70	24,40	9,00	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	1,44	1,91	15,14	39,96	72,50	106,09	114,68	106,98	72,59	47,71	20,01	7,20	606,21
Yağış (mm)	148,9	111,1	102,1	73,4	64,7	105,7	96,3	103,8	130,4	155,8	168,7	170,4	1431,4
Depo Değişikliği (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	-7,84	-0,35	-18,34	-3,22	29,76	0,00	0,00	0,00	
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	92,16	91,81	73,46	70,24	100,0	100,0	100,0	100,0	
GET (mm)	1,44	1,91	15,14	39,96	72,50	106,09	114,68	106,98	72,59	47,71	20,01	7,20	606,21
Su Açığı (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Su Fazlası (mm)	147,48	109,15	87,00	33,42	0,00	0,00	0,00	0,00	28,05	108,09	148,69	163,22	825,14
Yüzeysel Akış (mm)	140,77	124,96	105,98	69,70	34,85	17,42	8,71	4,35	14,08	61,06	104,90	134,06	820,84
Nemlilik Oranı	102,7	57,2	5,7	0,8	-0,1	0,0	-0,2	0,0	0,8	2,3	7,4	22,7	



Şekil 2.6 Thornthwaite metoduna göre Arıt'ın su bilançosu grafiği (1979–2009).

Eriç'in (1965) yağış etkenliği indeksine göre (eşitlik 2.2) Arıt'ın yağış etkenliği çok nemli, bitki örtüsü ise çok nemcil orman sınıfında yer almaktadır (Tablo 2.4).

$$I_m = \frac{P}{T_{om}} = \frac{1431,4}{18,7} = 76,54 \quad (2.2)$$

Burada;

$I_m$  = Yağış etkenliği indisi

$P$  = Yıllık yağış miktarı indisi (mm)

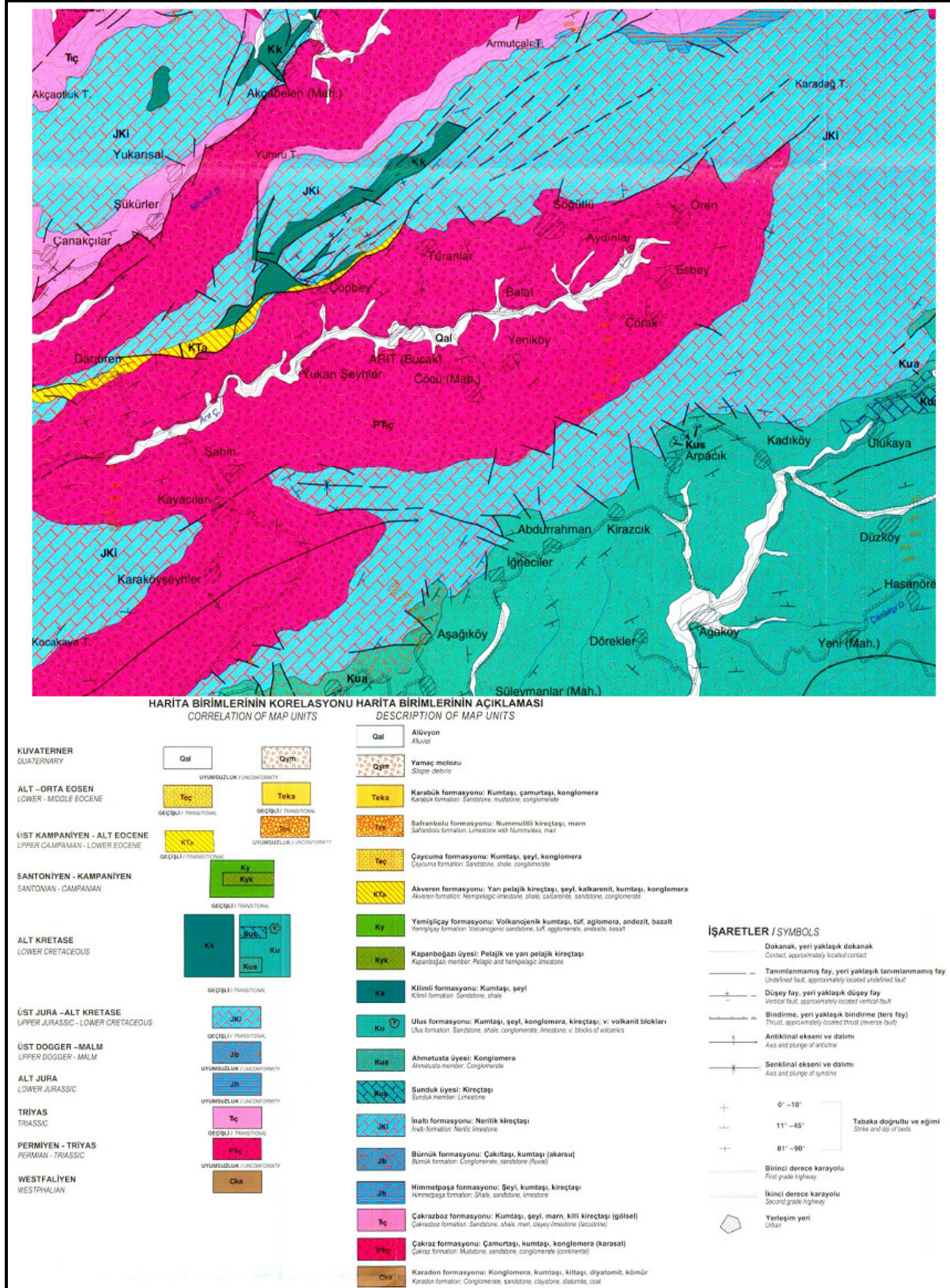
$T_{om}$  = Yıllık ortalama yüksek sıcaklıktır (°C)

Tablo 2.4 Yağış etkenliği sınıfları (Erinç 1965'den değiştirilerek).

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

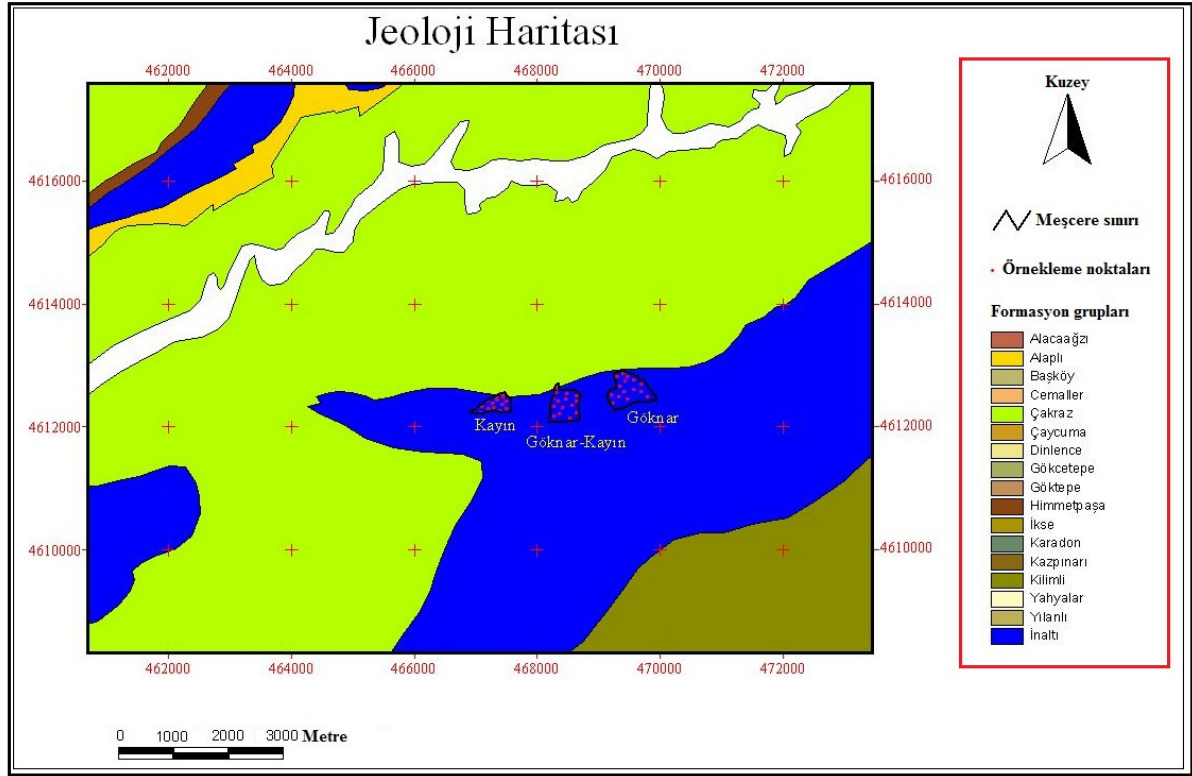
### 2.1.4 Anakaya ve Toprak Özellikleri

1/100000 ölçekli jeoloji haritası incelendiğinde Bartın ili Arıt beldesinin çeşitli jeolojik formasyonlar içerdiği görülmektedir (Şekil 2.7). Akveren (KTa), Çakraz (PTç), Alüvyon (Qal), Kilimli (Kk) ve İnaltı (JKi) formasyonları geniş yayılım göstermektedir. Beldenin jeolojisi Kuvaterner, Üst Kampaniyen-Alt Eocene, Üst-Jura-Alt Kretase, Permian Triyas ve Alt Kretase devri arazilerinden oluşan bir yapı arz etmektedir. Bu araziler üzerinde kum taşı, şeyl, neritik kireçtaşı, marn, killi kireçtaşı, çamurtaşı, kum taşı ve konglomera bulunmaktadır (Gedik ve Aksay 2002a).



Şekil 2.7 Arıt ve çevresinin 1/100000 ölçekli jeoloji haritası (Gedik ve Aksay 2002b'den değiştirilerek).

Çöcü Mahallesi mevkinde yer alan araştırma alanlarının büyük bir çoğunluğu Üst-Jura-Alt Kretase devri arazisinden oluşan İnatlı formasyonu üzerinde yer almaktadır. Buna karşılık çok az bir kısmı Permiyen Triyas devri arazisinden oluşan Çakraz formasyonu üzerinde yer almaktadır (Şekil 2.8). İnaltı (JKi) formasyonu beyaz, bej veya gri renkli, ince-kalın tabakalı platform karbonatlarından oluşur. Tabanda kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve dolomit veya dolomitleşmiş kireç ile temsil edilir. Orta ve üst kesimleri tümüyle karbonatlardan oluşur. Amasra ilçesi (Bartın ili) doğusunda Karadeniz kıyısındaki Çakraz köyü civarında tipik yüzeyleri bulunan kırmızı renkli karasal kumtaşı, şeyl, kumtaşı konglomeralar Çakraz (PTç) formasyonu olarak adlandırılır. Ağırlıklı olarak koyu kırmızı renkli, yer yer kırmızı-yeşil ardalı laminalı şeyl, ince tabakalı çamurtaşı ve kum taşından oluşan birim, mercekler halinde kırmızı renkli konglomeralar içerir (Gedik ve Aksay 2002a).



Şekil 2.8 Göknaar, kayın ve göknaar-kayın meşcerelerinin jeoloji haritasındaki yeri (Harita 1/100000 ölçekli jeoloji haritası kullanılarak ArcView 3.2 programında hazırlanmıştır).

#### 2.1.4.1 Kum Taşı Anakayası ve Kum Taşından Oluşan Toprakların Özellikleri

Kum taşları 0,063-2 mm büyüklüğündeki fraksiyonun % 50'den fazla olduğu kayalarlardır. Kum taşlarında % 75'den fazla kuvars vardır. Bunlar, az veya çok kimyasal ayrışmaya uğramış mineral parçacıkların birbirine yapıştırılması ile oluşmuşlardır. Yapıştırıcı madde,

silisyum dioksit olursa fakir topraklar meydana gelir. Kil ve kireçli olanlar, derin ve göreceli olarak verimli toprakları oluşturur. Kumlar, kuvarsın dışındaki minerallerden, örneğin feldspat, mika v.b. oluşmuşlarsa hem ayrışmaları kolay olur, hem de besin maddeleri bakımından zengin topraklar verirler. Kum taşlarından meydana gelen topraklar derin, havalanması iyi, geçirgenlikleri hızlı topraklardır. Organik madde ile karıştırılırsa ideal toprakları oluştururlar (Çepel 1996; Özbek vd. 2001).

#### **2.1.4.2 Kalker (Kireç Taşları) Anakayası ve Kalkerden Oluşan Toprakların Özellikleri**

Kalker anataşları kalsit ve aragonit kristallerinin çok büyük boyutlarda olanlarının bir araya gelmesinden oluşur. İnce taneli ve yoğun bir taştır. Katık maddelerine göre beyazdan siyaha, sarıdan kırmızıya kadar çeşitli renklerde sahiptirler. Kalker kayalarının toprak verme değerleri onların sertlik derecelerine ve içindeki 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 kırıntılı yapıları ve su tutma güçleri artar. Bu toprakların pH değerleri genellikle nötre yakın olduğundan bitkiler için fosfor beslenmesi iyi değildir. Ayrıca kalkerden oluşan topraklarda potasyum eksikliği de mevcuttur (Çepel 1996; Kantarcı 2000).

#### **2.1.5 Bitki Örtüsü**

“Amasra yöresi floristik kompozisyonu (Yatkın 1996)”, “Kirazlık (Bartın) barajı florası (Başaran 1999)” ve “Bartın florasına katkılar (Kaya ve Başaran 2006)” konulu lokal çalışmalar dışında Bartın ve civarında yapılan floristik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmalar arasında en geniş kapsamlı olanı Kaya ve Başaran (2006) tarafından yapılan çalışmadır. Bu araştırmada Bartın iline bağlı çeşitli ilçelerden 1996-1999 yılları arasında toplanan bitki örneklerinin değerlendirilmesi sonucunda 97 familya ve 368 cinse ait 672 tür belirlenmiştir.

Araştırma bölgesinde yayılış gösteren orman ve çalı formundaki bitkiler oldukça geniş yayılışa sahiptir. Orman oluşturan yaygın ağaç türleri doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky),

karaçam (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana*), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), adi gürgen (*Carpinus betulus* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.), saplı meşe (*Quercus robur* L.)'dir. Ayrıca, orman içerisinde serpili olarak bulunan orman ağaçları Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Miller), kayın gövdeli akçaağaç (*Acer trautvetteri* Medw.), çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides* L.), ova akçaağacı (*Acer campestre* L.), üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz var. *torminalis*), gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), titre kava (*Populus tremula* L.), doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.), dağ karaağacı (*Ulmus glabra* L.), ak söğüt (*Salix alba* L.), adi fındık (*Corylus avellana* L.) ve yer yer gümüşü ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench.) gibi yapraklı türlerdir.

Alt tabakada yer yer peruka çalısı (*Cotinus coggygria* Scop.), adi şimşir (*Buxus sempervirens* L.), Karadeniz defnesi (*Daphne pontica* L.), adi kocayemiş (*Arbutus unedo* L.), ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), çoban püskülü (*Ilex colchica* Poj.), kuşburnu (*Rosa canina* L.), mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L. subsp. *ponticum*), Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.), tavşan memesi (*Ruscus aculeatus* L.), yabancı mersin (*Myrtus communis* L.) ve alıç (*Crataegus curvisepala* Lindman) gibi çalılar bulunmaktadır (Şekil 2.9 a, b ve c) (OGM 2001; Kaya ve Başaran 2006).



Şekil 2.9 Göknar (a), kayın (b) ve göknar-kayın (c) meşcerelerine ait fotoğraflar (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Çalışmanın yapıldığı Bartın ili Arıt beldesinde ağaç ve çalı formundaki bitkiler geniş yayılışa sahiptir. Orman oluşturan yaygın ağaç türleri; *Fagus orientalis* Lipsky., *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf., *Carpinus betulus* L.'tur. Ayrıca orman içerisinde serpili olarak bulunan türler ise; *Ulmus glabra* L., *Acer trautvetteri* Medw., *Acer platanoides* L., *Acer campestre* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz var. *torminalis*, *Ostrya carpinifolia* Scop., *Populus tremula* L., *Salix alba* L., *Corylus avellana* L.'dir. Çalı formundaki bitki türlerinden



bazıları ise şunlardır; *Buxus sempervirens* L., *Rhododendron ponticum* L. subsp. *ponticum*, *Ilex colchica* Poj., *Vaccinium arctostaphylos* L., *Arbutus unedo* L., *Daphne pontica* L., *Crataegus curvisepala* Lindma. ve *Laurus nobilis* L. şeklinde sıralanabilir.

## 2.2 ARAŞTIRMA MATERYALİ

Bu bölüm arazi ve laboratuvar çalışmaları şeklinde kendi içerisinde ikiye ayrılmıştır. Arazide çalışmaları kısmında toprak ve ölü örtü örneklerinin ne zaman, kaç adet ve nasıl alındığı ile örnekleri alırken nelere dikkat edildiği açıklanmıştır. Laboratuvar çalışmaları kısmında ise ölü örtü ve toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemek için kullanılan yöntemler ve hesaplamalar anlatılmıştır.

### 2.2.1 Arazi Çalışmaları

Çalışmanın materyal kısmını farklı meşcerelerden alınan ölü örtü örnekleri (20x20 cm'lik alandan) ve üst topraktan (0-5 cm) alınan toprak örnekleri oluşturmaktadır. Mikrobiyal analizler için 2009 yılı içerisinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde farklı meşcerelerden (gökmar, kayın ve gökmar-kayın) 15'er adet ölü örtü ve toprak örneği alınmıştır (Tablo 2.5). Meşcerelerde ölü örtü tabaka ayrımının mevsimlere göre zor olacağı ve doğal yapılarının bozulacağı düşüncesiyle ölü örtü örneklerinde yaprak, çürüntü ve humus tabakası birbirinden ayrılmamış, örnekler karışık olarak alınmıştır (Şekil 2.10 a). Ölü örtü örneklerini alırken mineral toprak ile ölü örtünün karışmamasına dikkat edilmiştir. Daha sonra örnekler nemlerini kaybetmemeleri için plastik poşetlere konulmuştur (Şekil 2.11 a, b ve c).



Şekil 2.10 Ölü örtü ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla alınan örnekler (a, b ve c) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Mikrobiyal C, N, P ve mikrobiyal solunumu (bazal solunum) belirlemek için alınan üst toprak örnekleri (0-5 cm) arazide yaş olarak 2 mm'lik elekten elenmiş (Şekil 2.10 b) ve nemlerini kaybetmemeleri için plastik poşetlere konulmuştur (Şekil 2.11 a, b ve c). Ölü örtü ve toprak örneği alınacak noktaların herhangi bir etkiye uğramamış, doğal durumunu koruyan yerler olmasına özen gösterilmiştir. Örnek alınacak noktalar basit rasgele örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Ölü örtü örneklerinin bazı kimyasal özelliklerini belirlemek için 20x20 cm'lik alandan 15'er adet örnek alınmıştır. Ayrıca, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için her örnek alandan 15'er adet bozulmamış toprak örneği hacim silindirleri (çapı 9,1 cm, boyu 5,0 cm) ile alınmıştır (Şekil 2.10 c ve Tablo 2.5).



Şekil 2.11 Gökmar (a), kayın (b) ve gökmar-kayın (c) meşcerelerine ait ölü örtü ve üst toprak örnekleri (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Tablo 2.5 Araştırma materyalini oluşturan ölü örtü ve toprak örneklerinin sayısı ve alındığı mevsim.

Analiz ve Örnek Cinsi	M E V S İ M L E R												
	İLKBAHAR			YAZ			SONBAHAR			KIŞ			
Mikrobiyal Analiz	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	TOPLAM (adet)
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180
	30	30	30	30	30	30	30	3	30	30	30	30	360
Fiziksel ve Kimyasal Analiz	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	KAYIN	GÖKNAR	GÖKNAR-KAYIN	TOPLAM (adet)
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180

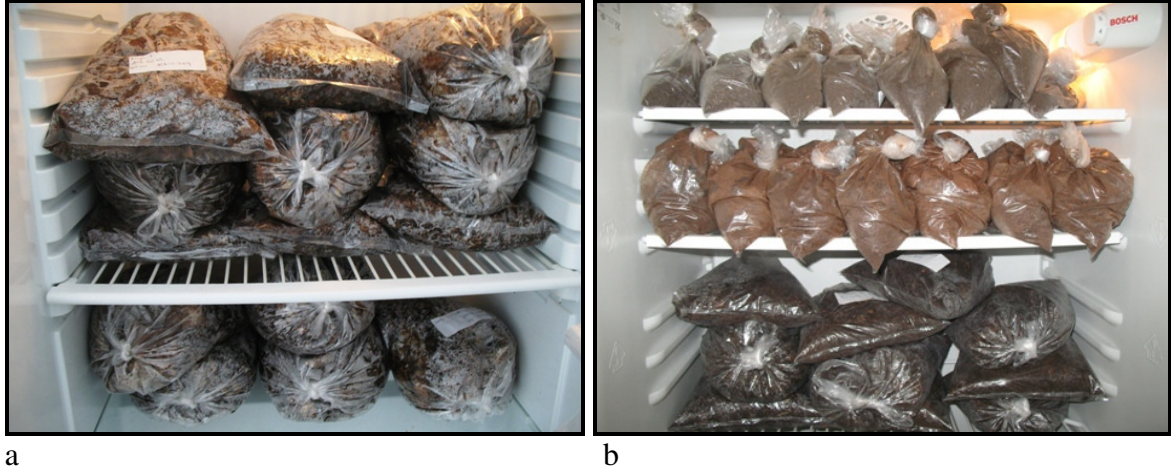
Farklı meşcere tiplerinde örnek alma sırasında mevsimlere göre hava sıcaklığı (Tablo A.98, 99 ve 100), toprak sıcaklığı (Tablo A.101, 102 ve 103) ve bağıl nem (Tablo A.104, 105 ve 106) de ölçülmüştür. Elde edilen sonuçların ortalamaları Tablo 2.6'da sunulmuştur.

Tablo 2.6 Farklı meşcere tiplerinde mevsimlere göre ortalama hava sıcaklığı (°C), toprak sıcaklığı (°C) ve bağıl (nisbi) nem (%) değerleri.

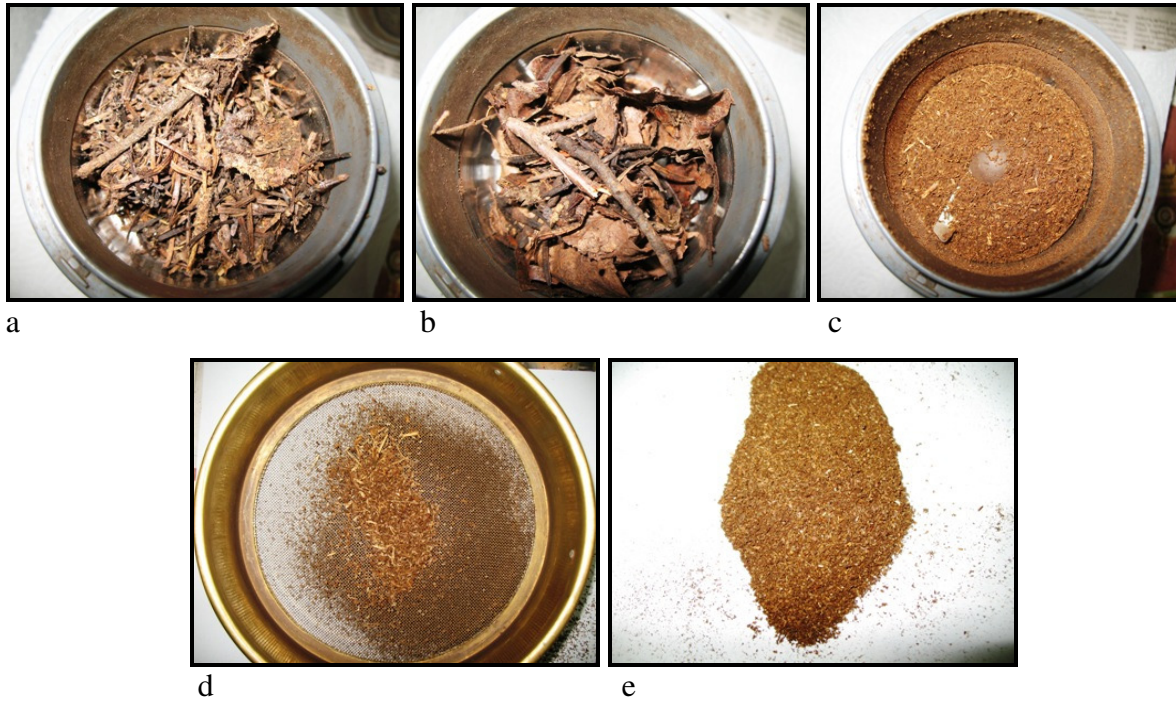
ÖLÇÜLEN PARAMETRE	Meşcere Tipi	M E V S İ M L E R			
		İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
Hava Sıcaklığı (°C)	Gök nar	17,7	24,5	16,4	9,3
	Kayın	18,4	24,7	17,8	11,0
	Gök nar-Kayın	11,7	24,5	16,0	6,6
Toprak Sıcaklığı (°C)	Gök nar	9,4	18,7	12,9	8,6
	Kayın	9,7	18,1	13,3	6,6
	Gök nar-Kayın	8,1	16,9	13,0	6,8
Bağıl (Nisbi) Nem (%)	Gök nar	40,5	52,5	63,8	83,1
	Kayın	38,1	53,5	55,1	58,7
	Gök nar-Kayın	54,6	46,3	69,5	89,7

## 2.2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Mikrobiyal biyokütle C, N ve P içerikleri ile mikrobiyal solunum (bazal solunum) miktarlarını belirlemek için alınan ölü örtü ve toprak örnekleri analizler yapılincaya kadar buzdolabında (+ 4° C) saklanmıştır (Şekil 2.12 a ve b).



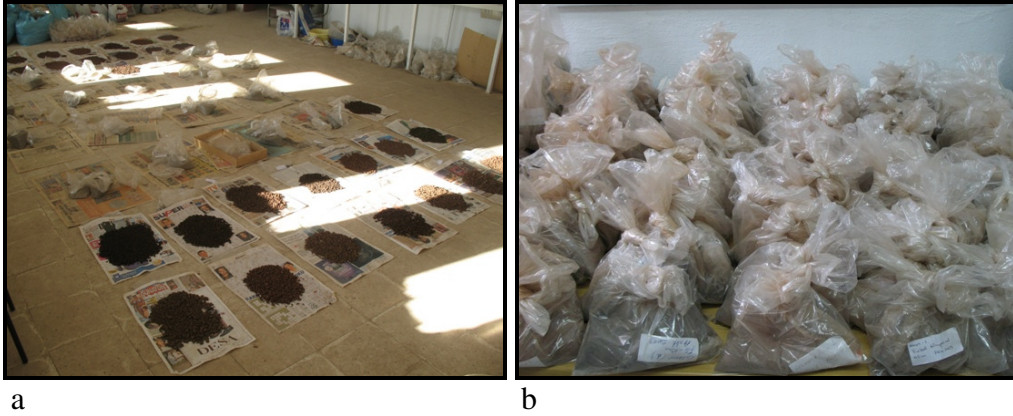
Şekil 2.12 Mikrobiyal analizler için buzdolabında + 4 °C'de muhafaza edilen ölü örtü (a) ve üst toprak (b) örnekleri (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).



Şekil 2.13 Laboratuvar ortamında hava kuru hale getirilen (a ve b), mikserde öğütülen (c) ve 1 mm'lik elekten geçirilen (d ve e) ölü örtü örnekleri (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Ölü örtü örneklerinin bazı kimyasal özelliklerini (pH, organik C, toplam N v.b.) belirlemek için örnekler hava kurusu hale gelene kadar kurutulmuştur (Şekil 2.13 a ve b). Daha sonra örnekler mikserde öğütülerek 1 mm'lik elekten geçirilmiştir (Şekil 2.13 c, d ve e).

Fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini belirlemek için alınan örnekler hava kurusu hale gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra toprak örnekleri taş ve köklerinden ayrılarak porselen havanlarda öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirilmiştir (Şekil 2.14 a ve b). Yapılan bütün analizler iki tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.14 Laboratuarda hava kurusu hale getirilen (a) ve 2 mm'lik elekten elenen (b) toprak örnekleri (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

### 2.2.2.1 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Ölü örtü ve toprak örneklerinin nem içeriği, toprak örneklerinin hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi, tane çapı ve elektriksel iletkenlik değerleri ile ölü örtü ve toprak örneklerinin reaksiyonu, organik karbon, toplam azot ve bitkiye yararlı fosfor içeriklerini belirlemek için yapılan analizler ve hesaplamalar bu bölüm içerisinde açıklanmıştır.

**Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Nem İçeriği:** Ölü örtü örneklerinin nem içeriği 70 °C'de 24 saat süreyle kurutularak gravimetrik olarak belirlenmiştir (Karaöz 1992). Toprak örneklerinin nem içeriği ise 105 °C'de en az 24 saat süreyle kurutularak yine gravimetrik olarak belirlenmiştir. Ölü örtü ve toprak örneklerindeki % nem içeriği aşağıdaki formül (eşitlik 2.3) kullanılarak hesaplanmıştır (Gülçur 1974).

$$\% Nem = \frac{(HKA - FKA)}{FKA} \times 100 \quad (2.3)$$

Burada;

HKA = Hava kurusu ağırlık (g)

FKA = Fırın kurusu ağırlık (g)

**Toprak Örneklerinin Hacim Ağırlığı:** Hacim silindirleriyle alınan toprak örnekleri öncelikle 105 °C sıcaklıkta kurutularak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Fırın kurusu ağırlıkların silindir örneğinin hacmine oranı ile örneklerin hacim ağırlıkları “g cm<sup>-3</sup>” olarak hesaplanmıştır (Irmak 1954).

**Toprak Örneklerinin Tane Yoğunluğu:** Toprak ile suyun yer değiştirme esasına göre hesaplanmaktadır. Bu işlem için fırın kurusu halindeki balon joje 20 °C’de saf su ile işaret çizgisine kadar doldurularak tartılmıştır. 2 mm’lik elekten geçirilmiş 20 g fırın kurusu ince toprak balon jojeye 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 (eşitlik 2.4) tane yoğunluğu hesaplanmıştır (Blake 1965).

$$D_p = \frac{d_w \times W_s}{W_s - (W_{sw} - W_w)} \quad (2.4)$$

Burada;

D<sub>p</sub> = Tane yoğunluğu (g cm<sup>-3</sup>)

d<sub>w</sub> = Ölçüm yapılan sıcaklıkta suyun yoğunluğu (g ml<sup>-1</sup>)

W<sub>s</sub> = Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

W<sub>sw</sub> = Piknometre, toprak ve su ağırlığı toplamı (g)

W<sub>w</sub> = Piknometre ve su ağırlığı toplamı (g)

**Toprak Örneklerinin Gözenek Hacmi:** Toprakların gözenek hacmini doğrudan doğruya belirlemek çok güç olduğu için tane yoğunlukları ve hacim ağırlıkları belirlenen toprakların gözenek hacimleri aşağıdaki formül (eşitlik 2.5) ile hesaplanmıştır (Çepel 1995; Kantarcı 2000).

$$\text{Gözenek Hacmi (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Hacim Ağ.}}{\text{Özgül Ağ.}}\right) \times 100 \quad (2.5)$$

**Toprak Örneklerinin Tane Çapı:** Toprak örneklerinin tane çapları Bouyoucos hidrometre metodu ile tayin edilmiştir. Toprak türlerinin belirlenmesi uluslararası tane çapı sınıflarına göre yapılmıştır (Bouyoucos 1962; Gülçur 1974).

**Toprak Örneklerinin Elektriksel İletkenliği:** Elektriksel iletkenliğin belirlenmesi için toprak örnekleri 1/5 oranında saf su ile ıslatılıp mekanik karıştırıcıda 1 saat karıştırıldıktan sonra elektiriki iletkenlik aleti ile ölçüm yapılmıştır (Gülçur 1974; Eruz 1979).

**Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Reaksiyonu (pH):** Ölü örtü veya toprak örneklerinin reaksiyonu cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür. Ölü örtü örnekleri, aktüel asitlik için 1/20 oranında saf su ile ıslatılıp 24 saat kadar bekledikten sonra ölçüm yapılmıştır (Karaöz 1992). Topraklar, aktüel asitlik için 1/2.5 oranında su ile ıslatılıp 24 saat kadar bekledikten sonra ölçüm yapılmıştır (Irmak 1954; Gülçur 1974; Kantarcı 2000).

**Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Organik Karbon İçeriği:** Ölü örtü örneklerinin organik karbon içeriği, 1 mm'lik elekten geçirilmiş 0,1 g ölü örtü örneği kullanılarak tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin organik karbon içeriği ise, 0,250 mm'lik elekten geçirilmiş 0,5 g toprak kullanılarak Walkley-Black ıslak yakma yöntemi (Şekil 2.15 a, b ve Cc) ile belirlenmiştir. Kısaca; ölü örtü ve toprak örneklerinin üzerine 10 ml potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) (Şekil 2.15 a), 20 ml sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ), 10 ml ortofosforik asit ( $H_3PO_4$ ) ile 200 ml saf su ilave edilmiştir (Şekil 2.15 b). Örneklerin soğumasının ardından bu karışıma 10 damla difenilamin indikatörü damlatıldıktan sonra renk çivit mavisinden yeşile dönünceye kadar demir sülfat ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) ile titre edilip harcanan sarfiyat kaydedilmiştir (Şekil 2.15 c). Aşağıdaki formül (eşitlik 2.6) ile örneklerin organik C içeriği hesap edilmiştir (Walkley ve Black 1934; Irmak 1954; Gülçur 1974).



Şekil 2.15 Ölü örtü ve toprak örneklerinin organik C içeriklerinin belirlenmesi (a, b ve c) ve titrasyondan sonra oluşan son renk (c) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

$$\% \text{ Organik C} = [(N_1 \times A) - (N_2 \times B)] \times 0,003 \times 200 \times f_1 \quad (2.6)$$

Burada;

$N_1$  = Potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) çözeltisinin gerçek normalitesi

A = Analizde kullanılan potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) çözeltisinin miktarı (ml)

$N_2$  = Demir sülfat ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) çözeltisinin gerçek normalitesi

B = Titrasyonda harcanan demir sülfat ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) çözeltisinin miktarı (ml)

0,003 = 3 karbonun (C) ekivalen ağırlığı

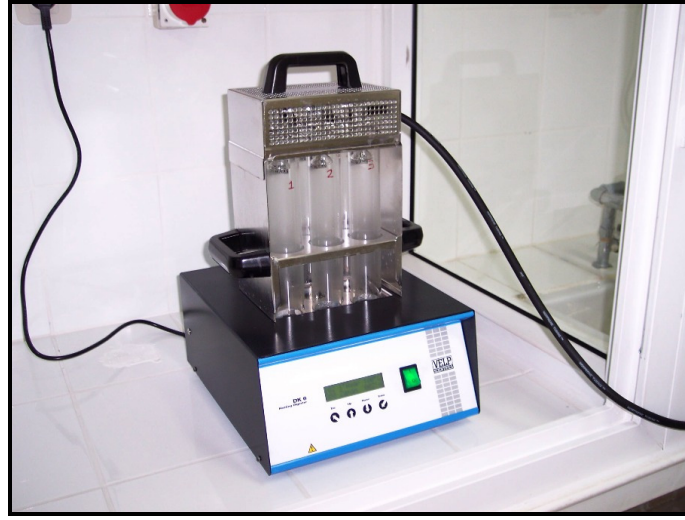
200 = 100 g ölü örtü veya toprağa yükseltme çarpanı

$f_1$  =  $100/77 = 1,30$  (bu yöntem ile toprak örneğinde bulunan organik C'un % 77'sinin yükseltgenebildiği varsayılır).

**Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Toplam Azot İçeriği:** Toplam azot modifiye Kjeldahl yöntemine göre bulunmuştur. Modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi; ölü örtü veya toprakta organik formda bulunan azot ile amonyum formunda bulunan anorganik azotu, genellikle sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) ile yaş yakmak sureti ile amonyuma ( $NH_4$ ) çevirmek ve bu amonyumu alkali ortamda amonyak ( $NH_3$ ) halinde uçurup, hafif asit ortamda bağlamak ve bunu titrasyon yolu ile hesaplamak esasına dayanır. (Karaöz 1992; Kacar 1996). Yöntemde 1 mm'lik elekten elenmiş 0,5 g ölü örtü veya 0,250 mm'lik elekten elenmiş 0,5 g toprak örneği tartıldıktan sonra yakma tüplerine aktarılmıştır. Ölü örtü veya toprak örneklerinin üzerlerine 15 ml konsantre sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) ile  $K_2SO_4$  ve  $CuSO_4$ 'ün 10:1 oranında karışımı ile elde edilen katı haldeki katalizörden 1,5 g ilave edilmiştir. Sonra bu karışım, UDK 6 model yakma

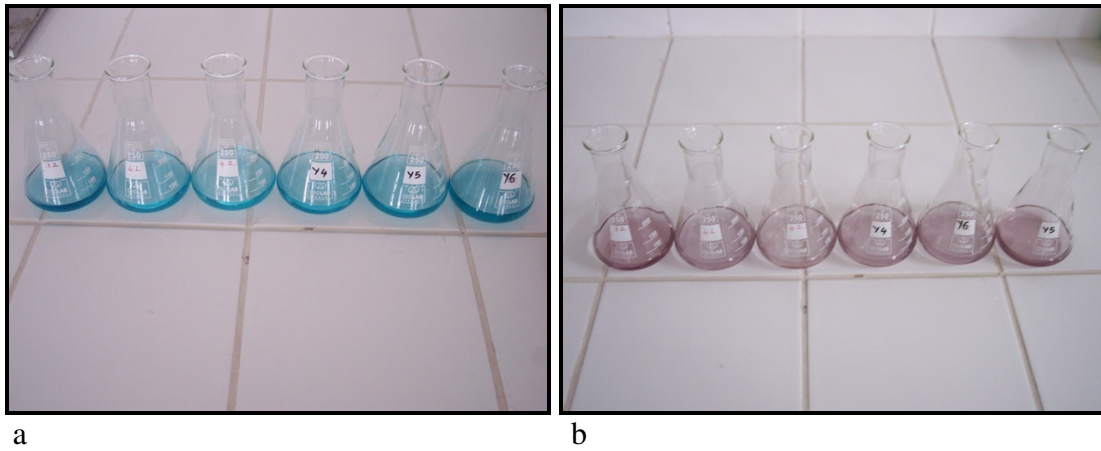


cihazında 100 °C’de iki dakika, 200 °C’de üç dakika, 320 °C’de dört dakika ve 420 °C’de 45 dakika yakılmıştır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 Ölü örtü ve toprak örneklerinde toplam azotu ( $N_{\text{toplam}}$ ) belirlemek için örneklerin UDK 6 model yakma cihazında yakılması (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Yakma işleminden sonra soğuyan örnekler UDK 142 model destilasyon ünitesinde 10 M 50 ml sodyum hidroksit (NaOH), % 2 lik 25 ml borik asit ( $H_3BO_3$ ) ve 50 ml saf su kullanarak üç dakika destilasyon yapılarak amonyum ( $NH_4$ ) alkali ortamda amonyak ( $NH_3$ ) halinde uçurulmuş ve hafif asit ortamda bağlanmıştır. Elde edilen bu distillata 15 damla brome-kroze indikatöründen damlatılmış ve distillatın rengi mavimsi yeşil olmuştur (Şekil 2.17 a). Distillatın son rengi leylak oluncaya kadar 0,0067 N sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) ile titre edilmiştir (Şekil 2.17 b). Rengin döndüğü anda harcanan sarfiyat kaydedilmiştir.



Şekil 2. 17 Ölü örtü ve toprak örneklerinin toplam N içeriklerinin belirlenmesinde destilasyondan (a) ve titrasyondan sonra oluşan renkler (b) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Aşağıdaki formül (eşitlik 2.7) kullanılarak toplam N hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam N} = \left( \frac{14,01 \times N \times (T - B)}{500} \right) \times 100 \quad (2.7)$$

Burada;

14,01 = Azotun atom ağırlığı

N = Sülfürik asitin ( $H_2SO_4$ ) normalitesi

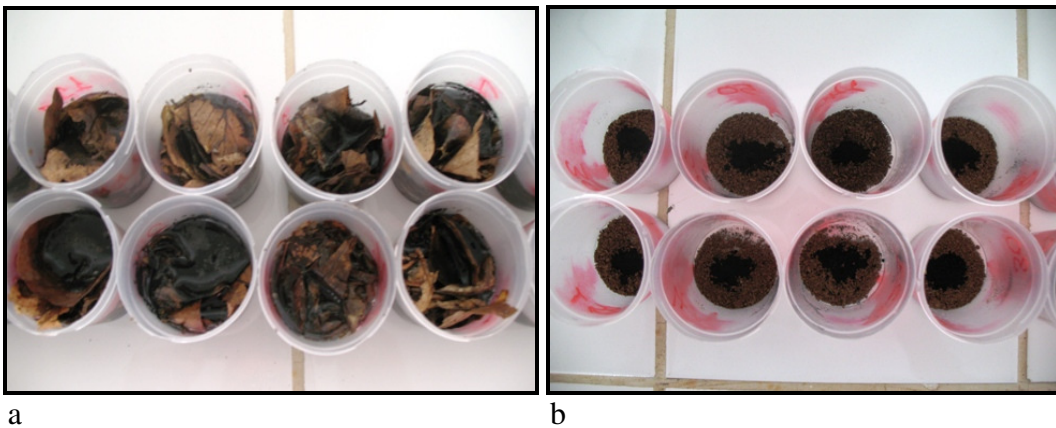
T = Ölü örtü veya toprak örneğinin titrasyonunda harcanan sülfürik asitin ( $H_2SO_4$ ) miktarı (ml)

B = Kör titrasyonu için harcanan sülfürik asitin ( $H_2SO_4$ ) miktarı (ml)

500 = Ölü örtü veya toprak ağırlığı (mg)

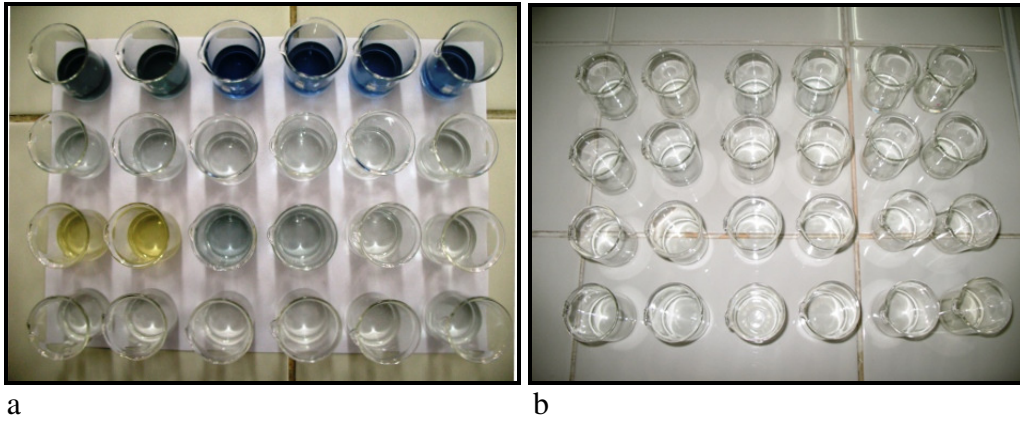
100 = Yüzdeye (%) çevirme katsayısı

**Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Bitkiye Yararışlı Fosfor İçeriği:** Örneklerin fosfor içerikleri Olsen vd. (1954) tarafından geliştirilen sodyum bikarbonat yöntemine göre belirlenmiştir. Yöntemde ekstrakt çözeltisine (0,5 M  $NaHCO_3$ ) geçen fosfor amonyum molibdat askorbik asit mavi renk yöntemine göre belirlenmiştir. İki tekrarlı olacak şekilde hava kurusu 2,5 g ölü örtü veya toprak örneği 100 ml'lik plastik kap içerisine tartılır. 0,1 g aktif kömür, plastik kap içerisinde bulunan ölü örtü veya toprak örneğinin üzerine dökülür. Üzerine pH'sı 8,5 ve 0,5 M sodyum bikarbonat ( $NaHCO_3$ ) çözeltisinden 50 ml (örnek miktarının 20 katı) dökülür (Şekil 2.18 a ve b).



Şekil 2.18 Bitkiye yararışlı P tayininde kullanılan ölü örtü (a) ve toprak örnekleri (b) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Karışım dairesel yönde hareket eden bir çalkalayıcıda 150 rpm hızında 30 dakika çalkalanır. Çalkalama işleminin sonunda örnekler Whatman No 42 filtre kağıdından süzülür. Süzülen ekstraktan 1 ml alınarak 25 ml'lik ölçü beherine dökülür. Üzerine 4 ml askorbik asit (% 1'lik) çözeltisi ve 3 ml hazırlanan molibdat  $((NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O)$  çözeltisinden ilave edilir. Rengin oluşması için 1 saat bekledikten sonra (Şekil 2.19 a ve b) renkli çözeltinin ışık absorpsiyonu 880 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede (UV 2450) belirlenmiştir (Rowell 1994; Anderson ve Ingram 1996; Kacar 1996).



Şekil 2. 19 Bitkiye yarayışlı fosfor (P) tayini için renkleri oluşmuş ölü örtü (a) ve toprak (b) örnekleri (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Bitkiye yarayışlı fosfor (P)  $\mu g g^{-1}$  olarak aşağıdaki formül (eşitlik 2.8) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Fosfor (P \mu g g^{-1}) = S_t \times F \quad (2.8)$$

Burada;

$S_t$  = Spektrofotometrede okunan değer için standart kurveden bulunan fosfor (P) miktarı ( $\mu g$ ), konsantrasyon

$F$  = Sulandırma katsayısı,  $1/0,05 = 20$  [2,5 g ölü örtü veya toprak örneği 50 ml ekstraksiyon çözeltisi ile muamele edilir ve 1 ml süzüntüde  $((2,5*1)/50=0,05$  g ölü örtü veya toprağa eşdeğer) renk oluşturulur].

### **2.2.2.2 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Biyokütle C, N ve P Tayini için Fumigasyon ve Ekstraksiyon İşlemleri**

Ölü örtü ve toprak örneklerinde yapılan biyolojik analizlerden mikrobiyal biyokütle C, N ve P tayinine geçmeden önce hazırlanması ve yapılması gereken ön işlemler sırasıyla burada açıklanmıştır. Kloroformun hazırlanması, fumigasyon ve ekstraksiyon işlemlerinin nasıl yapıldığı ve bu işlemleri yaparken nelere dikkat edildiği yeri geldikçe ifade edilmiştir.

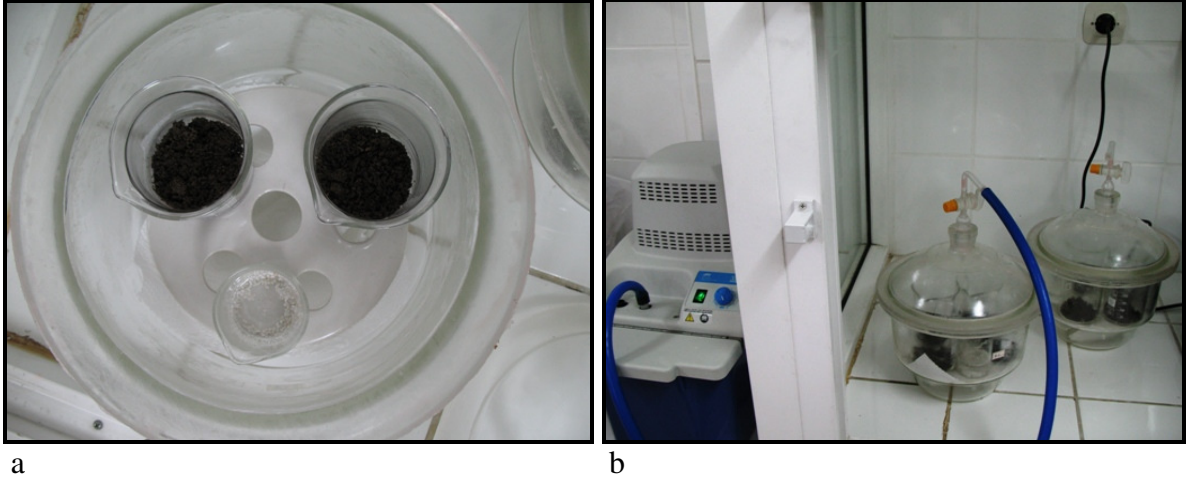
#### **Kloroformun (CHCl<sub>3</sub>) Hazırlanması**

Mikrobiyal C, N ve P analizlerine başlamadan önce 90–100 ml hacimce % 5'lik sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile ayırma hunisi içerisinde kloroform yıkanır. Bunun için ilk önce ayırma hunisinin içerisine 90–100 ml asit dökülür. Asitin üzerine 400–500 ml kloroform dökülür. Kloroformun yoğunluğu fazla olduğundan dibe doğru geçmeye çalışacak yani asit ile yer değiştirmeye başlayacaktır. Bu sayede kloroform yıkanmış olacaktır. Asit ile yıkama işlemi bir kez yapılır. Bunun ardından, 100 ml saf su ayırma hunisinin içerisine konur ve üzerine asit ile yıkanan 400–500 ml'lik kloroform dökülür. Kloroformun yıkanması işlemi gibi bir yıkama işlemi gerçekleştirilir. Saf su ile yıkama işlemi yaklaşık olarak 8–12 defa tekrarlanır. Bu sayede kloroform H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sülfürik asit) ve saf su ile yıkanarak alkolsüz hale getirilmiş olur (Brookes vd. 1985a ve b; Vance vd. 1987a; Anderson ve Ingram 1996).

#### **Ölü Örtü Örneklerinde Mikrobiyal Biyokütle C ve N Tayini İçin Yapılan Fumigasyon ve Ekstraksiyon İşlemleri**

Fumigasyon işlemi uygulanacak ve uygulanmayacak olan 2'şer adet 3 g ölü örtü örneği, 2 mm'lik elekten geçmiş (<2 mm) % 40–50 su tutma kapasitesine sahip 2'şer adet 30 g taze toprak örneği tartılarak 250 ml'lik beherlere konur. 100 ml'lik beher 50 ml kloroform konularak alt kısmına bir miktar nemli kağıt yerleştirilmiş vakumlu desikatörlerin içerisine alınır. Fumigasyon işlemi yapılacak ölü örtü ve toprak örneklerinin bulunduğu 250 ml'lik beherler ayrı ayrı desikatöre yerleştirilir (Şekil 2.20 a). Bu arada kloroformun hızlı bir şekilde buharlaşabilmesi için bir miktar (10–15 adet) pomze taşı 50 ml'lik kloroformun içerisine atılabilir. Desikatörün dışarıdaki hava ile temasını kesmek için desikatörün kapağına vazelin sürülür ve parafilm ile desikatörün kapağı sarılır. Kloroform (CHCl<sub>3</sub>) kuvvetli bir şekilde kaynayıncaya kadar (en az 2 dakika) vakum pompası kullanarak desikatörün içerisindeki hava

boşaltılır (Şekil 2.20 b). Daha sonra desikatörün musluğu kapatılır ve desikatör pompadan ayrılır.



Şekil 2.20 Mikrobiyal biyokütle C ve N tayininde kullanılan örnekler (a) ve kloroformu içeren desikatöre vakum işleminin uygulanması (b) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Bu işlemden sonra desikatör 25 °C sabit sıcaklıktaki etüve yerleştirilir ve karanlık bir ortamın oluşması için etüvün kapağı kapatılır (Şekil 2.21). 24 saatlik fumigasyon işlemin ardından beherler desikatörün içerisinden çıkarılır. 250 ml'lik erlenlere alınan ölü örtü örneklerinin üzerine 33,3:1 (yani 3 g taze ölü örtü 100 ml 0,5 M  $K_2SO_4$  ile ekstrakt edilir), toprak örneklerinin üzerine 4:1 (yani 30 g taze toprak 120 ml 0,5 M  $K_2SO_4$  ile ekstrakt edilir) oranında 0,5 M potasyum sülfat ( $K_2SO_4$ ) ilavesi yapılır. Beherlerin ağızları sıkı bir şekilde kapatılır. Bu şekilde hazırlanan ölü örtü ve toprak örnekleri dairesel yönde hareket eden bir çalkalayıcı üzerinde 150 rpm hızında 30 dakika çalkalanır (Brookes vd. 1985a ve b; Vance vd. 1987a; Anderson ve Ingram 1996).



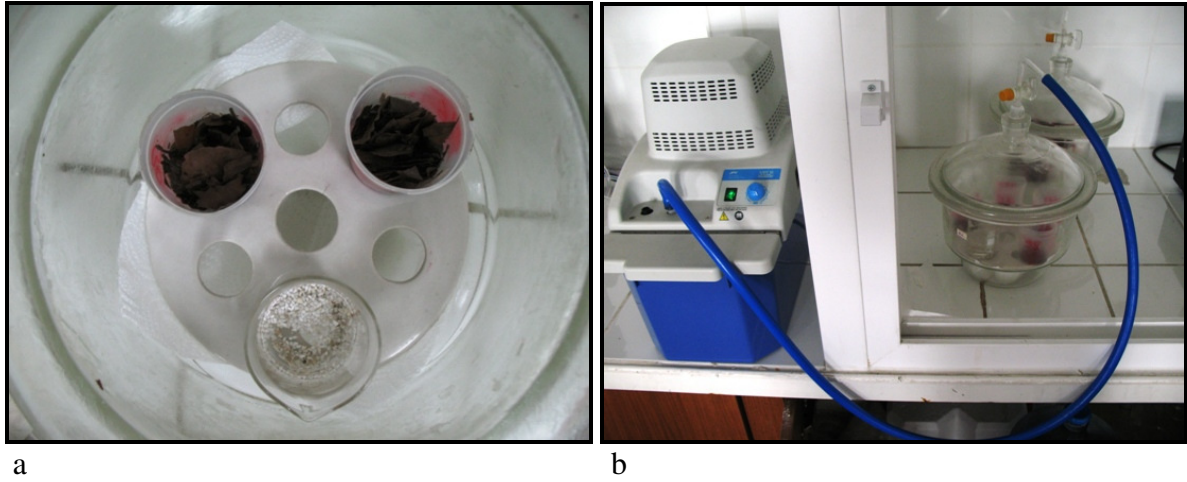
Şekil 2.21 Mikrobiyal biyokütle C ve N tayini için örneklerin karanlık bir ortamda fumigasyon işlemine tabi tutulması (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Sürenin sonunda beherler çalkalayıcıdan alınır. Beherlerin içerisindeki çözelti santrifüj tüplerine aktarılır ve santrifüjde 5 dakika santrifüj edilir. Daha sonra örnekler Whatman No 42 filtre kağıdından süzülür. Bu şekilde yaklaşık olarak 70–80 ml’lik ekstrakt elde edilir ve bu ekstrakt 250 ml’lik koyu renkli saklama kaplarına toplanır. Fumigasyon yapılmayan örnekler 250 ml’lik beherlere konularak üzerlerine ölü örtü örnekleri için 100 ml, toprak örnekleri için 120 ml 0,5 M potasyum sülfat ( $K_2SO_4$ ) ilave edilir. Dairesel yönde hareket eden bir çalkalayıcı üzerinde 150 rpm hızında 30 dakika çalkalanır. Çalkalama işleminden sonra beher içerisindeki çözelti santrifüj tüplerine aktarılarak 5 dakika santrifüj edilir. Daha sonra örnekler Whatman No 42 filtre kağıdından süzülür. Bu şekilde yaklaşık olarak 70–80 ml’lik ekstrakt elde edilir ve bu ekstrakt 250 ml’lik koyu renkli saklama kaplarına toplanır. Ekstraktlar mikrobiyal biyokütle C ve N analizleri yapılınca kadar buzdolabında saklanır (Brookes vd. 1985a ve b; Vance vd. 1987a; Anderson ve Ingram 1996).

### **Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Biyokütle P Tayini için Yapılan Fumigasyon ve Ekstraksiyon İşlemleri**

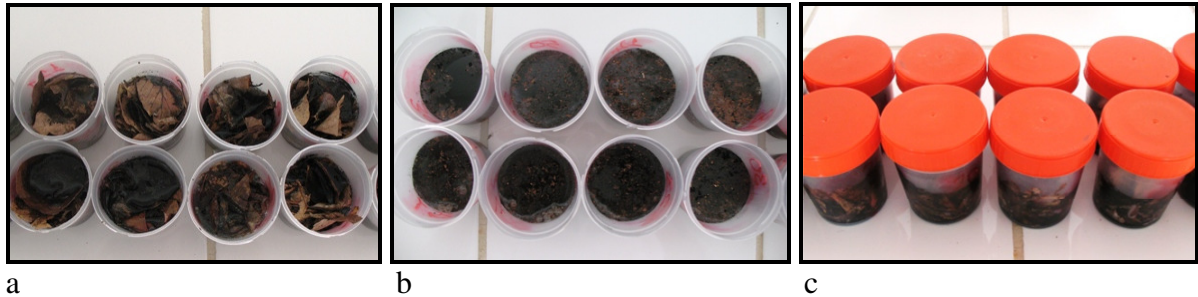
Fumigasyon işlemi uygulanacak ve uygulanmayacak 2’şer adet 2,5 g taze ölü örtü veya 2 mm’lik elekten geçmiş (<2 mm) hava kurusu 2,5 g toprak örneği 100 ml’lik plastik kap içerisine tartılır. 0,1 g aktif kömür plastik kap içerisinde bulunan fumigasyon işlemi yapılmayacak ölü örtü veya toprak örneklerinin üzerine dökülür. 50 ml kloroform 100 ml’lik

behere konularak alt kısmına bir miktar nemli kağıt yerleştirilmiş vakumlu bir desikatörün içerisine yerleştirilir. Fumigasyon işlemi yapılacak ölü örtü veya toprak örneklerinin bulunduğu 250 ml'lik beherler desikatöre yerleştirilir. Desikatörün dışarıdaki hava ile temasını kesmek için desikatörün kapağına vazelin sürülür ve parafilm ile desikatörün kapağı sarılır. Bu arada kloroformun hızlı bir şekilde buharlaşabilmesi için bir miktar (10–15 adet) pomze taşı kloroformun içerisine atılabilir (Şekil 2.22 a). Kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ) kuvvetli bir şekilde kaynayıncaya kadar (en az 2 dakika) vakum pompası kullanarak desikatörün içerisindeki hava boşaltılır (Şekil 2.22 b).



Şekil 2.22 Mikrobiyal biyokütle P tayininde kullanılan ölü örtü örnekleri (a) ve örneklere vakum işlemin uygulanması (b) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Daha sonra, musluk kapatılır ve desikatör pompadan ayrılır. Bu işlemden sonra desikatör 25 °C sabit sıcaklıktaki etüve yerleştirilir. 24 saatlik fumigasyonun ardından plastik kaplar desikatörün içerisinden çıkarılır. Ölü örtü veya toprak örneklerinin üzerine 20:1 oranında (2,5 g örnek için 50 ml  $\text{NaHCO}_3$ ) pH'sı 8,5 ve 0,5 M sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ilavesi yapılır ve plastik kapların ağızları sıkı bir şekilde kapatılır (Şekil 2.23 a, b ve c).



Şekil 2.23 Mikrobiyal biyokütle P tayininde kullanılan ölü örtü (a) ve toprak (b) örneklerini içeren ağızları kapatılmış plastik kaplar (c) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Bu şekilde hazırlanan ölü örtü veya toprak örnekleri dairesel yönde hareket eden bir çalkalayıcı üzerinde 150 rpm hızında 30 dakika çalkalanır. Çalkalama sonunda örnekler Whatman No 42 filtre kağıdından süzülür (Olsen vd. 1954; Brookes vd. 1982; Rowell 1994; Anderson ve Ingram 1996; Kacar 1996).

### 2.2.2.3 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Yapılan Biyolojik Analizler

Ölü örtü ve topraktaki mikrobiyal biyokütleyi ve faaliyeti belirlemek için çalışma kapsamında yapılan biyolojik analizlerden mikrobiyal biyokütle C, mikrobiyal biyokütle N ve mikrobiyal biyokütle P ile bazal solunum analizlerinin yapılışı ve sonuçların hangi formüller (eşitlikler) ile hesaplandığı bu bölüm içerisinde sırasıyla açıklanmıştır.

#### Mikrobiyal Biyokütle C ( $C_{mic}$ )

Fumigasyon ve ekstraksiyon sonucunda elde edilen ekstrakttan 8 ml bir pipet vasıtasıyla yakma tüpünün içerisine boşaltılır. Tüpe 2 ml 0,4 N potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) ve 70 mg (0,07 g) cıva oksit ( $HgO$ ) ve 2:1 oranında 15 ml sülfürik asit-ortofosforik asit ( $H_2SO_4-H_3PO_4$ ) karışımı ilave edilir. Elde edilen bu karışım 30 dakika 150 °C'de UDK 6 yakma ünitesinde yakılır. Yakma işlemin sonunda tüplerin oda sıcaklığında soğumaları için beklenir. Soğuyan tüplerin içerisine 20–25 ml saf su ilave edildikten sonra örnekler titrasyon için 250 ml'lik erlenlere boşaltılır (Şekil 2.24 a). Erlenlerdeki örneklerin üzerine 1,10 phenanthroline indikatöründen 10 damla ilave edilir. Bu esnada renk sarıdan morumsu yeşile döner. Daha sonra 0,4 N demir amonyum sülfat çözeltisi ( $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ) ile titre edilerek arta kalan dikromat bulunur. Örneklerin rengi kırmızımsı kahverengine dönünce (Şekil 2 24 b) titrasyona son verilir ve harcanan demir amonyum sülfat miktarı (ml) kaydedilir.





Şekil 2.24 Mikrobiyal biyokütle karbon ( $C_{mic}$ ) analizinde gelişen ilk (a) ve son (b) renkler (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Aşağıdaki formüller (eşitlik 2.9, 2.10 ve 2.11) kullanılarak mikrobiyal biyokütle C  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak hesaplanır (Vance vd. 1987a; Anderson ve Ingram 1996).

$$\text{Biyokütle } C (\mu\text{g g}^{-1}) = (B - V) \times N \times 0,003 \times \frac{120 + \theta}{W_t} \times \frac{1000}{V_1} \times 1000 \quad (2.9)$$

$$Ec = (\text{biyokütle } C_{\text{fumigasyonlu}} - \text{biyokütle } C_{\text{fumigasyonsuz}}) \quad (2.10)$$

$$\text{Mikrobiyal Biyokütle } C = Ec * 2,64 \quad (2.11)$$

Burada;

- B = Kör için harcanan demir amonyum sülfatın ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) hacmi (ml)
- V = Örnek için harcanan demir amonyum sülfatın ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) hacmi (ml)
- N = Harcanan demir amonyum sülfatın ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) normalitesi (0,3950 N)
- 0,003 = 3 karbonun (C) ekivalen ağırlığı
- $\theta$  = Kullanılan 30 g toprağın higroskopik nemi (%)
- $W_t$  = Taze toprak ağırlığı (30 g)
- $V_1$  = Yakma için kullanılan ekstrakt (8 ml)
- 2,64 = Karbon (C) için dönüştürme katsayısı

## Mikrobiyal Biyokütle N ( $N_{mic}$ )

Fumigasyon ve ekstraksiyon sonucunda elde edilen ekstraktan 50 ml bir pipet vasıtasıyla yakma tüpünün içerisine boşaltılır. Yakma tüpünün içerisine 1 ml 0,2 M bakır sülfat ( $CuSO_4$ ) ve 10 ml % 96'lık sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) dikkatli bir şekilde ilave edilir. Bu kimyasalların ilavesinden sonra elde edilen çözelti 100 °C'de 3 dakika, 150 °C'de 4 dakika, 260 °C'de 5 dakika ve 380 °C'de 180 dakika olacak şekilde sıcaklık artırılarak yakılır.

Yakma işlemin sonunda tüplerin oda sıcaklığında soğumaları için beklenir. Soğuyan tüplerin içerisine 40–50 ml saf su ilave edilir. Bu esnada tüpler tekrar ısındığı için tüplerin soğumaları beklenir. Tüplerin içerisindeki örnekler 250 ml'lik erlenlere boşaltılır ve 250 ml'ye saf su ile tamamlanır. Hazırlanan bu örnekten 50 ml alınarak tekrar tüplere boşaltılır ve destilasyon işlemine geçilir. Bu işlemlerin ardından hazırlanan tüpler UDK 142 destilasyon ünitesine yerleştirilir. 10 M 15 ml sodyum hidroksit ( $NaOH$ ) ve % 2 lik 5 ml borik asit ( $H_3BO_3$ ) kullanılıp, 2 dakika destilasyon yapılarak amonyum ( $NH_4$ ) alkali ortamda amonyak ( $NH_3$ ) halinde uçurulmuş ve hafif asit ortamda bağlanmıştır (Şekil 2.25 ve Şekil 2.26 a).



Şekil 2.25 Mikrobiyal biyokütle N için yakılan toprak örneklerinin destilasyon işlemi (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Elde edilen bu distillata (Şekil 2.26 a) 10 damla brome-kroze indikatöründen damlatılmış ve distillatın rengi mavimsi yeşil olmuştur (Şekil 2.26 b). Distillatın son rengi leylak oluncaya kadar 0,00714 N sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile titre edilmiş (Şekil 2.26 c), rengin döndüğü anda harcanan sarfiyat kaydedilmiştir.



Şekil 2.26 Mikrobiyal biyokütle azot ( $N_{mic}$ ) analizinde gelişen ilk (a ve b) ve son (c) renkler (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Aşağıdaki formüller (eşitlik 2.12, 2.13 ve 2.14) kullanılarak mikrobiyal biyokütle N  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Brookes vd. 1985a ve b; Anderson ve Ingram 1996).

$$\text{Biyokütle N } (\mu\text{g g}^{-1}) = (V - B) \times N \times 14,01 \times \frac{120 + \theta}{W_t} \times \frac{250}{V_1} \times \frac{1000}{V_2} \quad (2.12)$$

$$F_N = (\text{biyokütle } N_{\text{fumigasyonlu}} - \text{biyokütle } N_{\text{fumigasyonsuz}}) \quad (2.13)$$

$$\text{Mikrobiyal Biyokütle N} = \frac{F_N}{kN} \quad (2.14)$$

Burada;

V = Örnek için titrasyonda harcanan sülfürik asitin (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) hacmi (ml)

B = Kör için titrasyonda harcanan sülfürik asitin (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) hacmi (ml)

N = Harcanan sülfürik asitin (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) normalitesi (0,00714 N)

14.01 = Azotun atomik ağırlığı

$\theta$  = Kullanılan 30 g toprağın higroskopik nemi (%)

W<sub>t</sub> = Taze toprak ağırlığı (30 g)

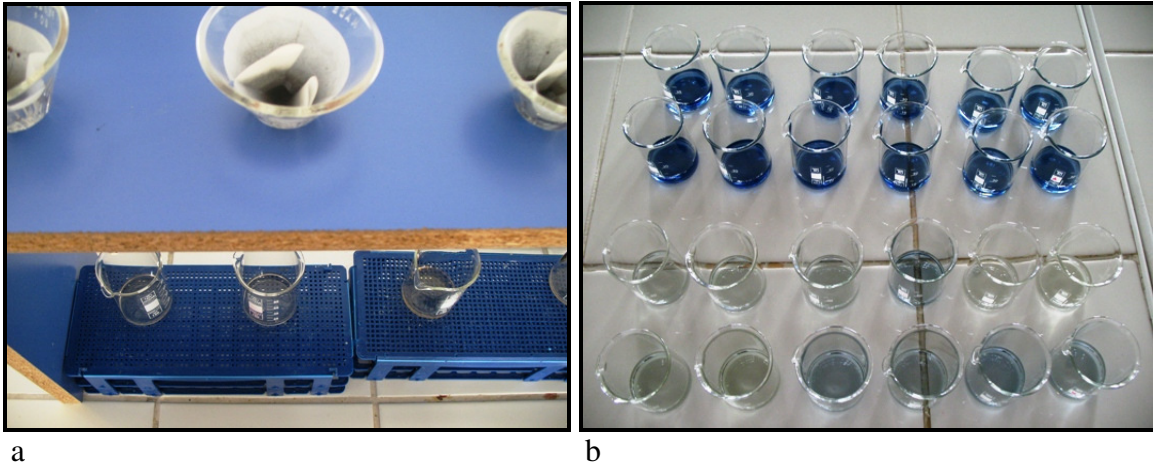
V<sub>1</sub> = Yakma için kullanılan ekstrak (50 ml)

V<sub>2</sub> = Destilasyon için kullanılan ekstrakt (50 ml)

kN = Mineralize olabilen mikrobiyal biyokütle azotunun katsayısı'dır (0,54).

### Mikrobiyal Biyokütle P (P<sub>mic</sub>)

Toprak ve ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle P içerikleri kloroform-fumigasyon-ekstraksiyon yöntemine göre belirlenmiştir. Toprak mikrobiyal biyokütle P içeriği; kloroform ile 25 °C'de 24 saat fumigasyona tabi tutulmuş ölü örtü veya toprak örnekleri ile kontrol ölü örtü veya toprak örneklerinin (fumigasyonsuz) 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> çözeltisi (Olsen's çözeltisi, pH 8,5) ile ekstrakt edilerek aralarındaki farktan hesaplanmıştır. Yöntemde ekstrakt çözeltisine (0,5 M NaHCO<sub>3</sub>) geçen fosfor amonyum molibdat askorbik asit mavi renk yöntemine göre belirlenmiştir. Süzülen ekstraktan (Şekil 2.27 a) 1 ml alınarak 25 ml'lik ölçü beherine dökülür. Behere 4 ml askorbik asit (% 1'lik) çözeltisi katılır. 3 ml'de hazırlanan molibdat [(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O] çözeltisinden katılır. Rengin oluşması için 1 saat bekledikten sonra renkli çözeltinin (Şekil 2.27 b) ışık absorpsiyonu, 880 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede (UV 2450) belirlenir (Olsen vd. 1954; Brookes vd. 1982; Rowell 1994; Anderson ve Ingram 1996; Kacar 1996).



Şekil 2.27 Mikrobiyal biyokütle P tayini için Whatman no 42 filtre kağıdından süzülen (a) ve son renkleri oluşmuş örnekler (b) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Mikrobiyal biyokütle fosfor (P)  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak aşağıdaki formül (eşitlik 2.15, 2.16 ve 2.17) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Biyokütle P (P } \mu\text{g g}^{-1}\text{)} = S_t \times F \quad (2.15)$$

$$E_p = (\text{biyokütle } P_{\text{fumigasyonlu}} - \text{biyokütle } P_{\text{fumigasyonsuz}}) \quad (2.16)$$

$$\text{Mikrobiyal Biyokütle } P = E_p * k_{EP} \quad (2.17)$$

Burada;

$S_t$  = Spektrofotometrede okunan değer için standart kurveden bulunan fosfor (P) miktarı ( $\mu\text{g}$ ), konsantrasyon

F = Sulandırma katsayısı,  $1/0,05 = 20$  [2,5 g toprak örneği 50 ml ekstraksiyon çözeltisi ile muamele edilir ve 1 ml süzüntüde ((2,5\*1)/50=0,05 gram toprağa eşdeğer) renk oluşturulur].

Eşitlikteki  $E_p$  (mikrobiyal biyokütleden ekstrakt edilen  $\text{PO}_4\text{-P}$ ) = fumigasyon yapılmış topraktaki ekstraktan elde edilen  $\text{PO}_4\text{-P}$  ile fumigasyon yapılmamış topraktaki ekstraktan elde edilen  $\text{PO}_4\text{-P}$  arasındaki farktır.

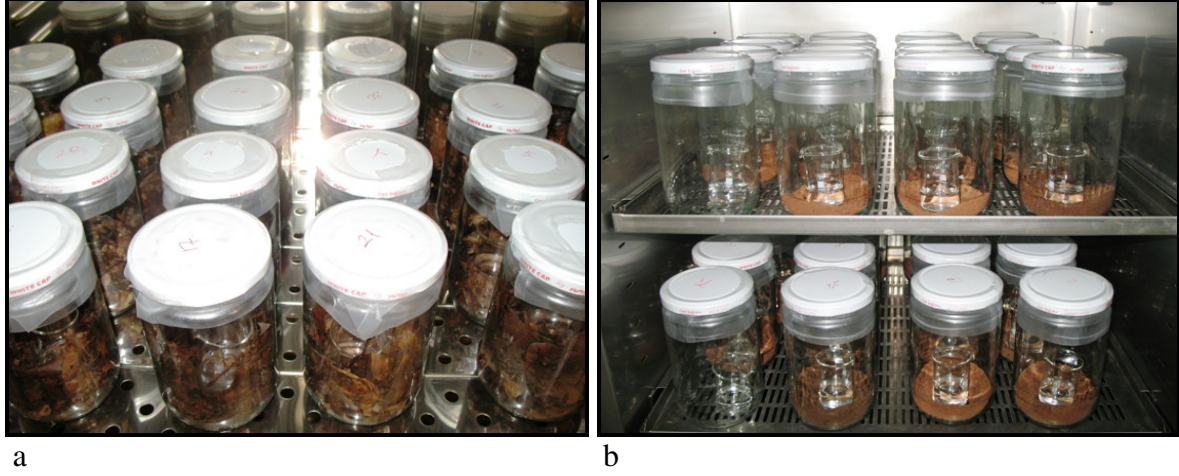
$k_{EP}$  = Mikrobiyal biyokütleden mineralize olabilen fosforun (P) katsayısıdır (0,40).

#### **2.2.2.4 Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Solunumun (Bazal Solunum) Belirlenmesi**

Toprak solunumu mikrobiyal faaliyetin belirlenmesinde kullanılan en eski ve geçerli yöntemlerden biridir. Yapılan bu çalışmada farklı meşcerelere ait ölü örtü ve üst toprakların mikrobiyal faaliyetini ortaya koymak için bazal solunum ölçümleri yapılmıştır. Bu yöntemin esası ölü örtü ve toprak örnekleri kapalı kaplarda 7 gün süreyle inkübasyona bırakılır. Diğer bir ifade ile mikrobiyal faaliyet (solunum) kapalı bir sistem içerisinde inkübasyon boyunca ölü örtü ve topraktan yayılan  $\text{CO}_2$ 'in 10 ml 1 M sodyum hidroksit (NaOH) ile tahmin edilerek belirlenir. Karbon dioksit ( $\text{CO}_2$ ) sodyum hidroksit çözeltisi tarafından yakalanır, daha sonra sodyum hidroksit çözeltisi hidroklorik asit ile titre edilir ve açığa çıkan  $\text{CO}_2$  miktarı hesaplanır (Rowell 1994; Alef 1995).

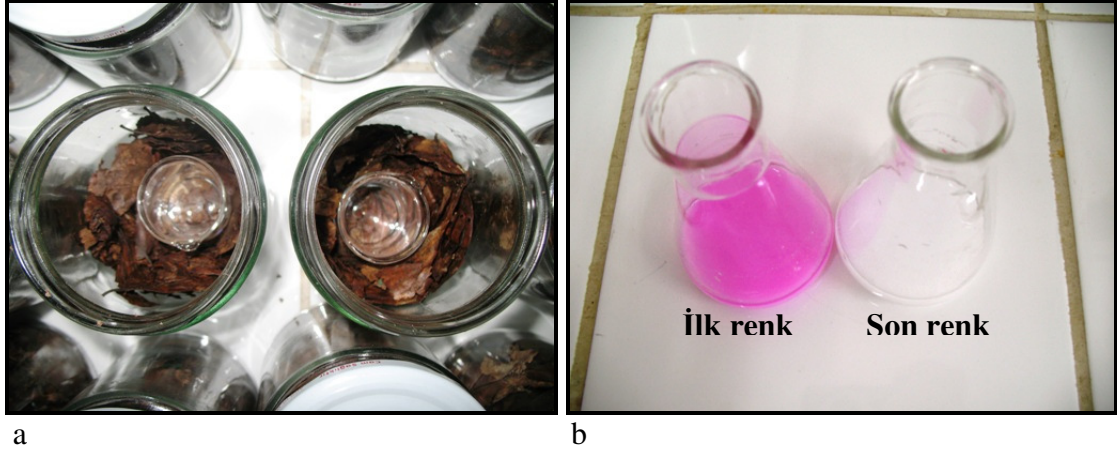
Yöntemde 2'şer adet 10 g ölü örtü veya 2 mm'lik elekten geçmiş (<2 mm) % 50–55 su tutma kapasitesinde 30 g taze toprak örneği 500 ml'lik cam kavanoz içerisine tartılır. 25 ml'lik beher içerisine 10 ml 1 M sodyum hidroksit ilave edilir. Beher, cam kavanozun tam ortasına

altında toprak veya ölü örtü kalmayacak şekilde yerleştirilir. Cam kavanozun ağzı sıkı bir şekilde (kavanoz içerisine hava giriş ve çıkışı olmamasına son derece dikkat edilir) kapatılarak parafilm ile sarılır. İçerisinde ölü örtü veya toprak olmayan (kontrol=kör) ve sadece 10 ml 1 M sodyum hidroksit olan 2 adet çam şişe de aynı şekilde hazırlanır (Şekil 2.28 a ve b).



Şekil 2.28 Gök nar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait ölü örtü (a) ve üs toprak örneklerinde (b) yapılan inkübasyon işlemi (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Kavanozlar etüve dikkatli bir şekilde yerleştirilir. Etüvde 25 °C'de, 7 gün süreyle inkübasyona tabi tutulurlar (daha uzun inkübasyon sürelerinde anaerobik koşullar meydana gelmektedir). Sürenin sonunda cam şişeler etüvden çıkarılır, dikkatli bir şekilde kapakları açılır (Şekil 2.29 a) ve cam şişenin içerisindeki beherde bulunan sodyum hidroksit 100 ml'lik erlene dökülür. 100 ml'lik erlene bulunan sodyum hidroksit solüsyonuna 0,5 M baryum kloritten ( $BaCl_2$ ) 5 ml eklenir. Elde edilen çözeltiliye 10 damla fenol fitaleyin indikatöründen damlatılır ve çözeltinin rengi mavimsi pembe olur. Çözeltinin son rengi renksiz oluncaya kadar (Şekil 2.29 b) 1 N hidroklorik asit ile dijital büret yardımıyla titrasyon yapılır. Rengin döndüğü anda harcanan sarfiyat kaydedilir.



Şekil 2.29 Yedi gün süreyle inkübasyona tabi tutulan örnekler (a) ve bu örneklerin bazal solunum ölçümlerinde oluşan ilk ve son renkler (b) (Fotoğraf: İlyas Bolat 2009).

Ölü örtü veya topraktaki solunum aşağıdaki formül (eşitlik 2.18) yardımıyla  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü (toprak)  $\text{h}^{-1}$  olarak hesaplanır (Alef 1995).

$$CO_2 (\mu\text{g}) SW^{-1} t^{-1} = \frac{(V_0 - V) \times N \times 2,2 \times 1000}{d_{wt} \times h} \quad (2.18)$$

Burada;

SW = Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

t = İnkübasyon süresi (saat = h)

$V_0$  = Titrasyonda kör için harcanan hidroklorik asitin (HCl) hacmi (ml)

V = Titrasyonda örnek için harcanan hidroklorik asitin (HCl) hacmi (ml)

2,2 = Çevirme katsayısı (1 ml 0,1 M NaOH = 2,2 mg  $\text{CO}_2$ )

N = Hidroklorik asitin (HCl) gerçek normalitesi

1000 = miligramı mikrograma çevirme katsayısı

$d_{wt}$  = nemli toprağın kuru ağırlığı (g)

h = İnkübasyon süresi (saat)

### Metabolik Katsayı ( $q\text{CO}_2$ )

Metabolik katsayı ( $q\text{CO}_2$ ) bazal solunumun mikrobiyal biyokütle C' a ( $C_{mic}$ ) oranı olarak ifade edilir. Diğer bir ifade ile metabolik katsayı mikrobiyal biyokütledeki toprak solunumunun

hızını açıklamaya ya da belirtmeye yarayan bir orandır. Metabolik katsayıya spesifik solunum hızı da denilmektedir. Bu oran aşağıdaki formül (eşitlik 2.19) kullanılarak hesaplanmaktadır (Anderson ve Domsch 1990; 1993; Coleman ve Crossley 1995; Sparling 1997).

$$q CO_2 = \frac{\text{Bazal Solunum}}{\text{Mikrobiyal Karbon}} \times 1000 \quad (2.19)$$

Daha açık olarak, ölü örtü örneklerinin metabolik katsayısı aşağıdaki formül (eşitlik 2.20) ile hesaplanmaktadır.

$$q CO_2 = \frac{\text{Bazal solunum (mg CO}_2\text{ - C g}^{-1}\text{ ölü örtü h}^{-1}\text{)}}{C_{mic} \text{ (g C}_{mic}\text{ g}^{-1}\text{ ölü örtü)}} \times 1000 \quad (2.20)$$

Toprak örnekleri için metabolik katsayı aşağıdaki formül (eşitlik 2.21) ile hesaplanmaktadır.

$$q CO_2 = \frac{\text{Bazal solunum (mg CO}_2\text{ - C g}^{-1}\text{ kuru toprak h}^{-1}\text{)}}{C_{mic} \text{ (g C}_{mic}\text{ g}^{-1}\text{ kuru toprak)}} \times 1000 \quad (2.21)$$

Metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) birimi  $mg CO_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} h^{-1}$  veya  $g CO_2\text{-C kg}^{-1} C_{mic} h^{-1}$ 'dir.

## 2.3 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 16.00 paket programı kullanılmıştır. Bu paket programı içerisinde farklı meşcereler altındaki ölü örtü ve toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri açısından fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi, k bağımsız grup denemelerinden elde edilen nicel verilerin analizinde yararlanılan bir yöntemdir. Normal dağılım gösteren k toplumdaki alınan k bağımsız grup ortalamalarının birbirlerine eşitliğini test etmek için uygulanır.

Varyans analizi sonucunda F test istatistiği önemli ise hangi grup ortalamalarının diğerlerinden farklı olduğunu, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak gerekir. Bunun için varyansların eşit olması durumunda çoklu karşılaştırma testlerinden birisi olan Tukey HSD testi, varyansların eşit olmaması durumunda ise Tamhane'nin T2 çoklu



karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tukey HSD testi eşit varyans yaklaşımını kullanan bir testtir. Test, bağımsız k grup ortalamalarını belirli bir kritik değere göre ikili karşılaştırmalarında kullanılan güçlü bir testtir. Diğer taraftan anova analizi sonucunda k toplumdaki alınan k bağımsız grupların varyansları birbirine eşit değil ise bu durumda farklı olanın belirlenmesinde Tamhane'nin T2 testi kullanılır. Tamhane'nin T2 testi farklı varyans yaklaşımını kullanan bir testtir. Eğer grup varyansları heterojen ise k ortalamayı ikili olarak ortak bir hata yaklaşımı ile eşanlı karşılaştırmak gerekiyorsa Tamhane'nin T2 testi'ni tercih etmek gerekir. Farklı meşcereler altındaki alanlara ilişkin mikrobiyal biyokütle C ( $C_{mic}$ ), N ( $N_{mic}$ ), P ( $P_{mic}$ ) ve bazal solunum ile ölü örtü ve toprakların diğer bazı özellikleri olan gözenek hacmi, organik C, toplam N, pH v.b. arasındaki ilişkilerin ortaya konulması için korelasyon analizi yapılmıştır.

Ayrıca hem ölü örtü hem de toprak örneklerinde örnek alma zamanındaki nem ile mikrobiyal biyokütle C, organik C ile toplam N, mikrobiyal biyokütle N ile mikrobiyal biyokütle C, bazal solunum ile mikrobiyal biyokütle C, metabolik katsayı ile bazal solunum, metabolik katsayı ile  $C_{mic}/C_{org}$  (%) arasında regresyon analizi yapılmış ve ayrı ayrı regresyon denklemleri bulunmuştur (Özdamar 1999; Altunışık vd. 2002). Çalışmada göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarına ait özelliklerin ortalama değerleri kullanılmıştır. Bunun yanı sıra ilgili tablolarda ölü örtü ve toprak özelliklerine ilişkin minimum, maksimum ve standart sapma değerleri de verilmiştir.

## BÖLÜM 3

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, arazide ve laboratuarda belirlenen özellikler, istatistiksel analiz sonuçları ve bunlara ait değerlendirmeler ele alınacaktır. Aynı zamanda, daha önce yapılmış ve bu çalışma ile benzerlik gösteren diğer çalışmalardaki sonuçlar ile elde edilen bulgular değerlendirilecek, çalışmalar arasındaki farklılıklar ya da benzerlikler ortaya konmaya çalışılacaktır. Değerlendirme yapılırken önce ölü örtü örneklerine ait veriler, daha sonra toprak örneklerine ait veriler yorumlanacaktır.

#### 3.1 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ÖRNEK ALMA ZAMANINDAKİ NEM (%) İÇERİKLERİ

##### 3.1.1 Ölü Örtü Örneklerinin Nem (%) İçerikleri

Ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nem içerikleri en düşük göknar meşçeresinde yaz mevsiminde (% 41,1) ve en yüksek göknar-kayın meşçeresinde kış mevsiminde (% 451,9) bulunmuştur. Ölü örtü nem içeriklerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.1 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.1, 2 ve 3) verilmiştir.

Tablo 3.1 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait örnek alma zamanındaki nemlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Örnek Alma Zamanındaki Nem (%)			
Gök nar	Min.	44,4	41,1	60,8	153,3
	Max.	89,4	103,8	129,3	255,9
	Ort.	66,74	65,48	93,26	187,06
	Std.	16,60	17,20	16,00	25,50
Kayın	Min.	56,0	81,6	98,1	128,1
	Max.	212,7	212,5	207,7	354,5
	Ort.	110,01	140,28	158,90	239,10
	Std.	36,76	40,28	31,39	60,35
Gök nar-Kayın	Min.	132,2	85,1	64,4	163,6
	Max.	304,5	224,9	152,8	451,9
	Ort.	212,58	141,62	101,72	283,86
	Std.	48,23	37,72	25,95	75,21

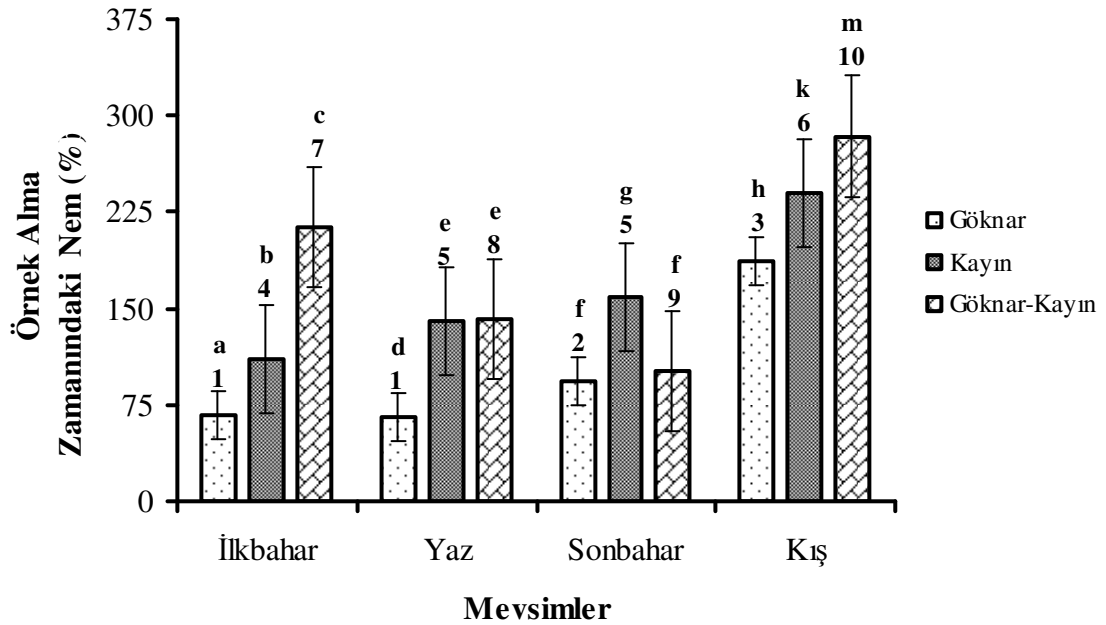
% 5 önem düzeyinde yapılan varyans analizi sonucuna göre; ölü örtü nem içeriklerinin mevsim içerisinde gök nar, kayın ve gök nar-kayın meşcereleri arasında anlamlı farklılık ( $P<0,05$ ) gösterdiği ortaya çıkmıştır. Benzer olarak meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ( $P<0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.2).

Aynı mevsim içerisinde farklı olan meşcere tiplerini tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; ölü örtü nem içerikleri bakımından meşcere tipleri farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.1). Benzer olarak Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; ölü örtü nem içerikleri meşcere tipinde mevsimlere göre de farklılık arz etmektedir (Şekil 3.1).

Tablo 3.2 Ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nemlerine (%) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	336651,2	2	168325,6	127,70	0,000*
	Gruplar İçi	114677,1	87	1318,1		
	Toplam	451328,3	89			
Yaz	Gruplar Arası	113951,68	2	56975,8	51,14	0,000*
	Gruplar İçi	96915,99	87	1113,9		
	Toplam	210867,6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	76480,9	2	38240,4	59,90	0,000*
	Gruplar İçi	55536,0	87	638,3		
	Toplam	132017,0	89			
Kış	Gruplar Arası	140819,5	2	70409,7	21,22	0,000*
	Gruplar İçi	288553,2	87	3316,7		
	Toplam	429372,8	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	296498,5	3	98832,8	267,48	0,000*
	Gruplar İçi	42861,0	116	369,4		
	Toplam	339359,5	119			
Kayın	Gruplar Arası	273881,9	3	91293,9	48,03	0,000*
	Gruplar İçi	220480,6	116	1900,6		
	Toplam	494362,5	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	580500,2	3	193500,0	76,78	0,000*
	Gruplar İçi	292340,8	116	2520		
	Toplam	872841,0	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 3.1 Ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nemlerinin (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonucunda ölü örtülerin örnek alma zamanındaki nem içerikleri hem mevsim içerisinde meşcere tiplerinden etkilenmiş hem de meşcere tipinde mevsim değişikliğinden etkilenmiştir. Ölü örtü nem içeriklerinin aynı mevsimde meşcere tiplerine göre istatistiksel olarak farklı olması meşcere içine ulaşan ışık, sıcaklık ve yağış miktarı ile ilgili olabilir. Ayrıca meşcere tipine göre değişen ölü örtü özellikleri de nem içeriğini değiştirebilir. Araştırma alanında genel olarak ölü örtü nem içerikleri göknar-kayın > kayın > göknar şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 3.1 ve Şekil 3.1). Ancak sonbahar mevsiminde kayın ölü örtü nem içeriği diğerlerine göre anlamlı oranda artmaktadır. Bu durum sonbaharda yüksek miktarda dökülen kayın yapraklarının su ve nem hareketini engelleyecek şekilde üst üste kiremitvari dizilerek nem kayıplarını engellemesi ve intersepsiyonla kaybın azalması ile ilgili olabilir. Nitekim Kantarcı (2000) kayın yapraklarının birbirine yapışarak kalın bir tabaka halinde keçeleşmesi sonucunda toprak ve atmosfer arasında ısı-hava-subuharı alışverişinin engellendiğini bildirmektedir. Ölü örtü nem içeriklerinin aynı meşcere tipinde mevsimlere göre farklı olması ise, mevsimlere göre değişen yağış, sıcaklık, evaporasyon ve intersepsiyon miktarından kaynaklanabilir.

Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin nem içeriklerine ait sonuçların daha önce yapılan çalışmalarda belirtilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği söylenebilir. Nitekim Özbek vd. (2001) ölü örtünün (organik maddenin) yüksek bir su tutma kapasitesine sahip olduğunu ve kendi ağırlığının 3-5 katı su tutabileceğini bildirmektedir. Benzer olarak Çepel (1996) tarafından bir kum toprağının maksimum su tutma kapasitesi % 28, killi balçığın % 44 olduğu halde, bu oranın turba organik maddesinde % 1057 olduğu vurgulanmaktadır. Bir başka çalışmada, bitki organik artıklarına ait nemlerin % 60-90 arasında değiştiği, ortalama % 75 civarında ve çok yüksek bir orana sahip olduğu belirtilmektedir (Brady 1990).

Chen vd. (2005) tarafından farklı yetişme ortamlarındaki (ova ve dağlık arazi) karışık ormanlarda (*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera*) yapılan bir çalışmada mineral toprağın üstündeki humik tabakaların (+2-0 cm, mineral toprağın 2 cm üstü) nem içerikleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Humik tabakaların ortalama nem içeriklerinin; ova arazisindeki ormanda % 27,6 ve dağlık arazideki ormanda % 45,0 olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca humik tabakaların ortalama nem içerikleri mevsimlere göre de değişiklik göstermektedir. Kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ova arazisindeki orman alanında sırasıyla % 28,1, % 38,8, % 15,5 ve % 26,9 iken, dağlık arazideki orman alanında % 52,1, % 70,1, % 24,9 ve % 32,9'dur.

### 3.1.2 Toprak Örneklerinin Nem (%) İçerikleri

Farklı meşcere tiplerine ait üst toprakların örnek alma zamanındaki nem içerikleri en düşük göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde (% 15,1) ve en yüksek göknar meşceresinde kış mevsiminde (% 95,3) tespit edilmiştir. Toprak örneklerine ait örnek alma zamanındaki nemlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.3 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.4, 5 ve 6) belirtilmiştir.

Tablo 3.3 Farklı meşcere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait örnek alma zamanındaki nemlerin (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Göknar	Min.	35,6	22,2	38,0	48,9
	Max.	55,0	47,3	66,4	95,3
	Ort.	45,76	33,32	50,95	73,64
	Std.	6,14	7,67	9,33	14,36
Kayın	Min.	27,3	19,3	31,4	35,2
	Max.	68,6	38,4	46,9	77,1
	Ort.	40,11	25,88	38,94	53,77
	Std.	10,15	5,47	5,00	11,28
Göknar-Kayın	Min.	27,9	15,1	24,9	33,8
	Max.	56,2	26,7	41,0	61,3
	Ort.	37,70	20,93	33,58	49,35
	Std.	8,73	3,29	4,78	7,71

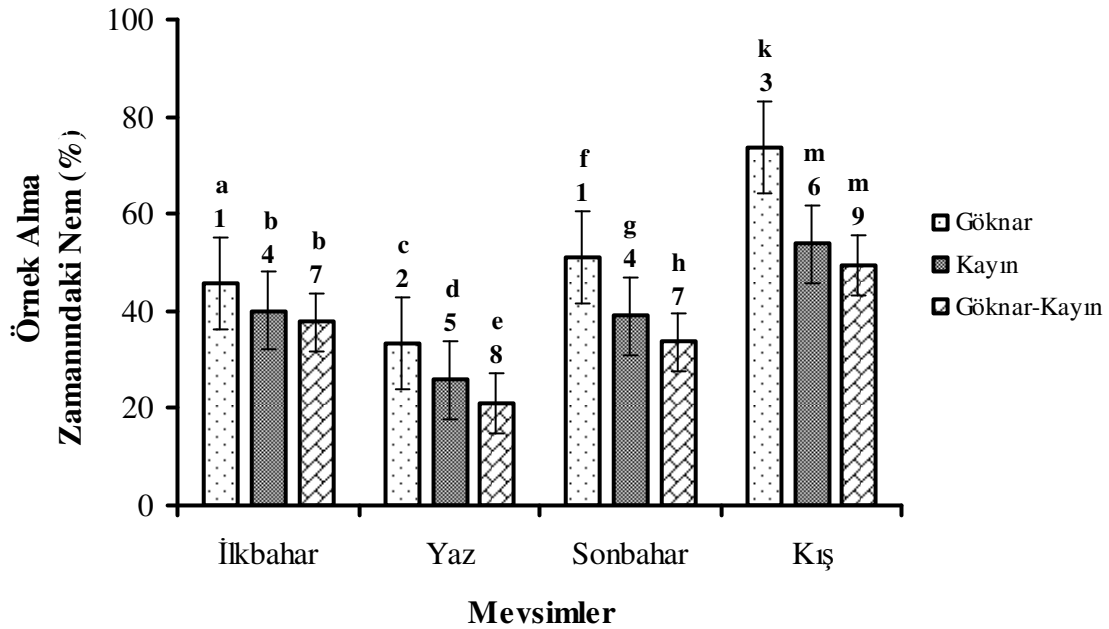
% 5 önem düzeyinde yapılan varyans analizi sonucunda, mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait üst toprakların nem içerikleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı ( $P < 0,05$ ) olduğu görülmüştür. Benzer olarak üst toprakların nem içeriklerinin meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ( $P < 0,05$ ) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 3.4).

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre göknar, kayın ve göknar-kayın toprakları nem içerikleri bakımından farklı grupta yer almıştır (Şekil 3.2). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre üst toprakların nem içerikleri ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.2).

Tablo 3.4 Toprakların (0-5 cm) örnek alma zamanındaki nemlerine (%) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	1025,33	2	512,6	7,0	0,000*
	Gruplar İçi	6302,3	87	72,44		
	Toplam	7327,6	89			
Yaz	Gruplar Arası	2332,5	2	1166,2	35,06	0,000*
	Gruplar İçi	2893,6	87	33,2		
	Toplam	5226,2	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	4747,9	2	2373,9	52,77	0,000*
	Gruplar İçi	3913,7	87	44,9		
	Toplam	8661,6	89			
Kış	Gruplar Arası	10046,5	2	5023,2	38,32	0,000*
	Gruplar İçi	11403,6	87	131,0		
	Toplam	21450,2	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	25586,6	3	8528,8	87,42	0,000*
	Gruplar İçi	11316,1	116	97,5		
	Toplam	36902,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	11693,6	3	3897,8	54,60	0,000*
	Gruplar İçi	8280,8	116	71,38		
	Toplam	19974,4	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	12378,3	3	4126,1	97,35	0,000*
	Gruplar İçi	4916,4	116	42,3		
	Toplam	17294	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 3.2 Toprak örneklerinin (0-5 cm) örnek alma zamanındaki nemlerin (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Meşcere tiplerine ve mevsimlerin değişikliğine bağlı olarak üst toprakların nem içerikleri değişiklik göstermiştir. Şekil 3.2 incelendiğinde görülebileceği gibi dört mevsimde ve meşcere tiplerinde toprak örneklerinin nem içerikleri göknar > kayın > göknar-kayın şeklindedir. Sonucu etkileyen faktörler ölü örtü tabakasının kalınlığı, transpirasyon, toprağın kil içeriği ve organik madde miktarı olarak sıralanabilir. Transpirasyon yaprak miktarına ve yaprak dokularının özelliklerine göre değişmektedir. Yaprak yüzeyi arttıkça transpirasyon o derece artmakta, yaprak yüzeyi azaldıkça da o derece azalmaktadır. Transpirasyonun azalması da bitki kökleriyle topraktan su alımını azaltacak ve böylelikle toprak neminin muhafaza edilmesine yol açacaktır (Çepel 1995). Ayrıca toprağın içerdiği organik madde miktarı da toprakların nem içeriklerini etkilemektedir. Organik maddenin toprakların su tutma kapasitesini artırdığı birçok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Brady 1990; Çepel 1996; Kantarcı 2000; Özbek vd. 2001). Göknar meşceresi topraklarının organik C (organik madde) içeriğinin yüksek (Şekil 3.11) olmasından dolayı toprakların nem içerikleri de diğer iki meşcere tipine göre daha yüksek çıkmıştır.

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm) nem içeriklerinin sırasıyla % 16-58 ve % 21-93 arasında değiştiği bulunmuştur. Toprakların nem içeriklerinin orman alanında yaz mevsiminde en düşük, orman ve mera alanında kış mevsiminde en yüksek olduğu vurgulanmaktadır.

Kara vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, üst toprakların örnek alma zamanındaki nem içerikleri meşe meşceresinde % 14,4 ve göknar-kayın meşceresinde % 26,2 olarak bulunmuştur. Meşcere tipleri nem içerikleri açısından istatistiksel olarak ( $P<0,05$ ) anlamlı farklılık göstermektedir. Bartın'da yapılan bir araştırmada, kayın ve karaçam meşcerelerine ait üst toprakların (0-5 cm) örnek alma zamanındaki nem içerikleri sırasıyla % 20,42 ve % 13,31 olarak belirlenmiştir. Araştırmada meşcere tiplerinin nem içerikleri açısından istatistiksel olarak ( $P<0,05$ ) farklılık gösterdiği ifade edilmektedir (Kara ve Bolat 2008a). Diğer bir çalışmada üst toprakların örnek alma anındaki nem içerikleri; kayın, göknar ve göknar-kayın topraklarında sırasıyla % 25,39, % 35,48 ve % 28,6 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre nem içeriği en düşük kayın meşceresinde, en yüksek göknar meşceresinde bulunmuş ve meşcere tiplerinin istatistiksel olarak ( $P<0,05$ ) farklılık gösterdiği ifade edilmiştir (Şentürk 2009).



Yapılan bir çalışmada farklı anakayalarda yetişen *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) nem içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada granit anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanına ait toprakların nem içeriği % 27-40, *Pinus sylvestris* ormanına ait toprakların nem içeriği % 16-53 arasında değişmektedir. Şist anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanının topraklarına ait nem içeriği % 22-43, *Pinus sylvestris* ormanına ait toprakların nem içeriği % 30-39 arasında değişmektedir (Mahia vd. 2006).

Farklı arazi kullanım biçimi (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) altındaki üst toprakların (0-10 cm) ortalama nem içeriklerinin karışık orman alanında % 25,28, plantasyon alanında % 24,17, mera alanında % 25,76 ve tarım alanında % 29,74 olduğu bildirilmektedir (Patel vd. 2010). Farklı ağaç türleri (*Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don., *Eucalyptus nitens* Maiden) altındaki orman topraklarının (0-10 cm) nem içerikleri mevsimlere göre % 20-34 arasında değişiklik göstermektedir. *Quercus robur* L. meşçeresinde kış mevsiminde % 27-34 arasında değişiklik gösteren örnek alma zamanındaki nem içerikleri, ilkbahar mevsiminde % 20-27 arasında değişiklik göstermektedir. *Pinus radiata* D. Don. meşçeresinde kış mevsiminde % 28-32 arasında değişiklik gösteren örnek alma zamanındaki nem içerikleri, ilkbahar mevsiminde % 22-27 arasında değişiklik göstermektedir. *Eucalyptus nitens* Maiden meşçeresinde kış mevsiminde % 27-29 arasında değişiklik gösteren örnek alma zamanındaki nem içerikleri, ilkbahar mevsiminde % 26-29 arasında değişiklik göstermektedir (Alvarez vd. 2009).

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) nem içeriklerinin anlamlı oranda farklılık göstermediği bulunmuştur. Ova arazideki orman toprağının ortalama nem içeriğinin % 5,1 ve dağlık arazideki ormana ait toprağın ortalama nem içeriğinin % 3,8 olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, toprakların ortalama nem (%) içeriği mevsimlere göre de değişiklik göstermektedir. Kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ova arazisindeki orman alanında sırasıyla % 5,3, % 7,3, % 4,3 ve % 3,6 iken, dağlık arazideki orman alanında % 4,9, % 5,0, % 3,0 ve % 2,1'dir. Toprakların nem içeriklerinin bu kadar düşük olması toprak türünün kum ve yıllık yağış miktarının çok az (ort. 130 mm) olması ile açıklanmıştır. Ayrıca çalışmada toprakların nem içerikleri üzerinde organik C (organik madde) içeriğinin büyük etkisi olduğu ifade edilmektedir (Chen vd. 2005).

*Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) nem içeriklerinin sırasıyla % 10-49 (ortalama % 36,5) ve % 11-29 (ortalama % 21) arasında değiştiği ifade edilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995). Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada toprakların (0-10 cm) nem içeriklerinin bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) % 24,00, çam ormanında (*Pinus roxburghii*) % 29,35 civarında olduğunu ifade etmektedir. Çalışmada bitki türlerine ait toprakların nem içeriklerinin birbirinden farklı olduğu bildirilmektedir.

### 3.2 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN HACİM AĞIRLIĞI

Ortalama hacim ağırlığı değerleri; göknar meşçeresinde  $1,03 \text{ g cm}^{-3}$ , kayın meşçeresinde  $1,19 \text{ g cm}^{-3}$  ve göknar-kayın meşçeresinde  $1,18 \text{ g cm}^{-3}$  bulunmuştur. Hacim ağırlığı değerleri küçükten büyüğe doğru göknar < göknar-kayın < kayın şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 3.5; Tablo A.7).

Tablo 3.5 Farklı meşçere tiplerindeki (göknar, kayın ve göknar-kayın) toprakların hacim ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değeri, n = 30.

Belirtici Değerler	Meşçere Tipi		
	Göknar	Kayın	Göknar-Kayın
	Hacim Ağırlığı		
Min.	0,70	0,99	0,95
Max.	1,26	1,42	1,48
Ort.	1,03	1,19	1,18
Std.	0,12	0,11	0,14

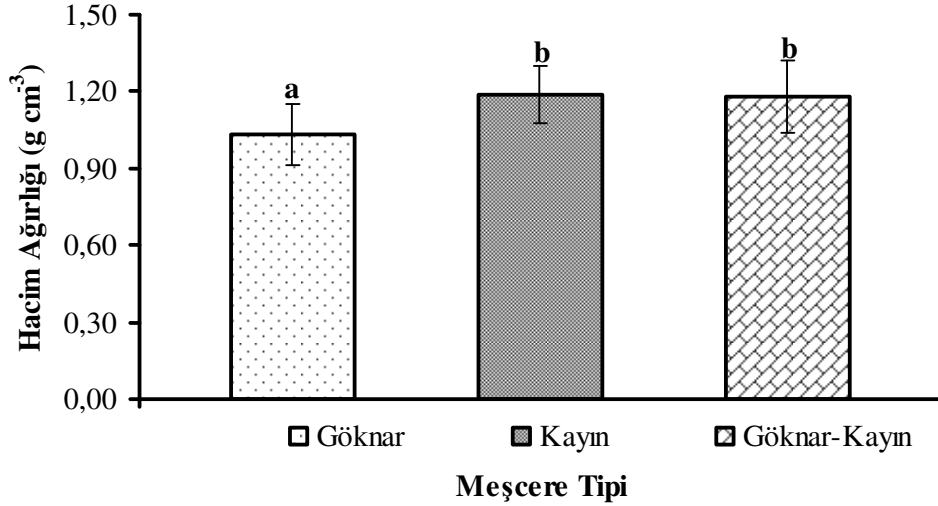
Varyans analizi sonuçları, toprakların hacim ağırlığı açısından meşçere tiplerine göre istatistiksel olarak farklılık ( $P < 0,05$ ) gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 3.6).

Tablo 3.6 Farklı meşçere tiplerindeki (göknar, kayın ve göknar-kayın) toprakların hacim ağırlığına ilişkin basit varyans analizi sonuçları.

Fiziksel Toprak Özelliği	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Hacim Ağırlığı ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Gruplar Arası	0,452	2	0,226	13,510	0,000*
	Gruplar İçi	1,454	87	0,17		
	Toplam	1,906	89			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre, hacim ağırlığı değerleri bakımından kayın ve göknar-kayın meşcereleri aynı grupta yer alırken, göknar meşceresi farklı grupta yer almıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Toprakların hacim ağırlıklarının farklı meşcere tiplerine (n=90) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Topraklarının organik madde içeriği ve kök yayılışının yüksek olması, toprak tesktürü ve toprağın taşlılığı hacim ağırlığını etkileyen faktörlerdendir. Toprakların hacim ağırlığı üzerinde etkili faktörlerden en önemlisi toprak tekstürüdür. Hacim ağırlığı kumlu topraklarda (1,67–1,19) yüksek, killi topraklarda (1,32–0,92) ise düşüktür. Yapılan çalışmada göknar meşceresinin % kil miktarı diğer iki meşcereye göre daha yüksektir ve aralarında da istatistiki açıdan fark vardır. Hacim ağırlığını etkileyen diğer bir faktör de göknar meşceresinin kayın ve göknar-kayın meşcerelerine göre yüksek organik C (organik madde) içermesi olabilir. Yapılan bir çalışmada (Bolat 2007) hacim ağırlığı değerleri orman alanında diğer arazi kullanım biçimlerine (mera ve tarım) göre daha düşük bulunmuştur. Çalışmada bu sonucun sebebi ağır kil türündeki orman topraklarının organik madde içeriğinin zengin olması ile açıklanmıştır.

Aynı yörede Şentürk (2009) tarafından yapılan çalışmada ortalama hacim ağırlığı değerleri; en düşük göknar meşceresinde (1,02 g cm<sup>-3</sup>), daha sonra kayın meşceresinde (1,04 g cm<sup>-3</sup>) ve en yüksek göknar-kayın meşceresinde (1,09 g cm<sup>-3</sup>) bulunmuştur. Williams vd. (2003) yaptıkları araştırma sonucunda yapraklı orman alanlarındaki toprakların hacim ağırlığının (1,0 g cm<sup>-3</sup>) tarım alanlarındaki toprakların hacim ağırlığından (1,6 g cm<sup>-3</sup>) daha düşük olduğunu

saptamışlardır. Korkanç (2003)'de yaptığı çalışmada tarım, açıklık ve orman alanlarına ait toprakların kök oranlarının istatistiksel olarak farklı olduğunu saptamıştır. Çalışmaya göre orman alanlarındaki toprakların kök oranı, tarım ve açıklık alanlardaki toprakların kök oranlarından önemli ölçüde fazladır.

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm) hacim ağırlıklarının karışık orman alanında  $0,86 \text{ g cm}^{-3}$ , plantasyon alanında  $0,88 \text{ g cm}^{-3}$ , mera alanında  $1,02 \text{ g cm}^{-3}$  ve tarım alanında  $1,23 \text{ g cm}^{-3}$  olduğu bildirilmektedir (Patel vd. 2010). Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada *Quercus serrata-Schima wallichii* karışık meşçeresi altındaki toprakların hacim ağırlığının  $1,38 \text{ g cm}^{-3}$ , *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşçeresi altındaki toprakların hacim ağırlığının ise  $1,46 \text{ g cm}^{-3}$  olduğu ortaya konulmuştur.

Hindistan'ın kuzeydoğusundaki nemli subtropikal ormanlarda yapılan çalışmada ormandan açılan 6 farklı büyüklükteki açıklık alan topraklarının hacim ağırlıkları  $\text{g cm}^{-3}$  olarak G-1= 1,2, G-2= 0,9, G-3= 1,0, G-4= 1,2, G-5= 0,9, G-6= 1,3 ve kontrol 1,0 şeklinde bulunmuştur (Arunachalam ve Arunachalam 2000). Subtropikal nemli ormanlarda yapılan çalışmada 7, 13 ve 16 yaşlarında olan meşçerelere ait toprakların (0-10 cm) ortalama hacim ağırlıkları sırasıyla  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$ ,  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$  ve  $1,4 \text{ g cm}^{-3}$  olarak bulunmuştur (Maithani vd. 1998). Çalışmada elde edilen sonuçlara göre farklı meşçere tiplerinin, toprakların hacim ağırlığı üzerinde etkili olabileceği ortaya çıkmıştır.

### **3.3 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN TANE YOĞUNLUĞU**

Çalışma alanlarına ait üst toprakların ortalama tane yoğunlukları; göknar, kayın ve göknar-kayın meşçerelerinde sırasıyla  $2,51$ ,  $2,63$  ve  $2,64 \text{ g cm}^{-3}$  bulunmuştur. Bu sonuçlara göre; tane yoğunluğu en düşük göknar meşçeresinde bulunurken, en yüksek göknar-kayın meşçeresinde bulunmuştur (Tablo 3.7; Tablo A.8).

Tablo 3.7 Farklı meşcere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların tane yoğunluğu ( $\text{g cm}^{-3}$ ) değerleri,  $n = 30$ .

Belirtici Değerler	Meşcere Tipi		
	Gök nar	Kayın	Gök nar-Kayın
	Tane Yoğunluğu		
Min.	2,3	2,5	2,5
Max.	2,7	2,7	2,8
Ort.	2,51	2,63	2,64
Std.	0,07	0,06	0,07

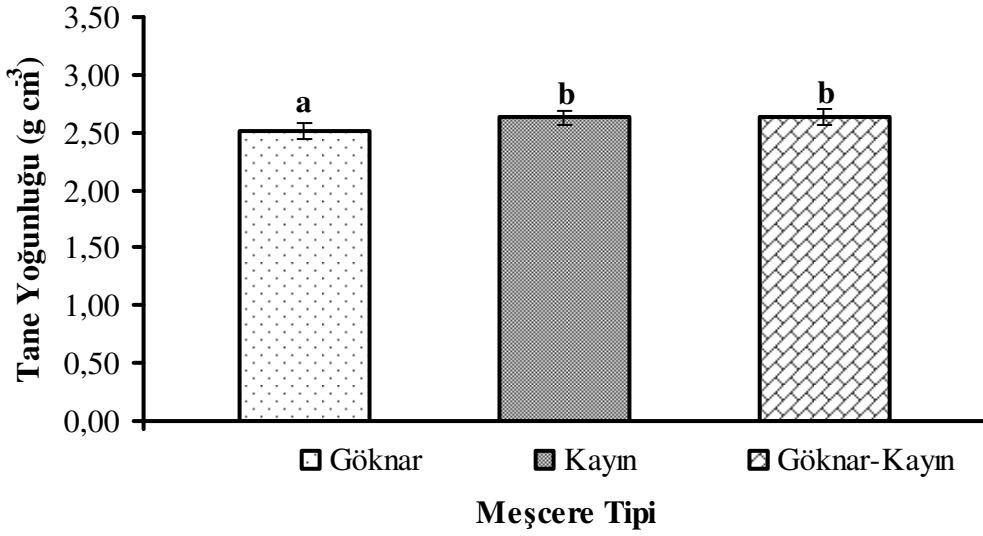
% 5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, tane yoğunluğu değerlerinin meşcere tipleri (gök nar, kayın ve göknar-kayın) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ( $P < 0,05$ ) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 3.8).

Tablo 3.8 Farklı meşcere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların tane yoğunluğuna ilişkin basit varyans analizi sonuçları.

Fiziksel Toprak Özelliği	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Tane Yoğunluğu ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Gruplar Arası	0,308	2	0,154	26,66	0,000*
	Gruplar İçi	0,503	87	0,006		
	Toplam	0,811	89			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre ise, kayın ve göknar-kayın meşcereleri aynı grupta yer alırken, düşük tane yoğunluğu değerine sahip göknar meşceresi farklı grupta yer almıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Toprakların tane yoğunluklarının farklı meşcere tiplerine (n=90) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Tane yoğunluğu, genellikle katı toprak parçacıklarının belli bir hacminin ağırlığı olarak tanımlanır ve mineral toprak parçacıklarının kristal yapısına ve kimyasal bileşimine bağlı olarak değişir. Buna karşılık, gözenek hacminden etkilenmez (Brady 1990). Hacim ağırlığında olduğu gibi, tane yoğunluğu toprakların içerdiği organik madde miktarından etkilenmekte ve düşük organik madde içeren topraklarda yüksek çıkmaktadır. İncelenen topraklarda tane yoğunluğunun göknar meşceresinde düşük, buna karşılık kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde ise yüksek çıkmış olması organik madde içeriği ile ilgili olabilir. Çünkü organik maddenin tane yoğunluğu  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$ 'tür ve toprak içindeki miktarı arttıkça toprakların tane yoğunluğunu azaltmaktadır. Nitekim tane yoğunluğu üzerinde organik madde miktarının etkin rol oynadığı birçok araştırmacı tarafından da ifade edilmektedir (Foth 1984; Brady 1990; Plaster 1992).

Kara ve Bolat (2008b) tarafından yapılan çalışmada orman, mera ve tarım alanı topraklarında tane yoğunluğu sırasıyla  $2,52$ ,  $2,60$  ve  $2,72 \text{ g cm}^{-3}$  bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, tane yoğunluğu değeri en düşük orman alanında bulunurken, en yüksek tarım alanında tespit edilmiştir. Topraklarının tane yoğunlukları arasında istatistiksel açıdan fark olduğu ifade edilmektedir. Kara ve Bolat (2007) tarafından yapılan bir başka çalışmada toprakların tane yoğunluğu değerleri sıkışmış alanda  $2,55 \text{ g cm}^{-3}$  ve kontrol alanında  $2,53 \text{ g cm}^{-3}$  olarak bulunmuştur. Yörede yapılan diğer bir çalışmada farklı meşcere tiplerine ait toprakların

ortalama tane yoğunlukları; kayın, göknar ve göknar-kayın topraklarında sırasıyla 2,39, 2,29 ve 2,43 g cm<sup>-3</sup> olarak bulunmuştur (Şentürk 2009).

Yılmaz (2007) tarafından yapılan çalışmada toprakların tane yoğunlukları açıklık, tarım ve orman alanlarında sırasıyla 2,59, 2,58 ve 2,60 g cm<sup>-3</sup> olarak bulunurken; arazi kullanma şekline göre araştırma alanı topraklarının tane yoğunlukları arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı ifade edilmektedir. Korkanç (2003) tarafından yapılan çalışmada toprakların tane yoğunlukları tarım, açıklık ve orman alanlarında sırasıyla 2,68, 2,69 ve 2,68 g cm<sup>-3</sup> olarak bulunurken; arazi kullanma şekline göre araştırma alanı topraklarının tane yoğunlukları arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı ifade edilmektedir.

### 3.4 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN GÖZENEK HACMİ

Araştırma alanı topraklarının gözenek hacmi ortalamaları; göknar meşceresinde % 58,79, kayın meşceresinde % 54,73 ve göknar-kayın meşceresinde % 55,38 olarak bulunmuştur. Gözenek hacmi en düşük kayın meşceresinde, en yüksek göknar meşceresinde bulunmuştur (Tablo 3.9; Tablo A.9).

Tablo 3.9 Farklı meşcere tiplerindeki (göknar, kayın ve göknar-kayın) toprakların gözenek hacmi (%) değerleri, n = 30.

Belirtici Değerler	Meşcere Tipi		
	Göknar	Kayın	Göknar-Kayın
	Gözenek Hacmi		
Min.	50,4	46,4	46,2
Max.	71,7	61,2	63,3
Ort.	58,79	54,73	55,38
Std.	4,54	3,79	4,54

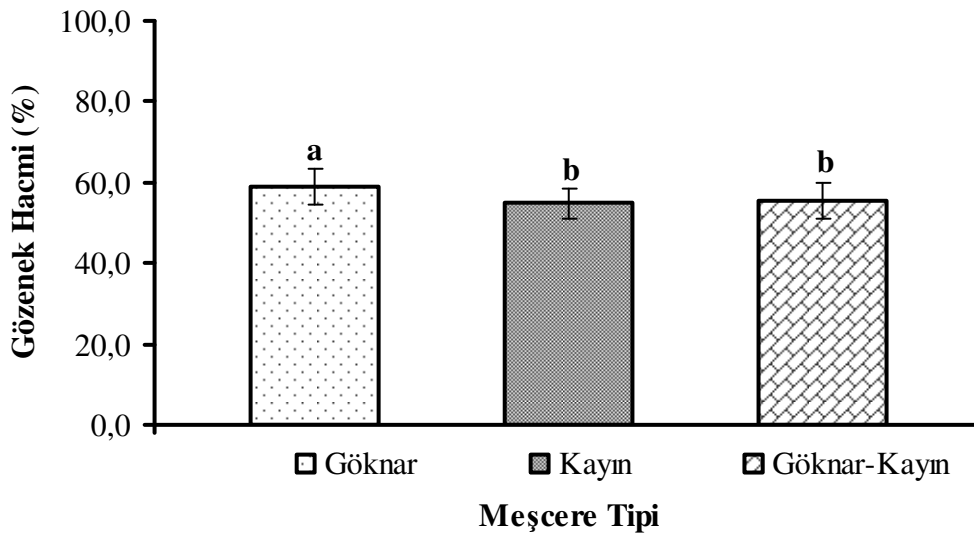
Varyans analizi sonucuna göre göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait toprakların toplam gözenek hacimleri istatistiksel olarak (P<0,05) farklılık göstermiştir (Tablo 3.10).

Tablo 3.10 Farklı meşcere tiplerindeki (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) toprakların gözenek hacmine ilişkin basit varyans analizi sonuçları.

Fiziksel Toprak Özelliği	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gözenek Hacmi (%)	Gruplar Arası	285,65	2	142,82	7,69	0,001*
	Gruplar İçi	1614,81	87	18,56		
	Toplam	1900,46	89			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprakların gözenek hacmine göre; meşcerelerden farklı olanları belirlemek amacıyla Tukey HSD testi yapılmıştır. Test sonucuna göre gözenek hacminin kayın ve gök nar-kayın meşcerelerinde farklı olmadığı, ancak gök nar meşceresinde farklı ve daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Toprakların gözenek hacimlerinin farklı meşcere tiplerine (n=90) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprakların gözenek hacmi toprağın kum, toz, kil miktarlarına, organik madde içeriğine, toprak strüktürüne ve toprak tanelerinin çaplarına veya toprak parçacıklarının çaplarına göre değişim göstermektedir (Brady 1990; Çepel 1996; Kantarcı 2000). Araştırma alanındaki gök nar topraklarının gözenek hacmi diğerlerine göre daha yüksektir. Bu durum gök nar meşceresindeki toprakların kil ve organik madde bakımından daha zengin olması ile ilgili olabilir. Nitekim Kara ve Bolat (2008b) tarafından yapılan çalışmada toprakların gözenek hacmi ile kil miktarının pozitif ( $P < 0,01$ ,  $r = 0,450$ ) bir ilişki gösterdiği bildirilmektedir. Benzer olarak farklı araştırmacılar tarafından kum miktarı düşük, kil miktarı yüksek topraklarda gözenek hacminin arttığı bildirilmektedir (Brady 1990; Çepel 1996; Özhan, 2004).



Korkanç (2003) tarafından yapılan çalışmada toplam gözenek hacmi en fazla orman topraklarında, daha sonra tarım topraklarında, en az ise açık alan topraklarında saptanmıştır. Bunun nedeni olarak, orman topraklarının organik madde ve kök oranı bakımından zengin olması gösterilmiştir. Yapılan bir çalışmada toprakların gözenek hacmi ortalamaları; kayın meşçeresinde % 56,41, göknar meşçeresinde % 55,55 ve göknar-kayın meşçeresinde % 55,03 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonucuna göre farklı meşçere tiplerindeki toprakların gözenek hacimleri istatistiksel olarak ( $P>0,05$ ) anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Şentürk 2009).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm) ortalama gözenek hacimlerinin karışık orman alanında % 67,67, plantasyon alanında % 66,84, mera alanında % 61,51 ve tarım alanında ise % 53,63 olduğu bildirilmektedir (Patel vd. 2010). Yapılan diğer bir çalışmada üst toprakların gözenek hacmi ortalamaları; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla % 49,9, % 53,6, % 52,3 olarak bulunmuş, ancak sonuçlar arasında istatistiki olarak bir fark olmadığı belirtilmiştir (Yılmaz 2007).

### **3.5 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN TANE ÇAPI (TEKSTÜR)**

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama kum miktarı; göknar meşçeresinde % 23,2, kayın meşçeresinde % 24,1 ve göknar-kayın meşçeresinde % 24,7; ortalama toz miktarı göknar meşçeresinde % 21,3, kayın meşçeresinde % 27,1 ve göknar-kayın meşçeresinde % 24,9; ortalama kil miktarı ise göknar meşçeresinde % 55,5, kayın meşçeresinde % 48,8 ve göknar-kayın meşçeresinde % 50,4 olarak bulunmuştur (Tablo 3.11; Tablo A.10). Meşçere tipleri ortalama % kum, % toz ve % kil değerlerine göre kil (ağır kil) türünde toprağa sahiptirler.

Tablo 3.11 Farklı meşcere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların tekstürüne (% kum, toz ve kil) ait değerler, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Tekstür (%)		
		Kum	Toz	Kil
Gök nar	Min.	15,7	15,2	40,4
	Max.	35,9	26,9	65,2
	Ort.	23,2	21,3	55,5
	Std.	4,6	2,7	5,5
Kayın	Min.	15,9	20,6	38,5
	Max.	36,7	37,1	55,8
	Ort.	24,1	27,1	48,8
	Std.	6,2	4,1	5,2
Gök nar-Kayın	Min.	18,6	20,7	33,3
	Max.	45,9	29,2	55,8
	Ort.	24,7	24,9	50,4
	Std.	6,4	2,4	5,3

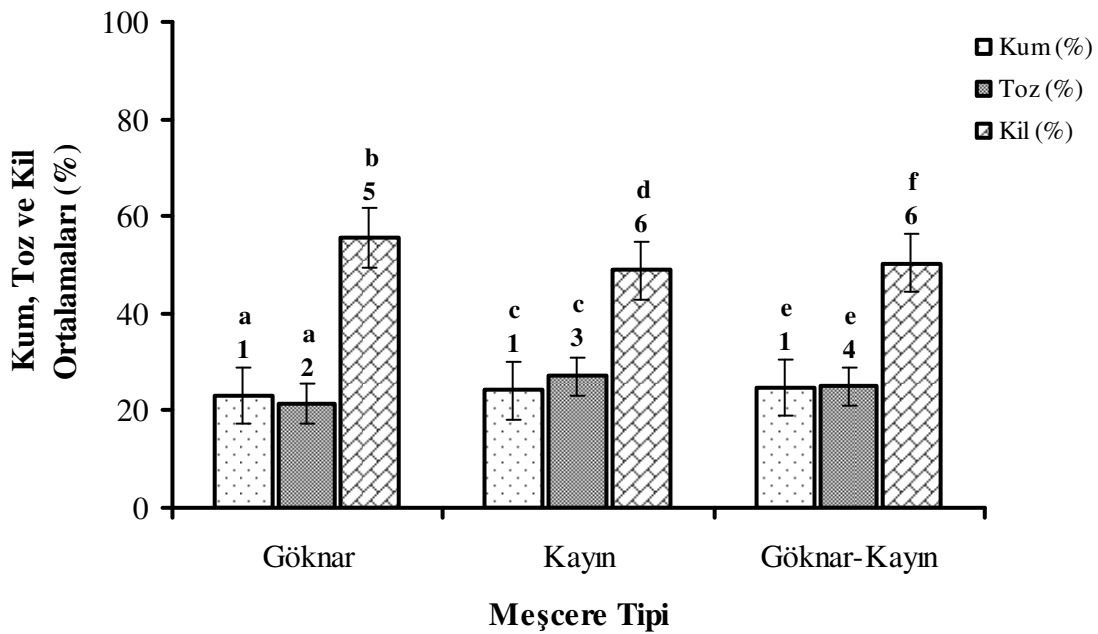
Yapılan varyans analizi sonucuna göre; meşcere tipinde toprakların kum, toz ve kil miktarlarının farklı ( $P < 0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan meşcereler arasında kum, toz ve kil miktarlarına göre yapılan varyans analizinde, toprakların kum miktarı bakımından meşcereler arasında fark ( $P > 0,05$ ) olmadığı görülmüştür. Buna karşılık toz ve kil miktarları bakımından fark olduğu ( $P < 0,05$ ) tespit edilmiştir (Tablo 3.12).

Tablo 3.12 Farklı meşcere tiplerindeki (gök nar, kayın ve göknar-kayın) toprakların % kum, % toz ve % kil değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları.

Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	22153,2	2	11076,6	555,10	0,000*
	Gruplar İçi	1736,00	87	19,95		
	Toplam	23889,2	89			
Kayın	Gruplar Arası	10903,7	2	5451,86	193,70	0,000*
	Gruplar İçi	2448,66	87	28,14		
	Toplam	13352	89			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	13063,2	2	6531,64	258,17	0,000*
	Gruplar İçi	2201,00	87	25,29		
	Toplam	15264	89			
Fiziksel Toprak Özelliği	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Kum (%)	Gruplar Arası	39,148	2	19,57	0,570	0,568 <sup>N.S</sup>
	Gruplar İçi	2986,91	87	34,33		
	Toplam	3026,06	89			
Toz (%)	Gruplar Arası	495,45	2	247,72	24,16	0,000*
	Gruplar İçi	891,84	87	10,25		
	Toplam	1387,30	89			
Kil (%)	Gruplar Arası	735,37	2	367,68	12,76	0,000*
	Gruplar İçi	2506,91	87	28,81		
	Toplam	3242,29	89			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>N.S</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Meşçere tipinde kum, toz ve kil miktarlarından farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre % kum ve % toz aynı grupta yer alırken, % kil farklı grupta yer almıştır. Tukey HSD testi sonucuna göre kayın ve göknar-kayın meşçereleri için de aynı gruplandırma söz konusudur (Şekil 3.6). Meşçereler arasında yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; % kum miktarları bakımından göknar, kayın ve göknar-kayın meşçereleri aynı grupta yer almıştır. Meşçereler, % toz miktarları bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yüzde kil miktarları bakımından kayın ve göknar-kayın aynı grupta yer alırken, bu iki meşçereye göre daha fazla kil miktarına sahip göknar meşçeresi farklı grupta yer almıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Toprak örneklerinin (0-5 cm) kum, toz ve kil (%) değerlerinin meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler meşçere tipine göre, farklı rakamlar meşçereler arasında  $P<0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Meşçerelerin tane çapları ağırlıklı olarak kilden oluştuğu için toprak türü kil (ağır kil) çıkmıştır. Bunun nedeni olarak anakaya düşünülmektedir. Çünkü çalışmanın yapıldığı alan jeolojik açıdan Kretase devri arazisinden oluşan İnatlı formasyonu üzerinde yer almaktadır. Bu formasyon kumlu kireçtaşı ve dolomit veya dolomitleşmiş kireç ile temsil edilir. Bileşiminde genellikle kil çok olduğu için kalkerden meydana gelen topraklar genellikle ince tekstürlü ağır topraklardır.

Bartın'da meşe ve göknar-kayın meşcerelerinde yapılan çalışmada meşe meşceresinde % kum 56,7, % toz 24,1 ve % kil 19,2 bulunmuştur. Göknar-kayın meşceresinde kum % 64,4, toz % 19,8 ve kil % 15,8 bulunmuştur. Meşcereler arasında istatistiki açıdan % kum ve % kil miktarlarına göre fark ( $P>0,05$ ) bulunamamıştır. Buna karşılık % toz miktarı bakımından fark ( $P<0,05$ ) olduğu ifade edilmektedir. Bu sonuçlara göre meşe meşceresinin toprak türü killi balçık, göknar-kayın meşceresinin kumlu killi balçık olduğu belirtilmektedir (Kara vd. 2008). Kayın ve karaçam meşcerelerinde yapılan çalışmada ise kayın meşceresinde kum % 23,17, toz % 39,55 ve kil % 37,28 bulunmuştur. Karaçam meşceresinde kum % 19,30, toz % 20,10 ve kil % 60,60 bulunmuştur. Meşcerelere ait % kum, % toz ve % kil miktarlarına göre kayın meşceresi killi balçık, karaçam meşceresi kil (ağır kil) türde toprağa sahiptir (Kara ve Bolat 2008a).

Yörede yapılan diğer bir çalışmada kayın, göknar ve göknar-kayın meşcereleri sırasıyla % 44,96 kum, % 20,55 toz ve % 34,48 kil; % 42,36 kum, % 19,04 toz ve % 38,58 kil; % 42,03 kum, % 22,94 toz ve % 35,01 kil içermektedir (Şentürk 2009). Başka bir çalışmada, ortalama kum miktarı; orman alanında % 23,17, mera alanında % 22,64 ve tarım alanında % 15,70 tespit edilmiştir. Ortalama toz miktarı orman alanında % 39,54, mera alanında % 33,67, tarım alanında ise % 22,45; ortalama kil miktarı orman alanında % 37,27, mera alanında % 43,68 ve tarım alanında ise % 61,84 olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonucuna göre; orman, mera ve tarım alanları arasında kum ve toz miktarları bakımından fark ( $P>0,05$ ) yoktur. Buna karşılık farklı arazi kullanım biçimine ait kil içerikleri arasında fark ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Bolat 2007).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) ortalama tane çapları karışık orman alanında kum % 53,8, toz % 32,55, kil % 13,65, plantasyon alanında kum % 56,54, toz % 30,74, kil % 12,72'dir. Mera alanında kum % 55,71, toz % 28,84, kil % 15,45 ve tarım alanında ise kum % 50,02, toz % 30,6, kil % 19,38 olduğu bildirilmektedir (Patel vd. 2010).

### **3.6 TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ELEKTRİKSEL İLETKENLİĞİ**

Üst toprakların elektriksel iletkenliği en düşük göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde ( $30,1 \mu\text{S m}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşceresinde kış mevsiminde ( $426,0 \mu\text{S m}^{-1}$ ) bulunmuştur. Meşcerelere ait toprakların elektriksel iletkenliğinin minimum, maksimum, ortalama ve

standart sapma değerleri aşağıdaki tabloda (Tablo 3.13) ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.11, 12 ve 13) gösterilmiştir.

Tablo 3.13 Farklı meşcere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak rneklarına ait elektriksel iletkenliğin ( $\mu\text{S m}^{-1}$ ) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Elektriksel İletkenlik			
Göknar	Min.	49,7	56,5	69,7	65,4
	Max.	413,0	423,0	277,0	426,0
	Ort.	195,01	144,42	155,11	155,28
	Std.	83	83,68	58,09	90,30
Kayın	Min.	41,1	40,6	35,6	31,3
	Max.	356,0	213,0	335,0	186,0
	Ort.	86,48	108,27	90,79	83,01
	Std.	75,52	54,29	66,21	51,34
Göknar-Kayın	Min.	34,2	30,1	33,4	37,4
	Max.	143,0	169,0	143,0	246,0
	Ort.	73,4	76,10	86,28	93,19
	Std.	30,39	33,96	31,32	52,74

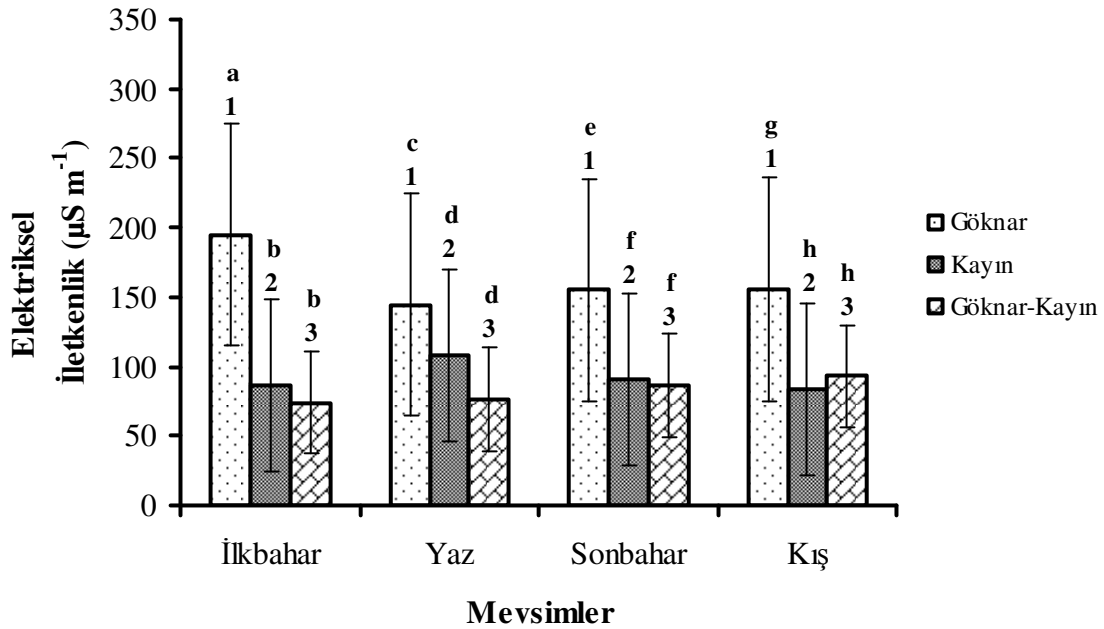
Varyans analizi sonucuna göre elektriksel iletkenliğin mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı ( $P<0,05$ ) olduğu, buna karşılık meşcere tipinde mevsimler arasında fark ( $P>0,05$ ) olmadığı ortaya çıkmıştır (Tablo 3.14).

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde kayın ve göknar-kayın meşcereleri aynı grupta yer alırken, dört mevsimde de elektriksel iletkenlik değeri daha yüksek olan göknar meşceresi farklı grupta yer almıştır (şekil 3.7). Meşcere tipinde mevsimler arasındaki elektriksel iletkenlik değerleri birbirine benzerlik göstermektedir. Nitekim % 5 önem düzeyinde yapılan varyans analizi sonucuna göre; mevsimlerin toprakların elektriksel iletkenliği üzerindeki etkisinin istatistiki anlamda önemli ( $P>0,05$ ) olmadığı görülmüştür (şekil 3.7).

Tablo 3.14 Toprak örneklerine ait elektriksel iletkenliğin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	265937,0	2	132968,5	29,26	0,000*
	Gruplar İçi	395279,4	87	4543,4		
	Toplam	661216,5	89			
Yaz	Gruplar Arası	70080,1	2	35040,0	8,73	0,000*
	Gruplar İçi	349191,2	87	4013,6		
	Toplam	419271,3	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	88940,8	2	44470,4	15,26	0,000*
	Gruplar İçi	253485,9	87	2913,6		
	Toplam	342426,8	89			
Kış	Gruplar Arası	91819,5	2	45909,7	10,14	0,000*
	Gruplar İçi	393575,4	87	4523,8		
	Toplam	485394,9	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	44719,1	3	14906,3		0,086*
	Gruplar İçi	767648,8	116	6617,6		
	Toplam	812368,0	119			
Kayın	Gruplar Arası	11321,2	3	3773,7		0,413*
	Gruplar İçi	454511,2	116	3918,2		
	Toplam	465832,5	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	7282,1	3	2427,3		0,179*
	Gruplar İçi	169371,8	116	1460,1		
	Toplam	176654,0	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, N.S: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.7 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait elektriksel iletkenliğin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinin mevsimlere göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Göknar meşçeresine ait toprakların diğer meşçerelere göre daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olmasının nedeni, göknar ibrelerinin  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{Mg}^{++}$  gibi katyonlar bakımından zengin olmasıyla ilgili olabilir. Çünkü, tuzluluğun asıl kaynağı kayaları oluşturan minerallerdir. Minerallerin toprağa dönüşmek üzere ayrışması sırasında suda eriyebilir tuzlar serbest duruma geçmektedir. Suda eriyebilen tuzların toprakta birikmesi ya da değiştirilebilir sodyumun kompleksleri tarafından yüksek oranda tutulması sonucunda toprak tuzluluğu oluşmaktadır. Çeşitli tip ve düzeylerde tuzlanmaya uğrayan topraklar  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  gibi birinci derecede önemli iyonlarla  $\text{K}^+$ ,  $\text{B}^{+3}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ,  $\text{NO}_3^-$  gibi ikinci derecede önemli iyonların oluşturduğu tuzları içerirler (Eruz 1979).

Genel olarak topraklar  $4000 \mu\text{S m}^{-1}$  sınır değerinden daha yüksek bir elektriksel iletkenliğe sahipse tuzlu toprak olarak sınıflandırılırlar (Sumner 1995). Çalışma sonucunda bulunan değerler sınır değer olan  $4000 \mu\text{S m}^{-1}$  ile karşılaştırıldıklarında araştırma alanı topraklarının tuzluluk sorunu olmadığı görülmektedir.

Bartın'da meşe ve göknar-kayın meşçerelerinde yapılan çalışmada toprakların elektriksel iletkenlik değeri meşe meşçeresinde  $100 \mu\text{S m}^{-1}$ , göknar-kayın meşçeresinde  $160 \mu\text{S m}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Meşçereler arasında istatistiki açıdan elektriksel iletkenlik değerine göre fark ( $P>0,05$ ) bulunamamıştır (Kara vd. 2008). Kayın ve karaçam meşçerelerinde yapılan çalışmada kayın meşçeresinde elektriksel iletkenlik değeri  $80 \mu\text{S m}^{-1}$ , karaçam meşçeresinde ise elektriksel iletkenlik değeri  $190 \mu\text{S m}^{-1}$  bulunmuştur. Çalışmada meşçere tiplerinde toprakların elektriksel iletkenlik değerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık ( $P<0,05$ ) olduğu bildirilmektedir (Kara ve Bolat 2008a).

Yörede yapılan başka bir çalışmada toprakların elektriksel iletkenliği orman alanındaki topraklarda  $50 \mu\text{S m}^{-1}$ , açık alandaki topraklarda  $60 \mu\text{S m}^{-1}$  ve tarım alanındaki topraklarda  $70 \mu\text{S m}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Arazi kullanım şekillerine göre istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark ( $P>0,05$ ) saptanamamıştır (Korkanç 2003). Orman, mera ve tarım alanlarında yapılan diğer bir çalışmada üst toprakların elektriksel iletkenlikleri sırasıyla  $80 \mu\text{S m}^{-1}$ ,  $120 \mu\text{S m}^{-1}$  ve  $170 \mu\text{S m}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Çalışmada farklı arazi kullanım biçimlerine göre toprakların elektriksel iletkenlikleri arasında fark ( $P>0,05$ ) olmadığı saptanmıştır (Kara ve Bolat 2007).

### 3.7 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN REAKSİYONU (pH)

#### 3.7.1 Ölü Örtü Örneklerinin Reaksiyonu (pH)

Araştırma alanı ölü örtü örneklerinin pH değeri en düşük göknar meşçeresinde yaz mevsiminde (5,56) ve en yüksek göknar meşçeresinde kış mevsiminde (7,37) tespit edilmiştir. Meşçerelerin mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait pH'ların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.15 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.14, 15 ve 16) belirtilmiştir. Göknar meşçeresi ölü örtü örnekleri pH değerleri bakımından orta dereceli asit ile hafif asit sınıflarına girmektedir. Kayın meşçeresi ölü örtü örnekleri pH değerleri bakımından hafif asit ile hafif alkali sınıflarına girmektedir. Göknar-kayın meşçeresi ölü örtü örnekleri pH değerleri bakımından orta dereceli asit ile hafif alkali sınıflarına girmektedir.

Tablo 3.15 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait pH'ların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Göknar	Min.	5,84	5,56	6,25	7,01
	Max.	6,98	6,85	7,08	7,73
	Ort.	6,45	6,23	6,64	7,29
	Std.	0,34	0,31	0,20	0,16
Kayın	Min.	5,61	5,68	6,46	5,73
	Max.	6,97	6,97	7,10	6,99
	Ort.	6,32	6,50	6,80	6,58
	Std.	0,39	0,35	0,18	0,27
Göknar-Kayın	Min.	5,64	5,85	5,58	6,67
	Max.	7,24	6,95	7,06	7,25
	Ort.	6,60	6,49	6,58	6,96
	Std.	0,37	0,25	0,37	0,16

% 5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucuna göre; ölü örtü pH değerleri mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşçereleri arasında farklılık ( $P < 0,05$ ) göstermektedir. Benzer olarak meşçere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında da farklılık ( $P < 0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.16).

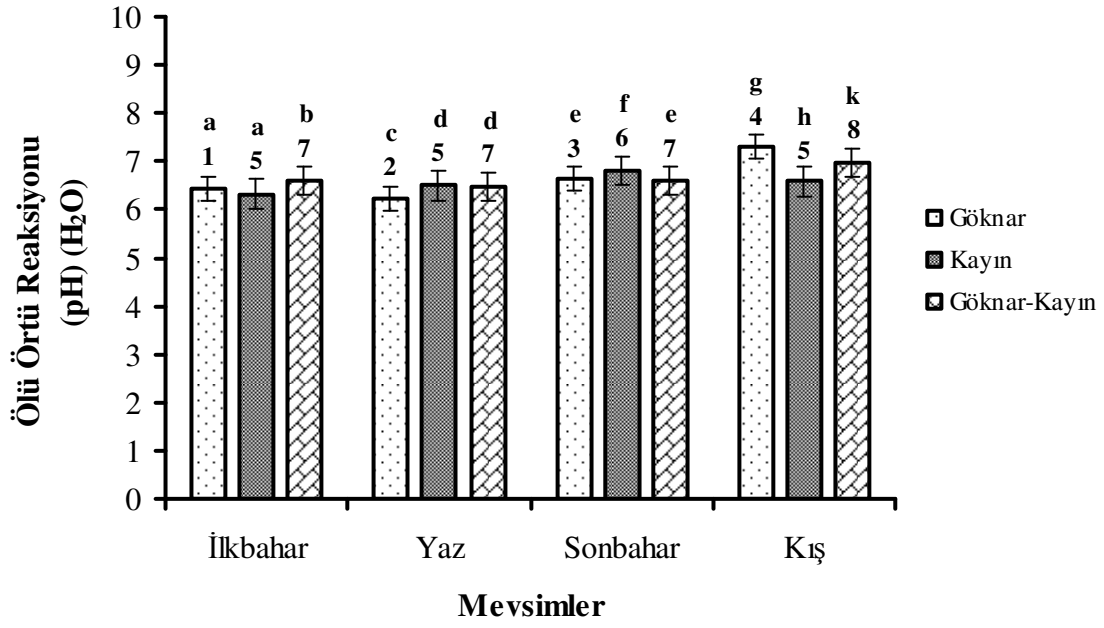


Mevsim içerisinde meşcere tiplerine göre farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.8). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre ise, göknar meşceresinin ölü örtü pH değeri ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.8).

Tablo 3.16 Ölü örtü örneklerinin reaksiyonuna (pH) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	1,2	2	0,61	4,48	0,014*
	Gruplar İçi	11,8	87	0,13		
	Toplam	13,0	89			
Yaz	Gruplar Arası	1,3	2	0,69	7,30	0,001*
	Gruplar İçi	8,2	87	0,09		
	Toplam	9,6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	0,7	2	0,36	5,06	0,008*
	Gruplar İçi	6,3	87	0,07		
	Toplam	7,0	89			
Kış	Gruplar Arası	7,5	2	3,80	86,99	0,000*
	Gruplar İçi	3,8	87	0,04		
	Toplam	11,3	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Göknar	Gruplar Arası	18,8	3	6,27	88,93	0,000*
	Gruplar İçi	8,2	116	0,97		
	Toplam	27,0	119			
Kayın	Gruplar Arası	3,6	3	1,20	12,25	0,000*
	Gruplar İçi	11,3	116	0,09		
	Toplam	14,9	119			
Göknar-Kayın	Gruplar Arası	3,8	3	1,26	13,71	0,000*
	Gruplar İçi	10,7	116	0,09		
	Toplam	14,5	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 3.8 Ölü örtü pH değerlerinin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tiplerinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Orman ağaçları ölü örtü artıklarının reaksiyonları genellikle birbirlerinden farklıdır. Bazı iğne yapraklı ağaçların ölü örtülerinin ayrışmasından asit ürünlerin meydana geldiği ifade edilmektedir. Fakat, sedir ve göknar gibi iğne yapraklı türler ibrelerinde daha fazla kalsiyum biriktirdikleri için bunların ölü örtülerinin reaksiyonları aşırı derecede asit değildir. Bazı yapraklı türlerin ölü örtüleri de ayrıştıklarında asit ürünler vermektedir. Meşelerin pek çoğu ve yaprakları sıkı istiflendiği takdirde kayın ölü örtüleri asit reaksiyonludur (Çepel 1995; Kantarcı 2000). Mevsim içerisinde meşcereler arasında görülen ölü örtü reaksiyonundaki bu farklılık bitki örtüsünde görülen değişiklikten kaynaklanabilir.

Çalışma sonucunda meşcere tipinde mevsimlere göre ölü örtü reaksiyonunun da değiştiği tespit edilmiştir. Yıl içinde mevsimlik sıcaklık ve yağış değişimleri de ölü örtünün reaksiyonunu etkilemiş olabilir. Şekil 3.8 incelendiğinde görülebileceği gibi sonbahar ve kış mevsiminde ilkbahar ve yaz mevsimlerine göre ölü örtü reaksiyonu artış göstermektedir. Bu mevsimlerde yaprak dökümü ile ayrışan ölü örtünün katyonlarının açığa çıkması ve sıcaklığın düşmesi pH değerlerinin yükselmesine sebep olmuş olabilir. Nitekim sıcaklığın düşmesiyle pH'nın artış gösterdiği (Brady 1990) ve mevsimsel değişikliklerin pH'yı etkilediği (Çepel 1995; Kantarcı 2000) bildirilmektedir. İlkbahar mevsiminde vejetasyonun başlaması ile

toprakta katyonların bitkiler tarafından alınması bu mevsimde pH'nın bir miktar düşmesine yol açabilir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm) pH'ları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı bildirilmektedir. Çalışmada ova arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama pH'sının 4,18 ve dağlık arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama pH'sının 4,20 olduğu belirtilmektedir (Chen vd. 2005).

Atatürk arboretumundaki bazı iğne yapraklı plantasyonların ölü örtülerine ait pH değerleri ölü örtü tabakaları (yaprak-L, fermantasyon-F ve humus-H) arasında önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Ölü örtü örnekleri için ortalama pH değerleri 5,83 (zayıf asit) ile 4,23 (şiddetli asit) arasında değişmektedir. Ayrıca çalışmada ölü örtülerin yaprak tabakasındaki pH'nın 4,30-5,70 arasında, fermantasyon (çürüntü) tabakasındaki pH'nın 4,23-5,83 arasında ve humus tabakasındaki pH'nın 4,27-5,77 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Çalışmada ağaç türlerinin ölü örtülerinin düşük  $Ca^{++}$  konsantrasyonu ve ayrışma ürünlerinin genellikle asit karakterde oluşu nedeniyle ölü örtü pH değerlerinin düşük çıktığı vurgulanmaktadır (Karaöz 1991).

### **3.7.2 Toprak Örneklerinin Reaksiyonu (pH)**

Araştırma alanında toprak pH değerleri en düşük kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde (pH 4,10) ve en yüksek göknar meşceresinde kış mevsiminde (pH 7,23) bulunmuştur. Meşcerelerin mevsimlere göre toprak (0-5 cm) pH'ların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıda (Tablo 3.17) ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.17, 18 ve 19) verilmiştir. Göknar meşceresine ait toprak örnekleri pH değerleri bakımından şiddetli asit ile hafif alkalin arasındaki sınıflara girmektedir. Kayın meşceresine ait toprak örnekleri pH değerleri bakımından şiddetli asit ile hafif alkalin sınıflarına girmektedir. Göknar-kayın meşceresine ait toprak örnekleri pH değerleri bakımından orta dereceli asit ile hafif asit sınıflarına girmektedir.

Tablo 3.17 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait aktüel pH'ların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Toprak Reaksiyonu (pH)			
Gök nar	Min.	5,15	4,71	4,52	4,41
	Max.	7,10	7,01	6,82	7,23
	Ort.	6,18	5,86	5,88	5,90
	Std.	0,50	0,63	0,55	0,62
Kayın	Min.	4,53	4,25	4,10	4,27
	Max.	7,04	6,79	6,24	7,20
	Ort.	5,19	5,48	5,00	5,33
	Std.	0,64	0,80	0,63	0,80
Gök nar-Kayın	Min.	4,19	4,15	4,11	4,69
	Max.	5,97	6,27	6,27	6,36
	Ort.	4,79	5,03	4,97	5,25
	Std.	0,43	0,51	0,64	0,53

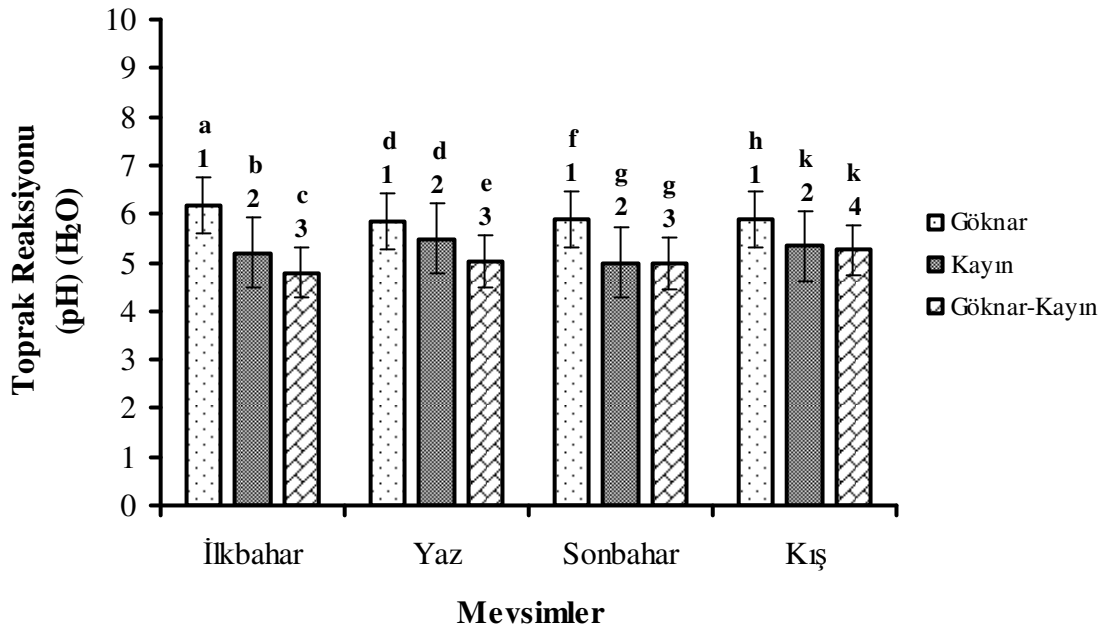
Yapılan varyans analizi sonucuna göre; göknar, kayın ve göknar-kayın topraklarına ait pH değerlerinin mevsim içerisinde birbirinden farklı ( $P<0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Meşcere tipinde mevsimler arasında göknar ve kayın meşcerelerinde fark ( $P>0,05$ ) tespit edilemezken, göknar-kayın meşceresinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.18).

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; meşcere tipleri mevsim içerisinde farklı grupta yer almışlardır (Şekil 3.9). Aynı meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; göknar-kayın meşceresinin ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri üst toprak pH değerleri açısından aynı grupta yer alırken, daha yüksek pH değerine sahip kış mevsimi farklı grupta yer almıştır. Diğer meşcere tiplerinde mevsimlere göre pH değerlerinde anlamlı bir fark belirlenmemiştir (Şekil 3.9).

Tablo 3.18 Toprak reaksiyonuna (pH) ilişkin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	30,5	2	15,28	53,22	0,000*
	Gruplar İçi	24,9	87	0,28		
	Toplam	55,5	89			
Yaz	Gruplar Arası	10,3	2	5,15	11,82	0,000*
	Gruplar İçi	37,9	87	0,43		
	Toplam	48,2	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	16,2	2	8,08	21,49	0,000*
	Gruplar İçi	32,7	87	0,37		
	Toplam	48,9	89			
Kış	Gruplar Arası	7,4	2	3,73	8,51	0,000*
	Gruplar İçi	38,2	87	0,43		
	Toplam	45,6	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	2,0	3	0,69	2,04	0,111*
	Gruplar İçi	39,2	116	0,33		
	Toplam	41,2	119			
Kayın	Gruplar Arası	3,7	3	1,25	2,37	0,074*
	Gruplar İçi	61,4	116	0,53		
	Toplam	65,1	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	3,2	3	1,06	3,73	0,013*
	Gruplar İçi	33,1	116	0,28		
	Toplam	36,3	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, N.S.: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.9 Toprak reaksiyonunun (pH) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Bitkilerin çeşitli besin elementlerini alabilmeleri ile toprağın reaksiyonu arasında sıkı bir ilişki vardır. Bazı besin maddeleri düşük pH derecelerinde o kadar çok alınabilir ki (Al ve Fe gibi) bitkiye zehir etkisi yapabilir. Bazı besin maddeleri ise düşük pH derecelerinde hiç alınmazlar (P, Ca ve Mg gibi) ve beslenme noksanlıkları meydana gelir. Bu yüzden denilebilir ki orman ağaçları için optimum toprak reaksiyonu 5,5-6,5 arasındadır (Çepel 1995).

Bütün mevsimlerde göknar toprakları diğer iki meşçereye göre daha yüksek pH değerlerine sahiptir (Şekil 3.9). Buna sebep olarak orman ağaçlarından göknarların ibrelerindeki  $Ca^{++}$ 'un yüksek olması gösterilebilir. Çünkü, göknar ibrelerinin dökülmesiyle oluşan ölü örtünün ayrışması topraktan alınan  $Ca^{++}$  katyonlarının tekrar üst toprağa dönmesini sağlamaktadır. Bunun sonucunda da üst toprak pH'sı daha yüksek değere sahip olmaktadır. Göknar meşçeresine ait toprakların diğer iki meşçereye göre daha fazla kil içermesi yüksek pH için diğer bir sebep olarak gösterilebilir. Çünkü toprakların kil miktarı arttıkça değiştirilebilir katyonların miktarı da artmaktadır. Bu katyonların artmasının da toprağın aşırı derecede asitleşmesini önlediği vurgulanmaktadır (Kantarıcı 2000).

İklim karakteristiğine göre sıcak ve kurak geçen mevsimlerde oksitlenme fazla olacağından, yağışlı ve serin mevsimlere kıyasla toprağın pH derecesi düşer, böylelikle asitlik derecesi artar. Bu gibi bölgelerde ilkbahardan sonbahara kadar toprakların pH derecesi düşmekte, sonra artmaya başlamaktadır. Bunun sebebi, vejetatif faaliyetin başlaması ile bitki köklerinin bir yandan topraktan katyonları almaları ve katyonların yerine  $H^+$  iyonunun geçmesidir. Diğer bir sebep, köklerin ve diğer canlıların solunumu ile çıkan  $CO_2$ 'in ıslak toprakta zayıf bir asit olan  $H_2CO_3$ 'e dönüşmesidir. pH'nın kış mevsiminde yükselmesinin sebebi ise yaprak dökümü ile ayrılan ölü örtü katyonlarının toprağa ulaşması ve vejetatif faaliyetin yavaşlaması olarak gösterilmektedir (Çepel 1995; Kantarıcı 2000).

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

Bartın yöresinde kayın ve karaçam meşçerelerinde yapılmış bir çalışmada kayın meşçeresinin pH değeri 5,20 ve karaçam meşçeresinin pH değeri 7,71 olarak bulunmuş olup, bunlar arasında istatistiksel anlamda bir farklılığın var olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada bu farklılığın

nedeni olarak anakaya, ağaç türleri ve meşcerelerin altındaki bitki örtüsünün değişik ve çeşitli oluşu gösterilmektedir (Kara ve Bolat 2008a). Diğer bir çalışmada, meşe ve göknar-kayın meşcerelerine ait toprakların pH değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meşe meşceresinde pH 5,13 ve göknar-kayın meşceresinde 5,74 olarak bulunmuştur (Kara vd. 2008).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) pH'ları tespit edilmiştir. Çalışmada toprakların pH'ları karışık orman alanında 5,2-5,7, plantasyon alanında 5,5-6,1, mera alanında 6,0-7,3 ve tarım alanında 6,9-7,8 arasında olduğu bildirilmektedir (Patel vd. 2010). Alvarez vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm) mevsimlere göre pH'ları 4,7-7,0 arasında değişiklik göstermektedir.

Diaz-Ravina vd. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada *Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. orman topraklarının (0-15 cm) pH'larının sırasıyla pH 4,5-5,9 (ortalama pH 5,2) ve 4,9-5,1 (ortalama pH 5,0) arasında değiştiği ifade edilmiştir. İspanya'nın kuzeybatısında granit ve şist anakayaları üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* ormanlarının toprak (0-15 cm) reaksiyonları (pH) araştırılmıştır. Çalışmada granit anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanına ait toprakların pH'larının 3,8-4,8 arasında, *Pinus sylvestris* ormanına ait toprakların pH'larının ise 3,7-4,4 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Şist anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanına ait toprakların pH'larının 3,4-4,7 arasında, *Pinus sylvestris* ormanına ait toprakların pH'larının 3,8-4,1 arasında değiştiği ortaya konulmuştur (Mahia vd. 2006).

Tarım topraklarında yapılan bir çalışmada üst toprakların (0-10 cm) pH değerlerinin 5,59-7,63 arasında değiştiği bildirilmektedir (Brookes vd. 1982). Brookes vd. (1984) tarafından yapılan diğer bir çalışmada pH değerlerinin orman alanında 7,54 olduğu, mera alanlarında 5,59-7,0 arasında ve tarım alanlarında ise 6,04-7,85 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. *Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinden oluşan orman alanında yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm) pH'larının 4,12-7,85 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Tian vd. 2008). Devi ve Yadava (2006) yaptıkları çalışmada *Quercus serrata*-*Schima wallichii* karışık meşceresine ait

toprakların pH'sının 4,2-5,8 arasında, *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşceresine ait toprakların pH'sının ise 4,5-6,1 arasında değiştiğini ifade etmektedirler.

Upadhyaya vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada bambu plantasyon sahalarında (*Phyllostadys bambusoides*) ve çam ormanında (*Pinus roxburghii*) toprak (0-10 cm) pH'larının sırasıyla 5,21 ve 5,00 düzeyinde olduğunu, toprakların pH'ları üzerine bitki türlerinin etkili olmadığını bildirilmektedir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) pH'ları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ifade edilmektedir. Ova arazideki orman toprağının ortalama pH'sı 4,69 iken, dağlık arazideki orman topraklarının ortalama pH'sının 4,88 olduğu tespit edilmiştir (Chen vd. 2005). Hindistan'ın kuzeydoğusunda yapılan çalışmada orman içerisinde açılan 6 farklı büyüklükteki açıklık alana ait toprakların pH'ları G-1= 5,3, G-2= 5,3, G-3= 5,4, G-4= 4,9, G-5= 4,8, G-6= 4,9 ve kontrol 4,9 şeklinde bulunmuştur (Arunachalam ve Arunachalam 2000).

Satti vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada iğne yapraklı üç farklı türe ait toprakların (0-15 cm) pH'ları 6,1-7,1, herdem yeşil geniş yapraklı üç farklı türe ait toprakların pH'ları 6,2-6,9 ve yaprağını döken geniş yapraklı dört farklı türe ait toprakların pH'ları 5,7-6,4 arasında değişmektedir. Çalışmada türlere göre pH'lar arasında istatistiki açıdan fark olduğu bildirilmektedir. Subtropikal ormanlarda yapılan çalışmada toprak (0-10 cm) pH'sının 4,9-5,3 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Subtropikal nemli ormanlarda yapılan başka bir çalışmada 7, 13 ve 16 yaşındaki meşcerelere ait toprakların (0-10 cm) ortalama pH'ları sırasıyla 5,2, 5,3 ve 5,1 bulunmuştur (Maithani vd. 1996; 1998).

### **3.8 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ORGANİK KARBON (C<sub>org</sub>) İÇERİĞİ**

#### **3.8.1 Ölü Örtü Örneklerinin Organik Karbon (C<sub>org</sub>) İçeriği**

Ölü örtü örneklerinin en düşük organik C içeriği kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 11,4) ve en yüksek göknar-kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 36,8) tespit edilmiştir. Meşcerelerin mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait organik C'nun (%)



minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.19 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.20, 21 ve 22) verilmiştir.

Tablo 3.19 Farklı meşcere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait organik C'un (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Organik C			
Göknar	Min.	30,3	19,3	23,7	26,9
	Max.	33,7	34,3	33,0	35,7
	Ort.	32,32	28,73	29,41	30,03
	Std.	0,77	3,68	2,44	2,40
Kayın	Min.	11,4	21,2	22,0	29,5
	Max.	30,1	35,2	33,9	35,6
	Ort.	22,60	30,36	29,27	33,33
	Std.	5,91	3,09	3,34	1,64
Göknar-Kayın	Min.	25,0	18,1	23,1	28,2
	Max.	36,8	34,7	34,0	34,2
	Ort.	31,72	28,60	29,15	32,17
	Std.	2,93	4,02	2,79	1,42

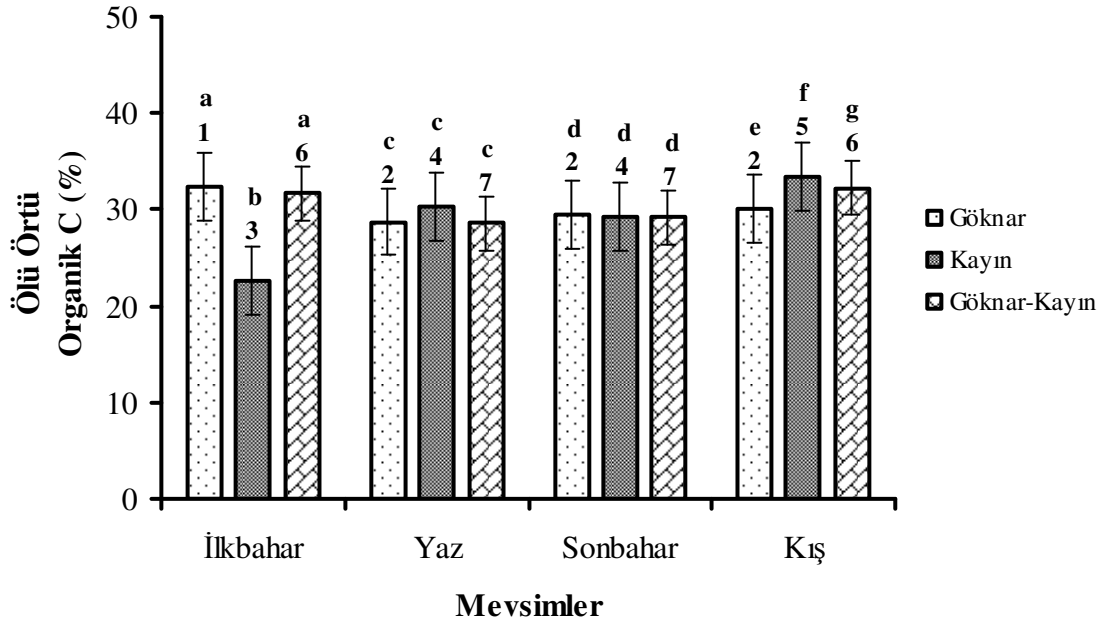
Çalışma kapsamı içerisinde yer alan meşcere tiplerine ait ölü örtü örneklerinin organik C içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere bağlı olarak farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre; meşcere tiplerinin ölü örtü organik C içeriklerinin ilkbahar ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri arasında farklı ( $P<0,05$ ) olduğu, yaz ve sonbahar mevsimlerinde meşcere tipleri arasında farklı ( $P>0,05$ ) olmadığı tespit edilmiştir. Meşcere tipinde mevsimler arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında istatistiksel anlamda fark ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.20).

Tablo 3.20 Ölü örtü örneklerine ait organik C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	1778,8	2	889,4	60,36	0,000*
	Gruplar İçi	1281,8	87	14,7		
	Toplam	3060,6	89			
Yaz	Gruplar Arası	57,58	2	28,7	2,19	0,118*
	Gruplar İçi	1141,3	87	13,1		
	Toplam	1198,9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	1,04	2	0,5	0,06	0,939*
	Gruplar İçi	725,4	87	8,3		
	Toplam	726,4	89			
Kış	Gruplar Arası	168,4	2	84,2	24,0	0,000*
	Gruplar İçi	304,6	87	3,5		
	Toplam	473,0	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	218,3	3	72,7	11,21	0,000*
	Gruplar İçi	753,0	116	6,4		
	Toplam	971,4	119			
Kayın	Gruplar Arası	1848,0	3	616,0	42,13	0,000*
	Gruplar İçi	1695,9	116	14,6		
	Toplam	3543,9	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	290,3	3	96,7	11,17	0,000*
	Gruplar İçi	1004,2	116	8,6		
	Toplam	1294,5	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>N.S.</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; ölü örtü organik C içeriği bakımından ilkbahar ve kış mevsimlerinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almışlardır. Diğer bir ifade ile ilkbahar mevsiminde göknar ve göknar-kayın aynı grupta, kayın farklı grupta yer almakta; kışın ise her üç meşcere de farklı gruplarda yer almaktadır (Şekil 3.10). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre ise; ölü örtü organik C içerikleri bakımından mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır. Örneğin göknar meşceresinin yaz, sonbahar ve kış mevsimleri aynı grupta yer alırken daha yüksek organik C değerine sahip ilkbahar mevsimi farklı bir grupta yer almıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Ölü örtü örneklerine ait organik C'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tiplerinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Şekil 3.10 incelendiğinde genel olarak tüm meşçere tiplerinde ölü örtünün organik C içeriği kış mevsiminde diğer mevsimlerden nispeten yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni bu mevsimde düşük sıcaklık (Tablo 2.6) ve mikroorganizma faaliyetine bağlı ölü örtünün ayrışma hızının yavaşlaması (Şekil 3.14) sonucunda ölü örtüde C mineralizasyonunun azalmasıdır. Bundan dolayı ölü örtülerin organik C içeriği artmıştır. Diğer taraftan sıcaklık ve yağış ilişkisinin iyileşmesi sonucunda organik madde mineralizasyonun hızlandığı mevsimlerde (yaz ve sonbahar) açığa çıkan organik C bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından kullanılmakta veya yağışlar ile yıkanabilmektedir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde ölü örtü örneklerinin düşük organik C içermesi bu yüzden olmuş olabilir.

Ayrıca ilkbahar mevsiminde kayın meşçeresine ait ölü örtü örneklerinin organik C içeriğinin diğer meşçerelerden çok düşük olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 3.10). Kayın ağaç türü kışın yaprağını döken bir tür olduğundan bu türe ait ölü örtü kışın makro ve mikro canlılar tarafından parçalanıp ayrıştırılmıştır. Ölü örtüde bulunan organik C ya canlılar tarafından kullanılmış ya da sızıntı sularıyla alt tabakalara doğru yıkanmış olabilir. Nitekim kış mevsiminde organik C'nin kayın meşçeresinde diğer meşçerelere göre yüksek olması bu

düşünceyi desteklemektedir. Gök nar meşceresi iğ ne yapraklı bir tür oldu ğ u için kış mevsiminde daha fazla ama sürekli bir yaprak dökümü gerçekleşmektedir. Mevsimsel de ğ iş iklik olmakla birlikte gök nar meşceresinin organik C içeri ğ i birbirine yakındır.

Organik maddelerin bileş imi çok heterojendir. Çünkü gerek bitkisel gerekse de hayvansal ana maddeler, humin maddelerine dönüş ümlerinin de ğ iş ik aş amalarında bulunurlar. Bununla birlikte organik maddenin karbon (C) içeri ğ i de de ğ iş kenlik gösterir. Ortalama bir de ğ er vermek gerekirse organik maddenin % 50'si organik C'dur (Özbek vd. 2001). Meş cere tiplerine ve mevsimlere göre; çalış mada elde edilen de ğ erler bahsedilen bu ortalama de ğ erin altındadır. Bu farklılı ğ ın sebebi olarak yetiş me ortamı (klimatik, edafik ve fizyografik) özelliklerinin birinin ya da birkaç ının nispeten kötü olmasından kaynaklanabilir. Uluda ğ gök narı ormanlarında yapılan bir çalış mada yükseltiye ba ğ lı olarak ölü örtüdeki organik C içeri ğ i (%) araştırılmış tır. Ölü örtü örneklerinin organik C içeri ğ i 900-1100 m'de % 30,2, 1100-1300 m'de % 31,8, 1300-1500 m'de % 32,0 ve 1500-1634 m'de % 29,4 bulunmuştur. Çalış manın sonuçları, bu çalış manın sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca çalış mada denizden yükseklik arttıkça ölü örtüdeki organik C içeri ğ inin pek fazla de ğ iş medi ğ i bildirilmektedir (Kantarıcı 2000).

Çepel'e (1995) göre bitkilerin mineral madde konsantrasyonları çeş itli etkenlere göre de ğ iş mektedir. Bu etkenler bitki türü, bitkinin çeş itli organları, bitki veya organın yaşı, edafik (toprak) koş ullar ve denizden yükseklik sayılabilir. Nitekim subtropikal nemli ormanlara ait yaprak ölü örtülerinin azot mineralizasyonuna etkilerinin incelendi ğ i bir çalış ma bu sayılanları do ğ rular niteliktedir. Çalış mada yaprakların organik C (%) içeri ğ i yaş a ve ağ aç türlerine göre de ğ iş iklik göstermekte ve aralarında istatistiki açıdan fark oldu ğ u ifade edilmektedir. Çalış ma sonuçlarına göre; 7 yaş ındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. ) farklı meş cerelerin yaprak tabakasına ait organik C içeri ğ i % 36,08-40,80 arasında, 13 yaş ındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. ) farklı meş cerelerin yaprak tabakasına ait organik C içeri ğ i % 37,30-47,60 arasında de ğ iş im göstermektedir. 16 yaş ındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon, *Quercus dealbata* L., *Quercus griffithii* Hook.f. & Thomson ex Miq., *Schima khasiana* Dyer ve *Rhododendron arboreum* Sm.) farklı meş cerelerin yaprak tabakasına ait organik C içeri ğ i ise % 32,10-47,90 arasında de ğ iş im göstermektedir (Maithani vd. 1998).

Chen vd. (2003) tarafından Yeni Zelanda'da yapılan çalışmada karışık çam ormanının (*Pinus nigra* Arnold., *Pinus ponderosa* Dougl.) ölü örtü tabakalarındaki (Litter ve Fermantasyon) organik C içerikleri araştırılmıştır. L tabakasının organik C içeriği % 52,0-52,5 arasında değişirken, ortalaması % 52,3 bulunmuştur. F tabakasının organik C içeriği % 48,4-51,8 arasında değişirken, ortalaması % 50,3 bulunmuştur.

Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) K.) ormanında 6 tane farklı [A1: kontrol, A2: kireçleme, B1: asit ile sulama (pH 2,7), B2: kireçleme ve asit ile sulama (pH 2,7), C1: normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5) ve kireçleme ve normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5)] deneme alanı kurulmuştur. Çalışmada organik humus (OH) tabakasının organik C içeriği A1'de % 26,6, B1'de % 29,5, C1'de % 27,1, A2'de % 25,1, B2'de % 31,9 ve C2'de % 26,3 bulunmuştur (Anderson 1998).

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakanın (+2-0 cm) organik C içeriği ova arazide % 9,6 ve dağlık arazide % 16,2 olarak belirlenmiştir. Çalışmada, sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark olduğu tespit edilmiştir. Humik tabakaların organik C içerikleri arasında görülen bu farklılık arazi oluşum şekillerinin farklı yükseltilerde olmasıyla açıklanmıştır. Yükseltinin artmasıyla organik C içeriğinin artış gösterdiği bildirilmektedir (Chen vd. 2005).

### **3.8.2 Toprak Örneklerinin Organik Karbon (C<sub>org</sub>) İçeriği**

Araştırma alanına ait üst toprakların en düşük organik C içeriği göknar-kayın meşçeresinde yaz mevsiminde (% 1,2) ve en yüksek göknar meşçeresinde ilkbahar mevsiminde (% 8,0) tespit edilmiştir. Üst toprakların (0-5 cm) meşçerelere ve mevsimlere göre organik C (%) içeriklerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.21 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.23, 24 ve 25) gösterilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucuna göre; toprak örneklerine ait organik C (%) içeriklerinin mevsim içerisinde meşçere tipleri arasında farklı (P<0,05) olduğu tespit edilmiştir. Meşçere tipinde mevsimler arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre; mevsimlerin istatistiksel olarak anlamlı farklılık (P<0,05) gösterdiği ortaya çıkmıştır (Tablo 3.22).

Tablo 3.21 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait organik C'un (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

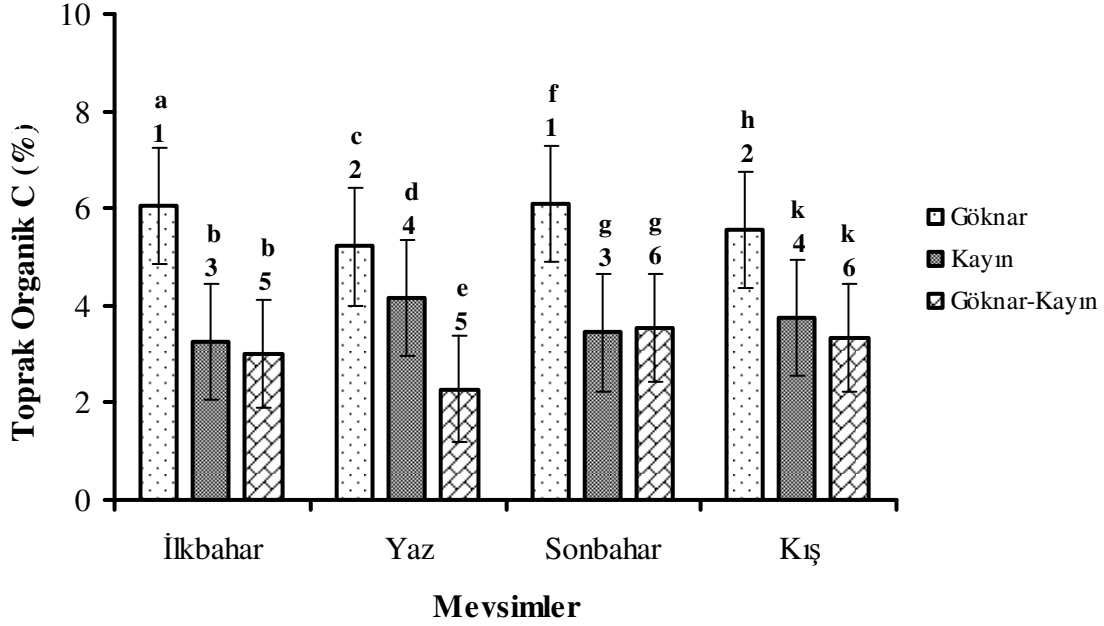
Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlk bahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Organik C			
Gök nar	Min.	3,6	2,6	4,1	3,5
	Max.	8,0	7,3	7,3	7,7
	Ort.	6,06	5,21	6,08	5,56
	Std.	1,13	1,50	0,82	1,38
Kayın	Min.	1,8	2,6	2,1	3,5
	Max.	7,1	6,2	5,3	7,7
	Ort.	3,26	4,15	3,44	3,75
	Std.	1,37	1,15	0,82	1,50
Gök nar-Kayın	Min.	1,8	1,2	1,5	1,4
	Max.	5,2	4,9	5,5	6,4
	Ort.	3,01	2,28	3,53	3,33
	Std.	1,06	0,88	1,12	1,27

Tablo 3.22 Toprak örneklerine ait organik C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlk bahar	Gruplar Arası	172,6	2	86,3	59,96	0,000*
	Gruplar İçi	125,2	87	1,4		
	Toplam	297,9	89			
Yaz	Gruplar Arası	132,1	2	66,0	45,49	0,000*
	Gruplar İçi	126,3	87	1,4		
	Toplam	258,4	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	135,4	2	67,7	77,54	0,000*
	Gruplar İçi	76,0	87	0,8		
	Toplam	211,5	89			
Kış	Gruplar Arası	83,8	2	41,9	21,57	0,000*
	Gruplar İçi	169,1	87	1,9		
	Toplam	253,0	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	16,1	3	5,3	3,50	0,018*
	Gruplar İçi	178,5	116	1,4		
	Toplam	194,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	13,7	3	4,5	2,97	0,035*
	Gruplar İçi	178,7	116	1,5		
	Toplam	192,5	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	27,1	3	9,0	7,53	0,000*
	Gruplar İçi	139,3	116	1,2		
	Toplam	166,5	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>N.S.</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.11). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre ise; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait organik C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Orman ekosistemlerinde genellikle toprağın yüzü kozalak, ince dal, kabuk, yaprak ve organizma artıkları ile örtülmüş durumdadır. Orman topraklarının organik madde kaynağını bu ölmüş bitki artıkları, toprak organizmaları ve bitki kökleri meydana getirmektedir. İşte bu madde topluluğuna orman ölü örtüsü denmektedir. Toprak organik C'u bütün bu artıkların canlılar tarafından ayrıştırılması sonucu açığa çıkmaktadır. Çalışma alanlarına ait üst toprakların organik C içerikleri gökmar meşceresinde dört mevsimde de diğer meşcerelerden daha yüksek bulunmuştur. Gökmar ağaç türü sürekli olarak üzerinde iğne yaprak bulundurduğu için toprağa devamlı yaprak, dal, kozalak gibi organik madde girişi olmaktadır.

Ayrıca ölü örtünün bileşimi (lignin, selüloz, hemiselüloz v.b.) ayrışmayı etkilediğinden toprakların organik C miktarı değişmektedir. Örneğin ölü örtüde lignin miktarı arttıkça ibre ve

yaprakların ayrışma hızı yavaşlamaktadır. Bartın'da göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde yapılan bir çalışmada ibre ve yapraklarda en yüksek lignin miktarı kayın ve en düşük lignin miktarı ise göknar meşceresinde bulunmuştur. Çalışmada göknar meşceresinin ibrelerinin diğer iki meşcere tipine göre çok daha kolay ayrıştığı ifade edilmektedir (Çakıroğlu 2011). Göknar ibrelerinin hızlı ve kolay ayrışmasından dolayı göknar meşceresine ait toprakların organik C'ü yüksek çıkmış olabilir.

Nitekim Uludağ göknarı ormanlarında yapılan bir çalışmada yükseltiye bağlı olarak üst toprakların organik C içeriği (%) araştırılmıştır. Üst toprak örneklerinin organik C içeriği 900-1100 m'de % 6,5, 1100-1300 m'de % 9,2, 1300-1500 m'de % 8,1 ve 1500-1634 m'de % 10,3 bulunmuştur. Çalışmada denizden yükseklik arttıkça toprak örneklerinin organik C miktarının değiştiği bildirilmektedir. Yükseklik arttıkça havanın serinlemesi humuslaşmaya ait organik maddenin daha yavaş ayrışmasına sebep olmaktadır. Yavaş ayrışma sonucunda toprakta organik madde daha fazla birikmektedir. Organik maddede meydana gelen değişime paralel olarak toprak organik C'ü de değişiklik göstermektedir (Kantarcı 2000).

Göknar meşceresine ait toprakların organik C'unun yüksek olmasının başka bir nedeni de, toprakların içerdiği kil miktarı ile ilgili olabilir. Göknar meşceresine ait toprakların kil miktarı diğer meşcerelere ait toprakların kil miktarından fazladır. Bazı araştırmacılar toprakların kil miktarının organik C miktarı üzerinde çok etkili olduğunu ve yüksek kil içeriğine sahip toprakların yüksek organik C içerdiklerini ifade etmektedirler (Foth 1984; Brady 1990). Çünkü protein molekülleri kil minerallerinin yüzeylerinde absorbe edilirler ve böylelikle ayrışmaya karşı dayanıklılık gösterirler. Yani organik maddenin bu şekilde yavaş yavaş ayrışması sonucunda organik C'un toprakta birikmesi gerçekleşir. Başka bir çalışmada da benzer yönde bir sonuç bulunmuş olup, toprakların kil içeriği ile organik madde (organik C) arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Coyne ve Thompson 2006). Plaster'e (1992) göre toprak organik madde miktarı ya da organik C miktarını doğrudan etkileyen dört ana faktör vardır. Bu faktörler başta bitki örtüsü olmak üzere iklim, toprak tekstürü ve toprak işlenmesi şeklinde sıralanmaktadır.

Çalışmanın yapıldığı alanlar yaklaşık olarak aynı yetişme ortamında (klimatik, edafik ve fizyografik) olmasına rağmen meşcerelerin toprak C'ü hem mevsimsel değişikliklerden hem de meşcere tiplerinden etkilenmiştir. Diğer bir ifade ile organik C ormanların tür bileşimine bağlı



olarak değişim göstermiştir. Çalışma sonucunda elde edilen organik C değerleri farklı alanlarda çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Bartın yöresinde yapılan bir çalışmada meşe ve göknar-kayın meşcerelerine ait toprakların organik C içerikleri karşılaştırılmış, meşe meşceresinde organik C % 3,85, göknar-kayın meşceresinde ise % 5,96 olarak bulunmuştur. Meşcere tiplerine göre sonuçlar arasında istatistiki olarak fark tespit edilmiştir (Kara vd. 2008). Diğer bir çalışma da kayın ve karaçam meşcerelerinde yapılmıştır. Kayın meşceresinin organik C içeriği % 4,14 ve karaçam meşceresinin organik C içeriği % 2,51 bulunmuş olup, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı anlaşılmıştır. Çalışmada ağaç türlerine bağlı olarak ölü örtü miktarının ve kalitesin değiştii ve bu değişiminde toprak özelliklerini etkilediği vurgulanmaktadır (Kara ve Bolat 2008a).

Yörede yapılan bir başka çalışmada toprakların organik C içeriği; kayın meşceresinde % 4,29, göknar meşceresinde % 6,09 ve göknar-kayın meşceresinde ise % 4,51 olarak tespit edilmiş olup, organik C içerikleri arasında istatistiksel anlamda farklılığın ( $P < 0,05$ ) olduğu ifade edilmiştir (Şentürk 2009). Kara (2002) yaptığı çalışmada, üst toprakta ortalama organik C içeriğinin Şarapnel yöresi kayın ormanında % 5,23–7,81, meşe ormanında % 4,42–7,70 ve karaçam ormanında % 4,02–6,19 arasında; Kadıncule yöresi kayın ormanında % 8,03- 12,07, meşe ormanında % 6,84–9,44 ve karaçam ormanında ise % 7,24–9,59 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir.

Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm) organik C içerikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *Quercus serrata-Schima wallichii* karışık meşceresine ait toprak organik C içeriğinin % 2,75-4,40 *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşceresine ait toprak organik C içeriğinin % 2,60-4,34 arasında değiştii ifade edilmektedir.

Yapılan bazı çalışmalarda iğne yapraklı meşcerelerin toprak organik C’u, yapraklı meşcerelerin organik C’undan daha yüksek bulunmuştur. Nitekim yapılan bir çalışmada *Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) organik C içeriklerinin sırasıyla % 3,5-13,2 (ortalama % 8,5) ve % 2,3-2,9 (ortalama % 2,6) arasında değiştii ifade edilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995). Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada toprakların (0-10 cm) organik C içeriklerinin bambu plantasyonunda (*Phyllostadys*

*bambusoides*) % 3,85, çam ormanında (*pinus roxburghii*) % 4,06 düzeyinde olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada bitki türlerine ait toprakların organik C içerikleri bakımından birbirinden farklı olmadığı bildirilmiştir.

Chen vd. (2003) tarafından Yeni Zelanda’da yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm) organik C içerikleri araştırılmıştır. Karışık çam ormanına ait toprakların organik C içeriği % 6,02-7,16 arasında değişirken, ortalaması % 6,63 bulunmuştur. Mera alanına ait toprakların organik C içeriği % 7,14-9,59 arasında değişirken, ortalaması % 7,78 bulunmuştur.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprak (0-10 cm) organik C içeriklerinin istatistiksel olarak farklı olmadığı bulunmuştur. Ova arazideki orman topraklarının ortalama organik C içeriğinin % 1,1 ve dağlık arazideki orman topraklarının ortalama organik C içeriğinin % 1,4 olduğu ifade edilmektedir (Chen vd. 2005). Tian vd. (2008) *Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinden oluşan orman alanlarına ait toprakların (0-10 cm) organik C içeriklerinin % 1,79-9,00 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

İspanya’nın kuzeybatısında granit ve şist anakayaları üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) organik C içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada granit anakayasası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanlarına ait toprakların organik C içeriğinin % 3,9-13,8 arasında, *Pinus sylvestris* ormanlarının organik C içeriklerinin ise % 4,3-16,2 arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Şist anakayasası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* orman topraklarına ait organik C içeriğinin % 2,2-4,3 arasında, *Pinus sylvestris* orman topraklarına organik C içeriğinin ise % 5,3-13,1 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Mahia vd. 2006).

Yapılan bir çalışmada Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) K.) ormanında 6 farklı [A1: kontrol, A2: kireçleme, B1: asit ile sulama (pH 2,7), B2: kireçleme ve asit ile sulama (pH 2,7), C1: normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5) ve kireçleme ve normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5)] deneme alanı

kurulmuştur. Çalışmada üst toprakların (0-5 cm) organik C içeriği A1'de % 7,6, B1'de % 8,2, C1'de % 6,3, A2'de % 8,0, B2'de % 9,4 ve C2'de % 7,3 bulunmuştur (Anderson 1998). Hindistan'ın kuzeydoğusunda yapılan çalışmada ormanın içerisinde açılan 6 (G-1=35,3 m<sup>2</sup>, G-2= 70,3 m<sup>2</sup>, G-3= 144,7 m<sup>2</sup>, G-4=306,9 m<sup>2</sup>, G-5= 793,1 m<sup>2</sup>, G-6= 981,8 m<sup>2</sup> ve kontrol) farklı büyüklükteki açıklık alan topraklarının organik C içerikleri G-1= % 5,9, G-2= % 5,2, G-3= % 5,0, G-4= % 5,8, G-5= % 3,9, G-6= % 3,9 ve kontrol % 5,5 şeklinde bulunmuştur (Arunachalam ve Arunachalam 2000).

Subtropikal ormanlara ait topraklarda (0-10 cm) organik C'un % 3,6-6,2 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Maithani vd. 1996). Farklı ağaç türleri (*Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don., *Eucalyptus nitens* Maiden) altındaki orman topraklarının (0-10 cm) ortalama organik C içeriği % 2,39 olarak ifade edilmektedir (Alvarez vd. 2009). Patel vd. (2010) farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada toprakların organik C içeriğinin karışık orman alanında % 2,36-4,28, plantasyon alanında % 2,24-3,78, mera alanında % 1,81-3,42 ve tarım alanında ise % 1,35-2,53 arasında değişim gösterdiğini ifade etmektedirler.

Satti vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada iğne yapraklı üç farklı türe ait toprakların (0-15 cm) organik C içeriğinin % 4,0-7,4 herdem yeşil geniş yapraklı üç farklı türe ait topraklarının organik C içeriğinin % 5,4-10,8 ve yaprağını döken geniş yapraklı dört farklı türe ait topraklarının organik C içeriğinin ise % 7,4-14,2 arasında değiştiğini belirtmektedirler. Ayrıca çalışmada türlere göre organik C'lar arasında istatistiki açıdan fark olduğu bildirilmektedir. Subtropikal nemli ormanlarda yapılan çalışmada 7, 13 ve 16 yaşındaki meşcerelere ait toprakların (0-10 cm) ortalama organik C içerikleri sırasıyla % 3,60, % 5,40 ve % 6,22 bulunmuştur (Maithani vd. 1998).

### **3.9 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN TOPLAM AZOT (N<sub>toplam</sub>) İÇERİĞİ**

#### **3.9.1 Ölü Örtü Örneklerinin Toplam Azot (N<sub>toplam</sub>) İçeriği**

Araştırma alanı ölü örtü örneklerinin en düşük toplam N içeriği (%) kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 0,57) ve en yüksek göknar meşceresinde kış mevsiminde (% 2,92) belirlenmiştir. Meşcerelerin mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait toplam N'in (%)

minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.23 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.26, 27 ve 28) verilmiştir.

Tablo 3.23 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait toplam N'in (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlk bahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Toplam N			
Gök nar	Min.	1,23	1,11	1,39	1,30
	Max.	1,68	2,26	2,28	2,92
	Ort.	1,51	1,54	1,74	1,77
	Std.	0,11	0,30	0,22	0,37
Kayın	Min.	0,57	1,22	1,20	0,97
	Max.	1,39	2,10	2,20	1,91
	Ort.	1,00	1,69	1,76	1,30
	Std.	0,22	0,26	0,25	0,27
Gök nar-Kayın	Min.	1,14	1,22	1,37	1,35
	Max.	2,10	2,11	2,15	1,93
	Ort.	1,50	1,68	1,73	1,62
	Std.	0,24	0,23	0,22	0,16

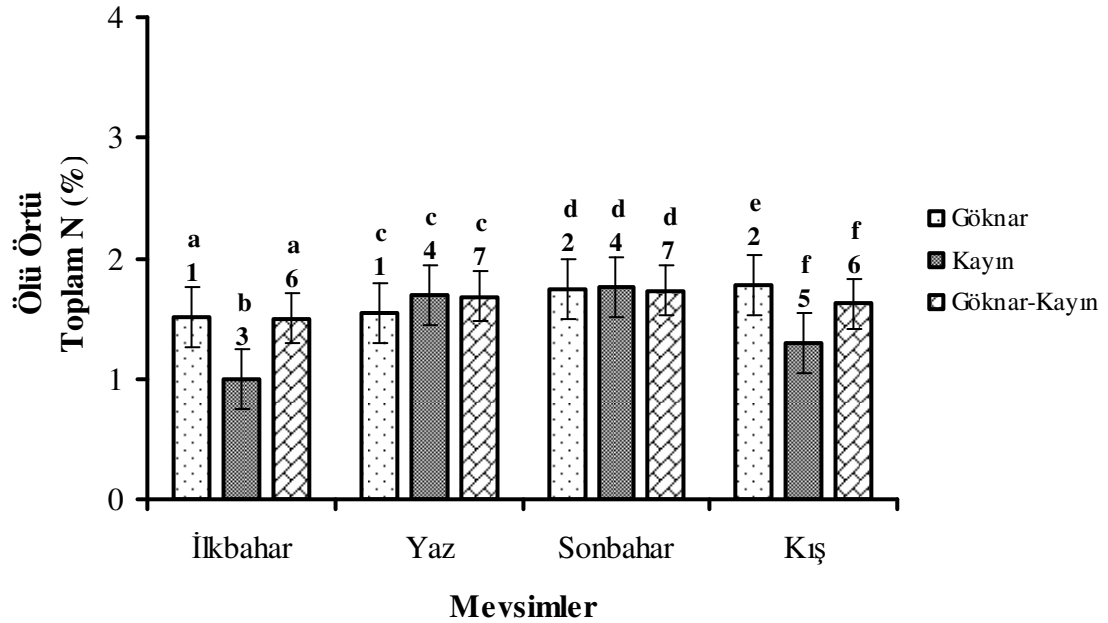
Yapılan varyans analizi sonucuna göre; ölü örtü örnekleri toplam N içeriklerinde ilkbahar ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) tespit edilirken, yaz ve sonbahar mevsimlerinde meşcere tipleri arasında fark ( $P > 0,05$ ) olmadığı görülmüştür. Buna karşılık, meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre farklılıklar ( $P < 0,05$ ) belirlenmiştir (Tablo 3.24).

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; ilkbahar ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.12). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre ise; meşcere tipleri mevsimlerde farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.12).

Tablo 3.24 Ölü örtü örneklerine ait toplam N'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	4,9	2	2,4	61,3	0,000*
	Gruplar İçi	3,5	87	0,0		
	Toplam	8,5	89			
Yaz	Gruplar Arası	0,4	2	0,2	2,9	0,060*
	Gruplar İçi	6,4	87	0,0		
	Toplam	6,9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	0,0	2	0,0	0,1	0,849*
	Gruplar İçi	4,7	87	0,0		
	Toplam	4,7	89			
Kış	Gruplar Arası	3,4	2	1,7	21,1	0,000*
	Gruplar İçi	7,1	87	0,0		
	Toplam	10,6	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	1,6	3	0,5	7,3	0,000*
	Gruplar İçi	8,6	116	0,0		
	Toplam	10,3	119			
Kayın	Gruplar Arası	11,2	3	3,7	57,3	0,000*
	Gruplar İçi	7,5	116	0,0		
	Toplam	18,8	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	0,9	3	0,3	6,2	0,001*
	Gruplar İçi	5,6	116	0,4		
	Toplam	6,5	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, N.S: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.12 Ölü örtü örneklerine ait toplam N'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tiplerinin mevsimlere göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprak azotunun önemli bir kısmı üst toprakta, humin maddeleri, bitki artıkları, biyokütle ve ölü organizmalarda organik formda (genellikle % 95'ten fazla) bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle, topraktaki azotun kaynağı esas itibariyle bitki artıklarından oluşmuş ölü örtüdür (Özbek vd. 2001). Şekil 3.12 incelendiğinde meşcere tiplerinde ölü örtü örneklerinin toplam N içerikleri ilkbahar mevsiminden itibaren artmaya başlamış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde en üst seviyelere çıkmıştır. Kış mevsiminde azalmaya başlamıştır. Bu durum vejetasyon mevsiminin başlamasıyla beraber ağaç türlerinin ihtiyaçları olan azotu topraktan almaya başlamaları ve çeşitli organlarında (yaprak, dal ve kozalak gibi) depo etmeleri ile açıklanabilir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde bu yüzden toplam azot yüksek çıkmış olabilir. Diğer taraftan, sonbahar mevsimi ile birlikte vejetasyon mevsiminin sona ermesi kış mevsiminde toplam azotun düşük çıkmasına neden olmuş olabilir. Bununla birlikte, bitkilerin azot içerikleri; bitkinin çeşidine, yaşına, organlarına (tane, gövde, yaprak, kök vb) bağlı olarak değişir. Hatta belirli türdeki bitkilerin azot içerikleri genotiplerine ve çevre koşullarına bağlı olarak dahi farklılık göstermektedir (Çepel 1995; Kacar ve Katkat 2010).

Subtropikal nemli ormanlarda yapılan çalışmada yaprakların toplam N (%) içeriğinin ağaç türlerine ve yaşına göre değişiklik gösterdiği ve sonuçlar arasında istatistiki açıdan fark olduğu ifade edilmektedir. Çalışma sonuçlarına göre; 7 yaşındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. ) farklı meşcerelerin yaprak tabakasına ait toplam N içeriği % 0,80-0,84 arasında, 13 yaşındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. ) farklı meşcerelerin yaprak tabakasına ait toplam N içeriği % 0,73-0,87 arasında değişim göstermektedir. 16 yaşındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon, *Quercus dealbata* L., *Quercus griffithii* Hook.f. & Thomson ex Miq., *Schima khasiana* Dyer ve *Rhododendron arboreum* Sm.) farklı meşcerelerin yaprak tabakasına ait toplam N içeriği ise % 0,60-1,09 arasında değişim göstermektedir (Maithani vd. 1998).

Gökmar, kayın ve gökmar-kayın meşcerelerinde yapılan çalışma sonucunda dört mevsim ve üç farklı meşcere türü dikkate alındığında, elde edilen ölü örtü azot içerikleri % 0,57 ile % 2,92 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 3.23). Yapılan diğer çalışmalar ile çalışma sonuçları karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir. Nitekim, Atatürk arboretumundaki bazı iğne yapraklı ağaçların plantasyon sahalarında yapılan bir çalışmada, ölü örtü tabakalarının (yaprak-L, fermantasyon-F ve humus-H) toplam N içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve önemli farklılıkların olduğu ifade edilmektedir. Ölü örtüyü meydana getiren yaprak tabakasında ortalama toplam N'in % 0,74-1,79, fermantasyon

(çürüntü) tabakasında toplam N'in % 0,57-1,35 ve humus tabakasında ise toplam N'in % 0,40-0,98 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, ölü örtü örnekleri için ortalama toplam N içeriklerinin % 0,40-1,79 olarak tespit edildiği bildirilmektedir (Karaöz 1991).

Başka bir çalışmada, Uludağ göknarının yükseltiye bağlı olarak ölü örtüdeki toplam N içeriği araştırılmıştır. Ölü örtü toplam N içeriği 900-1100 m'de % 1,248, 1100-1300 m'de % 1,306, 1300-1500 m'de % 1,308 ve 1500-1634 m'de % 1,444 bulunmuştur. Çalışmada, ağaç türünün optimum yetiştirme ortamı olan yükselti-iklim kuşaklarında (1500-1634 m) daha iyi beslenmesinin ve yapraklarında daha fazla azot bulunmasının, ölü örtüde azot miktarını artırdığı ifade edilmektedir (Kantarcı 2000). Karaçam ormanlarında yapılan bir diğer çalışmada, ölü örtünün yaprak tabakasının toplam azot içeriğinin % 0,44 ile 1,27; çürüntü tabakasının azot içeriğinin % 0,32 ile 1,56; humus tabakasının azot içeriğinin ise % 0,19 ile % 2,21 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Sevgi 2003).

Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) K.) ormanında yapılan bir çalışmada 6 farklı [A1: kontrol, A2: kireçleme, B1: asit ile sulama (pH 2,7), B2: kireçleme ve asit ile sulama (pH 2,7), C1: normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5) ve kireçleme ve normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5)] deneme alanı kurulmuştur. Çalışmada organik humus (OH) tabakasının toplam N içeriği A1'de % 1,2, B1'de % 1,3, C1'de % 1,2, A2'de % 1,3, B2'de % 1,6 ve C2'de % 1,4 bulunmuştur (Anderson 1998). *Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm) ortalama toplam N içerikleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Ova arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama toplam N içeriğinin % 0,70 ve dağlık arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama toplam N içeriğinin % 1,20 olduğu ifade edilmektedir (Chen vd. 2005).

Chen vd. (2003) tarafından Yeni Zelanda'da yapılan çalışmada karışık çam ormanının (*Pinus nigra* Arnold. ve ponderosa çamı (*Pinus ponderosa* Dougl.) ölü örtü tabakalarındaki (Litter ve Fermantasyon) toplam N içerikleri araştırılmıştır. L tabakasına ait toplam N içeriklerinin % 0,415-0,506 arasında değiştiği, ortalamasının % 0,448 olduğu tespit edilmiştir. F tabakasının toplam N içeriklerinin ise % 0,619-0,823 arasında değiştiği, ortalamasının % 0,731 olduğu ortaya konulmuştur.

### 3.9.2 Toprak Örneklerinin Toplam Azot ( $N_{\text{toplam}}$ ) İçeriği

Toprak örneklerinin en düşük toplam N içeriği (%) kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde yaz ve kış mevsimlerinde (% 0,09) ve en yüksek toplam N içeriği (%) göknar meşceresinde kış mevsiminde (% 0,67) bulunmuştur. Meşcerelerin mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait toplam N'in (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.25 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.29, 30 ve 31) verilmiştir.

Tablo 3.25 Farklı meşcere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait toplam N'in (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Göknar	Min.	0,17	0,17	0,22	0,20
	Max.	0,54	0,53	0,50	0,67
	Ort.	0,34	0,32	0,36	0,32
	Std.	0,09	0,09	0,06	0,11
Kayın	Min.	0,12	0,17	0,16	0,09
	Max.	0,49	0,41	0,32	0,42
	Ort.	0,20	0,26	0,23	0,24
	Std.	0,09	0,06	0,04	0,09
Göknar-Kayın	Min.	0,10	0,09	0,10	0,09
	Max.	0,31	0,32	0,34	0,35
	Ort.	0,17	0,16	0,22	0,19
	Std.	0,06	0,06	0,07	0,07

% 5 önem düzeyinde yapılan varyans analizi sonucuna göre mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklılık ( $P < 0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Meşcere tipinde mevsimler arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre; mevsimler arasında göknar meşceresinde fark ( $P > 0,05$ ) olmadığı, fakat kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde farklılıklar ( $P < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.26).

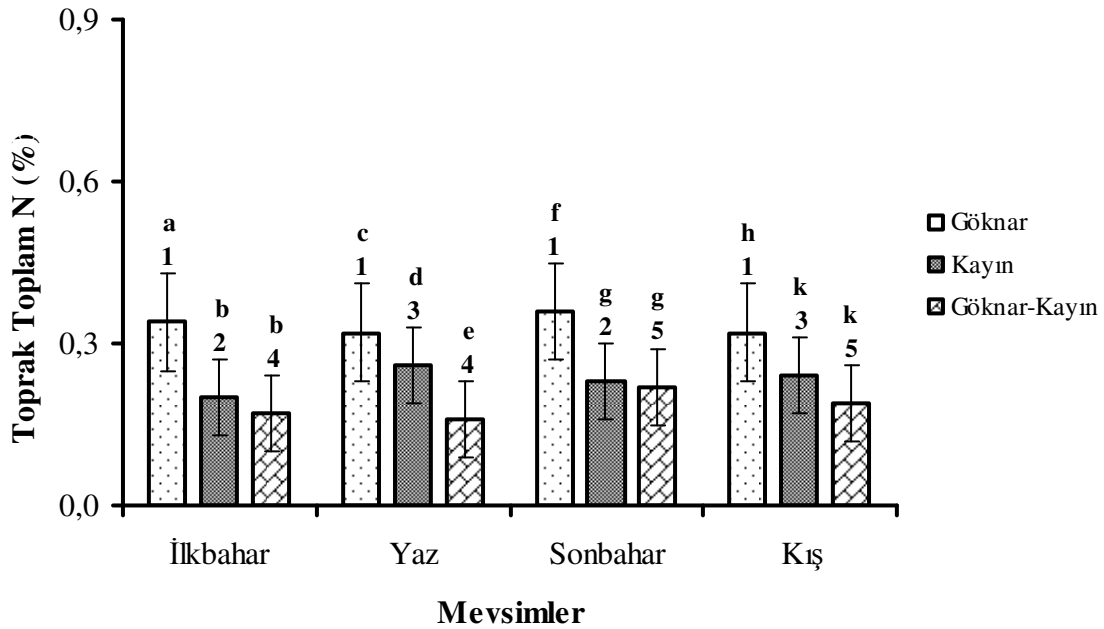
Mevsim içerisinde meşcerelerden farklı olanları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.13). Toprak toplam N değerleri bakımından, meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.13).



Tablo 3.26 Toprak örneklerine ait toplam N'in mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	0,4	2	0,2	32,11	0,000*
	Gruplar İçi	0,6	87	0,0		
	Toplam	1,1	89			
Yaz	Gruplar Arası	0,3	2	0,1	32,99	0,000*
	Gruplar İçi	0,4	87	0,0		
	Toplam	0,8	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	0,3	2	0,1	49,00	0,000*
	Gruplar İçi	0,3	87	0,0		
	Toplam	0,6	89			
Kış	Gruplar Arası	0,2	2	0,1	14,20	0,000*
	Gruplar İçi	0,8	87	0,0		
	Toplam	1,0	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	0,0	3	0,0		0,395*
	Gruplar İçi	1,0	116	0,0		
	Toplam	1,0	119			
Kayın	Gruplar Arası	0,0	3	0,0		0,035*
	Gruplar İçi	0,6	116	0,0		
	Toplam	0,7	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	0,0	3	0,0		0,011*
	Gruplar İçi	0,5	116	0,0		
	Toplam	0,5	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, N.S.: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.13 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait toplam N'in mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinin mevsimlere göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Azot, su ile birlikte çoğu zaman minimumda bulunan bir bitki besin maddesidir. Bu nedenle de bitki gelişimini sınırlayan faktörlerin başında gelir. Toprakta azot veren bir mineral de yoktur. Onun için bitkilerin ancak nitrat anyonu ve amonyum anyonu halinde aldıkları azotun kaynağını, toprağın içinde ve üstündeki organik maddeler ile serbest azotu bağlayabilen bakteriler ve yağış suları oluşturur (Çepel 1996). Ölü örtüde (organik madde) olduğu gibi organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından ayrışmasından meydana gelen azot miktarı bitki artıklarının türüne, iklim koşullarına, yükseltiye ve toprağın asitlik derecesine göre önemli ölçüde değişir (Çepel 1996; Kantarcı 2000).

Dört mevsimde meşcere tipleri arasında en düşük toplam azot içeriğine (%) göknar-kayın meşceresine ait topraklar sahiptir. Bunun nedeni, meşcereye ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının (ayırışma hızı) ve yağış suları ile azotun yıkanıp ortamdan uzaklaşması olabilir. Özellikle yaz mevsiminde meşcereye ait toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 13,76 ve toplam azot (% 0,16) değerinin düşük olması dikkat çekici bir husustur. Diğer taraftan Kantarcı'da (2000)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı düşüklüğünün ( $C_{org}/N_{toplam} < 15$ ) hızlı ayrışma sonucunda karbonun azaldığının ve mineralize olan azotun ortamda arttığının göstergesi olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, bitki köklerinin mineralize olan azotu alamadıkları durumlarda azotun yağış suları ile yıkanıp ortam dışına taşınacağını vurgulamaktadır.

Göknar meşceresine ait toprakların diğer iki meşcereye göre daha yüksek toplam azot içeriğine sahip olmasında  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 15-25 arasında olması ve yılın her mevsiminde yaprak dökümü ile toprak üstünde organik maddenin birikmesi etkili olabilir. Dökülen bu tür organik maddelerin toprak mikroorganizmaları tarafından dengeli ve sürekli bir şekilde ayrıştırılması toplam azotün yüksek çıkmasının nedeni olarak gösterilebilir. Öte yandan, bitki beslenmesi ve verim açısından da bu durum arzu edilmektedir.

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 toprakların ortalama azot düzeyleri mevsimler de dikkate alındığında; göknar (% N 0,32-0,34) ve kayın (% N 0,20-0,26) meşcerelerinde orta sınıfta, göknar-kayın (% N 0,16-0,19) meşceresinde ise düşük sınıfta yer almaktadır.

Kara (2002) yaptığı çalışmada üst toprakta ortalama toplam N içeriğinin Şarapnel yöresi kayın ormanında % 0,134–0,360, meşe ormanında % 0,129–0,311 ve karaçam ormanında % 0,118–0,375 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir. Toplam N içeriğinin Kadınkule yöresi kayın ormanında % 0,198–0,477, meşe ormanında % 0,149–0,267 ve karaçam ormanında % 0,302–0,438 arasında değişim gösterdiğini ifade etmektedir. Bartın yöresinde yapılmış bir çalışmada kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde toprakların toplam N içeriği sırasıyla % 0,24, % 0,31 ve % 0,27 bulunmuştur (Şentürk 2009).

Yörede yapılan diğer bir çalışmada meşe ve göknar-kayın meşcerelerine ait toprakların toplam N içerikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meşe meşceresinde toplam N % 0,22 ve göknar-kayın meşceresinde toplam N % 0,26 bulunmuştur. Meşcere tiplerine göre sonuçlar arasında istatistiksel anlamda herhangi bir ilişki tespit edilememiştir (Kara vd. 2008). Kayın ve karaçam meşcerelerinde yapılmış çalışmada ise kayın meşceresinde toplam N % 0,32 ve karaçam meşceresinde toplam N % 0,23 olarak bulunmuş olup, istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı anlaşılmıştır (Kara ve Bolat 2008a).

Toprakların azot içeriğine ilişkin yapılmış çalışmaları çoğaltmak mümkündür. Bunlardan biri Uludağ göknarı ormanlarında yapılmıştır. Bu çalışmada yükseltiye bağlı olarak üst toprakların toplam N içerikleri araştırılmıştır. Üst toprak örneklerinin toplam N içeriği 900-1100 m’de % 0,335, 1100-1300 m’de % 0,426, 1300-1500 m’de % 0,406 ve 1500-1634 m’de % 0,610 bulunmuştur. Çalışmada ağaç türünün optimum yetişme ortamı olan yükselti-iklim kuşaklarında (1500-1634 m) daha iyi beslenmesinin bir sonucu olarak, yaprakların da daha fazla azot ihtiva ettiği; dökülen yaprakların ayrışması ile birlikte toprakta depolanan azotun artışına sebep olduğu ifade edilmektedir (Kantarcı 2000).

Orman alanlarındaki üst topraklarda azot en yüksek düzeyine ulaşmaktadır. Genellikle Ah horizonunda azot miktarı % 0,3-0,6 arasında değişmektedir. Toprak derinliği arttıkça (>30 cm) azot miktarı % 0,1’den aşağı düşebilir. Örneğin sarıçam ormanlarımızda yapılan bir çalışmada toprakların azot miktarı A horizonlarında % 0,09-0,576, B horizonlarında ise % 0,03-0,227 arasında değişmektedir (Irmak 1972; Çepel 1996). *Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) toplam N içeriklerinin sırasıyla % 0,24-0,79 (ortalama % 0,50) ve % 0,18-0,20 (ortalama % 0,19) arasında değiştiği ifade edilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995).

Chen vd. (2003) tarafından Yeni Zelanda'da yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm) toplam N içerikleri araştırılmıştır. Karışık çam ormanına ait toprakların toplam N içeriği % 0,322-0,352 arasında değişirken, mera alanına ait toprakların toplam N içeriği ise % 0,413-0,480 arasında değişmektedir.

Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada *Quercus serrata*-*Schima wallichii* karışık meşçeresine ait toprakların (0-10 cm) toplam azot içeriğinin % 0,39-0,54, *Quercus serrata*-*Lithocarpus dealbatus* karışık meşçeresine ait toprakların (0-10 cm) toplam N içeriğinin % 0,33-0,50 arasında değiştiği ifade edilmektedir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada, toprakların (0-10 cm) ortalama toplam N içeriği ova arazide % 0,13 iken, dağlık arazide % 0,11'dir. Bu iki arazi kullanım şekli arasındaki toplam N içerikleri arasında istatistiksel anlamda fark bulunamamıştır (Chen vd. 2005). Başka bir çalışmada farklı ağaç türleri (*Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don., *Eucalyptus nitens* Maiden) altındaki orman topraklarının (0-10 cm) ortalama toplam N içeriğinin % 0,23 olduğu bildirilmektedir (Alvarez vd. 2009).

Tarım topraklarında yapılan çalışmada üst toprakların (0-10 cm) toplam N değerlerinin % 0,108-0,453 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Brookes vd. 1982). Brookes vd. (1984) tarafından yapılan bir çalışmada 8 mera, 6 tarım ve 1 orman alanında olmak üzere toplam 15 farklı alanda üst toprakların toplam N içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada toplam N içeriklerinin orman alanında % 0,371, mera alanlarında % 0,115-0,453 ve tarım alanlarında % 0,108-0,332 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. *Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinden oluşan orman toprakların (0-10 cm) toplam N içeriklerinin % 0,12-0,85 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Tian vd. 2008).

İspanya'nın kuzeybatısında granit ve şist anakayaları üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) toplam N içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada granit anakayasası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanına ait toprakların toplam N içerikleri

% 0,17-1,15 arasında değişirken, *Pinus sylvestris* ormanının toplam N içerikleri % 0,28-1,30 arasında değişmektedir. Şist anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanının topraklarına ait toplam N içerikleri % 0,43-0,87 arasında değişirken, *Pinus sylvestris* ormanına ait toprakların toplam N içerikleri % 0,33-0,69 arasında değişmektedir (Mahia vd. 2006).

Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada toprakların (0-10 cm) toplam N içeriklerinin bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) % 0,70, am ormanında (*Pinus roxburghii*) % 0,77 düzeyinde olduğunu ifade etmektedirler. Çalışmada bitki türlerine ait toprakların toplam N içerikleri bakımından birbirinden farklı olmadığı bildirilmektedir. Hindistan'ın kuzeydoğusundaki ormanlarda yapılan çalışmada 6 farklı büyüklükteki açıklık alana ait toprakların toplam N içerikleri G-1= % 0,6, G-2= % 0,4, G-3= % 0,4, G-4= % 0,6, G-5= % 0,3, G-6= % 0,3 ve kontrol % 0,5 şeklinde bulunmuştur (Arunachalam ve Arunachalam 2000).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) toplam N içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada toprakların toplam N içeriklerinin karışık orman alanında % 0,36-0,52, plantasyon alanında % 0,32-0,49, mera alanında % 0,25-0,41 ve tarım alanında % 0,29-0,47 arasında olduğu bildirilmektedir (Patel vd. 2010). Subtropikal nemli ormanlarda yapılan bir diğer çalışmada 7, 13 ve 16 yaşındaki meşcerelere ait toprakların (0-10 cm) ortalama toplam N içerikleri sırasıyla % 0,4, % 0,5 ve % 0,6 olarak bulunmuştur (Maithani vd. 1998).

### **3.10 L ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{org}/N_{toplam}$ ORANI**

#### **3.10.1 l örtü rneklerinin $C_{org}/N_{toplam}$ Oranı**

Çalışmada en düşük l rt  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı göknar meşceresinde sonbahar mevsiminde (11,7) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde (33,9) tespit edilmiştir. Meşcerelerin mevsimlere göre l rt  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.27 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.32, 33 ve 34) verilmiştir.

Tablo 3.27 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$C_{org}/N_{toplam}$ Oranı			
Gök nar	Min.	18,7	13,4	11,7	12,1
	Max.	26,9	23,9	20,0	21,6
	Ort.	21,52	18,94	17,15	17,30
	Std.	1,93	2,36	2,44	2,17
Kayın	Min.	17,0	15,2	15,1	17,2
	Max.	28,3	24,2	18,7	33,9
	Ort.	22,29	18,22	16,63	26,51
	Std.	2,99	2,27	1,04	4,90
Gök nar-Kayın	Min.	17,5	14,9	14,2	16,8
	Max.	26,6	22,6	18,7	25,1
	Ort.	21,34	17,02	16,88	19,96
	Std.	2,10	1,96	1,10	2,12

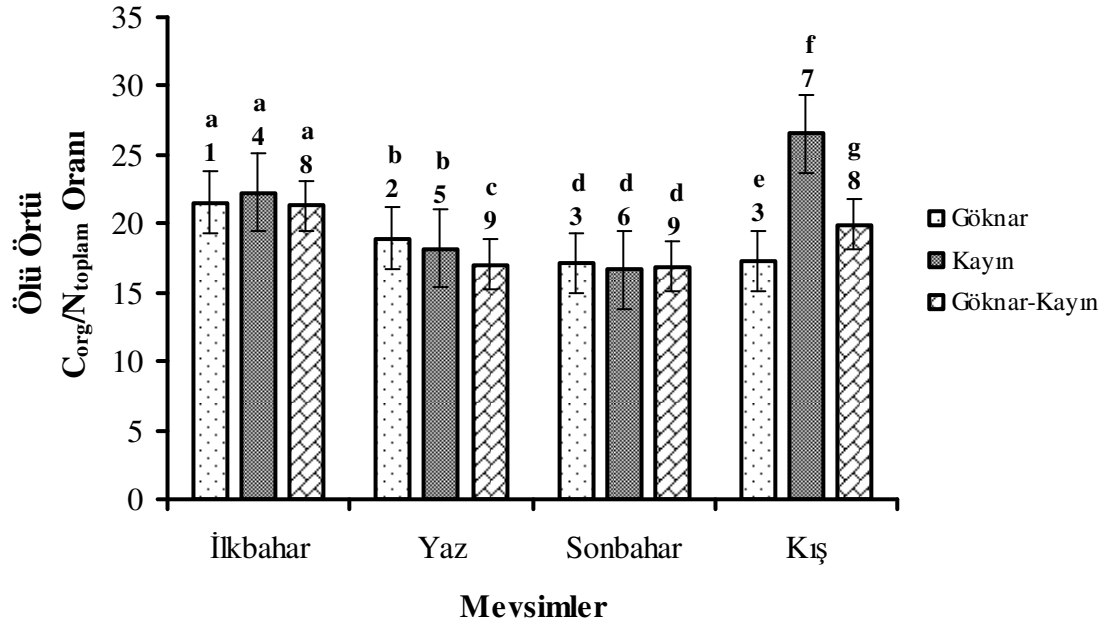
Ölü örtü örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranlarının meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre;  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı bakımından yaz ve kış mevsimleri içerisinde meşcere tipleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Diğer bir ifade ile göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri bu mevsimlerde farklı gruplarda yer almışlardır. Diğer yandan ilkbahar ve sonbahar mevsimleri içerisinde fark ( $P > 0,05$ ) ortaya çıkmamıştır. Meşcere tipinde mevsimler arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre ise ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.28).

Ölü örtü  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı bakımından mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; yaz ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.14). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre ise; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.14).

Tablo 3.28 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	15,2	2	7,6	1,33	0,270*
	Gruplar İçi	497,2	87	5,7		
	Toplam	512,4	89			
Yaz	Gruplar Arası	56,2	2	28,1	5,75	0,004*
	Gruplar İçi	424,7	87	4,8		
	Toplam	480,9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	4,0	2	2,0	0,72	0,488*
	Gruplar İçi	241,2	87	2,7		
	Toplam	245,2	89			
Kış	Gruplar Arası	1348,2	2	674,1	60,66	0,000*
	Gruplar İçi	966,7	87	11,1		
	Toplam	2315,0	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	370,5	3	123,5	24,63	0,000*
	Gruplar İçi	581,6	116	5,0		
	Toplam	952,2	119			
Kayın	Gruplar Arası	1765,9	3	588,6	59,83	0,000*
	Gruplar İçi	1141,2	116	9,8		
	Toplam	2907,1	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	439,5	3	146,5	41,75	0,000*
	Gruplar İçi	407,0	116	3,5		
	Toplam	846,6	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, N.S.: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.14 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Organik maddelerin ayrışma hızı üzerinde rol oynayan yapı maddelerinden biri de azottur. Azot bakımından zengin olan ağaç yapraklarının daha kolay ayrıştığı araştırmalarla belirlenmiştir. Ayrışma hızı, organik artıkların içerdiği karbon miktarının azot miktarına oranlanması ( $C_{org}/N_{toplam}$ ) ile tahmin edilmektedir. Eğer  $C_{org}/N_{toplam} > 30$  olursa ayrışmanın çok yavaş,  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 20-30 arasında ise ayrışmanın normal hızda ve  $C_{org}/N_{toplam} < 20$  olursa ayrışmanın çok hızlı olduğu kabul edilmektedir (Çepel 1996).

Çalışma sonucunda yukarıda bahsedilen sınıflandırmaya göre; göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin ölü örtü  $C_{org}/N_{toplam}$  oranları mevsimlere göre değerlendirildiğinde ayrışma hızının göknar-ilkbahar, kayın-ilkbahar ve kış, göknar-kayın-ilkbahar mevsimleri dışında 20'den küçük olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuca göre çalışma alanlarında ayrışmanın çok hızlı olarak gerçekleştiği söylenebilir. Göknar-ilkbahar, kayın-ilkbahar ve kış, göknar-kayın-ilkbahar mevsimlerinde ise ayrışma normal hızda devam etmektedir. Kış mevsiminde kayın meşceresine ait ayrışma oranının yüksek ( $C_{org}/N_{toplam}$  26,51) çıkmasında bu mevsimde sıcaklığın düşmesi, yağışların artması, ölü örtünün nem değerinin artması ve bu türün yapraklarını dökmüş olması etkili olmuş olabilir. Çünkü ölü örtünün sıcaklık alamadığı çok nemli şartların hakim olduğu ormanlarda organik maddenin ayrışması yavaşlamaktadır.

Aslında kayın ağaç türünün yaprakları kolay ayrışmaktadır. Fakat kayının yaprakları düz olduğu ve birbirine yapıştığı zaman ıslaklığı uzun süre muhafaza etmekte ve havalanması güçleşmektedir. Bu yüzden de mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaları zor olmaktadır (Kantarcı 2000). Ayrıca  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı ilkbahar ve kış mevsimlerinde diğer iki mevsime göre daha yüksektir (Şekil 3.14). İlkbahar ile kış mevsimlerinde hava ve toprak sıcaklığının düşük olması (Tablo 2.6) ile yağışların bu iki mevsimde yüksek olmasının (Tablo 2.3) sonucunda ölü örtünün ayrışma hızı yavaşlamıştır. Diğer yandan ölü örtü mikrobiyal biyokütle C'un ilkbahar ve kış mevsimlerinde düşük, yaz ve sonbahar mevsimlerinde yüksek (Şekil 3.18) olması ilkbahar ve kış mevsimlerinde ayrışmanın yavaş olduğunu da doğrulamaktadır. Kısaca, düşük sıcaklığa bağlı olarak mikroorganizmaların sayı ve faaliyetlerinde bir azalma meydana gelmektedir. Bunu sonucu olarak ise  $C_{org}/N_{toplam}$  oranında mevsimsel değişiklikler meydana gelebilmektedir.

Bu konuda yapılmış çalışmaları zenginleştirmek mümkündür. Örneğin subtropikal nemli ormanlarında yapılan çalışmada yaprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı ağaç türlerine göre değişiklik gösterdikleri ve aralarında istatistiki açıdan fark olduğu ifade edilmektedir. Çalışma



sonuçlarına göre; 7 yaşındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. ) farklı meşcerelerin yaprak tabakasına ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 42,9-51,0 arasında, 13 yaşındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. ) farklı meşcerelerin yaprak tabakasına ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 42,9-65,2 arasında değişim göstermektedir. 16 yaşındaki (*Pinus kesiya* Royle ex. Gordon, *Quercus dealbata* L., *Quercus griffithii* Hook.f. & Thomson ex Miq., *Schima khasiana* Dyer ve *Rhododendron arboreum* Sm.) farklı meşcerelerin yaprak tabakasına ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı ise 29,5-70,5 arasında değişim göstermektedir (Maithani vd. 1998).

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan diğer bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  (ayırışma oranları) oranları karşılaştırılmıştır. Ova arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 13,2 ve dağlık arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 13,1 olduğu belirlenmiş, ancak aralarında istatistiksel anlamda bir farklılığın olmadığı vurgulanmıştır (Chen vd. 2005). Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Matff.) ormanlarında yapılan bir çalışmada yükseltiye bağlı olarak ölü örtüdeki  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı araştırılmıştır. Ölü örtü  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 900-1100 m’de 24, 1100-1300 m’de 24, 1300-1500 m’de 25 ve 1500-1634 m’de 30 olarak bulunmuştur. Yükseltiyle birlikte ölü örtü örneklerindeki organik C ve toplam N içeriklerinin değişmesiyle ölü örtü örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı da değişmiştir (Kantarcı 2000).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanının (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ölü örtü tabakalarındaki (yaprak ve çürüntü)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı tespit edilmiştir. L tabakasının toplam  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 105-126 arasında değişirken ortalama 118 bulunmuştur. F tabakasının  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 61-84 arasında değişirken ortalama 70 bulunmuştur.

### 3.10.2 Toprak Örneklerinin $C_{org}/N_{toplam}$ Oranı

Araştırma alanına ait üst toprakların en düşük  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde (8,8) ve en yüksek göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde (23,9) belirlenmiştir. Meşcerelerin mevsimlere göre toprak örneklerine ait (0-5 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$

oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.29 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.35, 36 ve 37) verilmiştir.

Tablo 3.29 Farklı meşcere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklarine ait (0-5 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$C_{org}/N_{toplam}$ Oranı			
Göknar	Min.	14,1	13,7	14,7	11,4
	Max.	23,9	18,6	20,4	21,3
	Ort.	18,05	16,11	16,92	17,42
	Std.	2,28	1,14	1,64	2,57
Kayın	Min.	12,8	13,0	10,7	12,1
	Max.	17,9	18,4	23,4	16,3
	Ort.	15,71	15,52	14,92	15,05
	Std.	1,39	1,47	3,11	1,28
Göknar-Kayın	Min.	13,5	8,8	12,7	12,5
	Max.	22,1	20,3	19,8	19,9
	Ort.	17,30	13,76	16,03	16,86
	Std.	2,13	2,71	2,19	2,02

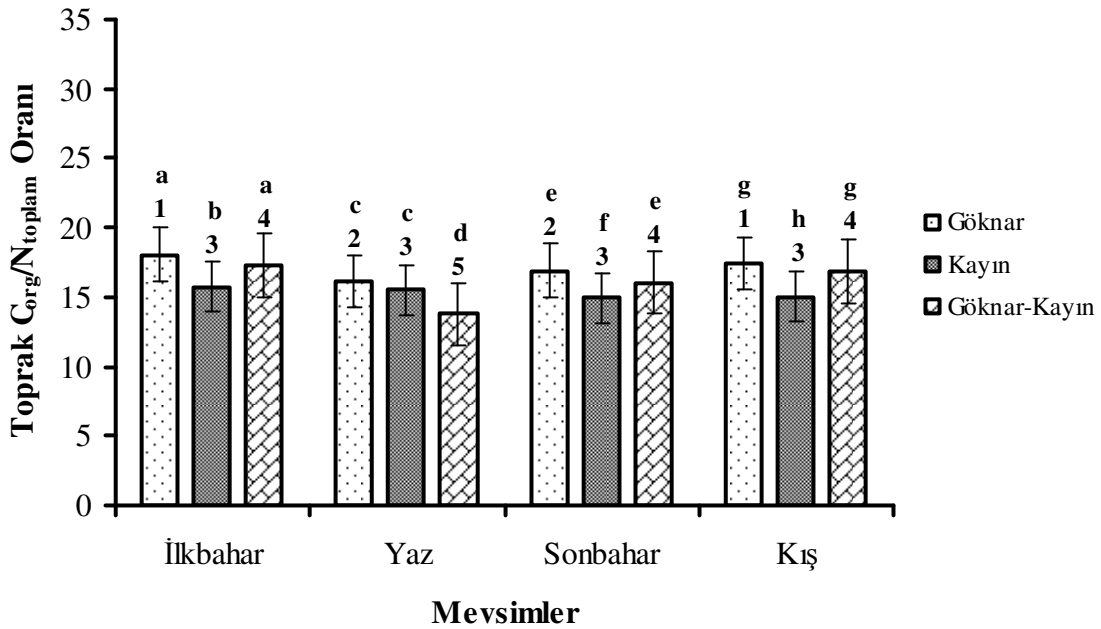
Ölü örtü örneklarinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranlarının meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan varyans analizi sonucuna göre; mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde mevsimler arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre ise; mevsimler arasında kayın meşceresinde fark ( $P > 0,05$ ) çıkmamış fakat göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.30).

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (şekil 3.15).  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı bakımından meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre ise; göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (şekil 3.15).

Tablo 3.30 Toprak örneklerine ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	85,1	2	42,5	10,86	0,000*
	Gruplar İçi	341,2	87	3,9		
	Toplam	426,4	89			
Yaz	Gruplar Arası	89,8	2	44,9	12,41	0,000*
	Gruplar İçi	314,8	87	3,6		
	Toplam	404,7	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	60,6	2	30,3	5,27	0,007*
	Gruplar İçi	500,5	87	5,7		
	Toplam	561,2	89			
Kış	Gruplar Arası	92,2	2	46,1	11,15	0,000*
	Gruplar İçi	359,6	87	4,1		
	Toplam	451,9	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	60,2	3	20,0	5,05	0,003*
	Gruplar İçi	460,7	116	3,9		
	Toplam	520,9	119			
Kayın	Gruplar Arası	12,8	3	4,2	1,10	0,350 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	450,3	116	3,8		
	Toplam	463,2	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	223,7	3	74,5	14,29	0,000*
	Gruplar İçi	605,2	116	5,2		
	Toplam	828,9	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.15 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çepel'e (1996) göre ülkemizin birçok orman topraklarında karbon azot arasındaki oran ( $C_{org}/N_{toplam}$  oranı) 3 ile 36 arasında değişmektedir. Orman topraklarının derin tabakalarında bu değer 10'dan aşağı düşmektedir. İncelenen toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı, mevsimlere ve meşcere tiplerine göre yukarıda bahsedilen sınır değerler arasında kalmaktadır. Diğer taraftan genel olarak,  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 15'ten küçükse ayrışmanın hızlı olduğu, 15–25 arasında ise ayrışmanın yavaşladığı ve 25'ten büyükse ayrışmanın zaman zaman engellendiği ifade edilmektedir (Kantarıcı 2000). Bu sınıflandırmaya göre çalışma alanına ait toprakların ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranlarının kayın sonbahar mevsimi (14,92) ve göknar-kayın yaz mevsimi (13,76) hariç 15–25 arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Bu aralıkta ise ayrışma yavaşlamış fakat devam etmektedir.

Çalışmada sonbahar ve özellikle yaz mevsimlerinde (Şekil 3.15) üç meşcere tipine ait  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının diğer mevsimlere göre düşük olmasında yağışların fazla olmaması, toprak sıcaklığının biraz daha yüksek olması, meşcere içerisine uzun süre ışık girmesi etkili olmuş olabilir. Nitekim Kantarıcı (2000) ormanın kapalılığı gevşetildiği veya traşlandığı zaman ölü örtünün daha fazla ışık ve dolayısıyla ısı aldığını ve nemliliğin de ayrışma için uygun derecelerde bulunduğu durumlarda ayrışmanın daha hızlı olduğunu ve  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının düştüğünü vurgulamaktadır.

Toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranını belirlemek için değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı farklı meşcere tiplerine göre kayın meşceresinde 17,32, göknar meşceresinde 20,08 ve göknar-kayın meşceresinde 17,37 olarak bulunmuştur. Meşcereler arasında toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  bakımından fark ortaya çıktığı belirtilmektedir (Şentürk 2009). Uludağ göknarı ormanlarında yapılan bir çalışmada, yükseltiye bağlı olarak üst toprak örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı araştırılmıştır. Üst toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 900-1100 m'de 19, 1100-1300 m'de 22, 1300-1500 m'de 20 ve 1500-1634 m'de 17 olarak bulunmuştur. Yükseltiyle birlikte üst toprak örneklerindeki organik C ve toplam N içeriklerinin değişmesiyle toprak örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı da değişmiştir (Kantarıcı 2000).

*Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinden oluşan orman alanında yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 10,6-29,2 arasında değişmektedir (Tian vd. 2008). Granit ve şist anakayaları

üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* ormanlarına ait toprakların (0-15 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı araştırılmıştır. Çalışmada granit anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanına ait toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 12-22 arasında değişirken, *Pinus sylvestris* ormanın  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı 13-22 arasında değişmektedir. Şist anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* orman topraklarının  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 13-18 arasında değiştiği, *Pinus sylvestris* orman topraklarının  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 12-22 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Mahia vd. 2006).

Satti vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada,  $C_{org}/N_{toplam}$  oranları; iğne yapraklı üç farklı türe ait üst topraklarda (0-15 cm) 17,9-21,3, herdem yeşil geniş yapraklı üç farklı türe ait topraklarda 15,5-22,4 ve yaprağını döken geniş yapraklı dört farklı türe ait topraklarda 17,1-22,7 arasında bulunmuştur. Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı tespit edilmiştir. Karışık çam ormanına ait toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı ortalama 19,7 (18,7-20,8), mera alanına ait toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı ise ortalama 18,2 (17,2-19,8) bulunmuştur.

Yapılan diğer bir çalışmada, *Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. ormanlarına ait toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının sırasıyla 13-21 (ortalama 16,5) ve 13-15 (ortalama 14) arasında değiştiği ifade edilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995). Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada, *Quercus serrata*-*Schima wallichii* karışık meşçeresine ait toprakların (0-10 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 7,0-8,1, *Quercus serrata*-*Lithocarpus dealbatus* karışık meşçeresine ait toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının ise 7,8-8,7 arasında değiştiği ifade edilmektedir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada ova arazideki ormana ait toprağın ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 10,2 ve dağlık arazideki ormana ait toprağın ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 9,7 olduğu vurgulanmaktadır. Toprakların (0-10 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkmamıştır (Chen vd. 2005). Upadhyaya vd. (2004) tarafında yapılan bir çalışmada üst toprakların (0-10 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranları bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) 5,50, çam ormanında (*Pinus roxburghii*) 5,27 düzeyinde olduğu ifade edilmektedir.

Çalışmada bitki türlerine göre toprakların  $C_{org}/N_{toplam}$  oranları bakımından birbirinden farklı olmadığı bildirilmektedir.

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı tespit edilmiştir. Çalışmada toprak  $C_{org}/N_{toplam}$  oranlarının karışık orman alanında 6,5-8,2, plantasyon alanında 7,0-8,5, mera alanında 6,6-8,6 ve tarım alanında 7,0-7,9 arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Patel vd. 2010). Diğer bir çalışmada gençlik çağında olan subtropikal ormanlara ait topraklarda (0-10 cm)  $C_{org}/N_{toplam}$  oranının 10,0-11,0 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Maithani vd. 1996).

### **3.11 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN BİTKİYE YARAYIŞLI FOSFOR (P) İÇERİĞİ**

#### **3.11.1 Ölü Örtü Örneklerinin Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P) İçeriği**

Ölü örtülerin en düşük bitkiye yarayışlı fosfor içeriği göknar meşçeresinde kış mevsiminde ( $6,67 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek kayın meşçeresinde kış mevsiminde ( $166,17 \mu\text{g g}^{-1}$ ) belirlenmiştir. Meşçerelerin mevsimlere göre ölü örtülerin bitkiye yarayışlı P içeriklerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.31 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.38, 39 ve 40) gösterilmiştir.

Ölü örtü örneklerinin bitkiye yarayışlı P içeriklerinin meşçere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucunda, farklı meşçere tiplerine ait ölü örtülerin bitkiye yarayışlı P içeriklerinin mevsim içerisinde meşçere tipleri (göknar, kayın ve göknar-kayın) arasında ve meşçere tipinde mevsimler (ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ( $P<0,05$ ) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 3.32).

Tablo 3.31 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait bitkiye yarayışlı P'nin ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

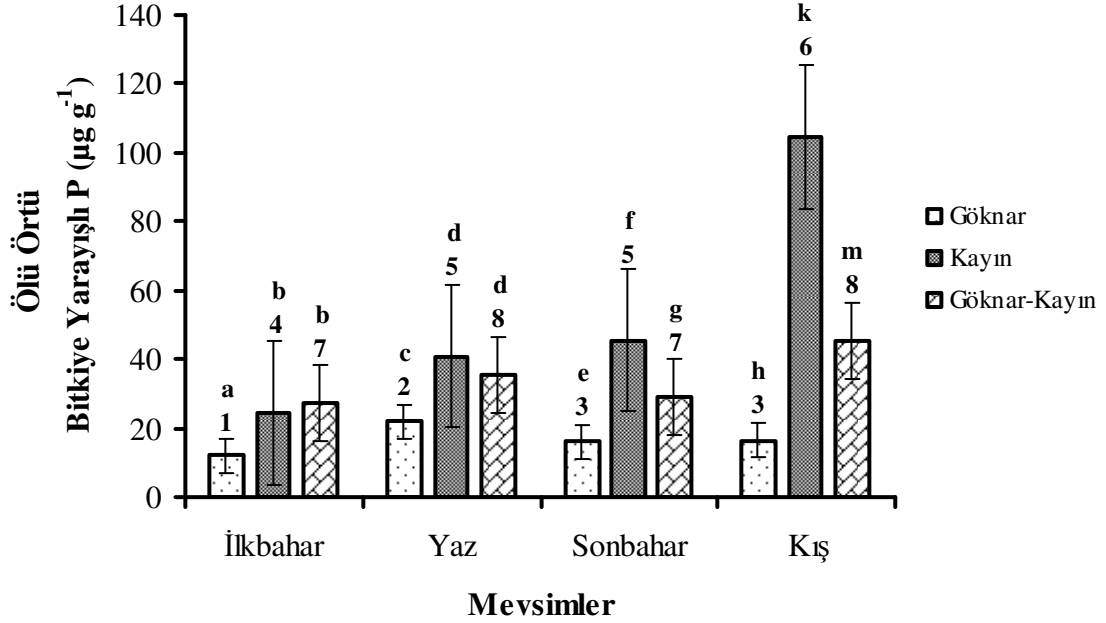
Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Bitkiye Yarayışlı P			
Gökmar	Min.	7,16	13,55	11,23	6,67
	Max.	19,97	39,91	21,39	39,63
	Ort.	12,14	21,96	16,15	16,31
	Std.	3,15	6,90	2,96	6,67
Kayın	Min.	13,71	13,66	18,84	12,71
	Max.	35,10	85,87	88,05	166,17
	Ort.	24,48	40,76	45,46	104,52
	Std.	4,58	17,43	14,42	46,41
Gökmar-Kayın	Min.	16,24	22,23	19,56	21,08
	Max.	44,91	48,66	57,44	123,02
	Ort.	27,29	35,42	29,26	45,16
	Std.	7,15	6,60	7,81	22,63

Tablo 3.32 Ölü örtü örneklerine ait bitkiye yarayışlı P'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	3895,5	2	1947,7	71,1	0,000*
	Gruplar İçi	2383,2	87	27,3		
	Toplam	6278,8	89			
Yaz	Gruplar Arası	5630,3	2	2815,1	21,3	0,000*
	Gruplar İçi	11465,2	87	131,7		
	Toplam	17095,6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	12929,0	2	6464,5	69,7	0,000*
	Gruplar İçi	8062,8	87	92,6		
	Toplam	20991,8	89			
Kış	Gruplar Arası	121357,4	2	60678,7	67,1	0,000*
	Gruplar İçi	78614,7	87	903,6		
	Toplam	199972,1	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gökmar	Gruplar Arası	1468,3	3	489,4	17,64	0,001*
	Gruplar İçi	3217,0	116	27,7		
	Toplam	4685,4	119			
Kayın	Gruplar Arası	110138,3	3	36712,7	54,64	0,000*
	Gruplar İçi	77929,2	116	671,8		
	Toplam	188067,5	119			
Gökmar-Kayın	Gruplar Arası	5815,5	3	1938,5	11,60	0,000*
	Gruplar İçi	19379,7	116	167,0		
	Toplam	25195,3	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Ölü örtülerin bitkiye yararılı P içerikleri açısından, mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.16). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; bitkiye yararılı fosfor değeri açısından ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Ölü örtü örneklerine ait bitkiye yararılı P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Fosfor tüm yeşil bitkilerin yaşayıp gelişebilmesi için enerji transferi süreçlerinde mutlak olarak gerekli olan bir besin maddesidir. Bitki dokularında hem organik hem de inorganik bileşikler halinde bulunur. Ekosistemdeki fosfor döngüsü toprak ve bitki arasında tamamlanır. Azot döngüsünün aksine fosfor döngüsü atmosferle bağlantılı değildir. Bitkiler gereksinim duydukları fosforun çok büyük bölümünü toprak çözeltisinde çözülmüş şekildeki inorganik fosfordan, çok azını da organik şekildeki fosfordan kökleriyle alır ve gelişmelerinde değerlendirirler (Çepel 1996; Kacar ve Katkat 2010). Fosfor, daha çok asidik koşullar altında  $H_2PO_4^-$  formunda, nötral koşullar altında ise  $HPO_4^-$  formunda bitkiler tarafından alınır. Bunların miktarı pH'ya bağlıdır. Örneğin pH 4,5'te pratik olarak yalnız  $H_2PO_4^-$  bulunmakta, pH 6,0'da  $H_2PO_4^-$ :  $HPO_4^-$  oranı 90:10 ve pH 8,0'de bu oran 10:90 olmaktadır.  $PO_4^{-3}$  iyonları



önemli bir miktarda ancak pH 9,5'in üzerinde ortaya çıkmaktadır (Özbek vd. 1984; Özbek vd. 2001).

Çalışma sonucunda meşcere tiplerinde ve mevsimlere göre ölü örtü örneklerindeki bitkiye yarayışlı P içerikleri farklı bulunmuştur. Üç meşcere tipi ve mevsimler dikkate alındığında göknar meşceresine ait ölü örtü örneklerinin bitkiye yarayışlı fosfor değeri diğer iki meşcere tipinden daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebi bitki türlerinin topraktan fosfor alma yeteneklerinin farklı olması olabilir. Diğer bir neden de her ne kadar çalışma alanları aynı yetişme ortamında (edafik, iklimik ve fizyografik) da olsa mikro şartlar ağaç türlerinin topraktan fosfor alınımını etkilemiş olabilir. Biyolojik fosfor fiksasyonu da başka bir neden olabilir. Çünkü Kacar ve Katkat'a (2010) göre fosfor bileşiklerinin biyolojik olarak fiksasyonları toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Biyolojik olarak fikse edilen fosfordan bitkiler, mikroorganizmalar yaşamlarını tamamlayıp toprakta parçalanıncaya (mineralize oluncaya) kadar yararlanamazlar. Diğer yandan ağaçların ibre ve yapraklarındaki besin maddesi konsantrasyonları birbirinden farklıdır. Genel olarak denilebilir ki; yapraklı ağaçların özellikle besin maddesi isteği fazla olan yapraklı ağaç türlerinin besin maddesi konsantrasyonları iğne yapraklı ağaçlardan daha yüksektir. Örneğin göknar ibrelerinde ortalama fosfor konsantrasyonu % 0,09 iken, kayın yapraklarında % 0,16'dır (Çepel 1995). Yapılan çalışmada bundan dolayı göknar meşceresi ölü örtüsünün bitkiye yarayışlı fosfor içeriği diğer iki meşcereye göre düşük çıkmış olabilir.

Chen vd. (2003) tarafından Yeni Zelanda'da yapılan çalışmada mikrobiyal özelliklerin ve toprak fosforunun mevsimsel değişimi incelenmiştir. Çalışmada karışık çam ormanının (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ölü örtü tabakalarındaki (yaprak ve çürüntü) bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri araştırılmıştır. L tabakasının bitkiye yarayışlı fosfor içeriği 13,6-46,2  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişirken ortalama 22,7  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur. F tabakasının bitkiye yarayışlı fosfor içeriği 15,1-65,5  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişirken ortalama 30,2  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur.

Bauhus vd. (1998) tarafından yapılan çalışmada farklı toprak türlerinde ve değişik yaşlardaki meşcerelerde yapılan çalışmada ölü örtü örneklerinin bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri de araştırılmıştır. 50 yaşındaki kil toprağı üzerinde yetişen farklı meşçerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) bitkiye yarayışlı P içeriklerinin 21,0-21,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında, 124 yaşındaki kil toprağı üzerinde yetişen farklı meşçerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) bitkiye yarayışlı P içeriklerinin 18,5-22,7  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği bildirilmektedir. 50 yaşındaki toz toprağı

üzerinde yetişen farklı meşçerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) bitkiye yarayışlı P içeriklerinin 13,0-16,3  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında, 124 yaşındaki toz toprağı üzerinde yetişen farklı meşçerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) bitkiye yarayışlı P içeriklerinin 14,1-19,1  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değıştiğı bildirilmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Sitka ladini (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr) ormanında yapılan bir çalışmada kesimden önce ve kesimden sonra olmak üzere OH humus tabakasının bitkiye yarayışlı fosfor içeriğı araştırılmıştır. OH humus tabakasının bitkiye yarayışlı fosfor içeriğı kesimden önce 26,3  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve kesimden sonra 30,9  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Hughes ve Reynolds 1991).

### 3.11.2 Toprak Örneklerinin Bitkiye Yarayışlı Fosfor (P) İçeriğı

Araştırma alanından alınan üst topraklarda en düşük bitkiye yarayışlı fosfor içeriğı göknar meşçeresinde ilkbahar mevsiminde (1,10  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşçeresinde yaz mevsiminde (18,25  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunmuştur. Meşçerelerin mevsimlere göre toprak örneklerine ait bitkiye yarayışlı P içeriğinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.33 ve açıklamalar A'da (Tablo A.41, 42 ve 43) verilmiştir.

Tablo 3.33 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait bitkiye yarayışlı P'nin ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Bitkiye Yarayışlı P			
Göknar	Min.	1,10	2,76	2,28	3,45
	Max.	12,41	18,25	11,28	8,47
	Ort.	4,83	7,64	5,56	5,95
	Std.	2,64	3,50	1,78	1,25
Kayın	Min.	1,94	4,25	3,78	4,94
	Max.	10,14	17,84	13,02	15,13
	Ort.	6,01	8,56	7,45	8,51
	Std.	1,99	3,30	2,15	2,90
Göknar-Kayın	Min.	3,54	4,64	5,37	3,97
	Max.	11,30	13,80	15,62	15,99
	Ort.	6,46	9,15	8,31	9,08
	Std.	1,81	2,67	2,54	2,98

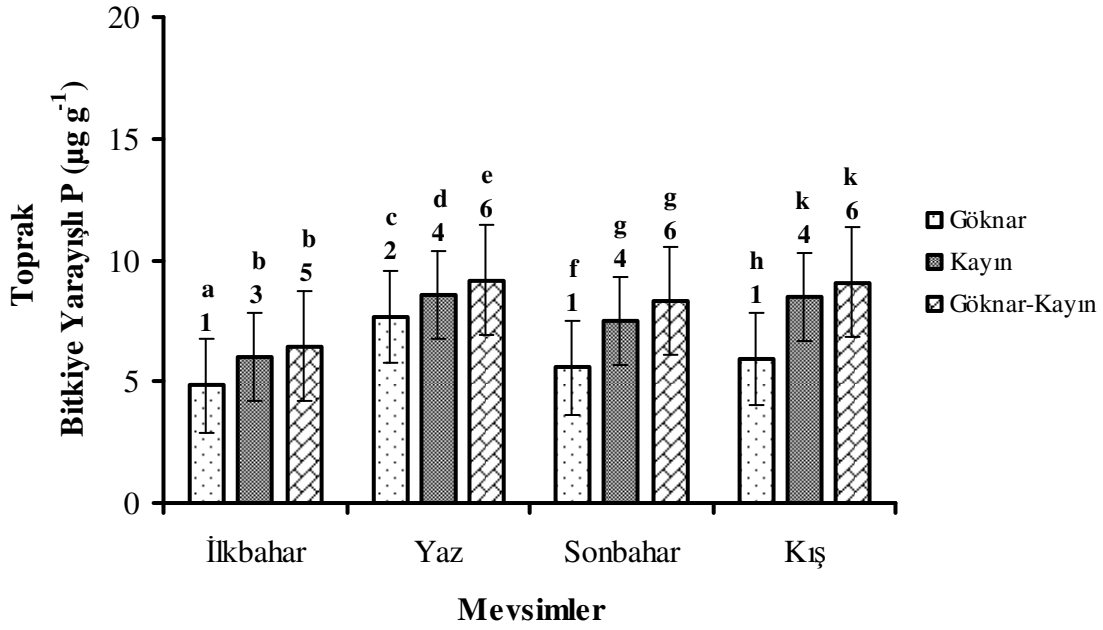
Toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı P içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre; bitkiye yarayışlı P içeriği bakımından ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimleri içerisinde meşcere tipleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Yaz mevsimi içerisinde meşcere tipleri arasında fark ( $P > 0,05$ ) ortaya çıkmamıştır. Meşcere tipinde mevsimler arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.34)

Tablo 3.34 Toprak örneklerine ait bitkiye yarayışlı P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	42,3	2	21,1	4,45	0,014*
	Gruplar İçi	413,4	87	4,7		
	Toplam	455,8	89			
Yaz	Gruplar Arası	34,3	2	17,1	1,69	0,189 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	880,1	87	10,1		
	Toplam	914,4	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	118,6	2	59,3	12,43	0,000*
	Gruplar İçi	415,1	87	4,7		
	Toplam	533,8	89			
Kış	Gruplar Arası	166,9	2	83,4	13,21	0,000*
	Gruplar İçi	549,6	87	6,3		
	Toplam	716,5	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	127,7	3	42,5	7,09	0,000*
	Gruplar İçi	695,9	116	5,9		
	Toplam	823,6	119			
Kayın	Gruplar Arası	128,7	3	42,9	6,13	0,001*
	Gruplar İçi	812,0	116	7,0		
	Toplam	940,8	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	140,9	3	46,9	7,26	0,000*
	Gruplar İçi	750,4	116	6,4		
	Toplam	891,3	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; bitkiye yarayışlı P içeriği bakımından gök nar, kayın ve gök nar-kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.17). Bitkiye yarayışlı P içeriği açısından meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri birbirinden farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait bitkiye yarayışlı P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Schmidt vd.'ne (1996) göre 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> yöntemiyle ekstraksiyon sonucunda toprak çözeltisinde bulunan fosfor daha çok topraktan biyolojik olarak alınabilir fosforu ifade etmektedir. 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> yöntemiyle Trakya ve Karadeniz yöreleri için yapılan sınıflandırmada bitkiye yarayışlı fosfor (yararlanılabilir fosfor)  $< 4,0 \mu\text{g g}^{-1}$  ise "az";  $4,0-8,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "orta";  $8,0-16,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "iyi";  $16,0-24,0 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında "yüksek";  $>24 \mu\text{g g}^{-1}$  ise "çok yüksek" şeklindedir (Kacar 1996). Bu sınıflandırmaya göre göknar meşceresine ait topraklar bitkiye yarayışlı P açısından dört mevsimde de orta sınıfta; kayın meşceresine ait topraklar ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde orta sınıfta, yaz ve kış mevsimlerinde ise iyi sınıfta; göknar-kayın meşceresine ait topraklar ilkbahar mevsiminde orta sınıfta, diğer mevsimlerde iyi sınıfta yer almaktadır.

Bitkiler mineral besin maddelerini topraktan temin ettiklerine göre, topraktaki mineral besin maddesi miktarı ile üzerinde yaşadıkları bitkilerin yapraklarındaki besin maddesi konsantrasyonları arasında bir ilişki bulunması gerekir. Fakat bitkiler toprakta bulunan mineral besin maddelerini bol olarak almalarına karşın, bunları organik bileşiklere çevirdiklerinden ve yapraklarından yağış ile besin maddelerinin bir kısmı yıkanabildiğinden,

söz konusu ilişki belirgin olarak saptanamamıştır (Çepel 1995). Çalışmada dört mevsimde ve üç meşcere tipinde de göknar meşceresine ait toprakların bitkiye yararı fosfor değerleri daha düşüktür (Şekil 3.17). Bunun nedeni çalışmanın yapıldığı alanın anakayasının kireç taşı olması, göknar topraklarının daha yüksek toprak reaksiyonuna (Şekil 3.9) sahip olması ve göknar ibrelerinin kayın yapraklarına göre daha fazla  $Ca^{++}$  içermesinden dolayı toprakta bulunan fosforun kalsiyum fosfatlar halinde bağlanmış olması olabilir. Kacar ve Katkat (2010) bitki artıkları ile toprağa önemli miktarlarda fosfor verilebildiğini vurgulamasından dolayı, diğer bir neden de besin maddesi miktarlarının bitkiler arasında farklılık arz etmesi olabilir. Nitekim Çepel'e (1995) göre genel olarak yapraklı ağaç türleri, iğne yapraklı ağaç türlerine nispeten daha fazla fosfor içermektedir. Ayrıca toprağın oluştuğu anakayaların türü ve mineralojik yapısı, toprak reaksiyonu, toprağın kil miktarı ve kilin cinsi, biyolojik fosfor fiksasyonu, organik fosforun mikroorganizmalar tarafından mineralizasyonu ve immobilizasyonu, toprak sıcaklığı ve havalanması gibi faktörler de diğer nedenler arasında sayılabilir.

Toprakta fosforun kaynağı apatit mineralidir. Bu mineral flour apatit veya hidroksilapatit bileşiminde bulunur. pH'sı 7,0 civarında olan topraklarda fosforun daha fazla fikse olduğu bildirilmektedir. Genel olarak kil miktarının yüksek olduğu ve 1:1 tipindeki kaolinitik killere sahip toprakların 2:1 tipindeki montmorillonitik killere göre daha fazla fosfor fikse ettikleri tespit edilmiştir. Belli sınıra değin sıcaklık arttıkça ve iyi havalandırılan topraklarda organik fosforun mineralizasyonunun arttığı vurgulanmaktadır (Çepel 1996; Kantarcı 2000; Kacar ve Katkat 2010). Diğer bir neden orman ağaçlarından göknarların ibrelerindeki  $Ca^{++}$ 'un yüksek olması gösterilebilir. Çünkü göknar ibrelerinin dökülmesiyle oluşan ölü örtünün ayrışması ile topraktan alınan  $Ca^{++}$  kationlarının tekrar üst toprağa dönmesi gerçekleşir. Burada kalsiyum fosfat bileşikler oluşmak suretiyle kimyasal olarak fosfor fiksasyonu gerçekleşmiş olabilir.

Fosfatların farklı toprak reaksiyonlarında farklı bileşimlerde bulunuşu ve çözünme zorlukları bitkilerin alabileceği fosforun tayininde zorluklar meydana getirmektedir. Bu yüzden birçok araştırmacı tüm fosfor miktarının tayinini daha uygun bulmaktadır. Ancak tüm fosforun pek az bir kısmının bitkiler tarafından alınabilir olması toprağın besin gücünün yorumlanmasında güçlükler oluşturmaktadır. Topraktaki toplam fosfor miktarı ile yararlanılabilir fosfor miktarı arasında çok büyük farklar vardır (Çepel 1996; Kantarcı 2000).

Joergensen vd. (1995a) tarafından kayın (*Fagus sylvatica* L.) ormanları için yapılan bir çalışmada, toprakların (0-10 cm) bitkiye yarayışlı fosfor içeriğinin 0,8-64,2  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştii ve ortalama 5,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  düzeyinde olduğu ifade edilmektedir. Yapılan bir çalışmada toprakların (0-15 cm) bitkiye yarayışlı P içeriği 3,8-7,3  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişirken, ortalama 5,6  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Khan ve Joergensen 2006). Diğer bir çalışmada *Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) bitkiye yarayışlı P içeriklerinin sırasıyla 14-44  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 26  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ve 17-40  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 30  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) arasında değiştii ifade edilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm) bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri araştırılmıştır. Karışık çam ormanına ait toprakların bitkiye yarayışlı P içeriği 3,1-5,5  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişirken, ortalaması 4,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur. Mera alanına ait toprakların bitkiye yarayışlı P içeriği 0,7-2,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişirken, ortalaması 1,7  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur.

Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada toprakların (0-10 cm) bitkiye yarayışlı P içeriklerinin bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) 20,27  $\mu\text{g g}^{-1}$ , çam ormanında (*Pinus roxburghii*) 16,89  $\mu\text{g g}^{-1}$  düzeyinde olduğunu ifade etmektedirler. Çalışmada bitki türlerine ait toprakların bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri bakımından birbirinden farklı olduğu bildirilmektedir. Satti vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada iğne yapraklı üç farklı türe ait toprakların (0-15 cm) bitkiye yarayışlı P içeriklerinin 4,0-13,1  $\mu\text{g g}^{-1}$ , herdem yeşil geniş yapraklı üç farklı türe ait toprakların bitkiye yarayışlı P içeriklerinin 7,3-14,9  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve yaprağını döken geniş yapraklı dört farklı türe ait toprakların bitkiye yarayışlı P içeriklerinin 11,2-23,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştii bildirilmektedir.

Yapılan bir çalışmada gençlik çağında olan subtropikal ormanlara ait topraklarda (0-10 cm) bitkiye yarayışlı fosfor içeriklerinin 6,5-12,1  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Maithani vd. 1996). Subtropikal ormanlarda yapılan başka bir çalışmada 7, 13 ve 16 yaşındaki meşcerelere ait toprakların (0-10 cm) ortalama bitkiye yarayışlı P içerikleri sırasıyla 7,0  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 12,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 14,2  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur (Maithani vd. 1998).

### 3.12 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL BİYOKÜTLE KARBON (C<sub>mic</sub>) İÇERİĞİ

#### 3.12.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C<sub>mic</sub>) İçeriği

Araştırma alanından alınan ölü örtü örneklerinin en düşük mikrobiyal biyokütle C içeriği kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (643,18 µg g<sup>-1</sup>) ve en yüksek mikrobiyal biyokütle C içeriği kayın meşceresinde yaz mevsiminde (9033,52 µg g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle C'una ilişkin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.35 ve açıklamalar A'da (Tablo A.44, 45 ve 46) verilmiştir.

Tablo 3.35 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle karbonun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Mikrobiyal Biyokütle C (µg g <sup>-1</sup> )			
Gök nar	Min.	2504,68	3341,38	2865,50	1194,74
	Max.	8258,10	8005,55	8094,91	4881,37
	Ort.	4677,40	5737,50	5689,00	3300,30
	Std.	1570,18	1239,22	1426,93	878,30
Kayın	Min.	643,18	4019,85	1750,81	1726,33
	Max.	5748,65	9033,52	7271,50	5611,23
	Ort.	2567,80	6063,90	3793,50	3236,20
	Std.	1340,15	1040,55	1475,79	933,16
Gök nar-Kayın	Min.	2390,14	2968,96	3108,25	930,17
	Max.	5253,49	7706,77	8379,81	4731,84
	Ort.	3852,00	5254,60	5492,30	2670,90
	Std.	725,27	1309,47	1249,61	821,54

Ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında ve meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C içeriği açısından farklılık (P<0,05) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.36).

Mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; mikrobiyal biyokütle C

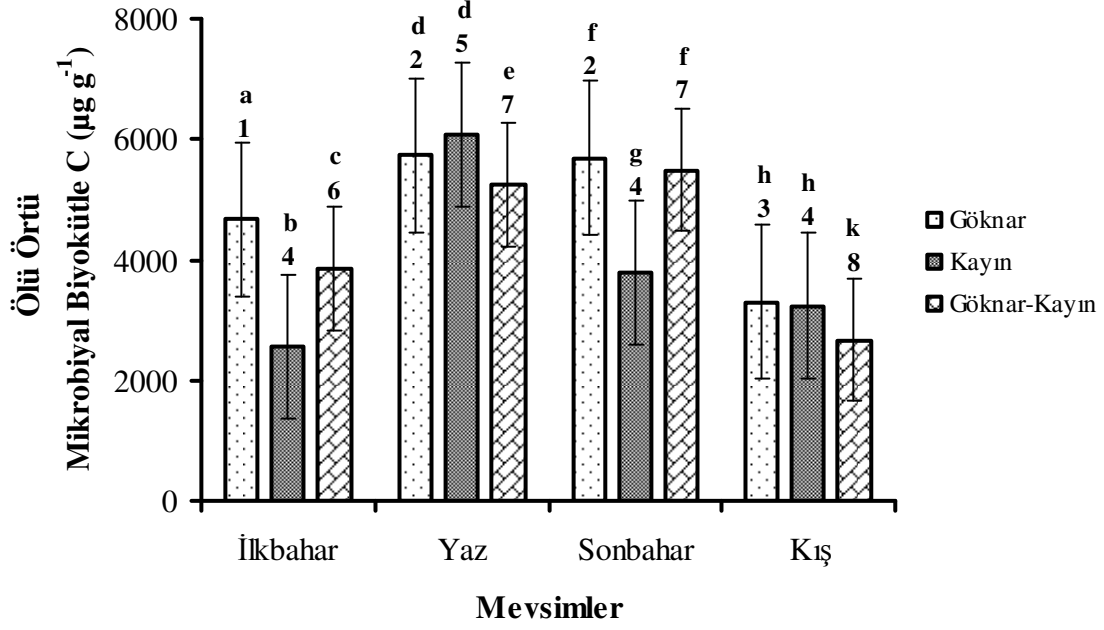
içeriği açısından meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.18). Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.18).

Tablo 3.36 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	67810000	2	33900000	21,24	0,000*
	Gruplar İçi	138800000	87	1595835,9		
	Toplam	206600000	89			
Yaz	Gruplar Arası	9946622	2	4973311,4	3,44	0,036*
	Gruplar İçi	125700000	87	1444387,5		
	Toplam	135600000	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	65170000	2	32590000	16,92	0,000*
	Gruplar İçi	167500000	87	1925222,7		
	Toplam	232700000	89			
Kış	Gruplar Arası	7197589	2	3598794,8	4,65	0,012*
	Gruplar İçi	67200000	87	772383,2		
	Toplam	74390000	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	117700000	3	39230000	23,04	0,000*
	Gruplar İçi	197500000	116	1702178,9		
	Toplam	315100000	119			
Kayın	Gruplar Arası	207200000	3	69080000	46,61	0,000*
	Gruplar İçi	171900000	116	1481889,2		
	Toplam	379100000	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	155600000	3	51860000	46,33	0,000*
	Gruplar İçi	129800000	116	1119303,7		
	Toplam	285400000	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı





Şekil 3.18 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tiplerinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında incelenen ölü örtü mikrobiyal biyokütle C içerikleri meşçere tiplerine ve mevsimlere göre değişkenlik göstermektedir. Meşçereler ilkbahar ve kış mevsimlerinde genel olarak yaz ve sonbahar mevsimlerine göre daha düşük mikrobiyal biyokütle C ( $C_{mic}$ ) değerlerine sahiptirler (Şekil 3.18).  $C_{mic}$  miktarında meydana gelen mevsimsel farklılıklar sıcaklık, ölü örtü nem içeriği, organik madde miktarı ve niteliğindeki değişimlere bağlı olabilir. Nitekim yapılan çalışmalarda organik madde miktarı ve kalitesinin mikrobiyal biyokütleyi ve organik maddenin mineralizasyonunu etkileyebildiği ifade edilmektedir (Singh ve Singh 1995; Zou vd. 1995). Yapılan diğer bir çalışmada ise organik maddenin kompozisyonu (örneğin lignin ve selüloz gibi) da mikrobiyal biyokütle ve faaliyette farklılıklara yol açtığı vurgulanmaktadır (Sparling vd. 1994). Bauhus ve Khanna (1999) sıcaklık ve organik maddenin su içeriğinin mikrobiyal biyokütle miktarı ve faaliyetleri üzerinde çok etkili olduğu bildirilmektedir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm) mikrobiyal biyokütle C içerikleri arasında istatistiksel

olarak fark bulunamamıştır. Ova arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama mikrobiyal biyokütle C içeriği  $1319 \mu\text{g g}^{-1}$  ( $1112-1712 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve dağlık arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama mikrobiyal biyokütle C içeriği  $1222 \mu\text{g g}^{-1}$  ( $978-1538 \mu\text{g g}^{-1}$ ) olarak tespit edilmiştir. Çalışmada mevsimsel olarak en yüksek mikrobiyal biyokütle C'un hava ve toprak sıcaklığının düşük olduğu kış ve sonbahar mevsimlerinde elde edildiği ifade edilmektedir (Chen vd. 2005).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanının [(*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.)] ölü örtü tabakalarındaki (yaprak ve çürüntü) mikrobiyal biyokütle C içerikleri araştırılmıştır. Mikrobiyal biyokütle C içeriği yaprak tabakasında ortalama  $3292 \mu\text{g g}^{-1}$  ( $1863-6088 \mu\text{g g}^{-1}$ ), çürüntü tabakasında ortalama  $7331 \mu\text{g g}^{-1}$  ( $3478-9729 \mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunmuştur. Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi isimli çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait ölü örtülerde mikrobiyal biyokütle C içeriği araştırılmıştır. Orman tiplerine ait ölü örtü mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin  $19-5506 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $680 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bildirilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) K.) ormanında yapılan çalışmada 6 farklı [A1: kontrol, A2: kireçleme, B1: asit ile sulama (pH 2,7), B2: kireçleme ve asit ile sulama (pH 2,7), C1: normal sulama ( $\text{H}_2\text{O}$ , pH 5,5) ve kireçleme ve normal sulama ( $\text{H}_2\text{O}$ , pH 5,5)] deneme alanı kurulmuştur. Çalışmada organik humus (OH) tabakasının mikrobiyal biyokütle C içeriği A1'de  $980 \mu\text{g g}^{-1}$ , B1'de  $1110 \mu\text{g g}^{-1}$ , C1'de  $1080 \mu\text{g g}^{-1}$ , A2'de  $2510 \mu\text{g g}^{-1}$ , B2'de  $2260 \mu\text{g g}^{-1}$  ve C2'de  $3140 \mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur (Anderson 1998).

Bauhus vd. (1998) tarafından farklı toprak türlerinde ve değişik yaşlardaki meşcerelerde ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C içerikleri belirlenmiştir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin meşcere yaşına, meşcere tipine ve toprak türüne göre değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. 50 yaşındaki kil toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) ölü örtü (humus ve çürüntü) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin  $10588-12344 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında, 124 yaşındaki kil toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin  $8366-10544 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği bildirilmektedir. 50 yaşındaki toz toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin  $8873-10756 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında, 124 yaşındaki toz toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin  $7254-10646 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği bildirilmektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Mikrobiyal biyokütle C'un meşcere yaşı ile azalması, organik madde kalitesinin kötüleşmesi ve buna bağlı olarak ayrışma ve mineralizasyon işlemlerinin azalmasıyla açıklanmıştır. Diğer yandan kil topraklarında organik madde miktarının diğer toprak türüne göre daha fazla olmasından dolayı, bu toprak türünde mikrobiyal biyokütle C'un daha yüksek çıktığı ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmada kil topraklarındaki organik C ile mikrobiyal biyokütle arasında bir korelasyonun olduğu vurgulanmaktadır.

### 3.12.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C<sub>mic</sub>) İçeriği

İncelenen üst toprakların en düşük mikrobiyal biyokütle C içeriği göknar-kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (131,83  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek mikrobiyal biyokütle C içeriği göknar meşceresinde sonbahar mevsiminde (1922,93  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Meşcere tiplerine ve mevsimlere göre mikrobiyal biyokütle C'a ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.37 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.47, 48 ve 49) verilmiştir.

Tablo 3.37 Farklı meşcere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle karbonun ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Mikrobiyal Biyokütle C					
Göknar	Min.	364,96	347,30	642,29	463,12
	Max.	1408,04	1487,82	1922,93	1706,42
	Ort.	713,81	845,42	1345,20	1015,50
	Std.	282,90	322,66	418,01	369,43
Kayın	Min.	327,87	296,17	228,88	250,81
	Max.	1240,23	1284,45	1369,36	893,01
	Ort.	516,75	629,04	650,51	567,03
	Std.	211,10	230,55	257,67	194,85
Göknar-Kayın	Min.	131,83	460,24	326,09	236,19
	Max.	797,89	1090,85	1219,70	810,80
	Ort.	505,34	756,70	844,06	476,63
	Std.	182,22	162,72	218,39	128,61

Toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; incelenen toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriğinin mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın

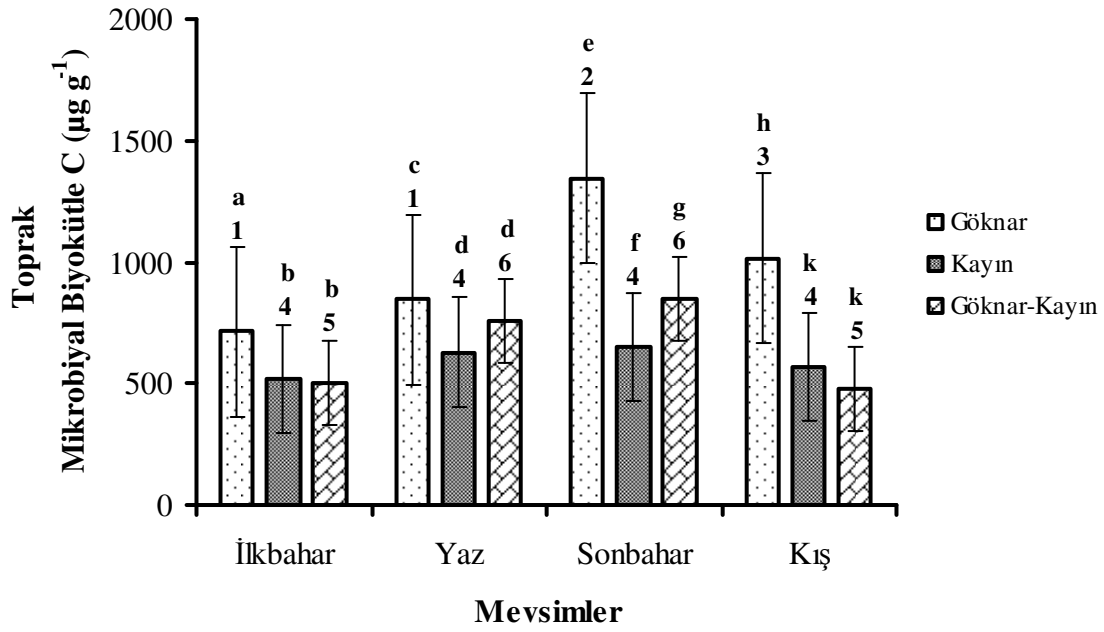
meşcereleri arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan varyans analizinde kayın meşceresinde toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriği açısından mevsimler arasında fark ( $P>0,05$ ) olmadığı ortaya çıkmıştır. Buna karşılık göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde mevsimler arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.38).

Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre mevsim içerisinde meşcere tipleri mikrobiyal biyokütle C içeriği açısından farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.19). Meşcere tipinde mevsimler arasında toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriği açısından farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.19).

Tablo 3.38 Toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	824229	2	412114,7	7,83	0,001*
	Gruplar İçi	4576329	87	52601,4		
	Toplam	5400558	89			
Yaz	Gruplar Arası	709865	2	354932,6	5,79	0,004*
	Gruplar İçi	5328651	87	61248,8		
	Toplam	6038517	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	7711250	2	3855625,4	40,04	0,000*
	Gruplar İçi	8375991	87	96275,7		
	Toplam	16090000	89			
Kış	Gruplar Arası	4997707	2	2498853,9	39,25	0,000*
	Gruplar İçi	5538855	87	63665,0		
	Toplam	10540000	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Göknar	Gruplar Arası	6707394	3	2235798,1	18,05	0,000*
	Gruplar İçi	14370000	116	123841,7		
	Toplam	21070000	119			
Kayın	Gruplar Arası	332258	3	110752,7	2,19	0,093 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	5860446	116	50521,0		
	Toplam	6192704	119			
Göknar-Kayın	Gruplar Arası	2998660	3	999553,4	32,26	0,000*
	Gruplar İçi	3593739	116	30980,5		
	Toplam	6592399	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.19 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprak mikrobiyal biyokütlesi canlı olduğu için özellikle bitki ve hayvan artıklarındaki artış ve azalışlar başta olmak üzere, toprakta meydana gelen değişikliklere toprak organik maddesinden çok daha hızlı bir şekilde tepki gösterir. Dolayısıyla, örneğin toprak yönetiminden kaynaklanan değişikliklerin yol açtığı, mikrobiyal biyokütledeki ölçülebilir değişiklikler toprak verimliliğinde meydana gelen değişiklikleri yansıtabilir. Diğer bir ifade ile mikrobiyal biyokütledeki değişiklikler ekosistem içerisinde meydana gelen bozulmaların sonuçlarını önceden tahmin etmek için kullanılabilir (Arunachalam vd. 1999; Brookes 2001). Diğer taraftan Winding vd. (2005) göre mikrobiyal biyokütlenin belirlenmesi toprakları izleyen birçok program tarafından temel parametre olarak kabul edilir ve kullanılır. Ayrıca birçok çalışmada da toprak verimliliği, mikrobiyal biyokütle, organik madde miktarı, ayrışma hızı ve azot mineralizasyonu arasında çok yakın bir ilişkinin olduğu vurgulanmaktadır. Mikrobiyal biyokütle herhangi bir ekosistem için anahtar rolünde çok önemli bir parametredir, fakat toprak kalitesinin (niteliğinin) ekolojik göstergesi olarak kullanıldığında yeterince hassas değildir.

İncelenen topraklardaki mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin kendi aralarında ve mevsimlere göre değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Mikrobiyal biyokütle C, göknar meşçeresinde diğer meşçere tiplerinden daha yüksektir. Ayrıca meşçereler ilkbahar ve kış mevsimlerinde genel olarak yaz ve sonbahar mevsimlerine göre daha düşük mikrobiyal biyokütle C içeriğine sahiptirler. Bunun nedenleri olarak organik maddenin niteliği ve miktarı, toprak sıcaklığı ve toprağın nem içeriği sayılabilir. Araştırma alanı iklim verileri incelendiğinde araştırma alanında yazın dahi su noksanı yoktur (Tablo 2.3; Şekil 2.6). Bu nedenle toprak sıcaklığı mikrobiyal biyokütle için çok önemli hale gelmektedir. Yani toprak sıcaklığına bağlı olarak mikrobiyal biyokütlerde azalış veya artış meydana gelmektedir.

Nitekim yaz ve sonbahar mevsimlerinde toprak sıcaklıklarının (Tablo 2.6) artmasıyla birlikte mikrobiyal biyokütlenin de artması bunu doğrulamaktadır. Ayrıca, göknar meşçeresine ait toprakların diğer iki meşçere tipine göre daha fazla organik C (organik madde) içermesi (Şekil 3.11) mikrobiyal biyokütle C'un daha yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Yapılan çalışmalar bu görüşü doğrulamaktadır. Nitekim Chen vd. (2000) tarafından orman ve mera alanlarında yapılan çalışmada organik maddenin tipi ve miktarının toprak mikrobiyal biyokütlesinde farklılıklara sebep olduğu bildirilmektedir. Başka bir çalışmada toprak sıcaklığı ve toprak neminin karbon mineralizasyon oranını, mikrobiyal biyokütlenin tür kompozisyonunu ve topraktan besin alınmasını etkileyebildiği ifade edilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada toprakların (0-10) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin karışık ormanda 94,2-1507,8  $\mu\text{g g}^{-1}$ , plantasyonda 184,5-1387,7  $\mu\text{g g}^{-1}$ , merada 119,1-435,7  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve tarımda 89,6-335,7  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle C'un karışık orman, mera, plantasyon sahası ve tarım alanlarında yaz mevsiminde ortalama olarak sırasıyla 971,43  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 851,35  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 280,53  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 218,15  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; yağmurlu mevsimde 1330,00  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 1222,98  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 380,33  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 284,30  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; kış mevsiminde 643,91  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 560,58  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 236,30  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 194,30  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak ortaya çıktığı bildirilmektedir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C içeriği arazi kullanım biçimlerinin hepsinde yağmurlu mevsimde en yüksek, kış mevsiminde en düşük olarak tespit edilirken, mikrobiyal biyokütle C içerikleri aralarında istatistiki açıdan fark olduğu vurgulanmaktadır (Patel vd. 2010).

Devi ve Yadava (2006) tarafından karışık meşçerelerde yapılan çalışmada (*Quercus serrata-Schima wallichii* ve *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus*) toprakların (0-10 cm) mikrobiyal

biyokütle C içeriklerinin 71,1-1412,6  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiştir. Mikrobiyal biyokütle C yaz mevsiminde *Quercus serrata-Schima wallichii* ve *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* meşcere tiplerinde sırasıyla 738,32  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 392,92  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; yağmurlu mevsimde 1182,60  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 740,73  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; kış mevsiminde 465,14  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 382,58  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca mikrobiyal biyokütle C her iki meşcerede de yağmurlu mevsimde en yüksek, kış mevsiminde ise en düşük olarak tespit edilmiştir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere göre ve meşcereler arasında istatistiki açıdan farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

Arunachalam ve Arunachalam (2000) tarafından Hindistan'da yapılan bir çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriği mevsimlere bağlı olarak araştırılmıştır. Çalışma *Quercus griffithii* Miquel, *Lithocarpus dealbatus* Miquel, *Quercus glauca* Thumb. gibi ağaçlar ile *Symplocos chinensis* Druce ve *Daphne shillong* Banerjee gibi alılarından oluşan karışık bir orman içerisinde açılan 6 (G-1=35,3 m<sup>2</sup>, G-2= 70,3 m<sup>2</sup>, G-3= 144,7 m<sup>2</sup>, G-4=306,9 m<sup>2</sup>, G-5= 793,1 m<sup>2</sup>, G-6= 981,8 m<sup>2</sup> ve kontrol) farklı büyüklükteki açıklıkta yapılmıştır. Yapılan çalışmada toprakların ortalama mikrobiyal biyokütle C içerikleri  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak G-1= 1349, G-2= 1293, G-3= 1284, G-4= 1314, G-5= 1272, G-6= 1332 ve kontrol 1522 şeklinde bulunmuştur. Araştırmada, toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin hem orman içi açıklıklara göre hem de mevsimlere göre birbirinden farklı olduğu vurgulanmaktadır.

Orman topraklarındaki (0-15 cm) mikrobiyal biyokütlenin mevsimsel değişiminin incelendiği bir çalışmada *Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. ormanlarına ait toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin mevsimlere, ağaç türüne ve toprak tipine göre farklılık gösterdiği bildirilmektedir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C'un mevsimlere göre ortalama değerlerinin ilkbahar 880  $\mu\text{g g}^{-1}$ , yaz 589  $\mu\text{g g}^{-1}$ , sonbahar 560  $\mu\text{g g}^{-1}$ , kış 787  $\mu\text{g g}^{-1}$  şeklinde olduğu vurgulanmaktadır. En yüksek mikrobiyal biyokütle C'un ilkbahar ve kış mevsiminde olduğu ifade edilirken, mevsimler arasında istatistiki açıdan fark olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C'da görülen bu değişkenliğin toprak sınıflarından ve örnekleme zamanlarından (mevsimlerden) kaynaklandığı bildirilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995). Bizim yaptığımız çalışma ile bu çalışmadaki sonuçlar arasında görülen farklılık, sıcaklık ve yağışın farklılık arz etmesinden kaynaklanabilir. şöyle ki, çalışmanın yapıldığı yer Akdeniz iklimi etkisi altında (İspanya) olmasından dolayı yaz ve sonbahar mevsimlerinde toplam yağışın sırasıyla % 10 ve % 24' bu mevsimlerde gerçekleşmektedir. Bu yüzden su noksanı söz

konusu olabilir. Sıcaklığın kışın dahi çok düşmediği bu bölgelerde suyun optimumuna ulaşması mikrobiyal biyokütleyi kış mevsiminde artırmıştır.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle C içerikleri arasında fark bulunamamıştır. Ova arazideki ormana ait toprağın ortalama mikrobiyal biyokütle C içeriğinin  $134 \mu\text{g g}^{-1}$  ve dağlık arazideki ormana ait toprağın ortalama mikrobiyal biyokütle C içeriğinin  $114 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu vurgulanmaktadır. Mikrobiyal biyokütle C ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla  $175 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $123 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $111 \mu\text{g g}^{-1}$  ve  $131 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla  $127 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $116 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $74 \mu\text{g g}^{-1}$  ve  $141 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak bildirilmektedir. Çalışmada mevsimsel olarak mikrobiyal biyokütle C'un hava ve toprak sıcaklığının düşük olduğu kış ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek olduğu ifade edilmektedir (Chen vd. 2005).

Farklı ağaç türleri (*Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don., *Eucalyptus nitens* Maiden) altındaki orman topraklarının (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal faaliyetinin incelendiği çalışmada mevsimlere göre toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriği  $395-945 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. *Quercus robur* L. meşçeresinde kış mevsiminde  $832-945 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle C, ilkbahar mevsiminde  $473-599 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. *Pinus radiata* D. Don. meşçeresinde kış mevsiminde  $693-507 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle C, ilkbahar mevsiminde  $399-533 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. *Eucalyptus nitens* Maiden meşçeresinde kış mevsiminde  $412-427 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle C, ilkbahar mevsiminde  $395-485 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C'nun mevsimlere ve ağaç türlerine göre değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle C'un genel olarak kış mevsiminde, ilkbahar mevsimine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Alvarez vd. 2009).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada mikrobiyal özelliklerin ve toprak fosforunun mevsimsel değişimi incelenmiştir. Karışık çam ormanına (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ait toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriği  $671-1027 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişirken, ortalaması  $808 \mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur. Mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriği  $1140-1705 \mu\text{g g}^{-1}$



arasında değişirken, ortalaması 1417  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur. Mikrobiyal biyokütle C, mera alanında en yüksek kış mevsiminde ve en düşük yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Orman alanında ise en düşük yaz mevsiminde ve en yüksek ilkbahar mevsiminde bulunmuştur.

Maithani vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada mikrobiyal biyokütle C'un mevsime, meşcere yaşına ve toprak derinliğine göre önemli ( $P<0,01$ ) derecede değişiklik gösterdiği bildirilmektedir. Çalışmada orman topraklarına (0-10 cm) ait mikrobiyal biyokütle C'un 333,74-1087,70  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Ayrıca çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriğinin kış mevsiminde en fazla olduğu, ilkbahar mevsiminde düşmeye başladığı ve en düşük seviyesinin yaz mevsiminde olduğu vurgulanmaktadır. Bu durum şu şekilde açıklanmıştır; hava ve toprak sıcaklığının düşük olduğu kış mevsiminde mikrobiyal biyokütle C miktarının yüksek olması düşük bir mikrobiyal faaliyet dönemini göstermekle birlikte mikrobiyal biyokütlerde besin tutulmasının yüksek olduğunu da göstermektedir. Bunun tam tersi olarak sıcaklık ve toprak nem koşullarının mikrobiyal biyokütle için çok uygun olduğu zaman olan yaz mevsiminde mikrobiyal biyokütle C'un düşük olması toprakta hızlı bir mineralizasyon olayın gerçekleştiği dönemi göstermektedir. Bitkilerin çoğu vejetatif gelişmelerini yaz mevsiminde yaptıklarından nispeten besin maddelerine olan ihtiyaçları bu dönemde çok daha fazla olur. Bu durumda toprakta yaşayan mikrobiyal canlılar için besin maddelerinin alınabilirliği sınırlı hale gelir. Bununla ilgili olarak mikrobiyal biyokütlerdeki mikrobiyal immobilizasyonda bir azalma gerçekleşir.

İspanya'nın kuzeybatısında granit ve şist anakayaları üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) mikrobiyal biyokütle C içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada granit anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanına ait toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri 305-675  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 451  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), *Pinus sylvestris* ormanına ait toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri 270-1010  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 514  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) arasında değişmektedir. Şist anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* orman topraklarına ait mikrobiyal biyokütle C içerikleri 245-912  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 432  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), *Pinus sylvestris* orman topraklarına ait mikrobiyal biyokütle C içerikleri 291-1604  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 686  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) arasında değişmektedir (Mahia vd. 2006).

Farklı silvikültürel müdahalelerin yapıldığı *Pinus radiata* ormanında yapılan bir çalışmada toprakların (0-15 cm) mikrobiyal biyokütle C içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada toprakların

ortalama mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin 303,0-579,2  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve silvikültürel müdahalelerin mikrobiyal biyokütle C'ü etkilediği bildirilmektedir (Merino vd. 2004). *Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinden oluşan orman alanında mikrobiyal biyokütle ve faaliyet araştırılmıştır. Çalışma sonucunda toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin 68-1846  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ifade edilmektedir (Tian vd. 2008).

Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) K.) ormanında asit ile sulama ve kireçlemenin toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için 6 farklı [A1: kontrol, A2: kireçleme, B1: asit ile sulama (pH 2,7), B2: kireçleme ve asit ile sulama (pH 2,7), C1: normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5) ve kireçleme ve normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5)] deneme alanı kurulmuştur. Çalışmada üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal biyokütle C içeriği A1'de 380  $\mu\text{g g}^{-1}$ , B1'de 360  $\mu\text{g g}^{-1}$ , C1'de 360  $\mu\text{g g}^{-1}$ , A2'de 520  $\mu\text{g g}^{-1}$ , B2'de 580  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve C2'de 490  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur (Anderson 1998).

Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) 1550,40  $\mu\text{g g}^{-1}$ , am ormanında (*Pinus roxburghii*) 967,14  $\mu\text{g g}^{-1}$  düzeyinde olduğunu ifade etmektedirler. Çalışmada bitki türlerine ait toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri bakımından birbirinden farklı olduğu bildirilmektedir.

Brookes vd. (1984) tarafından yapılan çalışmada 8 mera, 6 tarım ve 1 orman olmak üzere toplam 15 farklı alanda üst toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin orman alanında 715  $\mu\text{g g}^{-1}$ , mera alanlarında 300–1627  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve tarım alanlarında 99–492  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Subtropikal nemli ormanlarda yapılan çalışmada 7, 13 ve 16 yaşlarındaki meşcerelerde toprakların (0-10 cm) ortalama mikrobiyal biyokütle C içerikleri sırasıyla 386  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 729  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 1189  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur (Maithani vd. 1998).

Araştırma kapsamındaki meşcerelerde mevsimlere göre belirlenen toprak mikrobiyal biyokütle C içerikleri farklı araştırmacılar tarafından yapılan önceki çalışmalarda belirtilen değerler arasında kalmaktadır. Fakat yine de toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri bir değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik çalışmanın yapıldığı alanlardaki iklim tiplerinin,

toprak tiplerinin ve özelliklerinin, vejetasyon ve ölü örtü cinslerinin, toprak derinliğinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Tüm bu sonuçlar mevsimsel değişimler için kesin bir şablon verilemeyeceğini göstermektedir. Çünkü yetişme ortamı şartlarına göre mikrobiyal biyokütle, mikrobiyal faaliyet ve organik maddenin ayrışması farklı bir seyir gösterebilir.

### 3.13 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL BİYOKÜTLE AZOT ( $N_{mic}$ ) İÇERİĞİ

#### 3.13.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Azot ( $N_{mic}$ ) İçeriği

Araştırma alanlarına ait ölü örtülerin en düşük mikrobiyal biyokütle N içeriği kayın meşceresinde kış mevsiminde ( $69,31 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde ( $1493,20 \mu\text{g g}^{-1}$ ) belirlenmiştir. Meşcerelere ve mevsimlere göre mikrobiyal biyokütle N içeriğinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.39 ve açıklamalar A'da (Tablo A.50, 51 ve 52) gösterilmiştir.

Tablo 3.39 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle azotun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri,  $n = 30$ .

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Mikrobiyal Biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )			
Gök nar	Min.	298,69	549,75	458,02	243,53
	Max.	882,30	1323,65	1377,75	626,54
	Ort.	581,65	793,16	881,03	392,63
	Std.	140,28	176,32	227,94	93,74
Kayın	Min.	193,06	413,43	404,49	69,31
	Max.	875,25	1144,53	1493,20	418,26
	Ort.	484,39	776,19	903,78	239,53
	Std.	155,23	195,69	302,63	79,91
Gök nar-Kayın	Min.	229,72	407,21	293,51	188,87
	Max.	661,43	1165,02	737,52	430,27
	Ort.	453,35	715,23	463,41	322,79
	Std.	118,69	198,35	113,23	63,01

Ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda ölü örtü mikrobiyal biyokütle N içeriğinin ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde gök nar, kayın ve gök nar-kayın meşcereleri arasında fark ( $P < 0,05$ )

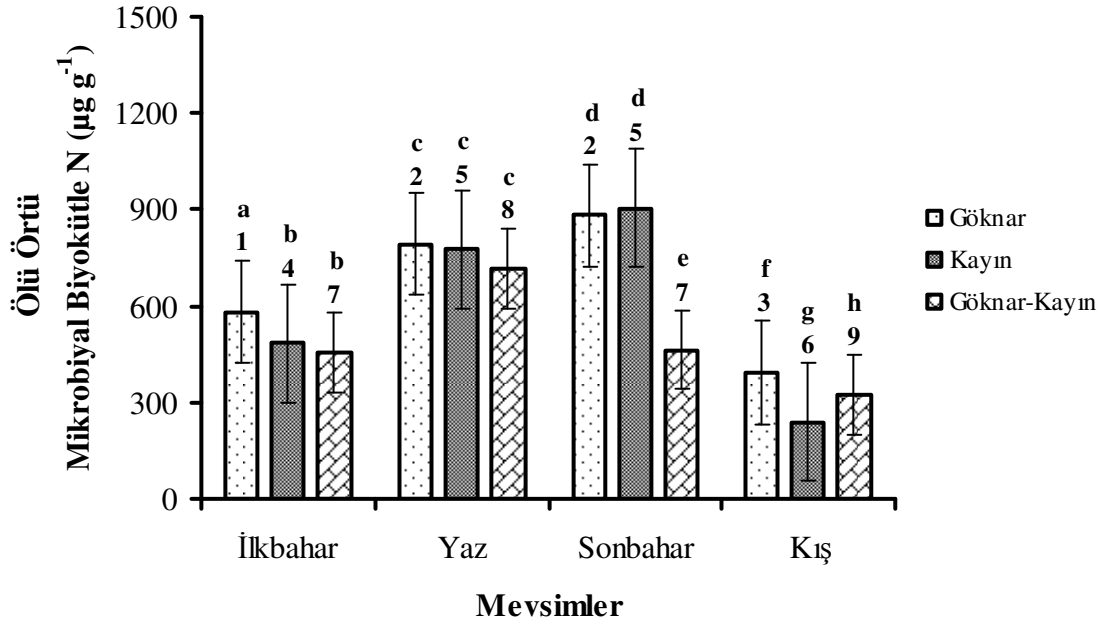
olduğu ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan varyans analizinde mevsimler arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.40).

Tablo 3.40 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	268833	2	134416,8	6,96	0,002*
	Gruplar İçi	1678117	87	19288,7		
	Toplam	1946950	89			
Yaz	Gruplar Arası	100770	2	50385,4	1,39	0,255 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	3153241	87	36244,1		
	Toplam	3254012	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	3688502	2	1844251,4	35,38	0,000*
	Gruplar İçi	4534745	87	52123,5		
	Toplam	8223248	89			
Kış	Gruplar Arası	352472	2	176236,3	27,61	0,000*
	Gruplar İçi	555223	87	6381,8		
	Toplam	907696	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	4325858	3	1441952,9	51,72	0,000*
	Gruplar İçi	3234003	116	27879,3		
	Toplam	7559861	119			
Kayın	Gruplar Arası	7998588	3	2666196,2	66,50	0,000*
	Gruplar İçi	4650699	116	40092,2		
	Toplam	12650000	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	2421954	3	807318,3	45,98	0,000*
	Gruplar İçi	2036626	116	17557,1		
	Toplam	4458581	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle N değeri açısından, ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde gök nar, kayın ve gök nar-kayın meşcereleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.20). Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Mikrobiyal biyokütle organik maddenin biçim değiştirmesinde aracı olarak rol oynar. Bu yüzden mikrobiyal biyokütle organik maddenin içerdiği kükürt, fosfor, azot, karbon gibi bitki besin elementlerinin hem bir havuzu hem de bir kaynağıdır. Mikrobiyal biyokütle toprak içerisinde meydana gelen biyolojik faaliyetlerin çoğunluğunun merkezi konumundadır. Organik C, N, P, S  $\leftrightarrow$  Mikrobiyal Biyokütle  $\leftrightarrow$  CO<sub>2</sub>, mineral N, mineral P, mineral S ilişkisi mikrobiyal biyokütle sayesinde organik halde bulunan maddelerin mineral hale, mineral halde bulunanların da organik hale geçerek birbirilerine karşılıklı dönüşebildiğini göstermektedir. Bundan dolayı, toprak içerisindeki biyolojik aktiviteyi anlamak için mikrobiyal biyokütle bilgisine sahip olunmalıdır (Jenkinson ve Ladd 1981; Tunlid ve White 1992).

Çalışmada meşçerelerin ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin kendi aralarında ve mevsimlere göre değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Meşçereler yaz ve sonbahar mevsimlerinde genel olarak ilkbahar ve kış mevsimlerine göre daha yüksek mikrobiyal biyokütle N içeriğine sahiptirler (Şekil 3.20). Bunun sebebi olarak organik maddenin niteliği ve miktarı, mikroorganizmalar için uygun ortam sıcaklığı ve ölü örtünün nem içeriği sayılabilir. Diğer taraftan meşçereler arasında görülen farklılık bitki örtüsü çeşidi

ve farklılığından kaynaklanabilir. Jenkinson'a (1988) göre mikrobiyal biyokütle miktarı ve faaliyeti üzerine organik maddenin çok fazla etkisi vardır.

Bauhus vd. (1998) tarafından yapılan çalışmada farklı toprak türünde yetişen ve değişik yaşlardaki meşcerelerde yapılan çalışmada ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle N içerikleri araştırılmıştır. 50 yaşındaki kil toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) ölü örtü (humus ve çürüntü) mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin 1349-1589  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında, 124 yaşındaki kil toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin 1061-1411  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiğı bildirilmektedir. 50 yaşındaki toz toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin 1056-1427  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında, 124 yaşındaki toz toprağı üzerinde yetişen farklı meşşcerelerin (kavak, huş ve göknar-ladin) mikrobiyal biyokütle C içeriklerinin 663-1136  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiğı bildirilmektedir. Çalışma mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin genç meşcerelerde, kil toprak türünde ve yapraklı meşcerelerde daha yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Bu durum genç meşcerelerde organik madde kalitesinin yüksek olması, buna bağılı olarak ayrışma ve mineralizasyon olaylarının iyi bir şekilde devam etmesiyle açıklanmıştır. Diğer taraftan kil türündeki toprakların diğer toprak türüne göre daha fazla organik madde içermesine bağılı olarak mikrobiyal biyokütle N'un bu toprak türünde yüksek çıktığı vurgulanmaktadır.

Yapılan bir diğer çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlarına ait 78 adet orman ölü örtü örneğinin mikrobiyal biyokütle N içerikleri araştırılmıştır. Orman tiplerine ait ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin 49-1831  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiğı (ortalama 749  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) bildirilmektedir. Ayrıca çalışmada mikrobiyal biyokütle N içeriğinin taze ölü örtüde yüksek olduğu ifade edilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm) mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirtilmektedir. Mikrobiyal biyokütle N ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 329  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 273  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 251  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 254  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 243  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 253  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 209  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 278  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bildirilmektedir. Ova arazideki orman humik tabakanın ortalama mikrobiyal biyokütle N içeriğinin 276  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve dağlık arazideki

orman humik tabakanının ortalama mikrobiyal biyokütle içeriğinin  $245 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu vurgulanmaktadır. Aynı çalışmada mevsimsel olarak en yüksek mikrobiyal biyokütle N içeriğinin hava ve toprak sıcaklığının düşük olduğu kış ve sonbahar mevsimlerinde elde edildiği belirtilmektedir (Chen vd. 2005).

Daha önce yapılan çalışmalar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle N içerikleri belirtilen değerler arasında kalmaktadır. Ancak mikrobiyal biyokütle N içerikleri birbirinden farklılık arz etmektedir. Bu farklılığın sebepleri, çalışmaların yapıldığı yerlerin edafik, iklimik ve fizyografik özelliklerin farklı olmasından olabilir. Diğer taraftan mikrobiyal biyokütle N vejetasyonun çeşidine bağlı olarak organik maddenin miktarı ve kalitesine göre de değişebilir.

### 3.13.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Azot ( $N_{mic}$ ) İçeriği

Araştırma alanı toprak örneklerinin en düşük mikrobiyal biyokütle N içeriği göknar-kayın meşçeresinde kış mevsiminde ( $25,69 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşçeresinde ilkbahar mevsiminde ( $411,34 \mu\text{g g}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Meşçerelere ve mevsimlere göre mikrobiyal biyokütle N içeriğinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.41 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.53, 54 ve 55) belirtilmiştir.

Tablo 3.41 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle N'in minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Mikrobiyal Biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )			
Göknar	Min.	75,43	87,75	153,06	80,78
	Max.	411,34	363,33	324,25	264,54
	Ort.	149,51	198,23	223,69	160,85
	Std.	76,79	72,23	54,81	63,83
Kayın	Min.	30,04	62,99	68,35	43,73
	Max.	280,14	205,15	315,21	143,47
	Ort.	83,33	119,50	128,39	92,36
	Std.	57,11	38,49	54,64	24,95
Göknar-Kayın	Min.	26,84	61,59	83,90	25,69
	Max.	126,22	203,29	210,52	153,02
	Ort.	72,94	111,37	125,78	85,50
	Std.	32,00	31,18	34,13	35,52

Toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre incelenen toprakların mikrobiyal biyokütle N içerikleri aynı mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında farklılık ( $P<0,05$ ) göstermektedir. Benzer şekilde, aynı meşcere tipi için ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında da istatistiki olarak anlamlı fark ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.42).

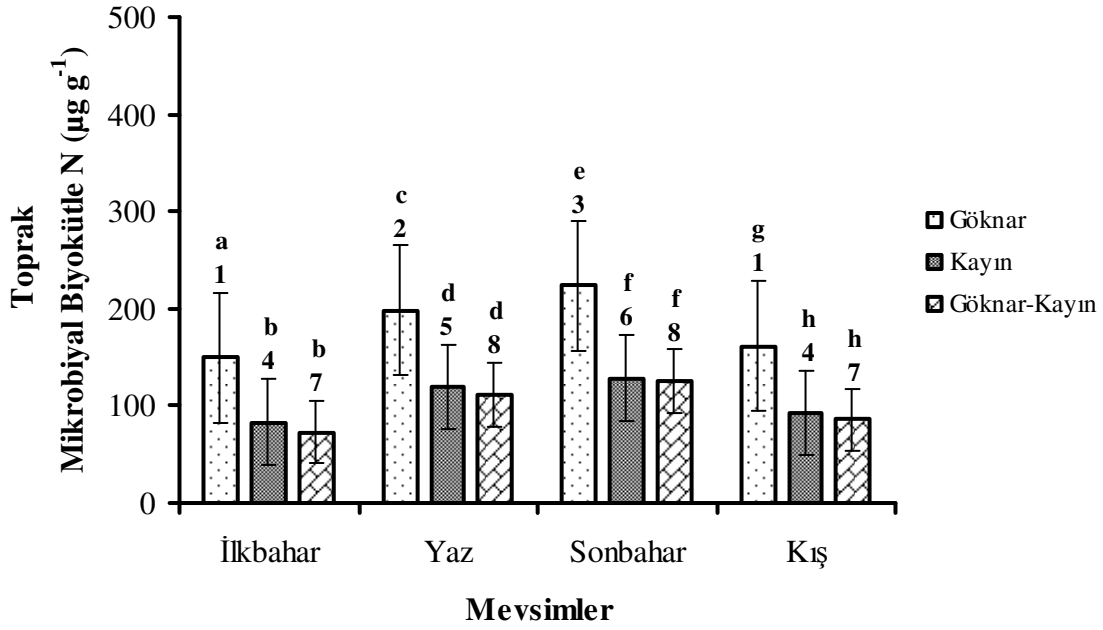
Mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; mikrobiyal biyokütle N içeriği bakımından meşcereler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.21). Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.21).

Tablo 3.42 Toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	103488	2	51744,2	15,24	0,001*
	Gruplar İçi	295351	87	3394,8		
	Toplam	398839	89			
Yaz	Gruplar Arası	138099	2	69049,7	26,99	0,000*
	Gruplar İçi	222498	87	2557,4		
	Toplam	360597	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	186739	2	93369,8	39,14	0,000*
	Gruplar İçi	207536	87	2385,4		
	Toplam	394276	89			
Kış	Gruplar Arası	104134	2	52067,4	27,14	0,000*
	Gruplar İçi	166898	87	1918,3		
	Toplam	271033	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Göknar	Gruplar Arası	104995	3	34998,4	7,69	0,000*
	Gruplar İçi	527649	116	4548,7		
	Toplam	632644	119			
Kayın	Gruplar Arası	41497	3	13832,3	6,62	0,000*
	Gruplar İçi	242260	116	2088,4		
	Toplam	283758	119			
Göknar-Kayın	Gruplar Arası	51932	3	17310,9	16,40	0,000*
	Gruplar İçi	122374	116	1054,9		
	Toplam	174307	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı





Şekil 3.21 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonucunda toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Gökmar toprakları diğer iki meşcereye nispeten daha yüksek mikrobiyal biyokütle N içeriğine sahiptir. Bunun nedeni gökmar ibrelerinin kolay ayrışmasına bağlı olarak toprağa ulaşan organik madde (organik C) (Şekil 3.11) ve toplam azot (Şekil 3.13) miktarının diğer iki meşcereye göre daha yüksek olmasıyla ilgilidir. Meşcereler ilkbahar ve kış mevsimlerinde genel olarak yaz ve sonbahar mevsimlerine göre daha düşük mikrobiyal biyokütle N içeriğine sahiptirler (Şekil 3.21). Bunun sebebi ilkbaharda vejetasyonun başlamasıyla birlikte bitkiler ile toprak mikroorganizmaları arasında bitki besin elementleri için yaşanan rekabet olabilir. Ayrıca ilkbaharda her ne kadar sıcaklık artmaya başlasa da (Tablo 2.6) toprak mikroorganizmaları için optimum değerden (ort. 25 °) çok uzak olduğu için canlılar henüz faaliyetlerine başlamamıştır. Dolayısıyla sayıları ve faaliyetleri sınırlıdır.

Kış mevsiminde ise toprak sıcaklığının düşmesi ve toprak neminin artmasına bağlı olarak mikroorganizma sayılarının azalmasından olabilir. Devi ve Yadava (2006) yaptıkları çalışmada en düşük mikrobiyal biyokütle N'u mikrobiyal faaliyetin en az olduğu kış

mevsiminde tespit etmişlerdir. Arunachalam ve Arunachalam (2000) toprak sıcaklığı ile mikrobiyal N arasında pozitif bir ilişkinin ( $P < 0,05$ ,  $r = 0,005$ ) olduğunu bildirmektedir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde ise organik maddenin niteliği ve miktarı (taze olması) mikroorganizmaların sayısını da artırmış olabilir. Ayrıca bu mevsimlerde organik maddelerin ayrışmasının hızlı ve yüksek olması sonucu mineralizasyon artmış ve azot açığa çıkmış olabilir. Dolayısıyla toprakta bulunan azot mikroorganizmalar tarafından immobilizasyona uğramış olabilir. Birçok araştırmacıya göre toprak mikrobiyal biyokütlesinin miktarı ve faaliyeti üzerine toprak organik maddesinin çok fazla etkisi vardır (Jenkinson 1988; Arunachalam ve Arunachalam 2000; Patel vd. 2010).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında mikrobiyal biyokütle N'un mevsimsel değişiminin incelendiği bir çalışmada toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin karışık orman 78,2-128,3  $\mu\text{g g}^{-1}$ , plantasyon 69,8-114,2  $\mu\text{g g}^{-1}$ , mera 28,5-56,3  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve tarım topraklarında 23,8-51,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında olduğu bildirilmektedir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle N'un karışık orman, mera, plantasyon sahası ve tarım alanlarında yaz mevsiminde ortalama olarak sırasıyla 106,00  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 83,78  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 40,78  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 34,55  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; yağmurlu mevsimde 123,30  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 107,85  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 47,85  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 42,83; kış mevsiminde 107,33  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 87,98  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 32,10  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 27,63 olarak ortaya çıktığı vurgulanmaktadır. Çalışmada mikrobiyal biyokütle N arazi kullanım biçimlerinde en yüksek olarak yağmurlu mevsimde bulunmuştur. Mikrobiyal biyokütle N karışık orman alanı ve plantasyon alanında en düşük yaz mevsiminde buna karşılık mera ve tarım alanında en düşük kış mevsiminde bulunmuştur. Sonuçlar arasında istatistiki açıdan fark olduğu ifade edilmektedir (Patel vd. 2010).

Farklı ağaç türleri altındaki orman topraklarının (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal faaliyetinin incelendiği çalışmada mevsimlere göre toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriği 59-142  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Quercus robur* L. meşçeresinde kış mevsiminde 123-142  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle N, ilkbahar mevsiminde 71-90  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Pinus radiata* D. Don. meşçeresinde kış mevsiminde 76-104  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle N, ilkbahar mevsiminde 60-80  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Eucalyptus nitens* Maiden meşçeresinde kış mevsiminde 62-64  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle N, ilkbahar mevsiminde 59-73  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. Çalışmada, mikrobiyal biyokütle N'in mevsimlere ve ağaç türlerine göre

değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. Mikrobiyal biyokütle N'un genel olarak kış mevsiminde ilkbahar mevsimine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Alvarez vd. 2009).

Orman topraklarındaki (0-15 cm) mikrobiyal biyokütlenin mevsimsel değişiminin incelendiği bir çalışmada orman toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin mevsimlere, ağaç türüne ve toprak tipine göre 42-191  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösterdiği bulunmuştur. Çalışmada mikrobiyal biyokütle N'de görülen bu değişkenliğin sebebinin toprak sınıflarından ve örnekleme zamanlarından (mevsimlerden) kaynaklandığı bildirilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995).

Devi ve Yadava (2006) tarafından orman alanlarında yapılan çalışmada üst toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle N içeriği incelenmiştir. *Quercus serrata-Schima wallichii* karışık meşceresinde 32,1-115,7  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 82,31  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşceresinde ise 18,5-93,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 47,23  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Mikrobiyal biyokütle N yaz mevsiminde *Quercus serrata-Schima wallichii* ve *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* meşcere tiplerinde sırasıyla 70,51  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 38,04  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; yağmurlu mevsimde 99,98  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 54,50  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; kış mevsiminde 69,02  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 44,95  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Ayrıca mikrobiyal biyokütle N her iki meşcerede de en yüksek yağmurlu mevsimde tespit edilmiştir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle N'un mevsimlere göre ve meşcereler arasında istatistiki açıdan farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

*Casuarina spp.*, *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle N içerikleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Çalışmada ortalama mikrobiyal biyokütle N içeriğinin ova arazisindeki ormana ait toprakta 20  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve dağlık arazideki ormana ait toprakta 14  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu vurgulanmaktadır. Mikrobiyal biyokütle N ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 22  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 24  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 17  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 20  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 15  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 16  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 11  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 11  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bildirilmektedir. Çalışmada, mevsimsel olarak en yüksek mikrobiyal biyokütle N hava ve toprak sıcaklığının düşük olduğu kış ve ilkbahar mevsimlerinde bulunmuştur (Chen vd. 2005).

Farklı silvikültürel müdahalelerin yapıldığı *Pinus radiata* ormanındaki toprakların (0-15 cm) ortalama mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin 26,3-41,7  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve silvikültürel müdahalelerin mikrobiyal biyokütle N'ü etkilediği bildirilmektedir (Merino vd. 2004). Mikrobiyal biyokütle N'un mevsimsel değişiminin incelendiği bir çalışmada gençlik çağında olan subtropikal ormanlara ait topraklarda (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle N'un 57,7-123,85  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında olduğu ifade edilmektedir. Çalışmada, mikrobiyal biyokütle N içeriği en yüksek kış mevsiminde ve en düşük yağmurlu mevsimde bulunmuştur (Maithani vd. 1996).

Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) 388,63  $\mu\text{g g}^{-1}$ , çam ormanında (*Pinus roxburghii*) 579,91  $\mu\text{g g}^{-1}$  düzeyinde olduğunu ifade etmektedir. Çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin istatistiki açıdan farklı olduğu bildirilmektedir. Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi adlı bir çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriği araştırılmıştır. Çalışmada ormanların toprak mikrobiyal biyokütle N içeriğinin 6-1093  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama 117  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bildirilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

Arunachalam ve Arunachalam (2000) tarafından Hindistan'ın kuzeydoğusundaki nemli subtropikal ormanlarda yapılan bir çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriği mevsimlere bağlı olarak araştırılmıştır. Araştırmada, toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriğinin 172-331  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında olduğu tespit edilirken, toprak mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin hem orman içi açıklıklara göre hem de mevsimlere göre birbirinden farklı olduğu vurgulanmaktadır. Satti vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, toprak mikrobiyal biyokütle N içerikleri üç farklı türden oluşan iğne yapraklı ormanda 27,6-61,3  $\mu\text{g g}^{-1}$ , herdem yeşil geniş yapraklı üç farklı türden oluşan ormanda 55,5-148,8  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve yaprağını döken geniş yapraklı dört farklı türden oluşan ormanda 71,2-199,2  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. Çalışmada, türlere ilişkin mikrobiyal biyokütle N içeriği açısından istatistiksel olarak fark olduğu bildirilmektedir. Subtropikal nemli ormanlarda yapılan çalışmada 7, 13 ve 16 yaşlarındaki meşcerelere ait toprakların (0-10 cm) ortalama mikrobiyal biyokütle N içerikleri sırasıyla 62  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 105  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 126  $\mu\text{g g}^{-1}$  bulunmuştur (Maithani vd. 1998).

*Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya*

*strobilacea* türlerinden oluşan orman alanında mikrobiyal biyokütle ve faaliyet araştırılmıştır. Çalışma sonucunda toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin 43- 576  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ifade edilmektedir (Tian vd. 2008).

Yapılan çalışma sonucunda, meşcerelere ait üst toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin daha önce yapılan çalışmalarda belirtilen değerler arasında kaldığı ortaya çıkmıştır. Fakat yapılan çalışmalarda toprakların mikrobiyal biyokütle N içerikleri değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenliğin sebepleri iklim tipleri, toprak tipi ve özellikleri, örnek alma zamanı ve derinliği, vejetasyonunun ve ölü örtünün cinsi olabilir.

### **3.14 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL BİYOKÜTLE FOSFOR ( $P_{mic}$ ) İÇERİĞİ**

#### **3.14.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Fosfor ( $P_{mic}$ ) İçeriği**

Araştırma alanı ölü örtülerinin en düşük mikrobiyal biyokütle P içeriği göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde 87,38  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve en yüksek kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde 562,80  $\mu\text{g g}^{-1}$  tespit edilmiştir. Ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.43 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.56, 57 ve 58) verilmiştir.

Tablo 3.43 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle fosforun ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Mikrobiyal Biyokütle P			
Gök nar	Min.	87,38	156,72	223,14	143,73
	Max.	259,98	311,34	409,93	416,79
	Ort.	156,99	218,39	286,79	289,34
	Std.	43,83	39,87	43,12	62,32
Kayın	Min.	150,25	236,82	272,13	184,73
	Max.	352,25	512,18	562,80	507,71
	Ort.	232,65	369,57	417,90	355,57
	Std.	49,29	69,92	72,85	77,45
Gök nar-Kayın	Min.	284,40	300,02	279,84	221,23
	Max.	484,00	515,68	472,14	549,04
	Ort.	391,97	422,78	370,71	408,44
	Std.	56,08	53,48	45,46	71,59

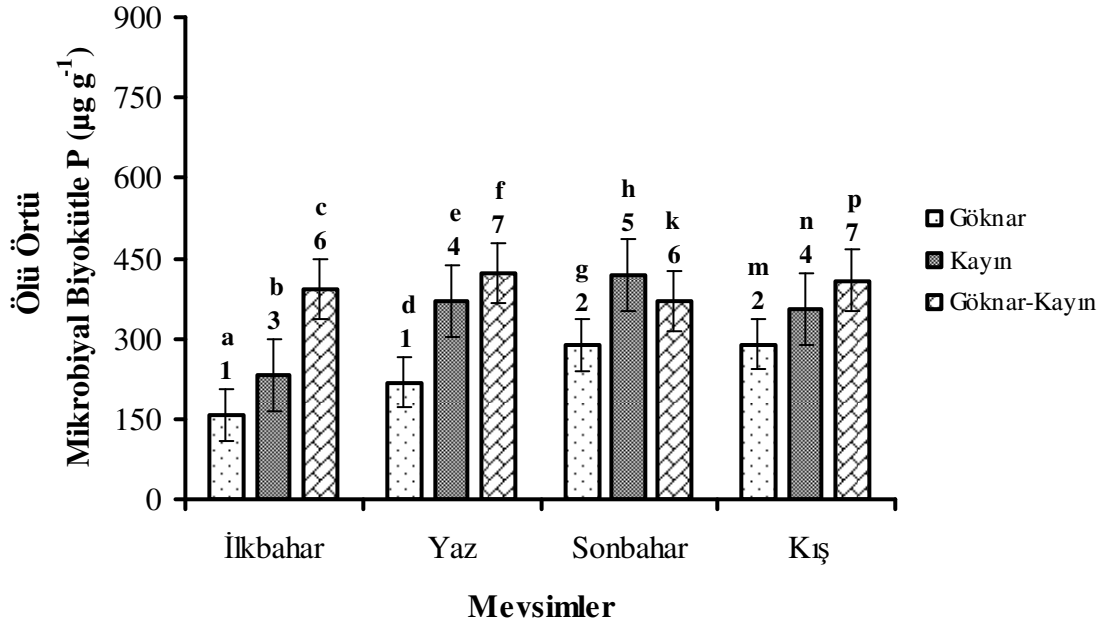
Ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Yapılan varyans analizine göre ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin aynı mevsimde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında anlamlı ( $P<0,05$ ) farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Benzer olarak aynı meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında da anlamlı ( $P<0,05$ ) farklılık olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.44).

Mikrobiyal biyokütle P açısından, farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testine göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.22). Benzer olarak, aynı meşcere tipi ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.22).

Tablo 3.44 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	863230,4	2	431615,2	172,70	0,000*
	Gruplar İçi	217428,5	87	2499,1		
	Toplam	1080659,0	89			
Yaz	Gruplar Arası	674624,2	2	337312,1	108,34	0,000*
	Gruplar İçi	270867,5	87	3113,4		
	Toplam	945491,8	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	264568,9	2	132284,4	42,97	0,000*
	Gruplar İçi	267828,9	87	3078,4		
	Toplam	532397,9	89			
Kış	Gruplar Arası	213672,4	2	106836,2	21,35	0,000*
	Gruplar İçi	435266,9	87	5003,0		
	Toplam	648939,3	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	358930,8	3	119643,6	51,70	0,000*
	Gruplar İçi	268419,6	116	2313,9		
	Toplam	627350,4	119			
Kayın	Gruplar Arası	559442,6	3	186480,8	40,04	0,000*
	Gruplar İçi	540175,3	116	4656,6		
	Toplam	1099617,9	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	45110,8	3	15036,9	4,55	0,005*
	Gruplar İçi	382797,0	116	3299,9		
	Toplam	427907,8	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 3.22 Ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinin mevsimlere göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Diğer bitki besin elementlerinden farklı olarak bitkiler ile mikroorganizmalar arasında fosfor için olan rekabet çok daha fazladır. Çalışma sonucunda ilkbahar mevsiminde (Şekil 3.22) diğer mevsimlere göre meşcerelerin düşük mikrobiyal biyokütle P ( $P_{mic}$ ) içeriğine sahip olmasının nedeni vejetasyonun bu mevsimde başlamış olması ve bu dönemde fosfor için rekabetin fazla olmasından kaynaklanabilir. Buna karşın kış mevsiminde ilkbahar mevsimine göre fosfor miktarlarının yüksek olmasının sebebi vejetasyon dönemi sona erdiği için ayrışan ölü örtüdeki fosforun mikroorganizmalar tarafından immobilizasyona uğratılmış olmasından kaynaklanabilir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde taze ölü örtünün varlığı, mikroorganizmaların optimum gelişebilmeleri için sıcaklığın artması ve dolayısıyla mikroorganizmaların sayılarının artışı sonucunda ayrışmanın hızlanmasına bağlı açığa çıkan fosfor (P) miktarı artmış olabilir. Bunun sonucunda mikrobiyal biyokütle daha fazla fosforu immobilize etmiş olabilir. Nitekim Hedley vd. (1982) tarafından fosfor içeriği yüksek olan ortamlarda gelişen mikroorganizmaların fosfor içeriği düşük olan ortamlarda gelişenlere göre daha fazla fosfor immobilize ettikleri vurgulanmaktadır.

Yapılan bir çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle P içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada orman tiplerine ait ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin  $95-328 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $233 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bildirilmektedir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle P içeriğinin çürüntü ve humus tabakasında yaprak tabakasından daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

Chen vd. (2003) tarafından Yeni Zelanda'da yapılan çalışmada mikrobiyal özelliklerin ve toprak fosforunun mevsimsel değişimi incelenmiştir. Çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ölü örtü tabakalarındaki (yaprak ve çürüntü) mikrobiyal biyokütle P içerikleri araştırılmıştır. Yaprak tabakasının mikrobiyal biyokütle P içeriğinin  $21,1-102,9 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $50,3 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bulunmuştur. Çürüntü tabakasının mikrobiyal biyokütle P içeriğinin  $70-447 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalamasının  $250 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmada ölü örtü tabakasının mikrobiyal biyokütle P içerikleri meşcereler arasında ve mevsimlere göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın sebepleri ölü örtünün nem içeriği, ortamın sıcaklığı, ölü örtünün reaksiyonu, ölü örtüde meydana gelen mineralizasyon-immobilizasyon olayları olabilir. Diğer taraftan yapılan çalışmalarda mikrobiyal biyokütle P



içeriklerinde görülen değişkenlik çalışmaların yapıldığı alanların edafik, iklimik ve fizyografik olarak birbirinden farklı olmasından kaynaklanabilir.

### 3.14.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Biyokütle Fosfor ( $P_{mic}$ ) İçeriği

Üst topraklara ait en düşük mikrobiyal biyokütle P içeriği göknar-kayın meşçeresinde yaz mevsiminde ( $1,66 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşçeresinde sonbahar mevsiminde ( $126,43 \mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunmuştur. Topraklara ait mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin meşçere tiplerine ve mevsimlere göre minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3,45 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.59, 60 ve 61) verilmiştir.

Tablo 3.45 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle fosforun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Mikrobiyal Biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )			
Göknar	Min.	8,97	19,71	21,46	6,29
	Max.	81,55	62,08	126,43	93,11
	Ort.	30,49	38,55	58,65	45,79
	Std.	17,24	14,00	27,01	23,05
Kayın	Min.	3,66	8,50	10,67	6,59
	Max.	58,89	59,12	66,16	49,30
	Ort.	21,40	25,25	30,77	23,42
	Std.	13,01	12,51	13,48	10,24
Göknar-Kayın	Min.	6,54	1,66	15,58	10,79
	Max.	38,51	32,67	55,59	67,09
	Ort.	19,07	19,83	32,40	29,68
	Std.	9,54	7,35	10,31	15,62

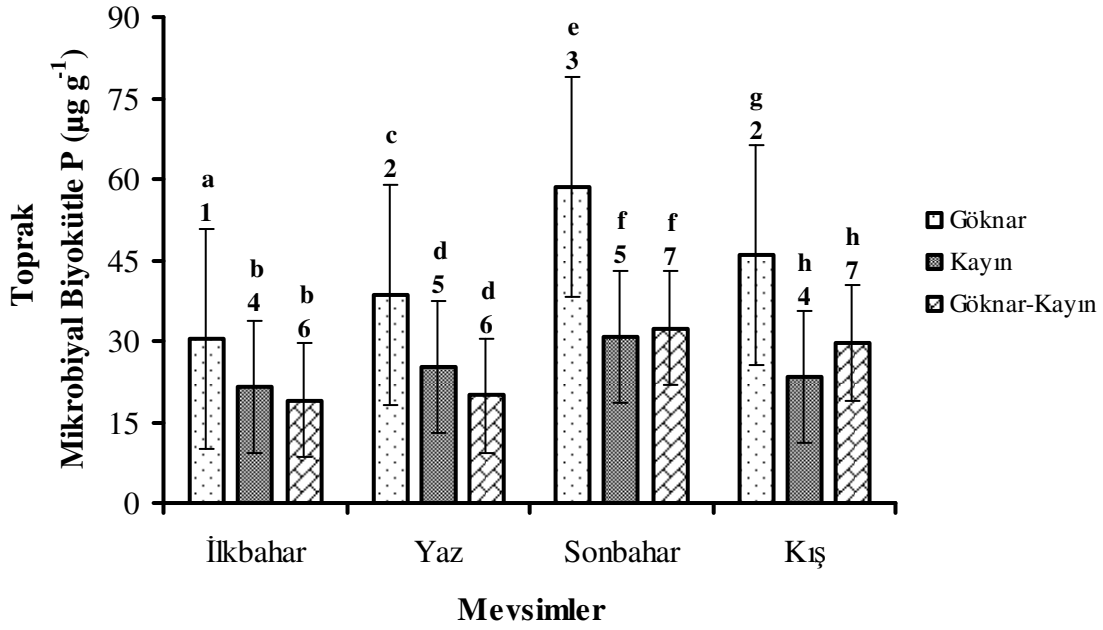
Toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin meşçere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Yapılan varyans analizi sonucuna göre; % 5 önem düzeyinde mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşçereleri arasında mikrobiyal biyokütle P ( $P_{mic}$ ) değeri açısından farklılık ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşçere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında üst toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P ( $P_{mic}$ ) değeri açısından farklılık ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.46).

Mikrobiyal biyokütle P içeriği açısından, mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.23). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; üst toprak mikrobiyal biyokütle P ( $P_{mic}$ ) içeriği bakımından ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.23).

Tablo 3.46 Toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	2187,3	2	1093,6	5,88	0,004*
	Gruplar İçi	16182,6	87	186,0		
	Toplam	18370,0	89			
Yaz	Gruplar Arası	5570,3	2	2785,1	20,5	0,000*
	Gruplar İçi	11803,4	87	135,6		
	Toplam	17373,7	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	14692,8	2	7346,4	21,64	0,000*
	Gruplar İçi	29525,8	87	339,3		
	Toplam	44218,6	89			
Kış	Gruplar Arası	7993,8	2	3996,9	13,61	0,000*
	Gruplar İçi	25537,5	87	293,5		
	Toplam	33531,3	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Göknar	Gruplar Arası	12853,1	3	4284,3	9,76	0,000*
	Gruplar İçi	50891,6	116	438,7		
	Toplam	63744,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	1460,4	3	486,8	3,17	0,027*
	Gruplar İçi	17773,5	116	153,2		
	Toplam	19234,0	119			
Göknar-Kayın	Gruplar Arası	4151,6	3	1383,8	11,16	0,000*
	Gruplar İçi	14384,2	116	124,0		
	Toplam	18535,9	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 3.23 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Yaz ve sonbahar mevsimlerinde toprakların mikrobiyal biyokütle P içerikleri diğer iki mevsime göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3.23). Bu mevsimlerde topraktaki mikrobiyal faaliyetin en üst noktaya çıkmasıyla birlikte topraktaki organik maddenin ayrışması hızlanmış ve mikroorganizmaların fosfor immobilizasyonu artmış olabilir. Nitekim soğuk ve kurak mevsimlerde organik maddenin ayrışmasının yavaşlaması ve mikroorganizmaların faaliyetlerinin düşmesi sonucunda toprakların mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin düşük bulunduğu bildirilmektedir (Devi ve Yadava 2006). Diaz-Ravina vd. (1995) tarafından yapılan çalışmada toprakların nem içeriğinin toprak sıcaklığından daha çok mikrobiyal biyokütleyi sınırlandırdığı ifade edilmektedir.

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada, toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak karışık orman 39,7-84,4, plantasyon 32,7-80,1, mera 13,4-26,7 ve tarım 11,9-24,9 arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle P'un karışık orman, mera, plantasyon sahası ve tarım alanlarında yaz mevsiminde ortalama olarak sırasıyla  $64,55 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $58,23 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $21,13 \mu\text{g g}^{-1}$  ve  $18,00 \mu\text{g g}^{-1}$ ; yağmurlu mevsimde  $70,10 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $65,58 \mu\text{g g}^{-1}$ ,  $23,40 \mu\text{g g}^{-1}$

ve 21,40  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; kış mevsiminde 43,38  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 35,55  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 15,28  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 14,35  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Çalışmada mikrobiyal biyokütle P arazi kullanım biçimlerinin hepsinde yağmurlu mevsimde en yüksek, kış mevsiminde en düşük olarak tespit edilirken, aralarında istatistiki açıdan fark olduğu vurgulanmaktadır (Patel vd. 2010).

Farklı ağaç türleri (*Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don., *Eucalyptus nitens* Maiden) altındaki toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle P içeriği 46-110  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. Ayrıca aynı çalışmada, mikrobiyal biyokütle P'un mevsimlere ve ağaç türlerine göre farklılık gösterdiği ifade edilmektedir. *Quercus robur* L. meşçeresinde kış mevsiminde 96-110  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle P, ilkbahar mevsiminde 55-69  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Pinus radiata* D. Don. meşçeresinde kış mevsiminde 59-80  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle P, ilkbahar mevsiminde 46-62  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Eucalyptus nitens* Maiden meşçeresinde kış mevsiminde 48-50  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren mikrobiyal biyokütle P, ilkbahar mevsiminde 46-56  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. Mikrobiyal biyokütle P'un genel olarak kış mevsiminde, ilkbahar mevsimine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Alvarez vd. 2009).

*Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin mevsimlere, ağaç türüne ve toprak tipine göre 33-148  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişiklik gösterdiği bulunmuştur. Çalışmada mikrobiyal biyokütle P'de görülen bu değişkenliğin sebebinin toprak sınıflarından ve örnekleme zamanlarından (mevsimlerden) kaynaklandığı bildirilmektedir (Diaz-Ravina vd. 1995).

Devi ve Yadava (2006) toprak (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle P içeriğinin *Quercus serrata-Schima wallichii* karışık meşçeresinde 18,75-68,75  $\mu\text{g g}^{-1}$  (ortalama 37,33  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşçeresinde 10,75-56,25  $\mu\text{g g}^{-1}$ , (ortalama 28,26  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) olduğunu ifade etmektedir. Mikrobiyal biyokütle P yaz mevsiminde *Quercus serrata-Schima wallichii* ve *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* meşçere tiplerinde sırasıyla 33,88  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 23,46  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; yağmurlu mevsimde 44,25  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 36,00  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; kış mevsiminde 31,25  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 21,19  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle P her iki meşçerede de yağmurlu mevsimde en yüksek, kış mevsiminde ise en düşük olarak bulunmuştur. Çalışmada mikrobiyal biyokütle P'un mevsimlere göre ve meşçereler arasında istatistiki açıdan farklı olduğu bildirilmektedir.

Arunachalam ve Arunachalam (2000) tarafından subtropikal ormanlarda yapılan bir çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle P içeriği mevsimlere bağlı olarak araştırılmıştır. Çalışma *Quercus griffithii* Miquel, *Lithocarpus dealbatus* Miquel, *Quercus glauca* Thumb. gibi ağaçlar ile *Symplocos chinensis* Druce ve *Daphne shillong* Banerjee gibi çalılardan oluşan karışık bir orman içerisinde açılan 6 (G-1=35,3 m<sup>2</sup>, G-2= 70,3 m<sup>2</sup>, G-3= 144,7 m<sup>2</sup>, G-4=306,9 m<sup>2</sup>, G-5= 793,1 m<sup>2</sup>, G-6= 981,8 m<sup>2</sup> ve kontrol) değişik büyüklükteki açıklıkta yapılmıştır. Çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin mevsimlere göre 3-69 µg g<sup>-1</sup> arasında olduğu bildirilmektedir. Ayrıca çalışmada toprakların ortalama mikrobiyal biyokütle P içerikleri µg g<sup>-1</sup> olarak G-1= 23, G-2= 20, G-3= 31, G-4= 36, G-5= 28, G-6= 14 ve kontrol 46 şeklinde bulunmuştur. Araştırmada, toprakların mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin hem orman içi açıklıklara göre hem de mevsimlere göre birbirinden farklı olduğu vurgulanmaktadır.

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada, karışık çam ormanına (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ait toprakların (0-5 cm) mikrobiyal biyokütle P içeriğinin 13,6-42,9 µg g<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 27,4 µg g<sup>-1</sup> olduğu bulunmuştur. Mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait toprakların mikrobiyal biyokütle P içeriğinin 22,6-51,1 µg g<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalamasının 37,4 µg g<sup>-1</sup> olduğu bulunmuştur. Mikrobiyal biyokütle P, mera ve orman alanında en yüksek kış mevsiminde, en düşük ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

Brookes vd. (1982) tarafından tarım topraklarında yapılan çalışmada üst toprakların (0–10 cm) mikrobiyal P içeriğinin 6,0–72,3 µg g<sup>-1</sup> arasında değiştiği vurgulanmaktadır. Brookes vd (1984) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin orman alanında 67,2 µg g<sup>-1</sup>, mera alanlarında 12,0–106,0 µg g<sup>-1</sup> ve tarım alanlarında 5,3–28,9 µg g<sup>-1</sup> arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi adlı çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P içerikleri araştırılmıştır. Orman tiplerine ait toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin 4-174 µg g<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalamasının 55 µg g<sup>-1</sup> olduğu bildirilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada toprakların (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle P içeriklerinin bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) 4,03 µg g<sup>-1</sup>, çam ormanında (*Pinus roxburghii*) 10,98 µg g<sup>-1</sup> düzeyinde olduğunu ifade etmektedir. Çalışmada bitki

türlerine ait toprakların mikrobiyal biyokütle P içerikleri bakımından birbirinden farklı olduğu bildirilmektedir. Mikrobiyal biyokütle P'nin mevsimsel seyrinin incelendiği bir çalışmada subtropikal ormanlara ait topraklarda (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle P'nin 18,35-42,19  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Çalışmada, mikrobiyal biyokütle P içeriği en yüksek kış mevsiminde, en düşük yağmurlu mevsimde bulunmuştur (Maithani vd. 1996).

Yaptığımız çalışmada mikrobiyal biyokütle P içeriği meşcere tiplerine ve mevsimlere göre değerlendirildiğinde daha önce yapılan çalışmalarda belirtilen değerler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte mikrobiyal biyokütle P içeriği yetişme ortamına göre önemli miktarda değişkenlik göstermektedir. Toprakların mikrobiyal biyokütle P içeriği ile ilgili çalışmalardaki farklılıklar çalışma alanlarındaki iklimik, edafik ve fizyografik faktörlerin değişiminden kaynaklanabilir. Ayrıca bitki örtüsü, ölü örtü miktarı ve kalitesi de mikrobiyal biyokütle P içeriğinin değişmesinde etkili diğer bir faktördür.

### **3.15 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{mic}/C_{org}$ YÜZDESİ**

#### **3.15.1 Ölü Örtü Örneklerinin $C_{mic}/C_{org}$ Yüzdesi**

Çalışmada ölü örtülere ait en düşük  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi göknar ve göknar-kayın meşceresinde kış mevsiminde (% 0,3), kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 0,3) bulunmuştur. Diğer taraftan en yüksek  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi göknar-kayın meşceresinde yaz ve sonbahar mevsimlerinde (% 2,8) tespit edilmiştir. Meşcerelere ve mevsimlere göre ölü örtülere ait  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.47 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.62, 63 ve 64) gösterilmiştir.

Tablo 3.47 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlk bahar	Yaz	Son bahar	Kış
		$C_{mic}/C_{org}$ Yüzdesi			
Gök nar	Min.	0,8	1,0	1,0	0,3
	Max.	2,6	2,7	2,7	1,6
	Ort.	1,45	2,03	1,92	1,11
	Std.	0,48	0,46	0,46	0,31
Kayın	Min.	0,3	1,4	0,6	0,5
	Max.	2,6	2,7	2,3	1,6
	Ort.	1,18	1,99	1,30	0,96
	Std.	0,58	0,28	0,45	0,27
Gök nar-Kayın	Min.	0,7	1,0	1,2	0,3
	Max.	2,0	2,8	2,8	1,5
	Ort.	1,22	1,85	1,89	0,82
	Std.	0,29	0,47	0,38	0,25

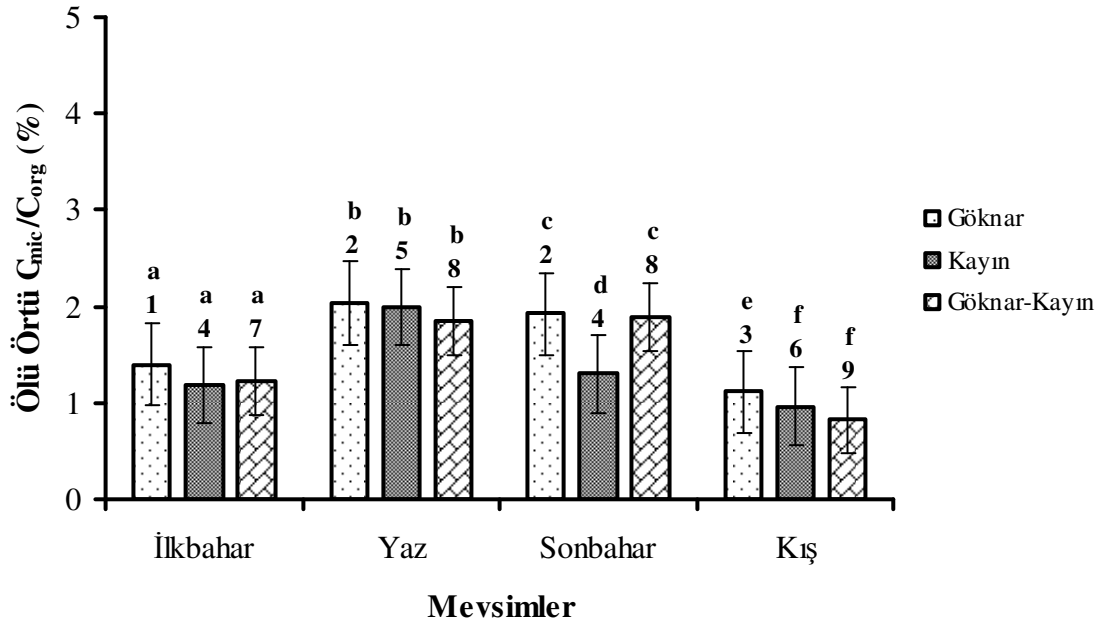
Ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; ölü örtü  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi açısından sonbahar ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ölü örtü  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi açısından yapılan varyans analizi sonucuna göre; mevsimler arasında farklılık ( $P < 0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.48).

$C_{mic}/C_{org}$  yüzdesine açısından, mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; sonbahar ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.24). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.24).

Tablo 3.48 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	1,2	2	0,6	2,72	0,071 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	19,2	87	0,2		
	Toplam	20,4	89			
Yaz	Gruplar Arası	0,5	2	0,2	1,51	0,226 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	15,1	87	0,1		
	Toplam	15,7	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	7,4	2	3,7	19,51	0,000*
	Gruplar İçi	16,5	87	0,1		
	Toplam	23,9	89			
Kış	Gruplar Arası	1,2	2	0,6	7,80	0,001*
	Gruplar İçi	6,8	87	0,0		
	Toplam	8,1	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	16,5	3	5,5	28,72	0,000*
	Gruplar İçi	22,2	116	0,1		
	Toplam	38,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	17,9	3	5,9	34,10	0,000*
	Gruplar İçi	20,3	116	0,1		
	Toplam	38,3	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	23,9	3	7,9	60,74	0,000*
	Gruplar İçi	15,2	116	0,1		
	Toplam	39,2	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.24 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Anderson ve Domsch (1993) nötr reaksiyonlarda  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin % 2-3 arasında bir değer olduğunu ve pH ile aralarında sıkı bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca yapılan çalışmada pH'nın artmasıyla beraber  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin de artış gösterdiği vurgulanmaktadır.  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi mikroorganizmalar tarafından C'un alınabilirliğini belirlemede kullanılan bir parametredir. Düşük  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi toprak canlıları tarafından substrat alınabilirliğinin nispeten düşük olduğunu göstermektedir. Diğer bir anlatım ile organik maddenin kalitesi hakkında fikir vermektedir. Mikrobiyal biyokütlenin C sıkıntısı çektiği durumlarda  $C_{mic}$  ve organik C arasında genellikle güçlü bir korelasyon gözlemlenir. Bu oran toprak organik madde dinamiğinin ölçülmesini sağlar. Bu yüzden net karbon kaybını ya da birikimini izlemede gösterge (indikatör) olarak kullanılmaktadır (Anderson ve Domsch 1989; Bauhus vd. 1998; Bauhus ve Khanna 1999). Patel vd.'ne (2010) göre yüksek  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi immobilizasyonun fazla olduğunu göstermektedir.

Yapılan çalışmada yaz ve sonbahar mevsimlerinde ortalama  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi ilkbahar ve kış mevsimlerine göre daha yüksektir. Bu durum yaz ve sonbahar mevsimlerinde mikrobiyal biyokütlenin sayısı ve faaliyetindeki artışa bağlı olabilir. Bu mevsimlerde taze ölü örtünün olmasından dolayı mikrobiyal canlılar tarafından karbon alınabilirliği üst seviyelere ulaşmış olabilir. Nitekim Khan ve Joergensen (2006) yaptıkları çalışmada nispeten yüksek  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin alınabilir karbon bileşiklerinin genellikle sınırlandırılmadığını gösterdiğini vurgulamaktadır. Ayrıca  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin yüksekliği mikroorganizmalar tarafından bütün organik karbon kaynakların iyi bir şekilde alınabilirliğini ve bitki artıklarının düzenli bir şekilde ayrıştırılarak toprağa karıştığını gösterirken, diğer taraftan düşük organik madde miktarını da yansıtmaktadır. Göknar ibrelerinin kayın yapraklarına göre daha hızlı ve kolay ayrışmasının bir sonucu olarak mikrobiyal biyokütle C (Şekil 3.18) bu meşcerede nispeten diğer meşcerelere göre daha fazladır. Fakat meşcerelerin ölü örtü organik C içerikleri (Şekil 3.10) arasında aşırı derece fark yoktur ve değerler birbirine yakındır. Bu yüzden göknar meşceresinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi diğer meşcerelerden yüksektir ve yukarıda ifade edilen düşünceyi doğrulamaktadır.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdeleri arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Çalışmada ova arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama  $C_{mic}/C_{org}$  % 1,4 ve dağlık arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama  $C_{mic}/C_{org}$  % 0,8 bulunmuştur.

$C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 1,5, % 1,4, % 1,7 ve % 1,1 olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 0,6, % 0,6, % 0,9 ve % 1,1 olarak bildirilmektedir. Çalışmada humik tabakanın ortalama  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin mevsimlere göre de değişiklik gösterdiği bildirilmektedir.

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanının (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ölü örtü tabakalarındaki (yaprak ve çürüntü)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi tespit edilmiştir.  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi yaprak tabakasında 0,36-1,16 arasında (ortalama % 0,63); çürüntü tabakasında 0,67-1,95 arasında (ortalama % 1,46) bulunmuştur.  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi, mera alanında; en yüksek kış mevsiminde, en düşük yaz mevsiminde bulunmuştur. Orman alanında ise; bu değer en düşük yaz mevsiminde, en yüksek ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi adlı çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi araştırılmıştır. Çalışmada orman tiplerinde ölü örtülerin  $C_{mic}/C_{org}$ 'un % 0,3-8,1 arasında değiştiği, ortalama % 1,8 olduğu tespit edilmiştir (Bauhus ve Khanna 1999).

### **3.15.2 Toprak Örneklerinin $C_{mic}/C_{org}$ Yüzdesi**

Araştırma alanına ait toprakların  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi en düşük kayın meşceresinde yaz mevsiminde ( % 0,5) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde ( % 6,7) belirlenmiştir. Meşcerelere ve mevsimlere göre üst topraklara ait  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdelерinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.49 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.65, 66 ve 67) gösterilmiştir.

Tablo 3.49 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait (0-5 cm)  $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$C_{mic}/C_{org}$ (%)			
Gök nar	Min.	0,6	0,7	1,1	1,0
	Max.	1,8	2,8	1,4	2,8
	Ort.	1,17	1,65	2,22	1,84
	Std.	0,34	0,55	0,73	0,51
Kayın	Min.	1,0	0,5	0,6	0,7
	Max.	3,3	3,8	3,6	6,7
	Ort.	1,67	1,69	1,93	1,90
	Std.	0,51	0,84	0,69	1,47
Gök nar-Kayın	Min.	0,6	1,6	1,5	0,7
	Max.	3,5	4,7	4,4	3,2
	Ort.	1,74	3,53	2,55	1,59
	Std.	0,62	0,76	0,83	0,59

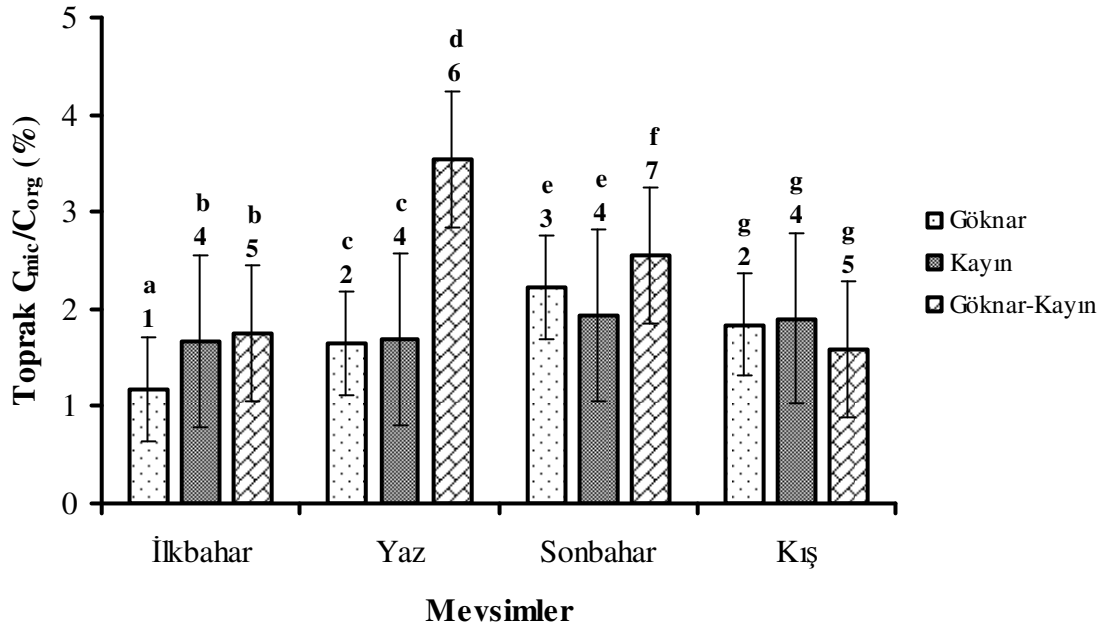
Toprak örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre; toprakların  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi açısından ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri içerisinde meşcere tipleri arasında fark ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan varyans analizinde göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde mevsimler arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.50).

Topraklara ait  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi açısından, mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.25). Toprakların  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesine göre; göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucunda, mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.25).

Tablo 3.50 Toprak örneklerine ait  $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	5,6	2	2,8	11,12	0,000*
	Gruplar İçi	22,2	87	0,2		
	Toplam	27,9	89			
Yaz	Gruplar Arası	69,4	2	34,7	65,24	0,000*
	Gruplar İçi	46,3	87	0,5		
	Toplam	115,7	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	5,7	2	2,8	5,01	0,009*
	Gruplar İçi	50,0	87	0,5		
	Toplam	55,8	89			
Kış	Gruplar Arası	1,5	2	0,7	0,84	0,433 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	80,9	87	0,9		
	Toplam	82,5	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	17,1	3	5,7	18,54	0,000*
	Gruplar İçi	35,6	116	0,3		
	Toplam	52,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	1,7	3	0,5	0,63	0,594 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	105,0	116	0,9		
	Toplam	106,7	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	71,7	3	23,9	47,11	0,000*
	Gruplar İçi	58,8	116	0,5		
	Toplam	130,5	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.25 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $C_{mic}/C_{org}$ 'un (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Anderson'a (2003) göre stres durumunda solunum için çok fazla miktarda karbon (C) kullanıldığı için hemen hemen hiç biyokütle üretimi olmamakta, bu duruma bağlı olarak da  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi çok düşük çıkmaktadır. Orman topraklarındaki düşük  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi toprak canlıları tarafından substrat alınabilirliğinin nispeten düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum ise toprak organik maddesinin çok az bir kısmının toprak canlıları tarafından metabolize edildiğini ifade etmektedir. Nitekim Bauhus vd.'de (1998)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesindeki azalışın substrat niteliğindeki bir azalışı ifade ettiğini vurgulamaktadır. Diğer taraftan yüksek  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi immobilizasyonun yüksek olduğunu bir göstergesidir (Patel vd. 2010).

$C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi toprak organik madde dinamiğinin ölçülmesini sağlar. Bu yüzden net karbon kaybını ya da birikimini izlemede gösterge (indikatör) olarak kullanılmaktadır (Anderson ve Domsch 1989). Ancak Sparling (1997) farklı mineralojiye ve organik madde miktarına sahip toprakların  $C_{mic}/C_{org}$  değerlerini karşılaştırırken bir takım problemler olacağı için dikkatli olunması gerektiğini belirtmektedir. Yani benzer tipteki referans toprak ile karşılaştırılan toprağın aynı özelliklerde olması gerekirken, karşılaştırma için kullanılan ortak ve geçerli bir değer olması gerekmektedir.  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi toprakların zamana bağlı olan gidişatını karşılaştırmada çok kullanışlı bir parametredir. Örneğin topraklar kötü bir şekilde kullanılırsa mikrobiyal C havuzu toplam organik maddeden çok daha hızlı bir şekilde azalacaktır. Bu azalmaya bağlı olarak  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinde azalma meydana gelecektir.

Yapılan çalışmada  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinde meşcereler arasında ve mevsimlerde görülen bu değişkenlik toprak organik maddesinin ayrışmasının, mineralizasyonun ve immobilizasyon olaylarının farklılık gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan çalışma sonucunda elde edilen  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik gösterdiği ve bahsedilen aralıklar arasında yer aldığı ortaya çıkmıştır. Nitekim  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin 0,27 ile 7,0 arasında çok geniş bir aralıkta değişim gösterdiği de çalışmalarda ifade edilmektedir. Bu değişimin toprak tipleri, vejetasyon çeşitleri, arazi kullanım biçimi hatta örnekleme zamanı ve laboratuarda kullanılan yöntemin farklı olmasından kaynaklanabileceği sıralanmaktadır (Anderson ve Domsch 1989).

Bir başka çalışmada ise pH'nın nötr (pH 7,0) olduğu orman ve tarım topraklarında  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin birbirine çok yakın çıktığı ve % 2,0-4,4 arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir. Çalışmada pH'nın nötr olduğu topraklarda  $C_{mic}/C_{org}$ 'un % 2,0 altında olduğu durumlarda stresin söz konusu olduğu ifade edilmektedir (Anderson 2003).

Çalışma alanlarına ait toprakların  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi bazı mevsimlerde bu sınır değerinin altında kalmıştır. Bunu etkileyen faktörler meşcerelere ait mevsimlerde mikrobiyal biyokütle C ve organik C içeriklerinde olan azalış ve artışlarından kaynaklanmaktadır. Diğer yandan bahsedilen bu sınır değer nötr (pH 7,0) toprakları içindir. Meşcerelere ait toprakların ortalama pH'ları 7,0'ın altındadır (Şekil 3.9).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi hesap edilmiştir.  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi karışık orman, mera, plantasyon sahası ve tarım alanlarında yaz mevsiminde ortalama olarak sırasıyla % 2,58, %, 2,31, % 0,72 ve % 0,53; yağmurlu mevsimde % 4,22, %, 4,02, % 1,18 ve % 0,86; kış mevsiminde % 1,50, %, 1,34, % 0,54 ve % 0,44 olarak belirlenmiştir. Çalışmada  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arazi kullanım biçimlerinin hepsinde en yüksek yağmurlu mevsimde ve en düşük kış mevsiminde tespit edilmiştir (Patel vd. 2010).

Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada karışık meşcereler altındaki toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdelерinin % 1,2-2,7 arasında olduğu ifade edilmektedir.  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi yaz mevsiminde *Quercus serrata-Schima wallichii* ve *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* meşcere tiplerinde sırasıyla % 2,30 ve % 1,20; yağmurlu mevsimde % 2,70 ve % 1,70; kış mevsiminde % 1,70 ve %1,50 olarak tespit edilmiştir.

*Casuarina spp.*, *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Ova arazideki ormana ait toprağın ortalama  $C_{mic}/C_{org}$ 'unun % 0,98 ve dağlık arazideki ormana ait toprağın ortalama  $C_{mic}/C_{org}$ 'unun % 1,13 olduğu vurgulanmaktadır.  $C_{mic}/C_{org}$  ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 1,2, % 0,9, % 1,0 ve % 0,8 olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 1,2, % 0,8, % 0,8 ve % 1,7 olarak bildirilmektedir. Çalışmada toprakların ortalama  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin mevsimlere göre değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir (Chen vd. 2005).

Orman topraklarındaki (0-15 cm) mikrobiyal biyokütlenin mevsimsel değişiminin incelendiği bir çalışmada *Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. orman toprakların  $C_{mic}/C_{org}$ 'u % 0,5-2,0 arasında bulunmuştur. Toprakların ortalama  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi mevsimlere göre ilkbaharda

% 1,4, yazın % 1,1, sonbaharda % 0,8 ve kışın % 1,3 şeklindedir (Diaz-Ravina vd. 1995). Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi isimli çalışmada tropikal, ılıman ve boreal orman topraklarının  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi araştırılmıştır. Araştırma sonuçları orman örtüsü altındaki toprakların  $C_{mic}/C_{org}$  değerlerinin % 0,3-9,9 arasında değiştiğini (ortalama % 1,6) göstermektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *ponderosa* çamı *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  değerleri araştırılmıştır. İncelenen toprakların  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdeleri karışık çam ormanında % 1,03-1,43 (ortalama % 1,22), mera alanında % 1,54-2,20 (ortalama % 1,83) değerleri arasında bulunmuştur.

Farklı ağaç türleri (*Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don., *Eucalyptus nitens* Maiden) altındaki orman topraklarının (0-10 cm) ortalama  $C_{mic}/C_{org}$ 'u % 1,52'dir (Alvarez vd. 2009). Brookes vd. (1984) yaptıkları çalışmada tarım topraklarında (0-5 10 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin % 1,8-2,1 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Yapılan bir çalışmada gençlik çağındaki olan subtropikal ormanlara ait topraklarda (0-10 cm)  $C_{mic}/C_{org}$ 'un % 0,92-1,74 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Maithani vd. 1996). Upadhyaya vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, üst toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdeleri; bambu plantasyonlarında (*Phyllostadys bambusoides*) % 4,03, çam ormanında (*Pinus roxburghii*) % 2,50 bulunmuştur. Aynı çalışmada bitki örtüsüne göre  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdelerinin birbirinden farklı olduğu bildirilmektedir.

*Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türleri altındaki orman topraklarının (0-10 cm)  $C_{mic}/C_{org}$  değerlerinin % 0,38-2,05 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Tian vd. 2008). Farklı silvikültürel müdahalelerin yapıldığı *Pinus radiata* ormanındaki toprakların (0-15 cm) ortalama  $C_{mic}/C_{org}$  değerlerinin % 1,7-2,3 arasında olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca silvikültürel müdahalelerin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesini etkilemediği bildirilmektedir (Merino vd. 2004).

### 3.16 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{mic}/N_{mic}$ ORANI

#### 3.16.1 Ölü Örtü Örneklerinin $C_{mic}/N_{mic}$ Oranı

Araştırma alanından alınan ölü örtülerinin en düşük  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde (1,4) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde (37,3) tespit edilmiştir. Meşcerelere ve mevsimlere göre ölü örtülerin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.51 ve açıklamalar A'da (Tablo A.68, 69 ve 70) belirtilmiştir.

Tablo 3.51 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Gök nar	Min.	4,6	5,2	4,0	4,9
	Max.	13,1	11,5	10,3	12,3
	Ort.	8,10	7,37	6,63	8,48
	Std.	2,09	1,65	1,52	1,87
Kayın	Min.	1,5	4,7	1,4	5,0
	Max.	13,4	13,6	10,2	37,3
	Ort.	5,63	8,19	4,42	15,15
	Std.	2,87	2,07	1,73	6,77
Gök nar-Kayın	Min.	5,4	4,8	6,4	2,7
	Max.	14,1	13,5	19,6	15,6
	Ort.	8,95	7,62	12,42	8,56
	Std.	2,51	2,03	3,75	3,04

Ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; ölü örtü  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı açısından ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde meşcere tipleri arasında fark ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan varyans analizinde ölü örtülerin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı açısından mevsimler arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.52).

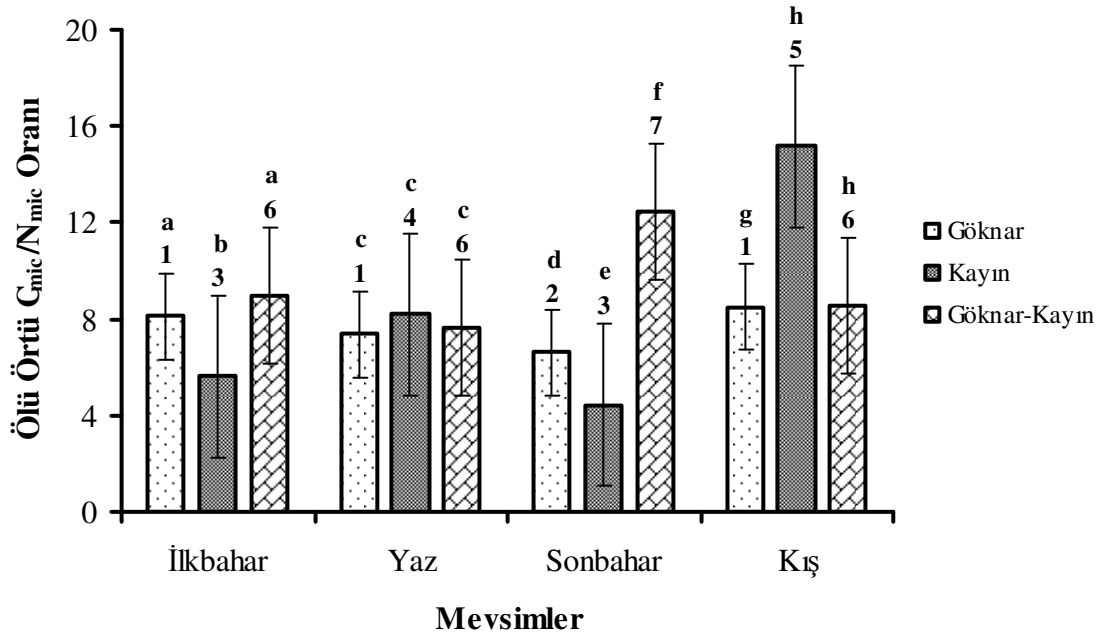


Tablo 3.52 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	178,7	2	89,3	14,12	0,000*
	Gruplar İçi	550,5	87	6,3		
	Toplam	729,3	89			
Yaz	Gruplar Arası	10,4	2	5,2	1,40	0,252 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	324,3	87	3,7		
	Toplam	334,8	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	1034,3	2	512,1	79,15	0,000*
	Gruplar İçi	562,8	87	6,4		
	Toplam	1587,2	89			
Kış	Gruplar Arası	879,6	2	439,8	22,47	0,000*
	Gruplar İçi	1703,0	87	19,5		
	Toplam	2582,6	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	60,4	3	20,1	6,23	0,001*
	Gruplar İçi	375,0	116	3,2		
	Toplam	435,4	119			
Kayın	Gruplar Arası	2074,6	3	691,5	44,95	0,000*
	Gruplar İçi	1784,5	116	15,3		
	Toplam	3859,9	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	395,9	3	131,9	15,60	0,000*
	Gruplar İçi	981,2	116	8,4		
	Toplam	1377,2	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Aynı mevsimde meşçere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları yaz mevsimi hariç diğer mevsimlerde farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.26). Ayrıca  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları aynı meşçere tipi için dört mevsimde farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

$C_{mic}/N_{mic}$  oranı mikrobiyal biyokütleyi oluşturan bakteriler, mantarlar ve aktinomisetler gibi canlı gruplarından hangisinin ortamda hakim olduğunu tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır. Jenkinson ve Ladd'a (1981) göre  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı 10-12 civarında ise mikrobiyal toplumda daha çok mantarların bulunduğunu, 3-5 aralığında ise bakterilerin hakim olduğunu göstermektedir. Kısaca bu oran mikrobiyal topluluğun yapısını ve durumunu ifade etmektedir (Joergensen vd. 1995a; Garcia-Oliva vd. 2006; Yuan vd. 2007).

Yukarıda bahsedilen bilgiler ışığında çalışma alanlarına ait meşcerelerin mevsimlere göre ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları incelenirse ölü örtü ortamında daha çok mantarların yoğun olduğu söylenebilir. Gök nar-kayın meşceresinin sonbahar mevsiminde ve kayın meşceresinin kış mevsiminde ortamda mantarların yoğunluğu en üst seviyeye ulaşmıştır (Şekil 3.26). Bunun sebebi bu mevsimlerde yağışların fazla olması ve mantarların daha çok nemli ortamları sevmesi olabilir. Yapılan bir çalışmada organik madde ayrışmasının ilk aşamalarında mantarların bakterilerden daha fazla gerekli olduğu ve dolayısıyla bu aşamada yüksek  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının olması gerektiği ifade edilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999). Ölü örtü

örneklerinin mikrobiyal biyokütle strüktürlerinin ağaç türlerine ve mevsimlere göre değişkenlik gösterdiği çalışma sonucunda ortaya çıkmıştır.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Ova arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı 4,8 ve dağlık arazideki ormana ait humik tabakanın ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı 5,1'dir.  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 5,5, 4,1, 5,2 ve 4,5 olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 5,6, 4,4, 4,9 ve 5,6 olarak belirlenmiştir. Çalışmada humik tabakanın ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı mevsimlere göre de değişiklik göstermektedir (Chen vd. 2005).

Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi adlı çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları araştırılmıştır. Orman tiplerine göre ölü örtülerin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları 3,0-17,3 arasında (ortalama 9,2) olduğu tespit edilmiştir (Bauhus ve Khanna 1999).

### **3.16.2 Toprak Örneklerinin $C_{mic}/N_{mic}$ Oranı**

Araştırma alanı üst toprak örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları en düşük kayın meşçeresinde yaz mevsiminde (1,9) ve en yüksek göknar-kayın meşçeresinde kış mevsiminde (14,8) bulunmuştur. Meşçerelere ve mevsimlere göre toprakların  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.53 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.71, 72 ve 73) gösterilmiştir.

Tablo 3.53 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$C_{mic}/N_{mic}$ Oranı			
Gök nar	Min.	3,4	2,2	3,6	3,6
	Max.	7,5	7,7	10,5	11,7
	Ort.	5,00	4,54	6,04	6,65
	Std.	0,98	1,70	1,51	2,03
Kayın	Min.	3,9	1,9	2,7	3,6
	Max.	13,1	8,5	7,8	10,1
	Ort.	7,05	5,60	5,22	6,24
	Std.	2,10	1,91	1,44	1,80
Gök nar-Kayın	Min.	4,7	3,6	3,1	3,3
	Max.	12,2	9,3	13,0	14,8
	Ort.	7,42	7,03	7,16	6,53
	Std.	2,16	1,47	2,62	3,29

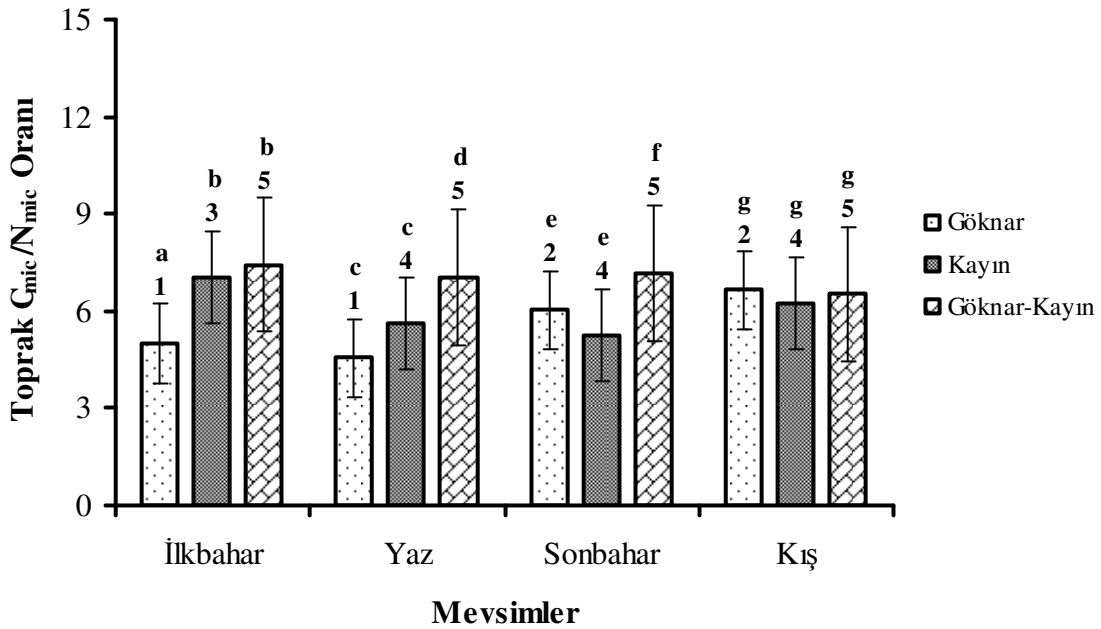
Toprak örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; toprak örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde meşcere tipleri arasında farklıdır ( $P<0,05$ ). Ayrıca  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları göknar ve kayın meşcerelerinde mevsimlere göre anlamlı oranda fark ( $P<0,05$ ) göstermektedir (Tablo 3.54).

İlkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre;  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı açısından meşcere tipleri ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde farklı gruplarda yer almışlardır. (Şekil 3.27). Meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre;  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı açısından göknar ve kayın meşcerelerinde mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.27).

Tablo 3.54 Topraklara ait  $C_{mic}/N_{mic}$  oranlarının mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	101,7	2	50,8	15,14	0,000*
	Gruplar İçi	292,3	87	3,3		
	Toplam	394,1	89			
Yaz	Gruplar Arası	94,2	2	47,1	16,12	0,000*
	Gruplar İçi	254,1	87	2,9		
	Toplam	348,4	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	56,9	2	28,4	7,58	0,001*
	Gruplar İçi	326,5	87	3,7		
	Toplam	383,4	89			
Kış	Gruplar Arası	2,7	2	1,3	0,22	0,799 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	530,4	87	6,0		
	Toplam	533,1	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	83,5	3	27,8	10,78	0,000*
	Gruplar İçi	299,3	116	2,5		
	Toplam	382,8	119			
Kayın	Gruplar Arası	57,6	3	19,2	5,72	0,001*
	Gruplar İçi	389,7	116	3,3		
	Toplam	447,3	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	12,6	3	4,2	0,68	0,564 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	714,3	116	6,1		
	Toplam	726,9	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.27 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Ölü örtü bahsinde de belirtildiği gibi  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı dolaylı olarak mikrobiyal toplumun yapısını ve hakim olan canlı gruplarını tahmin etmek için kullanılan bir çeşit mikrobiyal göstergedir. Genel olarak bu oranın yüksek olması (10-12) mantarların, düşük çıkması (3-5) bakterilerin ortamda hakim olduğuna işaret etmektedir (Jenkinson ve Ladd 1981).

Meşcerelerin mevsimlere göre ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları incelendiğinde (Şekil 3.27) toprakların canlı grupları (mantarlar ve bakteriler) açısından yukarıda belirtilen sınır değerlerin her ikisinde de yer aldığı görülmektedir. Bu durum canlı gruplarından herhangi birinin ortamda belirgin olarak hakim olmadığına işaret etmektedir. Çalışma sonucunda,  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları bakımından meşcerelere ve mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal yapılarının farklı olduğu belirlenmiştir.

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada arazi kullanım biçimlerine göre toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları 6,00-11,34 arasında değişmektedir. Ayrıca çalışmada  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları karışık orman, mera, plantasyon sahası ve tarım alanlarında yaz mevsiminde ortalama olarak sırasıyla 9,16, 10,16, 6,88 ve 6,31; yağmurlu mevsimde 10,79, 11,34, 7,95 ve 6,64; kış mevsiminde 6,00, 6,37, 7,36 ve 7,03 olarak belirlenmiştir (Patel vd. 2010).

Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada karışık meşcereler [(*Quercus serrata* Thunb. ve *Schima wallichii* (DC.) Korth.) ile (*Quercus serrata* Thunb. ve *Lithocarpus dealbatus* (Miquel) Rehder)] altındaki toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranlarının sırasıyla 6,70-11,80 (ortalama 9,67) ve 8,50-13,60 (ortalama 10,80) arasında olduğu ifade edilmektedir.  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları yaz mevsiminde *Quercus serrata*-*Schima wallichii* ve *Quercus serrata*-*Lithocarpus dealbatus* meşcere tiplerinde sırasıyla 10,50 ve 10,30; yağmurlu mevsimde 11,80 ve 13,60; kış mevsiminde 6,70 ve 8,50 olarak tespit edilmiştir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları arasında istatistiksel olarak fark olduğu bulunmuştur. Ova arazideki ormana ait toprağın ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı 7,3 ve dağlık arazideki ormana ait toprağın ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı 9,02'dir.  $C_{mic}/N_{mic}$  oranları ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 8,9, 5,2, 7,9 ve 7,4 olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla 10,9,

7,1, 7,1 ve 11,0 olarak bildirilmektedir. Çalışmada toprakların ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı mevsimlere göre de değişiklik göstermektedir (Chen vd. 2005).

Yapılan bir çalışmada gençlik çağında olan subtropikal orman topraklarında (0-10 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı 5,7-9,0 arasında değişim göstermektedir (Maithani vd. 1996). Farklı silvikültürel müdahalelerin yapıldığı *Pinus radiata* ormanında yapılan çalışmada toprakların (0-15 cm) ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının 10,7-14,0 arasında değiştiği ifade edilirken; silvikültürel müdahalelerin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranını etkilemediği bildirilmektedir (Merino vd. 2004).

Upadhyaya vd. (2004) yaptıkları çalışmada üst toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/N_{mic}$  oranlarını bambu plantasyonunda (*Phyllostadys bambusoides*) 3,99, çam ormanında (*Pinus roxburghii*) 1,67 bulmuşlardır. Çalışmada bitki türlerine ait toprakların  $C_{mic}/N_{mic}$  oranlarının farklı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, çalışmada oranlar arasındaki farklılığa bağlı olarak bir taraftan bitki türlerine göre toprakta yaşayan mikrobiyal canlıların kompozisyonunun farklı olduğu, diğer taraftan canlıların topraktaki dinamiklerinin de farklı olduğu vurgulanmaktadır.

Yapılan bir çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait toprakların  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı araştırılmıştır. Çalışmada orman tiplerinde toprak örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranının 2,5-27,5 arasında değiştiği ortalama 8,2 olduğu tespit edilmiştir (Bauhus ve Khanna 1999). Araştırma sonuçları daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında bulunan değerler orman alanları için verilen değerlerle uyum içerisindedir. Ancak sonuçlar arasında bazı farklılıklar da söz konusudur. Toprakların  $C_{mic}/N_{mic}$  oranında görülen bu farklılıklar iklim ve toprak özelliklerinden, bitki örtüsü ve ölü örtü kalitesi ile arazi kullanım biçiminin değişmesinden kaynaklanabilir.

### **3.17 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $N_{mic}/N_{toplam}$ YÜZDESİ**

#### **3.17.1 Ölü Örtü Örneklerinin $N_{mic}/N_{toplam}$ Yüzdesi**

Araştırma alanına ait ölü örtülerin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri en düşük kayın meşceresinde kış mevsiminde (% 0,6) ve en yüksek göknar meşceresinde yaz mevsiminde (% 9,8) bulunmuştur. Meşcerelere ve mevsimlere göre ölü örtülerin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdelerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.55 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.74, 75 ve 76) verilmiştir.

Tablo 3.55 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$N_{mic}/N_{toplam}$ (%)			
Gök nar	Min.	2,2	3,0	2,4	0,8
	Max.	5,8	9,8	7,3	3,3
	Ort.	3,83	5,28	5,08	2,28
	Std.	0,84	1,43	1,26	0,59
Kayın	Min.	2,0	2,1	2,2	0,6
	Max.	7,5	7,5	7,6	3,6
	Ort.	4,93	4,63	5,12	1,90
	Std.	1,53	1,11	1,53	0,74
Gök nar-Kayın	Min.	1,5	2,2	1,4	1,3
	Max.	4,4	7,4	4,4	2,8
	Ort.	3,04	4,36	2,70	1,99
	Std.	0,78	1,45	0,71	0,40

Ölü örtü örneklerinin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; mevsim içerisinde gök nar, kayın ve gök nar-kayın meşcereleri arasında  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi açısından farklılık ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ölü örtülerin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi bakımından ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.56).

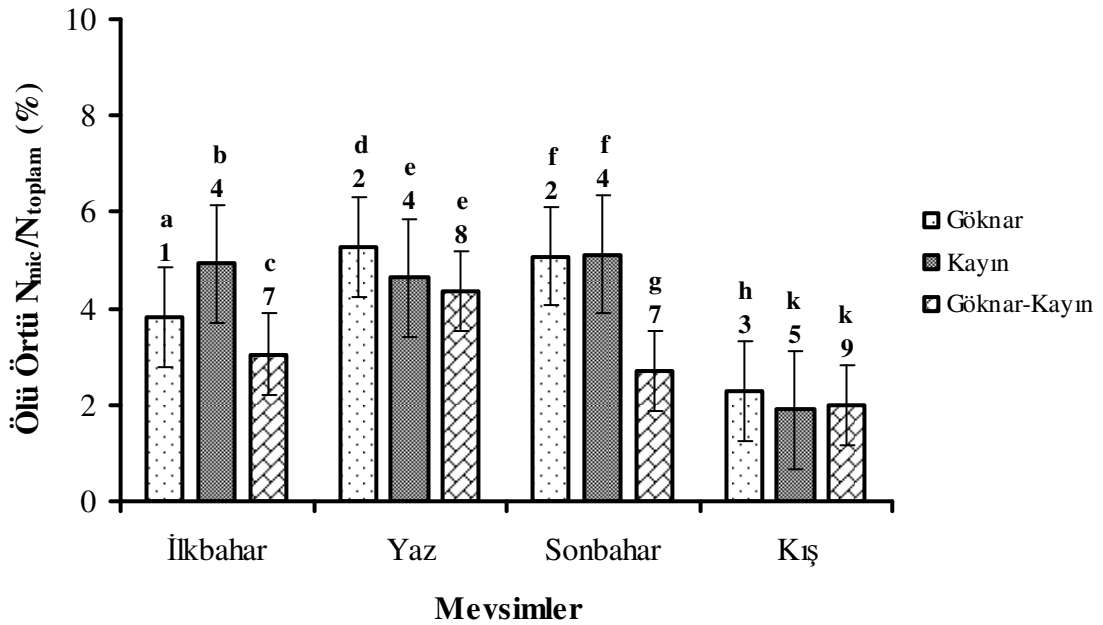
Ölü örtü örnekleri  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi açısından, mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.28). Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.28).



Tablo 3.56 Ölü örtü örneklerine ait  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	54,0	2	27,0	21,94	0,000*
	Gruplar İçi	107,2	87	1,2		
	Toplam	161,2	89			
Yaz	Gruplar Arası	13,5	2	6,7	3,75	0,027*
	Gruplar İçi	156,7	87	1,8		
	Toplam	170,3	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	115,7	2	57,8	38,77	0,000*
	Gruplar İçi	129,7	87	1,4		
	Toplam	245,4	89			
Kış	Gruplar Arası	2,3	2	1,1	3,28	0,042*
	Gruplar İçi	31,3	87	0,3		
	Toplam	33,6	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	172,5	3	57,5	48,62	0,000*
	Gruplar İçi	137,1	116	1,1		
	Toplam	309,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	205,4	3	68,4	42,01	0,000*
	Gruplar İçi	289,0	116	1,6		
	Toplam	394,4	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	88,8	3	29,6	34,74	0,000*
	Gruplar İçi	98,8	116	0,8		
	Toplam	187,7	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 3.28 Ölü örtü örneklerine ait  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinin mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

$C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinde belirtildiği gibi, düşük  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi substrat niteliğindeki azalışı ifade etmektedir (Bauhus vd. 1998). Bununla birlikte  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesindeki aşırı artış, azot eksikliğine yol açabilir. Çünkü bu durumda; faydalanılabilir azotun büyük bir kısmı canlılar tarafından fikse edilmiş olabilir. Araştırma sonuçları yaz ve sonbahar mevsimlerinde ölü örtü mikrobiyal azot değerlerinde anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir (Şekil 3.20). Fakat ölü örtü örneklerinin toplam azot içeriği kayın meşçeresinin ilkbahar ve kış mevsimleri hariç üç meşcere tipinde mevsimlere göre aynı seviyededir (Şekil 3.12). Dolayısıyla mikrobiyal biyokütlenin artmasına karşılık toplam azot anlamlı oranda değişmediği için  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri yaz ve sonbahar mevsimlerinde yüksek çıkmış olabilir (Şekil 3.28).

Çalışma sonucunda, ölü örtü örneklerin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesinin kış mevsiminde diğer mevsimlere göre daha düşük olması (Şekil 3.28) bu mevsimde ölü örtüdeki organik madde kalitesinin azaldığını göstermektedir. Diğer taraftan çalışmada elde edilen sonuçlar bu konuda yapılmış diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Örneğin, Bauhus ve Khanna (1999) tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait ölü örtülerin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesini araştırmıştır. Çalışmada orman tiplerinde ölü örtü  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ının % 0,7-19,8 arasında değiştiği ve ortalamasının % 6,6 olduğu tespit edilmiştir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada humik tabakaların (+2-0 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiştir. Ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  değerleri ova arazideki humik tabakada % 3,9, dağlık arazideki humik tabakada % 2,1 bulunmuştur.  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 4,5, % 4,3, % 3,7 ve % 2,9 olarak tespit edilmiştir. Dağlık arazide kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 2,0, % 2,0, % 2,2 ve % 2,2 olarak bildirilmektedir. Çalışma sonucunda humik tabakanın ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdelerinin mevsimlere göre de değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir (Chen vd. 2005).

### 3.17.2 Toprak Örneklerinin $N_{mic}/N_{toplam}$ Yüzdesi

Farklı meşcere tiplerine ait üst toprakların en düşük  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi göknar-kayın meşçeresinde kış mevsiminde (% 1,6) ve en yüksek göknar meşçeresinde sonbahar mevsiminde (% 13,6) tespit edilmiştir. Meşcerelerin mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5

cm) ait  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.57 ve açıklamalar A'da (Tablo A.77, 78 ve 79) verilmiştir.

Tablo 3.57 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$N_{mic}/N_{toplam}$ Yüzdesi			
Gök nar	Min.	2,6	3,9	4,0	2,3
	Max.	8,1	7,9	13,6	8,2
	Ort.	4,28	6,10	6,33	5,00
	Std.	1,40	1,11	2,05	1,56
Kayın	Min.	2,0	1,9	3,0	1,9
	Max.	7,0	10,3	9,9	11,7
	Ort.	3,91	4,74	5,51	4,30
	Std.	1,32	1,91	1,73	2,29
Gök nar-Kayın	Min.	1,9	3,8	2,8	1,6
	Max.	10,2	11,0	10,7	9,6
	Ort.	4,20	6,95	5,98	4,65
	Std.	1,70	1,70	1,64	2,07

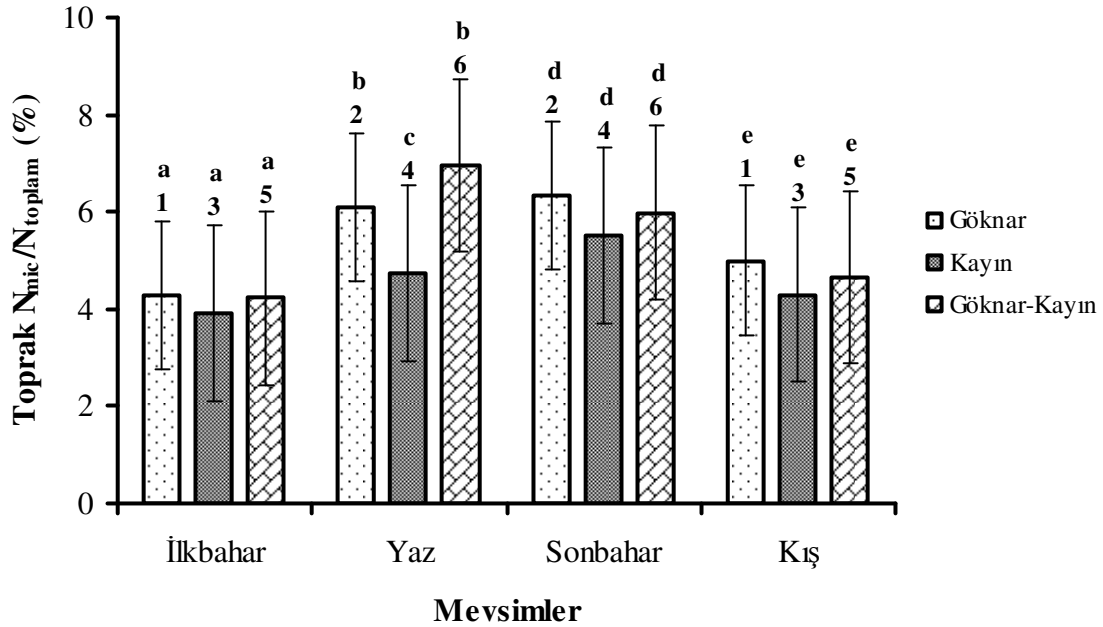
Toprak örneklerinin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdelerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, üst toprakların  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri sadece yaz mevsiminde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında farklıdır ( $P<0,05$ ). Diğer yandan  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri aynı meşcere tipinde mevsimlere göre fark ( $P<0,05$ ) göstermektedir (Tablo 3.58).

Tukey HSD testi sonucuna göre; göknar ve göknar-kayın meşcereleri toprak  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri bakımından aynı grupta, bu iki meşcereye göre daha düşük  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesine sahip kayın meşceresi farklı grupta yer almıştır (Şekil 3.29). Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre;  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi açısından mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.29).

Tablo 3.58 Toprak örneklerine ait  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	2,3	2	1,1	0,54	0,583 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	191,7	87	2,2		
	Toplam	194,1	89			
Yaz	Gruplar Arası	74,3	2	37,1	14,27	0,000*
	Gruplar İçi	226,6	87	2,6		
	Toplam	300,9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	10,1	2	5,0	1,53	0,221 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	288,2	87	3,1		
	Toplam	298,4	89			
Kış	Gruplar Arası	7,4	2	3,7	0,92	0,400 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	348,4	87	4,0		
	Toplam	355,9	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	82,7	3	27,5	11,1	0,000*
	Gruplar İçi	286,9	116	2,4		
	Toplam	369,6	119			
Kayın	Gruplar Arası	42,3	3	14,1	4,1	0,008*
	Gruplar İçi	397,0	116	3,4		
	Toplam	439,4	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	140,7	3	46,9	14,6	0,000*
	Gruplar İçi	371,1	116	3,1		
	Toplam	511,8	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız



Şekil 3.29 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın (%) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Khan ve Joergensen (2006) yaptıkları çalışmada nispeten yüksek  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesinin alınabilir azot bileşiklerinin genellikle sınırlandırılmadığını vurgulamaktadır. Ayrıca yüksek  $N_{mic}/N_{toplam}$  değerleri mikroorganizmalar tarafından bütün organik kaynakların iyi bir şekilde alınabildiğini, bitki artıklarının düzenli bir şekilde ayrıştırılarak toprağa karıştığını ve düşük toprak organik madde miktarını da yansıtmaktadır. Bauhus vd.'ne (1998) göre  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesindeki azalış substrat niteliğindeki bir azalışı ifade etmektedir. Buna karşılık  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesindeki aşırı artış azotun büyük bir kısmının mikroorganizmalar tarafından tutulduğunu ve böylece toprakta bitkiler için azot eksikliğinin olabileceğini belirtmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen topraklarda  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdelerinin yaz ve sonbahar mevsimlerinde diğer mevsimlere göre daha yüksek çıkması (Şekil 3.29) bu mevsimlerde mikrobiyal biyokütle azot içeriğinin artmasından ileri gelebilir (Şekil 3.21). Çünkü bu artışa paralel olarak toprakların toplam azot içeriği artmamıştır (Şekil 3.13). Dolayısıyla bu mevsimlerde azotun daha büyük bir kısmının canlılar tarafından fikse edildiği söylenebilir. Çalışma sonucunda elde edilen ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri diğer çalışmalardaki topraklarla benzerlik göstermektedir. Araştırma sonuçları Priha ve Smolander (1997) tarafından ılıman kuşak ormanları için belirlenen (% 2,0–8,0) aralığın içerisinde yer almaktadır. Diğer bir çalışmada farklı ağaç türleri (*Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don., *Eucalyptus nitens* Maiden) altındaki orman topraklarının (0-10 cm) ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  % 4,89'dur (Alvarez vd. 2009).

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan çalışmada toprakların (0-10 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi en yüksek yağmurlu mevsimde ve en düşük kış mevsiminde tespit edilmiştir.  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesinin karışık orman, mera, plantasyon sahası ve tarım alanlarında yaz mevsiminde ortalama olarak sırasıyla % 2,26, % 1,90, % 0,89 ve % 4,72; yağmurlu mevsimde % 3,52, % 3,27, % 1,37 ve % 6,10; kış mevsiminde % 2,06, % 1,80, % 0,63 ve % 3,48 olarak belirlenmiştir (Patel vd. 2010).

Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada karışık meşcereler [(*Quercus serrata* Thunb. ve *Schima wallichii* (DC.) Korth.) ile (*Quercus serrata* Thunb. ve *Lithocarpus dealbatus* (Miquel) Rehder)] altındaki toprakların (0-10 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdelerinin sırasıyla % 1,60-1,80 ve % 0,93-1,40 arasında değiştiği ifade edilmektedir. Çalışmada  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesinin yaz mevsiminde *Quercus serrata*-*Schima wallichii* ve *Quercus serrata*-*Lithocarpus*

*dealbatus* meşcere tiplerinde sırasıyla % 1,60 ve % 0,93; yağmurlu mevsimde % 1,80 ve % 1,10; kış mevsiminde % 1,80 ve % 1,40 olduğu ifade edilmektedir.

*Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık ormanların bulunduğu iki farklı arazi oluşum şeklinde (ova ve dağlık arazi) yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  değerlerinin ova arazideki topraklarda % 1,5, dağlık arazideki topraklarda % 1,2 olduğu vurgulanmaktadır. Çalışmada  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi ova arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 1,5, % 2,0, % 1,3 ve % 1,1 olarak tespit edilmiştir. Dağ arazisinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla % 1,2, % 1,4, % 1,0 ve % 1,2 olduğu bildirilmektedir. Ayrıca toprakların ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesinin mevsimlere göre de değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir (Chen vd. 2005).

*Pinus pinaster* Sol. ve *Quercus robur* L. topraklarının (0-15 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ı % 1,5-4,5 arasında değişim göstermektedir. Toprakların ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi mevsimlere göre ilkbahar % 3,4, yaz % 2,4, sonbahar % 1,9 ve kış % 2,9 şeklindedir (Diaz-Ravina vd. 1995). Yapılan bir çalışmada gençlik çağında olan subtropikal ormanlara ait topraklarda (0-10 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ının % 1,60-2,10 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Maithani vd. 1996).

Farklı silvikültürel müdahalelerin yapıldığı *Pinus radiata* ormanında yapılan bir çalışmada toprakların (0-15 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi araştırılmıştır. Çalışmada toprakların ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın % 2,8-3,0 arasında değiştiği ve silvikültürel müdahalelerin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesini etkilemediği bildirilmektedir (Merino vd. 2004). Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi isimli çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait toprakların  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdeleri araştırılmıştır. Çalışmada orman tiplerinde toprakların  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın % 0,5-10,8 arasında değiştiği ve ortalama % 3,4 olduğu tespit edilmiştir (Bauhus ve Khanna 1999).

*Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinden oluşan orman topraklarının (0-10 cm)  $N_{mic}/N_{toplam}$ 'ın % 1,44-12,40 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Tian vd. 2008). Subtropikal ormanlarda

yapılan çalışmada ormanın içerisinde açılan 6 farklı büyüklükteki açıklık alanlara ait toprakların  $N_{mic}/N_{toplama}$ 'ı G-1= % 3,5, G-2= % 5,1, G-3= % 5,9, G-4= % 3,7, G-5= % 7,2, G-6= % 6,5 ve kontrol % 5,5 şeklinde bulunmuştur (Arunachalam ve Arunachalam 2000).

Araştırma sonucunda elde edilen toprak  $N_{mic}/N_{toplama}$  yüzdeleri daha önce yapılan çalışmalardaki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Buna rağmen sonuçlar arasında farklılıklar da söz konusudur. Farklı zamanlarda ve yerlerde yapılan çalışmalarda, hakim yetişme ortamı özellikleri (toprak, iklim, bitki örtüsü) ve arazi kullanım biçimleri  $N_{mic}/N_{toplama}$  değerlerinin önemli oranda değişmesine yol açmaktadır.

### 3.18 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN $C_{mic}/P_{mic}$ ORANI

#### 3.18.1 Ölü Örtü Örneklerinin $C_{mic}/P_{mic}$ Oranı

Araştırma alanı ölü örtülerinin en düşük  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı göknar-kayın meşçeresinde kış mevsiminde (2,1) ve en yüksek göknar meşçeresinde ilkbahar mevsiminde (52,5) bulunmuştur. Meşçerelerin mevsimlere göre ölü örtü  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.59 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.80, 81 ve 82) verilmiştir.

Tablo 3.59 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$C_{mic}/P_{mic}$ Oranı			
Göknar	Min.	18,1	13,8	8,7	4,4
	Max.	52,5	39,0	31,7	20,0
	Ort.	30,79	27,01	20,24	11,61
	Std.	10,08	7,02	5,76	2,91
Kayın	Min.	3,5	8,4	3,3	4,4
	Max.	27,0	27,9	17,2	19,4
	Ort.	11,38	17,03	9,28	9,52
	Std.	6,29	4,47	3,68	3,49
Göknar-Kayın	Min.	6,4	6,0	8,2	2,1
	Max.	16,1	19,2	26,0	12,9
	Ort.	10,03	12,62	15,10	6,71
	Std.	2,45	3,51	4,15	2,37

Ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının meşçere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre, ölü örtü  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşçereleri arasında farklı ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Aynı meşçere tipinin ölü örtü  $C_{mic}/P_{mic}$  oranlarının mevsimlere göre de istatistiki olarak anlamlı farklılık ( $P<0,05$ ) gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3.60).

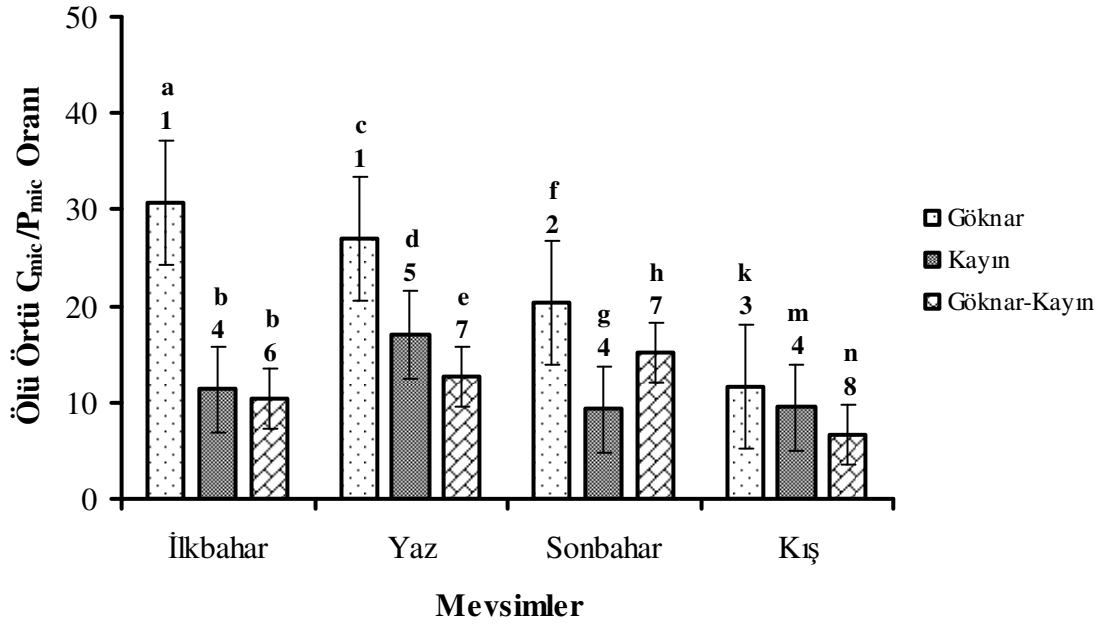
Tukey HSD testi sonucuna göre; aynı mevsimde göknar, kayın ve göknar-kayın meşçereleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.30). Benzer olarak aynı meşçere tipinin ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.30).

Tablo 3.60 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/P_{mic}$  oranlarının mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	8096,6	2	4048,3	82,42	0,000*
	Gruplar İçi	4273,2	87	49,1		
	Toplam	12369,9	89			
Yaz	Gruplar Arası	3263,7	2	1631,8	59,89	0,000*
	Gruplar İçi	2370,3	87	27,2		
	Toplam	5634,0	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	1802,9	2	901,4	42,14	0,000*
	Gruplar İçi	1860,9	87	21,3		
	Toplam	3663,9	89			
Kış	Gruplar Arası	363,2	2	181,1	20,61	0,000*
	Gruplar İçi	764,6	87	8,7		
	Toplam	1126,9	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Göknar	Gruplar Arası	6384,5	3	2128,1	44,11	0,000*
	Gruplar İçi	5596,1	116	48,2		
	Toplam	11980,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	1172,4	3	390,8	18,30	0,000*
	Gruplar İçi	2476,4	116	21,3		
	Toplam	3648,8	119			
Göknar-Kayın	Gruplar Arası	1159,6	3	386,5	37,47	0,000*
	Gruplar İçi	1196,5	116	10,3		
	Toplam	2356,1	119			

\* : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı





Şekil 3.30 Ölü örtü örneklerine ait  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Tate vd. (1991) ve He vd. (1997)  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı ile bitkiye yararlı fosfor arasında doğrudan bir ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Çünkü düşük  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı mikrobiyal biyokütleden fosforun potansiyel olarak fazla miktarda serbest bırakılabileceğini ifade etmektedir. Buna karşılık yüksek  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı potansiyel olarak fosforun mikrobiyal biyokütle tarafından immobilizasyona uğradığını göstermektedir. Khan ve Joergensen'e (2006) göre mikroorganizmalar tarafından karbonun yüksek miktarda alınabilirliği ile fosforun düşük miktarda alınabilirliğinin kombinasyonu sonucunda  $C_{mic}/P_{mic}$  oranında bir artış meydana gelmektedir.

Yapılan çalışmada ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ölü örtülerin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı sonbahar ve kış mevsimlerine göre daha yüksektir (Şekil 3.30). Yukarıda bahsedilen değerlendirmeye göre ilkbahar ve yaz mevsimlerinde diğer iki mevsimlere göre ölü örtüde var olan fosfor mikrobiyal biyokütle tarafından immobilizasyona uğramış olabilir. Diğer taraftan göknar meşceresine ait ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı diğer meşcerelerden daha yüksektir (Şekil 3.30). Bu yüzden ölü örtüde var olan fosfor için göknar meşceresinde mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki rekabet daha fazla olabilir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları Bauhus ve Khanna (1999) tarafından yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir. Farklı orman alanlarında (tropikal, ılıman ve boreal ormanlar) yapılan çalışmada ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları araştırılmıştır. Orman tiplerine göre örtü örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının 13,3-36,5 arasında değiştiği, ortalamasının 21,6 olduğu tespit edilmiştir (Bauhus ve Khanna 1999).

Chen vd. (2003) tarafından karışık çam ormanında yapılan çalışmada ölü örtü tabaklarının (yaprak ve çürüntü)  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları araştırılmıştır. Çalışmada  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları yaprak tabakasında 35-219 arasında (ortalama 82), çürüntü tabakasında 22-132 arasında (ortalama 44) bulunmuştur.  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları yaprak tabakasında çürüntü tabakasından daha yüksektir. Ayrıca bu oran her iki tabakada da en yüksek yaz mevsiminde tespit edilmiştir.

Ölü örtülerin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranında tespit edilen farklılıklar; meşcere tipi, ölü örtü kalitesi, iklim ve toprak özellikleri gibi faktörlerin mikrobiyal biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ve mikrobiyal biyokütle P ( $P_{mic}$ ) üzerindeki etkisinin farklı olmasından ileri gelebilir. Nitekim Arunachalam ve Arunachalam (2000) yaptıkları çalışmada buldukları yüksek  $C_{mic}/P_{mic}$  oranlarını meşcere kapalılığına bağlı olarak mikrobiyal biyokütle C içeriğinde meydana gelen artışa bağlamaktadır.

### **3.18.2 Toprak Örneklerinin $C_{mic}/P_{mic}$ Oranı**

Üst toprakların en düşük  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı göknar-kayın meşceresinde kış mevsiminde (6,3) ve en yüksek göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde (287,2) ortaya çıkmıştır. Meşcerelerin mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.61 ve açıklamalar A'da (Tablo A.83, 84 ve 85) verilmiştir.

Toprak örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan varyans analizi sonucuna göre; toprakların  $C_{mic}/P_{mic}$  oranlarında yaz ve kış mevsimleri içerisinde meşcere tipleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan varyans analizinde göknar-kayın meşceresinde mevsimler arasında fark ( $P < 0,05$ ) olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.62).

Tablo 3.61 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve gök nar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

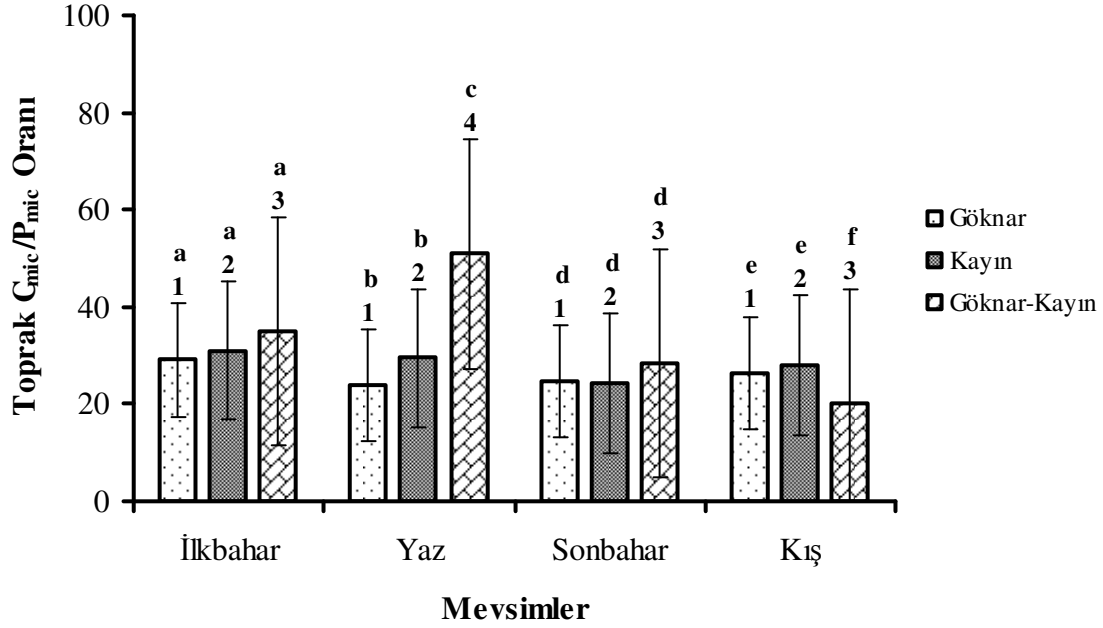
Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		$C_{mic}/P_{mic}$ Oranı			
Gök nar	Min.	10,3	10,7	13,5	13,9
	Max.	77,0	50,4	38,4	73,6
	Ort.	29,02	24,03	24,68	26,25
	Std.	17,11	10,80	5,59	12,69
Kayın	Min.	12,3	8,2	10,6	9,1
	Max.	98,5	65,7	52,6	58,0
	Ort.	31,06	29,53	24,19	28,04
	Std.	18,89	13,85	12,38	12,05
Gök nar-Kayın	Min.	6,7	20,0	12,1	6,3
	Max.	107,1	287,2	52,4	38,0
	Ort.	35,02	50,83	28,30	20,13
	Std.	24,44	49,15	10,87	9,53

Tablo 3.62 Toprak örneklerine ait  $C_{mic}/P_{mic}$  oranlarının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	558,5	2	279,2	0,67	0,513 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	36172,0	87	415,7		
	Toplam	36730,6	89			
Yaz	Gruplar Arası	12027,1	2	6013,5	6,61	0,002*
	Gruplar İçi	79041,4	87	908,5		
	Toplam	91068,5	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	303,0	2	151,5	1,50	0,229 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	8785,0	87	100,9		
	Toplam	9088,0	89			
Kış	Gruplar Arası	1032,5	2	516,2	3,90	0,024*
	Gruplar İçi	11517,6	87	132,3		
	Toplam	12550,1	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	445,4	3	148,4	0,98	0,402 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	17461,5	116	150,5		
	Toplam	17907,0	119			
Kayın	Gruplar Arası	781,6	3	260,5	1,23	0,302 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	24577,0	116	211,8		
	Toplam	25358,7	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	15257,8	3	5085,9	6,31	0,001*
	Gruplar İçi	93477,4	116	805,8		
	Toplam	108735,3	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Toprak  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı açısından, yaz ve kış mevsimleri içerisinde meşcere tipleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.31). Gökmar-kayın meşcere tipinde mevsimler arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; ilkbahar, yaz ve sonbahar aynı grupta yer alırken daha düşük  $C_{mic}/P_{mic}$  oranına sahip kış mevsimi farklı grupta yer almıştır (Şekil 3.31).



Şekil 3.31 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Çalışmada toprakların  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları mevsimsel olarak gökmar-kayın meşceresinin yaz mevsimi hariç istatistik olarak değişkenlik göstermemektedir. Gökmar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde mikrobiyal biyokütle tarafından fosfor daha az fikse edilmiş olabilir. Meşcerelere ait toprakların mikrobiyal biyokütle P içerikleri ile ilgili olan şekil (Şekil 3.23) incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir. Benzer olarak meşcerelere ait toprakların mikrobiyal biyokütle C şekli (Şekil 3.19) incelendiğinde yaz mevsiminde gökmar-kayın meşceresinin mikrobiyal biyokütle C içeriği nispeten yüksektir. Ölü örtüde olduğu gibi Tate vd. (1991) ve He vd. (1997)  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı ile toprakların bitkiye yararlı fosforu arasında doğrudan bir ilişkinin olduğunu belirtmektedirler. Çünkü düşük  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı, mikrobiyal biyokütleden fosforun potansiyel olarak fazla miktarda serbest bırakılabileceğini ifade

etmektedir. Buna karşılık yüksek  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı potansiyel olarak fosforun toprak mikrobiyal biyokütlesi tarafından immobilizasyona uğradığını göstermektedir. Khan ve Joergensen'e (2006) göre toprak mikroorganizmaları tarafından karbonun yüksek miktarda alınabilirliği ile fosforun düşük miktarda alınabilirliğinin kombinasyonu sonucunda  $C_{mic}/P_{mic}$  oranında bir artış meydana gelmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Örneğin subtropikal ormanlarda yapılan çalışmada ormanın içerisinde açılan 6 değişik büyüklükteki açıklık alanlara ait toprakların  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı G-1= 57,6, G-2= 64,2, G-3= 41,2, G-4= 36,2, G-5= 45,5, G-6= 98,5 ve kontrol 33,2 şeklinde bulunmuştur (Arunachalam ve Arunachalam 2000).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanına (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ait toprakların (0-5 cm)  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı 19-65 arasında (ortalama 35) bulunmuştur. Mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait toprakların  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı 24-69 arasında (ortalama 42) bulunmuştur.  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı mera alanında orman alanından daha yüksek bulunmuş ve istatistiki olarak aralarında fark olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı en yüksek yaz mevsiminde bulunmuştur.

Farklı arazi kullanım (karışık orman, plantasyon, mera ve tarım) alanlarında yapılan bir çalışmada toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/P_{mic}$  oranlarının 12,12-18,97 arasında değişim gösterdiğini vurgulanmaktadır. Çalışmada  $C_{mic}/P_{mic}$  oranlarının karışık orman, mera, plantasyon sahası ve tarım alanlarında yaz mevsiminde ortalama olarak sırasıyla 15,05, 14,62, 13,28 ve 12,12; yağmurlu mevsimde 18,97, 18,65, 16,25 ve 13,29; kış mevsiminde 14,85, 15,77, 15,47 ve 13,54 olduğu ifade edilmektedir.  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının düşük çıkmasının nedeni, çalışmada elde edilen mikrobiyal biyokütle P'un yüksek çıkmasına bağlanmıştır (Patel vd. 2010).

Devi ve Yadava (2006) tarafından yapılan çalışmada karışık meşcereler [(*Quercus serrata* Thunb. ve *Schima wallichii* (DC.) Korth.) ile (*Quercus serrata* Thunb. ve *Lithocarpus dealbatus* (Miquel) Rehder)] altındaki toprakların (0-10 cm)  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının 14,90-26,70 arasında olduğu ifade edilmektedir. Çalışmada  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının yaz mevsiminde *Quercus serrata*-*Schima wallichii* ve *Quercus serrata*-*Lithocarpus dealbatus* meşcere tiplerinde

sırasıyla 21,80 ve 16,80; yağmurlu mevsimde 26,70 ve 20,60; kış mevsiminde 14,90 ve 18,10 olduğu bildirilmektedir.

Orman topraklarında mikrobiyal biyokütlenin önemi isimli çalışmada tropikal, ılıman ve boreal ormanlara ait toprakların  $C_{mic}/P_{mic}$  oranları araştırılmıştır. Çalışmada orman tiplerinde toprak  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının 5,1-35,1 arasında değiştiği ve ortalama 15,3 olduğu tespit edilmiştir (Bauhus ve Khanna 1999). Brookes vd. (1984) tarafından yapılan çalışmada  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının orman alanında 10,6, mera alanlarında 11,7–25,6 ve tarım alanlarında 11,8–35,9 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada gençlik çağındaki olan subtropikal ormanlara ait toprak (0-10 cm)  $C_{mic}/P_{mic}$  oranının 20,0-26,4 arasında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Maithani vd. 1996).

Toprakların  $C_{mic}/P_{mic}$  oranında görülen bu farklılığın sebebi örnek alma zamanı, toprak örneğinin alındığı derinlik, vejetasyonun çeşidi ve ölü örtü cinsi, iklim özellikleri ve toprak özellikleri gibi farklılıklara bağlı olarak mikrobiyal biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ve mikrobiyal biyokütle ( $P_{mic}$ ) de meydana gelen değişiklikler olabilir. Benzer olarak Wang vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada  $C_{mic}/P_{mic}$  oranında görülen farklılığın sebepleri toprak reaksiyonu (pH), arazi kullanım biçimi ve makro iklim tipleri şeklinde sıralanmaktadır.

### **3.19 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYAL SOLUNUMU (BAZAL SOLUNUMU)**

#### **3.19.1 Ölü Örtü Örneklerinin Mikrobiyal Solunumu (Bazal Solunumu)**

Araştırma alanı ölü örtülerinin en düşük bazal solunum değerleri göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $2,55 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü  $\text{h}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar-kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde ( $13,76 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü  $\text{h}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Meşcerelerin mevsimlere göre ölü örtülere ait bazal solunumun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.63 ve açıklamalar A'da (Tablo A.86, 87 ve 88) verilmiştir.

Tablo 3.63 Farklı meşcere tiplerinde (gök nar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait bazal solunumun ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü  $\text{h}^{-1}$ ) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri,  $n = 30$ .

Meşcere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Bazal Solunum			
Gök nar	Min.	2,55	7,16	9,46	9,08
	Max.	9,83	11,40	11,43	11,40
	Ort.	6,94	9,29	10,34	10,42
	Std.	1,50	1,22	0,57	0,60
Kayın	Min.	6,10	10,36	10,43	9,91
	Max.	11,39	12,48	12,76	13,30
	Ort.	9,28	11,32	11,70	11,85
	Std.	1,16	0,73	0,58	0,70
Gök nar-Kayın	Min.	9,87	10,21	10,35	10,16
	Max.	11,85	12,49	13,76	12,33
	Ort.	10,87	11,17	11,70	11,18
	Std.	0,52	0,56	0,80	0,56

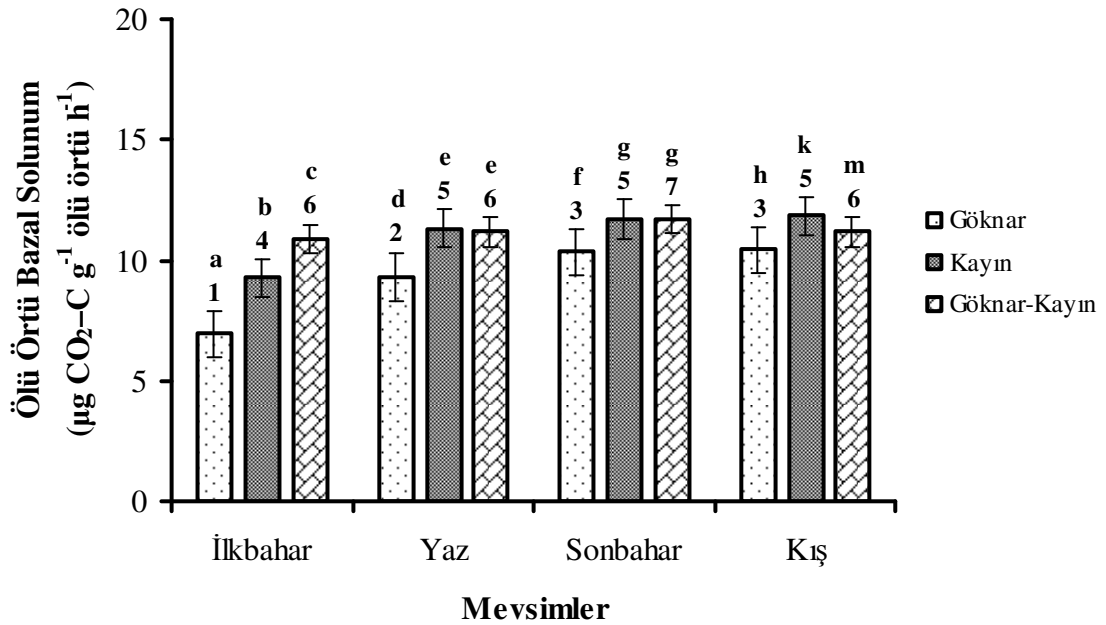
Ölü örtü örneklerinin bazal solunum içeriklerinin meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre; ölü örtülerin bazal solunum değeri açısından, mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre; mevsimler arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.64).

Mevsim içerisinde meşcere tipleri arasında, ölü örtü bazal solunum değerleri açısından farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.32). Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında ölü örtü bazal solunum değerleri açısından, farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.32).

Tablo 3.64 Ölü örtü örneklerine ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	234,5	2	117,2	90,22	0,000*
	Gruplar İçi	113,0	87	1,3		
	Toplam	347,6	89			
Yaz	Gruplar Arası	76,3	2	38,1	48,21	0,000*
	Gruplar İçi	68,9	87	0,7		
	Toplam	145,3	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	36,8	2	18,4	41,82	0,000*
	Gruplar İçi	38,3	87	0,4		
	Toplam	75,2	89			
Kış	Gruplar Arası	30,7	2	15,3	38,98	0,000*
	Gruplar İçi	34,2	87	0,3		
	Toplam	64,9	89			
Meşçere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	236,8	3	78,9	70,68	0,000*
	Gruplar İçi	129,5	116	1,1		
	Toplam	366,4	119			
Kayın	Gruplar Arası	127,6	3	42,5	61,79	0,000*
	Gruplar İçi	79,8	116	0,6		
	Toplam	207,4	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	10,5	3	3,5	9,04	0,000*
	Gruplar İçi	45,1	116	0,3		
	Toplam	55,7	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 3.32 Ölü örtü örneklerine ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşçere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşçere tiplerine, farklı rakamlar meşçere tipinin mevsimlere göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Alef'e (1995) göre aerobik heterotrofik mikroorganizmalar tarafından organik bileşiklerin karbondioksite (CO<sub>2</sub>) oksidasyonu olan toprak solunumu, karasal ekosistemdeki karbon döngüsünde anahtar rolünde bir süreçtir. Bazal solunumu ile organik madde miktarı, mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal faaliyet arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Winding vd.'ne (2005) göre bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalar ile mikro ve makro fauna doğadaki karbon döngüsünde çok önemli rol oynar. Toprakta yaşayan canlılar tarafından organik madde parçalanır. Sonrasında organik madde mikrobiyal canlılar tarafından organik bileşiklere ayrıştırılır. Ekosistem içerisinde meydana gelen bu geniş çaplı süreç toprak solunumu ya da organik maddenin ayrışmasıyla ölçülmektedir. Bu ölçüm toprakta meydana gelen mikrobiyal faaliyetin tahmininde kullanılmaktadır. Farklı mikrobiyal faaliyetler ekosistemdeki azot, kükürt ve fosfor gibi organik bileşikli besin elementlerinin ve organik karbon döngüsünün farklı olduğunu yansıtmaktadır.

Çalışmada ölü örtülerin bazal solunum değerleri kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3.32). Bu sonuca göre, bu iki meşcerede organik maddenin parçalanması ve ayrıştırılması daha zor olmaktadır. Dolayısıyla mikrobiyal biyokütle bu meşcerelere ait ölü örtüleri ayrıştırırken daha fazla enerji harcadığı için ortama daha fazla CO<sub>2</sub> yayılmış ve bu yüzden bazal solunum yüksek çıkmış olabilir. Ayrıca mikrobiyal biyokütlenin sayısının da bu mevsimlerde artması bazal solunumun artmasına sebep olmuş olabilir. Yapılan bir çalışmada göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait ibre ve yaprakların ayrışması incelenmiştir. İbre ve yaprakların % 95'inin ayrışması için gerekli süre kayın için 18,8 yıl, göknar için 11,8 yıl ve göknar-kayın için ise 16,3 yıl bulunmuştur. Çalışmada kayın yapraklarının daha fazla lignin içerdiği için zor ayrıştığı bildirilmektedir (Çakıroğlu 2011). Başka bir çalışmada organik maddenin kompozisyonunun (örneğin lignin ve selüloz gibi) da mikrobiyal biyokütle ve faaliyette farklılıklara yol açtığı bildirilmektedir (Sparling vd. 1994).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ölü örtüsünde (yaprak ve çürüntü) mikrobiyal solunum miktarları tespit edilmiştir. Yaprak tabakasında bazal solunum 1,21-40,94 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup> arasında değişirken, ortalaması 10,18 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup> bulunmuştur. Çürüntü tabakasında bazal solunumu 1,71-14,24 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup> arasında değişirken, ortalaması 8,83 µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup> bulunmuştur. Ölü örtüde meydana gelen bazal solunum ilkbahar ve yaz mevsiminde yaprak tabakasında çürüntü tabakasından büyüktür.

### 3.19.2 Toprak Örneklerinin Mikrobiyal Solunumu (Bazal Solunumu)

Toprak örneklerinin en düşük bazal solunum değeri kayın meşçeresinde ilkbahar mevsiminde ( $0,16 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ toprak h}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşçeresinde sonbahar mevsiminde ( $4,37 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ toprak h}^{-1}$ ) şeklinde ortaya çıkmıştır. Meşçerelerin mevsimlere göre toprak örneklerine ait bazal solunumun minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.65 ve açıklamalar A'da (Tablo A.89, 90 ve 91) verilmiştir.

Tablo 3.65 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine (0-5 cm) ait bazal solunumun ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ toprak h}^{-1}$ ) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri, n = 30.

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Göknar	Min.	0,33	0,76	0,82	0,73
	Max.	1,90	2,89	4,37	2,88
	Ort.	0,84	1,79	2,06	1,67
	Std.	0,48	0,64	0,91	0,70
Kayın	Min.	0,16	0,31	0,43	0,28
	Max.	1,25	1,12	2,31	1,19
	Ort.	0,50	0,53	0,74	0,62
	Std.	0,28	0,19	0,42	0,23
Göknar-Kayın	Min.	0,24	0,35	0,46	0,22
	Max.	0,95	1,38	1,23	0,99
	Ort.	0,50	0,75	0,77	0,68
	Std.	0,18	0,26	0,18	0,20

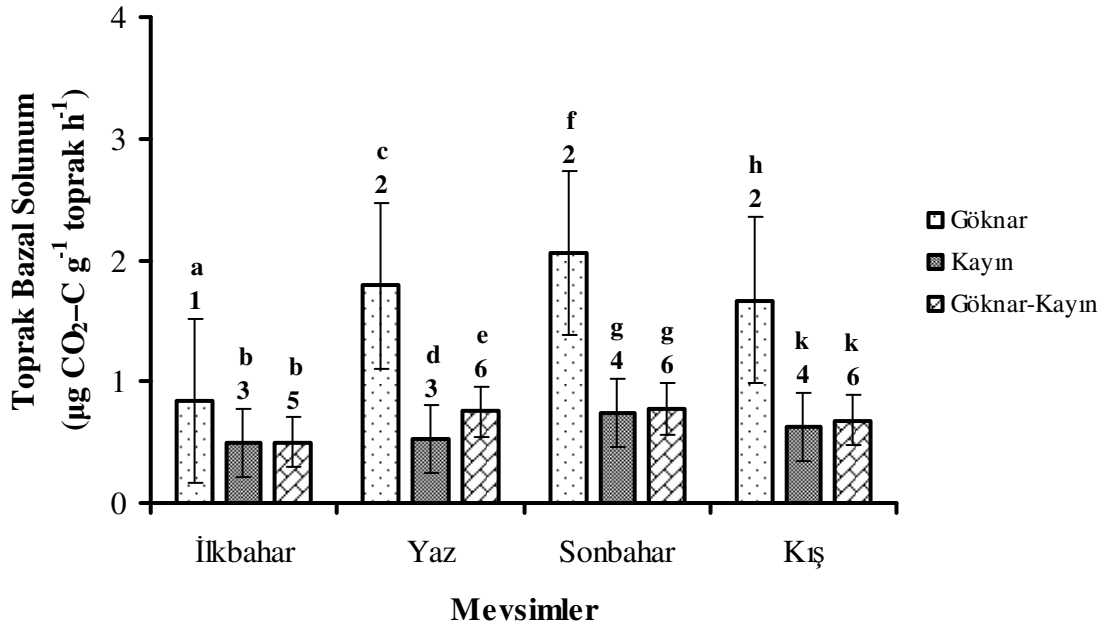
Toprak örneklerinin bazal solunum içeriklerinin meşçere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; üst toprak örneklerinin bazal solunum değeri açısından, mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşçereleri arasında fark ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşçere tipinde bazal solunum değeri açısından mevsimler arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında fark ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.66).

Tablo 3.66 Toprak örneklerine ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	2,2	2	1,1	9,76	0,000*
	Gruplar İçi	9,9	87	0,1		
	Toplam	12,2	89			
Yaz	Gruplar Arası	27,3	2	13,6	77,22	0,000*
	Gruplar İçi	15,3	87	0,1		
	Toplam	42,6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	33,9	2	16,9	48,80	0,000*
	Gruplar İçi	30,2	87	0,3		
	Toplam	64,2	89			
Kış	Gruplar Arası	20,7	2	10,3	52,26	0,000*
	Gruplar İçi	17,3	87	0,1		
	Toplam	38,0	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Gök nar	Gruplar Arası	25,1	3	8,3	16,91	0,000*
	Gruplar İçi	57,4	116	0,4		
	Toplam	82,5	119			
Kayın	Gruplar Arası	1,0	3	0,3	3,99	0,010*
	Gruplar İçi	10,2	116	0,0		
	Toplam	11,2	119			
Gök nar-Kayın	Gruplar Arası	1,3	3	0,4	10,17	0,000*
	Gruplar İçi	5,2	116	0,		
	Toplam	6,6	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla, toprak bazal solunum değerleri açısından yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.33). Bazal solunum değeri açısından meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre mevsimler farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.33).



Şekil 3.33 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait bazal solunumun mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprak bazal solunumu toprak mikrobiyal havuzunda meydana gelen bütün reaksiyonları yansıtan bir parametredir. Ayrıca bu havuzda harcanan enerjiyi göstermektedir. Bu yüzden toplam toprak mikrobiyal faaliyetinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Anderson ve Domsch 1993; Anderson 2003 ve Tian vd. 2008).

Yapılan çalışmada göknar meşceresine ait toprak örneklerinin bazal solunumu diğer meşcerelere göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3.33). Bu meşcerede diğer meşcerelere göre daha fazla mikrobiyal faaliyet gerçekleşmekte ve daha fazla enerji harcanmaktadır. Bunun nedeni bu meşcerenin toprak organik maddesinin diğer meşcerelere göre daha fazla olması, toprağın içerdiği kil miktarı, toprak sıcaklığı ve toprak nemi ile ilgili olabilir. Çünkü yapılan çalışmalarda toprak organik maddesinin artmasıyla mikrobiyal faaliyetin arttığı bildirilmektedir. Jenkinson'a (1988) göre toprak mikrobiyal biyokütlesinin miktarı ve faaliyeti üzerine toprak organik maddesinin çok fazla bir etkisi vardır. Tang vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada toprak solunumu ile toprak organik maddesi, ince kök miktarı, yaprak alan indeksi ve mikrobiyal biyokütle arasında pozitif bir korelasyonun olduğu ifade edilmektedir. Chen vd. (2003) tarafından orman ve mera topraklarında yapılan çalışmada toprak

sıcaklığının artmasıyla bazal solunumun arttığı ve aralarında pozitif ( $r=0,602$ ,  $P>0,05$ ;  $r=0,764$ ,  $P<0,05$ ) bir ilişkinin olduğu bildirilmektedir.

Yapılan bir çalışmada farklı ağaç türleri altındaki orman topraklarında (0-10 cm) bazal solunum (mikrobiyal faaliyet) miktarı  $0,30-1,20 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Quercus robur* L. meşçeresinde kış mevsiminde  $1,08-1,20 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren bazal solunum, ilkbahar mevsiminde  $0,44-0,61 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Pinus radiata* D. Don. meşçeresinde kış mevsiminde  $0,82-0,84 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren bazal solunum, ilkbahar mevsiminde  $0,30-0,65 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Eucalyptus nitens* Maiden meşçeresinde kış mevsiminde  $0,51-0,56 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişiklik gösteren bazal solunum, ilkbahar mevsiminde  $0,36-0,41 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. Çalışmada bazal solunumun mevsimlere ve ağaç türlerine göre değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. Ayrıca bazal solunumun kış mevsiminde ilkbahar mevsimine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Alvarez vd. 2009).

Chen vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal solunum miktarı belirlenmiştir. Karışık çam ormanına ait toprakların bazal solunumu  $0,17- 0,65$  (ortalama  $0,43$ )  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında bulunmuştur. Mera alanına ait toprakların bazal solunumu  $0,11-0,84 \mu\text{g}$  (ortalama  $0,44$ )  $\text{CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında bulunmuştur. Bazal solunum, her iki alanda da zaman ile artış göstererek ilkbahar mevsiminin sonunda en yüksek noktaya ulaşmış daha sonra bir azalışa geçerek sonbahar ve kış mevsiminde en düşük seviyeye inmiştir.

*Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinin altındaki orman topraklarının (0-10 cm) bazal solunum (mikrobiyal faaliyet) değerleri  $0,49-1,94 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değişmektedir (Tian vd. 2008). Farklı silvikültürel müdahalelerin yapıldığı *Pinus radiata* ormanında yapılan bir çalışmada toprakların (0-15 cm) ortalama bazal solunum değerinin  $0,65-1,05 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$  arasında değiştiği ifade edilirken, silvikültürel müdahalelerin bazal solunumu etkilediği bildirilmektedir (Merino vd. 2004).

Çalışma sonucunda elde edilen toprak bazal solunum değerleri yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermesine rağmen yine de bazal solunum değerleri arasında farklılıklar söz konusudur. Bu durum toprak özellikleri, örneğin alındığı derinlik, iklimik özellikler, laboratuarda uygulanan yöntemler ve inkübasyon sürelerinden kaynaklanabilir. Nitekim Sparling (1997)'e göre toprak solunumu ayrışma olaylarını izlemede kullanılabilir çok iyi bir parametredir. Fakat toprak solunumu neme, sıcaklığa ve organik maddenin alınabilirliğine bağlı olarak çok geniş aralıklarda değişiklik göstermektedir.

### 3.20 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN METABOLİK KATSAYISI ( $qCO_2$ )

#### 3.20.1 Ölü Örtü Örneklerinin Metabolik Katsayısı ( $qCO_2$ )

Araştırma alanından alınan ölü örtülerin en düşük metabolik katsayısı göknar meşçeresinde ilkbahar mevsiminde ( $0,6 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) ve en yüksek kayın meşçeresinde ilkbahar mevsiminde ( $16,0 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) belirlenmiştir. Meşçerelerin mevsimlere göre ölü örtülerine ait metabolik katsayı değerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.67 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.92, 93 ve 94) verilmiştir.

Tablo 3.67 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri,  $n = 30$ .

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Metabolik Katsayı ( $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ )			
Göknar	Min.	0,6	1,3	1,2	2,3
	Max.	2,8	2,6	3,4	8,5
	Ort.	1,60	1,67	1,95	3,47
	Std.	0,52	0,31	0,56	1,37
Kayın	Min.	1,6	1,3	1,6	2,1
	Max.	16,0	2,8	7,1	6,8
	Ort.	4,89	1,92	3,64	3,94
	Std.	3,39	0,39	1,61	1,08
Göknar-Kayın	Min.	2,1	1,4	1,2	2,4
	Max.	4,8	3,8	3,6	11,4
	Ort.	2,93	2,26	2,23	4,70
	Std.	0,64	0,60	0,49	1,95

Ölü örtü örneklerinin metabolik katsayı değerlerinin meşçere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. %

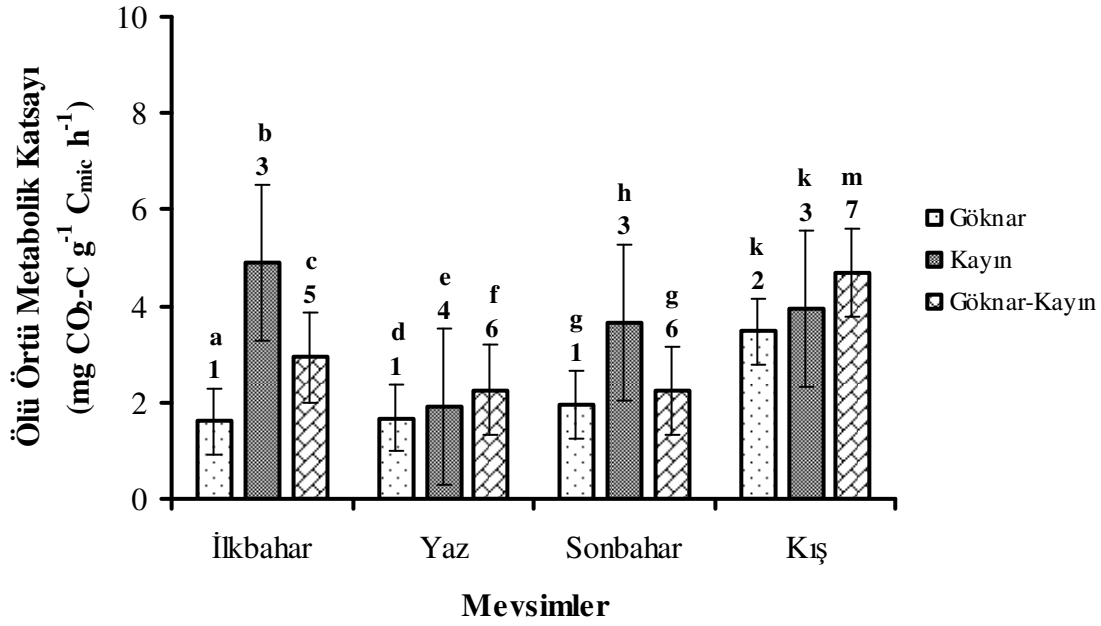
5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında fark ( $P<0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşcere tipinde ölü örtülerin metabolik katsayı değeri açısından ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında fark ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.68).

Tablo 3.68 Ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşcere tiplerine ( $n=120$ ) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	164,4	2	82,2	20,20	0,000*
	Gruplar İçi	354,1	87	4,0		
	Toplam	518,6	89			
Yaz	Gruplar Arası	5,3	2	2,6	12,9	0,000*
	Gruplar İçi	17,8	87	0,2		
	Toplam	23,1	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	49,7	2	24,8	23,5	0,000*
	Gruplar İçi	91,8	87	1,0		
	Toplam	141,5	89			
Kış	Gruplar Arası	23,1	2	11,5	5,0	0,000*
	Gruplar İçi	199,4	87	2,2		
	Toplam	222,5	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Göknar	Gruplar Arası	69,6	3	23,2	35,87	0,000*
	Gruplar İçi	75,0	116	0,6		
	Toplam	144,6	119			
Kayın	Gruplar Arası	137,9	3	45,0	11,91	0,000*
	Gruplar İçi	447,7	116	3,8		
	Toplam	585,7	119			
Göknar-Kayın	Gruplar Arası	121,0	3	40,3	33,29	0,000*
	Gruplar İçi	140,5	116	1,2		
	Toplam	261,5	119			

\* : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında ölü örtü metabolik katsayı değeri açısından farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.34). Meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tamhane'nin T2 testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.34).



Şekil 3.34 Ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşcere tiplerine ( $n=120$ ) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Değişik harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P<0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) sıcaklık, pH, toprak yönetimi (arazi kullanım biçimi), toprak tekstürü, toprak sıkışması ve ağır metal kirliliği gibi çevresel olayların etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda çoğunlukla kullanılmaktadır. Genel olarak, bir ekosistemde stres yüksek ise bu durumda metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) da yüksek olduğu/olacağı kanısı vardır. Fakat yüksek metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) stresi ifade ettiği için gelişmemiş ekosistemler ile fazla miktarda substratın olduğu ekosistemler hakkında yorum yapılırken dikkat edilmelidir. Gelişmemiş veya gelişmekte olan ekosistemlerde enerji için rekabet çok azdır ve var olan enerjiyi verimli kullanma konusunda da hiçbir istek bulunmamaktadır. Diğer taraftan gelişmesini tamamlamış ve belli bir çeşitliliğe ulaşmış ekosistemlerde enerjinin kullanımı ve alınımı için büyük bir rekabet vardır ve enerji kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılması için enerjiye güçlü ve etkili bir yönelim söz konusudur (Sparling 1997; Winding 2005).

Düşük metabolik katsayı bir ekosistemin olgunlaştığını ve ekosistemde herhangi bir stresin olmadığını yansıtmaktadır. Özellikle düşük pH'larda yüksek metabolik katsayı, mikrobiyal topluluğunun yüksek bir enerjiye gereksinim duyduğunun göstergesidir (Anderson ve Domsch 1993). Yapılan çalışmada kayın meşceresine ait ölü örtü metabolik katsayı değeri



İlkbahar ve kış mevsimlerinde diğer mevsimlere göre yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan kış mevsiminde meşcerelerin metabolik katsayı değeri nispeten diğer mevsimlerden daha yüksektir (Şekil 3.34). Bunun nedeni bahsedilen mevsimlerde sıcaklığın düşmesi ve yağışların artmasına bağlı olarak ölü örtü neminin artması sonucunda ayrışmanın yavaşlaması ve mikrobiyal biyokütlenin strese girmesi olabilir.

Ayrıca metabolik katsayı, bazal solunum/ $C_{mic}$  değerine göre belirlendiği için, sıcaklığın düşmesine bağlı olarak bu mevsimde diğer mevsimlere göre mikrobiyal biyokütle C'un azalması (Şekil 3.18) sonucunda metabolik katsayı artış göstermiş olabilir. Dolayısıyla mikrobiyal biyokütlenin alabileceği karbon miktarının düşük olması metabolik katsayının yüksek çıkmasını etkilemiş olabilir. Benzer olarak Anderson ve Domsch (1986) tarafından yapılan çalışmada mikrobiyal biyokütle için alınabilir karbon miktarının az olduğu durumlarda metabolik katsayının yüksek olabileceği bildirilmektedir. Sparling (1997) metabolik katsayının solunumda kullanılan organik C'un miktarı ve kalitesinden etkilendiğini bildirmektedir. Diğer taraftan organik maddenin ve C/N oranının açıklamaya çalıştığı ilişkilerin dışında daha birçok karışık olayın metabolik katsayının değişmesine sebep olabileceğini bildirmektedir.

Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) K.) ormanında asit ile sulama ve kireçlemenin toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için 6 farklı [A1: kontrol, A2: kireçleme, B1: asit ile sulama (pH 2,7), B2: kireçleme ve asit ile sulama (pH 2,7), C1: normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5) ve kireçleme ve normal sulama (H<sub>2</sub>O, pH 5,5)] deneme alanı kurulmuştur. Çalışmada organik humus (OH) tabakasının metabolik katsayıları (qCO<sub>2</sub>) mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> C<sub>mic</sub> h<sup>-1</sup> olarak A1'de 11,4, B1'de 11,8, C1'de 10,9, A2'de 22,9, B2'de 31,3 ve C2'de 26,3 şeklinde bulunmuştur (Anderson 1998).

Yapılan çalışmada ölü örtülerin metabolik katsayısı meşcere tipleri ve mevsimlere göre değişkenlik göstermiştir. Metabolik katsayıyı etkileyen ölü örtünün cinsi ve miktarı, nem içeriği, sıcaklık gibi faktörler olabilir. Nitekim Hu vd. (2006) tarafından saf ve karışık meşcerelerin ölü örtülerinde yapılan çalışmada metabolik katsayı karışık meşcerelerde daha düşük çıkmıştır. Çalışmada ölü örtü çeşidinin metabolik katsayıyı etkilediği bildirilmektedir.

### 3.20.2 Toprak Örneklerinin Metabolik Katsayısı ( $qCO_2$ )

Üst toprakların en düşük metabolik katsayısı kayın meşçeresinde ilkbahar mevsiminde ( $0,3 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşçeresinde yaz mevsiminde ( $7,6 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Meşçerelerin mevsimlere göre toprak örneklerine ait metabolik katsayı değerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.69 ve ek açıklamalar A'da (Tablo A.95, 96 ve 97) verilmiştir.

Tablo 3.69 Farklı meşçere tiplerinde (göknar, kayın ve göknar-kayın) mevsimlere göre toprak örneklerine ait metabolik katsayının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri,  $n = 30$ .

Meşçere Tipi	Belirtici Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
		Metabolik Katsayı ( $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ )			
Göknar	Min.	0,6	0,8	1,0	1,0
	Max.	2,9	7,6	2,5	3,3
	Ort.	1,18	2,41	1,51	1,68
	Std.	0,56	1,33	0,35	0,53
Kayın	Min.	0,3	0,5	0,8	0,7
	Max.	2,2	1,8	2,9	2,1
	Ort.	0,99	0,91	1,19	1,13
	Std.	0,42	0,34	0,46	0,33
Göknar-Kayın	Min.	0,6	0,6	0,5	0,6
	Max.	2,0	1,9	1,4	2,5
	Ort.	1,04	1,00	0,96	1,49
	Std.	0,29	0,30	0,26	0,45

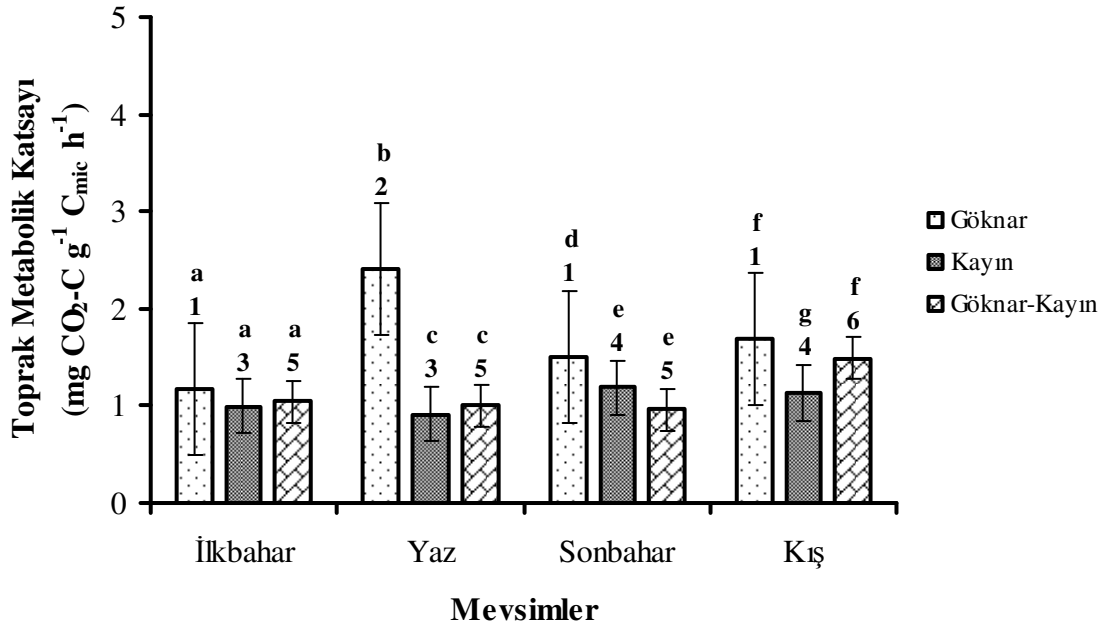
Toprak örneklerinin metabolik katsayı değerlerinin meşçere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık gösterip göstermediklerini ortaya koyabilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. % 5 önem düzeyinde yapılan analiz sonucuna göre; toprak metabolik katsayı değerleri bakımından yaz, sonbahar ve kış mevsimleri içerisinde meşçere tipleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Meşçere tipinde toprak metabolik katsayı değeri açısından yapılan varyans analizi sonucuna göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında fark ( $P < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.70).

Tablo 3.70 Toprak örneklerine ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere (n=90) ve meşcere tiplerine (n=120) göre basit varyans analizi sonuçları.

Mevsimler	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	0,5	2	0,2	1,46	0,237 <sup>NS</sup>
	Gruplar İçi	17,1	87	0,1		
	Toplam	17,6	89			
Yaz	Gruplar Arası	42,9	2	21,4	32,23	0,000*
	Gruplar İçi	58,0	87	0,6		
	Toplam	100,9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	4,4	2	2,2	16,25	0,000*
	Gruplar İçi	11,9	87	0,1		
	Toplam	16,4	89			
Kış	Gruplar Arası	4,5	2	2,2	11,13	0,000*
	Gruplar İçi	17,7	87	0,2		
	Toplam	22,2	89			
Meşcere Tipi	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Göknar	Gruplar Arası	24,6	3	8,2	13,00	0,000*
	Gruplar İçi	73,1	116	0,6		
	Toplam	97,7	119			
Kayın	Gruplar Arası	1,5	3	0,5	3,19	0,026*
	Gruplar İçi	18,2	116	0,1		
	Toplam	19,7	119			
Göknar-Kayın	Gruplar Arası	5,3	3	1,7	15,49	0,000*
	Gruplar İçi	13,4	116	0,1		
	Toplam	18,8	119			

\*: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı, <sup>NS</sup>: 0,05 Önem düzeyi ile anlamsız

Mevsim içerisinde göknar, kayın ve göknar-kayın meşcereleri arasında toprak metabolik katsayı değeri açısından, farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; meşcere tipleri farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 3.35). Toprak metabolik katsayı değeri bakımından, meşcere tipinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Tukey HSD testi sonucuna göre; mevsimler farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 3.35).



Şekil 3.35 Toprak örneklerine (0-5 cm) ait metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) mevsimlere ( $n=90$ ) ve meşcere tiplerine ( $n=120$ ) göre değişimi. Sütunlar ortalama  $\pm$  standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler mevsim içerisinde meşcere tiplerine, farklı rakamlar meşcere tipinde mevsimlere göre  $P<0,05$  önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprak bazal solunumunda olduğu gibi metabolik katsayı ( $qCO_2$ ), topraktaki mikrobiyal faaliyeti ve toprak kalitesini değerlendirmede kullanılmaktadır. Ayrıca metabolik katsayının ( $qCO_2$ ) çok etkili ve hassas bir gösterge (indikatör) olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Bununla birlikte, toprak kalitesi ve mikrobiyal faaliyetin değerlendirmesinde metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ile  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin birlikte göz önüne alınarak bir sonuca varılması gerektiği de ifade etmektedirler (Anderson ve Domsch 1993; Anderson 2003 ve Tian vd. 2008). Diğer taraftan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri her iki parametreyi de etkilediği için toprak yönetimine bağlı olan değerlendirmelerde çok dikkatli olunması gerektiği bildirilmektedir (Bauhus ve Khanna 1999).

Genel olarak yüksek metabolik katsayı mikrobiyal biyokütlenin solunumunda harcadığı enerjiyi karşılayabilmesi için yüksek miktarlarda substrata (organik maddeye) ihtiyaç duyduğunun bir göstergesidir. Diğer bir anlatım ile metabolik katsayının yüksek olması durumunda ortamda canlıların kullanabileceği substrat çok az miktardadır (Bauhus ve Khanna 1999). Mikrobiyal canlıların sitoplazmalarının pH'sı 7,0 civarında olduğu için genel olarak toprak mikroorganizmaları için en uygun pH değeri 7,0'ye yakın (pH 6-8) değerlerdir (Miller ve

Donahue 1995; Kantarcı 2000). Bu yüzden düşük pH'larda yüksek metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) karasal mikrobiyal topluluklar için stresin bir göstergesi durumundadır (Anderson ve Domsch 1993). Anderson (2003) tarafından yapılan çalışmada nötr topraklar için metabolik katsayının ( $qCO_2$ )  $0,5-2,0 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$  arasında olması durumunda toprakta herhangi bir stresin söz konusu olmadığı belirtilmektedir. Özellikle  $2,0 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$  üstünde olan sonuçların topraklar için kritik değer olduğu vurgulanmaktadır.

Genel olarak çalışma alanlarına ait toprakların ortalama pH'ları bahsedilen toprak reaksiyonu (pH 6-8) aralığının altındadır. Böyle olmasına rağmen çalışma alanlarına ait toprakların metabolik katsayı değerleri (göknar meşçeresinin yaz mevsimi hariç) bahsedilen sınır değerlerinin ( $0,5-2,0 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$ ) arasında kalmaktadır (Şekil 3.35). Göknar meşçeresinde metabolik katsayının ( $qCO_2$ )  $2,0$ 'ın üstünde çıkmasının nedeni diğer mevsimlere göre yaz mevsiminde toprağın organik madde içeriğinin düşük (Şekil 3.11) ve nispeten toprak solunumunun yüksek (Şekil 3.33) olmasından kaynaklanabilir. Nitekim Anderson ve Domsch (1986) tarafından yapılan çalışmada mikrobiyal biyokütle için alınabilir karbon miktarının az olduğu durumlarda metabolik katsayının yüksek olabileceği bildirilmektedir.

Granit ve şist anakayaları üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ve *Pinus sylvestris* ormanlarına ait toprakların (0-15 cm) mikrobiyal biyokütlesinin araştırıldığı bir çalışmada metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri de belirlenmiştir. Çalışmada granit anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* ormanına ait toprakların metabolik katsayısı ( $qCO_2$ )  $1,42-3,96$  (ortalama  $3,16$ )  $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$  arasında, *Pinus sylvestris* ormanı için  $1,95-4,09$  (ortalama  $2,87$ )  $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$  arasında bulunmuştur. Şist anakayası üzerinde yetişen *Pinus pinaster* orman topraklarına ait metabolik katsayısı ( $qCO_2$ )  $3,26-6,08$  (ortalama  $4,54$ )  $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$  arasında, *Pinus sylvestris* orman topraklarında ise,  $1,92-4,49$  (ortalama  $2,77$ )  $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$  arasında tespit edilmiştir (Mahia vd. 2006).

*Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinin altındaki orman toprakların (0-10 cm) metabolik katsayısının ( $qCO_2$ )  $0,74-10,17 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$  arasında değiştiği ifade edilmektedir (Tian vd. 2008).

Farklı ağaç türleri altındaki orman topraklarının (0-10 cm) mevsimlere göre metabolik katsayısı ( $qCO_2$ ) 0,75-1,62 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. Çalışmada mikrobiyal metabolik katsayısının ( $qCO_2$ ) ağaç türlerine göre değişiklik göstermediği fakat mevsimlere göre değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. *Quercus robur* L. meşçeresinde kış mevsiminde 1,14-1,44 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişiklik gösteren metabolik katsayı, ilkbahar mevsiminde 0,93-1,02 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Pinus radiata* D. Don. meşçeresinde kış mevsiminde 1,21-1,62 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişiklik gösteren metabolik katsayı, ilkbahar mevsiminde 0,75-1,22 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. *Eucalyptus nitens* Maiden meşçeresinde kış mevsiminde 1,24-1,31 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişiklik gösteren metabolik katsayı, ilkbahar mevsiminde 0,84-0,91 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değişiklik göstermektedir. Çalışmada metabolik katsayısının ( $qCO_2$ ) genel olarak kış mevsiminde, ilkbahar mevsimine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Alvarez vd. 2009).

Farklı silvikültürel müdahalelerin yapıldığı *Pinus radiata* ormanında yapılan bir çalışmada toprakların (0-15 cm) ortalama metabolik katsayısının ( $qCO_2$ ) 1,8-2,6 mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  arasında değiştiği ve silvikültürel müdahalelerin metabolik katsayıyı ( $qCO_2$ ) etkilemediği bildirilmektedir (Merino vd. 2004). Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) K.) ormanında asit ile sulama ve kireçlemenin toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için 6 farklı [A1: kontrol, A2: kireçleme, B1: asit ile sulama (pH 2,7), B2: kireçleme ve asit ile sulama (pH 2,7), C1: normal sulama ( $H_2O$ , pH 5,5) ve kireçleme ve normal sulama ( $H_2O$ , pH 5,5)] deneme alanı kurulmuştur. Çalışmada üst toprakların (0-5 cm) metabolik katsayıları ( $qCO_2$ ) mg  $CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$  olarak A1'de 3,4, B1'de 3,0, C1'de 2,5, A2'de 4,5, B2'de 6,1 ve C2'de 4,3 şeklinde bulunmuştur (Anderson 1998).

### 3.21 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN KORELASYON ANALİZİ

Korelasyon analizi uygulanarak iki değişken arasındaki ilişkinin büyüklüğü, yönü ve önemliliği ortaya konulmaktadır. Çalışmanın diğer bir amacı; mikrobiyal biyokütle C, mikrobiyal biyokütle N, mikrobiyal biyokütle P ve toprak solunumu ile göknar, kayın ve göknar-kayın meşçerelerine ait diğer ölü örtü ve toprak özellikleri (toprak sıcaklığı, organik C, toplam N, pH ve % kil miktarı v.b.) arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla göknar, kayın ve göknar-kayın meşçerelerine ait ölü örtü ve toprakların bazı özellikleri ile mikrobiyal biyokütle C, mikrobiyal biyokütle N, mikrobiyal biyokütle P ve toprak solunumu

arasındaki ikili ilişkileri ortaya çıkarmak için basit korelasyon analizi yapılmış ve sonuçlar ilgili tablolarda (Tablo 3.71-76) verilmiştir.

### **3.21.1 Gökmar Meşceresi Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi**

Gökmar meşceresi ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle C'un sıcaklık ( $r = 0,478$ ), bitkiye yararılı fosfor ( $r = 0,183$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = 0,758$ ) ile pozitif ilişki gösterdiği bulunmuştur. Ancak mikrobiyal biyokütle C'un ölü örtü nemi içeriği ( $r = - 0,480$ ), pH ( $r = - 0,448$ ) ve metabolik katsayı ( $r = - 0,731$ ) ile negatif bir ilişki gösterdiği bulunmuştur (Tablo 3.71).

Mikrobiyal solunum ile ölü örtü nem içeriği ( $r = 0,516$ ), toplam azot ( $r = 0,346$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = 0,192$ ), mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,747$ ) ve metabolik katsayı ( $r = 0,366$ ) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Fakat ölü örtü reaksiyonu ( $r = 0,379$ ), organik C ( $r = - 0,239$ ) ile mikrobiyal solunum arasında negatif ilişki bulunmuştur (Tablo 3.71). Tablo 3.71'de diğer ölü örtü özellikleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi verilmiştir.

Tablo 3.71 Gök nar meşçeresi ölü örtü örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120.

Bazı Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Ölü Örtü Sıcaklığı (°C)	1	-0,543**	-0,577**	-0,370**	-0,147 <sup>NS</sup>	-0,496**	0,478**	0,538**	-0,054 <sup>NS</sup>	0,129 <sup>NS</sup>	-0,368**
Ölü Örtü Nemi (%)		1	0,777**	0,033 <sup>NS</sup>	0,428**	0,048 <sup>NS</sup>	-0,480**	-0,461**	0,581**	0,516**	0,727**
Aktüel pH			1	0,113 <sup>NS</sup>	0,358**	-0,118 <sup>NS</sup>	-0,448**	-0,408**	-0,421**	-0,379**	0,610**
Organik C (%)				1	0,366**	-0,107 <sup>NS</sup>	0,069 <sup>NS</sup>	-0,115 <sup>NS</sup>	-0,101 <sup>NS</sup>	-0,239**	0,067 <sup>NS</sup>
Toplam N (%)					1	0,198*	-0,127 <sup>NS</sup>	0,047 <sup>NS</sup>	0,420**	0,346**	0,474**
Bitkiye Yarayırlı P (µg g <sup>-1</sup> )						1	0,183*	0,214*	0,327**	0,374**	0,070 <sup>NS</sup>
Mikrobiyal C (C <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )							1	0,758**	0,057 <sup>NS</sup>	0,132 <sup>NS</sup>	-0,731**
Mikrobiyal N (N <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )								1	0,121 <sup>NS</sup>	0,192*	-0,547**
Mikrobiyal P (P <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )									1	0,747**	0,260**
M.S.(µg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> ölü örtü h <sup>-1</sup> )										1	0,366**
qCO <sub>2</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup> )											1

C<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle C, N<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle N, P<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle P, M.S: Mikrobiyal Solunum, qCO<sub>2</sub>: Metabolik Katsayı

A: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), B: Ölü Örtü Nemi (%), C: Aktüel pH, D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Bitkiye Yarayırlı P (µg g<sup>-1</sup>), G: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g<sup>-1</sup>), H: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g<sup>-1</sup>), I: Mikrobiyal Biyokütle P (µg g<sup>-1</sup>), J: Mikrobiyal Solunum (µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup>), K: Metabolik Katsayı (mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> C<sub>mic</sub> h<sup>-1</sup>)

\*\*Korelasyon 0,01 (α<0,01) önem düzeyinde önemlidir. \*Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

<sup>NS</sup> Korelasyon 0,01 (α>0,01) ve 0,05 (α>0,05) önem düzeylerinde önemli değildir.



### 3.21.2 Kayın Meşçeresi Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Kayın meşçeresi ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N ile sıcaklık ( $r = 0,645$ ), ölü örtü reaksiyonu ( $r = 0,212$ ), toplam azot ( $r = 0,593$ ), mikrobiyal biyokütle C ( $r = 0,505$ ) ve mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,285$ ) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Diğer taraftan ölü örtü nemi ( $r = - 0,325$ ), bitkiye yararılı fosfor ( $r = - 0,347$ ) ve metabolik katsayı ( $r = - 0,307$ ) ile mikrobiyal N arasında negatif ilişki belirlenmiştir (Tablo 3.72).

Metabolik katsayı ile sıcaklık ( $r = - 0,413$ ), organik C ( $r = - 0,281$ ), toplam N ( $r = - 0,396$ ), mikrobiyal biyokütle C ( $r = - 0,781$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = - 0,307$ ) ve mikrobiyal biyokütle P ( $r = - 0,249$ ) arasında negatif ilişki bulunmuştur. Fakat ölü örtü nemi ( $r = 0,131$ ), ölü örtü reaksiyonu (pH) ( $r = 0,075$ ), bitkiye yararılı P ( $r = -0,051$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = -0,047$ ) ile metabolik katsayı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 3.72). Tablo 3.72’de diğer ölü örtü özellikleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi verilmiştir.

Tablo 3.72 Kayın meşçeresi ölü örtü örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120.

Bazı Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Ölü Örtü Sıcaklığı (°C)	1	-0,378**	0,031 <sup>NS</sup>	-0,006 <sup>NS</sup>	0,542*	-0,424**	0,650**	0,645**	0,277**	0,097 <sup>NS</sup>	-0,413**
Ölü Örtü Nemi (%)		1	0,172 <sup>NS</sup>	0,445**	0,056 <sup>NS</sup>	0,655**	-0,162 <sup>NS</sup>	-0,325**	0,428**	0,562**	0,131 <sup>NS</sup>
Aktüel pH			1	0,412**	0,277**	0,135 <sup>NS</sup>	0,022 <sup>NS</sup>	0,212*	0,244**	0,378**	0,075 <sup>NS</sup>
Organik C (%)				1	0,591**	0,506**	0,365**	0,048 <sup>NS</sup>	0,499**	0,597**	-0,281**
Toplam N (%)					1	0,045 <sup>NS</sup>	0,582**	0,593**	0,649*	0,482**	-0,396**
Bitkiye Yarayışlı P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )						1	-0,029 <sup>NS</sup>	-0,347**	0,206*	0,388**	-0,051 <sup>NS</sup>
Mikrobiyal C ( $C_{\text{mic}}$ ) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )							1	0,505**	0,302**	0,216*	-0,781**
Mikrobiyal N ( $N_{\text{mic}}$ ) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )								1	0,285**	0,055 <sup>NS</sup>	-0,307**
Mikrobiyal P ( $P_{\text{mic}}$ ) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )									1	0,566**	-0,249**
M.S.( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü $\text{h}^{-1}$ )										1	-0,047 <sup>NS</sup>
$q\text{CO}_2$ ( $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{\text{mic}} \text{h}^{-1}$ )											1

$C_{\text{mic}}$ : Mikrobiyal Biyokütle C,  $N_{\text{mic}}$ : Mikrobiyal Biyokütle N,  $P_{\text{mic}}$ : Mikrobiyal Biyokütle P, M.S: Mikrobiyal Solunum,  $q\text{CO}_2$ : Metabolik Katsayı

A: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), B: Ölü Örtü Nemi (%), C: Aktüel pH, D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Bitkiye Yarayışlı P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), G: Mikrobiyal Biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), H: Mikrobiyal Biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), I: Mikrobiyal Biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), J: Mikrobiyal Solunum ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü  $\text{h}^{-1}$ ), K: Metabolik Katsayı ( $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{\text{mic}} \text{h}^{-1}$ )

\*\*Korelasyon 0,01 ( $\alpha < 0,01$ ) önem düzeyinde önemlidir. \*Korelasyon 0,05 ( $P < 0,05$ ) önem düzeyinde önemlidir.

<sup>NS</sup> Korelasyon 0,01 ( $\alpha > 0,01$ ) ve 0,05 ( $\alpha > 0,05$ ) önem düzeylerinde önemli değildir.

### 3.21.3 Gök nar-Kayın Meşceresi Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Gök nar-kayın meşceresi ölü örtü örneklerine ait ölü örtü nem içeriği, ölü örtü reaksiyonu (pH) ( $r = 0,325$ ), organik C ( $r = 0,467$ ), bitkiye yarayışlı P ( $r = 0,264$ ), mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,428$ ) ve metabolik katsayı ( $r = 0,549$ ) ile pozitif ilişki göstermiştir. Diğer taraftan mikrobiyal biyokütle C ( $r = - 0,640$ ) ve mikrobiyal biyokütle N ( $r = - 0,379$ ) ile ölü örtü nem içeriği negatif ilişki göstermiştir (Tablo 3.73).

Mikrobiyal biyokütle C'un sıcaklık ( $r = 0,633$ ), toplam N ( $r = 0,217$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = 0,581$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = 0,282$ ) ile pozitif ve anlamlı ilişki gösterdiği bulunmuştur. Ancak ölü örtü nem içeriği ( $r = - 0,640$ ), ölü örtü reaksiyonu (pH) ( $r = - 0,295$ ), organik C ( $r = - 0,205$ ), bitkiye yarayışlı P ( $r = - 0,224$ ) ve metabolik katsayı ( $r = - 0,820$ ) ile mikrobiyal biyokütle C'un negatif ve anlamlı ilişki gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 3.73). Diğer ölü örtü özellikleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi Tablo 3.73'te verilmiştir.

Tablo 3.73 Gök nar-kayın meşceresi ölü örtü örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120.

Bazı Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Ölü Örtü Sıcaklığı (°C)	1	-0,663**	-0,392**	-0,470**	0,249**	0,108 <sup>NS</sup>	0,633**	0,650**	0,063 <sup>NS</sup>	0,170 <sup>NS</sup>	-0,526**
Ölü Örtü Nemi (%)		1	0,325**	0,467**	-0,067 <sup>NS</sup>	0,264**	-0,640**	-0,379**	0,428**	-0,059 <sup>NS</sup>	0,549**
Aktüel pH			1	0,279**	-0,003 <sup>NS</sup>	0,258**	-0,295**	-0,307**	-0,063 <sup>NS</sup>	0,007 <sup>NS</sup>	0,346**
Organik C (%)				1	0,446**	0,077 <sup>NS</sup>	-0,205*	-0,271**	0,173 <sup>NS</sup>	0,031 <sup>NS</sup>	0,188*
Toplam N (%)					1	0,059 <sup>NS</sup>	0,217*	0,060 <sup>NS</sup>	0,145 <sup>NS</sup>	0,265**	-0,053 <sup>NS</sup>
Bitkiye Yarayışlı P (µg g <sup>-1</sup> )						1	-0,224*	-0,087 <sup>NS</sup>	-0,035 <sup>NS</sup>	0,054 <sup>NS</sup>	0,230*
Mikrobiyal C (C <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )							1	0,581**	0,070 <sup>NS</sup>	0,282**	-0,820**
Mikrobiyal N (N <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )								1	0,231*	0,050 <sup>NS</sup>	-0,465**
Mikrobiyal P (P <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )									1	0,175 <sup>NS</sup>	0,053 <sup>NS</sup>
M.S.(µg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> ölü örtü h <sup>-1</sup> )										1	-0,113 <sup>NS</sup>
qCO <sub>2</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup> )											1

C<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle C, N<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle N, P<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle P, M.S: Mikrobiyal Solunum, qCO<sub>2</sub>: Metabolik Katsayı

A: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), B: Ölü Örtü Nemi (%), C: Aktüel pH, D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Bitkiye Yarayışlı P (µg g<sup>-1</sup>), G: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g<sup>-1</sup>), H: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g<sup>-1</sup>), I: Mikrobiyal Biyokütle P (µg g<sup>-1</sup>), J: Mikrobiyal Solunum (µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> ölü örtü h<sup>-1</sup>), K: Metabolik Katsayı (mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> C<sub>mic</sub> h<sup>-1</sup>)

\*\*Korelasyon 0,01 (α<0,01) önem düzeyinde önemlidir. \*Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

<sup>NS</sup> Korelasyon 0,01 (α>0,01) ve 0,05 (α>0,05) önem düzeylerinde önemli değildir.

### 3.21.4 Gökmar Meşçeresi Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

Gökmar meşçeresi toprak örneklerine ait organik C'un toprak nemi ( $r = 0,342$ ), toprak reaksiyonu ( $r = 0,526$ ), toplam N ( $r = 0,877$ ), mikrobiyal biyokütle C ( $r = 0,457$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = 0,555$ ), mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,387$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = 0,281$ ) ile pozitif ve anlamlı ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak toprak sıcaklığı ( $r = - 0,197$ ) ve metabolik katsayı ( $r = - 0,266$ ) ile toprakların organik C arasında negatif ve anlamlı ilişki bulunmuştur (Tablo 3.74).

Gökmar meşçeresi toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle P'nin toprak nemi ( $r = 0,423$ ), aktüel pH ( $r = 0,288$ ), organik C ( $r = 0,387$ ), toplam N ( $r = 0,382$ ), mikrobiyal biyokütle C ( $r = 0,784$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = 0,722$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = 0,740$ ) ile pozitif ve anlamlı ilişki gösterdiği bulunmuştur. Fakat toprak sıcaklığı ( $r = -0,015$ ), kil miktarı ( $r = - 0,136$ ), bitkiye yarayışlı P ( $r = -0,044$ ) ve metabolik katsayı ( $r = 0,093$ ) ile mikrobiyal biyokütle P arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 3.74). Ayrıca meşçereye ait bazı toprak özellikleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi Tablo 3.74'te verilmiştir.

Tablo 3.74 Gökmar meşçeresi toprak örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120.

Bazı Toprak Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Toprak Sıcaklığı (°C)	1	-0,631**	0,011 <sup>NS</sup>	-0,137 <sup>NS</sup>	-0,197*	-0,059 <sup>NS</sup>	0,365**	-0,001 <sup>NS</sup>	0,232*	-0,015 <sup>NS</sup>	0,242**	0,399**
Toprak Nemi (%)		1	-0,154 <sup>NS</sup>	0,121 <sup>NS</sup>	0,342**	0,275**	-0,045 <sup>NS</sup>	0,411**	0,138 <sup>NS</sup>	0,423**	0,271**	-0,171 <sup>NS</sup>
Kil (%)			1	0,063 <sup>NS</sup>	-0,044 <sup>NS</sup>	-0,071 <sup>NS</sup>	-0,032 <sup>NS</sup>	-0,108 <sup>NS</sup>	-0,144 <sup>NS</sup>	-0,136 <sup>NS</sup>	-0,190*	-0,160 <sup>NS</sup>
Aktüel pH				1	0,526**	0,571**	0,253**	0,122 <sup>NS</sup>	0,502**	0,288**	0,119 <sup>NS</sup>	-0,065 <sup>NS</sup>
Organik C (%)					1	0,877**	0,109 <sup>NS</sup>	0,457**	0,555**	0,387**	0,281**	-0,266**
Toplam N (%)						1	0,248**	0,392**	0,645**	0,382**	0,352**	-0,097 <sup>NS</sup>
Bitkiye Yarayırlı P (µg g <sup>-1</sup> )							1	0,158 <sup>NS</sup>	0,241**	-0,044 <sup>NS</sup>	0,169 <sup>NS</sup>	0,074 <sup>NS</sup>
Mikrobiyal C (C <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )								1	0,675**	0,784**	0,715**	-0,185*
Mikrobiyal N (N <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )									1	0,722**	0,665**	0,084 <sup>NS</sup>
Mikrobiyal P (P <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )										1	0,740**	0,093 <sup>NS</sup>
M.S.(µg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> toprak h <sup>-1</sup> )											1	0,482**
qCO <sub>2</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup> )												1

C<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle C, N<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle N, P<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle P, M.S: Mikrobiyal Solunum, qCO<sub>2</sub>: Metabolik Katsayı

A: Toprak Sıcaklığı (°C), B: Toprak Nemi (%), C: Kil (%), D: Aktüel pH, E: Organik C (%), F: Toplam N (%), G: Bitkiye Yarayırlı P (µg g<sup>-1</sup>), H: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g<sup>-1</sup>), I: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g<sup>-1</sup>), J: Mikrobiyal Biyokütle P (µg g<sup>-1</sup>), K: Mikrobiyal Solunum (µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup>), L: Metabolik Katsayı (mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> C<sub>mic</sub> h<sup>-1</sup>)

\*\*Korelasyon 0,01 (α<0,01) önem düzeyinde önemlidir. \*Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

<sup>NS</sup> Korelasyon 0,01 (α>0,01) ve 0,05 (α>0,05) önem düzeylerinde önemli değildir.

### 3.21.5 Kayın Meşceresi Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

Kayın meşceresine ait topraklarda mikrobiyal biyokütle C ile toprak nemi ( $r = 0,193$ ), organik C ( $r = 0,233$ ), toplam N ( $r = 0,305$ ), bitkiye yarıyışlı P ( $r = 0,210$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = 0,724$ ), mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,539$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = 0,695$ ) arasında pozitif ve anlamlı ilişki bulunmuştur. Diğer taraftan metabolik katsayı ( $r = - 0,246$ ) ile mikrobiyal biyokütle C arasında negatif anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.75).

Metabolik katsayı toprak nemi ( $r = 0,263$ ), organik C ( $r = 0,237$ ), bitkiye yarıyışlı P ( $r = 0,219$ ), mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,284$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = 0,456$ ) arasında anlamlı ve pozitif ilişkinin olduğu bulunmuştur. Toprağın kil miktarı ( $r = - 0,255$ ) ile negatif ve anlamlı ilişki gösteren metabolik katsayı diğer toprak özellikleri ile anlamlı ilişki göstermemiştir (Tablo 3.75). Kayın meşceresine ait bazı toprak özellikleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi Tablo 3.75'te verilmiştir.

Tablo 3.75 Kayın meşçeresi toprak örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120.

Bazı Toprak Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Toprak Sıcaklığı (°C)	1	-0,730**	0,014 <sup>NS</sup>	0,039 <sup>NS</sup>	0,096 <sup>NS</sup>	0,099 <sup>NS</sup>	0,077 <sup>NS</sup>	0,178 <sup>NS</sup>	0,265**	0,075 <sup>NS</sup>	-0,029 <sup>NS</sup>	-0,168 <sup>NS</sup>
Toprak Nemi (%)		1	-0,064 <sup>NS</sup>	0,186*	0,290**	0,333**	-0,009 <sup>NS</sup>	0,193*	0,167 <sup>NS</sup>	0,258**	0,371**	0,263**
Kil (%)			1	-0,254**	-0,191*	-0,171 <sup>NS</sup>	0,246**	0,150 <sup>NS</sup>	-0,103 <sup>NS</sup>	-0,057 <sup>NS</sup>	-0,009 <sup>NS</sup>	-0,255**
Aktüel pH				1	0,581**	0,602**	0,040 <sup>NS</sup>	0,047 <sup>NS</sup>	0,376**	-0,350**	0,160 <sup>NS</sup>	0,105 <sup>NS</sup>
Organik C (%)					1	0,943**	0,142 <sup>NS</sup>	0,233*	0,472**	0,404**	0,376**	0,237**
Toplam N (%)						1	0,088 <sup>NS</sup>	0,305**	0,510**	0,420**	0,374**	0,130 <sup>NS</sup>
Bitkiye Yararışlı P (µg g <sup>-1</sup> )							1	0,210*	0,238**	0,286**	0,295**	0,219*
Mikrobiyal C (C <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )								1	0,724**	0,539**	0,695**	-0,246**
Mikrobiyal N (N <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )									1	0,768**	0,784**	0,175 <sup>NS</sup>
Mikrobiyal P (P <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )										1	0,693**	0,284**
M.S.(µg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> toprak h <sup>-1</sup> )											1	0,456**
qCO <sub>2</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup> )												1

C<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle C, N<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle N, P<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle P, M.S: Mikrobiyal Solunum, qCO<sub>2</sub>: Metabolik Katsayı

A: Toprak Sıcaklığı (°C), B: Toprak Nemi (%), C: Kil (%), D: Aktüel pH, E: Organik C (%), F: Toplam N (%), G: Bitkiye Yararışlı P (µg g<sup>-1</sup>), H: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g<sup>-1</sup>), I: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g<sup>-1</sup>), J: Mikrobiyal Biyokütle P (µg g<sup>-1</sup>), K: Mikrobiyal Solunum (µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup>), L: Metabolik Katsayı (mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> C<sub>mic</sub> h<sup>-1</sup>)

\*\*Korelasyon 0,01 (α<0,01) önem düzeyinde önemlidir. \*Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

<sup>NS</sup> Korelasyon 0,01 (α>0,01) ve 0,05 (α>0,05) önem düzeylerinde önemli değildir.



### 3.21.6 Gök nar-Kayın Meşceresi Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

Gök nar-kayın meşceresine ait toprakların organik C içerikleri toprak nemi ( $r = 0,521$ ), aktüel pH ( $r = 0,472$ ), toplam N ( $r = 0,912$ ), mikrobiyal biyokütle C ( $r = 0,243$ ), mikrobiyal biyokütle N ( $r = 0,317$ ), mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,314$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = 0,291$ ) ile anlamlı ve pozitif ilişki göstermiştir. Ancak toprak sıcaklığı ( $r = - 0,253$ ) ve bitkiye yarayışlı P ( $r = - 0,215$ ) ile toprakların organik C içerikleri negatif ve anlamlı ilişki göstermiştir (Tablo 3.76).

Toprakların mikrobiyal biyokütle N içeriklerinin toprak sıcaklığı ( $r = 0,412$ ), aktüel pH ( $r = 0,301$ ), organik C ( $r = 0,317$ ), toplam N ( $r = 0,518$ ), mikrobiyal biyokütle C ( $r = 0,579$ ), mikrobiyal biyokütle P ( $r = 0,495$ ) ve mikrobiyal solunum ( $r = 0,584$ ) ile pozitif ve anlamlı ilişki gösterdiği bulunmuştur. Diğer taraftan toprak nemi ( $r = -0,036$ ), toprağın kil miktarı ( $r = 0,049$ ), bitkiye yarayışlı P ( $r = -0,033$ ) ve metabolik katsayı ( $r = -0,063$ ) ile toprakların mikrobiyal biyokütle N içerikleri arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır (Tablo 3.76). Gök nar-kayın meşceresine ait bazı toprak özellikleri ve aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi Tablo 3.76'da verilmiştir.

Tablo 3.76 Gök nar-kayın meşceresi toprak örneklerine ait bazı özellikler ve aralarındaki ilişkiyi gösteren basit korelasyon matrisi, n = 120.

Bazı Toprak Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Toprak Sıcaklığı (°C)	1	-0,805**	0,011 <sup>NS</sup>	0,061 <sup>NS</sup>	-0,253**	-0,075 <sup>NS</sup>	0,176 <sup>NS</sup>	0,584**	0,412**	-0,106 <sup>NS</sup>	0,302**	-0,374**
Toprak Nemi (%)		1	0,062 <sup>NS</sup>	0,264**	0,521**	0,410**	-0,210*	-0,312**	-0,036 <sup>NS</sup>	0,300**	0,099 <sup>NS</sup>	0,496**
Kil (%)			1	0,027 <sup>NS</sup>	0,051 <sup>NS</sup>	0,043 <sup>NS</sup>	0,053 <sup>NS</sup>	-0,043 <sup>NS</sup>	0,049 <sup>NS</sup>	-0,07 <sup>NS</sup>	0,043 <sup>NS</sup>	0,042 <sup>NS</sup>
Aktüel pH				1	0,472**	0,585**	0,023 <sup>NS</sup>	0,006 <sup>NS</sup>	0,301**	0,348**	0,113 <sup>NS</sup>	0,164 <sup>NS</sup>
Organik C (%)					1	0,912**	-0,215*	0,243**	0,317**	0,314**	0,291**	0,110 <sup>NS</sup>
Toplam N (%)						1	-0,190 <sup>NS</sup>	0,290**	0,518**	0,401**	0,327**	0,083 <sup>NS</sup>
Bitkiye Yarayırlı P (µg g <sup>-1</sup> )							1	-0,088 <sup>NS</sup>	-0,033 <sup>NS</sup>	-0,025 <sup>NS</sup>	0,016 <sup>NS</sup>	0,018 <sup>NS</sup>
Mikrobiyal C (C <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )								1	0,579**	0,142 <sup>NS</sup>	0,574**	-0,487**
Mikrobiyal N (N <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )									1	0,495**	0,584**	-0,063 <sup>NS</sup>
Mikrobiyal P (P <sub>mic</sub> ) (µg g <sup>-1</sup> )										1	0,391**	0,278**
M.S.(µg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> toprak h <sup>-1</sup> )											1	0,360**
qCO <sub>2</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C g <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup> )												1

C<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle C, N<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle N, P<sub>mic</sub>: Mikrobiyal Biyokütle P, M.S: Mikrobiyal Solunum, qCO<sub>2</sub>: Metabolik Katsayı

A: Toprak Sıcaklığı (°C), B: Toprak Nemi (%), C: Kil (%), D: Aktüel pH, E: Organik C (%), F: Toplam N (%), G: Bitkiye Yarayırlı P (µg g<sup>-1</sup>), H: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g<sup>-1</sup>), I: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g<sup>-1</sup>), J: Mikrobiyal Biyokütle P (µg g<sup>-1</sup>), K: Mikrobiyal Solunum (µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> toprak h<sup>-1</sup>), L: Metabolik Katsayı (mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> C<sub>mic</sub> h<sup>-1</sup>)

\*\*Korelasyon 0,01 (α<0,01) önem düzeyinde önemlidir. \*Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

<sup>NS</sup> Korelasyon 0,01 (α>0,01) ve 0,05 (α>0,05) önem düzeylerinde önemli değildir.

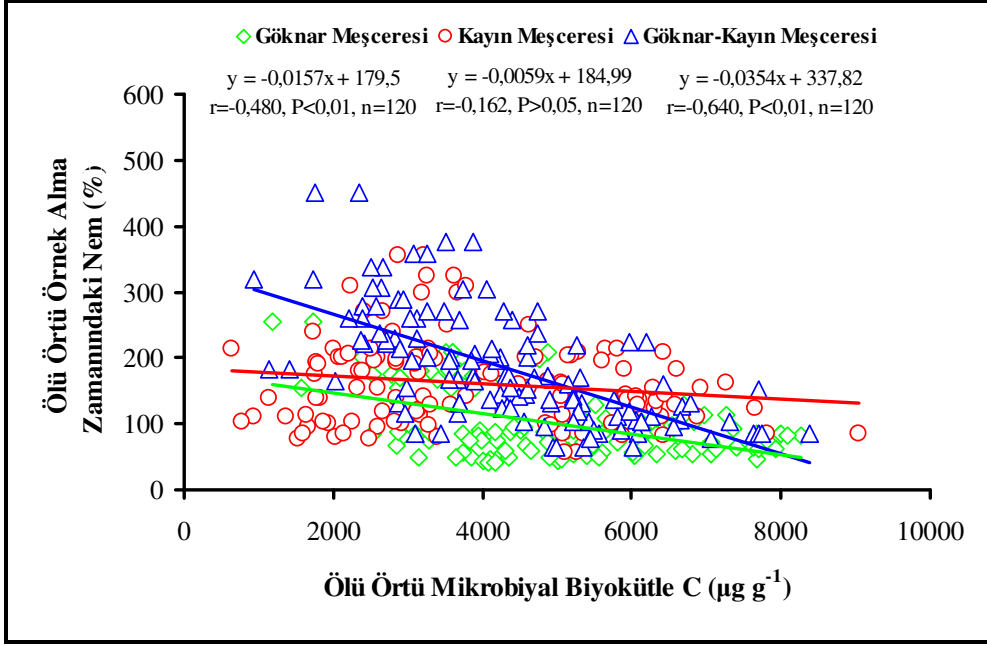
### **3.22 ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖRNEKLERİNİN REGRESYON ANALİZİ**

İki değişken arasında  $Y = a + bX$  biçiminde bir bağintı olduğu varsayılır. Bu bağintı n birimlik örnek verileri aracılığı ile  $Y = a + bX$  biçiminde tahmin edilir. Regresyonun amacı, Y ile X arasındaki bağintıyı  $Y = a + bX$  biçiminde ifade eden modeli bulmak,  $Y = a + bX$  modeline göre belirlenen Y tahmin değerlerini gözlem aralığı içinde tahmin etmek ya da gözlem aralığından bir ya da birkaç periyot önceki ve sonraki değerlerini tahmin etmek için kullanılıp kullanılmayacağını belirlemektir. Çalışma kapsamında ölü örtü ve toprak örneklerine ait bazı özellikler arasında regresyon analizi yapılmış ve çıkan sonuçlar yorumlanmaya çalışılmıştır.

#### **3.22.1 Ölü Örtü Örneklerine Ait Bazı Özelliklerin Regresyon Analizi**

##### **3.22.1.1 Örnek Alma Zamanındaki Nem İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi**

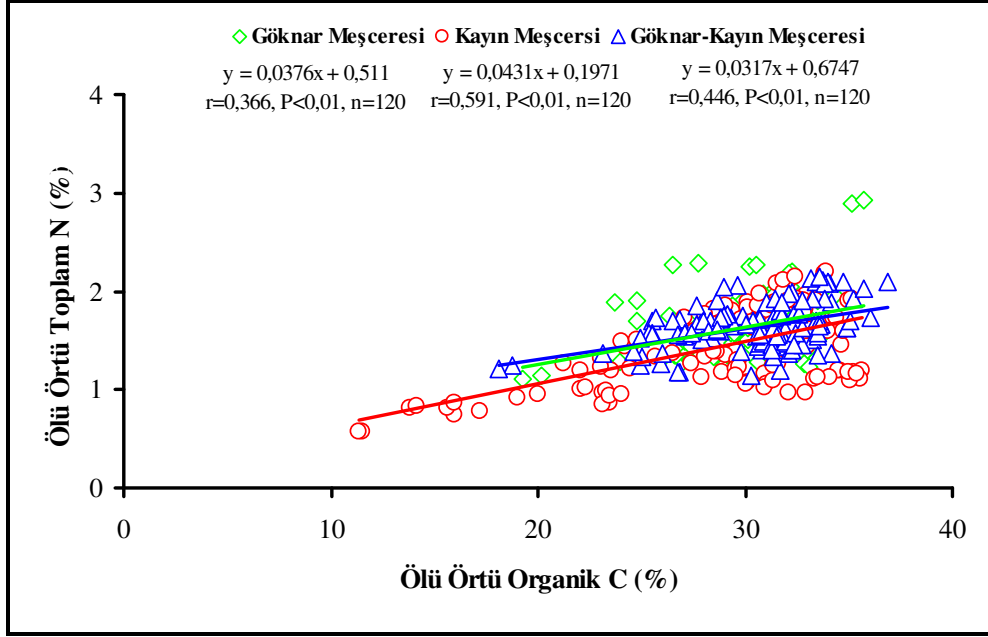
Gök nar, kayın ve gök nar-kayın ölü örtülerinin örnek alma zamanındaki nem (%) içerikleri ile mikrobiyal biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) içerikleri arasındaki ilişki Şekil 3.36'da gösterilmiştir. Buna göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C içeriği, örneklerin nem içeriğinin artmasıyla azalma eğilimi göstermektedir. Bu sonuç, yazın dahi su açığı bulunmayan araştırma alanında, ölü örtü nem içeriği artışının serbest oksijene ihtiyaç duyan canlıları sınırlandırdığı ve böylece mikrobiyal biyokütle içeriğini olumsuz etkilediğini göstermektedir.



Şekil 3.36 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait örnek alma zamanındaki nem ile mikrobiyal biyokütle C arasındaki ilişki.

### 3.22.1.2 Toplam N İle Organik C'ye Ait Regresyon Analizi

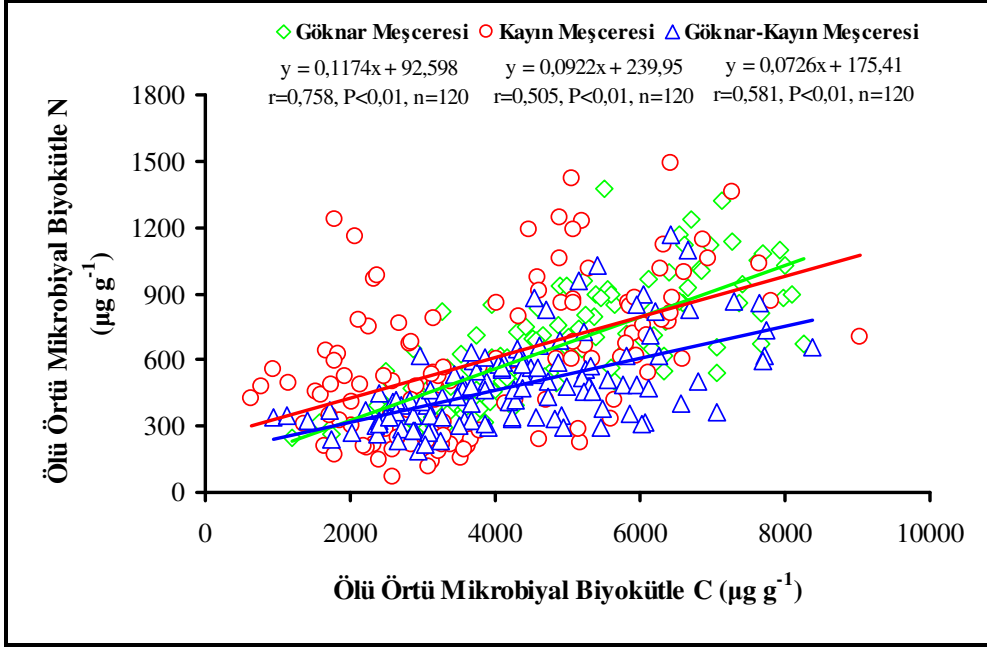
Ölü örtü örneklerinin toplam N (%) ile organik C (%) içerikleri arasındaki ilişki Şekil 3.37'de gösterilmiştir. Şeklin incelenmesinden anlaşılacağı gibi ölü örtü örneklerinin toplam azot içeriği ile organik karbon içeriği arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Bu sonuçlar bitkilerin ve toprakta yaşayan küçük canlıların azot (N) ihtiyacının büyük bir kısmının organik maddeden karşılandığını göstermektedir. Ancak meşçere tiplerine göre ölü örtüdeki organik C ile N arasındaki ilişki farklılık göstermektedir.



Şekil 3.37 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait toplam N ile organik C içeriği arasındaki ilişki.

### 3.22.1.3 Mikrobiyal Biyokütle N İle Mikrobiyal Biyokütle C'a Ait Regresyon Analizi

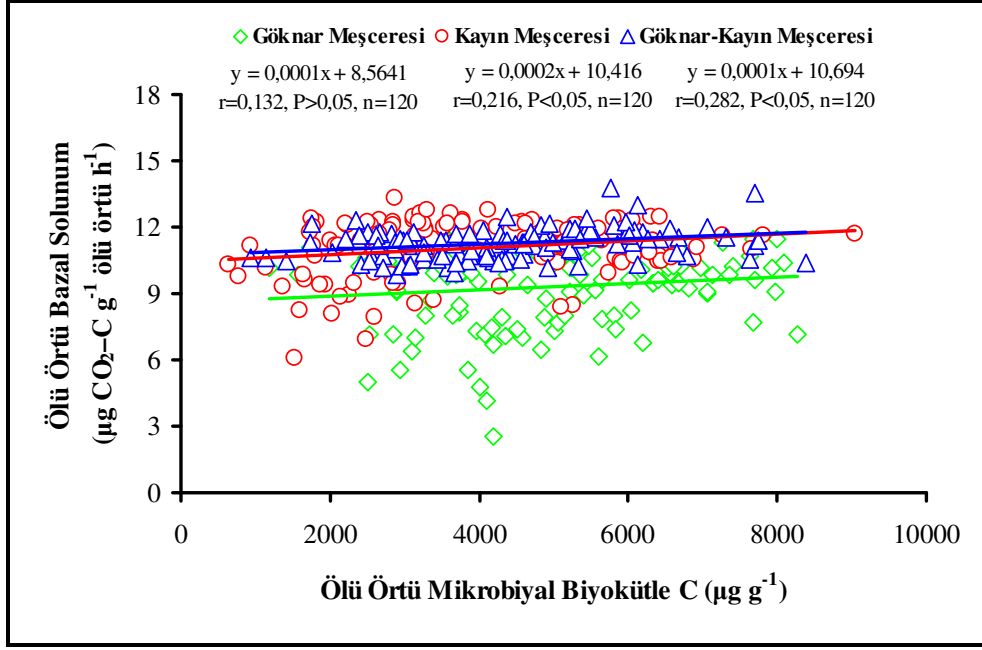
Çalışma sonucunda göknar, kayın ve göknar-kayın meşçerelerinin ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle N ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasında doğrusal bir ilişki ortaya çıkmıştır (Şekil 3.38). Diğer bir ifade ile mikrobiyal biyokütle C'un artmasıyla mikrobiyal biyokütle N'de artış göstermektedir.



Şekil 3.38 Farklı meşcere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki.

#### 3.22.1.4 Bazal Solunum İle Mikrobiyal Biyokütle C' a Ait Regresyon Analizi

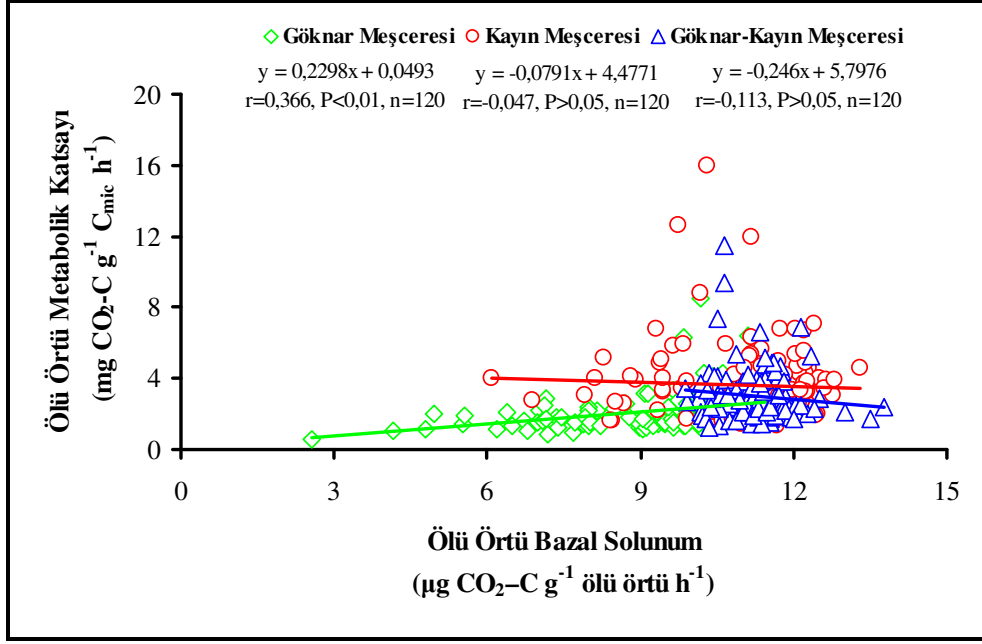
Kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin ölü örtü örneklerine ait bazal solunum ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasında pozitif doğrusal bir ilişki çıkmıştır ( $P<0,05$ ). Buna karşılık göknar meşceresinde ölü örtü bazal solunum ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasında doğrusal bir ilişki çıkmamıştır ( $P>0,05$ ) (Şekil 3.39). Gök nar ölü örtüsünde yüksek mikrobiyal biyokütleye karşılık solunum değerlerinin düşük çıkması bu ekosistemde besin maddesi dolaşımının daha iyi olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 3.39 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait bazal solunum ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki.

### 3.22.2.5 Metabolik Katsayı İle Bazal Solunuma Ait Regresyon Analizi

Çalışmada, göknaar meşçeresi ölü örtülerinin bazal solunumunun artmasıyla metabolik katsayının da artış gösterdiği bulunmuştur. Buna karşılık kayın ve göknaar-kayın meşçerelerinde ölü örtü bazal solunumu ile metabolik katsayı arasında istatistiki olarak anlamlı olmayan ( $P > 0,05$ ) negatif yönde bir ilişki vardır (Şekil 3.40). Göknaar meşçeresinde solunuma paralel metabolik katsayının artışı birim mikrobiyal biyokütle başına gerçekleşen solunumun azaldığını ifade etmektedir.

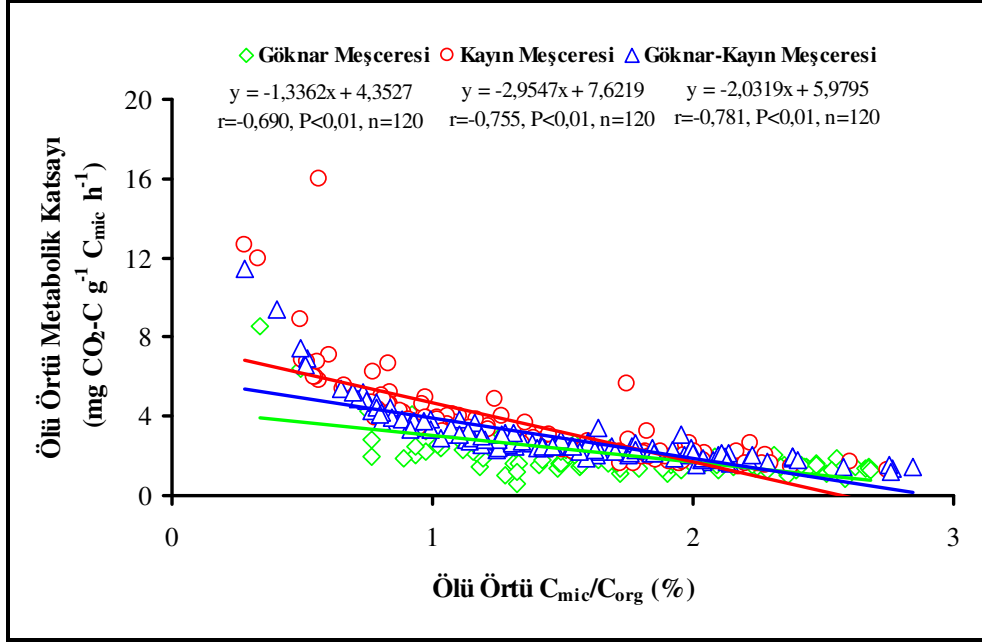


Şekil 3.40 Farklı meşcere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayı ile bazal solunum arasındaki ilişki.

### 3.22.1.6 Metabolik Katsayı İle $C_{mic}/C_{org}$ Yüzdesine Ait Regresyon Analizi

Gök nar, kayın ve gök nar-kayın meşcerelerine ait ölü örtü örneklerinin metabolik katsayısı ile  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasında negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Diğer bir ifade ile  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin artmasıyla metabolik katsayı azalış göstermektedir (Şekil 3.41). Organik madde kalitesinin düştüğü ve ayrıştırma faaliyetlerinin yavaşladığı durumlarda veya stres şartlarında  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi azalmakta, buna karşılık metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri artmaktadır. Araştırma alanındaki ölü örtülerin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi 1'in altına düştüğü durumlarda metabolik katsayı değeri oldukça yüksek çıkmaktadır. Meşcereler itibarı ile baktığımızda  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesindeki azalışa göre metabolik katsayı artışı en azdan çoğa doğru gök nar < gök nar-kayın < kayın şeklindedir. Bu durum ölü örtü kalitesinin en düşük olduğu veya ayrışma şartlarının en kötü olduğu meşcerenin kayın olduğunu göstermektedir.



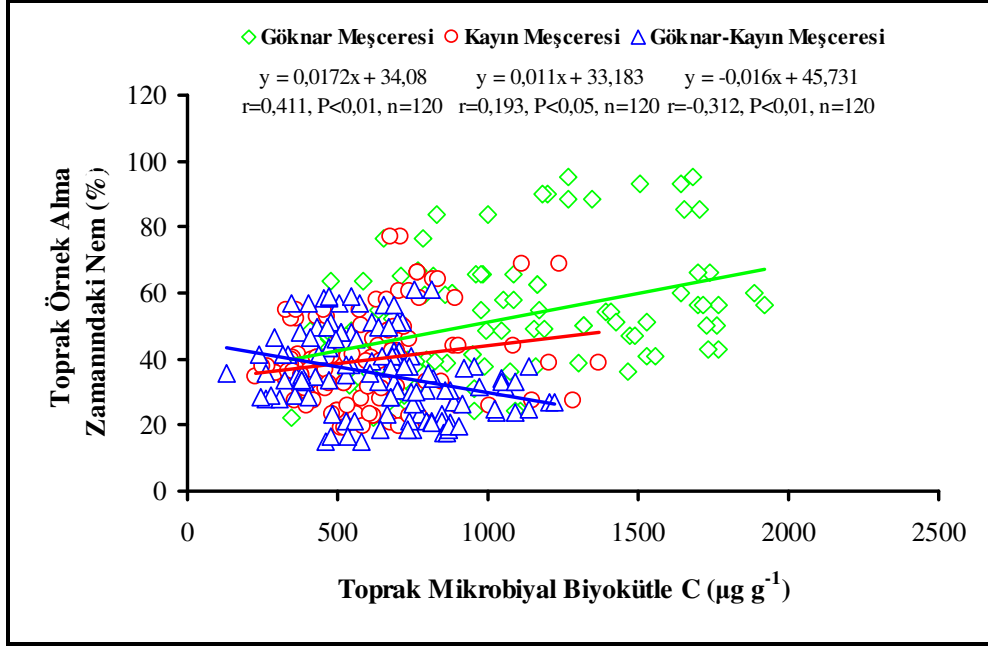


Şekil 3.41 Farklı meşçere tiplerinde ölü örtü örneklerine ait metabolik katsayı ile  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasındaki ilişki.

### 3.22.2 Toprak Örneklerine Ait Bazı Özelliklerin Regresyon Analizi

#### 3.22.2.1 Örnek Alma Zamanındaki Nem İle Mikrobiyal Biyokütle C' a Ait Regresyon Analizi

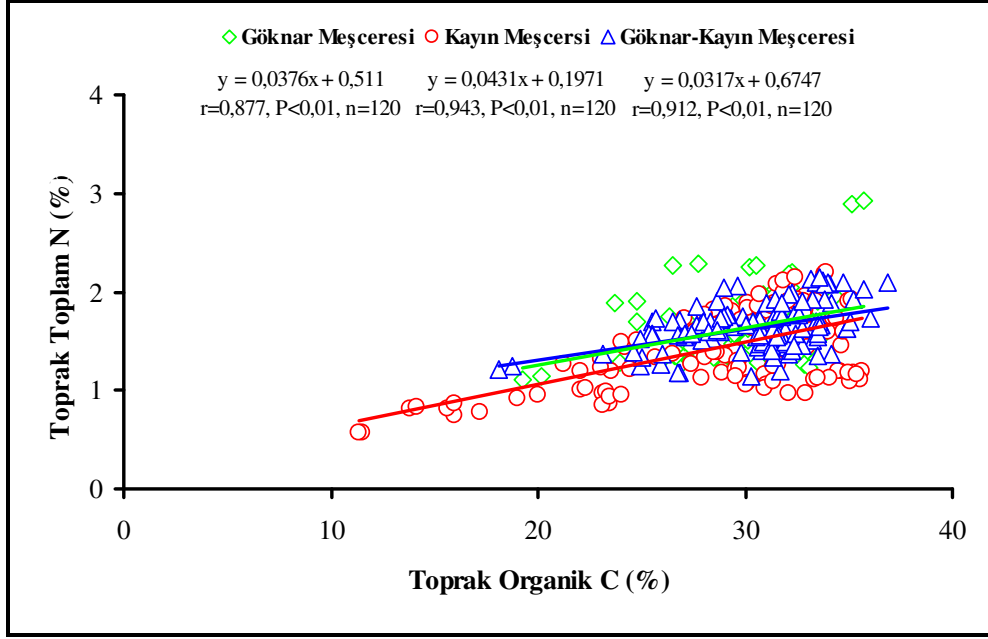
Meşçerelere ait üst toprakların örnek alma zamanındaki nem içerikleri ile mikrobiyal biyokütle C arasındaki ilişki Şekil 3.42'de gösterilmiştir. Gök nar-kayın meşçeresine ait üst toprakların nem içeriğinin artmasıyla mikrobiyal biyokütle C azalmaktadır. Diğer taraftan göknar ve kayın meşçerelerine ait toprakların nem içeriğinin artmasıyla mikrobiyal biyokütle C'da artmaktadır. Patel vd. (2010) tarafından farklı arazi kullanım biçimlerinde yapılan çalışmada mikrobiyal biyokütle C ile toprak nemi arasında pozitif ve anlamlı ( $r=0,740, P < 0,01$ ) bir ilişkinin olduğu bildirilmektedir.



Şekil 3.42 Farklı meşcere tiplerinde üst toprak örneklerine ait örnek alma zamanındaki nem ile mikrobiyal biyokütle C arasındaki ilişki.

### 3.22.2.2 Toplam N İle Organik C'a Ait Regresyon Analizi

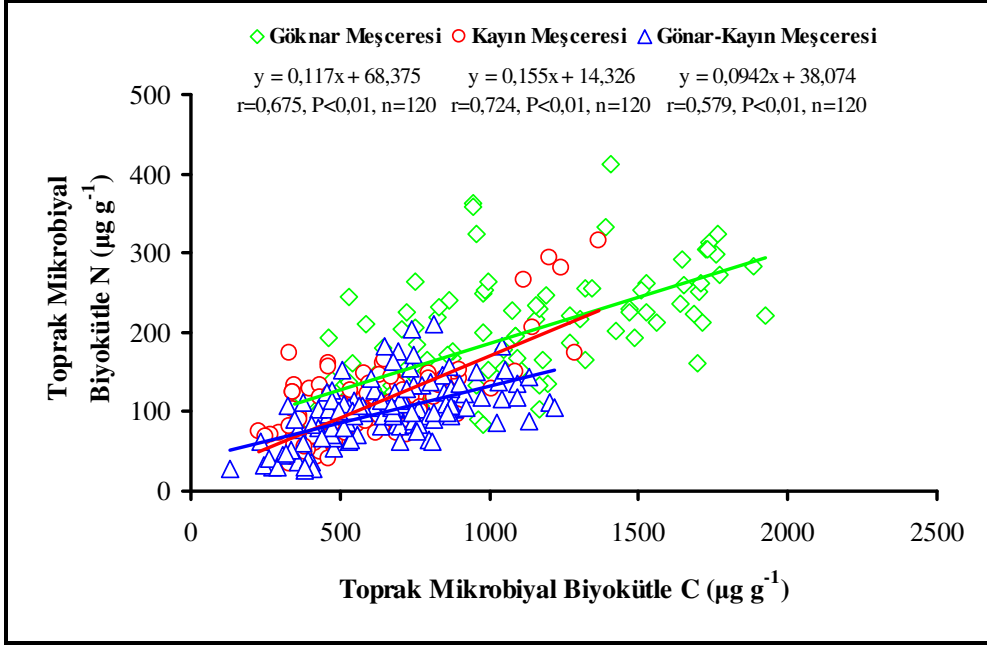
Birçok çalışmada toprakların toplam azot içeriği ile organik C arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu vurgulanmaktadır. Li vd. (2007) yaptıkları çalışmada toplam N içeriği ile organik C arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişkinin ( $P < 0,01$ ,  $r = 0,94$ ) olduğunu ifade etmektedir. Aynı şekilde Patel vd. (2010) yaptıkları çalışmada toplam N içeriği ile organik C arasında pozitif yönde çok kuvvetli doğrusal bir ilişkinin ( $P < 0,001$ ,  $r = 0,915$ ) olduğunu tespit etmişlerdir. Kara ve Bolat (2008b) Bartın'da yaptıkları çalışmada toprakların organik C içeriği ile toplam N içeriği arasında ( $r = 0,910$ ,  $P < 0,001$ ) pozitif bir ilişki olduğunu bulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda meşcerelerin üst topraklarına ait toplam azot içeriğinin organik C içeriğinin artmasıyla birlikte artış gösterdiği ortaya çıkmıştır (Şekil 3.43).



Şekil 3.43 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait toplam N ile organik C içeriği arasındaki ilişki.

### 3.22.2.3 Mikrobiyal Biyokütle N İle Mikrobiyal Biyokütle C' a Ait Regresyon Analizi

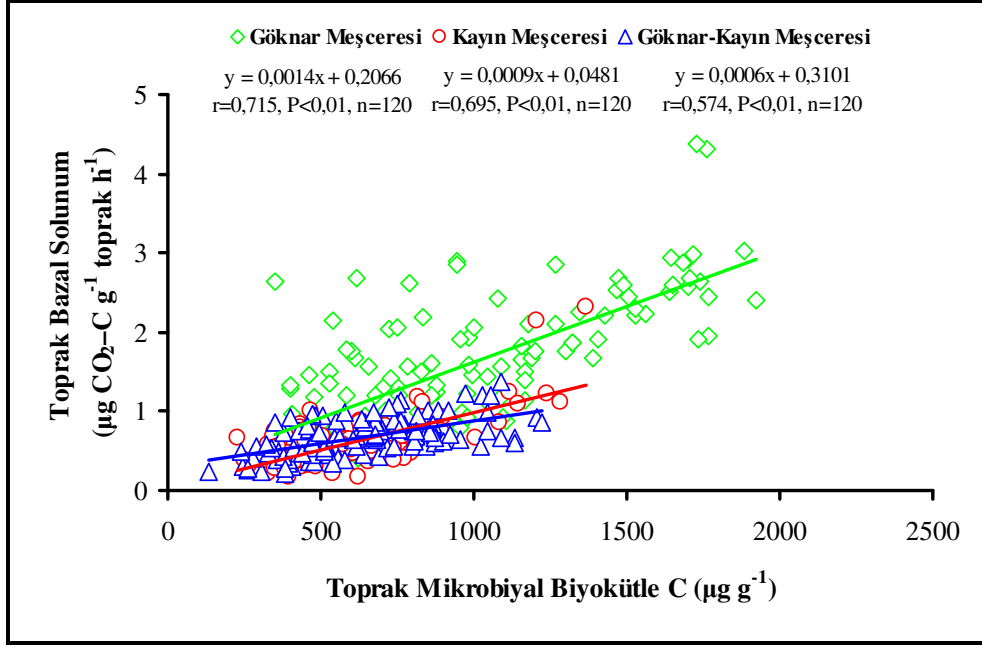
Patel vd. (2010) ( $r = 0,995, P < 0,001$ ), Sharma vd. (2004) ( $r = 0,869, P < 0,0005$ ), Wright vd. (2005) ( $r = 0,52, P < 0,05$ ) yapmış oldukları çalışmalarda mikrobiyal biyokütle C'un mikrobiyal biyokütle N ile önemli derecede ilişkili olduğunu ifade etmektedirler. Kara ve Bolat (2008b) tarafından Bartın'da yapılan çalışmada toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriği ile mikrobiyal biyokütle N içeriği arasında ( $r = 0,713, P < 0,001$ ) pozitif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada da benzer yönde bir sonuç bulunmuştur. Göknaar, kayın ve göknaar-kayın meşçerelerinde üst toprakların mikrobiyal biyokütle N ve mikrobiyal biyokütle C içerikleri arasındaki ilişki Şekil 3.44'te gösterilmiştir.



Şekil 3.44 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle N ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki.

#### 3.22.2.4 Bazal Solunum İle Mikrobiyal Biyokütle C' a Ait Regresyon Analizi

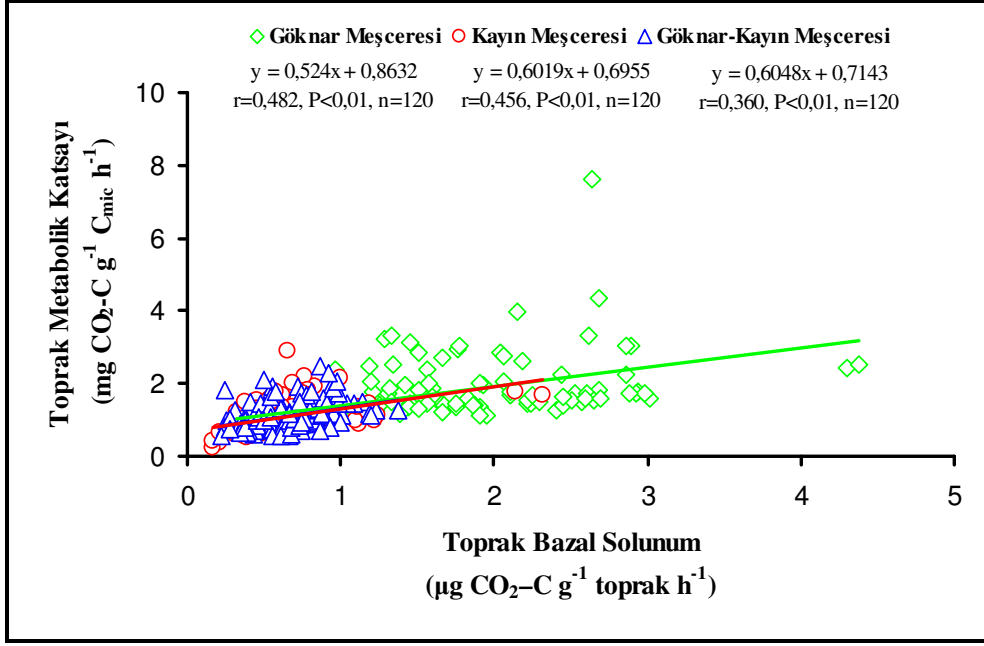
Meşçerelerin üst topraklarına ait mikrobiyal biyokütle C içeriği ile bazal solunum arasındaki ilişki Şekil 3.45'te gösterilmiştir. Buna göre üç meşçere tipinde de mikrobiyal biyokütle C'un artmasıyla beraber bazal solunum da artış göstermektedir. Ancak göknar topraklarında aynı mikrobiyal biyokütleye karşılık solunum değerlerinin yüksek çıkması topraktaki ayrışma şartlarının diğerlerine göre daha kötü olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 3.45 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait bazal solunum ile mikrobiyal biyokütle C içeriği arasındaki ilişki.

### 3.22.2.5 Metabolik Katsayı İle Bazal Solunuma Ait Regresyon Analizi

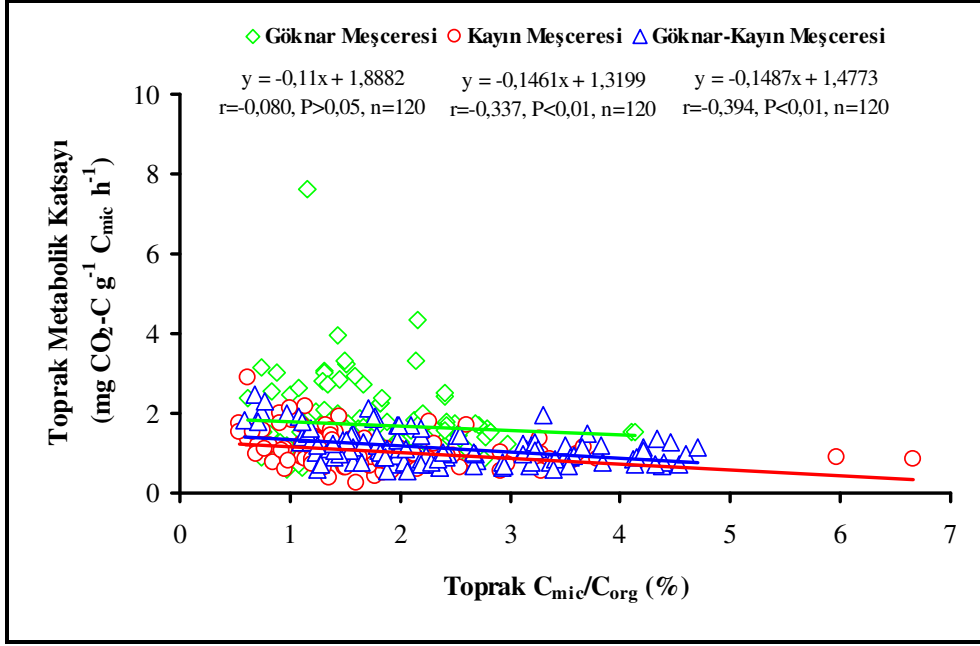
Meşçerelere ait üst topraklardaki bazal solunum ile metabolik katsayı arasındaki ilişki Şekil 3.46'da gösterilmiştir. Her üç meşçerede de bazal solunum ile metabolik katsayı arasında doğrusal bir ilişki ortaya çıkmıştır. Ancak, göknar topraklarında solunumdaki aşırı artışa karşılık metabolik katsayısının fazla değişmemesi, birim mikrobiyal biyokütle başına gerçekleşen solunumun arttığını ifade etmektedir. Bu durum göknar ölü örtüsündeki durumun aksine, toprakta farklı bir mikrobiyal faaliyet ve ayrışma şartlarının hakim olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.46 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait metabolik katsayı ile bazal solunum arasındaki ilişki.

### 3.22.2.6 Metabolik Katsayı İle $C_{mic}/C_{org}$ Yüzdesine Ait Regresyon Analizi

Üst toprakların metabolik katsayısı ile  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasındaki ilişki Şekil 3.47’de gösterilmiştir. Buna göre göknar meşçeresine ait toprakların metabolik katsayısı ve  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasında anlamlı bir ilişki çıkmamıştır ( $P > 0,05$ ). Fakat ilişkinin yönü negatiftir. Diğer taraftan kayın ve göknar-kayın meşçerelerine ait toprakların metabolik katsayısı ve  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasında anlamlı ve negatif yönde ilişki ortaya çıkmıştır. Kara vd. (2010) tarafından Bartın’da yapılan çalışmada toprakların metabolik katsayısı ile  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasında negatif ( $r = -0,812$ ,  $P < 0,01$ ) bir ilişki bulunmuştur. Organik madde kalitesinin düştüğü ve ayrışma faaliyetlerinin yavaşladığı durumlarda veya stres şartlarında  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi azalmakta, buna karşılık metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri artmaktadır. Araştırma alanındaki topraklarda  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin düştüğü durumlarda metabolik katsayı değeri artmaktadır.



Şekil 3.47 Farklı meşçere tiplerinde üst toprak örneklerine ait metabolik katsayı ile  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi arasındaki ilişki.

## BÖLÜM 4

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bartın ili Arıt beldesinde yapılan bu çalışmada doğal yayılış alanında bulunan Doğu kayını, Uludağ göknarı ve göknar-kayın karışık meşcerelerine ait ölü örtü ve üst toprakların bazı fiziksel (örnek alma zamanındaki nem, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi, tekstür), kimyasal (elektriksel iletkenlik, pH, organik C, toplam N, bitkiye yararlı P) ve biyolojik (mikrobiyal biyokütle C, N ve P, mikrobiyal solunum) özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, belirlenen özellikler yardımıyla hesaplanan indisler ( $C_{org}/N_{toplam}$ ,  $C_{mic}/C_{org}$ ,  $N_{mic}/N_{toplam}$ ,  $C_{mic}/N_{mic}$ ,  $C_{mic}/P_{mic}$ ,  $qCO_2$ ) kullanılarak ölü örtü ve toprak kalitesi ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Elde edilen verilerin basit varyans analizi, Tukey'in HSD ve Tamhane'nin T2 testleri kullanılarak istatistiki analizleri yapılmıştır. Ayrıca korelasyon analizi ile ölü örtü ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen meşcerelerin mevsimlere göre değişen ölü örtü ve toprak özellikleri ile ilgili sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Ölü örtülerin örnek alma zamanındaki ortalama nem içerikleri en düşük göknar meşceresinde yaz mevsiminde (% 65,48) ve en yüksek göknar-kayın meşceresinde kış mevsiminde (% 283,86) bulunmuştur. Toprakların örnek alma zamanındaki nem içerikleri en düşük göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde (% 20,93) ve en yüksek göknar meşceresinde kış mevsiminde (% 73,64) tespit edilmiştir. Ölü örtü ve toprakların nem içerikleri meşcere tipleri ve mevsimlere göre istatistiki olarak anlamlı değişiklik göstermektedir. Önceki çalışmalara paralel olarak araştırma alanındaki ölü örtüler yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Ölü örtülerin ortalama nem içerikleri topraklara göre yaklaşık 1,5-7,0 kat daha fazladır.

2. Göknar topraklarında ( $1,03 \text{ g cm}^{-3}$ ) belirlenen ortalama hacim ağırlığı değerleri göknar-kayın ( $1,18 \text{ g cm}^{-3}$ ) ve kayın ( $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ ) meşcerelerinden anlamlı oranda daha düşük bulunmuştur. Meşcerelere ait toprakların ortalama tane yoğunlukları;



göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde sırasıyla  $2,51 \text{ g cm}^{-3}$ ,  $2,63 \text{ g cm}^{-3}$  ve  $2,64 \text{ g cm}^{-3}$  bulunmuştur. Hacim ağırlığı ile tane yoğunluğu arasındaki ilişkiye göre hesaplanan gözenek hacmi ortalamaları; göknarda % 58,79, kayında % 54,73 ve göknar-kayında % 55,38 bulunmuştur. Araştırma alanının tamamında ağır kil türünde topraklar hakimdir. Ancak, göknar topraklarındaki kil içeriği (% 55,5), kayın (% 48,8) ve göknar-kayından (% 50,4) anlamlı oranda daha yüksektir. Özellikle göknar topraklarında diğerlerine göre hacim ağırlığı düşük, gözenek hacmi daha yüksek bulunmuştur. Bu durum göknar topraklarının organik madde ve kil bakımından daha zengin olması ile ilgili olabilir.

3. Üst toprakların ortalama en düşük elektriksel iletkenliği göknar-kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $73,4 \mu\text{S m}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $195,01 \mu\text{S m}^{-1}$ ) bulunmuştur. Ayrıca, göknar meşceresine ait topraklar diğerlerine göre daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahiptir. Bu durumun, göknar ibrelerinin  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{Mg}^{++}$  gibi katyonlar bakımından zengin olması ve ayrışarak yapısındaki bu katyonları toprağa vermesi ile açıklanabilir.

4. Ölü örtü örneklerinin ortalama pH değerleri en düşük, göknar meşceresinde yaz mevsiminde (6,23) ve en yüksek göknar meşceresinde kış mevsiminde (7,29) tespit edilmiştir. Ölü örtü örnekleri pH değerleri bakımından, göknar meşceresi orta dereceli asit-hafif asit; kayın meşceresi hafif asit-hafif alkalin, göknar-kayın meşceresi orta dereceli asit-hafif alkalin sınıflarına girmektedir. Toprakların ortalama en düşük pH değerleri göknar-kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (pH 4,79) ve en yüksek göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde (pH 6,18) bulunmuştur. Toprak örnekleri pH değerleri bakımından, göknar meşceresi orta dereceli asit-hafif asit; kayın meşceresi orta dereceli asit; göknar-kayın meşceresi şiddetli asit-orta dereceli asit sınıfları arasında yer almaktadır. İncelenen ölü örtü ve toprakların pH değerleri meşcerelere ve mevsimlere göre değişiklik göstermektedir.

5. Ölü örtü örneklerinin ortalama organik C içeriği en düşük kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 22,60) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde (% 33,33) tespit edilmiştir. Toprakların ortalama organik C içeriği en düşük göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde (% 2,28) ve en yüksek göknar meşcerelerinde sonbahar mevsiminde (% 6,08) tespit edilmiştir. Çalışma alanlarına ait üst

toprakların organik C içerikleri göknar meşceresinde dört mevsimde de diğer meşcerelerden daha yüksek bulunmuştur. Göknar topraklarının kil içeriği diğerlerine göre anlamlı oranda yüksektir. Kil bakımından zengin topraklarda organik madde ayrışmasının yavaşladığı ve böylece organik C kaybının azaldığı birçok çalışmada belirtilmektedir.

**6.** Ölü örtü örneklerinin ortalama N içerikleri en düşük kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 1,00) ve en yüksek göknar meşceresinde kış mevsiminde (% 1,77) belirlenmiştir. Ölü örtü azot içeriğinde meydana gelen bu farklılıklar, mevsimlere göre değişen sıcaklık, yağış ve nemin ölü örtü ayrışmasını etkilediğini ve azot içeriğinde değişimlere yol açtığını göstermektedir. Toprak örneklerinin ortalama N içerikleri en düşük göknar-kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 0,17) ve en yüksek göknar meşceresinde sonbahar mevsiminde (% 0,36) bulunmuştur. Toprakların azot içeriği, karbon içeriğinde olduğu gibi göknar meşceresinde dört mevsimde de diğer meşcerelerden daha yüksek bulunmuştur. Kil bakımından zengin göknar topraklarında organik maddenin ayrışması sonucunda toprağa ulaşan azotun yıkanarak kayba uğramadığı ve kil mineralleri tarafından daha fazla tutulduğu söylenebilir.

**7.** Ölü örtü ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı en düşük kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde (16,63) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde (26,51) tespit edilmiştir. Topraklarda ortalama  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı en düşük göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde (13,76) ve en yüksek göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde (18,05) belirlenmiştir. Gerek ölü örtü ve gerekse topraklarda belirlenen  $C_{org}/N_{toplam}$  oranları yaz ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı miktarda artmaktadır. Bu mevsimlerde özellikle hava ve toprak sıcaklığının artmasıyla organik madde ayrışmasının hızlandığı ve buna bağlı olarak ayrışma oranlarının yükseldiği görülmektedir. Ayrıca araştırma yapılan meşcerelerde yaz ve sonbahar mevsimlerinde ölü örtünün daha hızlı ayrıştığı ve buna bağlı olarak bitkiler için alınabilir besin elementlerinin arttığı söylenebilir.

**8.** Ölü örtülerin ortalama bitkiye yararlı fosfor içeriği en düşük göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $12,14 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde ( $104,52 \mu\text{g g}^{-1}$ ) belirlenmiştir. Araştırma alanından alınan üst

toprakların ortalama bitkiye yarayıřlı fosfor içeriđi en dūřuk gōknar meřceresinde ilkbahar mevsiminde ( $4,83 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yūysek gōknar-kayın meřceresinde yaz mevsiminde ( $9,15 \mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunmuřtur. Gōknar meřceresinde ōlū ōrtū ve topraklarda bitkiye yarayıřlı fosfor deđerleri daha dūřuktur. Bunun nedeni gōknar ibrelerinin ayrıřması sonucu toprađa ulařan  $\text{Ca}^{++}$  katyonlarının, kalsiyum fosfat bileřikleri oluřturması ve bōylece gerçekleřen fosfor fiksasyonu olabilir. Diđer yandan toprak mikrobiyal fosfor içerikleri gōknar meřceresinde diđerlerine gōre anlamlı oranda yūysektir. Bu durum topraklarında biyolojik fosfor fiksasyonu ile de bitkiye yarayıřlı fosfor içeriđinde bir miktar azalma olabileceđini iřaret etmektedir.

**9.** Meřcerelerin ōlū ōrtū ōrneklerine ait ortalama mikrobiyal biyokūtle C içeriđi en dūřuk kayın meřceresinde ilkbahar mevsiminde ( $2567,80 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yūysek kayın meřceresinde yaz mevsiminde ( $6063,90 \mu\text{g g}^{-1}$ ) tespit edilmiřtir. Toprakların ortalama mikrobiyal biyokūtle C içeriđi en dūřuk gōknar-kayın meřceresinde kiř mevsiminde ( $476,63 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yūysek gōknar meřceresinde sonbahar mevsiminde ( $1345,20 \mu\text{g g}^{-1}$ ) belirlenmiřtir. Çalıřmada mevsimlere ve meřcere tiplerine gōre, ōlū ōrtū ve toprak ōrneklerinin mikrobiyal biyokūtle C içeriđinin farklılık gōsterdiđi ortaya çıkmıřtır. Őlū ōrtū ve toprakların mikrobiyal biyokūtle C içeriđi tūm meřcerelerde yaz ve sonbahar mevsimlerinde istatistiki olarak artıř gōstermektedir. Yeterli nem ve organik maddenin bulunduđu bu mevsimlerde sıcaklık artıřına paralel mikroorganizma miktarında da artıř olmaktadır. Diđer ōnemli sonuç; gōknar topraklarında mikrobiyal biyokūtle C miktarlarının tūm mevsimlerde diđer meřcerelerden daha yūysek çıkmasıdır. Bu durum gōknar meřceresinde toprak organik madde içeriđinin yūysek olmasına bađlı olabilir.

**10.** Çalıřma sonucunda meřcerelere ait ōlū ōrtū ve toprak ōrneklerinin mikrobiyal biyokūtle N içeriđinin hem meřcere tiplerine hem de mevsimlere gōre farklılık arz ettiđi ortaya çıkmıřtır. Őlū ōrtūlerin ortalama mikrobiyal biyokūtle N içeriđi en dūřuk kayın meřceresinde kiř mevsiminde ( $239,53 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yūysek kayın meřceresinde sonbahar mevsiminde ( $903,38 \mu\text{g g}^{-1}$ ) belirlenmiřtir. Toprak ōrneklerinin ortalama mikrobiyal biyokūtle N içerikleri en dūřuk gōknar-kayın meřceresinde ilkbahar mevsiminde ( $72,94 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yūysek gōknar meřceresinde sonbahar mevsiminde ( $223,69 \mu\text{g g}^{-1}$ ) tespit edilmiřtir. Meřcereler yaz ve sonbahar mevsimlerinde genel olarak ilkbahar ve kiř mevsimlerine gōre daha yūysek

mikrobiyal biyokütle N içeriğine sahiptirler. Bu mevsimlerde yeterli miktar ve kalitede organik madde bulunmasının yanı sıra mikroorganizmalar için iklim şartlarının da (sıcaklık ve nem) uygun hale gelmesi mikrobiyal biyokütle N artışına yol açmış olabilir.

**11.** Meşcerelerin ölü örtü ve toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P içerikleri de meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılık göstermektedir. Ölü örtü ortalama mikrobiyal biyokütle P içeriği en düşük göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $156,99 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde ( $422,78 \mu\text{g g}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Diğer taraftan, üst topraklara ait mikrobiyal biyokütle P içeriği en düşük göknar-kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $19,07 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşceresinde sonbahar mevsiminde ( $58,65 \mu\text{g g}^{-1}$ ) bulunmuştur. Ortalama mikrobiyal biyokütle P içerikleri; göknar ölü örtülerinde en düşük buna karşılık göknar topraklarında en yüksek değere sahiptir. Bu durum, aynı meşcerede ölü örtü ve toprak arasında mikroorganizma miktar ve faaliyetleri bakımından önemli farklar olduğunu göstermektedir.

**12.** Meşceredeki organik madde kalitesini, ayrışma durumunu ve stres şartlarını belirlemek için tek başına mikrobiyal biyokütle C yerine, mikrobiyal biyokütle C'un toprak organik maddesine oranlanması ile bulunan  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdesi kullanılmaktadır. Araştırma alanında, ölü örtü ortalama  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdeleri en düşük göknar-kayın meşceresinde kış mevsiminde (% 0,82), en yüksek göknar meşceresinde yaz mevsiminde (% 2,03) tespit edilmiştir. Toprakların ortalama  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdeleri en düşük göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde (% 1,17) ve en yüksek göknar-kayın meşceresinde yaz mevsiminde (% 3,53) belirlenmiştir. Meşcerelere ait hem ölü örtü hem de toprak örneklerinde yaz ve sonbahar mevsimlerinde ortalama  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdesi ilkbahar ve kış mevsimlerine göre daha yüksektir. Bahsedilen mevsimlerde organik C içeriği önemli oranda değişmediği halde mikrobiyal biyokütle C içeriği belirgin bir şekilde artış göstermektedir. Bu durum stres şartlarının (düşük sıcaklık) kalkmasına bağlı olarak mikroorganizmaların arttığını ve bunun  $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$  yüzdelerine yansıdığını göstermektedir.

**13.** Ölü örtülerinin en düşük ortalama  $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$  oranı kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde (4,42) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde (15,15) tespit

edilmiştir. Toprak örneklerinde ise ortalama  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı en düşük göknar meşçeresinde yaz mevsiminde (4,54) ve en yüksek göknar-kayın meşçeresinde ilkbahar mevsiminde (7,42) bulunmuştur.  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı mikrobiyal biyokütleyi oluşturan canlı gruplarından (bakteriler, mantarlar ve aktinomisetler) hangisinin ortamda hâkim olduğunu tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır.  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı 10-12 civarında mikrobiyal toplumda daha çok mantarların bulunduğunu, 3-5 aralığında ise bakterilerin hakim olduğunu göstermektedir.

**14.**  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesindeki azalış substrat niteliğindeki bir azalış ifade etmektedir. Diğer yandan  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesindeki bir artış ise azot eksikliğini belirtmektedir. Meşçerelere ait ölü örtü ve toprak örnekleri  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesinin meşçere tiplerine ve mevsimlere göre değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmada, ölü örtülerin ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi en düşük kayın meşçeresinde kış mevsiminde (% 1,90) ve en yüksek göknar meşçeresinde yaz mevsiminde (% 5,28) bulunmuştur. Toprakların ortalama  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi en düşük kayın meşçeresinde ilkbahar mevsiminde (% 3,91) ve en yüksek göknar-kayın meşçeresinde yaz mevsiminde (% 6,95) bulunmuştur. Ölü örtülerde yaz ve ilkbahar, topraklarda yaz ve sonbahar mevsimlerinde  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi diğer mevsimlere göre önemli artış göstermektedir. Bu durum toplam azot içerisindeki mikrobiyal azot oranının arttığını, diğer bir ifade ile mikrobiyal canlılar tarafından alıkonan azotun arttığını göstermektedir.

**15.** Yapılan çalışma sonucunda, ölü örtülerinin ortalama  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı en düşük göknar-kayın meşçeresinde kış mevsiminde (6,71) ve en yüksek göknar meşçeresinde ilkbahar mevsiminde (30,79) bulunmuştur. Toprakların ortalama  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı en düşük göknar-kayın meşçeresinde kış mevsiminde (20,13) ve en yüksek göknar-kayın meşçeresinde yaz mevsiminde (50,83) belirlenmiştir. Ölü örtü ve toprak örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı meşçere tiplerine ve mevsimlere göre değişiklik göstermiştir. Düşük  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı mikrobiyal biyokütleden fosforun potansiyel olarak fazla miktarda serbest bırakılabileceğini ifade etmektedir. Buna karşılık yüksek  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı potansiyel olarak fosforun mikrobiyal biyokütle tarafından immobilizasyona uğradığını göstermektedir. Mikroorganizmaların fosfor gereksinimleri bitkilerden fazladır. Bu nedenle alınabilir fosfor için mikroorganizmalar ile bitkiler arasında sürekli bir rekabet vardır. Mikroorganizmalar

toplam toprak organik fosfor havuzunun önemli bir kısmını (% 20-30) bünyelerinde bulundurur.

**16.** Mikrobiyal solunum (bazal solunum) topraktaki toplam mikrobiyal faaliyetin tahmin edilmesinde kullanılan çok eski ama hala geçerli bir yöntemdir. Bazal solunum, toprak mikroorganizmaları için toprakta karbonun varlığının ve alınabilirliğinin bir göstergesidir. Dolayısıyla karbon döngüsüyle yakın bir ilişkisi vardır. Çalışma sonucunda, meşcerelere ait ölü örtü ve toprak örnekleri bazal solunumları meşcere tiplerine ve mevsimlere göre değişiklik göstermiştir. Ölü örtülerinin ortalama bazal solunum değerleri en düşük göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $6,94 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ ölü örtü h}^{-1}$ ) ve en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde ( $11,85 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ ölü örtü h}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin ortalama bazal solunum değeri en düşük kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde ilkbahar mevsiminde ( $0,50 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ toprak h}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşceresinde sonbahar mevsiminde ( $2,06 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ toprak h}^{-1}$ ) belirlenmiştir. Ölü örtü tabakasında gerçekleşen mikrobiyal solunum toprak örneklerinde gerçekleşenden yaklaşık 5-13 kat daha fazladır.

**17.** Ölü örtülerin ortalama metabolik katsayısı en düşük göknar meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $1,60 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) ve en yüksek kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde ( $4,89 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) belirlenmiştir. Toprak örneklerinde ise ortalama metabolik katsayı en düşük kayın meşceresinde yaz mevsiminde ( $0,91 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) ve en yüksek göknar meşceresinde yaz mevsiminde ( $2,41 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Ölü örtü ve toprakların metabolik katsayıları ( $q\text{CO}_2$ ) meşcere tiplerine ve mevsimlere göre değişiklik göstermiştir. Genel olarak, eğer bir ekosistemde stres varsa metabolik katsayı ( $q\text{CO}_2$ ) artış göstermektedir. Düşük metabolik katsayı ise ekosistemin olgunlaştığını ve ekosistemde herhangi bir stresin olmadığını yansıtmaktadır. Özellikle ölü örtüde kış ve ilkbahar mevsimlerinde birim mikrobiyal biyokütle başına düşen solunum artmış ve böylece metabolik katsayı yüksek bulunmuştur. Tüm bu bilgiler ışığında bu dönemde iklime bağlı stres koşullarının olduğu söylenebilir.

**18.** Çalışmada bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin aralarındaki ilişkileri ortaya koyabilmek için ayrı ayrı yapılan korelasyon ve regresyon analizleri sonuçlarına

göre; mikrobiyal biyokütle C, N, P ve mikrobiyal solunumun diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerden ve birbirlerinden etkilendikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca ölü örtü ve toprak nemi ile sıcaklığın mikrobiyal parametreleri etkilediği ve aralarında ilişkilerin olduğu bulunmuştur. Vejetasyon ya da bitki örtüsü ve mevsimsel değişiklikler ile ölü örtü ve toprakta yaşayan canlılar arasında sıkı bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Mikrobiyal biyokütle C, N, P ve mikrobiyal faaliyette meydana gelen değişikliklerin de bunu açık bir şekilde gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Mikrobiyal biyokütle C, N, P içerikleri ve mikrobiyal oranlar ( $C_{mic}/C_{org}$ ,  $C_{mic}/N_{mic}$ ,  $N_{mic}/N_{toplam}$ ,  $C_{mic}/P_{mic}$ ) bakımından göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerinin hem ölü örtü hem de toprak örneklerinde meşcere tipleri ve mevsimler arasında farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Ekosistemlerin sağlıklı ve kaliteli bir şekilde fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için toprak mikroorganizmaları hem miktar hem de kalite bakımından çok büyük öneme sahiptir. Bu yüzden mikrobiyal biyokütlenin artışı yüksek toprak verimliliğine ve mikrobiyolojik çeşitliliğe işaret etmektedir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle C, N ve P içeriklerinin yüksekliği mikrobiyal canlıların sayısının fazlalığını göstermesinin yanında; mikrobiyal canlılar tarafından C, N ve P'un alınabilirliğini de yansıtmaktadır.

Genel anlamda, meşcere tipleri ve mevsimler bu açıdan değerlendirildiğinde göknar meşceresinin ölü örtü ve toprak örnekleri diğer meşcere tiplerine göre ortalama olarak daha yüksek mikrobiyal C, N ve P içeriğine sahiptir. Diğer taraftan, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ortalama mikrobiyal C, N ve P içerikleri ilkbahar ve kış mevsimine nispeten daha yüksektir. Buradan şu sonuç çıkarılabilir; ekosistemler için çok büyük öneme sahip olan toprak mikroorganizmaları, meşcere tiplerinden göknarda, mevsimlerden de yaz ve sonbaharda daha fazla ve aktif durumdadır. Buna bağlı olarak göknar meşceresi ile yaz ve sonbahar mevsimlerinde bitki besin döngüsünün en uygun (optimum) şekilde gerçekleştiği söylenebilir.

Mikrobiyal oranlar ( $C_{mic}/C_{org}$ ,  $C_{mic}/N_{mic}$ ,  $N_{mic}/N_{toplam}$ ,  $C_{mic}/P_{mic}$ ) ölü örtü ve topraktaki organik maddelerin ayrışma durumunu ve hakim mikroorganizma gruplarını göstermesi açısından önemlidir. Bu oranlar daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında benzerliklerin olduğu ve belirtilen sınır değerler arasında kaldıkları bulunmuştur.  $C_{mic}/C_{org}$ ,  $N_{mic}/N_{toplam}$  ve  $P_{mic}/P_{toplam}$  yüzdeleri C, N ve P'un ne kadarının mikroorganizmalar tarafından tutulduğunu, yani substratın alınabilirliğini ve kalitesini

yansıtması açısından önem arz etmektedirler. Araştırma alanındaki ölü örtü ve topraklarda toplam P yerine yararışlı P belirlenmiştir. Bu nedenle  $P_{mic}/P_{toplam}$  yüzdeleri hesaplanamamıştır. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda bu mikrobiyal parametre göz önünde bulundurulacaktır.

Mikrobiyal biyokütle miktarı tek başına mikrobiyal faaliyet hakkında değerlendirme yapmak için yeterli değildir. Ancak mikrobiyal biyokütle ile mikrobiyal solunum birlikte ele alındığında mikrobiyal faaliyet hakkında doğru ve sağlıklı bilgiler vermektedir. Bu yüzden bazal solunum ve metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) gibi bioindikatörler ölü örtü veya topraklarda mikrobiyal biyokütle ve faaliyet hakkında ek ve ayrıntılı bilgiler sunmaktadır. Bazal solunum ölü örtü veya topraktaki karbonun mikrobiyal canlılar tarafından alınabilirliği ve döngüsü hakkında bilgiler vermektedir. Metabolik katsayı ise substratın alınabilirliği ve kalitesi hakkında bilgiler vermektedir. Dolayısıyla, yüksek metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) mikroorganizmaların strese olduğunu bir göstergesidir. Araştırma alanındaki kayın ve göknar-kayın meşcerelerine ait ölü örtü örneklerinin bazal solunumları göknar meşceresine göre yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda bu meşcerelerin metabolik katsayı değerleri de göknar meşceresine göre yüksektir.

Bu durum kayın yapraklarının göknar ibrelerine göre daha zor ayrışması ile ilgili olabilir. Çünkü mikroorganizmalar zor ayrışan yapraklar için daha fazla enerji harcamakta ve dolayısıyla daha fazla  $CO_2$  üretimi gerçekleştirmektedir. Diğer taraftan, stresin göstergesi olan metabolik katsayıların da kayın ve göknar-kayın meşcerelerinde yüksek çıkması bu sonucu desteklemektedir. Organik madde kalitesinin düştüğü ve ayrıştırma faaliyetlerinin yavaşladığı durumlarda veya stres şartlarında  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi azalmakta, buna karşılık metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) değerleri artmaktadır. Araştırma alanındaki ölü örtülerin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesinin 1'in altına düştüğü durumlarda metabolik katsayı değeri oldukça yüksek çıkmaktadır. Meşcereler itibariyle baktığımızda ölü örtülerin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesindeki azalışa göre metabolik katsayı artışı en azdan çoğa doğru göknar < göknar-kayın < kayın şeklindedir. Bu durum ölü örtü kalitesinin en düşük olduğu veya ayrışma şartlarının en kötü olduğu meşcerenin kayın olduğunu göstermektedir.

Toprak örnekleri incelendiğinde tam tersi bir durum söz konusudur. Göknar topraklarının bazal solunum ve metabolik katsayı değerleri kayın ve göknar-kayın topraklarından daha yüksek çıkmıştır. Göknar topraklarında solunumdaki aşırı artış birim mikrobiyal biyokütle



başına gerçekleşen solunumun arttığını ifade etmektedir. Bu durum göknar topraklarındaki ayrışma hızının ve şartlarının kötüleştiğini göstermektedir. Ayrıca araştırma sonuçları göknar ölü örtüsündeki durumun aksine, toprakta farklı bir mikrobiyal faaliyet ve ayrışma sürecinin hakim olduğuna işaret etmektedir.

Birçok araştırma, mikrobiyolojik parametrelerin toprakta meydana gelen değişiklikleri izlemede veya toprak sağlığını (kalitesini) değerlendirmede kullanılabilir hassas göstergeler olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, toprak sağlığını (kalitesini) değerlendirmedeki asıl problem; dünyanın her tarafında geçerli olabilecek mikrobiyal parametreler ile ilgili standart sınır değerlerin olmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir ifade ile mikrobiyal göstergeler hangi değerlerin altında ya da üstünde olduğunda toprakların sağlıklı ya da sağlıklı olmadığına dair kesin bilgiler elimizde yoktur. Bu nedenle yapılan çalışmalarda, elde edilen mikrobiyal sonuçlar birbirlerine göre veya dünyada yapılan diğer çalışmalardaki sonuçlar ile mukayese edilerek değerlendirme yapılmakta ve ona göre toprakların sağlıklı (kaliteli) olup olmadığına karar verilmektedir. Bu yüzden, toprak sağlığının izlenmesinde bioindikatör olarak kullanılan mikrobiyal parametreler ile ilgili geçerli ve güvenilir değerlerin bir an önce belirlenmesi gerekmektedir.

Ancak bu değerler belirlenirken de amaca göre değişen toprak sağlığı ve kalitesi tanımları gözden kaçırılmamalıdır. Örneğin çiftçilere göre bitkilerin ihtiyaç duyduğu dönemde hızlı azot mineralizasyonunun gerçekleştiği ve buna bağlı olarak yüksek ürün elde edilen topraklar sağlıklıdır. Çünkü toprakta gerçekleşen hızlı bir azot mineralizasyonu azot bakımından zengin organik maddenin bulunduğunu, aktif halde bulunan toprak mikroorganizmalarının varlığını ve mineralizasyon için uygun şartların olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan bir hidroloji mühendisine göre suyun kalitesi önemli olduğundan düşük miktarda azot içeren ve düşük azot immobilizasyonunun olduğu topraklar kaliteli ve sağlıklıdır. Çünkü bu çeşit topraklardan yıkanarak yer altı sularına karışan nitrat miktarı az olmakta ve suyun kalitesi artmaktadır. Bir başka grup da toprak sağlığı ve kalitesini bir ekosistemin sürdürülebilirliği ve dinamikliliği açısından değerlendirebilmektedir. Bu yüzden de biyolojik çeşitliliği korumayı ve devam ettirmeyi her şeyin önünde tutar.

Çeşitli ülkelerde mikrobiyal biyokütle, mikrobiyal oranlar, mikrobiyal faaliyet toprak sağlığını ve kalitesini değerlendirmede ve izlemede bioindikatör olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada da belirlenen mikrobiyal biyokütle, mikrobiyal oranlar ve mikrobiyal faaliyet ölü

örtü ve toprak örneklerinde mevsimlere bağı olarak meydana gelen değişiklikleri hassas bir şekilde yansıtmaktadır. Elde edilen sonuçlar mikrobiyolojik parametrelerin araştırma alanlarındaki toprak sağıında ve kalitesinde ileriki yıllarda meydana gelebilecek değişimleri izlemede ve değerlendirmede bioindikatör olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla bu çalışmada toprak sağıının belirlenmesinde kullanılan biyolojik parametrelerin çalışma alanında rutin olarak ölçümü yapılmalı ve bu şekilde yıllar itibariyle toprak sağıı izlenmelidir. Bununla birlikte bundan sonra yapılacak olan çalışmaların farklı yerlerde ve ekosistemlerde yapılmasına özen gösterilerek çalışmalar yaygınlaştırılmalıdır. Ayrıca yapılacak olan çalışmalarda mikroorganizmaların teşhisi (bakteri, mantar, aktinomiset v.b.) ve sayımı da yapılarak çalışmaların alanı genişletilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Acton DF ve Gregorich EG** (1995) Executive summary. *In: The Health of Our Soils. Towards Sustainable Agriculture in Canada*, eds. DF Acton and EG Gregorich, Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch Agriculture and Agri-food Canada, pp. 6-9.
- Alef K** (1995) Soil respiration. *In: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. eds. K. Alef and P Nannipieri, Academic Press, London, pp. 214–218.
- Altunışık R, Çoşkun R, Yıldırım E ve Bayraktaroğlu S** (2002) *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*. SPSS Uygulamalı, Geliştirilmiş 2. Basım, Sakarya Kitapevi, Sakarya Üniversitesi, İ.İ.B.F., Sakarya, 281 s.
- Alvarez E, Torrado VM, Fernandez Marcos ML ve Diaz-Ravia M** (2009) Microbial biomass and activity in a forest soil under different tree species. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8 (9): 878-887.
- Ananyeva ND, Susyan EA, Chernova OV ve Wirth S** (2008) Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia. *European Journal of Soil Biology*, 44: 147-157.
- Anderson TH** (1998) The influence of acid irrigation and liming on the soil microbial biomass in a Norway Spruce (*Picea abies* (L.) K.) stand. *Plant and Soil*, 199: 117–122.
- Anderson TH** (2003) Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 98: 285-293.
- Anderson JM ve Ingram JSI** (1996) *Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods*. Second Edition, Cab International Wallingford, UK, 221 pp.
- Anderson JPE ve Domsch KH** (1973) Quantification of bacterial and fungal contribution to soil respiration. *Archives of Microbiology*, 93: 113–127.
- Anderson TH ve Domsch KH** (1990) Application of eco-physiological quotients (qCO<sub>2</sub>, and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biology and Biochemistry*, 22: 251–255.
- Anderson TH ve Domsch KH** (1993) The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 25: 393–395.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Anderson TH ve Domsch KH** (1986) Carbon link between microbial biomass and soil organic matter. *In: Perspectives in microbial ecology*, eds. F Megusar and M Gantar, Slovene Society for Microbiology, Ljubljana, Mladinska knjiga, pp. 467–471.
- Anderson TH ve Domsch KH** (1989) Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 21: 471–479.
- 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.
- Arunachalam A ve Arunachalam K** (2000) Influence of gap size and soil properties on microbial biomass in a subtropical humid forest of north-east India. *Plant and Soil*, 223: 185–193.
- Arunachalam K, Arunachalam A ve Melkania NP** (1999) Influence of soil properties on microbial populations, activity and biomass in humid subtropical mountainous ecosystems of India. *Biology and Fertility of Soils*, 30: 217–223.
- Atalay İ** (2006) *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, Meta Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, 584 s.
- Bardgett RD** (2005) *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press, Oxford, 242 pp.
- Başaran S** (1999) Kirazlık (Bartın) Barajı Florası: Kirazlık (Bartın) Bölgesindeki Otsu ve Odunsu Taksonların Belirlenmesi. Doktora Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 114 s.
- Bauhus JD, Pare D ve Cote L** (1998) Effects of tree species, stand age, and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1077–1089.
- Bauhus J ve Barthel R** (1995) Mechanisms for carbon and nutrient release and retention within beech forest gaps. II. The role of soil microbial biomass. *Plant and Soil*, 168–169: 585–592.
- Bauhus J ve Khanna PK** (1999) The significance of microbial biomass in forest soils. *In: Going Underground - Ecological Studies in Forest Soils*, eds. N Rastin and J Bauhus, Research Signpost, Trivandrum, India, pp. 77-110.
- Bienkowski P, Titlyanova AA ve Shibareva SV** (2006) Chemical properties of litter of forest and grassland ecosystems: transect studies in Siberia (Russia). *Polish Journal of Ecology*, 54: 91–104.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Billore SK, Ohsawa M, Numata M ve Okano S** (1995) Microbial biomass Nitrogen pools in soils from a warm temperate grass-land and from deciduous and evergreen forests in Chiba, Central Japan. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 124–128.
- Blake GR** (1965) Particle density. In: *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, pp. 371–373.
- Bolat İ** (2007) Farklı Arazi Kullanım Biçimlerinin Toprağın Mikrobiyal Biyokütle Karbon ( $C_{mic}$ ) ve Azot ( $N_{mic}$ ) İçeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 104 s.
- Bouyoucos GJ** (1962) Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- Brady NC** (1990) *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp.
- Brookes P** (2001) The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil. *Ecosystem Research, Microbes and Environments*, 16 (3): 131-140.
- Brookes PC, Powlson DS ve Jenkinson DS** (1982) Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 14: 319–329.
- Brookes PC, Powlson DS ve Jenkinson DS** (1984) Phosphorus in the soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 16: 169–175.
- Brookes PC, Kragt JF, Powlson DS ve Jenkinson DS** (1985a) Chloroform fumigation and release of soil nitrogen: the effect of fumigation time and temperature. *Soil Biology and Biochemistry*, 17: 831–835.
- Brookes PC, Landman A, Pruden G ve Jenkinson DS** (1985b) Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 17: 837–842.
- Burges A** (1958) *Micro-organism in The Soil*. Hutchinson and Co Ltd, London, 188 pp.
- Chen CR, Condrón LM, Davis MR ve Sherlock RR** (2000) Effects of afforestation on phosphorus dynamics and biological properties in a New Zealand grassland soil. *Plant and Soil*, 220: 151–163.
- Chen CR, Condrón LM, Davis MR ve Sherlock RR** (2003) Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 177: 539-557.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Chen TH, Chiu CY ve Tian GL** (2005) Seasonal dynamics of soil microbial biomass in coastal sand dune forest. *Pedobiologia*, 49: 645–653.
- Christ MJ, David MB, McHale PJ, McLaughlin JW, Mitchell MJ, Rustad LE ve Fernandez IJ** (1997) Microclimatic control of microbial C, N, and P pools in Spodosol Oa-horizons. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 1914–1921.
- Christensen M** (1989) A view of fungal ecology. *Mycologia*, 81 (1): 1–19.
- Cleveland CC, Townsend AR, Constance BC, Ley RE ve Steven KS** (2004) Soil microbial dynamics in Costa Rica: seasonal and biogeochemical constraints. *Biotropica*, 36 (2): 184–195.
- Coleman DC ve Crossley DA** (1995) *Fundamentals of Soil Ecology*. Institute of Ecology University of Georgia Athens, Academic Press, San Diego, 205 pp.
- Coyne MS ve Thompson JA** (2006) *Fundamental Soil Science*. Delmar Learning, Clifton Park, New York, 403 pp.
- Çakıroğlu K** (2011) Bartın İli Arıt Yöresindeki Kayın, Gökmar ve Gökmar-Kayın Meşcerelerindeki Ölü Örtü Ayrışması Ve Yıllık Yaprak Dökülmesinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 79 s.
- Çepel N** (1988) *Orman Ekolojisi*. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İÜ Yayın No. 3518, O.F. Yayın No. 399, İstanbul, 536 s.
- Çepel N** (1995) *Orman Ekolojisi*. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Üniversite Yayın No. 3886, Sosyal BMYO, Yayın No: 433, İstanbul, 536 s.
- Çepel N** (1996) *Toprak İlimi*. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, 288 s.
- Devi NB ve Yadava PS** (2006) Seasonal dynamics in soil microbial biomass C, N and P in a mixed-oak forest ecosystem of Manipur, North-east India. *Applied Soil Ecology*, 31: 220–227.
- Diaz-Ravina M, Acea MJ ve Carballas T** (1993) Microbial biomass and its contribution to nutrient concentration in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 25 (1): 25–31.
- Diaz-Ravina M, Acea MJ ve Carballas T** (1995) Seasonal changes in microbial biomass and nutrient flush in forest soils. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 220-226.
- Diaz-Ravina M, Carballas T ve Acea MJ** (1988) Microbial biomass and activity in four acid soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 20: 817–823.
- Dick RP** (1997) Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In: *Biological Indicators of Soil Health*, eds. CE Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, Wallingford, pp. 121–156.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Dickinson CH ve Pugh GJF** (1974) *Biology of Plant Litter Decomposition*, Vol. 1–2. Academic Press, London. 175 pp.
- Doran JW ve Parkin TB** (1994) Defining and assessing soil quality. *In: Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, eds. JW Doran, DC Coleman, DF Bezdicek, and BA Stewart, Soil Science Society of America Special Publication, Number.35: pp. 3–21.
- Doran JW ve Safley M** (1997) Defining and assessing soil health and sustainable productivity. *In: Biological Indicators of Soil Health*, eds. CE Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, pp. 1–28.
- Dornbush ME** (2007) Grasses, litter, and their interaction affect microbial biomass and soil enzyme activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2241–2249.
- Entry JA, Stark NM ve Loewenstein H** (1986) Effect of timber harvesting on microbial biomass fluxes in a northern Rocky Mountain forest soil. *Canadian Journal of Forest Research*, 16: 1076-1081.
- Erinç S** (1965) *Yağış müessiriyeti üzerine bir araştırma ve yeni bir indis*. İÜ Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No. 41. Baha Matbaası, İstanbul. 51 s.
- Erinç S** (1984) *Klimatoloji ve Metodları*. İÜ Yayın No. 3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayın No. 2, İstanbul. 454 s.
- Eruz E** (1979) Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29 (2), 112-120.
- FAO** (1990) *Micronutrient assessment at the country level: an international study*. FAO soils bulletin (63) by Mikko Sillanpaa, Rome, 208 pp.
- Foth HD** (1984) *Fundamentals of Soil Science*. 7th Ed. John Wiley and Sons, New York, 420 pp.
- Franzluebbers AJ, Haney RL ve Hons FM** (1999) Relationships of chloroform fumigation–incubation to soil organic matter pools. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 395–405.
- Gallardo A ve Schlesinger WH** (1994) Factors limiting microbial biomass in the mineral soil and forest floor of a warm-temperate forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 1409–1415.
- Garcia-Oliva F, Lancho JFG, Montano NM ve Islas P** (2006) Soil carbon and nitrogen dynamics followed by a forest-to-pasture conversion in western Mexico. *Agroforestry Systems*, 66: 93–100.
- Gardiner DT ve Miller RW** (2008) *Soils in Our Environment*. Eleventh Edition. Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, New Jersey, 600 pp.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Gedik İ ve Aksay A** (2002a) *1/100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Zonguldak E-29 Paftası, No. 25*. Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 25 s.
- Gedik İ ve Aksay A** (2002b) *1/100 000 Ölçekli Zonguldak E-29 Paftası, No. 25*. Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Gregorich EG, Carter MR, Angers DA, Monreal CM ve Ellert BH** (1994) Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74: 367–385.
- Gülçur F** (1974) *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*. Kutulmuş Matbaası, İÜ Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225 s.
- Halvorson JJ, Smith JL ve Papendick RI** (1997) Issues of scale for evaluating soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, 52: 26–30.
- Harris RF ve Bezdicek DF** (1994) Descriptive aspects of soil quality/health. In: *Defining soil quality for a sustainable environment*, eds. JW Doran, DC Coleman, DF Bezdicek, and BA Stewart, Soil Science Society of America Special Publication 35, Madison, WI, pp. 23-35.
- Haubensak KA, Harta SC ve Stark JM** (2002) Influences of chloroform exposure time and soil water content on C and N release in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1549–1562.
- He ZL, Wu J, O'Donnell AG ve Syers JK** (1997) Seasonal responses in microbial biomass carbon, phosphorus and sulphur in soils under pasture. *Biology and Fertility of Soils*, 24: 421-428.
- Hedley MJ, White RE ve Nye PH** (1982) Plant-induced changes in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* var. emerald) seedlings. III. Changes in L value, soil phosphate fractions and phosphatase activity. *New Phytologist*, 91: 45–56.
- Hernot J ve Robertson GP** (1994) Vegetation removal in two soils of the humid tropics: effect on microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 111–116.
- HGK** (1954) *1:25 000 Ölçekli Zonguldak E 29-d1, E 29-d2 Topografik Haritaları*, Ankara.
- 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.
- Horwath W** (2007) Carbon cycling and formation of soil organic matter. In: Paul, E.A. (Ed.), *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. Academic Press, New York, pp. 303–339.



## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Hu YL, Wang SL ve Zeng DH** (2006) Effects of single Chinese fir and mixed leaf litters on soil chemical, microbial properties and enzyme activities. *Plant and Soil*, 282: 379–386.
- Hughes S ve Reynolds B** (1991) Effects of clear felling on microbial biomass phosphorus in the Oh horizon of an afforested podzol in Mid-Wales. *Soil Use Management*, 7: 183–188.
- Insam H** (2001) Developments in soil microbiology since the mid 1960s. *Geoderma*, 100: 389–402.
- Insam H ve Domsch KH** (1988) Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, 15: 177–188.
- Insam H, Rangger A, Henrich M ve Hitzl W** (1996) The effect of grazing on soil microbial biomass and community on alpine pastures. *Phyton*, 36: 205–216.
- 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 İlmî*. İkinci baskı, İÜ Yayın No: 1268, Orman Fakültesi Yayın No: 121, Taş Matbaası, İstanbul, 299 s.
- Jenkinson DS** (1966) Studies on the decomposition of plant material in soil. II. Partial sterilization of soil and the soil biomass. *Journal of Soil Science*, 17: 280–302.
- Jenkinson DS** (1988) The determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. *In: Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems*, ed. JR Wilson, CAB, Wallingford, 368–386 pp.
- Jenkinson DS** (1990) The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London Series B 329 (1255): 361–368.
- Jenkinson DS ve Powlson DS** (1976) The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 8: 167–177.
- Jenkinson DS ve Ladd JN** (1981) Microbial Biomass in Soil Measurement and Turnover. *In: Soil Biochemistry*, eds. EA Paul and JN Ladd, Volume 5, Marcel Dekker, Inc, New York and Basel, pp. 415–471.
- Jenny H** (1980) *The Soil Resource: Origin and Behavior*. Ecological Studies 37, Springer Verlag, New York, 377 pp.
- Joergensen RG, Anderson TH ve Wolters V** (1995a) Carbon and nitrogen relationships in the microbial biomass of soils in beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 141–147.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Joergensen RG, Kübler H, Meyer B ve Wolters V** (1995b) Microbial biomass phosphorus in soils of beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 215–219.
- Johnson DL, Ambrose SH, Bassett TJ, Bowen ML, Crummey DE, Isaacson JS, Johnson DN, Lamb P, Saul M ve Winter-Nelson AE** (1997) Meanings of environmental terms. *Journal of Environmental Quality*, 26: 581–589.
- Jonasson S, Michelsen A ve Schmidt IK** (1999) Coupling of nutrient cycling and carbon dynamics in the Arctic, integration of soil microbial and plant processes. *Applied Soil Ecology*, 11: 135–146.
- Kacar B** (1996) *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri*. AÜ Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kacar B ve Katkat V** (2010) *Bitki Besleme*. 5. Baskı Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara, 659 s.
- Kaiser EA, Mueller T, Joergensen RG, Insam H ve Heinemeyer O** (1992) Evaluations of methods to estimate the soil microbial biomass and the relationship with the soil texture and organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 675–683.
- Kanerva S ve Smolander A** (2007) Microbial activities in forest floor layers under silver birch, Norway spruce and Scots pine. *Soil Biology and Biochemistry*, 39 (7): 1459-1467.
- Kantarıcı MD** (2000) *Toprak İlimi*, İstanbul Üniversitesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kara Ö** (2002) Kuzey Trakya Dağlık Yetiştirme Ortamı Bölgesinde Kayın, Meşe ve Karaçam Ormanlarındaki Toprak Mikrofunguslarının Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 140 s.
- Kara Ö ve Bolat İ** (2007) Impact of alkaline dust pollution on soil microbial biomass carbon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31 (3): 181–187.
- Kara Ö ve Bolat İ** (2008a) 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 ve Bolat İ** (2008b) The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartın province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32 (4): 281–288.
- Kara Ö ve Bolat İ** (2008c) Bartın ili orman ve tarım topraklarının mikrobiyal biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ve N ( $N_{mic}$ ) içerikleri. *Ekoloji*, 69: 32–40.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- 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.
- Kara Ö, Şensoy H ve Bolat İ** (2010) Slope length effects on microbial biomass and activity of eroded sediments. *Journal of Soils and Sediments*, 10 (3): 434–439.
- Karaöz MÖ** (1992) Yaprak ve Ölü Örtü Analiz Yöntemleri. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 42 (1-2), 57-71.
- Karaöz MÖ** (1991). Atatürk Arboretumu'ndaki bazı iğne yapraklı plantasyonlarda ölü örtünün kimyasal özellikleri üzerine araştırmalar. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 41 (2), 69-86.
- Karatepe Y** (2004) Gölcük (Isparta)'te Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, Issn: 1302-7085: 1-16.
- Karlen DL, Mausbach MJ, Doran JW, Cline RG, Harris RF ve Schuman GE** (1997) Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 4–10.
- Kaya Z ve Başaran S** (2006) Bartın florasına katkılar. *Gazi Üni. Orman Fak. Dergisi*, 6 (1): 41-63.
- Khan KS ve Joergensen RG** (2006) Microbial C, N and P relationships in moisture stressed soils of Potohar, Pakistan. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169: 494-500.
- Kieft TL ve Rosacker LL** (1991) Application of respiration- and adenylate-based soil microbiological assays to deep subsurface terrestrial sediments. *Soil Biology and Biochemistry*, 23: 563-568.
- Korkanç SY** (2003) Bartın Yöresinde Arazi Kullanım Sorunları ve Çözüm Önerileri (Iskalan Deresi Yağış Havzası Örneği). Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 188 s.
- Kramer S ve Green DM** (2000) Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 179–188.
- Lal R** (1994) Sustainable land use systems soil resilience. *In: Soil Resilience and Sustainable Land Use*, eds. DJ Greenland and I Szabolcs, CAB International, Wallingford, UK, pp. 41-67.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Li QC, Allen HL ve Wollum AG** (2004) Microbial biomass and bacterial functional diversity in forest soils: Effects of organic matter removal, compaction, and vegetation control. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 571–579.
- Li X, Li F, Singh B, Rengelc Z ve Zhan Z** (2007) Soil management changes organic carbon pools in alpine pastureland soils. *Soil and Tillage Research*, 93: 186–196.
- Luizao RCC, Bonde RA ve Rosswall T** (1992) Seasonal variation of soil microbial biomass: the effect of clear felling in a tropical rain forest and establishment of pasture in the Central Amazon. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 805–813.
- Luo Y ve Zhou X** (2006) *Soil Respiration and The Environment*. Academic Press; 1 edition, 328 pp.
- Mahia J, Perez Ventura L, Cabaneiro A ve Diaz-Ravina M** (2006) Soil microbial biomass under pine forest in the north-wester Spain: influence of stand age, site index and parent material. *Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales*, 15 (2): 152-159.
- Maithani K, Arunachalam A, Tripathi RS ve Pandey HN** (1998) Influence of leaf litter quality on N mineralization in soils of subtropical humid forest regrowths. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 44–50.
- Maithani K, Tripathi RS, Arunachalam A ve Pandey HN** (1996) Seasonal dynamics of microbial biomass C, N and P during regrowth of a disturbed subtropical humid forest in north-east India. *Applied Soil Ecology*, 4: 31–37.
- Martikainen PJ ve Palojarvi A** (1990) Evaluation of the fumigation-extraction method for the determination of microbial C and N in a range of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 22: 297–802.
- Mendham DS, Sankaran KV, O’Connell AM ve Grove TS** (2002) *Eucalyptus globulus* harvest residue management effects on soil carbon and microbial biomass at 1 and 5 years after plantation establishment. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1903–1912.
- Merino A, Fernandez-Lopez A, Solla-Gullon F ve Edeso, JM** (2004) Soil changes and tree growth in intensively managed *Pinus radiata* in northern Spain. *Forest Ecology and Management*, 196: 393-404.
- MGM** (2009) *Meteoroloji Genel Müdürlüğü Bartın Meteoroloji İstasyonu 1975–2009 Yılları İklim Verileri*, Ankara.
- Miller RW ve Donahue RL** (1995) *Soil in Our Environment*. (7th ed), Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 214 pp.
- Murrieta VMS, Govaerts B ve Dendooven L** (2007) Microbial biomass C measurements in soil of the central highlands of Mexico. *Applied Soil Ecology*, 35: 432–440.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Nadelhoffer KJ, Aber JD ve Melillo JM** (1985) Fine roots, net primary productivity and soil nitrogen availability: a new hypothesis. *Ecology*, 66: 1377–1390.
- Nannipieri P, Ascher J, Ceccherini MT, Landi L, Pietramellara G ve Renella G** (2003) Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, 54: 655–670.
- Nielsen MN ve Winding A** (2002) *Microorganisms as Indicators of Soil Health*. National Environmental Research Institute, Denmark. Technical Report No. 388, 84 pp.
- O'Brien BJ** (1984) Soil organic carbon fluxes and turnover rates estimated from radiocarbon enrichments. *Soil Biology and Biochemistry*, 16: 115-120.
- OGM** (2001) *Bartın Orman İşletme Müdürlüğü Arıt Orman İşletme Şefliği Arıt Serisi Münferit Orman Amenajman Planı*, Bartın (2001-2010).
- OGM** (2008) *Orman Amenajmanı Yönetmeliği*. Orman Genel Müdürlüğü, Resmi Gazete Sayı: 26778, Ankara. 17 s.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS ve Dean LA** (1954) *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. Circular 939, United States Department of Agriculture, Washington DC, pp 1-19.
- Özbek H, Kaya Z ve Tamcı M** (1984) *Bitki Beslenmesi ve Metabolizması*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 162, Ders Kitabı: 12, Ankara, 590 s.
- 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*, İkinci Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir, 689 s.
- Özhan S.** (2004) *Havza Amenajmanı*. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 481, İstanbul, 384 s.
- Özyuvacı N** (1999) *Meteoroloji ve Klimatoloji*. İÜ Yayın No. 4196, Orman Fakültesi Yayın No. 460, İstanbul, 369 s.
- Pankhurst CE, Doube BM ve Gupta VVSR** (1997) Biological indicators of soil health: Synthesis. In: *Biological Indicators of Soil Health*. Eds. CE Pankhurst, BM Doube, and VVSR Gupta, CAB International, pp. 419–435.
- Parkinson D ve Coleman DC** (1991) Microbial communities, activity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34: 3–33.
- Parr JF ve Papendick RI** (1997) Soil quality, relationship and strategies for sustainable dryland farming system. *Annals of Arid Zone*, 36 (3): 181–191.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Parr JF, Papendick RI, Hornick SB ve Meyer RE** (1992) Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7: 5–11.
- Patel K, Nirmal Kumar JI, N Kumar R ve Kumar Bhoi R** (2010) Seasonal and temporal variation in soil microbial biomass C, N and P in different types land uses of dry deciduous forest ecosystem of Udaipur, Rajasthan, Western India. *Applied Ecology and Environmental Research*, 8(4): 377-390.
- Paul EA ve Clark FE** (1996) *Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, New York, NY, 273 pp.
- Pidwirny M** (2006) "Introduction to Soils". *Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10t.html> (14.12.2010).
- Plaster EJ** (1992) *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.
- Powelson DS ve Jenkinson DS** (1981) A comparison of the organic-matter, biomass, adenosine-triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct-drilled soils. *Journal of Agricultural Science*, 97: 713-721.
- Powelson DS, Brookes PC ve Christensen BT** (1987) Measurement of microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to the straw incorporation. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 159-164.
- Powelson DS, Hirsch PR ve Brookes PC** (2001) The role of soil microorganisms in soil organic matter conservation in the tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61: 41–51.
- Priha O ve Smolander A** (1997) Microbial biomass and activity in soil and litter under *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula pendula* at originally similar field afforestation sites. *Biology and Fertility of Soils*, 24: 45–51.
- Raghubanshi AS** (1991) Dynamics of soil biomass C, N, and P in a dry tropical forest in India. *Biology and Fertility of Soils*, 12: 55–59.
- Rinnan R, Michelsen A ve Jonasson S** (2008) Effects of litter addition and warming on soil carbon, nutrient pools and microbial communities in a subarctic heath ecosystem. *Applied Soil Ecology*, 39: 271–281.
- Robertson GP ve Groffman PM** (2007) Nitrogen transformations. *In: Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*, ed. E.A Paul, Third Edition. Academic Press, New York. pp. 341-364.
- Roldan A, Garcia-Orenes F ve Lax A** (1994) An incubation experiment to determinate factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 1699–1707.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Rowell DL** (1994) *Soil Science Methods and Applications*. Longman Scientific and Technical, Singapore, 350 pp.
- Saggar S, McIntosh PD, Hedley CB ve Knicker H** (1999) Changes in soil microbial biomass, metabolic quotient, and organic matter turnover under Hieracium (*H. pilosella* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 30: 232–238.
- Santruckova H** (1992) Microbial biomass, activity and soil respiration in relation to secondary succession. *Pedobiologia*, 36: 341-350.
- Satti P, Mazzarino MJ, Gobbi M, Funes F, Roselli L ve Fernandez H** (2003) Soil N dynamics in relation to leaf litter quality and soil fertility in north-western Patagonian forests. *Journal of Ecology*, 91: 173-181.
- Scheu S ve Parkinson D** (1995) Successional changes in microbial biomass, respiration and nutrient status during litter decomposition in an aspen and pine forest. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 327–332.
- Schjonning P, Elmholt S ve Christensen BT** (2004) Soil quality management—concepts and terms. *In: Managing soil quality challenges in modern agriculture*, eds. P Schjonning, S Elmholt and BT Christensen, CABI Publishing. UK, pp. 1-16.
- Schmidt JP, Buol SW ve Kamprath EJ** (1996) Soil phosphorus dynamics during seventeen years of continuous cultivation: Fractionation analyses. *Soil Science Society of America Journal*, 60: 1168–1172.
- Sevgi O** (2003) Bayramiç İşletmesi’nde (Kaz Dağları) Karaçam’ın (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Yükseltiyeye Göre Beslenme Büyüme İlişkileri. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programı, İstanbul, 221 s.
- Sharma P, Rai SC, Sharma R ve Sharma E** (2004) Effects of land-use change on soil microbial C, N and P in a Himalayan watershed. *Pedobiologia*, 48: 83–92.
- Singer MJ ve Ewing S** (2000) Soil quality. *In: Handbook of Soil Science*, ed. ME Sumner, CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 271–298.
- Singh JS, Raghubanshi AS, Singh RS ve Srivastava SC** (1989) Microbial biomass acts as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna. *Nature*, 338: 499–500.
- Singh S ve Singh JS** (1995) Microbial biomass associated with water-stable aggregates in forest, savanna and cropland soils of a seasonally dry tropical region, India. *Soil Biology and Biochemistry*, 27: 1027–1033.
- Smith JL ve Paul EA** (1990) The significance of soil microbial biomass estimations. *In: Soil Biochemistry*, eds. JM Bollag and G Stotzky, Marcel Dekker, New York, pp. 357–396.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Smith LJ ve Papendick RI** (1993) Soil organic matter dynamics and crop residue management. *In: Soil Microbial Ecology Applications in Agricultural and Environmental Management*, ed. FJ Blaine Meeting, Marcel Dekker, New York, pp. 65–94.
- Sparling GP** (1997) Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. *In: Biological indicators of soil health*, eds. C Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, Wallingford, pp. 97-119.
- Sparling GP, Hart PBS, August JA ve Leslie DM** (1994) A comparison of soil and microbial carbon, nitrogen and phosphorus contents, and macro-aggregate stability of a soil under native forest and after clearance for pastures and plantation forest. *Biology and Fertility of Soils*, 17: 91–100.
- Srivastava SC ve Singh JS** (1989) Effect of cultivation on microbial carbon and nitrogen in dry tropical forest soil. *Biology and Fertility of Soils*, 8: 343–348.
- Stout JD, Goh KM ve Rafter TA** (1981) Chemistry and turnover of naturally occurring resistant organic compounds in soil. *In: Soil Biochemistry*, eds. E A Paul and JN Ladd, Volume. 5. Marcel Dekker, New York, pp. 1-73.
- Sumner ME** (1995) Sodic soils: new perspectives. *In: Australian Sodic Soils: Distribution, Properties and Management*, eds. R Naidu, ME Sumner and P Rengasamy, CSIRO, Melbourne, pp. 1–34.
- Swift MJ, Heal OW ve Anderson JM** (1979) *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell, Oxford. 371 p.
- Şentürk M** (2009) Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın meşçerelerinin yaprak alan indeksi, ölü örtü ve bazı toprak özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 79 s.
- Tang XL, Zhou GY, Liu SG, Zhang DQ, Liu SZ ve Zhou CY** (2006) Dependence of soil respiration on soil temperature and soil moisture in successional forests in southern China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 48: 654–663.
- Tate KR, Speir TW, Ross DJ, Parfitt RL, Whale KN ve Cowling JC** (1991) Temporal variations in some plant and soil P pools in two pasture soils of widely different P fertility status. *Plant and Soil*, 132: 219–232.
- Taylor BR, Parkinson D ve Parsons WFJ** (1989) Nitrogen and lignin content as predictor of litter decay rates: A microcosm test. *Ecology*, 70: 97-104.
- Terhoeven-Urselmans T, Schmidt H, Joergensen RG ve Ludwiga B** (2008) Usefulness of near-infrared spectroscopy to determine biological and chemical soil properties: Importance of sample pre-treatment. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 1178–1188.



## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Tian Y, Haibara K, Toda H, Ding F, Liu Y ve Choi D** (2008) Microbial biomass and activity along a natural pH gradient in forest soils in a karst region of the upper Yangtze River, China. *Journal of Forest Research*, 13: 205–214.
- Tunlid A ve White DC** (1992) Biochemical analysis, community structure, nutritional status and metabolic activity of microbial communities in soil. In: *Soil Biochemistry*, eds. G. Stotzky and JM Bollag, volume 7. Marcel Dekker, New York, pp 229–262.
- Turner B L ve Haygarth P M** (2001) Phosphorus solubilization in rewetted soils. *Nature*, 411: 258, doi: 10.1038/35077146.
- Upadhyaya K, Arunachalam K ve Arunachalam A** (2004) Microbial C, N and P in Soils of *Phyllostachys bambusoides* plantation and *Pinus roxburghii* forest in Arunachal Pradesh, India. *Journal of Tropical Forest Science*, 16(2): 260–264.
- Vance ED, Brookes PC ve Jenkinson DS** (1987a) An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 703–707.
- Vance ED, Brookes PC ve Jenkinson DS** (1987b) Microbial biomass measurements in forest soils: The use of the chloroform fumigation incubation method for strongly acid soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 697–702.
- Vanhala P, Tamminen P ve Fritze H** (2005) Relationship between basal soil respiration rate, tree stand and soil characteristics in boreal forests. *Environmental Monitoring and Assessment*, 101 (1): 85–92.
- Walkley A ve Black AI** (1934) An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29–38.
- Wang FE, Chen YX, Tian GM, Kumar S, He YF, Fu QL ve Lin Q** (2004) Microbial biomass carbon, nitrogen and phosphorus in the soil profiles of different vegetation covers established for soil rehabilitation in a red soil region of southeastern China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 68: 181–189.
- Williams B L ve Sparling G P** (1984) Extractable N and P in relation to microbial biomass in UK acid organic soils. *Plant Soil*, 76: 139–148.
- Williams AG, Ternan JL, 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.
- Winding A, Hund-Rinke K ve Rutgers M** (2005). The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ectotoxicology and Enviromental Safety*, 62: 230-248.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Wright AL, Hons FM ve Jr-Matocha JE** (2005) Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. *Applied Soil Ecology*, 29: 85–92.
- Wu J, He Z-L, Wei W-X, O'Donnell AG ve Syers JK** (2000) Quantifying microbial biomass phosphorus in acid soils. *Biology and Fertility of Soils*, 32: 500–507.
- Yan T, Yang L ve Campbell CD** (2003) Microbial biomass and metabolic quotient of soils under different land use in the Three Gorges Reservoir area. *Geoderma*, 115: 129–138.
- Yatkın H** (1996) Amasra Yöresi Florsitik Kompozisyonu. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Bartın, 321 s.
- Yılmaz F** (2007) Erfelek Barajı Yağış Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, A.İ.B.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bolu, 115 s.
- Yuan BC, Li ZZ, Liu H, Gao M ve Zhang YY** (2007) Microbial biomass and activity in salt affected soils under arid conditions. *Applied Soil Ecology*, 35: 319-328.
- Zak DR ve Pregitzer KS** (1990) Spatial and temporal variability of nitrogen cycling in Northern lower Michigan. *Forest Science*, 36: 367–380.
- Zeller B, Colin-Belgrand M, Dambrine E, Martin F ve Bottner P** (2000) Decomposition of 15N-labelled beech litter and fate of nitrogen derived from litter in a beech forest. *Oecologia*, 123: 550–559.
- Zhong Z ve Makeschin F** (2006) Differences of soil microbial biomass and nitrogen transformation under two forest types in central Germany. *Plant and Soil*, 283: 287–297.
- Zogg GP, Zak DR, Ringelberg DB, MacDonald NW, Pregitzer KS ve White DC** (1997) Compositional and functional shifts in microbial communities related to soil warming. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 475–481.
- Zou X, Binkley D ve Caldwell BA** (1995) Effects of dinitrogen fixing trees on phosphorus biogeochemical cycling in contrasting forests. *Soil Science Society of America Journal*, 59: 1452–1458.

**EK AÇIKLAMALAR A**

**FARKLI MEŞCERE TİPLERİ ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNE AİT  
BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE İLİŞKİN  
DEĞERLER İLE SICAKLIK VE BAĞIL (NİSBİ) NEM DEĞERLERİ**

Tablo A.1 Gök nar meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	73,3	59,9	88,4	255,9
	2	73,3	59,9	88,4	255,9
<b>2</b>	1	85,7	85,7	82,5	203,2
	2	85,7	85,7	82,5	203,2
<b>3</b>	1	48,1	52,6	60,8	199,9
	2	48,1	52,6	60,8	199,9
<b>4</b>	1	89,4	90,0	108,4	168,2
	2	89,4	90,0	108,4	168,2
<b>5</b>	1	81,7	103,8	92,7	180,6
	2	81,7	103,8	92,7	180,6
<b>6</b>	1	55,9	58,8	129,3	207,7
	2	55,9	58,8	129,3	207,7
<b>7</b>	1	73,7	55,2	104,0	155,0
	2	73,7	55,2	104,0	155,0
<b>8</b>	1	45,3	65,8	99,1	174,9
	2	45,3	65,8	99,1	174,9
<b>9</b>	1	67,8	48,1	112,0	197,4
	2	67,8	48,1	112,0	197,4
<b>10</b>	1	81,8	57,5	73,9	180,9
	2	81,8	57,5	73,9	180,9
<b>11</b>	1	48,5	84,4	90,0	179,0
	2	48,5	84,4	90,0	179,0
<b>12</b>	1	44,4	41,4	88,2	153,3
	2	44,4	41,4	88,2	153,3
<b>13</b>	1	87,2	53,3	95,2	169,1
	2	87,2	53,3	95,2	169,1
<b>14</b>	1	71,2	63,1	85,9	173,5
	2	71,2	63,1	85,9	173,5
<b>15</b>	1	47,1	62,6	88,6	207,3
	2	47,1	62,6	88,6	207,3
Minimum Değer		44,4	41,1	60,8	153,3
Maksimum Değer		89,4	103,8	129,3	255,9
Ortalama Değer		66,74	65,48	93,26	187,06
Standart Sapma		16,60	17,20	16,00	25,50

Tablo A.2 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	110,1	182,5	142,1	202,1
	2	110,1	182,5	142,1	202,1
<b>2</b>	1	95,2	110,8	207,7	354,5
	2	95,2	110,8	207,7	354,5
<b>3</b>	1	102,0	124,6	98,1	191,2
	2	102,0	124,6	98,1	191,2
<b>4</b>	1	113,4	132,8	140,0	198,9
	2	113,4	132,8	140,0	198,9
<b>5</b>	1	78,7	81,6	199,6	194,8
	2	78,7	81,6	199,6	194,8
<b>6</b>	1	100,8	183,6	154,5	239,2
	2	100,8	183,6	154,5	239,2
<b>7</b>	1	77,2	212,5	164,0	213,5
	2	77,2	212,5	164,0	213,5
<b>8</b>	1	86,2	144,7	179,5	323,7
	2	86,2	144,7	179,5	323,7
<b>9</b>	1	102,4	136,9	178,1	271,2
	2	102,4	136,9	178,1	271,2
<b>10</b>	1	139,9	141,9	117,5	204,1
	2	139,9	141,9	117,5	204,1
<b>11</b>	1	212,7	129,3	174,3	299,7
	2	212,7	129,3	174,3	299,7
<b>12</b>	1	154,8	84,0	114,1	248,7
	2	154,8	84,0	114,1	248,7
<b>13</b>	1	56,0	85,5	161,5	310,2
	2	56,0	85,5	161,5	310,2
<b>14</b>	1	119,8	199,8	192,2	206,7
	2	119,8	199,8	192,2	206,7
<b>15</b>	1	101,0	153,7	160,3	128,1
	2	101,0	153,7	160,3	128,1
Minimum Değer		56,0	81,6	98,1	128,1
Maksimum Değer		212,7	212,5	207,7	354,5
Ortalama Değer		110,01	140,28	158,90	239,10
Standart Sapma		36,76	40,28	31,39	60,35

Tablo A.3 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	228,5	171,9	131,4	451,9
	2	228,5	171,9	131,4	451,9
2	1	201,6	170,6	136,3	220,9
	2	201,6	170,6	136,3	220,9
3	1	194,6	158,4	110,2	225,7
	2	194,6	158,4	110,2	225,7
4	1	144,7	125,7	85,8	337,4
	2	144,7	125,7	85,8	337,4
5	1	218,3	85,1	152,8	288,8
	2	218,3	85,1	152,8	288,8
6	1	199,9	131,5	86,2	236,5
	2	199,9	131,5	86,2	236,5
7	1	132,2	103,2	85,3	261,3
	2	132,2	103,2	85,3	261,3
8	1	167,1	106,2	117,4	319,1
	2	167,1	106,2	117,4	319,1
9	1	205,3	224,9	94,2	270,1
	2	205,3	224,9	94,2	270,1
10	1	257,9	141,5	64,4	357,0
	2	257,9	141,5	64,4	357,0
11	1	214,5	155,0	103,1	163,6
	2	214,5	155,0	103,1	163,6
12	1	304,5	136,6	90,8	375,7
	2	304,5	136,6	90,8	375,7
13	1	269,3	196,0	124,8	183,3
	2	269,3	196,0	124,8	183,3
14	1	172,2	115,0	65,2	305,8
	2	172,2	115,0	65,2	305,8
15	1	278,2	102,8	78,0	260,8
	2	278,2	102,8	78,0	260,8
Minimum Değer		132,2	85,1	64,4	163,6
Maksimum Değer		304,5	224,9	152,8	451,9
Ortalama Değer		212,58	141,62	101,72	283,86
Standart Sapma		48,23	37,72	25,95	75,21

Tablo A.4 Göknaş meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin örnek alma zamanındaki nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	49,1	31,9	58,0	88,5
	2	49,1	31,9	58,0	88,5
2	1	48,5	46,8	66,4	95,3
	2	48,5	46,8	66,4	95,3
3	1	42,3	37,6	50,0	63,7
	2	42,3	37,6	50,0	63,7
4	1	55,0	41,1	48,8	66,8
	2	55,0	41,1	48,8	66,8
5	1	43,1	38,9	41,0	76,3
	2	43,1	38,9	41,0	76,3
6	1	39,7	28,7	59,9	59,9
	2	39,7	28,7	59,9	59,9
7	1	44,6	30,8	50,2	83,9
	2	44,6	30,8	50,2	83,9
8	1	54,1	29,6	51,4	93,3
	2	54,1	29,6	51,4	93,3
9	1	54,6	36,3	43,0	59,5
	2	54,6	36,3	43,0	59,5
10	1	39,6	29,2	56,6	48,9
	2	39,6	29,2	56,6	48,9
11	1	52,2	22,2	56,5	89,8
	2	52,2	22,2	56,5	89,8
12	1	46,1	31,2	65,9	65,3
	2	46,1	31,2	65,9	65,3
13	1	43,2	24,1	39,2	62,5
	2	43,2	24,1	39,2	62,5
14	1	35,6	47,3	39,4	65,6
	2	35,6	47,3	39,4	65,6
15	1	38,7	24,1	38,0	85,4
	2	38,7	24,1	38,0	85,4
Minimum Değer		35,6	22,2	38,0	48,9
Maksimum Değer		55,0	47,3	66,4	95,3
Ortalama Değer		45,76	33,32	50,95	73,64
Standart Sapma		6,14	7,67	9,33	14,36

Tablo A.5 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	40,9	38,4	46,2	77,1
	2	40,9	38,4	46,2	77,1
<b>2</b>	1	45,0	22,8	44,0	60,4
	2	45,0	22,8	44,0	60,4
<b>3</b>	1	68,6	27,9	33,8	37,6
	2	68,6	27,9	33,8	37,6
<b>4</b>	1	48,9	19,3	36,7	52,8
	2	48,9	19,3	36,7	52,8
<b>5</b>	1	31,5	35,9	40,1	55,1
	2	31,5	35,9	40,1	55,1
<b>6</b>	1	33,4	26,0	31,4	52,2
	2	33,4	26,0	31,4	52,2
<b>7</b>	1	27,3	24,1	34,8	55,1
	2	27,3	24,1	34,8	55,1
<b>8</b>	1	41,3	27,6	39,2	36,3
	2	41,3	27,6	39,2	36,3
<b>9</b>	1	32,7	30,8	38,7	48,7
	2	32,7	30,8	38,7	48,7
<b>10</b>	1	40,5	20,4	40,6	35,2
	2	40,5	20,4	40,6	35,2
<b>11</b>	1	39,7	23,3	46,9	58,2
	2	39,7	23,3	46,9	58,2
<b>12</b>	1	33,6	19,8	43,9	49,7
	2	33,6	19,8	43,9	49,7
<b>13</b>	1	37,0	23,1	32,5	57,9
	2	37,0	23,1	32,5	57,9
<b>14</b>	1	50,4	22,9	42,3	66,2
	2	50,4	22,9	42,3	66,2
<b>15</b>	1	30,9	25,9	33,1	64,1
	2	30,9	25,9	33,1	64,1
Minimum Değer		27,3	19,3	31,4	35,2
Maksimum Değer		68,6	38,4	46,9	77,1
Ortalama Değer		40,11	25,88	38,94	53,77
Standart Sapma		10,15	5,47	5,00	11,28



Tablo A.6 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin örnek alma zamanındaki nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	56,2	21,1	37,8	48,2
	2	56,2	21,1	37,8	48,2
<b>2</b>	1	33,1	23,4	34,1	49,6
	2	33,1	23,4	34,1	49,6
<b>3</b>	1	27,9	23,3	40,7	43,3
	2	27,9	23,3	40,7	43,3
<b>4</b>	1	28,8	26,7	35,8	46,3
	2	28,8	26,7	35,8	46,3
<b>5</b>	1	28,4	18,6	31,8	33,8
	2	28,4	18,6	31,8	33,8
<b>6</b>	1	35,8	21,0	30,2	61,3
	2	35,8	21,0	30,2	61,3
<b>7</b>	1	32,9	15,1	24,9	41,5
	2	32,9	15,1	24,9	41,5
<b>8</b>	1	34,4	26,4	41,0	49,6
	2	34,4	26,4	41,0	49,6
<b>9</b>	1	35,2	21,4	37,3	48,1
	2	35,2	21,4	37,3	48,1
<b>10</b>	1	42,4	16,6	33,6	57,0
	2	42,4	16,6	33,6	57,0
<b>11</b>	1	38,2	17,7	33,3	58,3
	2	38,2	17,7	33,3	58,3
<b>12</b>	1	51,2	18,6	30,4	58,9
	2	51,2	18,6	30,4	58,9
<b>13</b>	1	39,2	20,6	37,6	57,1
	2	39,2	20,6	37,6	57,1
<b>14</b>	1	30,7	23,6	28,4	46,1
	2	30,7	23,6	28,4	46,1
<b>15</b>	1	51,2	19,9	26,8	41,2
	2	51,2	19,9	26,8	41,2
Minimum Değer		27,9	15,1	24,9	33,8
Maksimum Değer		56,2	26,7	41,0	61,3
Ortalama Değer		37,70	20,93	33,58	49,35
Standart Sapma		8,73	3,29	4,78	7,71

Tablo A.7 Farklı meşcere tiplerinde hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E Ş C E R E T İ P İ		
		GÖKNAR	KAYIN	GÖKNAR-KAYIN
1	1	0,93	1,22	0,95
	2	0,93	1,22	0,95
2	1	1,04	1,17	1,16
	2	1,04	1,17	1,16
3	1	1,11	1,02	1,39
	2	1,11	1,02	1,39
4	1	0,96	0,99	1,25
	2	0,96	0,99	1,25
5	1	1,05	1,42	1,48
	2	1,05	1,42	1,48
6	1	1,17	1,17	1,23
	2	1,17	1,17	1,23
7	1	1,09	1,32	1,24
	2	1,09	1,32	1,24
8	1	0,70	1,26	1,18
	2	0,70	1,26	1,18
9	1	0,94	1,26	1,11
	2	0,94	1,26	1,11
10	1	1,05	1,07	1,19
	2	1,05	1,07	1,19
11	1	0,98	1,11	1,02
	2	0,98	1,11	1,02
12	1	1,09	1,28	1,13
	2	1,09	1,28	1,13
13	1	1,13	1,26	1,18
	2	1,13	1,26	1,18
14	1	1,26	1,11	1,30
	2	1,26	1,11	1,30
15	1	1,09	1,26	0,95
	2	1,09	1,26	0,95
Minimum Değer		0,70	0,99	0,95
Maksimum Değer		1,26	1,42	1,48
Ortalama Değer		1,03	1,19	1,18
Standart Sapma		0,12	0,11	0,14

Tablo A.8 Farklı meşcere tiplerinde tane yoğunluğu (g cm<sup>-3</sup>) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E Ş C E R E T İ P İ		
		GÖKNAR	KAYIN	GÖKNAR-KAYIN
1	1	2,49	2,72	2,53
	2	2,50	2,66	2,53
2	1	2,48	2,66	2,59
	2	2,51	2,64	2,62
3	1	2,59	2,46	2,66
	2	2,55	2,48	2,63
4	1	2,49	2,55	2,66
	2	2,48	2,51	2,64
5	1	2,58	2,69	2,75
	2	2,56	2,65	2,81
6	1	2,67	2,61	2,78
	2	2,63	2,59	2,68
7	1	2,58	2,66	2,73
	2	2,62	2,64	2,71
8	1	2,47	2,73	2,72
	2	2,42	2,72	2,68
9	1	2,42	2,69	2,62
	2	2,47	2,74	2,63
10	1	2,48	2,68	2,57
	2	2,52	2,68	2,60
11	1	2,46	2,60	2,54
	2	2,45	2,64	2,53
12	1	2,36	2,61	2,59
	2	2,34	2,64	2,59
13	1	2,54	2,66	2,69
	2	2,57	2,60	2,75
14	1	2,54	2,61	2,74
	2	2,63	2,60	2,73
15	1	2,58	2,71	2,59
	2	2,60	2,67	2,59
Minimum Değer		2,3	2,5	2,5
Maksimum Değer		2,7	2,7	2,8
Ortalama Değer		2,51	2,63	2,64
Standart Sapma		0,07	0,06	0,07

Tablo A.9 Farklı meşcere tiplerinde gözenek hacmi (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E Ş C E R E T İ P İ		
		GÖKNAR	KAYIN	GÖKNAR-KAYIN
1	1	62,7	55,1	62,5
	2	62,8	54,1	62,5
2	1	58,1	56,0	55,2
	2	58,6	55,7	55,7
3	1	57,1	58,5	47,7
	2	56,5	58,9	47,1
4	1	61,4	61,2	53,0
	2	61,3	60,6	52,7
5	1	59,3	47,2	46,2
	2	59,0	46,4	47,3
6	1	56,2	55,2	55,8
	2	55,5	54,8	54,1
7	1	57,8	50,4	54,6
	2	58,4	50,0	54,2
8	1	71,7	53,8	56,6
	2	71,1	53,7	56,0
9	1	61,2	53,2	57,6
	2	61,9	54,0	57,8
10	1	57,7	60,1	53,7
	2	58,3	60,1	54,2
11	1	60,2	57,3	59,8
	2	60,0	58,0	59,7
12	1	53,8	51,0	56,4
	2	53,4	51,5	56,4
13	1	55,5	52,6	56,1
	2	56,0	51,5	57,1
14	1	50,4	57,5	52,6
	2	52,1	57,3	52,4
15	1	57,8	53,5	63,3
	2	58,1	52,8	63,3
Minimum Değer		50,4	46,4	46,2
Maksimum Değer		71,7	61,2	63,3
Ortalama Değer		58,79	54,73	55,38
Standart Sapma		4,54	3,79	4,54

Tablo A.10 Farklı meşcere tiplerinde toprak tekstürü (% kum, % toz ve % kil) değerleri ve toprak türü.

		M E Ş C E R E T İ P İ											
		GÖKNAR				KAYIN				GÖKNAR-KAYIN			
Ö, N,	Tek,	Kum	Toz	Kil	T, Türü	Kum	Toz	Kil	T, Türü	Kum	Toz	Kil	T, Türü
1	1	27,0	19,5	53,5	K	24,4	37,1	38,5	BK	45,9	20,8	33,3	BK
	2	27,0	19,5	53,5	K	24,4	37,1	38,5	BK	45,9	20,8	33,3	BK
2	1	24,3	21,2	54,5	K	19,1	25,1	55,8	K	27,4	22,8	49,8	K
	2	24,3	21,2	54,5	K	19,1	25,1	55,8	K	27,4	22,8	49,8	K
3	1	20,9	25,1	53,9	K	32,8	25,4	41,8	BK	23,6	20,7	55,8	K
	2	20,9	25,1	53,9	K	32,8	25,4	41,8	BK	23,6	20,7	55,8	K
4	1	23,7	21,4	54,9	K	23,4	25,0	51,6	K	25,6	24,8	49,6	K
	2	23,7	21,4	54,9	K	23,4	25,0	51,6	K	25,6	24,8	49,6	K
5	1	24,1	21,3	54,7	K	15,9	28,9	55,2	K	19,7	28,8	51,5	K
	2	24,1	21,3	54,7	K	15,9	28,9	55,2	K	19,7	28,8	51,5	K
6	1	20,3	21,1	58,6	K	26,2	28,9	44,9	BK	23,5	26,9	49,6	K
	2	20,3	21,1	58,6	K	26,2	28,9	44,9	BK	23,5	26,9	49,6	K
7	1	17,7	23,4	58,9	K	36,7	20,6	42,7	BK	27,6	24,8	47,6	K
	2	17,7	23,4	58,9	K	36,7	20,6	42,7	BK	27,6	24,8	47,6	K
8	1	35,9	23,7	40,4	BK	24,1	22,7	53,2	K	20,9	25,0	54,1	K
	2	35,9	23,7	40,4	BK	24,1	22,7	53,2	K	20,9	25,0	54,1	K
9	1	24,6	15,2	60,2	K	22,9	26,8	50,3	K	19,6	24,7	55,7	K
	2	24,6	15,2	60,2	K	22,9	26,8	50,3	K	19,6	24,7	55,7	K
10	1	17,9	21,2	60,9	K	35,2	20,7	44,1	K	23,1	24,9	52,0	K
	2	17,9	21,2	60,9	K	35,2	20,7	44,1	BK	23,1	24,9	52,0	K
11	1	21,9	21,3	56,8	K	22,6	29,0	48,4	BK	25,2	24,9	49,9	K
	2	21,9	21,3	56,8	K	22,6	29,0	48,4	K	25,2	24,9	49,9	K
12	1	24,6	19,0	56,4	K	16,9	30,9	52,2	K	20,6	27,2	52,2	K
	2	24,6	19,0	56,4	K	16,9	30,9	52,2	K	20,6	27,2	52,2	K
13	1	15,7	19,1	65,2	K	18,6	26,9	54,5	K	18,6	29,2	52,2	K
	2	15,7	19,1	65,2	K	18,6	26,9	54,5	K	18,6	29,2	52,2	K
14	1	24,0	26,9	49,1	K	18,4	31,1	50,5	K	27,6	24,8	47,6	K
	2	24,0	26,9	49,1	K	18,4	31,1	50,5	K	27,6	24,8	47,6	K
15	1	24,4	21,2	54,5	K	24,7	26,9	48,4	K	22,1	23,2	54,7	K
	2	24,4	21,2	54,5	K	24,7	26,9	48,4	K	22,1	23,2	54,7	K
Minimum Değer		15,7	15,2	40,4		15,9	20,6	38,5		18,6	20,7	33,3	
Maksimum Değer		35,9	26,9	65,2		36,7	37,1	55,8		45,9	29,2	55,8	
Ortalama Değer		23,2	21,3	55,5		24,1	27,1	48,8		24,7	24,9	50,4	
Standart Sapma		4,6	2,7	5,5		6,2	4,1	5,2		6,4	2,4	5,3	

Ö.N. = Örnek Numarası, Tek.= Tekrar, T. Türü= Toprak Türü, K= Kil (Ağır Kil), BK= Balçıklı Kil

Tablo A.11 Gökna r meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik (toprak tuzluluğu) ( $\mu\text{S}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	277,0	117,0	165,0	252,0
	2	280,0	116,0	162,0	247,0
<b>2</b>	1	180,0	123,0	96,6	194,0
	2	172,0	123,0	99,4	195,0
<b>3</b>	1	50,7	142,0	275,0	102,0
	2	49,7	133,0	269,0	104,0
<b>4</b>	1	197,0	423,0	70,7	165,0
	2	197,0	414,0	69,7	169,0
<b>5</b>	1	205,0	109,0	170,0	65,4
	2	201,0	112,0	172,0	66,4
<b>6</b>	1	163,0	125,0	219,0	133,0
	2	167,0	127,0	212,0	134,0
<b>7</b>	1	148,0	260,0	149,0	415,0
	2	153,0	258,0	146,0	426,0
<b>8</b>	1	401,0	57,9	157,0	106,0
	2	413,0	56,5	169,0	105,0
<b>9</b>	1	231,0	119,0	277,0	124,0
	2	241,0	120,0	276,0	123,0
<b>10</b>	1	171,0	168,0	127,0	91,8
	2	164,0	171,0	134,0	96,2
<b>11</b>	1	217,0	125,0	120,0	119,0
	2	212,0	123,0	116,0	119,0
<b>12</b>	1	194,0	104,0	133,0	107,0
	2	183,0	104,0	134,0	105,0
<b>13</b>	1	104,0	72,2	119,0	139,0
	2	102,0	74,2	122,0	140,0
<b>14</b>	1	273,0	164,0	134,0	67,6
	2	282,0	175,0	135,0	68,1
<b>15</b>	1	112,0	57,6	112,0	234,0
	2	110,0	59,2	113,0	246,0
Minimum Değer		49,7	56,5	69,7	65,4
Maksimum Değer		413,0	423,0	277,0	426,0
Ortalama Değer		195,01	144,42	155,11	155,28
Standart Sapma		83	83,68	58,09	90,30

Tablo A.12 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik (toprak tuzluluğu) ( $\mu\text{S}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	66,6	213,0	82,2	186,0
	2	65,5	213,0	80,5	178,0
2	1	122,0	73,9	53,4	120,0
	2	120,0	73,1	54,1	120,0
3	1	356,0	82,8	72,4	152,0
	2	350,0	84,5	74,7	153,0
4	1	89,5	80,0	113,0	59,5
	2	94,8	78,1	105,0	59,3
5	1	48,5	186,0	60,0	37,5
	2	50,3	188,0	62,6	39,5
6	1	69,9	64,8	47,8	47,8
	2	79,7	64,2	47,7	49,3
7	1	59,4	72,6	56,3	86,6
	2	59,4	73,1	53,5	87,4
8	1	46,4	126,0	37,3	92,0
	2	46,1	121,0	35,6	94,2
9	1	41,4	187,0	335,0	40,2
	2	44,5	189,0	297,0	40,6
10	1	70,1	133,0	119,0	48,4
	2	77,3	133,0	119,0	48,4
11	1	64,1	66,2	120,0	35,5
	2	62,4	66,5	126,0	36,5
12	1	57,6	40,6	76,6	63,0
	2	66,5	41,7	76,9	64,4
13	1	45,2	58,9	71,9	32,0
	2	52,2	58,6	66,8	31,3
14	1	94,9	76,6	64,4	61,9
	2	95,3	78,9	65,8	63,0
15	1	47,2	162,0	74,9	183,0
	2	51,6	162,0	74,5	180,0
Minimum Değer		41,1	40,6	35,6	31,3
Maksimum Değer		356,0	213,0	335,0	186,0
Ortalama Değer		86,48	108,27	90,79	83,01
Standart Sapma		75,52	54,29	66,21	51,34

Tablo A.13 Göknaar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik (toprak tuzluluğu) ( $\mu\text{S}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	97,8	39,3	50,9	81,8
	2	93,5	40,0	52,2	84,4
2	1	64,6	74,5	104,0	62,6
	2	66,5	73,7	101,0	62,5
3	1	44,5	105,0	88,1	104,0
	2	41,1	102,0	86,2	104,0
4	1	90,9	60,1	58,6	71,9
	2	92,2	60,8	58,6	71,2
5	1	34,3	72,3	73,5	73,0
	2	34,2	73,3	76,0	72,9
6	1	54,3	54,0	72,4	108,0
	2	51,5	57,4	71,3	106,0
7	1	50,3	31,4	139,0	41,4
	2	49,8	32,7	139,0	37,4
8	1	60,3	104,0	143,0	60,8
	2	58,6	105,0	142,0	60,4
9	1	63,3	87,3	79,0	54,4
	2	64,4	84,1	78,0	55,8
10	1	61,5	30,1	34,2	45,0
	2	65,9	30,4	33,4	45,5
11	1	75,5	95,4	117,0	238,0
	2	68,7	87,6	116,0	246,0
12	1	139,0	59,4	76,6	64,6
	2	143,0	57,7	75,7	66,4
13	1	84,2	73,8	119,0	178,0
	2	72,6	70,4	125,0	176,0
14	1	61,1	92,4	67,6	112,0
	2	63,8	97,1	63,3	115,0
15	1	143,0	163,0	74,8	98,3
	2	128,0	169,0	73,2	98,6
Minimum Değer		34,2	30,1	33,4	37,4
Maksimum Değer		143,0	169,0	143,0	246,0
Ortalama Değer		73,4	76,10	86,28	93,19
Standart Sapma		30,39	33,96	31,32	52,74



Tablo A.14 Gökna r meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin aktüel pH (H<sub>2</sub>O) değeri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	6,35	6,40	6,60	7,54
	2	6,38	6,40	6,73	7,63
2	1	6,21	6,25	6,48	7,37
	2	6,24	6,28	6,52	7,36
3	1	5,95	5,81	6,66	7,37
	2	5,85	5,76	6,54	7,34
4	1	6,80	6,13	6,56	7,17
	2	6,76	6,09	6,52	7,13
5	1	6,65	6,43	6,40	7,11
	2	6,58	6,37	6,52	7,10
6	1	6,68	6,28	6,68	7,40
	2	6,66	6,26	6,71	7,48
7	1	6,52	6,49	6,58	7,37
	2	6,53	6,46	6,60	7,37
8	1	6,86	6,74	6,92	7,35
	2	6,78	6,85	6,93	7,37
9	1	6,55	6,56	7,07	7,44
	2	6,57	6,50	7,08	7,44
10	1	6,09	6,03	6,67	7,48
	2	6,10	6,04	6,65	7,44
11	1	6,51	6,20	6,25	7,10
	2	6,44	6,18	6,33	7,18
12	1	6,82	5,64	6,61	7,46
	2	6,87	5,56	6,57	7,35
13	1	5,85	6,25	6,45	7,01
	2	5,84	6,37	6,55	7,07
14	1	6,20	6,46	6,67	7,17
	2	6,18	6,56	6,68	7,17
15	1	6,97	5,86	6,98	7,13
	2	6,98	5,91	6,93	7,07
Minimum Değer		5,84	5,56	6,25	7,01
Maksimum Değer		6,98	6,85	7,08	7,73
Ortalama Değer		6,45	6,23	6,64	7,29
Standart Sapma		0,34	0,31	0,20	0,16

Tablo A.15 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin aktüel pH (H<sub>2</sub>O) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	6,72	6,84	6,89	6,20
	2	6,80	6,82	6,69	6,57
2	1	6,49	6,21	6,74	6,39
	2	6,50	6,21	6,70	6,56
3	1	6,97	6,71	6,86	6,60
	2	6,91	6,42	6,83	6,64
4	1	6,93	6,85	7,10	6,62
	2	6,80	6,73	7,08	6,67
5	1	6,51	6,97	7,06	6,44
	2	6,55	6,91	6,91	6,49
6	1	5,68	6,53	6,96	6,97
	2	5,61	6,65	6,94	6,99
7	1	5,66	6,03	7,01	6,94
	2	5,61	6,02	7,09	6,86
8	1	6,43	6,74	7,00	6,65
	2	6,39	6,77	7,01	6,67
9	1	6,00	6,54	6,70	6,45
	2	5,93	6,56	6,72	6,48
10	1	6,37	6,91	6,60	6,53
	2	6,38	6,86	6,65	6,54
11	1	6,10	6,76	6,49	6,82
	2	6,16	6,68	6,46	6,57
12	1	6,24	6,70	6,62	6,78
	2	6,22	6,57	6,61	6,71
13	1	6,32	6,25	6,73	6,70
	2	6,27	6,21	6,70	6,66
14	1	6,02	5,86	6,75	6,77
	2	5,96	5,68	6,83	6,78
15	1	6,54	6,02	6,73	5,85
	2	6,58	6,10	6,65	5,73
Minimum Değer		5,61	5,68	6,46	5,73
Maksimum Değer		6,97	6,97	7,10	6,99
Ortalama Değer		6,32	6,50	6,80	6,58
Standart Sapma		0,39	0,35	0,18	0,27

Tablo A.16 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin aktüel pH (H<sub>2</sub>O) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	7,24	6,79	6,46	7,06
	2	7,17	6,86	6,52	7,11
2	1	6,71	6,66	5,88	7,07
	2	6,74	6,64	6,78	7,13
3	1	6,38	6,45	6,45	7,20
	2	6,36	6,58	6,49	7,15
4	1	6,54	6,61	6,76	6,82
	2	6,51	6,59	6,84	6,78
5	1	6,66	6,37	6,99	6,98
	2	6,63	6,45	7,00	6,96
6	1	6,89	6,11	7,00	6,83
	2	6,88	6,51	6,93	6,87
7	1	6,90	6,63	6,79	7,22
	2	7,00	6,70	6,87	7,25
8	1	6,79	6,71	6,68	7,07
	2	6,76	6,76	6,83	7,00
9	1	5,68	6,33	6,45	6,84
	2	5,64	6,33	6,45	6,78
10	1	6,32	6,54	7,06	6,86
	2	6,31	6,38	6,81	6,81
11	1	6,58	6,95	6,60	6,94
	2	6,66	5,85	5,90	7,03
12	1	6,16	6,55	6,52	7,01
	2	6,16	6,30	6,55	6,91
13	1	6,81	6,20	6,48	6,74
	2	6,78	6,19	6,48	6,89
14	1	6,55	6,17	5,76	7,16
	2	6,54	6,28	5,58	7,09
15	1	6,95	6,74	6,80	6,72
	2	6,91	6,72	6,96	6,67
Minimum Değer		5,64	5,85	5,58	6,67
Maksimum Değer		7,24	6,95	7,06	7,25
Ortalama Değer		6,60	6,49	6,58	6,96
Standart Sapma		0,37	0,25	0,37	0,16

Tablo A.17 Göknar meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin aktüel pH (H<sub>2</sub>O) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	6,55	5,12	6,66	6,37
	2	6,44	5,15	6,55	6,36
2	1	6,07	6,20	5,97	6,46
	2	6,04	6,25	6,00	6,47
3	1	5,18	5,77	6,26	5,72
	2	5,22	5,74	6,24	5,75
4	1	6,40	6,97	5,23	6,38
	2	6,35	7,01	5,30	6,37
5	1	6,38	5,95	5,90	5,23
	2	6,35	5,91	5,93	5,26
6	1	6,15	6,28	6,57	6,12
	2	5,15	6,20	6,50	6,18
7	1	6,09	6,80	6,25	7,23
	2	6,14	6,82	6,19	7,09
8	1	7,07	4,73	5,55	5,72
	2	7,06	4,71	5,58	5,75
9	1	6,16	5,47	6,82	6,11
	2	6,20	5,38	6,74	6,12
10	1	6,12	6,36	5,59	5,52
	2	6,10	6,40	5,56	5,51
11	1	6,30	5,08	4,52	5,66
	2	6,29	5,08	4,55	5,65
12	1	6,25	5,60	5,88	5,43
	2	6,25	5,61	5,86	5,50
13	1	5,63	5,49	5,87	6,00
	2	5,60	5,50	5,86	5,90
14	1	7,10	6,30	5,79	4,44
	2	7,08	6,32	5,68	4,41
15	1	5,93	5,84	5,64	6,18
	2	5,91	5,80	5,60	6,16
Minimum Değer		5,15	4,71	4,52	4,41
Maksimum Değer		7,10	7,01	6,82	7,23
Ortalama Değer		6,18	5,86	5,88	5,90
Standart Sapma		0,50	0,63	0,55	0,62

Tablo A.18 Kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin aktüel pH (H<sub>2</sub>O) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	5,50	6,76	5,23	6,50
	2	5,48	6,79	5,19	6,46
<b>2</b>	1	6,00	4,56	4,37	6,05
	2	6,01	4,48	4,41	5,97
<b>3</b>	1	7,04	4,97	5,23	7,17
	2	7,04	5,00	5,31	7,20
<b>4</b>	1	5,24	4,25	6,19	5,20
	2	5,19	4,29	6,13	5,15
<b>5</b>	1	5,34	6,31	4,92	4,79
	2	5,32	6,38	4,94	4,78
<b>6</b>	1	4,64	5,15	4,52	5,29
	2	4,62	5,11	4,54	5,34
<b>7</b>	1	4,61	4,53	4,10	6,00
	2	4,60	4,49	4,14	6,04
<b>8</b>	1	4,53	5,79	4,55	4,86
	2	4,53	5,82	4,63	4,82
<b>9</b>	1	4,62	6,47	6,24	4,88
	2	4,62	6,45	6,10	4,85
<b>10</b>	1	4,73	6,19	5,56	4,91
	2	4,73	6,17	5,56	4,90
<b>11</b>	1	5,27	5,52	5,54	4,50
	2	5,24	5,45	5,50	4,49
<b>12</b>	1	5,28	5,13	4,16	4,55
	2	5,27	5,11	4,13	4,62
<b>13</b>	1	4,98	4,72	4,97	5,14
	2	4,98	4,69	4,95	5,17
<b>14</b>	1	5,40	5,47	4,91	4,28
	2	5,41	5,50	4,89	4,27
<b>15</b>	1	4,84	6,44	4,58	5,80
	2	4,81	6,49	4,55	5,96
Minimum Değer		4,53	4,25	4,10	4,27
Maksimum Değer		7,04	6,79	6,24	7,20
Ortalama Değer		5,19	5,48	5,00	5,33
Standart Sapma		0,64	0,80	0,63	0,80

Tablo A.19 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin aktüel pH (H<sub>2</sub>O) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	5,30	5,17	4,50	5,53
	2	5,33	5,16	4,53	5,48
<b>2</b>	1	4,92	4,80	5,36	4,78
	2	4,87	4,83	5,39	4,76
<b>3</b>	1	4,80	5,37	5,43	4,78
	2	4,78	5,31	6,27	4,77
<b>4</b>	1	4,51	4,15	4,74	5,48
	2	4,58	4,18	4,74	5,45
<b>5</b>	1	4,64	5,69	4,70	5,19
	2	4,61	5,64	4,62	5,17
<b>6</b>	1	4,21	4,83	4,11	5,22
	2	4,19	4,82	4,12	5,18
<b>7</b>	1	4,59	5,50	5,76	4,72
	2	4,59	5,49	5,81	4,71
<b>8</b>	1	4,82	4,84	6,27	5,28
	2	4,79	4,84	6,16	5,29
<b>9</b>	1	4,54	5,19	5,76	4,72
	2	4,53	5,15	5,71	4,69
<b>10</b>	1	4,43	4,55	4,49	5,08
	2	4,43	4,57	4,56	5,08
<b>11</b>	1	4,72	4,55	4,99	6,30
	2	4,70	4,59	4,88	6,36
<b>12</b>	1	5,93	5,20	4,48	4,89
	2	5,97	5,22	4,42	4,86
<b>13</b>	1	5,32	4,85	4,68	6,18
	2	5,26	4,83	4,69	6,25
<b>14</b>	1	4,41	4,58	4,63	5,96
	2	4,40	4,62	4,58	5,92
<b>15</b>	1	4,88	6,22	4,43	4,82
	2	4,93	6,27	4,47	4,80
Minimum Değer		4,19	4,15	4,11	4,69
Maksimum Değer		5,97	6,27	6,27	6,36
Ortalama Değer		4,79	5,03	4,97	5,25
Standart Sapma		0,43	0,51	0,64	0,53

Tablo A.20 Gökna r meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin organik karbon (%) ( $C_{org}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	33,6	28,5	32,3	35,2
	2	32,8	26,9	33,0	35,7
2	1	33,1	32,8	30,1	32,1
	2	33,0	33,5	31,5	32,0
3	1	32,3	31,6	31,3	31,3
	2	32,7	32,1	32,2	31,6
4	1	33,0	30,1	28,2	27,3
	2	31,5	29,8	29,2	27,1
5	1	32,8	24,0	29,4	31,3
	2	33,1	23,3	30,1	31,4
6	1	32,0	30,6	26,5	32,3
	2	32,6	30,6	27,8	32,1
7	1	32,0	30,8	27,2	29,0
	2	31,8	30,4	27,7	29,4
8	1	31,6	27,0	32,1	27,4
	2	32,0	28,5	31,6	27,2
9	1	30,5	34,3	29,8	28,9
	2	32,6	33,1	29,4	29,0
10	1	31,9	30,2	23,7	27,8
	2	31,8	30,5	24,8	27,4
11	1	32,8	30,5	26,4	32,5
	2	31,5	31,6	24,8	31,3
12	1	32,0	20,1	30,1	29,1
	2	30,3	19,3	29,3	27,3
13	1	32,7	26,0	29,4	26,9
	2	32,5	26,6	30,3	27,2
14	1	32,7	28,7	32,2	29,5
	2	33,7	28,8	31,8	29,4
15	1	32,5	25,0	28,9	30,9
	2	32,2	26,7	31,3	31,4
Minimum Değer		30,3	19,3	23,7	26,9
Maksimum Değer		33,7	34,3	33,0	35,7
Ortalama Değer		32,32	28,73	29,41	30,03
Standart Sapma		0,77	3,68	2,44	2,40

Tablo A.21 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin organik karbon (%) ( $C_{org}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	27,4	29,6	27,6	30,9
	2	28,1	29,7	27,6	29,5
<b>2</b>	1	29,6	30,1	33,8	34,6
	2	29,0	32,9	33,9	33,0
<b>3</b>	1	28,9	35,0	24,6	32,9
	2	27,9	35,2	24,2	32,1
<b>4</b>	1	30,1	31,5	22,0	35,2
	2	30,0	32,5	23,0	35,6
<b>5</b>	1	17,2	28,7	31,4	34,6
	2	16,0	28,5	31,1	34,5
<b>6</b>	1	15,7	30,1	30,8	34,1
	2	15,9	29,4	30,6	33,3
<b>7</b>	1	13,8	32,5	33,5	31,1
	2	14,1	32,0	32,5	30,9
<b>8</b>	1	19,0	31,7	24,0	35,5
	2	20,0	31,0	24,8	35,1
<b>9</b>	1	23,2	31,9	28,9	31,4
	2	23,3	32,5	29,0	33,5
<b>10</b>	1	23,5	26,5	31,9	32,8
	2	23,2	25,7	30,7	33,4
<b>11</b>	1	11,5	29,8	28,5	35,0
	2	11,4	28,6	29,1	35,4
<b>12</b>	1	23,5	32,9	31,3	34,2
	2	24,0	32,9	30,4	34,4
<b>13</b>	1	29,7	31,1	32,1	34,0
	2	29,6	30,7	31,3	34,7
<b>14</b>	1	24,5	23,0	31,9	33,1
	2	23,6	21,2	32,4	32,3
<b>15</b>	1	22,1	31,5	27,1	31,6
	2	22,3	32,1	28,1	31,4
Minimum Değer		11,4	21,2	22,0	29,5
Maksimum Değer		30,1	35,2	33,9	35,6
Ortalama Değer		22,60	30,36	29,27	33,33
Standart Sapma		5,91	3,09	3,34	1,64



Tablo A.22 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin organik karbon (%) ( $C_{org}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	35,2	34,0	29,4	33,7
	2	34,2	34,7	28,1	31,9
2	1	35,7	28,9	29,1	31,8
	2	36,8	27,9	29,0	31,3
3	1	31,7	30,9	28,3	33,5
	2	30,8	31,3	27,7	31,9
4	1	29,8	33,2	25,5	31,7
	2	30,6	32,8	24,9	31,7
5	1	32,5	27,6	32,3	34,2
	2	32,2	27,1	32,1	33,5
6	1	31,7	33,8	30,4	32,5
	2	30,3	33,4	30,0	33,5
7	1	26,0	26,8	26,7	33,4
	2	25,0	26,5	27,1	33,6
8	1	32,1	31,0	34,0	33,8
	2	31,3	31,4	33,8	33,2
9	1	31,2	26,0	32,3	30,6
	2	30,8	25,0	31,3	30,7
10	1	34,9	30,6	28,4	33,6
	2	34,9	30,7	27,9	32,7
11	1	31,3	29,3	29,7	32,3
	2	31,9	29,9	29,0	31,2
12	1	35,0	25,5	28,8	31,8
	2	36,1	25,7	27,4	32,6
13	1	26,8	28,7	23,1	28,2
	2	26,7	27,7	24,6	28,6
14	1	30,7	18,8	28,0	32,8
	2	30,9	18,1	28,8	31,8
15	1	32,2	25,5	33,2	31,6
	2	32,3	25,3	33,6	31,5
Minimum Değer		25,0	18,1	23,1	28,2
Maksimum Değer		36,8	34,7	34,0	34,2
Ortalama Değer		31,72	28,60	29,15	32,17
Standart Sapma		2,93	4,02	2,79	1,42

Tablo A.23 Gökna r meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin organik karbon (%) ( $C_{org}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	7,3	3,8	6,3	7,6
	2	7,4	3,7	6,0	7,4
2	1	6,7	6,2	4,2	7,0
	2	6,6	6,3	4,1	6,9
3	1	5,7	7,3	7,3	4,8
	2	5,9	7,3	7,2	4,8
4	1	6,9	7,3	4,9	6,5
	2	6,9	7,2	4,8	6,2
5	1	6,4	5,3	6,2	3,6
	2	6,4	5,3	6,1	3,5
6	1	5,4	4,9	6,8	3,8
	2	5,4	5,0	6,8	3,7
7	1	5,8	6,6	6,3	7,7
	2	5,9	6,7	6,3	7,6
8	1	7,6	2,6	6,8	5,8
	2	7,6	2,7	6,9	5,9
9	1	8,0	5,9	6,8	3,8
	2	6,7	5,9	7,0	3,7
10	1	5,8	5,5	6,4	4,3
	2	5,7	5,6	6,4	4,4
11	1	7,2	3,0	6,3	6,4
	2	7,1	2,9	6,4	6,3
12	1	5,6	5,0	6,1	4,9
	2	5,8	5,0	6,2	5,3
13	1	4,4	4,1	5,8	5,8
	2	4,5	4,0	5,8	5,9
14	1	3,7	6,9	6,1	4,5
	2	3,6	6,9	6,2	4,5
15	1	4,9	3,8	5,2	7,1
	2	5,1	3,6	4,9	7,1
Minimum Değer		3,6	2,6	4,1	3,5
Maksimum Değer		8,0	7,3	7,3	7,7
Ortalama Değer		6,06	5,21	6,08	5,56
Standart Sapma		1,13	1,50	0,82	1,38

Tablo A.24 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin organik karbon (%) ( $C_{org}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	2,9	6,2	3,9	6,0
	2	3,0	6,1	4,0	6,1
2	1	4,0	3,3	2,8	5,9
	2	3,9	3,0	2,7	5,9
3	1	7,1	3,1	2,8	3,8
	2	7,1	3,4	2,5	3,7
4	1	5,2	6,0	3,2	4,7
	2	5,1	5,5	3,1	4,7
5	1	1,9	5,6	2,9	2,9
	2	1,9	5,4	3,0	2,8
6	1	2,9	4,0	2,6	2,5
	2	3,0	4,0	2,6	2,5
7	1	2,2	3,0	3,8	4,7
	2	2,4	2,9	3,7	4,7
8	1	2,8	3,4	3,2	3,6
	2	2,7	3,2	3,2	3,5
9	1	2,0	6,1	5,3	2,0
	2	1,8	5,8	5,3	2,0
10	1	3,0	3,7	4,2	3,2
	2	3,1	3,6	4,2	3,2
11	1	3,6	3,7	3,0	1,3
	2	3,7	3,7	4,4	1,3
12	1	2,2	3,5	3,1	3,4
	2	2,2	3,6	3,1	3,4
13	1	2,6	2,6	2,1	1,9
	2	2,7	2,7	2,3	1,8
14	1	4,2	4,0	3,7	4,6
	2	4,2	4,0	3,8	4,7
15	1	2,3	4,8	4,4	5,9
	2	2,2	4,7	4,3	6,0
Minimum Değer		1,8	2,6	2,1	3,5
Maksimum Değer		7,1	6,2	5,3	7,7
Ortalama Değer		3,26	4,15	3,44	3,75
Standart Sapma		1,37	1,15	0,82	1,50

Tablo A.25 Gökna-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin organik karbon (%) ( $C_{org}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	4,8	1,3	3,4	2,5
	2	4,9	1,2	3,2	2,1
2	1	2,9	1,5	5,2	2,2
	2	2,8	1,5	5,3	2,2
3	1	2,0	2,5	3,7	2,4
	2	1,9	2,7	3,9	2,3
4	1	1,8	2,1	3,9	2,7
	2	1,8	2,1	4,0	2,7
5	1	2,2	2,1	3,0	3,1
	2	2,1	2,1	3,2	3,0
6	1	2,2	1,9	1,9	4,2
	2	2,2	2,0	2,1	4,3
7	1	2,1	1,3	5,4	1,4
	2	2,1	1,4	5,5	1,4
8	1	3,3	4,9	4,1	2,5
	2	3,1	4,8	4,4	2,6
9	1	2,5	2,7	2,4	3,5
	2	2,4	2,3	2,5	3,6
10	1	2,9	1,8	1,5	2,9
	2	2,8	1,6	1,5	2,9
11	1	4,0	2,4	4,7	6,4
	2	4,0	2,4	4,6	6,4
12	1	4,4	1,7	3,8	4,0
	2	4,4	1,9	3,7	3,9
13	1	3,0	2,5	4,1	5,1
	2	3,1	2,4	4,1	5,2
14	1	2,2	2,2	2,8	4,5
	2	2,3	2,5	2,5	4,3
15	1	5,2	3,2	2,7	2,8
	2	4,9	3,4	2,8	2,9
Minimum Değer		1,8	1,2	1,5	1,4
Maksimum Değer		5,2	4,9	5,5	6,4
Ortalama Değer		3,01	2,28	3,53	3,33
Standart Sapma		1,06	0,88	1,12	1,27

Tablo A.26 Gökmar meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin toplam azot (%) ( $N_{\text{toplam}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1,57	1,34	1,73	2,90
	2	1,58	1,30	1,75	2,92
2	1	1,43	1,88	1,72	1,88
	2	1,40	1,90	1,76	1,88
3	1	1,37	1,59	2,01	1,87
	2	1,40	1,62	2,04	1,87
4	1	1,40	1,53	1,51	1,50
	2	1,44	1,49	1,55	1,49
5	1	1,26	1,28	1,47	1,54
	2	1,23	1,26	1,51	1,56
6	1	1,42	1,28	2,27	2,20
	2	1,48	1,28	2,28	2,18
7	1	1,52	1,74	1,39	1,67
	2	1,50	1,71	1,40	1,69
8	1	1,59	1,29	1,61	1,73
	2	1,63	1,34	1,58	1,71
9	1	1,63	1,95	1,88	1,66
	2	1,68	1,92	1,86	1,68
10	1	1,55	2,25	1,88	1,46
	2	1,52	2,26	1,91	1,44
11	1	1,68	1,52	1,75	1,83
	2	1,59	1,57	1,69	1,78
12	1	1,49	1,14	1,62	1,35
	2	1,44	1,11	1,58	1,30
13	1	1,68	1,31	1,61	1,54
	2	1,65	1,35	1,65	1,56
14	1	1,50	1,72	1,86	1,58
	2	1,55	1,73	1,81	1,57
15	1	1,60	1,28	1,76	1,98
	2	1,57	1,35	1,81	1,97
Minimum Değer		1,23	1,11	1,39	1,30
Maksimum Değer		1,68	2,26	2,28	2,92
Ortalama Değer		1,51	1,54	1,74	1,77
Standart Sapma		0,11	0,30	0,22	0,37

Tablo A.27 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin toplam azot (%) ( $N_{\text{toplam}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1,27	1,22	1,59	1,16
	2	1,33	1,23	1,59	1,14
2	1	1,39	1,89	2,19	1,46
	2	1,35	1,96	2,20	1,43
3	1	1,17	1,91	1,46	0,97
	2	1,13	1,92	1,44	0,97
4	1	1,07	1,88	1,20	1,18
	2	1,06	1,91	1,23	1,19
5	1	0,78	1,39	1,81	1,20
	2	0,75	1,38	1,80	1,19
6	1	0,82	1,84	1,87	1,12
	2	0,86	1,80	1,86	1,10
7	1	0,81	1,93	1,94	1,05
	2	0,83	1,92	1,89	1,03
8	1	0,92	1,72	1,49	1,11
	2	0,96	1,70	1,51	1,09
9	1	0,97	1,49	1,75	1,09
	2	0,99	1,56	1,76	1,13
10	1	0,86	1,36	2,00	1,91
	2	0,85	1,34	1,97	1,90
11	1	0,58	1,71	1,82	1,17
	2	0,57	1,66	1,86	1,16
12	1	0,94	1,81	1,67	1,73
	2	0,96	1,78	1,63	1,74
13	1	1,30	1,85	1,91	1,59
	2	1,30	1,83	1,86	1,59
14	1	1,21	1,31	2,11	1,61
	2	1,19	1,26	2,15	1,63
15	1	1,01	2,07	1,74	1,26
	2	1,03	2,10	1,77	1,25
Minimum Değer		0,57	1,22	1,20	0,97
Maksimum Değer		1,39	2,10	2,20	1,91
Ortalama Değer		1,00	1,69	1,76	1,30
Standart Sapma		0,22	0,26	0,25	0,27

Tablo A.28 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin toplam azot (%)(N<sub>toplam</sub>) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	1,92	2,08	1,65	1,66
	2	1,88	2,10	1,63	1,61
<b>2</b>	1	2,03	1,72	1,77	1,47
	2	2,10	1,69	1,75	1,46
<b>3</b>	1	1,44	1,58	1,70	1,54
	2	1,40	1,62	1,67	1,49
<b>4</b>	1	1,39	1,50	1,56	1,79
	2	1,43	1,45	1,52	1,80
<b>5</b>	1	1,52	1,56	1,99	1,36
	2	1,51	1,54	1,97	1,35
<b>6</b>	1	1,19	2,11	1,69	1,58
	2	1,14	2,09	1,67	1,58
<b>7</b>	1	1,27	1,71	1,55	1,70
	2	1,25	1,69	1,57	1,70
<b>8</b>	1	1,37	1,89	2,09	1,93
	2	1,34	1,92	2,07	1,92
<b>9</b>	1	1,54	1,36	1,76	1,54
	2	1,52	1,34	1,74	1,56
<b>10</b>	1	1,63	1,72	1,52	1,65
	2	1,63	1,72	1,50	1,62
<b>11</b>	1	1,52	1,73	2,06	1,45
	2	1,54	1,75	2,04	1,41
<b>12</b>	1	1,70	1,69	1,59	1,75
	2	1,73	1,73	1,57	1,77
<b>13</b>	1	1,18	1,91	1,37	1,60
	2	1,18	1,86	1,39	1,61
<b>14</b>	1	1,48	1,24	1,70	1,91
	2	1,49	1,22	1,74	1,89
<b>15</b>	1	1,40	1,58	2,13	1,56
	2	1,41	1,57	2,15	1,54
Minimum Değer		1,14	1,22	1,37	1,35
Maksimum Değer		2,10	2,11	2,15	1,93
Ortalama Değer		1,50	1,68	1,73	1,62
Standart Sapma		0,24	0,23	0,22	0,16

Tablo A.29 Göknaş meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin toplam azot (%) ( $N_{\text{toplām}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	0,47	0,23	0,36	0,50
	2	0,50	0,22	0,35	0,49
2	1	0,37	0,38	0,23	0,36
	2	0,36	0,39	0,22	0,36
3	1	0,24	0,41	0,50	0,27
	2	0,25	0,39	0,49	0,27
4	1	0,39	0,53	0,30	0,36
	2	0,38	0,52	0,29	0,35
5	1	0,33	0,34	0,39	0,20
	2	0,32	0,32	0,38	0,20
6	1	0,29	0,30	0,43	0,26
	2	0,30	0,32	0,42	0,25
7	1	0,30	0,41	0,31	0,67
	2	0,32	0,41	0,31	0,66
8	1	0,53	0,17	0,36	0,30
	2	0,54	0,17	0,37	0,31
9	1	0,46	0,36	0,36	0,25
	2	0,42	0,35	0,37	0,24
10	1	0,31	0,32	0,40	0,21
	2	0,29	0,34	0,39	0,23
11	1	0,44	0,20	0,34	0,33
	2	0,42	0,18	0,35	0,32
12	1	0,35	0,32	0,40	0,24
	2	0,37	0,32	0,40	0,25
13	1	0,24	0,23	0,37	0,28
	2	0,24	0,22	0,37	0,29
14	1	0,19	0,44	0,39	0,30
	2	0,17	0,43	0,40	0,29
15	1	0,28	0,26	0,32	0,41
	2	0,29	0,25	0,31	0,41
Minimum Değer		0,17	0,17	0,22	0,20
Maksimum Değer		0,54	0,53	0,50	0,67
Ortalama Değer		0,34	0,32	0,36	0,32
Standart Sapma		0,09	0,09	0,06	0,11



Tablo A.30 Kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin toplam azot (%) ( $N_{\text{toplam}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	0,20	0,41	0,28	0,37
	2	0,22	0,40	0,29	0,38
2	1	0,28	0,24	0,22	0,36
	2	0,27	0,22	0,21	0,37
3	1	0,48	0,24	0,19	0,24
	2	0,49	0,24	0,19	0,24
4	1	0,32	0,35	0,23	0,29
	2	0,30	0,34	0,23	0,29
5	1	0,14	0,33	0,21	0,18
	2	0,15	0,32	0,22	0,17
6	1	0,17	0,25	0,17	0,19
	2	0,17	0,25	0,17	0,19
7	1	0,14	0,18	0,16	0,31
	2	0,15	0,17	0,16	0,31
8	1	0,16	0,21	0,17	0,23
	2	0,16	0,20	0,17	0,22
9	1	0,13	0,33	0,32	0,14
	2	0,12	0,32	0,32	0,14
10	1	0,17	0,23	0,28	0,22
	2	0,18	0,22	0,28	0,23
11	1	0,21	0,26	0,25	0,09
	2	0,22	0,25	0,27	0,10
12	1	0,15	0,26	0,28	0,21
	2	0,15	0,27	0,29	0,21
13	1	0,17	0,19	0,20	0,16
	2	0,17	0,20	0,21	0,15
14	1	0,27	0,25	0,24	0,28
	2	0,27	0,25	0,25	0,29
15	1	0,13	0,30	0,28	0,40
	2	0,12	0,29	0,27	0,42
Minimum Değer		0,12	0,17	0,16	0,09
Maksimum Değer		0,49	0,41	0,32	0,42
Ortalama Değer		0,20	0,26	0,23	0,24
Standart Sapma		0,09	0,06	0,04	0,09

Tablo A.31 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin toplam azot (%) ( $N_{\text{toplam}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	0,29	0,10	0,22	0,18
	2	0,31	0,10	0,22	0,17
2	1	0,17	0,13	0,33	0,16
	2	0,17	0,12	0,34	0,14
3	1	0,11	0,19	0,28	0,14
	2	0,11	0,20	0,29	0,13
4	1	0,13	0,14	0,30	0,15
	2	0,13	0,13	0,30	0,15
5	1	0,10	0,17	0,21	0,16
	2	0,10	0,16	0,22	0,15
6	1	0,14	0,15	0,11	0,21
	2	0,14	0,15	0,12	0,22
7	1	0,11	0,15	0,30	0,09
	2	0,11	0,15	0,31	0,09
8	1	0,18	0,32	0,27	0,16
	2	0,18	0,32	0,28	0,17
9	1	0,15	0,26	0,18	0,19
	2	0,15	0,25	0,19	0,19
10	1	0,18	0,09	0,10	0,15
	2	0,17	0,09	0,12	0,16
11	1	0,23	0,13	0,24	0,35
	2	0,23	0,14	0,24	0,35
12	1	0,31	0,14	0,22	0,28
	2	0,31	0,15	0,21	0,27
13	1	0,18	0,17	0,26	0,33
	2	0,19	0,16	0,25	0,34
14	1	0,11	0,14	0,15	0,27
	2	0,12	0,15	0,14	0,25
15	1	0,26	0,24	0,14	0,17
	2	0,24	0,25	0,15	0,17
Minimum Değer		0,10	0,09	0,10	0,09
Maksimum Değer		0,31	0,32	0,34	0,35
Ortalama Değer		0,17	0,16	0,22	0,19
Standart Sapma		0,06	0,06	0,07	0,07

Tablo A.32 Gök nar meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	21,4	21,3	18,7	12,1
	2	20,7	20,7	18,9	12,2
2	1	23,2	17,4	17,5	17,1
	2	23,6	17,6	17,9	17,0
3	1	23,6	19,9	15,6	16,7
	2	23,4	19,8	15,8	16,9
4	1	23,6	19,7	18,7	18,2
	2	21,9	20,0	18,8	18,2
5	1	26,0	18,7	20,0	20,4
	2	26,9	18,5	20,0	20,1
6	1	22,5	23,9	11,7	14,7
	2	22,0	23,9	12,2	14,7
7	1	21,0	17,7	19,6	17,4
	2	21,2	17,8	19,8	17,4
8	1	19,9	20,9	19,9	15,8
	2	19,6	21,3	20,0	15,9
9	1	18,7	17,6	15,8	17,4
	2	19,4	17,2	15,8	17,3
10	1	20,6	13,4	12,6	19,0
	2	20,9	13,5	13,0	19,0
11	1	19,5	20,1	15,1	17,7
	2	19,8	20,1	14,7	17,6
12	1	21,5	17,7	18,6	21,6
	2	21,1	17,4	18,5	21,0
13	1	19,5	19,9	18,3	17,5
	2	19,7	19,7	18,4	17,4
14	1	21,8	16,7	17,3	18,7
	2	21,8	16,7	17,6	18,7
15	1	20,3	19,5	16,4	15,6
	2	20,5	19,7	17,3	15,9
Minimum Değer		18,7	13,4	11,7	12,1
Maksimum Değer		26,9	23,9	20,0	21,6
Ortalama Değer		21,52	18,94	17,15	17,30
Standart Sapma		1,93	2,36	2,44	2,17

Tablo A.33 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	21,6	24,2	17,4	26,7
	2	21,1	24,2	17,3	25,9
<b>2</b>	1	21,3	16,0	15,4	23,7
	2	21,5	16,8	15,4	23,1
<b>3</b>	1	24,7	18,3	16,8	33,9
	2	24,7	18,3	16,8	33,1
<b>4</b>	1	28,1	16,7	18,3	29,9
	2	28,3	17,0	18,7	29,9
<b>5</b>	1	22,0	20,6	17,3	28,8
	2	21,3	20,6	17,3	29,0
<b>6</b>	1	19,1	16,4	16,5	30,4
	2	18,5	16,3	16,4	30,3
<b>7</b>	1	17,1	16,9	17,3	29,6
	2	17,0	16,7	17,2	30,0
<b>8</b>	1	20,7	18,4	16,1	32,0
	2	20,8	18,3	16,4	32,2
<b>9</b>	1	23,9	21,4	16,5	28,8
	2	23,5	20,9	16,5	29,7
<b>10</b>	1	27,3	19,5	15,9	17,2
	2	27,2	19,2	15,6	17,6
<b>11</b>	1	19,9	17,4	15,7	29,9
	2	20,0	17,3	15,6	30,5
<b>12</b>	1	24,9	18,2	18,7	19,8
	2	25,0	18,5	18,7	19,7
<b>13</b>	1	22,9	16,8	16,8	21,4
	2	22,8	16,8	16,8	21,8
<b>14</b>	1	20,2	17,6	15,1	20,6
	2	19,8	16,8	15,1	19,8
<b>15</b>	1	21,8	15,2	15,6	25,1
	2	21,7	15,3	15,8	25,1
Minimum Değer		17,0	15,2	15,1	17,2
Maksimum Değer		28,3	24,2	18,7	33,9
Ortalama Değer		22,29	18,22	16,63	26,51
Standart Sapma		2,99	2,27	1,04	4,90

Tablo A.34 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	18,3	16,4	17,8	20,3
	2	18,2	16,5	17,2	19,8
2	1	17,6	16,8	16,4	21,6
	2	17,5	16,5	16,6	21,4
3	1	22,0	19,5	16,6	21,8
	2	22,0	19,3	16,6	21,4
4	1	21,5	22,2	16,3	17,7
	2	21,4	22,6	16,4	17,6
5	1	21,4	17,7	16,2	25,1
	2	21,3	17,6	16,3	24,8
6	1	26,6	16,0	18,0	20,5
	2	26,6	16,0	18,0	21,2
7	1	20,4	15,7	17,3	19,7
	2	20,0	15,7	17,3	19,7
8	1	23,4	16,4	16,3	17,5
	2	23,4	16,4	16,4	17,3
9	1	20,2	19,1	18,4	19,9
	2	20,3	18,7	18,0	19,7
10	1	21,4	17,8	18,7	20,4
	2	21,4	17,8	18,6	20,2
11	1	20,6	16,9	14,4	22,3
	2	20,7	17,1	14,2	22,2
12	1	20,6	15,1	18,1	18,2
	2	20,9	14,9	17,4	18,4
13	1	22,7	15,0	16,9	17,6
	2	22,6	14,9	17,7	17,8
14	1	20,7	15,1	16,5	17,2
	2	20,7	14,9	16,6	16,8
15	1	23,0	16,1	15,6	20,3
	2	22,9	16,1	15,6	20,5
Minimum Değer		17,5	14,9	14,2	16,8
Maksimum Değer		26,6	22,6	18,7	25,1
Ortalama Değer		21,34	17,02	16,88	19,96
Standart Sapma		2,10	1,96	1,10	2,12

Tablo A.35 Gökna r meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	15,4	16,6	17,4	15,2
	2	14,8	17,0	17,2	15,2
2	1	18,0	16,4	18,4	19,4
	2	18,3	16,1	18,7	19,3
3	1	23,9	17,9	14,7	17,6
	2	23,4	18,6	14,7	17,7
4	1	17,8	13,7	16,3	18,0
	2	18,3	13,9	16,6	17,6
5	1	19,5	15,6	15,8	17,9
	2	19,8	16,4	16,2	17,7
6	1	18,4	16,4	15,7	14,6
	2	17,9	15,6	16,1	14,8
7	1	19,5	16,2	20,4	11,4
	2	18,6	16,3	20,4	11,5
8	1	14,3	15,5	18,9	19,4
	2	14,1	15,6	18,6	18,9
9	1	17,3	16,4	18,8	15,2
	2	16,0	16,8	18,9	15,4
10	1	18,7	17,3	16,1	20,2
	2	19,6	16,4	16,3	19,0
11	1	16,3	15,1	18,5	19,4
	2	16,9	15,9	18,3	19,5
12	1	16,1	15,6	15,2	20,5
	2	15,8	15,5	15,5	21,3
13	1	18,4	17,8	15,6	20,8
	2	18,7	18,0	15,6	20,3
14	1	19,3	15,7	15,5	14,9
	2	21,3	16,0	15,4	15,4
15	1	17,6	14,5	16,2	17,3
	2	17,5	14,6	15,8	17,3
Minimum Değer		14,1	13,7	14,7	11,4
Maksimum Değer		23,9	18,6	20,4	21,3
Ortalama Değer		18,05	16,11	16,92	17,42
Standart Sapma		2,28	1,14	1,64	2,57

Tablo A.36 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	14,4	15,0	14,0	16,1
	2	13,8	15,2	13,8	16,1
2	1	14,2	13,9	12,5	16,3
	2	14,4	13,8	12,9	15,9
3	1	14,8	13,0	14,5	15,8
	2	14,6	14,0	13,2	15,6
4	1	16,2	17,0	13,9	16,3
	2	16,9	16,2	13,5	16,1
5	1	13,4	17,0	13,7	15,9
	2	12,8	16,9	13,5	16,3
6	1	17,1	15,8	15,4	13,4
	2	17,5	16,0	15,5	13,2
7	1	15,6	16,7	23,4	15,2
	2	15,9	16,9	23,4	15,1
8	1	17,3	16,1	18,6	15,8
	2	17,1	15,9	19,0	16,0
9	1	15,3	18,4	16,6	14,1
	2	14,7	18,3	16,5	14,2
10	1	17,5	16,1	15,1	14,4
	2	17,0	16,4	15,0	13,8
11	1	17,3	14,2	12,0	14,3
	2	17,0	14,8	16,4	13,4
12	1	14,7	13,6	10,9	16,1
	2	14,7	13,2	10,7	16,3
13	1	15,2	13,6	10,7	12,1
	2	15,7	13,4	10,9	12,1
14	1	15,7	16,0	15,4	16,3
	2	15,4	16,0	15,0	16,1
15	1	17,4	16,0	15,7	14,9
	2	17,9	16,2	15,9	14,3
Minimum Değer		12,8	13,0	10,7	12,1
Maksimum Değer		17,9	18,4	23,4	16,3
Ortalama Değer		15,71	15,52	14,92	15,05
Standart Sapma		1,39	1,47	3,11	1,28

Tablo A.37 Göknaar-kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{org}/N_{toplam}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	16,6	12,8	15,2	13,9
	2	15,9	12,3	14,7	12,5
2	1	17,1	11,8	15,7	13,6
	2	16,7	12,3	15,6	15,9
3	1	17,8	13,0	13,4	17,1
	2	17,7	13,3	13,3	17,8
4	1	14,1	15,0	13,2	18,1
	2	13,5	15,8	13,2	17,9
5	1	22,1	12,6	14,4	19,1
	2	21,0	12,9	14,8	19,9
6	1	15,9	12,9	17,7	19,8
	2	15,4	13,1	17,3	19,7
7	1	19,4	8,8	18,1	15,3
	2	18,7	9,1	17,8	15,1
8	1	18,1	15,2	15,2	15,8
	2	17,5	15,0	15,6	15,5
9	1	16,5	10,2	13,3	18,6
	2	16,1	9,2	13,3	19,2
10	1	16,2	20,3	14,9	19,3
	2	16,5	18,1	12,7	18,1
11	1	17,6	18,5	19,8	18,3
	2	17,6	17,3	19,3	18,3
12	1	14,0	12,4	17,5	14,2
	2	14,1	12,6	17,5	14,5
13	1	16,9	14,5	15,9	15,6
	2	16,4	14,9	16,2	15,4
14	1	20,3	15,6	18,9	16,7
	2	19,0	16,3	18,1	17,1
15	1	19,9	13,5	19,6	16,6
	2	20,5	13,5	18,9	16,9
Minimum Değer		13,5	8,8	12,7	12,5
Maksimum Değer		22,1	20,3	19,8	19,9
Ortalama Değer		17,30	13,76	16,03	16,86
Standart Sapma		2,13	2,71	2,19	2,02



Tablo A.38 Gökmar meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin bitkiye yararılı fosfor (P) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	14,82	20,71	15,70	25,17
	2	14,26	16,14	13,47	24,61
2	1	12,50	35,71	17,11	39,63
	2	12,41	24,55	15,94	29,50
3	1	9,98	19,47	14,17	13,99
	2	7,16	21,68	15,91	11,84
4	1	9,80	17,49	12,47	16,24
	2	8,65	19,14	13,45	16,12
5	1	9,83	26,72	15,13	14,60
	2	11,69	25,11	15,06	12,49
6	1	9,20	13,55	11,52	18,88
	2	11,83	13,80	14,72	19,86
7	1	14,54	20,27	16,69	9,64
	2	13,60	20,08	15,89	13,69
8	1	9,16	14,81	11,23	10,70
	2	9,21	17,06	11,49	11,92
9	1	10,09	16,29	19,70	18,92
	2	12,34	16,24	19,74	16,53
10	1	10,00	25,80	17,90	13,92
	2	12,32	23,90	11,54	10,20
11	1	11,64	37,15	18,46	14,06
	2	14,23	39,91	20,56	12,49
12	1	11,19	21,75	19,97	22,42
	2	19,97	18,79	15,86	13,14
13	1	11,16	16,67	17,73	6,67
	2	8,30	20,61	15,49	10,75
14	1	17,00	18,32	21,39	13,49
	2	11,00	16,38	21,26	13,18
15	1	17,79	30,00	17,75	17,18
	2	18,64	30,94	17,39	17,54
Minimum Değer		7,16	13,55	11,23	6,67
Maksimum Değer		19,97	39,91	21,39	39,63
Ortalama Değer		12,14	21,96	16,15	16,31
Standart Sapma		3,15	6,90	2,96	6,67

Tablo A.39 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin bitkiye yararılı fosfor (P) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	24,84	29,95	41,68	12,71
	2	23,19	27,01	43,06	13,86
2	1	22,14	85,87	42,68	74,20
	2	25,98	65,45	38,00	73,82
3	1	22,96	72,92	44,41	50,74
	2	25,24	49,88	42,77	94,63
4	1	20,44	39,09	25,43	161,78
	2	18,93	35,31	26,12	159,34
5	1	26,69	32,35	42,29	139,14
	2	23,83	36,33	45,00	112,70
6	1	31,98	47,85	43,19	65,08
	2	27,76	35,55	43,31	54,82
7	1	35,10	33,97	41,68	61,36
	2	28,62	32,91	54,08	40,26
8	1	26,02	59,11	88,05	160,58
	2	27,29	53,87	56,46	138,69
9	1	27,12	62,87	54,88	149,10
	2	18,05	48,90	73,70	166,17
10	1	29,42	25,81	49,37	109,68
	2	25,66	28,34	47,68	156,97
11	1	26,78	37,20	41,92	141,37
	2	26,39	67,21	43,72	159,20
12	1	24,22	17,48	50,95	109,48
	2	28,06	13,66	49,28	115,67
13	1	21,43	26,89	42,76	136,82
	2	16,18	24,47	34,28	147,10
14	1	22,36	26,25	20,58	93,72
	2	26,08	29,50	18,84	105,45
15	1	13,71	28,35	45,77	68,44
	2	18,03	48,67	71,88	62,69
Minimum Değer		13,71	13,66	18,84	12,71
Maksimum Değer		35,10	85,87	88,05	166,17
Ortalama Değer		24,48	40,76	45,46	104,52
Standart Sapma		4,58	17,43	14,42	46,41

Tablo A.40 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin bitkiye yarayı şlı fosfor (P) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	37,87	34,96	28,06	60,31					
	2	33,84	41,72	24,38	71,48					
2	1	23,25	37,00	26,08	44,66					
	2	23,49	28,80	26,96	34,01					
3	1	28,92	34,49	23,71	73,70					
	2	30,40	40,54	25,35	72,72					
4	1	25,54	25,70	26,70	32,97					
	2	20,86	23,43	21,58	33,48					
5	1	24,10	42,20	27,42	33,92					
	2	22,89	35,86	28,27	38,75					
6	1	20,03	34,23	39,51	53,40					
	2	20,54	40,02	28,94	53,98					
7	1	23,66	33,32	29,26	84,11					
	2	23,08	34,64	27,54	123,02					
8	1	25,62	32,24	26,28	30,50					
	2	31,10	41,16	24,63	28,87					
9	1	35,09	35,51	20,36	38,46					
	2	34,46	36,74	24,91	35,89					
10	1	16,24	29,36	35,78	24,66					
	2	16,76	33,92	48,14	22,96					
11	1	20,84	22,23	57,44	32,05					
	2	20,18	26,81	34,39	34,40					
12	1	44,91	38,63	28,52	29,62					
	2	39,41	35,77	24,78	41,12					
13	1	37,36	46,90	30,96	21,08					
	2	33,97	46,52	31,61	61,07					
14	1	26,39	39,47	30,84	24,35					
	2	26,65	33,26	31,87	60,42					
15	1	22,67	28,64	24,02	30,49					
	2	28,58	48,66	19,56	28,52					
Minimum Değer		16,24	22,23	19,56	21,08					
Maksimum Değer		44,91	48,66	57,44	123,02					
Ortalama Değer		27,29	35,42	29,26	45,16					
Standart Sapma		7,15	6,60	7,81	22,63					

Tablo A.41 Gök nar meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin bitkiye yararılı fosfor (P) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	4,21	8,80	7,32	7,90
	2	3,74	7,52	4,33	7,47
2	1	1,68	6,02	5,25	4,93
	2	2,11	7,45	2,28	6,24
3	1	2,62	5,74	5,38	4,93
	2	1,10	4,23	4,48	5,19
4	1	4,08	9,20	11,28	6,29
	2	6,10	8,82	4,30	3,73
5	1	3,68	8,23	7,74	4,77
	2	8,36	8,11	5,24	4,91
6	1	2,56	9,50	5,62	5,66
	2	2,90	8,92	7,34	5,96
7	1	4,15	6,42	4,14	8,47
	2	5,62	7,42	4,59	8,35
8	1	5,71	4,24	4,78	7,24
	2	6,14	3,83	4,68	6,56
9	1	4,40	3,21	7,53	6,43
	2	10,98	2,76	8,00	4,96
10	1	7,24	6,90	5,98	6,32
	2	3,24	6,86	2,73	6,81
11	1	12,41	6,87	4,55	6,48
	2	6,64	4,83	3,88	6,59
12	1	6,49	4,72	5,11	3,45
	2	5,59	6,18	5,10	4,20
13	1	3,92	10,57	6,58	5,27
	2	1,94	8,67	7,36	4,72
14	1	6,41	18,25	4,93	5,60
	2	6,26	18,20	6,65	6,54
15	1	1,83	8,12	5,27	6,22
	2	3,05	8,88	4,59	6,41
Minimum Değer		1,10	2,76	2,28	3,45
Maksimum Değer		12,41	18,25	11,28	8,47
Ortalama Değer		4,83	7,64	5,56	5,95
Standart Sapma		2,64	3,50	1,78	1,25

Tablo A.42 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin bitkiye yararılı fosfor (P) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	3,16	7,18	6,95	7,24
	2	1,94	6,25	7,59	5,49
2	1	7,27	12,38	9,84	10,00
	2	6,46	12,38	7,48	7,27
3	1	5,46	7,64	5,94	8,48
	2	3,28	7,49	4,95	15,13
4	1	8,79	5,51	5,71	14,57
	2	8,92	6,47	4,94	14,57
5	1	5,76	12,06	3,78	10,76
	2	7,87	11,14	4,92	9,98
6	1	7,52	5,70	6,96	6,51
	2	8,82	8,13	11,10	4,94
7	1	6,74	7,33	8,16	5,89
	2	2,90	8,32	8,17	8,50
8	1	7,14	17,84	7,85	7,28
	2	4,75	16,56	6,10	6,19
9	1	7,35	12,42	10,28	7,04
	2	7,35	11,66	9,89	5,42
10	1	5,85	6,99	9,42	9,72
	2	6,01	4,25	9,82	6,33
11	1	4,18	7,44	5,10	7,73
	2	4,78	7,85	5,16	8,52
12	1	5,56	5,91	13,02	12,69
	2	4,35	4,75	7,54	13,11
13	1	4,29	8,54	5,71	6,53
	2	5,92	7,35	8,51	7,20
14	1	10,14	7,22	8,26	8,45
	2	8,12	6,18	5,42	7,01
15	1	4,69	8,20	7,58	5,40
	2	5,08	5,81	7,56	7,46
Minimum Değer		1,94	4,25	3,78	4,94
Maksimum Değer		10,14	17,84	13,02	15,13
Ortalama Değer		6,01	8,56	7,45	8,51
Standart Sapma		1,99	3,30	2,15	2,90

Tablo A.43 Gök nar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin bitkiye yararılı fosfor (P) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	8,06	9,71	7,68	12,16
	2	6,82	9,04	6,30	11,00
2	1	7,14	13,58	6,44	8,56
	2	5,61	13,80	6,03	8,54
3	1	4,22	11,65	7,05	11,17
	2	5,39	9,59	7,93	10,74
4	1	7,61	7,94	6,28	5,83
	2	7,47	6,63	6,75	4,89
5	1	11,30	7,59	9,24	13,72
	2	9,71	6,68	7,74	12,49
6	1	7,58	7,60	7,62	8,08
	2	7,41	7,94	8,38	7,37
7	1	4,04	7,08	14,13	15,70
	2	4,96	7,20	11,90	15,99
8	1	6,82	7,46	7,83	9,41
	2	4,70	6,46	8,12	10,79
9	1	4,64	9,56	8,30	4,86
	2	4,80	10,97	9,45	6,06
10	1	7,79	11,00	7,58	6,96
	2	6,56	10,78	5,62	6,10
11	1	7,87	11,44	6,63	8,20
	2	7,06	12,57	6,63	7,91
12	1	8,88	12,58	8,19	3,97
	2	6,12	12,53	7,94	7,50
13	1	5,22	10,71	7,61	9,37
	2	4,66	11,57	9,78	8,94
14	1	7,54	4,83	5,37	7,29
	2	6,18	5,07	6,98	8,37
15	1	4,27	6,33	15,62	9,84
	2	3,54	4,64	14,37	10,75
Minimum Değer		3,54	4,64	5,37	3,97
Maksimum Değer		11,30	13,80	15,62	15,99
Ortalama Değer		6,46	9,15	8,31	9,08
Standart Sapma		1,81	2,67	2,54	2,98

Tablo A.44 Gök nar meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $C_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	7053,10	4311,39	4985,84	1734,30
	2	5363,91	5158,27	6351,82	1194,74
2	1	3098,87	3341,38	8094,91	3342,70
	2	2522,84	3742,35	3948,91	3119,85
3	1	3142,73	5394,12	7936,37	2475,78
	2	3855,14	6038,20	7698,27	2385,75
4	1	3956,25	4512,33	6334,02	4289,87
	2	5644,71	5820,25	5650,94	3391,99
5	1	2504,68	6119,54	6552,72	3684,90
	2	2941,46	5385,19	7355,09	3780,61
6	1	3733,70	4650,33	5509,31	4881,37
	2	5606,31	6587,96	6702,04	3518,10
7	1	4196,83	7050,45	6399,63	2875,35
	2	3286,46	6812,80	6843,17	1568,37
8	1	4182,65	5058,13	6547,00	2536,05
	2	4097,15	6173,89	6611,82	2779,90
9	1	2853,54	4888,51	6965,54	4762,81
	2	4583,84	5551,36	7271,04	4672,09
10	1	8258,10	6016,71	3978,36	3298,65
	2	7973,90	5235,32	3831,01	3155,23
11	1	4355,27	8005,55	5148,23	3752,03
	2	3641,34	7669,18	5215,97	3559,62
12	1	5007,97	4071,82	4170,70	3576,82
	2	4011,61	4158,45	4375,82	3892,43
13	1	4839,30	6332,42	4558,28	2884,57
	2	6194,13	5210,22	4426,15	2884,57
14	1	4874,35	7631,32	5603,14	3870,41
	2	5804,16	7404,64	5464,79	3919,41
15	1	7676,06	6669,72	2865,50	3610,11
	2	5061,46	7124,47	3274,86	3610,11
Minimum Değer		2504,68	3341,38	2865,50	1194,74
Maksimum Değer		8258,10	8005,55	8094,91	4881,37
Ortalama Değer		4677,40	5737,50	5689,00	3300,30
Standart Sapma		1570,18	1239,22	1426,93	878,30

Tablo A.45 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $C_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1363,97	4019,85	3778,95	2587,33
	2	929,98	4245,69	3219,66	3122,63
2	1	1660,63	6878,16	5292,13	2876,29
	2	2590,59	6403,80	6423,27	3216,50
3	1	2250,43	6313,10	4925,23	1799,36
	2	771,58	7653,94	3283,49	3091,21
4	1	3175,67	5836,07	1828,61	2838,33
	2	1648,90	6322,41	1777,81	3378,96
5	1	3393,21	5868,27	2069,84	2554,71
	2	2021,49	6414,15	2111,23	5611,23
6	1	1939,95	5895,34	4330,44	2810,31
	2	2909,92	6615,39	4619,13	1726,33
7	1	1528,44	5641,30	4882,95	3277,88
	2	2474,61	5806,01	4882,95	2501,54
8	1	1596,96	6446,70	2338,40	3257,09
	2	2152,42	5930,96	2382,52	3618,99
9	1	1861,10	6114,48	3147,08	2406,08
	2	2823,74	5954,97	4033,58	2665,20
10	1	2846,36	6047,87	2673,49	5187,54
	2	1149,49	5057,27	3119,08	5143,20
11	1	2015,30	6084,15	4130,12	3187,81
	2	643,18	6577,46	1750,81	3672,91
12	1	2587,73	9033,52	5199,38	3524,51
	2	2328,96	7820,06	5086,35	4621,03
13	1	5257,45	5351,84	7271,50	2234,85
	2	5093,15	5084,25	5066,59	3792,47
14	1	3148,62	4576,73	1778,71	2199,64
	2	4277,37	4705,05	2837,46	3299,46
15	1	5748,65	6933,86	5088,66	3297,25
	2	4844,37	6285,37	4476,13	3586,49
Minimum Değer		643,18	4019,85	1750,81	1726,33
Maksimum Değer		5748,65	9033,52	7271,50	5611,23
Ortalama Değer		2567,80	6063,90	3793,50	3236,20
Standart Sapma		1340,15	1040,55	1475,79	933,16



Tablo A.46 Gökmar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $C_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	2831,28	4865,76	3679,56	1751,76
	2	3120,13	4351,11	3679,56	2353,11
2	1	4237,04	5310,70	5205,91	2701,95
	2	4598,88	4699,74	5772,89	2406,42
3	1	4181,27	6424,12	6269,01	2707,31
	2	3060,08	5149,10	5808,90	2374,11
4	1	4574,23	4337,58	6072,05	2654,99
	2	4239,11	6673,20	5555,28	2495,05
5	1	4602,54	7639,75	4599,05	2876,55
	2	5253,49	7706,77	7697,36	2947,57
6	1	3571,72	6789,91	8379,81	4731,84
	2	3247,38	5323,29	7735,21	2628,80
7	1	2864,73	6138,31	3108,25	3110,15
	2	4917,07	7304,59	3432,02	2389,51
8	1	3659,23	6659,21	5962,09	1727,46
	2	3560,12	6053,83	5293,45	930,17
9	1	4105,81	6200,35	6568,08	3266,14
	2	3888,62	5961,88	4833,12	3488,83
10	1	3699,39	4489,82	6022,81	3078,00
	2	4397,50	5220,72	4934,35	3262,68
11	1	2891,00	4369,13	5227,02	3894,24
	2	4118,04	2978,95	6117,99	2022,98
12	1	4050,95	4895,90	5857,56	3506,96
	2	3731,63	4097,66	5479,65	3863,60
13	1	4733,73	3850,68	4265,63	1135,70
	2	4277,65	3547,81	4373,62	1419,62
14	1	4314,99	3667,54	4981,85	2632,00
	2	3862,09	2968,96	5342,86	2529,45
15	1	2390,14	4551,03	7063,86	2202,72
	2	2580,84	5412,04	5449,26	3038,24
Minimum Değer		2390,14	2968,96	3108,25	930,17
Maksimum Değer		5253,49	7706,77	8379,81	4731,84
Ortalama Değer		3852,00	5254,60	5492,30	2670,90
Standart Sapma		725,27	1309,47	1249,61	821,54

Tablo A.47 Gök nar meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $C_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1154,80	602,38	1050,60	1269,35
	2	1188,76	540,60	1085,05	1344,02
2	1	406,98	463,43	1736,40	1268,02
	2	542,64	527,35	1701,32	1684,39
3	1	501,75	985,87	1759,86	584,72
	2	652,28	1158,01	1726,01	478,41
4	1	636,61	946,59	995,76	767,03
	2	671,02	946,59	1046,39	767,03
5	1	485,83	1302,70	1525,63	655,23
	2	670,11	863,24	1558,80	782,64
6	1	681,66	751,31	1642,95	878,64
	2	798,04	705,31	1885,07	878,64
7	1	622,05	585,48	1320,49	832,08
	2	638,86	955,26	1320,49	998,50
8	1	1390,87	399,47	1425,80	1640,01
	2	1408,04	399,47	1527,64	1508,06
9	1	979,74	1076,57	1765,83	860,45
	2	1168,81	1466,63	1732,51	790,21
10	1	731,40	721,45	1922,93	463,12
	2	714,78	752,15	1768,41	480,28
11	1	701,04	347,30	1699,55	1197,83
	2	683,94	619,09	1716,71	1179,11
12	1	624,06	755,69	981,21	817,87
	2	472,26	678,58	1086,35	711,20
13	1	469,27	1107,20	759,73	1166,49
	2	486,03	1092,03	660,63	1166,49
14	1	609,35	1471,82	726,95	960,79
	2	527,01	1487,82	826,08	978,58
15	1	364,96	697,69	757,57	1650,78
	2	431,32	955,53	642,29	1706,42
Minimum Değer		364,96	347,30	642,29	463,12
Maksimum Değer		1408,04	1487,82	1922,93	1706,42
Ortalama Değer		713,81	845,42	1345,20	1015,50
Standart Sapma		282,90	322,66	418,01	369,43

Tablo A.48 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $C_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	533,47	344,93	738,28	711,09
	2	483,46	329,25	620,82	674,62
2	1	538,47	619,93	634,42	703,74
	2	622,61	619,93	884,84	738,93
3	1	1116,20	581,48	342,58	267,53
	2	1240,23	642,69	342,58	250,81
4	1	678,90	509,85	410,55	432,60
	2	627,99	524,85	459,82	467,21
5	1	424,23	342,93	711,66	452,12
	2	440,55	296,17	612,36	573,84
6	1	360,48	1005,64	697,58	362,88
	2	409,64	898,99	600,24	345,60
7	1	420,10	500,59	343,32	330,39
	2	355,47	500,59	228,88	365,17
8	1	367,08	1284,45	594,52	333,43
	2	550,62	1146,83	644,06	350,10
9	1	654,49	462,20	1204,38	668,72
	2	523,59	647,09	1369,36	668,72
10	1	433,04	796,95	430,75	382,45
	2	349,76	676,65	463,88	382,45
11	1	349,14	560,11	504,17	770,44
	2	415,64	484,42	672,23	893,01
12	1	393,45	705,68	1085,08	721,74
	2	327,87	585,57	901,45	687,37
13	1	363,51	756,55	520,45	629,92
	2	462,64	605,24	471,66	664,91
14	1	578,97	771,44	698,51	766,02
	2	715,19	741,18	681,88	766,02
15	1	374,74	396,02	798,01	815,73
	2	391,04	533,10	846,87	833,46
Minimum Değer		327,87	296,17	228,88	250,81
Maksimum Değer		1240,23	1284,45	1369,36	893,01
Ortalama Değer		516,75	629,04	650,51	567,03
Standart Sapma		211,10	230,55	257,67	194,85

Tablo A.49 Göknaar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $C_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	655,48	527,12	1135,86	548,05
	2	689,98	557,25	954,78	376,78
2	1	687,74	666,20	816,21	429,48
	2	638,62	484,51	1044,75	463,84
3	1	258,87	772,02	745,73	474,32
	2	307,41	847,70	696,01	474,32
4	1	356,74	885,04	606,38	409,31
	2	275,66	762,97	803,04	289,93
5	1	242,98	748,59	974,15	381,26
	2	404,96	643,79	1055,33	381,26
6	1	131,83	797,99	744,21	757,92
	2	263,66	813,05	760,38	810,80
7	1	392,88	579,01	1022,65	236,19
	2	392,88	460,24	1134,51	438,64
8	1	361,39	915,08	679,90	635,72
	2	427,10	747,31	646,74	670,08
9	1	378,47	844,02	920,86	513,75
	2	526,56	738,52	674,20	513,75
10	1	702,61	536,33	326,09	576,23
	2	685,88	476,74	472,83	506,39
11	1	546,75	851,49	1042,73	472,80
	2	530,18	866,42	1091,60	455,29
12	1	716,53	733,54	873,91	473,47
	2	614,17	868,28	857,72	543,62
13	1	680,90	872,46	740,49	349,33
	2	614,47	812,29	724,03	401,73
14	1	700,19	1030,24	676,67	562,58
	2	797,89	1090,85	676,67	494,39
15	1	699,54	870,96	1203,65	337,22
	2	477,74	900,99	1219,70	320,36
Minimum Değer		131,83	460,24	326,09	236,19
Maksimum Değer		797,89	1090,85	1219,70	810,80
Ortalama Değer		505,34	756,70	844,06	476,63
Standart Sapma		182,22	162,72	218,39	128,61

Tablo A.50 Gökmar meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $N_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	539,67	729,43	933,07	266,50					
	2	796,89	696,77	771,68	243,53					
2	1	477,23	567,01	893,03	358,68					
	2	510,31	708,76	850,51	340,08					
3	1	298,69	700,17	1095,20	405,19					
	2	468,53	688,78	1083,49	391,77					
4	1	607,46	693,57	616,73	392,51					
	2	500,81	716,69	848,59	481,72					
5	1	544,99	969,21	868,13	416,51					
	2	443,71	895,65	853,66	379,42					
6	1	412,77	712,40	1377,75	618,68					
	2	563,37	860,36	1232,72	626,54					
7	1	523,50	655,33	996,67	314,76					
	2	508,40	1008,21	1006,73	314,76					
8	1	399,62	662,68	1169,05	375,04					
	2	501,02	646,90	1121,33	389,58					
9	1	467,96	931,48	1123,11	538,10					
	2	831,94	919,76	1133,51	521,87					
10	1	674,98	856,35	458,02	290,68					
	2	882,30	801,10	573,73	384,73					
11	1	578,50	1027,42	742,11	464,54					
	2	555,12	670,68	958,32	367,04					
12	1	702,32	618,67	516,23	354,32					
	2	582,26	612,55	528,24	423,31					
13	1	492,30	549,75	684,53	266,83					
	2	712,66	651,76	750,17	317,23					
14	1	755,30	1047,09	893,09	315,42					
	2	648,13	945,59	882,88	405,95					
15	1	813,95	927,09	648,80	430,41					
	2	654,70	1323,65	819,84	383,17					
Minimum Değer		298,69	549,75	458,02	243,53					
Maksimum Değer		882,30	1323,65	1377,75	626,54					
Ortalama Değer		581,65	793,16	881,03	392,63					
Standart Sapma		140,28	176,32	227,94	93,74					

Tablo A.51 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $N_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	311,34	603,58	563,77	69,31
	2	559,57	597,19	525,91	135,95
2	1	640,59	1144,53	1015,01	236,56
	2	500,74	771,40	1493,20	184,82
3	1	746,20	778,18	855,29	170,94
	2	475,65	1038,89	567,29	113,04
4	1	493,32	859,67	625,98	215,38
	2	211,42	1119,48	596,96	215,38
5	1	499,81	844,31	1156,43	348,94
	2	303,81	810,53	779,12	335,31
6	1	526,92	719,11	794,78	371,86
	2	478,62	999,12	908,94	347,87
7	1	454,02	413,43	1056,10	213,92
	2	528,05	675,46	1243,63	283,50
8	1	442,65	878,81	965,36	310,63
	2	485,03	878,81	984,19	212,33
9	1	326,77	541,35	784,25	150,42
	2	675,33	620,29	858,32	245,53
10	1	415,90	759,38	761,25	227,86
	2	497,60	604,56	531,02	286,15
11	1	413,22	709,22	404,49	418,26
	2	424,86	600,70	483,07	238,12
12	1	193,06	700,68	1228,53	152,11
	2	214,12	862,74	856,46	241,04
13	1	663,40	605,44	1360,25	204,37
	2	875,25	681,12	1421,58	281,26
14	1	544,51	976,84	1238,26	210,31
	2	415,44	420,37	677,61	315,46
15	1	609,40	1054,59	1188,11	255,80
	2	605,01	1015,79	1188,11	193,58
Minimum Değer		193,06	413,43	404,49	69,31
Maksimum Değer		875,25	1144,53	1493,20	418,26
Ortalama Değer		484,39	776,19	903,78	239,53
Standart Sapma		155,23	195,69	302,63	79,91

Tablo A.52 Gökmar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $N_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	420,09	585,52	328,28	235,92
	2	280,98	618,60	478,51	299,98
2	1	330,85	568,22	520,33	282,56
	2	529,35	827,41	487,25	325,44
3	1	411,70	1165,02	620,62	390,76
	2	396,34	960,44	614,48	266,32
4	1	342,77	613,38	313,60	233,20
	2	339,13	829,63	506,87	338,33
5	1	661,43	857,64	561,21	280,12
	2	558,35	615,98	595,57	188,87
6	1	323,42	503,12	658,93	430,18
	2	229,72	468,56	737,52	418,10
7	1	344,61	711,78	467,14	349,04
	2	348,44	863,68	532,24	310,51
8	1	403,53	1095,77	487,60	371,22
	2	484,24	898,88	477,51	339,46
9	1	559,21	817,78	404,53	430,27
	2	505,67	851,50	330,17	430,27
10	1	592,16	561,08	308,95	274,06
	2	527,80	727,19	293,51	336,59
11	1	275,01	579,22	457,39	296,17
	2	584,76	407,21	468,97	268,97
12	1	576,87	684,80	357,66	303,69
	2	546,87	560,64	376,12	310,80
13	1	500,65	461,93	460,60	350,64
	2	418,04	461,93	468,11	325,19
14	1	647,72	633,88	479,18	363,58
	2	608,06	621,53	452,74	341,11
15	1	445,93	878,37	360,17	372,19
	2	406,73	1026,22	296,47	220,14
Minimum Değer		229,72	407,21	293,51	188,87
Maksimum Değer		661,43	1165,02	737,52	430,27
Ortalama Değer		453,35	715,23	463,41	322,79
Standart Sapma		118,69	198,35	113,23	63,01

Tablo A.53 Gök nar meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $N_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	216,66	104,17	177,44	221,44					
	2	247,78	160,68	195,47	254,82					
2	1	112,77	193,76	312,37	187,28					
	2	103,57	244,20	251,95	222,25					
3	1	86,26	252,61	297,36	104,57					
	2	87,39	234,65	305,25	95,06					
4	1	109,75	363,33	153,06	84,00					
	2	119,09	358,81	155,04	106,33					
5	1	125,05	217,33	261,31	101,99					
	2	133,01	239,85	212,12	125,86					
6	1	124,11	206,81	292,04	166,56					
	2	122,98	203,51	284,05	175,99					
7	1	122,08	210,03	164,42	231,48					
	2	151,74	323,88	255,04	264,54					
8	1	332,10	111,33	201,58	237,11					
	2	411,34	115,74	225,28	253,96					
9	1	248,45	227,24	324,25	170,63					
	2	228,62	229,48	304,30	165,39					
10	1	113,93	224,66	222,02	83,85					
	2	134,24	264,31	273,37	80,78					
11	1	129,96	106,17	162,01	136,12					
	2	148,52	87,75	211,93	165,12					
12	1	151,08	141,63	199,99	132,49					
	2	139,64	123,92	194,72	129,31					
13	1	78,48	153,43	161,81	102,20					
	2	88,71	166,49	170,05	132,75					
14	1	128,52	226,11	157,72	90,15					
	2	137,46	192,83	219,51	83,79					
15	1	76,55	129,49	185,62	258,73					
	2	75,43	132,76	179,58	260,94					
Minimum Değer		75,43	87,75	153,06	80,78					
Maksimum Değer		411,34	363,33	324,25	264,54					
Ortalama Değer		149,51	198,23	223,69	160,85					
Standart Sapma		76,79	72,23	54,81	63,83					



Tablo A.54 Kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $N_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	67,88	133,86	100,75	127,17
	2	69,01	174,35	101,90	143,47
2	1	93,64	72,68	146,95	101,73
	2	89,07	114,99	150,37	95,44
3	1	266,92	147,11	123,56	70,77
	2	280,14	161,38	124,67	68,78
4	1	99,05	65,63	68,35	118,63
	2	105,96	66,70	108,69	121,72
5	1	57,58	104,01	109,54	104,70
	2	48,72	72,69	117,45	103,66
6	1	54,48	128,99	133,94	73,14
	2	73,39	142,11	135,05	71,08
7	1	43,86	66,39	79,20	81,89
	2	60,31	95,77	74,74	90,18
8	1	93,98	174,43	122,83	43,73
	2	107,57	205,15	110,43	57,64
9	1	78,83	161,38	294,95	105,28
	2	84,39	164,70	315,21	105,28
10	1	48,60	147,80	133,39	49,56
	2	51,99	144,56	157,13	56,50
11	1	76,72	84,71	108,94	105,42
	2	60,92	62,99	112,38	96,03
12	1	30,04	84,02	149,22	71,71
	2	34,49	87,25	152,64	73,76
13	1	43,73	120,50	72,13	94,92
	2	40,37	129,18	71,02	92,83
14	1	115,56	98,76	106,67	95,58
	2	115,56	118,29	87,38	99,82
15	1	56,39	127,85	141,13	117,34
	2	50,86	126,76	141,13	133,20
Minimum Değer		30,04	62,99	68,35	43,73
Maksimum Değer		280,14	205,15	315,21	143,47
Ortalama Değer		83,33	119,50	128,39	92,36
Standart Sapma		57,11	38,49	54,64	24,95

Tablo A.55 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle N ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $N_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	94,82	61,59	143,78	93,93
	2	103,01	71,31	149,39	112,30
2	1	84,45	97,76	210,52	103,43
	2	81,12	99,94	181,56	102,41
3	1	35,13	133,58	171,88	71,70
	2	46,11	124,89	176,40	79,78
4	1	36,31	104,00	140,90	28,47
	2	30,81	102,91	136,43	30,50
5	1	32,98	83,78	118,54	25,69
	2	37,37	93,45	152,88	29,64
6	1	26,84	93,98	88,31	74,60
	2	41,38	90,74	83,90	63,04
7	1	34,44	99,06	86,13	62,35
	2	37,77	95,86	87,22	66,38
8	1	76,92	121,46	164,07	114,71
	2	79,15	133,49	182,18	107,54
9	1	59,18	144,90	105,47	78,61
	2	85,98	203,29	104,35	109,23
10	1	80,60	65,20	106,80	108,26
	2	104,44	67,34	104,58	153,02
11	1	114,68	109,32	116,73	126,31
	2	105,69	103,96	117,84	125,26
12	1	108,83	154,66	108,22	113,94
	2	105,35	156,81	99,38	101,40
13	1	123,97	93,89	98,81	89,54
	2	126,22	98,21	128,00	84,34
14	1	112,71	136,96	94,54	106,71
	2	65,20	135,87	97,84	101,63
15	1	62,52	128,21	111,70	52,27
	2	54,42	134,67	105,13	48,25
Minimum Değer		26,84	61,59	83,90	25,69
Maksimum Değer		126,22	203,29	210,52	153,02
Ortalama Değer		72,94	111,37	125,78	85,50
Standart Sapma		32,00	31,18	34,13	35,52

Tablo A.56 Gökmar meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $P_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	258,07	227,62	361,24	292,02
	2	215,07	193,79	290,13	272,07
2	1	107,87	243,00	310,17	324,43
	2	122,64	269,92	312,35	306,04
3	1	133,00	209,36	250,62	291,14
	2	136,72	205,76	256,55	280,71
4	1	148,91	215,67	223,14	301,86
	2	141,08	308,92	231,65	276,73
5	1	122,30	311,34	289,17	285,24
	2	129,68	268,55	291,74	275,34
6	1	180,91	163,00	225,62	414,00
	2	212,34	187,63	264,04	416,79
7	1	206,82	238,39	294,09	143,73
	2	155,20	177,66	293,29	157,57
8	1	87,38	205,75	252,57	215,02
	2	102,24	212,22	263,54	269,52
9	1	157,34	216,83	354,23	388,50
	2	165,12	161,12	409,93	338,25
10	1	180,68	242,62	294,59	268,22
	2	179,84	247,34	278,74	263,93
11	1	151,57	209,63	293,17	340,09
	2	137,30	260,84	289,79	336,96
12	1	95,42	168,71	238,58	260,10
	2	95,32	156,72	228,61	272,52
13	1	157,59	162,57	266,73	224,31
	2	163,00	220,46	260,40	235,42
14	1	195,39	211,02	334,17	275,14
	2	259,98	210,29	318,00	262,46
15	1	150,92	213,73	328,28	336,81
	2	159,88	231,25	298,70	355,26
Minimum Değer		87,38	156,72	223,14	143,73
Maksimum Değer		259,98	311,34	409,93	416,79
Ortalama Değer		156,99	218,39	286,79	289,34
Standart Sapma		43,83	39,87	43,12	62,32

Tablo A.57 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $P_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	184,10	479,49	410,36	280,79					
	2	186,78	404,82	509,16	322,56					
2	1	270,58	363,41	529,32	505,90					
	2	298,76	358,95	470,95	482,40					
3	1	179,33	436,37	362,88	396,82					
	2	215,83	380,52	314,16	327,22					
4	1	214,50	445,34	272,13	277,14					
	2	210,19	319,99	410,36	272,91					
5	1	151,04	236,82	464,82	309,11					
	2	150,25	280,56	504,12	300,35					
6	1	294,76	378,16	379,37	389,07					
	2	270,99	396,72	400,71	393,26					
7	1	232,99	512,18	380,35	306,99					
	2	196,83	458,60	400,08	326,48					
8	1	209,67	393,11	340,01	421,54					
	2	212,00	329,84	371,92	433,41					
9	1	352,25	279,77	352,98	389,34					
	2	314,16	279,82	409,93	383,78					
10	1	254,52	381,94	463,82	461,16					
	2	230,33	395,01	427,26	379,61					
11	1	284,37	375,13	450,56	344,04					
	2	181,88	371,71	538,64	312,45					
12	1	185,35	323,57	562,80	432,28					
	2	272,15	319,70	521,89	507,71					
13	1	243,47	351,34	424,11	286,46					
	2	219,61	282,06	366,75	318,05					
14	1	224,18	285,93	438,21	321,44					
	2	295,84	325,47	397,37	346,65					
15	1	212,82	471,31	357,16	253,41					
	2	229,87	469,33	304,80	184,73					
Minimum Değer		150,25	236,82	272,13	184,73					
Maksimum Değer		352,25	512,18	562,80	507,71					
Ortalama Değer		232,65	369,57	417,90	355,57					
Standart Sapma		49,29	69,92	72,85	77,45					

Tablo A.58 Gökmar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $P_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	440,03	478,45	372,09	508,64					
	2	340,03	498,17	336,13	549,04					
2	1	371,86	515,68	420,43	389,72					
	2	386,64	475,47	422,32	386,35					
3	1	432,76	450,69	344,98	400,27					
	2	436,08	449,45	361,55	389,79					
4	1	346,13	415,17	387,30	533,71					
	2	342,10	385,07	368,28	539,06					
5	1	422,93	424,58	455,05	415,90					
	2	363,67	404,38	472,14	408,49					
6	1	348,27	356,71	322,31	366,55					
	2	397,00	411,06	320,28	431,36					
7	1	393,68	370,98	380,62	335,26					
	2	305,41	381,34	374,91	293,84					
8	1	286,35	461,10	402,16	436,77					
	2	284,40	488,38	390,30	440,28					
9	1	378,14	492,07	358,29	430,52					
	2	378,32	503,68	394,07	435,42					
10	1	474,09	352,27	291,17	455,82					
	2	484,00	397,91	279,84	384,52					
11	1	370,28	411,30	374,61	320,43					
	2	358,79	492,97	379,06	368,86					
12	1	477,36	352,19	340,81	423,72					
	2	458,85	300,02	318,94	407,11					
13	1	458,76	403,76	404,09	321,09					
	2	365,75	402,91	441,36	221,23					
14	1	457,31	407,16	327,13	431,29					
	2	457,28	398,17	356,49	354,95					
15	1	361,16	411,14	389,85	458,70					
	2	381,56	391,26	334,62	414,56					
Minimum Değer		284,40	300,02	279,84	221,23					
Maksimum Değer		484,00	515,68	472,14	549,04					
Ortalama Değer		391,97	422,78	370,71	408,44					
Standart Sapma		56,08	53,48	45,46	71,59					

Tablo A.59 Gök nar meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $P_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	57,23	43,92	43,53	74,35
	2	54,56	44,95	51,02	75,43
2	1	39,39	43,22	119,56	81,54
	2	36,33	43,27	126,43	93,11
3	1	39,20	43,92	71,72	30,36
	2	19,75	38,06	70,32	32,80
4	1	32,54	59,38	25,92	28,33
	2	30,09	60,13	40,67	30,69
5	1	33,95	37,95	59,47	30,46
	2	25,25	29,90	61,76	32,46
6	1	44,01	21,22	88,23	48,19
	2	39,70	19,71	87,42	47,97
7	1	27,74	44,61	55,75	59,79
	2	18,09	48,84	56,99	52,21
8	1	62,54	25,28	61,76	65,10
	2	81,55	20,55	59,65	66,32
9	1	43,28	61,37	70,27	49,68
	2	33,11	57,74	74,00	49,67
10	1	9,50	62,08	92,90	6,29
	2	18,78	53,97	92,28	12,71
11	1	8,97	22,56	52,89	46,14
	2	10,69	26,83	48,04	35,83
12	1	12,54	33,80	38,41	20,49
	2	15,10	31,70	36,70	23,53
13	1	17,97	26,42	21,46	43,70
	2	24,47	21,67	22,65	33,22
14	1	22,81	45,63	34,78	20,47
	2	25,86	45,49	32,10	21,13
15	1	13,36	20,31	30,82	80,35
	2	16,62	22,19	32,24	81,54
Minimum Değer		8,97	19,71	21,46	6,29
Maksimum Değer		81,55	62,08	126,43	93,11
Ortalama Değer		30,49	38,55	58,65	45,79
Standart Sapma		17,24	14,00	27,01	23,05

Tablo A.60 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $P_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	22,24	42,27	34,06	27,07
	2	19,60	37,78	31,99	30,05
2	1	22,19	38,33	39,40	23,48
	2	32,09	21,92	37,89	29,93
3	1	47,86	31,44	29,60	21,49
	2	58,89	26,56	29,10	7,55
4	1	42,88	8,50	27,56	47,57
	2	42,56	11,86	28,25	49,30
5	1	12,27	15,98	31,92	40,03
	2	8,50	17,72	29,85	35,32
6	1	3,66	33,79	22,97	24,36
	2	11,37	27,53	21,10	20,06
7	1	23,15	14,98	18,62	24,84
	2	28,80	14,91	21,20	27,49
8	1	20,73	59,12	24,18	8,46
	2	22,76	52,09	24,38	9,89
9	1	11,31	37,61	65,34	16,78
	2	15,27	33,31	66,16	19,57
10	1	7,49	26,76	40,69	6,59
	2	11,28	31,37	42,78	11,35
11	1	11,31	8,52	44,29	18,81
	2	17,22	9,86	48,75	20,90
12	1	14,86	15,43	27,01	21,60
	2	17,91	15,05	17,68	21,01
13	1	8,76	20,32	10,67	24,74
	2	6,85	23,36	10,69	23,18
14	1	28,24	19,27	13,27	20,87
	2	25,65	20,95	19,22	18,12
15	1	24,06	18,08	32,93	27,86
	2	22,43	22,89	31,81	24,34
Minimum Değer		3,66	8,50	10,67	6,59
Maksimum Değer		58,89	59,12	66,16	49,30
Ortalama Değer		21,40	25,25	30,77	23,42
Standart Sapma		13,01	12,51	13,48	10,24

Tablo A.61 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle P ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ( $P_{\text{mic}}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	18,61	10,66	32,94	67,09
	2	15,82	12,00	31,43	59,94
2	1	35,20	23,01	55,13	56,28
	2	32,49	24,25	55,59	46,27
3	1	38,51	24,10	35,85	37,94
	2	35,68	24,04	37,13	38,57
4	1	20,80	24,50	29,07	13,01
	2	24,61	21,65	28,40	14,29
5	1	12,67	19,27	33,62	11,60
	2	7,59	18,11	31,96	10,79
6	1	17,13	17,68	16,08	22,52
	2	19,36	12,54	15,58	21,33
7	1	16,19	19,24	30,16	13,49
	2	21,32	20,72	31,74	21,25
8	1	12,27	26,23	52,08	25,68
	2	9,86	26,98	53,31	24,99
9	1	19,34	22,49	32,35	17,65
	2	23,74	21,51	30,23	16,36
10	1	14,97	6,09	22,10	31,17
	2	17,30	1,66	23,39	30,09
11	1	8,81	20,88	31,99	49,36
	2	8,75	21,71	24,94	46,73
12	1	18,69	26,37	32,27	35,73
	2	19,13	26,00	32,03	32,75
13	1	35,09	7,91	35,25	42,41
	2	33,97	8,67	40,25	34,58
14	1	6,54	31,21	24,47	22,85
	2	9,00	32,67	22,68	20,78
15	1	10,58	20,98	26,75	13,07
	2	8,12	21,77	23,28	12,05
Minimum Değer		6,54	1,66	15,58	10,79
Maksimum Değer		38,51	32,67	55,59	67,09
Ortalama Değer		19,07	19,83	32,40	29,68
Standart Sapma		9,54	7,35	10,31	15,62



Tablo A.62 Gök nar meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	2,1	1,5	1,5	0,5					
	2	1,6	1,9	1,9	0,3					
2	1	0,9	1,0	2,7	1,0					
	2	0,8	1,1	1,3	1,0					
3	1	1,0	1,7	2,5	0,8					
	2	1,2	1,9	2,4	0,8					
4	1	1,2	1,5	2,2	1,6					
	2	1,8	2,0	1,9	1,3					
5	1	0,8	2,6	2,2	1,2					
	2	0,9	2,3	2,4	1,2					
6	1	1,2	1,5	2,1	1,5					
	2	1,7	2,2	2,4	1,1					
7	1	1,3	2,3	2,3	1,0					
	2	1,0	2,2	2,5	0,5					
8	1	1,3	1,9	2,0	0,9					
	2	1,3	2,2	2,1	1,0					
9	1	0,9	1,4	2,3	1,6					
	2	1,4	1,7	2,5	1,6					
10	1	2,6	2,0	1,7	1,2					
	2	2,5	1,7	1,5	1,2					
11	1	1,3	2,6	2,0	1,2					
	2	1,2	2,4	2,1	1,1					
12	1	1,6	2,0	1,4	1,2					
	2	1,3	2,2	1,5	1,4					
13	1	1,5	2,4	1,5	1,1					
	2	1,9	2,0	1,5	1,1					
14	1	1,5	2,7	1,7	1,3					
	2	1,7	2,6	1,7	1,3					
15	1	2,4	2,7	1,0	1,2					
	2	1,6	2,7	1,0	1,1					
Minimum Değer		0,8	1,0	1,0	0,3					
Maksimum Değer		2,6	2,7	2,7	1,6					
Ortalama Değer		1,45	2,03	1,92	1,11					
Standart Sapma		0,48	0,46	0,46	0,31					

Tablo A.63 Kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	0,5	1,4	1,4	0,8
	2	0,3	1,4	1,2	1,1
<b>2</b>	1	0,6	2,3	1,6	0,8
	2	0,9	1,9	1,9	1,0
<b>3</b>	1	0,8	1,8	2,0	0,5
	2	0,3	2,2	1,4	1,0
<b>4</b>	1	1,1	1,9	0,8	0,8
	2	0,5	1,9	0,8	0,9
<b>5</b>	1	2,0	2,0	0,7	0,7
	2	1,3	2,3	0,7	1,6
<b>6</b>	1	1,2	2,0	1,4	0,8
	2	1,8	2,2	1,5	0,5
<b>7</b>	1	1,1	1,7	1,5	1,1
	2	1,8	1,8	1,5	0,8
<b>8</b>	1	0,8	2,0	1,0	0,9
	2	1,1	1,9	1,0	1,0
<b>9</b>	1	0,8	1,9	1,1	0,8
	2	1,2	1,8	1,4	0,8
<b>10</b>	1	1,2	2,3	0,8	1,6
	2	0,5	2,0	1,0	1,5
<b>11</b>	1	1,7	2,0	1,4	0,9
	2	0,6	2,3	0,6	1,0
<b>12</b>	1	1,1	2,7	1,7	1,0
	2	1,0	2,4	1,7	1,3
<b>13</b>	1	1,8	1,7	2,3	0,7
	2	1,7	1,7	1,6	1,1
<b>14</b>	1	1,3	2,0	0,6	0,7
	2	1,8	2,2	0,9	1,0
<b>15</b>	1	2,6	2,2	1,9	1,0
	2	2,2	2,0	1,6	1,1
Minimum Değer		0,3	1,4	0,6	0,5
Maksimum Değer		2,6	2,71	2,3	1,6
Ortalama Değer		1,18	1,99	1,30	0,96
Standart Sapma		0,58	0,28	0,45	0,27

Tablo A.64 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	0,8	1,4	1,3	0,5
	2	0,9	1,3	1,3	0,7
2	1	1,2	1,8	1,8	0,8
	2	1,2	1,7	2,0	0,8
3	1	1,3	2,1	2,2	0,8
	2	1,0	1,6	2,1	0,7
4	1	1,5	1,3	2,4	0,8
	2	1,4	2,0	2,2	0,8
5	1	1,4	2,8	1,4	0,8
	2	1,6	2,8	2,4	0,9
6	1	1,1	2,0	2,8	1,5
	2	1,1	1,6	2,6	0,8
7	1	1,1	2,3	1,2	0,9
	2	2,0	2,8	1,3	0,7
8	1	1,1	2,1	1,8	0,5
	2	1,1	1,9	1,6	0,3
9	1	1,3	2,4	2,0	1,1
	2	1,3	2,4	1,5	1,1
10	1	1,1	1,5	2,1	0,9
	2	1,3	1,7	1,8	1,0
11	1	0,9	1,5	1,8	1,2
	2	1,3	1,0	2,1	0,6
12	1	1,2	1,9	2,0	1,1
	2	1,0	1,6	2,0	1,2
13	1	1,8	1,3	1,8	0,4
	2	1,6	1,3	1,8	0,5
14	1	1,4	2,0	1,8	0,8
	2	1,3	1,6	1,9	0,8
15	1	0,7	1,8	2,1	0,7
	2	0,8	2,1	1,6	1,0
Minimum Değer		0,7	1,0	1,2	0,3
Maksimum Değer		2,0	2,8	2,8	1,5
Ortalama Değer		1,22	1,85	1,89	0,82
Standart Sapma		0,29	0,47	0,38	0,25

Tablo A.65 Gök nar meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1,6	1,6	1,7	1,7
	2	1,6	1,4	1,8	1,8
2	1	0,6	0,7	4,1	1,8
	2	0,8	0,8	4,1	2,4
3	1	0,9	1,3	2,4	1,2
	2	1,1	1,6	2,4	1,0
4	1	0,9	1,3	2,0	1,2
	2	1,0	1,3	2,2	1,2
5	1	0,8	2,4	2,5	1,8
	2	1,1	1,6	2,5	2,2
6	1	1,3	1,5	2,4	2,3
	2	1,5	1,4	2,8	2,4
7	1	1,1	0,9	2,1	1,1
	2	1,1	1,4	2,1	1,3
8	1	1,8	1,5	2,1	2,8
	2	1,8	1,5	2,2	2,6
9	1	1,2	1,8	2,6	2,3
	2	1,7	2,5	2,5	2,1
10	1	1,3	1,3	3,0	1,1
	2	1,3	1,3	2,8	1,1
11	1	1,0	1,2	2,7	1,9
	2	1,0	2,2	2,7	1,9
12	1	1,1	1,5	1,6	1,7
	2	0,8	1,4	1,8	1,3
13	1	1,1	2,7	1,3	2,0
	2	1,1	2,8	1,1	2,0
14	1	1,7	2,1	1,2	2,1
	2	1,5	2,2	1,3	2,2
15	1	0,7	1,9	1,5	2,3
	2	0,8	2,6	1,3	2,4
Minimum Değer		0,6	0,7	1,1	1,0
Maksimum Değer		1,8	2,8	1,4	2,8
Ortalama Değer		1,17	1,65	2,22	1,84
Standart Sapma		0,34	0,55	0,73	0,51

Tablo A.66 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	1,9	0,6	1,9	1,2					
	2	1,6	0,5	1,5	1,1					
2	1	1,4	1,9	2,3	1,2					
	2	1,6	2,0	3,3	1,3					
3	1	1,6	1,9	1,2	0,7					
	2	1,7	1,9	1,4	0,7					
4	1	1,3	0,9	1,3	0,9					
	2	1,2	1,0	1,5	1,0					
5	1	2,3	0,6	2,5	1,6					
	2	2,3	0,5	2,1	2,1					
6	1	1,2	2,5	2,7	1,4					
	2	1,4	2,3	2,3	1,4					
7	1	1,9	1,7	0,9	0,7					
	2	1,5	1,7	0,6	0,8					
8	1	1,3	3,8	1,9	0,9					
	2	2,0	3,6	2,0	1,0					
9	1	3,3	0,8	2,3	3,4					
	2	3,0	1,1	2,6	3,4					
10	1	1,5	2,2	1,0	1,2					
	2	1,1	1,9	1,1	1,2					
11	1	1,0	1,5	1,7	6,0					
	2	1,1	1,3	1,5	6,7					
12	1	1,8	2,0	3,6	2,1					
	2	1,5	1,6	2,9	2,0					
13	1	1,4	2,9	2,4	3,3					
	2	1,7	2,3	2,1	3,7					
14	1	1,4	1,9	1,9	1,7					
	2	1,7	1,9	1,8	1,6					
15	1	1,7	0,8	1,8	1,4					
	2	1,8	1,1	2,0	1,4					
Minimum Değer		1,0	0,5	0,6	0,7					
Maksimum Değer		3,3	3,8	3,6	6,7					
Ortalama Değer		1,67	1,69	1,93	1,90					
Standart Sapma		0,51	0,84	0,69	1,47					

Tablo A.67 Gökna-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1,4	4,1	3,4	2,2
	2	1,4	4,5	2,9	1,8
2	1	2,4	4,3	1,6	2,0
	2	2,2	3,3	2,0	2,1
3	1	1,3	3,1	2,0	2,0
	2	1,6	3,2	1,8	2,1
4	1	1,9	4,2	1,5	1,5
	2	1,6	3,7	2,0	1,1
5	1	1,1	3,5	3,2	1,2
	2	1,9	3,1	3,2	1,3
6	1	0,6	4,1	3,8	1,8
	2	1,2	4,1	3,7	1,9
7	1	1,8	4,4	1,9	1,7
	2	1,9	3,4	2,1	3,2
8	1	1,1	1,9	1,7	2,5
	2	1,4	1,6	1,5	2,5
9	1	1,5	3,2	3,8	1,5
	2	2,2	3,2	2,7	1,4
10	1	2,4	2,9	2,2	2,0
	2	2,4	2,9	3,1	1,8
11	1	1,4	3,5	2,2	0,7
	2	1,3	3,6	2,4	0,7
12	1	1,6	4,2	2,3	1,2
	2	1,4	4,6	2,3	1,4
13	1	2,2	3,5	1,8	0,7
	2	2,0	3,4	1,8	0,8
14	1	3,1	4,7	2,4	1,3
	2	3,5	4,5	2,7	1,2
15	1	1,4	2,7	4,4	1,2
	2	1,0	2,7	4,3	1,1
Minimum Değer		0,6	1,6	1,5	0,7
Maksimum Değer		3,5	4,7	4,4	3,2
Ortalama Değer		1,74	3,53	2,55	1,59
Standart Sapma		0,62	0,76	0,83	0,59

Tablo A.68 Gök nar meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	13,1	5,9	5,3	6,5
	2	6,7	7,4	8,2	4,9
2	1	6,5	5,9	9,1	9,3
	2	4,9	5,3	4,6	9,2
3	1	10,5	7,7	7,2	6,1
	2	8,2	8,8	7,1	6,1
4	1	6,5	6,5	10,3	10,9
	2	11,3	8,1	6,7	7,0
5	1	4,6	6,3	7,5	8,8
	2	6,6	6,0	8,6	10,0
6	1	9,0	6,5	4,0	7,9
	2	10,0	7,7	5,4	5,6
7	1	8,0	10,8	6,4	9,1
	2	6,5	6,8	6,8	5,0
8	1	10,5	7,6	5,6	6,8
	2	8,2	9,5	5,9	7,1
9	1	6,1	5,2	6,2	8,9
	2	5,5	6,0	6,4	9,0
10	1	12,2	7,0	8,7	11,3
	2	9,0	6,5	6,7	8,2
11	1	7,5	7,8	6,9	8,1
	2	6,6	11,4	5,4	9,7
12	1	7,1	6,6	8,1	10,1
	2	6,9	6,8	8,3	9,2
13	1	9,8	11,5	6,7	10,8
	2	8,7	8,0	5,9	9,1
14	1	6,5	7,3	6,3	12,3
	2	9,0	7,8	6,2	9,7
15	1	9,4	7,2	4,4	8,4
	2	7,7	5,4	4,0	9,4
Minimum Değer		4,6	5,2	4,0	4,9
Maksimum Değer		13,1	11,5	10,3	12,3
Ortalama Değer		8,10	7,37	6,63	8,48
Standart Sapma		2,09	1,65	1,52	1,87

Tablo A.69 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	4,4	6,7	6,7	37,3
	2	1,7	7,1	6,1	23,0
2	1	2,6	6,0	5,2	12,2
	2	5,2	8,3	4,3	17,4
3	1	3,0	8,1	5,8	10,5
	2	1,6	7,4	5,8	27,3
4	1	6,4	6,8	2,9	13,2
	2	7,8	5,6	3,0	15,7
5	1	6,8	7,0	1,8	7,3
	2	6,7	7,9	2,7	16,7
6	1	3,7	8,2	5,4	7,6
	2	6,1	6,6	5,1	5,0
7	1	3,4	13,6	4,6	15,3
	2	4,7	8,6	3,9	8,8
8	1	3,6	7,3	2,4	10,5
	2	4,4	6,7	2,4	17,0
9	1	5,7	11,3	4,0	16,0
	2	4,2	9,6	4,7	10,9
10	1	6,8	8,0	3,5	22,8
	2	2,3	8,4	5,9	18,0
11	1	4,9	8,6	10,2	7,6
	2	1,5	10,9	3,6	15,4
12	1	13,4	12,9	4,2	23,2
	2	10,9	9,1	5,9	19,2
13	1	7,9	8,8	5,3	10,9
	2	5,8	7,5	3,6	13,5
14	1	5,8	4,7	1,4	10,5
	2	10,3	11,2	4,2	10,5
15	1	9,4	6,6	4,3	12,9
	2	8,0	6,2	3,8	18,5
Minimum Değer		1,5	4,7	1,4	5,0
Maksimum Değer		13,4	13,6	10,2	37,3
Ortalama Değer		5,63	8,19	4,42	15,15
Standart Sapma		2,87	2,07	1,73	6,77



Tablo A.70 Göknaar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	6,7	8,3	11,2	7,4
	2	11,1	7,0	7,7	7,8
2	1	12,8	9,3	10,0	9,6
	2	8,7	5,7	11,8	7,4
3	1	10,2	5,5	10,1	6,9
	2	7,7	5,4	9,5	8,9
4	1	13,3	7,1	19,4	11,4
	2	12,5	8,0	11,0	7,4
5	1	7,0	8,9	8,2	10,3
	2	9,4	12,5	12,9	15,6
6	1	11,0	13,5	12,7	11,0
	2	14,1	11,4	10,5	6,3
7	1	8,3	8,6	6,7	8,9
	2	14,1	8,5	6,4	7,7
8	1	9,1	6,1	12,2	4,7
	2	7,4	6,7	11,1	2,7
9	1	7,3	7,6	16,2	7,6
	2	7,7	7,0	14,6	8,1
10	1	6,2	8,0	19,5	11,2
	2	8,3	7,2	16,8	9,7
11	1	10,5	7,5	11,4	13,1
	2	7,0	7,3	13,0	7,5
12	1	7,0	7,1	16,4	11,5
	2	6,8	7,3	14,6	12,4
13	1	9,5	8,3	9,3	3,2
	2	10,2	7,7	9,3	4,4
14	1	6,7	5,8	10,4	7,2
	2	6,4	4,8	11,8	7,4
15	1	5,4	5,2	19,6	5,9
	2	6,3	5,3	18,4	13,8
Minimum Değer		5,4	4,8	6,4	2,7
Maksimum Değer		14,1	13,5	19,6	15,6
Ortalama Değer		8,95	7,62	12,42	8,56
Standart Sapma		2,51	2,03	3,75	3,04

Tablo A.71 Göknaş meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	5,3	5,8	5,9	5,7
	2	4,8	3,4	5,6	5,3
2	1	3,6	2,4	5,6	6,8
	2	5,2	2,2	6,8	7,6
3	1	5,8	3,9	5,9	5,6
	2	7,5	4,9	5,7	5,0
4	1	5,8	2,6	6,5	9,1
	2	5,6	2,6	6,7	7,2
5	1	3,9	6,0	5,8	6,4
	2	5,0	3,6	7,3	6,2
6	1	5,5	3,6	5,6	5,3
	2	6,5	3,5	6,6	5,0
7	1	5,1	2,8	8,0	3,6
	2	4,2	2,9	5,2	3,8
8	1	4,2	3,6	7,1	6,9
	2	3,4	3,5	6,8	5,9
9	1	3,9	4,7	5,4	5,0
	2	5,1	6,4	5,7	4,8
10	1	6,4	3,2	8,7	5,5
	2	5,3	2,8	6,5	5,9
11	1	5,4	3,3	10,5	8,8
	2	4,6	7,1	8,1	7,1
12	1	4,1	5,3	4,9	6,2
	2	3,4	5,5	5,6	5,5
13	1	6,0	7,2	4,7	11,4
	2	5,5	6,6	3,9	8,8
14	1	4,7	6,5	4,6	10,7
	2	3,8	7,7	3,8	11,7
15	1	4,8	5,4	4,1	6,4
	2	5,7	7,2	3,6	6,5
Minimum Değer		3,4	2,2	3,6	3,6
Maksimum Değer		7,5	7,7	10,5	11,7
Ortalama Değer		5,00	4,54	6,04	6,65
Standart Sapma		0,98	1,70	1,51	2,03

Tablo A.72 Kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	7,9	2,6	7,3	5,6
	2	7,0	1,9	6,1	4,7
2	1	5,8	8,5	4,3	6,9
	2	7,0	5,4	5,9	7,7
3	1	4,2	4,0	2,8	3,8
	2	4,4	4,0	2,7	3,6
4	1	6,9	7,8	6,0	3,6
	2	5,9	7,9	4,2	3,8
5	1	7,4	3,3	6,5	4,3
	2	9,0	4,1	5,2	5,5
6	1	6,6	7,8	5,2	5,0
	2	5,6	6,3	4,4	4,9
7	1	9,6	7,5	4,3	4,0
	2	5,9	5,2	3,1	4,0
8	1	3,9	7,4	4,8	7,6
	2	5,1	5,6	5,8	6,1
9	1	8,3	2,9	4,1	6,4
	2	6,2	3,9	4,3	6,4
10	1	8,9	5,4	3,2	7,7
	2	6,7	4,7	3,0	6,8
11	1	4,6	6,6	4,6	7,3
	2	6,8	7,7	6,0	9,3
12	1	13,1	8,4	7,3	10,1
	2	9,5	6,7	5,9	9,3
13	1	8,3	6,3	7,2	6,6
	2	11,5	4,7	6,6	7,2
14	1	5,0	7,8	6,5	8,0
	2	6,2	6,3	7,8	7,7
15	1	6,6	3,1	5,7	7,0
	2	7,7	4,2	6,0	6,3
Minimum Değer		3,9	1,9	2,7	3,6
Maksimum Değer		13,1	8,5	7,8	10,1
Ortalama Değer		7,05	5,60	5,22	6,24
Standart Sapma		2,10	1,91	1,44	1,80

Tablo A.73 Göknaar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/N_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	6,9	8,6	7,9	5,8
	2	6,7	7,8	6,4	3,4
2	1	8,1	6,8	3,9	4,2
	2	7,9	4,8	5,8	4,5
3	1	7,4	5,8	4,3	6,6
	2	6,7	6,8	3,9	5,9
4	1	9,8	8,5	4,3	14,4
	2	8,9	7,4	5,9	9,5
5	1	7,4	8,9	8,2	14,8
	2	10,8	6,9	6,9	12,9
6	1	4,9	8,5	8,4	10,2
	2	6,4	9,0	9,1	12,9
7	1	11,4	5,8	11,9	3,8
	2	10,4	4,8	13,0	6,6
8	1	4,7	7,5	4,1	5,5
	2	5,4	5,6	3,6	6,2
9	1	6,4	5,8	8,7	6,5
	2	6,1	3,6	6,5	4,7
10	1	8,7	8,2	3,1	5,3
	2	6,6	7,1	4,5	3,3
11	1	4,8	7,8	8,9	3,7
	2	5,0	8,3	9,3	3,6
12	1	6,6	4,7	8,1	4,2
	2	5,8	5,5	8,6	5,4
13	1	5,5	9,3	7,5	3,9
	2	4,9	8,3	5,7	4,8
14	1	6,2	7,5	7,2	5,3
	2	12,2	8,0	6,9	4,9
15	1	11,2	6,8	10,8	6,5
	2	8,8	6,7	11,6	6,6
Minimum Değer		4,7	3,6	3,1	3,3
Maksimum Değer		12,2	9,3	13,0	14,8
Ortalama Değer		7,42	7,03	7,16	6,53
Standart Sapma		2,16	1,47	2,62	3,29

Tablo A.74 Gökmar meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $N_{mic}/N_{toplama}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	3,4	5,4	5,4	0,9
	2	5,0	5,4	4,4	0,8
2	1	3,3	3,0	5,2	1,9
	2	3,6	3,7	4,8	1,8
3	1	2,2	4,4	5,4	2,2
	2	3,3	4,3	5,3	2,1
4	1	4,3	4,5	4,1	2,6
	2	3,5	4,8	5,5	3,2
5	1	4,3	7,6	5,9	2,7
	2	3,6	7,1	5,7	2,4
6	1	2,9	5,6	6,1	2,8
	2	3,8	6,7	5,4	2,9
7	1	3,4	3,8	7,2	1,9
	2	3,4	5,9	7,2	1,9
8	1	2,5	5,1	7,3	2,2
	2	3,1	4,8	7,1	2,3
9	1	2,9	4,8	6,0	3,2
	2	5,0	4,8	6,1	3,1
10	1	4,4	3,8	2,4	2,0
	2	5,8	3,5	3,0	2,7
11	1	3,4	6,8	4,2	2,5
	2	3,5	4,3	5,7	2,1
12	1	4,7	5,4	3,2	2,6
	2	4,0	5,5	3,3	3,3
13	1	2,9	4,2	4,3	1,7
	2	4,3	4,8	4,5	2,0
14	1	5,0	6,1	4,8	2,0
	2	4,2	5,5	4,9	2,6
15	1	5,1	7,2	3,7	2,2
	2	4,2	9,8	4,5	1,9
Minimum Değer		2,2	3,0	2,4	0,8
Maksimum Değer		5,8	9,8	7,3	3,3
Ortalama Değer		3,83	5,28	5,08	2,28
Standart Sapma		0,84	1,43	1,26	0,59

Tablo A.75 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	2,5	4,9	3,5	0,6
	2	4,2	4,9	3,3	1,2
2	1	4,6	6,1	4,6	1,6
	2	3,7	3,9	6,8	1,3
3	1	6,4	4,1	5,9	1,8
	2	4,2	5,4	3,9	1,2
4	1	4,6	4,6	5,2	1,8
	2	2,0	5,9	4,9	1,8
5	1	6,4	6,1	6,4	2,9
	2	4,1	5,9	4,3	2,8
6	1	6,4	3,9	4,3	3,3
	2	5,6	5,6	4,9	3,2
7	1	5,6	2,1	5,4	2,0
	2	6,4	3,5	6,6	2,8
8	1	4,8	5,1	6,5	2,8
	2	5,1	5,2	6,5	1,9
9	1	3,4	3,6	4,5	1,4
	2	6,8	4,0	4,9	2,2
10	1	4,8	5,6	3,8	1,2
	2	5,9	4,5	2,7	1,5
11	1	7,1	4,1	2,2	3,6
	2	7,5	3,6	2,6	2,1
12	1	2,1	3,9	7,4	0,9
	2	2,2	4,8	5,3	1,4
13	1	5,1	3,3	7,1	1,3
	2	6,7	3,7	7,6	1,8
14	1	4,5	7,5	5,9	1,3
	2	3,5	3,3	3,2	1,9
15	1	6,0	5,1	6,8	2,0
	2	5,9	4,8	6,7	1,5
Minimum Değer		2,0	2,1	2,2	0,6
Maksimum Değer		7,5	7,5	7,6	3,6
Ortalama Değer		4,93	4,63	5,12	1,90
Standart Sapma		1,53	1,11	1,53	0,74

Tablo A.76 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	2,2	2,8	2,0	1,4
	2	1,5	2,9	2,9	1,9
2	1	1,6	3,3	2,9	1,9
	2	2,5	4,9	2,8	2,2
3	1	2,9	7,4	3,7	2,5
	2	2,8	5,9	3,7	1,8
4	1	2,5	4,1	2,0	1,3
	2	2,4	5,7	3,3	1,9
5	1	4,4	5,5	2,8	2,1
	2	3,7	4,0	3,0	1,4
6	1	2,7	2,4	3,9	2,7
	2	2,0	2,2	4,4	2,6
7	1	2,7	4,2	3,0	2,1
	2	2,8	5,1	3,4	1,8
8	1	2,9	5,8	2,3	1,9
	2	3,6	4,7	2,3	1,8
9	1	3,6	6,0	2,3	2,8
	2	3,3	6,4	1,9	2,8
10	1	3,6	3,3	2,0	1,7
	2	3,2	4,2	2,0	2,1
11	1	1,8	3,3	2,2	2,0
	2	3,8	2,3	2,3	1,9
12	1	3,4	4,1	2,2	1,7
	2	3,2	3,2	2,4	1,8
13	1	4,2	2,4	3,4	2,2
	2	3,5	2,5	3,4	2,0
14	1	4,4	5,1	2,8	1,9
	2	4,1	5,1	2,6	1,8
15	1	3,2	5,6	1,7	2,4
	2	2,9	6,5	1,4	1,4
Minimum Değer		1,5	2,2	1,4	1,3
Maksimum Değer		4,4	7,4	4,4	2,8
Ortalama Değer		3,04	4,36	2,70	1,99
Standart Sapma		0,78	1,45	0,71	0,40

Tablo A.77 Gökna r meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $N_{mic}/N_{topl am}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	4,6	4,5	4,9	4,4					
	2	5,0	7,3	5,6	5,2					
2	1	3,0	5,1	13,6	5,2					
	2	2,9	6,3	11,5	6,2					
3	1	3,6	6,2	5,9	3,9					
	2	3,5	6,0	6,2	3,5					
4	1	2,8	6,9	5,1	2,3					
	2	3,1	6,9	5,3	3,0					
5	1	3,8	6,4	6,7	5,1					
	2	4,2	7,5	5,6	6,3					
6	1	4,3	6,9	6,8	6,4					
	2	4,1	6,4	6,8	7,0					
7	1	4,1	5,1	5,3	3,5					
	2	4,7	7,9	8,2	4,0					
8	1	6,3	6,5	5,6	7,9					
	2	7,6	6,8	6,1	8,2					
9	1	5,4	6,3	9,0	6,8					
	2	5,4	6,6	8,2	6,9					
10	1	3,7	7,0	5,6	4,0					
	2	4,6	7,8	7,0	3,5					
11	1	3,0	5,3	4,8	4,1					
	2	3,5	4,9	6,1	5,2					
12	1	4,3	4,4	5,0	5,5					
	2	3,8	3,9	4,9	5,2					
13	1	3,3	6,7	4,4	3,7					
	2	3,7	7,6	4,6	4,6					
14	1	6,8	5,1	4,0	3,0					
	2	8,1	4,5	5,5	2,9					
15	1	2,7	5,0	5,8	6,3					
	2	2,6	5,3	5,8	6,4					
Minimum Değer		2,6	3,9	4,0	2,3					
Maksimum Değer		8,1	7,9	13,6	8,2					
Ortalama Değer		4,28	6,10	6,33	5,00					
Standart Sapma		1,40	1,11	2,05	1,56					



Tablo A.78 Kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	3,4	3,3	3,6	3,4
	2	3,1	4,4	3,5	3,8
2	1	3,3	3,0	6,7	2,8
	2	3,3	5,2	7,2	2,6
3	1	5,6	6,1	6,5	2,9
	2	5,7	6,7	6,6	2,9
4	1	3,1	1,9	3,0	4,1
	2	3,5	2,0	4,7	4,2
5	1	4,1	3,2	5,2	5,8
	2	3,2	2,3	5,3	6,1
6	1	3,2	5,2	7,9	3,8
	2	4,3	5,7	7,9	3,7
7	1	3,1	3,7	5,0	2,6
	2	4,0	5,6	4,7	2,9
8	1	5,9	8,3	7,2	1,9
	2	6,7	10,3	6,5	2,6
9	1	6,1	4,9	9,2	7,5
	2	7,0	5,1	9,9	7,5
10	1	2,9	6,4	4,8	2,3
	2	2,9	6,6	5,6	2,5
11	1	3,7	3,3	4,4	11,7
	2	2,8	2,5	4,2	9,6
12	1	2,0	3,2	5,3	3,4
	2	2,3	3,2	5,3	3,5
13	1	2,6	6,3	3,6	5,9
	2	2,4	6,5	3,4	6,2
14	1	4,3	4,0	4,4	3,4
	2	4,3	4,7	3,5	3,4
15	1	4,3	4,3	5,0	2,9
	2	4,2	4,4	5,2	3,2
Minimum Değer		2,0	1,9	3,0	1,9
Maksimum Değer		7,0	10,3	9,9	11,7
Ortalama Değer		3,91	4,74	5,51	4,30
Standart Sapma		1,32	1,91	1,73	2,29

Tablo A.79 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $N_{mic}/N_{toplam}$  yüzdesi.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	3,3	6,2	6,5	5,2
	2	3,3	7,1	6,8	6,6
2	1	5,0	7,5	6,4	6,5
	2	4,8	8,3	5,3	7,3
3	1	3,2	7,0	6,1	5,1
	2	4,2	6,2	6,1	6,1
4	1	2,8	7,4	4,7	1,9
	2	2,4	7,9	4,5	2,0
5	1	3,3	4,9	5,6	1,6
	2	3,7	5,8	6,9	2,0
6	1	1,9	6,3	8,0	3,6
	2	3,0	6,0	7,0	2,9
7	1	3,1	6,6	2,9	6,9
	2	3,4	6,4	2,8	7,4
8	1	4,3	3,8	6,1	7,2
	2	4,4	4,2	6,5	6,3
9	1	3,9	5,6	5,9	4,1
	2	5,7	8,1	5,5	5,7
10	1	4,5	7,2	10,7	7,2
	2	6,1	7,5	8,7	9,6
11	1	5,0	8,4	4,9	3,6
	2	4,6	7,4	4,9	3,6
12	1	3,5	11,0	4,9	4,1
	2	3,4	10,5	4,7	3,8
13	1	6,9	5,5	3,8	2,7
	2	6,6	6,1	5,1	2,5
14	1	10,2	9,8	6,3	4,0
	2	5,4	9,1	7,0	4,1
15	1	2,4	5,3	8,0	3,1
	2	2,3	5,4	7,0	2,8
Minimum Değer		1,9	3,8	2,8	1,6
Maksimum Değer		10,2	11,0	10,7	9,6
Ortalama Değer		4,2	6,95	5,98	4,65
Standart Sapma		1,70	1,70	1,64	2,07

Tablo A.80 Gökna r meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	27,3	18,9	13,8	5,9
	2	24,9	26,6	21,9	4,4
2	1	28,7	13,8	26,1	10,3
	2	20,6	13,9	12,6	10,2
3	1	23,6	25,8	31,7	8,5
	2	28,2	29,4	30,0	8,5
4	1	26,6	20,9	28,4	14,2
	2	40,0	18,8	24,4	12,3
5	1	20,5	19,7	22,7	12,9
	2	22,7	20,1	25,2	13,7
6	1	20,6	28,5	24,4	11,8
	2	26,4	35,1	25,4	8,4
7	1	20,3	29,6	21,8	20,0
	2	21,2	38,4	23,3	10,0
8	1	47,9	24,6	25,9	11,8
	2	40,1	29,1	25,1	10,3
9	1	18,1	22,6	19,7	12,3
	2	27,8	34,5	17,7	13,8
10	1	45,7	24,8	13,5	12,3
	2	44,3	21,2	13,7	12,0
11	1	28,7	38,2	17,6	11,0
	2	26,5	29,4	18,0	10,6
12	1	52,5	24,1	17,5	13,8
	2	42,1	26,5	19,1	14,3
13	1	30,7	39,0	17,1	12,9
	2	38,0	23,6	17,0	12,3
14	1	25,0	36,2	16,8	14,1
	2	22,3	35,2	17,2	14,9
15	1	50,9	31,2	8,7	10,7
	2	31,7	30,8	11,0	10,2
Minimum Değer		18,1	13,8	8,7	4,4
Maksimum Değer		52,5	39,0	31,7	20,0
Ortalama Değer		30,79	27,01	20,24	11,61
Standart Sapma		10,08	7,02	5,76	2,91

Tablo A.81 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	7,4	8,4	9,2	9,2
	2	5,0	10,5	6,3	9,7
2	1	6,1	18,9	10,0	5,7
	2	8,7	17,8	13,6	6,7
3	1	12,6	14,5	13,6	4,5
	2	3,6	20,1	10,5	9,5
4	1	14,8	13,1	6,7	10,2
	2	7,8	19,8	4,3	12,4
5	1	22,5	24,8	4,5	8,3
	2	13,5	22,9	4,2	18,7
6	1	6,6	15,6	11,4	7,2
	2	10,7	16,7	11,5	4,4
7	1	6,6	11,0	12,8	10,7
	2	12,6	12,7	12,2	7,7
8	1	7,6	16,4	6,9	7,7
	2	10,2	18,0	6,4	8,4
9	1	5,3	21,9	8,9	6,2
	2	9,0	21,3	9,8	6,9
10	1	11,2	15,8	5,8	11,3
	2	5,0	12,8	7,3	13,6
11	1	7,1	16,2	9,2	9,3
	2	3,5	17,7	3,3	11,8
12	1	14,0	27,9	9,2	8,2
	2	8,6	24,5	9,8	9,1
13	1	21,6	15,2	17,2	7,8
	2	23,2	18,0	13,8	11,9
14	1	14,1	16,0	4,1	6,8
	2	14,5	14,5	7,1	9,5
15	1	27,0	14,7	14,3	13,0
	2	21,1	13,4	14,7	19,4
Minimum Değer		3,5	8,4	3,3	4,4
Maksimum Değer		27,0	27,9	17,2	19,4
Ortalama Değer		11,38	17,03	9,28	9,52
Standart Sapma		6,29	4,47	3,68	3,49

Tablo A.82 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	6,4	10,2	9,9	3,4
	2	9,2	8,7	11,0	4,3
<b>2</b>	1	11,4	10,3	12,4	6,9
	2	11,9	9,9	13,7	6,2
<b>3</b>	1	9,7	14,3	18,2	6,8
	2	7,0	11,5	16,1	6,1
<b>4</b>	1	13,2	10,5	15,7	5,0
	2	12,4	17,3	15,1	4,6
<b>5</b>	1	10,9	18,0	10,1	6,9
	2	14,5	19,1	16,3	7,2
<b>6</b>	1	10,3	19,0	26,0	12,9
	2	8,2	13,0	24,2	6,1
<b>7</b>	1	7,3	16,6	8,2	9,3
	2	16,1	19,2	9,2	8,1
<b>8</b>	1	12,8	14,4	14,8	4,0
	2	12,5	12,4	13,6	2,1
<b>9</b>	1	10,9	12,6	18,3	7,6
	2	10,3	11,8	12,3	8,0
<b>10</b>	1	7,8	12,8	20,7	6,8
	2	9,1	13,1	17,6	8,5
<b>11</b>	1	7,8	10,6	14,0	12,2
	2	11,5	6,0	16,1	5,5
<b>12</b>	1	8,5	13,9	17,2	8,3
	2	8,1	13,7	17,2	9,5
<b>13</b>	1	10,3	9,5	10,6	3,5
	2	11,7	8,8	9,9	6,4
<b>14</b>	1	9,4	9,0	15,2	6,1
	2	8,5	7,5	15,0	7,1
<b>15</b>	1	6,6	11,1	18,1	4,8
	2	6,8	13,8	16,3	7,3
Minimum Değer		6,4	6,0	8,2	2,1
Maksimum Değer		16,1	19,2	26,0	12,9
Ortalama Değer		10,03	12,62	15,10	6,71
Standart Sapma		2,45	3,51	4,15	2,37

Tablo A.83 Göknaş meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	20,2	13,7	24,1	17,1
	2	21,8	12,0	21,3	17,8
2	1	10,3	10,7	14,5	15,6
	2	14,9	12,2	13,5	18,1
3	1	12,8	22,5	24,5	19,3
	2	33,0	30,4	24,6	14,6
4	1	19,6	15,9	38,4	27,1
	2	22,3	15,7	25,7	25,0
5	1	14,3	34,3	25,7	21,5
	2	26,5	28,9	25,2	24,1
6	1	15,5	35,4	18,6	18,2
	2	20,1	35,8	21,6	18,3
7	1	22,4	13,1	23,7	13,9
	2	35,3	19,6	23,2	19,1
8	1	22,2	15,8	23,1	25,2
	2	17,3	19,4	25,6	22,7
9	1	22,6	17,5	25,1	17,3
	2	35,3	25,4	23,4	15,9
10	1	77,0	11,6	20,7	73,6
	2	38,1	13,9	19,2	37,8
11	1	65,6	15,4	32,1	26,0
	2	76,2	23,1	35,7	32,9
12	1	49,8	22,4	25,6	39,9
	2	31,3	21,4	29,6	30,2
13	1	26,1	41,9	35,4	26,7
	2	19,9	50,4	29,2	35,1
14	1	26,7	32,3	20,9	46,9
	2	20,4	32,7	25,7	46,3
15	1	27,3	34,4	24,6	20,5
	2	26,0	43,1	19,9	20,9
Minimum Değer		10,3	10,7	13,5	13,9
Maksimum Değer		77,0	50,4	38,4	73,6
Ortalama Değer		29,02	24,03	24,68	26,25
Standart Sapma		17,11	10,80	5,59	12,69

Tablo A.84 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	24,0	8,2	21,7	26,3
	2	24,7	8,7	19,4	22,5
2	1	24,3	16,2	16,1	30,0
	2	19,4	28,3	23,4	24,7
3	1	23,3	18,5	11,6	12,5
	2	21,1	24,2	11,8	33,2
4	1	15,8	60,0	14,9	9,1
	2	14,8	44,3	16,3	9,5
5	1	34,6	21,5	22,3	11,3
	2	51,8	16,7	20,5	16,3
6	1	98,5	29,8	30,4	14,9
	2	36,0	32,7	28,5	17,2
7	1	18,2	33,4	18,4	13,3
	2	12,3	33,6	10,8	13,3
8	1	17,7	21,7	24,6	39,4
	2	24,2	22,0	26,4	35,4
9	1	57,9	12,3	18,4	39,9
	2	34,3	19,4	20,7	34,2
10	1	57,8	29,8	10,6	58,0
	2	31,0	21,6	10,8	33,7
11	1	30,9	65,7	11,4	41,0
	2	24,1	49,1	13,8	42,7
12	1	26,5	45,7	40,2	33,4
	2	18,3	38,9	51,0	32,7
13	1	41,5	37,2	48,8	25,5
	2	67,5	25,9	44,1	28,7
14	1	20,5	40,0	52,6	36,7
	2	27,9	35,4	35,5	42,3
15	1	15,6	21,9	24,2	29,3
	2	17,4	23,3	26,6	34,2
Minimum Değer		12,3	8,2	10,6	9,1
Maksimum Değer		98,5	65,7	52,6	58,0
Ortalama Değer		31,06	29,53	24,19	28,04
Standart Sapma		18,89	13,85	12,38	12,05

Tablo A.85 Gökmar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin  $C_{mic}/P_{mic}$  oranı.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	35,2	49,5	34,5	8,2
	2	43,6	46,4	30,4	6,3
2	1	19,5	29,0	14,8	7,6
	2	19,7	20,0	18,8	10,0
3	1	6,7	32,0	20,8	12,5
	2	8,6	35,3	18,8	12,3
4	1	17,2	36,1	20,9	31,5
	2	11,2	35,2	28,3	20,3
5	1	19,2	38,9	29,0	32,9
	2	53,4	35,6	33,0	35,3
6	1	7,7	45,1	46,3	33,7
	2	13,6	64,8	48,8	38,0
7	1	24,3	30,1	33,9	17,5
	2	18,4	22,2	35,7	20,6
8	1	29,5	34,9	13,1	24,8
	2	43,3	27,7	12,1	26,8
9	1	19,6	37,5	28,5	29,1
	2	22,2	34,3	22,3	31,4
10	1	46,9	88,1	14,8	18,5
	2	39,7	287,2	20,2	16,8
11	1	62,1	40,8	32,6	9,6
	2	60,6	39,9	43,8	9,7
12	1	38,3	27,8	27,1	13,3
	2	32,1	33,4	26,8	16,6
13	1	19,4	110,3	21,0	8,2
	2	18,1	93,7	18,0	11,6
14	1	107,1	33,0	27,7	24,6
	2	88,7	33,4	29,8	23,8
15	1	66,1	41,5	45,0	25,8
	2	58,8	41,4	52,4	26,6
Minimum Değer		6,7	20,0	12,1	6,3
Maksimum Değer		107,1	287,2	52,4	38,0
Ortalama Değer		35,02	50,83	28,30	20,13
Standart Sapma		24,44	49,15	10,87	9,53



Tablo A.86 Gökna r meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin bazal solunum ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü  $\text{h}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	8,98	7,92	10,34	11,11
	2	9,83	8,01	10,62	10,19
2	1	6,38	8,70	10,39	11,40
	2	7,14	8,49	10,80	10,25
3	1	7,03	8,93	10,17	10,62
	2	5,53	8,23	9,63	10,23
4	1	7,33	7,40	9,46	10,72
	2	7,87	7,37	9,60	9,96
5	1	4,97	11,27	9,94	9,87
	2	5,54	11,11	9,87	9,93
6	1	8,13	9,41	10,62	11,11
	2	6,18	9,35	10,19	10,15
7	1	6,72	9,10	9,63	10,65
	2	7,97	9,23	11,21	9,84
8	1	2,55	10,47	10,14	10,40
	2	4,17	10,07	10,27	10,43
9	1	7,12	8,77	10,14	10,87
	2	6,98	9,12	11,34	10,97
10	1	7,18	9,62	9,55	10,43
	2	9,05	10,17	10,04	10,73
11	1	7,07	11,44	11,10	9,94
	2	7,97	11,43	10,17	10,54
12	1	7,31	7,16	10,81	9,76
	2	4,78	7,45	9,87	9,93
13	1	6,48	9,43	10,94	9,08
	2	6,79	9,05	10,62	9,15
14	1	7,93	10,66	11,43	10,94
	2	7,97	10,26	11,15	10,98
15	1	7,68	9,49	9,63	11,25
	2	7,72	9,86	10,65	11,36
Minimum Değer		2,55	7,16	9,46	9,08
Maksimum Değer		9,83	11,4	11,43	11,40
Ortalama Değer		6,94	9,29	10,34	10,42
Standart Sapma		1,50	1,22	0,57	0,60

Tablo A.87 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin bazal solunum ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü  $\text{h}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	9,30	10,91	12,29	9,91
	2	11,16	12,03	12,30	12,50
<b>2</b>	1	9,65	10,58	12,09	13,30
	2	10,84	10,48	12,43	12,64
<b>3</b>	1	8,93	12,48	10,79	10,69
	2	9,74	10,98	11,95	10,58
<b>4</b>	1	10,38	10,59	12,22	12,11
	2	9,85	11,42	11,16	11,43
<b>5</b>	1	8,69	12,39	11,17	12,07
	2	8,11	10,69	11,15	11,91
<b>6</b>	1	9,38	10,43	10,43	11,84
	2	9,45	10,69	11,44	11,73
<b>7</b>	1	6,10	11,42	11,26	11,82
	2	6,90	12,42	11,19	12,23
<b>8</b>	1	8,26	10,46	11,69	12,19
	2	8,81	10,36	11,05	12,62
<b>9</b>	1	9,42	11,87	11,60	11,37
	2	9,82	11,88	11,89	11,69
<b>10</b>	1	9,43	12,28	12,31	11,83
	2	10,17	10,42	12,27	11,34
<b>11</b>	1	11,39	10,72	12,76	12,26
	2	10,30	10,62	12,40	11,30
<b>12</b>	1	7,91	11,69	11,02	11,97
	2	9,45	11,60	11,15	12,12
<b>13</b>	1	8,44	12,05	11,64	12,05
	2	8,41	11,83	11,89	12,23
<b>14</b>	1	8,52	12,25	12,03	12,19
	2	9,34	12,28	12,23	12,80
<b>15</b>	1	9,91	11,04	11,13	10,82
	2	10,59	10,81	12,17	12,15
Minimum Değer		6,10	10,36	10,43	9,91
Maksimum Değer		11,39	12,48	12,76	13,30
Ortalama Değer		9,28	11,32	11,70	11,85
Standart Sapma		1,16	0,73	0,58	0,70

Tablo A.88 Göknaar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin bazal solunum ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  ölü örtü  $\text{h}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	11,72	11,56	10,42	12,14
	2	11,14	10,43	11,67	12,33
<b>2</b>	1	10,90	11,43	11,91	10,66
	2	10,74	11,79	13,76	10,33
<b>3</b>	1	10,50	11,49	11,49	10,16
	2	10,22	11,42	12,04	11,44
<b>4</b>	1	11,28	11,35	11,81	11,79
	2	11,20	11,53	11,50	11,73
<b>5</b>	1	11,33	10,53	11,27	11,29
	2	10,94	11,17	13,50	11,46
<b>6</b>	1	10,14	10,73	10,35	11,54
	2	10,54	10,22	11,38	11,65
<b>7</b>	1	11,02	10,28	11,32	11,80
	2	10,18	11,53	10,56	11,59
<b>8</b>	1	9,93	10,87	12,26	11,34
	2	11,33	11,29	11,91	10,64
<b>9</b>	1	11,07	11,80	11,94	11,16
	2	10,82	11,59	12,04	11,41
<b>10</b>	1	11,32	11,19	11,65	10,30
	2	10,72	11,80	12,12	10,87
<b>11</b>	1	9,87	12,49	11,01	10,96
	2	10,62	11,38	13,00	10,87
<b>12</b>	1	11,85	11,11	11,22	10,72
	2	10,74	10,73	11,86	11,72
<b>13</b>	1	11,14	10,45	10,39	10,64
	2	11,72	11,36	11,41	10,50
<b>14</b>	1	10,51	11,25	11,32	11,12
	2	10,66	10,21	11,49	10,43
<b>15</b>	1	11,59	10,55	12,00	11,46
	2	10,52	11,76	12,41	11,36
Minimum Değer		9,87	10,21	10,35	10,16
Maksimum Değer		11,85	12,49	13,76	12,33
Ortalama Değer		10,87	11,17	11,70	11,18
Standart Sapma		0,52	0,56	0,80	0,56

Tablo A.89 Göknaş meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin bazal solunum ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$  toprak  $\text{h}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1,65	1,76	1,10	2,11
	2	1,68	2,15	1,15	2,25
2	1	0,97	1,46	2,65	2,86
	2	0,80	1,34	2,58	2,88
3	1	0,58	1,93	4,30	1,20
	2	0,55	1,83	4,37	1,19
4	1	0,80	2,89	1,46	0,73
	2	0,81	2,86	1,44	0,79
5	1	0,74	1,75	2,22	1,56
	2	0,70	1,60	2,24	1,58
6	1	0,55	1,30	2,93	1,25
	2	0,55	1,32	3,02	1,33
7	1	0,54	1,78	1,88	2,19
	2	0,59	1,90	1,86	2,07
8	1	1,67	1,29	2,22	2,51
	2	1,90	1,33	2,30	2,45
9	1	1,23	2,43	1,95	1,19
	2	1,14	2,53	1,91	2,62
10	1	0,67	2,04	2,40	0,78
	2	0,76	2,06	2,45	0,73
11	1	0,42	2,64	2,92	1,76
	2	0,46	2,68	2,99	2,10
12	1	0,41	1,21	1,60	1,00
	2	0,45	1,21	1,56	1,01
13	1	0,35	0,88	0,82	1,51
	2	0,36	0,91	0,88	1,38
14	1	1,66	2,69	1,42	1,00
	2	1,51	2,60	1,51	0,93
15	1	0,33	0,76	0,86	2,60
	2	0,37	0,79	0,94	2,69
Minimum Değer		0,33	0,76	0,82	0,73
Maksimum Değer		1,90	2,89	4,37	2,88
Ortalama Değer		0,84	1,79	2,06	1,67
Standart Sapma		0,48	0,64	0,91	0,70

Tablo A.90 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin bazal solunum ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{ toprak h}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	0,42	0,54	0,58	0,81
	2	0,41	0,58	0,58	0,84
2	1	0,21	0,50	0,78	0,58
	2	0,16	0,48	0,86	0,53
3	1	1,25	0,65	0,45	0,32
	2	1,22	0,60	0,43	0,38
4	1	0,86	0,38	0,45	0,75
	2	0,88	0,31	0,44	1,00
5	1	0,29	0,46	0,67	0,62
	2	0,30	0,45	0,62	0,57
6	1	0,49	0,66	0,56	0,55
	2	0,46	0,62	0,51	0,54
7	1	0,37	0,43	0,69	0,33
	2	0,39	0,45	0,66	0,41
8	1	0,62	1,12	0,65	0,35
	2	0,62	1,10	0,65	0,28
9	1	0,36	0,72	2,14	0,50
	2	0,38	0,77	2,31	0,57
10	1	0,83	0,47	0,78	0,33
	2	0,76	0,47	0,79	0,28
11	1	0,38	0,36	0,69	0,70
	2	0,37	0,31	0,69	0,76
12	1	0,16	0,47	0,86	0,71
	2	0,21	0,43	0,92	0,75
13	1	0,37	0,42	0,49	0,86
	2	0,32	0,47	0,44	0,75
14	1	0,64	0,42	0,63	0,77
	2	0,67	0,39	0,68	0,68
15	1	0,38	0,48	0,64	1,19
	2	0,36	0,46	0,69	1,11
Minimum Değer		0,16	0,31	0,43	0,28
Maksimum Değer		1,25	1,12	2,31	1,19
Ortalama Değer		0,50	0,53	0,74	0,62
Standart Sapma		0,28	0,19	0,42	0,23

Tablo A.91 Gökna-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin bazal solunum ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{ toprak h}^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	0,65	0,45	0,66	0,88
	2	0,70	0,40	0,64	0,72
2	1	0,43	0,92	0,95	0,74
	2	0,45	0,94	1,00	0,78
3	1	0,25	0,84	0,82	0,62
	2	0,24	1,00	0,75	0,53
4	1	0,38	1,00	0,65	0,54
	2	0,41	1,15	0,62	0,55
5	1	0,31	0,89	1,23	0,22
	2	0,30	0,80	1,19	0,28
6	1	0,24	0,57	0,88	0,77
	2	0,27	0,74	0,87	0,74
7	1	0,35	0,39	0,55	0,50
	2	0,38	0,36	0,61	0,47
8	1	0,50	1,01	0,86	0,91
	2	0,47	1,09	0,85	0,98
9	1	0,44	0,56	0,70	0,50
	2	0,45	0,55	0,67	0,55
10	1	0,64	0,35	0,47	0,99
	2	0,67	0,37	0,46	0,95
11	1	0,51	0,77	0,74	0,97
	2	0,50	0,80	0,68	0,81
12	1	0,54	0,77	0,68	0,61
	2	0,55	0,84	0,73	0,67
13	1	0,65	0,60	0,88	0,86
	2	0,68	0,70	1,04	0,92
14	1	0,76	1,19	0,69	0,66
	2	0,75	1,38	0,70	0,74
15	1	0,77	0,70	0,93	0,55
	2	0,95	0,63	0,86	0,57
Minimum Değer		0,24	0,35	0,46	0,22
Maksimum Değer		0,95	1,38	1,23	0,99
Ortalama Değer		0,50	0,75	0,77	0,68
Standart Sapma		0,18	0,26	0,18	0,20

Tablo A.92 Gök nar meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1,27	1,84	2,07	6,41
	2	1,83	1,55	1,67	8,53
2	1	2,06	2,60	1,28	3,41
	2	2,83	2,27	2,73	3,29
3	1	2,24	1,66	1,28	4,29
	2	1,43	1,36	1,25	4,29
4	1	1,85	1,64	1,49	2,50
	2	1,39	1,27	1,70	2,94
5	1	1,98	1,84	1,52	2,68
	2	1,88	2,06	1,34	2,63
6	1	2,18	2,02	1,93	2,28
	2	1,10	1,42	1,52	2,89
7	1	1,60	1,29	1,50	3,70
	2	2,43	1,35	1,64	6,27
8	1	0,61	2,07	1,55	4,10
	2	1,02	1,63	1,55	3,75
9	1	2,50	1,79	1,46	2,28
	2	1,52	1,64	1,56	2,35
10	1	0,87	1,60	2,40	3,16
	2	1,13	1,94	2,62	3,40
11	1	1,62	1,43	2,16	2,65
	2	2,19	1,49	1,95	2,96
12	1	1,46	1,76	2,59	2,73
	2	1,19	1,79	2,26	2,55
13	1	1,34	1,49	2,40	3,15
	2	1,10	1,74	2,40	3,17
14	1	1,63	1,40	2,04	2,83
	2	1,37	1,39	2,04	2,80
15	1	1,00	1,42	3,36	3,12
	2	1,53	1,38	3,25	3,15
Minimum Değer		0,6	1,3	1,2	2,3
Maksimum Değer		2,8	2,6	3,4	8,5
Ortalama Değer		1,60	1,67	1,95	3,47
Standart Sapma		0,52	0,31	0,56	1,37

Tablo A.93 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	6,82	2,71	3,25	3,83
	2	12,00	2,83	3,82	4,00
2	1	5,81	1,54	2,28	4,62
	2	4,18	1,64	1,94	3,93
3	1	3,97	1,98	2,19	5,94
	2	12,62	1,43	3,64	3,42
4	1	3,27	1,81	6,68	4,27
	2	5,97	1,81	6,28	3,38
5	1	2,56	2,11	5,40	4,72
	2	4,01	1,67	5,28	2,12
6	1	4,84	1,77	2,41	4,21
	2	3,25	1,62	2,48	6,79
7	1	3,99	2,02	2,31	3,61
	2	2,79	2,14	2,29	4,89
8	1	5,17	1,62	5,00	3,74
	2	4,09	1,75	4,64	3,49
9	1	5,06	1,94	3,69	4,73
	2	3,48	1,99	2,95	4,39
10	1	3,31	2,03	4,60	2,28
	2	8,85	2,06	3,93	2,20
11	1	5,65	1,76	3,09	3,85
	2	16,01	1,61	7,08	3,08
12	1	3,06	1,29	2,12	3,40
	2	4,06	1,48	2,19	2,62
13	1	1,61	2,25	1,60	5,39
	2	1,65	2,33	2,35	3,22
14	1	2,71	2,68	6,76	5,54
	2	2,18	2,61	4,31	3,88
15	1	1,72	1,59	2,19	3,28
	2	2,19	1,72	2,72	3,39
Minimum Değer		1,6	1,3	1,6	2,1
Maksimum Değer		16,0	2,8	7,1	6,8
Ortalama Değer		4,89	1,92	3,64	3,94
Standart Sapma		3,39	0,39	1,61	1,08



Tablo A.94 Gök nar-kayın meşceresinde mevsimlere göre ölü örtü örneklerinin metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	4,14	2,38	2,83	6,93
	2	3,57	2,40	3,17	5,24
2	1	2,57	2,15	2,29	3,95
	2	2,34	2,51	2,38	4,29
3	1	2,51	1,79	1,83	3,75
	2	3,34	2,22	2,07	4,82
4	1	2,47	2,62	1,94	4,44
	2	2,64	1,73	2,07	4,70
5	1	2,46	1,38	2,45	3,92
	2	2,08	1,45	1,75	3,89
6	1	2,84	1,58	1,24	2,44
	2	3,25	1,92	1,47	4,43
7	1	3,85	1,67	3,64	3,79
	2	2,07	1,58	3,08	4,85
8	1	2,71	1,63	2,06	6,56
	2	3,18	1,86	2,25	11,44
9	1	2,70	1,90	1,82	3,42
	2	2,78	1,94	2,49	3,27
10	1	3,06	2,49	1,93	3,35
	2	2,44	2,26	2,46	3,33
11	1	3,41	2,86	2,11	2,81
	2	2,58	3,82	2,12	5,37
12	1	2,93	2,27	1,92	3,06
	2	2,88	2,62	2,16	3,03
13	1	2,35	2,71	2,44	9,37
	2	2,74	3,20	2,61	7,40
14	1	2,44	3,07	2,27	4,22
	2	2,76	3,44	2,15	4,12
15	1	4,85	2,32	1,70	5,20
	2	4,08	2,17	2,28	3,74
Minimum Değer		2,1	1,4	1,2	2,4
Maksimum Değer		4,8	3,8	3,6	11,4
Ortalama Değer		2,93	2,26	2,23	4,70
Standart Sapma		0,64	0,60	0,49	1,95

Tablo A.95 Gökna r meşceresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	1,43	2,92	1,05	1,66
	2	1,41	3,98	1,06	1,67
2	1	2,38	3,15	1,53	2,26
	2	1,47	2,54	1,52	1,71
3	1	1,16	1,96	2,44	2,05
	2	0,84	1,58	2,53	2,49
4	1	1,26	3,05	1,47	0,95
	2	1,21	3,02	1,38	1,03
5	1	1,52	1,34	1,46	2,38
	2	1,04	1,85	1,44	2,02
6	1	0,81	1,73	1,78	1,42
	2	0,69	1,87	1,60	1,51
7	1	0,87	3,04	1,42	2,63
	2	0,92	1,99	1,41	2,07
8	1	1,20	3,23	1,56	1,53
	2	1,35	3,33	1,51	1,62
9	1	1,26	2,26	1,10	1,38
	2	0,98	1,73	1,10	3,32
10	1	0,92	2,83	1,25	1,68
	2	1,06	2,74	1,39	1,52
11	1	0,60	7,60	1,72	1,47
	2	0,67	4,33	1,74	1,78
12	1	0,66	1,60	1,63	1,22
	2	0,95	1,78	1,44	1,42
13	1	0,75	0,79	1,08	1,29
	2	0,74	0,83	1,33	1,18
14	1	2,72	1,83	1,95	1,04
	2	2,87	1,75	1,83	0,95
15	1	0,90	1,09	1,14	1,58
	2	0,86	0,83	1,46	1,58
Minimum Değer		0,6	0,8	1,0	1,0
Maksimum Değer		2,9	7,6	2,5	3,3
Ortalama Değer		1,18	2,41	1,51	1,68
Standart Sapma		0,56	1,33	0,35	0,53

Tablo A.96 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklerinin metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	0,79	1,57	0,79	1,14
	2	0,85	1,76	0,93	1,25
2	1	0,39	0,81	1,23	0,82
	2	0,26	0,77	0,97	0,72
3	1	1,12	1,12	1,31	1,20
	2	0,98	0,93	1,26	1,52
4	1	1,27	0,75	1,10	1,73
	2	1,40	0,59	0,96	2,14
5	1	0,68	1,34	0,94	1,37
	2	0,68	1,52	1,01	0,99
6	1	1,36	0,66	0,80	1,52
	2	1,12	0,69	0,85	1,56
7	1	0,88	0,86	2,01	1,00
	2	1,10	0,90	2,88	1,12
8	1	1,69	0,87	1,09	1,05
	2	1,13	0,96	1,01	0,80
9	1	0,55	1,56	1,78	0,75
	2	0,73	1,19	1,69	0,85
10	1	1,92	0,59	1,81	0,86
	2	2,17	0,69	1,70	0,73
11	1	1,09	0,64	1,37	0,91
	2	0,89	0,64	1,03	0,85
12	1	0,41	0,67	0,79	0,98
	2	0,64	0,73	1,02	1,09
13	1	1,02	0,56	0,94	1,37
	2	0,69	0,78	0,93	1,13
14	1	1,11	0,54	0,90	1,01
	2	0,94	0,53	1,00	0,89
15	1	1,01	1,21	0,80	1,46
	2	0,92	0,86	0,81	1,33
Minimum Değer		0,3	0,5	0,8	0,7
Maksimum Değer		2,2	1,8	2,9	2,1
Ortalama Değer		0,99	0,91	1,19	1,13
Standart Sapma		0,42	0,34	0,46	0,33

Tablo A.97 Göknaar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak örneklelerinin metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ( $mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M	E	V	S	İ	M	L	E	R
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış					
1	1	0,99	0,85	0,58	1,61					
	2	1,01	0,72	0,67	1,91					
2	1	0,63	1,38	1,16	1,72					
	2	0,70	1,94	0,96	1,68					
3	1	0,97	1,09	1,10	1,31					
	2	0,78	1,18	1,08	1,12					
4	1	1,07	1,13	1,07	1,32					
	2	1,49	1,51	0,77	1,90					
5	1	1,28	1,19	1,26	0,58					
	2	0,74	1,24	1,13	0,73					
6	1	1,82	0,71	1,18	1,02					
	2	1,02	0,91	1,14	0,91					
7	1	0,89	0,67	0,54	2,12					
	2	0,97	0,78	0,54	1,07					
8	1	1,38	1,10	1,26	1,43					
	2	1,10	1,46	1,31	1,46					
9	1	1,16	0,66	0,76	0,97					
	2	0,85	0,74	0,99	1,07					
10	1	0,91	0,65	1,44	1,72					
	2	0,98	0,78	0,97	1,88					
11	1	0,93	0,90	0,71	2,05					
	2	0,94	0,92	0,62	1,78					
12	1	0,75	1,05	0,78	1,29					
	2	0,90	0,97	0,85	1,23					
13	1	0,95	0,69	1,19	2,46					
	2	1,11	0,86	1,44	2,29					
14	1	1,09	1,16	1,02	1,17					
	2	0,94	1,27	1,03	1,50					
15	1	1,10	0,80	0,77	1,63					
	2	1,99	0,70	0,71	1,78					
Minimum Değer		0,6	0,6	0,5	0,6					
Maksimum Değer		2,0	1,9	1,4	2,5					
Ortalama Değer		1,04	1,00	0,96	1,49					
Standart Sapma		0,29	0,30	0,26	0,45					

Tablo A.98 Göknar meşçeresinde mevsimlere göre hava sıcaklığı (°C) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	15,2	25,9	15,5	9,8
	2	15,2	25,9	15,5	9,8
<b>2</b>	1	16,0	25,5	15,6	10,2
	2	16,0	25,5	15,6	10,2
<b>3</b>	1	15,4	25,9	15,9	8,4
	2	15,4	25,9	15,9	8,4
<b>4</b>	1	17,0	25,2	15,4	8,8
	2	17,0	25,2	15,4	8,8
<b>5</b>	1	17,1	25,6	15,0	9,1
	2	17,1	25,6	15,0	9,1
<b>6</b>	1	16,9	24,8	14,7	9,1
	2	16,9	24,8	14,7	9,1
<b>7</b>	1	17,6	24,5	15,2	9,4
	2	17,6	24,5	15,2	9,4
<b>8</b>	1	17,9	25,1	15,4	9,5
	2	17,9	25,1	15,4	9,5
<b>9</b>	1	18,6	25,6	16,4	8,1
	2	18,6	25,6	16,4	8,1
<b>10</b>	1	18,8	23,7	17,8	8,9
	2	18,8	23,7	17,8	8,9
<b>11</b>	1	19,6	23,8	19,1	10,5
	2	19,6	23,8	19,1	10,5
<b>12</b>	1	18,5	23,5	17,4	9,1
	2	18,5	23,5	17,4	9,1
<b>13</b>	1	19,7	23,6	18,9	9,3
	2	19,7	23,6	18,9	9,3
<b>14</b>	1	18,9	21,7	17,4	9,3
	2	18,9	21,7	17,4	9,3
<b>15</b>	1	19,0	22,4	16,8	9,4
	2	19,0	22,4	16,8	9,4
Minimum Değer		15,2	21,7	14,7	8,1
Maksimum Değer		19,7	25,9	19,1	10,5
Ortalama Değer		17,74	24,45	16,43	9,26
Standart Sapma		1,42	1,27	1,38	0,60

Tablo A.99 Kayın meşceresinde mevsimlere göre hava sıcaklığı (°C) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	16,9	22,8	20,7	7,8
	2	16,9	22,8	20,7	7,8
<b>2</b>	1	17,3	23,1	17,6	7,9
	2	17,3	23,1	17,6	7,9
<b>3</b>	1	18,0	23,8	17,6	7,7
	2	18,0	23,8	17,6	7,7
<b>4</b>	1	17,8	23,7	17,7	8,8
	2	17,8	23,7	17,7	8,8
<b>5</b>	1	18,2	23,9	18,1	10,4
	2	18,2	23,9	18,1	10,4
<b>6</b>	1	18,0	24,7	17,3	10,7
	2	18,0	24,7	17,3	10,7
<b>7</b>	1	17,6	25,0	17,3	11,8
	2	17,6	25,0	17,3	11,8
<b>8</b>	1	17,2	24,8	16,5	12,4
	2	17,2	24,8	16,5	12,4
<b>9</b>	1	18,8	25,2	16,7	12,2
	2	18,8	25,2	16,7	12,2
<b>10</b>	1	19,0	25,2	17,0	12,3
	2	19,0	25,2	17,0	12,3
<b>11</b>	1	19,2	25,1	17,5	12,4
	2	19,2	25,1	17,5	12,4
<b>12</b>	1	19,6	25,0	17,9	12,3
	2	19,6	25,0	17,9	12,3
<b>13</b>	1	18,3	25,1	18,1	12,8
	2	18,3	25,1	18,1	12,8
<b>14</b>	1	19,3	26,4	17,8	13,0
	2	19,3	26,4	17,8	13,0
<b>15</b>	1	21,2	26,1	18,5	11,8
	2	21,2	26,1	18,5	11,8
Minimum Değer		16,9	22,8	16,5	7,7
Maksimum Değer		21,2	26,4	20,7	13,0
Ortalama Değer		18,42	24,66	17,75	10,95
Standart Sapma		1,09	0,99	0,95	1,91

Tablo A.100 Göknaar-kayın meşceresinde mevsimlere göre hava sıcaklığı (°C) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	10,1	23,8	16,1	7,6
	2	10,1	23,8	16,1	7,6
<b>2</b>	1	9,4	22,2	16,2	7,7
	2	9,4	22,2	16,2	7,7
<b>3</b>	1	10,4	22,6	16,3	6,8
	2	10,4	22,6	16,3	6,8
<b>4</b>	1	9,8	23,2	15,8	6,4
	2	9,8	23,2	15,8	6,4
<b>5</b>	1	11,0	24,2	16,2	6,1
	2	11,0	24,2	16,2	6,1
<b>6</b>	1	12,0	23,2	16,0	6,4
	2	12,0	23,2	16,0	6,4
<b>7</b>	1	12,5	23,8	16,2	6,2
	2	12,5	23,8	16,2	6,2
<b>8</b>	1	12,3	24,6	16,2	5,6
	2	12,3	24,6	16,2	5,6
<b>9</b>	1	12,7	24,9	15,8	6,4
	2	12,7	24,9	15,8	6,4
<b>10</b>	1	13,6	25,4	15,5	6,0
	2	13,6	25,4	15,5	6,0
<b>11</b>	1	9,6	25,2	15,8	6,8
	2	9,6	25,2	15,8	6,8
<b>12</b>	1	14,4	26,0	15,8	7,0
	2	14,4	26,0	15,8	7,0
<b>13</b>	1	12,5	26,3	15,8	6,1
	2	12,5	26,3	15,8	6,1
<b>14</b>	1	13,0	26,0	15,8	6,5
	2	13,0	26,0	15,8	6,5
<b>15</b>	1	12,3	25,6	15,8	6,7
	2	12,3	25,6	15,8	6,7
Minimum Değer		9,4	22,2	15,5	5,6
Maksimum Değer		14,4	26,3	16,3	7,7
Ortalama Değer		11,70	24,46	15,95	6,55
Standart Sapma		1,52	1,27	0,22	0,56

Tablo A.101 Göknar meşçeresinde mevsimlere göre toprak sıcaklığı (°C) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	9,0	20,5	13,1	8,6
	2	9,0	20,5	13,1	8,6
2	1	7,9	17,5	13,0	9,2
	2	7,9	17,5	13,0	9,2
3	1	7,6	18,3	13,0	8,2
	2	7,6	18,3	13,0	8,2
4	1	8,2	17,0	12,4	8,5
	2	8,2	17,0	12,4	8,5
5	1	8,7	18,3	12,1	8,6
	2	8,7	18,3	12,1	8,6
6	1	8,6	18,5	12,0	8,0
	2	8,6	18,5	12,0	8,0
7	1	9,1	18,8	12,5	8,5
	2	9,1	18,8	12,5	8,5
8	1	9,4	19,4	12,6	8,6
	2	9,4	19,4	12,6	8,6
9	1	10,5	17,7	12,7	8,4
	2	10,5	17,7	12,7	8,4
10	1	9,7	19,7	13,4	8,5
	2	9,7	19,7	13,4	8,5
11	1	12,2	18,3	13,9	9,1
	2	12,2	18,3	13,9	9,1
12	1	10,7	18,5	14,0	9,0
	2	10,7	18,5	14,0	9,0
13	1	9,5	18,8	13,4	9,0
	2	9,5	18,8	13,4	9,0
14	1	10,0	18,5	12,4	8,8
	2	10,0	18,5	12,4	8,8
15	1	9,9	20,0	12,5	8,6
	2	9,9	20,0	12,5	8,6
Minimum Değer		7,6	17,0	12,0	8,0
Maksimum Değer		12,2	20,5	14,0	9,2
Ortalama Değer		9,4	18,65	12,86	8,64
Standart Sapma		1,16	0,92	0,59	0,32



Tablo A.102 Kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak sıcaklığı (°C) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	9,1	16,8	12,5	6,0
	2	9,1	16,8	12,5	6,0
2	1	9,0	17,0	12,9	5,8
	2	9,0	17,0	12,9	5,8
3	1	9,2	17,2	13,3	6,1
	2	9,2	17,2	13,3	6,1
4	1	9,0	16,7	12,6	5,4
	2	9,0	16,7	12,6	5,4
5	1	9,2	17,0	12,7	5,3
	2	9,2	17,0	12,7	5,3
6	1	9,0	17,9	13,7	6,6
	2	9,0	17,9	13,7	6,6
7	1	9,5	16,7	13,6	7,0
	2	9,5	16,7	13,6	7,0
8	1	9,6	18,5	12,8	7,2
	2	9,6	18,5	12,8	7,2
9	1	11,4	18,5	13,1	6,9
	2	11,4	18,5	13,1	6,9
10	1	10,7	18,2	13,4	6,4
	2	10,7	18,2	13,4	6,4
11	1	8,9	21,4	14,6	7,3
	2	8,9	21,4	14,6	7,3
12	1	10,3	17,9	14,4	7,1
	2	10,3	17,9	14,4	7,1
13	1	9,4	18,4	13,6	7,5
	2	9,4	18,4	13,6	7,5
14	1	10,5	19,7	13,8	7,8
	2	10,5	19,7	13,8	7,8
15	1	10,8	19,2	13,1	7,3
	2	10,8	19,2	13,1	7,3
Minimum Değer		8,9	16,7	12,5	5,3
Maksimum Değer		11,4	21,4	14,6	7,8
Ortalama Değer		9,70	18,07	13,34	6,64
Standart Sapma		0,79	1,28	0,61	0,76

Tablo A.103 Gök nar–kayın meşçeresinde mevsimlere göre toprak sıcaklığı (°C) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
1	1	8,2	16,7	13,0	6,9
	2	8,2	16,7	13,0	6,9
2	1	8,1	16,2	12,8	7,3
	2	8,1	16,2	12,8	7,3
3	1	7,8	16,0	12,9	6,8
	2	7,8	16,0	12,9	6,8
4	1	7,8	16,6	12,8	7,3
	2	7,8	16,6	12,8	7,3
5	1	7,9	17,6	13,3	6,9
	2	7,9	17,6	13,3	6,9
6	1	8,1	16,3	13,3	6,6
	2	8,1	16,3	13,3	6,6
7	1	8,4	16,4	13,1	7,4
	2	8,4	16,4	13,1	7,4
8	1	8,4	16,7	12,9	7,0
	2	8,4	16,7	12,9	7,0
9	1	7,8	17,0	12,5	6,4
	2	7,8	17,0	12,5	6,4
10	1	8,2	17,5	13,0	6,8
	2	8,2	17,5	13,0	6,8
11	1	8,1	18,2	13,8	6,6
	2	8,1	18,2	13,8	6,6
12	1	7,8	17,2	13,2	6,5
	2	7,8	17,2	13,2	6,5
13	1	8,0	17,9	12,9	6,6
	2	8,0	17,9	12,9	6,6
14	1	8,6	17,3	12,8	6,6
	2	8,6	17,3	12,8	6,6
15	1	8,2	16,6	13,0	6,5
	2	8,2	16,6	13,0	6,5
Minimum Değer		7,8	16,0	12,5	6,4
Maksimum Değer		8,6	18,2	13,8	7,4
Ortalama Değer		8,09	16,94	13,02	6,81
Standart Sapma		0,24	0,63	0,29	0,31

Tablo A.104 Gökmar meşçeresinde mevsimlere göre bağıl (nisbi) nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	45	55	67	90
	2	45	55	67	90
<b>2</b>	1	44	53	67	91
	2	44	53	67	91
<b>3</b>	1	49	48	68	84
	2	49	48	68	84
<b>4</b>	1	44	49	63	74
	2	44	49	63	74
<b>5</b>	1	48	54	67	74
	2	48	54	67	74
<b>6</b>	1	50	54	64	82
	2	50	54	64	82
<b>7</b>	1	41	54	64	83
	2	41	54	64	83
<b>8</b>	1	38	53	68	77
	2	38	53	68	77
<b>9</b>	1	37	51	61	78
	2	37	51	61	78
<b>10</b>	1	38	50	66	81
	2	38	50	66	81
<b>11</b>	1	33	51	60	85
	2	33	51	60	85
<b>12</b>	1	33	55	59	84
	2	33	55	59	84
<b>13</b>	1	36	55	56	88
	2	36	55	56	88
<b>14</b>	1	34	55	62	87
	2	34	55	62	87
<b>15</b>	1	38	51	65	88
	2	38	51	65	88
Minimum Değer		33,0	48,0	56,0	74,0
Maksimum Değer		50,0	55,0	68,0	91,0
Ortalama Değer		40,53	52,53	63,80	83,06
Standart Sapma		5,69	2,31	3,54	5,33

Tablo A.105 Kayın meşceresinde mevsimlere göre bağıl (nisbi) nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	38	48	64	73
	2	38	48	64	73
<b>2</b>	1	38	56	67	65
	2	38	56	67	65
<b>3</b>	1	39	61	54	63
	2	39	61	54	63
<b>4</b>	1	39	58	52	65
	2	39	58	52	65
<b>5</b>	1	39	54	52	67
	2	39	54	52	67
<b>6</b>	1	39	60	56	64
	2	39	60	56	64
<b>7</b>	1	38	59	58	59
	2	38	59	58	59
<b>8</b>	1	39	51	55	53
	2	39	51	55	53
<b>9</b>	1	39	53	53	49
	2	39	53	53	49
<b>10</b>	1	37	55	56	49
	2	37	55	56	49
<b>11</b>	1	38	47	56	54
	2	38	47	56	54
<b>12</b>	1	37	50	51	52
	2	37	50	51	52
<b>13</b>	1	37	51	46	52
	2	37	51	46	52
<b>14</b>	1	38	51	52	59
	2	38	51	52	59
<b>15</b>	1	37	48	55	56
	2	37	48	55	56
Minimum Değer		37,0	47,0	46,0	49,0
Maksimum Değer		39,0	61,0	67,0	73,0
Ortalama Değer		38,13	53,46	55,13	58,66
Standart Sapma		0,81	4,48	5,02	7,14

Tablo A.106 Gökmar-kayın meşçeresinde mevsimlere göre bağıl (nisbi) nem (%) değerleri.

Örnek Numarası	Tekrar	M E V S İ M L E R			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>1</b>	1	66	60	67	81
	2	66	60	67	81
<b>2</b>	1	63	48	70	73
	2	63	48	70	73
<b>3</b>	1	51	49	67	75
	2	51	49	67	75
<b>4</b>	1	55	49	69	78
	2	55	49	69	78
<b>5</b>	1	50	53	73	88
	2	50	53	73	88
<b>6</b>	1	49	49	71	92
	2	49	49	71	92
<b>7</b>	1	59	47	70	88
	2	59	47	70	88
<b>8</b>	1	60	47	70	92
	2	60	47	70	92
<b>9</b>	1	58	46	72	91
	2	58	46	72	91
<b>10</b>	1	54	43	72	98
	2	54	43	72	98
<b>11</b>	1	54	41	71	99
	2	54	41	71	99
<b>12</b>	1	51	41	70	94
	2	51	41	70	94
<b>13</b>	1	47	39	68	98
	2	47	39	68	98
<b>14</b>	1	52	40	66	99
	2	52	40	66	99
<b>15</b>	1	50	43	66	99
	2	50	43	66	99
Minimum Değer		47,0	39,0	66,0	73,0
Maksimum Değer		66,0	60,0	73,0	99,0
Ortalama Değer		54,60	46,33	69,46	89,66
Standart Sapma		5,41	5,44	2,19	8,87

## ÖZGEÇMİŞ

İlyas BOLAT 1980’de Ordu ili, Akkuş ilçesinde doğdu; İlk ve orta öğrenimini Giresun’un Görele ilçesinde tamamladı. Görele Lisesi’nden mezun olduktan sonra 1997 yılında KTÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü’ne girdi; 2001’de mezun olduktan sonra aynı yıl KTÜ Yabancı Dil Hazırlık Okulunda bir yıl süreyle İngilizce eğitimi aldı. 2005 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programına başladı. 2005 yılında Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Yüksek lisansını 2007 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda tamamladı; aynı yıl ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora programına başladı. Halen Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora programına devam etmekte olan İlyas BOLAT evlidir. Yabancı dili İngilizce’dir.

## **ADRES BİLGİLERİ**

Adres : Bartın Üniversitesi  
Orman Fakültesi  
Orman Mühendisliği Bölümü  
Toprak İlimi ve Ekoloji ABD.  
74100 Ağdacı/BARTIN

Tel : (378) 223 51 42  
E-posta : ilyasbolat@bartin.edu.tr  
bolat.ilyas@hotmail.com

