

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ARTVİN KAFKASÖR YÖRESİNDEKİ DOĞU LADİNİ MEŞÇERELERİ
VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK ALANLARDA BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
MİKROBİYAL BİYOKÜTLE İÇERİĞİ DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Musa AKBAŞ

Artvin-2014

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ARTVİN KAFKASÖR YÖRESİNDEKİ DOĞU LADİNİ MEŞÇERELERİ
VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK ALANLARDA BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
MİKROBİYAL BİYOKÜTLE İÇERİĞİ DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Musa AKBAŞ

**Danışman
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

Artvin-2014

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARTVİN KAFKASÖR YÖRESİNDEKİ DOĞU LADİNİ MEŞÇERELERİ
VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK ALANLARDA BAZI FİZİKSEL VE
KİMYASAL TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
MİKROBİYAL BİYOKÜTLE İÇERİĞİ DEĞİŞİMİNİN
ARAŞTIRILMASI

Musa AKBAŞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30/05/2014

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 23/06/2014

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Cüneyt ÜNVER

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 23/06/2014 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../...
Doç. Dr. Turan SÖNMEZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Artvin Kafkasör Yöresindeki Doğu Ladini Meşcereleri ve Bitişiğindeki Çayırılık Alanlarda Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi ve Mikrobiyal Biyokütle İçeriği Değişiminin Araştırılması konulu yüksek lisans tezinin arazi çalışmaları Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Merkez işletme Şefliği bölgesinde seçilen farklı deneme alanlarında yapılmıştır. Bu deneme alanlarından alınan örneklere dayalı olarak çeşitli ölçümler yapılmıştır. Örneklerin fiziksel ve kimyasal analizi işlemleri ise Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Toprak-Ekoloji laboratuvarında ve Merkezi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın planlanmasında, deneme alanlarının seçiminde, örneklerin alınmasında ve tezin yazım sürecinde yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU'na içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince fikir ve bilgilerinden yararlandığım ve bu süreçte örneklerin arazideki ve laboratuvardaki ölçüm, tartım, kurutma işlemlerinde ve her aşamada yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK'e, sonsuz teşekkür ederim. Bu süreçte madden ve manen fedakârane yanımda olan aileme, arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan Arş. Gör. Ahmet MIHLI ve isimlerini sayamayacağım kadar çok ebedi kardeşlerime ve dostlarıma hadsiz minnettarım.

Musa AKBAŞ

Artvin-2014

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET.....	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	IX
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	XII
1 GİRİŞ.....	1
2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
3 MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1 Materyal.....	11
3.1.1 Araştırma Alanının Tanıtımı	11
3.1.2 Coğrafi Konum.....	11
3.1.3 Araştırma Alanının İklim Özellikleri	13
3.1.3.1 Sıcaklık	15
3.1.3.2 Yağış	16
3.1.4 Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Özellikleri	16
3.1.5 Alanın Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri	18
3.2 Yöntem	18
3.2.1 Arazi Yöntemleri.....	18
3.2.1.1 Örneklik Alanların Belirlenmesi.....	18
3.2.1.2 Toprak Örneklerinin Alınması.....	19
3.2.1.3 Kök Örneklerinin Alınması	19
3.2.1.4 Toprak Solunumu Arazi Çalışması.....	20
3.2.2 Laboratuvar Yöntemleri	20
3.2.2.1 Toprak Tekstürünün Belirlenmesi	20
3.2.2.2 Toprak pH'sının Belirlenmesi	20
3.2.2.3 Toprakta Organik Maddenin ve Organik (C) Belirlenmesi.....	20

3.2.2.4	Toprakta Toplam Azot (%) ve Toplam Karbonun (%) Belirlenmesi	21
3.2.2.5	Toprak Altı Biyokütlenin Belirlenmesi	21
3.2.2.6	Toprakta Mikrobiyal Biyokütlenin Belirlenmesi.....	21
3.2.2.7	Toprak Solunumunun Belirlenmesi	21
3.2.3	İstatiksel Yöntemler	22
4	BULGULAR.....	23
4.1	Fiziksel Ve Kimyasal Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular	23
4.1.1	Toprak Tekstürüne Ait Bulgular	23
4.1.2	Toprak pH' sına Ait Bulgular.....	25
4.1.3	Toprak Organik Maddesi ve Toprakta Organik Karbona (C_{org}) Ait Bulgular	28
4.1.4	Toprakta Toplam Karbona(C) % İlişkin Bulgular	31
4.1.5	Toprakta Toplam Azota (N_{total}) % İlişkin Bulgular.....	33
4.1.6	Toprakların C_{org}/N_{total} Oranına İlişkin Bulgular	36
4.2	Toprakaltı Biyokütleyle İlişkin Bulgular	39
4.2.1	Kök Kütlesine İlişkin Bulgular	39
4.3	Toprak Solunumuna İlişkin Bulgular	40
4.4	Toprakta Mikrobiyal Biyokütleyle İlişkin Bulgular	43
4.4.1	Mikrobiyal Biyokütle Karbona (C_{mic}) İlişkin Bulgular.....	43
4.4.2	Mikrobiyal Biyokütle Azota (N_{mic}) İlişkin Bulgular	45
4.5	Mikrobiyal Oranlara (C_{mic}/C_{org} , N_{mic}/N_{total} , C_{mic}/N_{mic}) İlişkin Bulgular	48
4.5.1	C_{mic}/C_{org} (%) Oranlarına İlişkin Bulgular.....	48
4.5.2	N_{mic}/N_{total} (%) Oranlarına İlişkin Bulgular	51
4.5.3	C_{mic}/N_{mic} Oranlarına İlişkin Bulgular	54
4.6	Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular	57
5	TARTIŞMA.....	66
5.1	Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma.....	66
5.2	Toprak Solunumuna İlişkin Tartışma	72
5.3	Kök Biyokütlesine İlişkin Tartışma.....	72
5.4	Toprakta Mikrobiyal Biyokütleyle Ve Mikrobiyal Oranlara İlişkin Tartışma ..	73
5.4.1	Mikrobiyal Biyokütle Karbona (C_{mic}) İlişkin tartışma.....	73
5.4.2	C_{mic}/C_{org} Oranlarına İlişkin Tartışma	78

5.4.3	Mikrobiyal Biyokütle Azota (N_{mic}) İlişkin tartışma.....	80
5.4.4	N_{mic}/N_{total} Oranlarına İlişkin Tartışma.....	83
5.4.5	C_{mic}/N_{mic} Oranlarına İlişkin Tartışma.....	84
6	SONUÇ VE ÖNERİLER	85
	KAYNAKLAR	89

ÖZET

Bu çalışmada, Artvin-Kafkasör yöresinde 1984-2005 plan döneminde gençleştirilmiş ladin meşcerelerinde ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda toprak özellikleri ve topraktaki mikrobiyal biyokütlerde gözlenen değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu özelliklerin değişimi; genç, yaşlı ve orman gülü (*Rhododendron ponticum L.*) kaplı ladin (*Picea orientalis*) meşcereleri ile çayırılık alanlarında rastgele olarak seçilen 3'er adet olmak üzere toplam 12 adet deneme alanından alınan toprak örnekleri üzerinde belirlenmiştir. Mikrobiyal biyokütlenin belirlenmesi için, 0-15 cm ve 15-30 cm derinlik kademelerinden iki mevsimde alınan toprak örnekleri ve kloroform fumigasyon-ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışma alanlarının mikrobiyal biyokütle karbon miktarları üst toprakta; 138,06 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile 2318,66 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında, alt toprakta 5,11 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile 511,80 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında bulunmuş ve derinliğe bağlı azaldığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca ortalama olarak; en yüksek orman gülü kaplı yaşlı ladin meşceresinde, en düşük genç ladin meşcersinde bulunmuş ve alanlarda yazdan sonbahara hem azalma hem de artış olduğu görülmüştür. Mikrobiyal biyokütle azot miktarları; üst toprakta 82,36 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile 429,66 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında, alt toprakta 10,45 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile 136,10 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında bulunmuş ve derinliğe bağlı azaldığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca ortalama olarak; en yüksek çayırılık alanda, en düşük genç ladin meşcersinde bulunmuş ve ladin alanlarında yazdan sonbahara azalma, çayırılıkta artış olduğu görülmüştür. Mikrobiyal biyokütle karbonun C_{org} , C_{total} ve $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ile ve Mikrobiyal biyokütle azotun organik madde, N_{total} ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{total}}$ ile pozitif anlamlı ilişkileri bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar araştırma alanında vejetasyon dönemi sonunda toprağın karbon ve azot stokunda artış olabildiğini ve organik maddenin düzeyinin stabil olduğunu ancak bunun mikroorganizmaların faaliyeti ile dönüşümü ise substrat kalitesi ve alınabilirliğine bağlı olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Mikrobiyal Biyokütle Karbon, Mikrobiyal Biyokütle Azot, Doğu Ladini, Toprak Kalitesi

SUMMARY

The objectives of this study were to determine changes in some soil properties and soil microbial biomass in Spruce stands regenerated during 1984-2005 planning term and in adjacent grasslands. These soil properties will be determined in 3 sampling points (total 12 points) taken from each of young spruce stands, old spruce stands, old spruce stands with a *Rhododendron ponticum* L. understory and grassland areas. Microbial biomass will be determined by Chloroform Fumigation-Extraction method on soil samples taken from 0-15 and 15-30 cm soil depths in summer and autumn. Microbial biomass carbon of study areas were found between 138,06 $\mu\text{g g}^{-1}$ and 2318,66 $\mu\text{g g}^{-1}$ in topsoil, 5,11 $\mu\text{g g}^{-1}$ and 511,80 $\mu\text{g g}^{-1}$ in subsoil and also decreased with depth. Besides mean values were observed highest in old spruce stand with understory and lowest in young spruce stand and either increase or decrease from summer to autumn were observed in study areas. Microbial biomass nitrogen of study areas were found between 82,36 $\mu\text{g g}^{-1}$ and 429,66 $\mu\text{g g}^{-1}$ in topsoil, 10,45 $\mu\text{g g}^{-1}$ and 136,10 $\mu\text{g g}^{-1}$ in subsoil and also decreased with depth. Besides mean values were observed highest in grassland and lowest in young spruce stand and increase in grassland and decrease in all spruce stands were observed from summer to autumn. Positive correlations between microbial biomass carbon with C_{org} , C_{total} and $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ and between microbial biomass nitrogen with organic matter, N_{total} and $N_{\text{mic}}/N_{\text{total}}$ were observed. The results obtained showed that carbon and nitrogen reserve may increase during the vegetation period and organic matter has a stability but converse of these by microorganisms activity is related to substrat quality and availability in soils of study area.

Key Words: Microbial Biomass Carbon, Microbial Biomass Nitrogen, *Picea orientalis*, Soil Quality

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu	12
Şekil 2. Çayırılık Alandan Ve Gençlik Alanından Bir Görünüm	13
Şekil 3. Yaşlı Ladin Alanlarından Bir Görünüm	13
Şekil 4. Araştırma Alanına Ait Walter İklim Grafiği.....	16
Şekil 5. Bitki Örtülerine Göre Fark Grupları ve Ortalama % Kum Miktarları Değişim Grafiği.....	24
Şekil 6. Bitki Örtülerine Göre Fark Grupları ve Ortalama % Kil Miktarları Değişim Grafiği.....	25
Şekil 7. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Toz Miktarları Değişim Grafiği	25
Şekil 8. Temmuz Ayında Bitki Örtülerine Göre Fark Grupları Ve Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği	27
Şekil 9. Ekim Ayında Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği	28
Şekil 10. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Ortalama % Organik Madde Miktarları Değişim Grafiği	29
Şekil 11. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Ortalama % Organik Madde Miktarları Değişim Grafiği	30
Şekil 12. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Ortalama % Toplam Karbon Miktarları Değişim Grafiği	32
Şekil 13. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Ortalama % Toplam Karbon Miktarları Değişim Grafiği	33
Şekil 14. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları ve Ortalama % Toplam Azot Miktarları Değişim Grafiği	35
Şekil 15. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Ortalama % toplam Azot Miktarları Değişim Grafiği	36
Şekil 16. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları ve Ortalama C_{org}/N_{total} Oranı Değişim Grafiği	38
Şekil 17. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Ortalama C_{org}/N_{total} Oranı Değişim Grafiği	39

Şekil 18. Bitki Örtülerine Göre Kök Kütlesi Miktarı Değişim Grafiği	40
Şekil 19. Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Solunumu Değerleri Değişimi Grafiği	41
Şekil 20. Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Sıcaklığı Değerleri Değişimi Grafiği	42
Şekil 21. Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Nemi Değişimi Grafiği	42
Şekil 22. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) Değişim Grafiği	44
Şekil 23. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) Değişim Grafiği	45
Şekil 24. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) Değişim Grafiği	47
Şekil 25. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) Değişim Grafiği	48
Şekil 26. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları ve C_{mic}/C_{org} Değişim Grafiği	50
Şekil 27. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve C_{mic}/C_{org} oranları Değişim Grafiği	51
Şekil 28. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları Ve N_{mic}/N_{total} Değişim Grafiği	53
Şekil 29. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve N_{mic}/N_{total} Değişim Grafiği	54
Şekil 30. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı C_{mic}/N_{mic} Değişim Grafiği	55
Şekil 31. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı C_{mic}/N_{mic} Değişim Grafiği	56

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1954–2013 Yıllarına Ait Meteorolojik Ölçüm Değerleri.....	15
Tablo 2. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1500 m Yükseltideki Çalışma Alanına Enterpole Edilerek Bulunan Değerleri.....	15
Tablo 3. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Kum, % Kil ve % Toz Miktarları.....	24
Tablo 4. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Dönemi Toprak pH'larının Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri	26
Tablo 5. Bitki Örtülerine Göre Ekim Dönemi Toprak pH'larının Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri	27
Tablo 6. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Dönemi Toprak Organik Maddesinin Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri	29
Tablo 7. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Organik Karbon (C _{org}) Değerleri.....	30
Tablo 8. Bitki Örtülerine Göre Ekim Dönemi Toprak Organik Maddesinin Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri	30
Tablo 9. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Ortalama (%) Organik Karbon Değerleri	31
Tablo 10. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Dönemi Toprakların Toplam Karbon Miktarı Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri	32
Tablo 11. Bitki Örtülerine Göre Ekim Dönemi Toprakların Toplam Karbon Miktarı Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	33
Tablo 12. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Toprakta Toplam Azota Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri.....	34
Tablo 13. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Toprakta Toplam Azota Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	35
Tablo 14. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta C _{org} /N _{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	37
Tablo 15. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta C _{org} /N _{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	38
Tablo 16. Bitki Örtülerine Göre Kök Kütlesi Miktarları	40

Tablo 17. Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Solunumu Değerleri	41
Tablo 18. Bitki örtülerine göre Temmuz Ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	44
Tablo 19. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	45
Tablo 20. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	46
Tablo 21. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	47
Tablo 22. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta C_{mic}/C_{org} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	49
Tablo 23. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta C_{mic}/C_{org} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	50
Tablo 24. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta N_{mic}/N_{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	52
Tablo 25. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta N_{mic}/N_{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	53
Tablo 26. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta C_{mic}/N_{mic} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	55
Tablo 27. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta C_{mic}/N_{mic} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri	56
Tablo 28. Yaşlı ladin meşceresinde iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu	58
Tablo 29. Orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu	59
Tablo 30. Genç ladin meşceresinde iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu	60

Tablo 31. Çayırılık alanda iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu	61
Tablo 32. Temmuz Döneminde Bitki Örtülerinin Her İki Derinlik Kademesindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu	62
Tablo 33. Ekim Döneminde Bitki Örtülerinin Her İki Derinlik Kademesindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu	63
Tablo 34. 0-15 cm Derinlik Kademesinde Bitki Örtülerinin Her İki Dönemindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu	64
Tablo 35. 15-30 cm Derinlik Kademesinde Bitki Örtülerinin Her İki Dönemindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu	65

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

C_{mic}	Mikrobiyal Karbon
N_{mic}	Mikrobiyal Azot
C_{org}	Organik Karbon
N_{total}	Toplam Azot
C	Karbon
N	Azot
μg	Mikro Gram
mg	Miligram
g	Gram
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
ha	Hektar
kg	Kilogram
vd.	Ve diğeri
gr	Gram
$^{\circ}C$	Santigrat derece
α	Güven düzeyi
p	Önem Düzeyi
cm^2	Santimetrekare
ml	Mililitre

1 GİRİŞ

Toprak içerisindeki biyolojik faaliyetler derinliği birkaç cm'den 30 cm'ye kadar değişim gösteren üst toprakta yoğunlaşmıştır. Üst topraktaki canlılar toplam toprak hacminin % 5 gibi çok küçük bir parçasını oluşturur ve toplam organik maddenin de % 10'undan daha düşük bir kısmını meydana getirirler. Toprağın canlı kısmının büyük bir 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 canlı grubudur (Pankhurst vd., 1997).

Toprak kalitesinin belirlenmesinde fiziksel ve kimyasal toprak analizleri ve yüksek yapılı organizmalara (canlılara) ait biyoçeşitlilik analizleri yeterli olmamaktadır. Buna karşılık, mikroorganizmalar toprak kalitesinin rakamsal olarak ifade edilmesinde duyarlı bir gösterge olarak kullanılabilir. Mikroorganizmalar, değişikliklere çok çabuk bir şekilde tepki gösterirler ve çevre koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlarlar. Bu canlıların uyum yetenekleri toprak kalitesinin değerlendirilmesinde çeşitli mikrobiyal analizlerin kullanılmasına imkân vermektedir. O nedenle mikrobiyal popülasyon ve mikrobiyal faaliyetlerdeki değişiklikler toprak kalitesindeki değişikliklerin mükemmel bir göstergesi olarak görev yapmaktadırlar (Kennedy ve Papendick, 1995; Pankhurst vd., 1995).

Jenkinson ve Ladd (1981), toprak mikrobiyal biyokütlesini, 5×10^{-3} μm 'den daha büyük bitki kökleri ve toprak hayvanları hariç, toprak organik maddesinin yaşayan bir parçası olarak tanımlanmaktadır.

Büyük bir çoğunluğu bakteri ve mantarlardan meydana gelen fakat aktinomisetlerin, protozoaların, alglerin ve virüslerin de bu gruba dâhil edildiği toprak mikrobiyal biyokütlesi, karbon (C) depolaması, enerji akışı, ayrıştırma ve küçük miktarda da olsa gaz akışı gibi ekosistem süreçlerini (işlemlerini) düzenleyen çok önemli bir olgudur. Bu grup içerisinde bakteriler ve mantarlar, hem biyokütle hem de metabolik faaliyetler ile alakalı en yaygın organizmalardır (Anderson ve Domsch, 1973; Parkinson ve Coleman, 1991; Cleveland vd., 2004).

Mikrobiyal biyokütlesinin ekosistem içindeki temel görevleri; organik maddeleri ayrıştırmak, organik ve inorganik maddelerden N, P, K, S ve diğer iyonları mineralize etmek, besin elementlerini sitoplazma içinde tutarak topraktan yıkanmasını engellemek, topraktaki zehirli maddeleri ayrıştırmak veya bünyelerinde biriktirmek, 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).

Toprak mikrobiyal biyokütlesi mübrem bir C ve N havuzu(yuvası) olarak hizmet eden, karbon ve azotun değişebilir bir kaynağıdır (Dalal, 1998). Alınabilir besin elementlerinin hem bir kaynağı hem de gelip geçtiği nokta olan toprak mikrobiyal biyokütlesi, karasal ekosistemlerdeki besin maddesi döngüsünde kritik bir rol oynar (Shing vd., 1989).

Orman kaynaklarının biyolojik açıdan korunması ve iklim değişiminin küresel bağlamdaki durumu hakkındaki endişeler; doğal ormanların, plantasyon ve diğer arazi kullanımlarına dönüştürülmesi ile toprağın kalitesi ve karbon tutma kapasitesinin değişiminin ele alınmasına karşı büyük bir ilgi uyandırmıştır (Chen ve Li, 2003; Shi vd., 2009, Wang ve Yang, 2007; Yang vd., 2007).

Ülkemizde orman ekosistemlerinde toprak kalitesi indeksleri hakkında ve özellikle mikrobiyolojik ve biyokimyasal göstergeler üzerine çalışmalar son 10-15 yıldır yapılmakta ve henüz sınırlı sayıda ve kapsamdadır. Bu çalışmalarda daha çok farklı arazi kullanımları ve meşcere tipleri değerlendirilmiştir. Yaptığımız çalışmada farklı yaşlı ladin meşcereleri ve çayırılık alanlarda farklı mevsim ve derinlikte değerlendirme yapılarak gençleştirme ve arazi kullanımının toprak kalitesine etkisinin ve verimliliğin mevsimsel değişiminin ortaya konması amaçlanmıştır.

Bu amaçla çalışmamızda, Artvin-Kafkasör yöresindeki ladin meşcerelerinde ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda mevsime, bitki örtüsüne ve derinliğe bağlı; bazı toprak özellikleri (toprak tekstürü, toprağın organik madde miktarı, toprak reaksiyonu(pH), organik karbon, toplam azot) ve mikrobiyal

biyokütlenin değişimi araştırılmıştır. Ayrıca ek olarak toprak solunumunun bitki örtüsüne ve mevsime göre değişimi araştırılmıştır.

Öncelikle mikrobiyal biyokütlenin bazı özellikleri ve mikrobiyal kütle ile ilgili yapılmış çalışmalar hakkında kısa bilgiler verildikten sonra çalışmanın amacı belirtilmiştir. Daha sonra araştırma alanına ait genel ve özel mevki faktörleri açıklanmış ve devamında da arazide ve laboratuvarında yapılan çalışmalar ve yapılaş şekillerine ait açıklamalarda bulunulmuştur. Bu açıklamalardan sonra çalışma alanlarına ait toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mikrobiyolojik özelliklerine uygulanan bir takım istatistiksel analizler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiş ve bu bulguların tartışılması yapılmıştır. Son olarak da elde edilen sonuçlara ve bazı önerilere yer verilmiştir.

2 LİTERATÜR ÖZETİ

Toprak mikro florası ve faunası, organik atıkların parçalanmasında, bitkilere gerekli olan besin maddelerinin mineralizasyonunda ve besin elementlerinin toprak içerisindeki döngüsünde birbirini tamamlamaktadırlar. Odun hasadı ise organik maddenin azalması ve dağılması, sıkışma, bitki örtüsündeki değişim ve mikro klimadaki bozulma (kısacası toprağın biyolojik komponentlerinin aktivitelerini, kompozisyonlarını, yayılışlarını etkileyen her şey) vb. vasıtalar ile bu süreçleri doğrudan etkilemektedir. En çok bilgi, tıraşlama kesim hakkında olup diğer sistemler için sınırlı bilgi olması, ormandan odun hasadı çalışmalarının etkisinin fazlalığı en çok tıraşlama ve daha sonra siper ve geniş alan rotasyon sistemlerinde olduğunu göstermektedir. Yine de genelde her çalışma toprak organizmaları üzerinde kısa dönemde etkili olmaktadır. Uzun dönemdeki değişimler ise kapalılık ile toprak organizması bileşenlerinin kademeli geri gelmesinden dolayı daha az belli olmaktadır (Marshall, 2000).

Sundman vd. (1978), ladin alanının kontrol alanı seçildiği bir ibreli ormanında yaptıkları araştırmada, bakteri sayısının tıraşlama kesimden sonra ilk zamanlar artıp daha sonra gerilediği ve 13 yıl sonrasında kontrol değerlerine yakınlaştığını bulmuşlardır.

Prescot (1997), iğne yapraklı orman ekosisteminde alternatif silvikültür sistemlerinin N mineralizasyonunu tıraşlamadan daha az etkilediği ve tıraşlama sonrası azot mineralizasyonu ve nitrifikasyondaki artışın organik atık maddenin daha hızlı ayrışmasının neticesi olmadığı sonucuna varmıştır. Yani taze organik atık madde girişi azalması sonucu C alınabilirliğindeki ve mikrobiyal biyokütle içerisinde N tutulmasındaki gerileme, alınabilir N 'un bu ekosistemde tıraşlama sonrası artmasını daha iyi açıklayabileceğini belirtmektedir.

Avrupa ladin türünde yapılan bir çalışmada tıraşlama kesimin topraktaki mikrobiyal karbon miktarını % 21-27 oranlarında azalttığı ortaya konmuştur (Pietikäinen ve Fritze, 1994).

Morris ve Boerner (1997) ormanda bozulmanın akut ve kronik modlarının, önemli ve ekolojik olarak anlamlı bir biçimde etkileşim potansiyeli olduğunu ve orman sağlığı tayininde, mesela mineralizasyon ve nitrifikasyon gibi anahtar ekosistem süreçlerine odaklanmanın gerekli olduğunu önermiştir.

Çeşitlilik arz etmeyen bir toprak canlı sistemi besin döngüsünü, ağaç gelişimini ve orman sağlığını olumsuz etkilemektedir. Mikroorganizmalar ile etkileşimi olan bir fauna çeşitliliğinin ayrışma olaylarında önemli rolü vardır. Hatta kozalaklı türlerin fidanlarının tutmasında etkili olan mikorizanın yok olması ormanlaştırmada ciddi sorunlara yol açabilir (Marshall, 2000).

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

Son 10 yıllık süre zarfında toprak sağlığının birkaç farklı tanımı yapılmıştır. Başlangıçta toprak sağlığı terimi yerine toprak kalitesi kullanılmıştır. Toprak kalitesi terimi tarımsal üretkenlik ya da verimlilik ile alakalı olarak toprağın durumu olarak tarif edilmiştir (Singer ve Ewing, 2000). 1990'larda toprak kalitesinin toprak üretkenliği ya da verimliliği ile sınırlı olmadığı ortaya atılmıştır. Toprak kalitesi teriminin insan ve hayvan sağlığını da dolaylı yoldan içerisine alan, çevre ile karşılıklı etki ve ilişkilerde dâhil edilerek kapsamı büyütülmüştür (Doran ve Parkin, 1994). 1990'ların ortalarında toprak sağlığı terimi ortaya atılmıştır. Örneğin, Kanada da toprak sağlığını izleyen ve değerlendiren bir program toprağın kabiliyetini yani yeteneğini tanımlamak için nitelik ve sağlık terimlerini eş anlamlı olarak kullanmıştır. Bu programa göre yapılan faaliyetler, toprakta bozulma olmaksızın ürün gelişimine fırsat veriyorsa sağlıklı, aksi durumda ise toprağın sağlıksız ve çevre için zararlı olduğu ifade edilmektedir (Acton ve Gregorich, 1995; Nielsen ve Winding, 2002). Çok sayıda bilim adamı toprağın ekolojik niteliğini de ifade edebilmek için toprak kalitesinin tanımını genişletmişlerdir (Pankhurst vd., 1997).

Toprak kalitesinin belirlenmesinde, fiziksel ve kimyasal toprak analizleri ve yüksek yapılı organizmalara (canlılara) ait biyoçeşitlilik analizleri yeterli olmamaktadır. Buna karşılık, mikroorganizmalar toprak kalitesinin rakamsal olarak ifade edilmesinde duyarlı bir gösterge olarak kullanılabilir. Mikroorganizmalar, değişikliklere çok çabuk bir şekilde tepki gösterirler ve çevre koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlarlar. Bu canlıların uyum yetenekleri toprak kalitesinin değerlendirilmesinde çeşitli mikrobiyal analizlerin kullanılmasına

imkân vermektedir. O nedenle mikrobiyal popülasyon ve mikrobiyal faaliyetlerdeki değişiklikler toprak kalitesindeki değişikliklerin önemli bir göstergesi olarak görev yapmaktadırlar (Kennedy ve Papendick, 1995; Pankhurst vd., 1995).

Mikroorganizmalar toprak organik maddesinin yaşayan canlı kısmıdır ve topraktaki karbon ve diğer elementlerin dinamiklerinin düzenlenmesinde anahtar rolü görürler (Doran, 1987). Mikroorganizmalar, yüksek yapılı organizmalara göre çevre streslerine karşı çok daha hızlı bir şekilde tepki gösterirler. Çünkü mikroorganizmalar, hacim oranına göre yüksek temas yüzeylerinden dolayı çevreleriyle çok yakın bir ilişkiye sahiptirler. Bu durumun bir sonucu olarak da, mikrobiyal popülasyondaki ya da mikrobiyal faaliyetteki değişiklikler toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişikliklerden daha önce meydana gelebilir. Bu yüzden mikroorganizmalar, toprağın düzeldiğine ya da toprağın kötüleşmeye yani bozulmaya doğru gittiğine dair erken bir uyarıcı olarak kullanılmaktadırlar (Pankhurst vd., 1995).

Toprak kalitesini izlemek için mikrobiyal göstergelerin kullanımıyla ilgili çalışmalar çeşitli Avrupa ülkelerinde yapılmaktadır. Bu ülkelerde kullanılan mikrobiyal göstergeler büyük bir çoğunlukla mikrobiyal biyokütle ve toprak solunumudur (Nielsen ve Winding, 2002). Toprağın işlevselliği çoğunlukla; hem mikrobiyolojik parametrelerle hem de biyokimyasal aktivitelerden ölçülebilen mikrobiyal aktiviteye bağlıdır (Bonmati vd., 1991). Toprakta mikrobiyal aktivite için en güvenilir indeks ise; enzim aktivasyonu ile birlikte toprak solunumu ve mikro flora kompozisyonunun belirlenmesi ile sağlanabilir (Casida, 1977). Bunlardan biojeokimyasal modellerin bir anahtar bileşeni olan toprak solunumu (toprak yüzeyinden CO₂ çıkışı), karasal ekosistemlerde en büyük ikinci karbon ceryanıdır ve küresel karbon döngüsünde kritik bir rol oynamaktadır (Zhu vd., 2009). Toprak solunumu ise ototrofik solunum (canlı kökler, rizosferik mikroorganizmalar ve mikorizal mantarlar tarafından yapılan) ve toprak organik maddesinin mikrobiyal ayrışmasından kaynaklanan heterotrofik solunumdan ibarettir (Du vd., 2014). Bu açıdan toprak solunumu biyolojik aktivitenin göstergesi olması ile toprak kalitesinin göstergesi olabilir (Parkin vd. 1996).

Heterotrofik solunumun dolayısıyla mikrobiyal aktivitenin değişkenliği ayrıştırıcıların C kullanım etkinliğine bağlıdır (Manzoni vd., 2012). Bu yüzden değerlendirme için solunum ile beraber mikrobiyal biyokütlenin bilinmesi önem arz ettiğinden, bazı çalışmalarda toprak solunumu ile toprak altı biyotik faktörler birlikte değerlendirilmiştir (Lee vd., 2003; Fisk vd., 2004; Xu vd., 2006; Zhu vd., 2009).

Toprak mikrobiyal biyokütlesi toprak ekolojisi çalışmalarında (Smith ve Paul, 1990; Yadav, 2012) ve sürdürülebilir çevre yönetiminde, toprak verimliliğinin önemli bir göstergesidir (Insam, 2001). 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, toprak yönetiminden kaynaklanan değişikliklerin yol açtığı mikrobiyal biyokütlerdeki ölçülebilir değişiklikler toprak verimliliğinde meydana gelen değişiklikleri yansıtabilir (Brookes, 2001). Diğer bir ifade ile mikrobiyal biyokütlerdeki değişiklikler, ekosistem içerisinde meydana gelen bozulmaların sonuçlarını önceden tahmin etmek için kullanılabilir (Arunachalam vd., 1999). Mikrobiyal biyokütlenin bu faydalarından dolayı mikrobiyal biyokütle ölçümü arazi kullanım biçimlerinde ileride meydana gelebilecek değişiklikleri tahmin etmek ve anlayabilmek için çok değerli bir araçtır (Sharma vd., 2004). Dolayısıyla mikrobiyal biyokütle farklı vejetasyon tiplerinin toprak kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılabilir (Groffman vd., 2001, Zeng vd., 2009).

25 yıldan daha fazla bir süredir topraktaki mikrobiyal biyokütlenin C ve N içeriğini tahmin etmek için çok sayıda çalışmada, kloroforma ($CHCl_3$) dayanan metotları kullanılmıştır. Bu metotlar, mikrobiyal biyokütle içerisinde tutulan elementlerin miktarını tahmin etmedeki kabiliyetlerinden ve kullanım kolaylıklarından dolayı çoğu araştırıcı tarafından tercih edilmiştir. Kloroforma dayanan metotlar iki eşitir: kloroform fumigasyon inkübasyon (CFI) metodu ve kloroform fumigasyon ekstraksiyon (CFE) metodudur (Horwath ve Paul, 1994).

Kloroforma ($CHCl_3$) maruz kalmadan dolayı serbest hale geçen total N ve net organik karbon (C), sırasıyla mikrobiyal biyokütle N ve C'un büyüklüğünü tahmin etmek için kullanılır. Bu metotlardan kloroform fumigasyon ekstraksiyon

(CFE) metodu, ön bir inkübasyon işlemi olmaksızın kuru topraklarda uygulanabilirliği, analiz için gereken zamanın çok kısa olması ve yeni gübrelenmiş topraklarda da çalışma olanağı sunması gibi özelliklere sahip olmasından dolayı iki kloroform yaklaşım tekniğinden en fazla tercih edilen metot olmuştur (Haubensak vd., 2002).

Mikrobiyal biyokütle normalde mikrobiyal karbon olarak hesaplanmakta ve toprak içerisindeki toplam organik karbonun yaklaşık % 1-4'ünü oluşturmaktadır (Sparling, 1992). Anderson ve Domsch (1986)'a göre toprakların mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}) miktarı organik karbon (C_{org}) içeriği ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle C_{mic} / C_{org} oranı kullanılarak net C birikimi veya kaybı belirlenebilir. Ayrıca C_{mic} / C_{org} toprak karbon dinamiğinin nicel bir göstergesi olabilir (Insam vd., 1989; Broeckling vd., 2008).

Ilıman ve tropik, her iki iklim tipinde orman ve çayır ekosistemlerinin besin maddelerinin dönüşümünde ve tutulmasında toprak mikrobiyal biyokütlesi önemli rol oynar (Sun vd., 2010; Kujur ve Patel, 2012). Büyüme döneminde mikrobiyal biyokütlerdeki iniş-çıkışlar, toprakta karbon ve azotun döngüsünde önemli bir kontrol faktörü olarak dikkate alınmaktadır. Mikrobiyal aktivite organik maddenin stabilitesini ve dinamiğini büyük ölçüde etkiler. Dolayısı ile C tutulumunu da etkiler (Wang vd., 2011). Mikrobiyal biyokütlerdeki herhangi bir değişiklik toprak organik maddesi döngüsünü etkileyebilir. Bu yüzden mikrobiyal aktivitenin ekosistem dengesi ve verimliliğine doğrudan etkisi vardır (Ross vd., 1982; Smith ve Paul, 1990).

Orman vejetasyonu; toprak özellikleri, kök salgıları ve ölü örtü kalitesi ve miktarındaki farklılıklardan dolayı, karbon ve azot döngüleri gibi mikrobiyal süreçleri etkilemektedir (Nicolardot vd., 1994; Priha ve Smolander, 1997; Rowe vd., 2006). Yani orman tipi, organik maddenin kalite ve miktarını değiştirdiğinden dolayı, mikrobiyal biyokütleyi etkiler (Hackl vd., 2004; Xu vd., 2008). Ağaç türlerinin, toprak verimliliği ve mikrobiyal komünite kompozisyonu üzerinde tesiri olduğu gibi, bir de karbon tüketiminde mikrobiyal etkinliği ve toprak mikrobiyal biyokütlesini etkiler (Swift vd., 1979; Bauhus vd., 1998). Bununla beraber yaprak ve köklerin kimyasal bileşimi, mikrobiyal topluluğun terkiibini ve fonksiyonunu etkiler (Ravindran ve Yang 2014).

Mikrobiyal biyokütle, toprağın organik madde içeriğinden (Bauhus vd., 1998; Liu vd., 2008), sıcaklığından (Wardle, 1992; Nicolardot vd., 1994), nem içeriğinden (Gestel vd., 1993) ve pH'sından (Carter, 1986) etkilenir. Bunlardan etkilenmesi; nem, sıcaklık ve bir de substrat alınabilirliğinin zamana bağlı değişiminden kaynaklanabildiği gibi bir de mevsim ve derinliğin değişiminden kaynaklanabilir (Ravindran ve Yang, 2014). Ancak çeşitli araştırmalar mikrobiyal biyokütlerdeki mevsimsel değişimin hususi orman ekosistemlerine ve iklim koşullarına bağlı olduğunu göstermektedir (Yang vd., 2010).

Mikrobiyal biyokütle ile ilgili dünyada ormancılık, ziraat ve çevre yönetimi konularında kapsamlı çalışmalar yukarıda da anlaşıldığı gibi uzun yıllardır yapılmaktadır. Ülkemizde ise sınırlı sayıda bulunan çalışmalara özellikle ormancılık alanında son 10 yıldır genişlik kazandırılmıştır.

Bolat (2007), orman, tarım ve mera toprakları üzerinde yaptığı çalışmada, aynı yetiştirme ortamı şartları altında, arazi kullanım biçiminin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirdiğini ve böylece toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N içeriklerini etkilediğini göstermiştir. Aynı zamanda incelenen topraklarda mikrobiyal biyokütle konsantrasyonlarında gelecekte ortaya çıkabilecek değişiklikleri izlemede karşılaştırmalı bir belge olarak da hizmet edeceğini belirtmiştir.

Bu çalışmaya benzer olarak Kara ve Bolat (2008b), yine orman ve tarım toprakları arasında aynı ilişkiyi bulmuşlardır.

Baykara (2013), farklı arazi kullanımının agregat stabilitesine etkisini incelediği çalışmada, mikrobiyal biyokütle karbon içeriğini tarım topraklarında, orman ve mera topraklarından daha düşük bulmuştur.

Demirci (2008), yaptığı çalışmada mikrobiyal biyokütle C ve N içeriğinin toprak işleme ile önemli derecede düştüğünü ve merada daha fazla ve en fazla orman toprağında olduğunu bulmuştur.

Kara ve Bolat (2008a), orman tipinin dönüşümü hakkında yaptıkları çalışmada, kayın meşceresinde organik karbon, toplam azot, mikrobiyal karbon ve azot miktarını, çam ağaçlandırmalarından daha yüksek bulmuşlardır. Bu farklılığın nedeni olarak, çam plantasyonundaki yüksek kireç miktarının organik karbon stokunu engellediğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırma sonuçlarının, ağaç

türü ile ilgili mikrobiyal komünite yapısı farklılığından ve mikrobiyal biyokütlenin toprak özellikleri, ölü örtü miktar ve kalitesi ile etkileşimlerinden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır.

Bolat (2011), Doğu Kayını, Uludağ Göknarı ve bu ikisinin karışımı olan alanlarda yaptığı çalışmada, 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 gösterdiğini ortaya koymuştur. Farklı meşcerelere ait ölü örtü ve üst toprakların mikrobiyal biyokütle ve solunumlarının; organik C, toplam N ve bitkiye yarayışlı 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 kullanılabileceğini belirtmiştir.

Kara vd. (2008), meşcere kapalılığının etkisini araştırdıkları bir çalışmada kapalılığı, ölü örtü birikimi ve organik C miktarı daha fazla olan kayın-göknar karışık meşceresinde, toprak mikrobiyal biyokütle C ve N içeriğinin de meşe meşceresinden daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Ancak mikrobiyal biyokütlenin ülkemizdeki ladin ekosistemlerinde durumunu ortaya koyan bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bununla beraber araştırma alanında toprak solunumu (Tüfekçioğlu ve Küçük 2004; Akbaş vd. 2013) ve mineralizasyon potansiyeli (Unver vd. 2012) gibi toprakta mikrobiyal etkinliği ortaya koyan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda toprak solunumun sıcaklık ve nem ile anlamlı ilişkisi ve çayırılık alanda daha yüksek olduğu; mineralleşme potansiyelinin yine çayırılık alanda daha fazla olduğu ortaya konulmuştur.

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

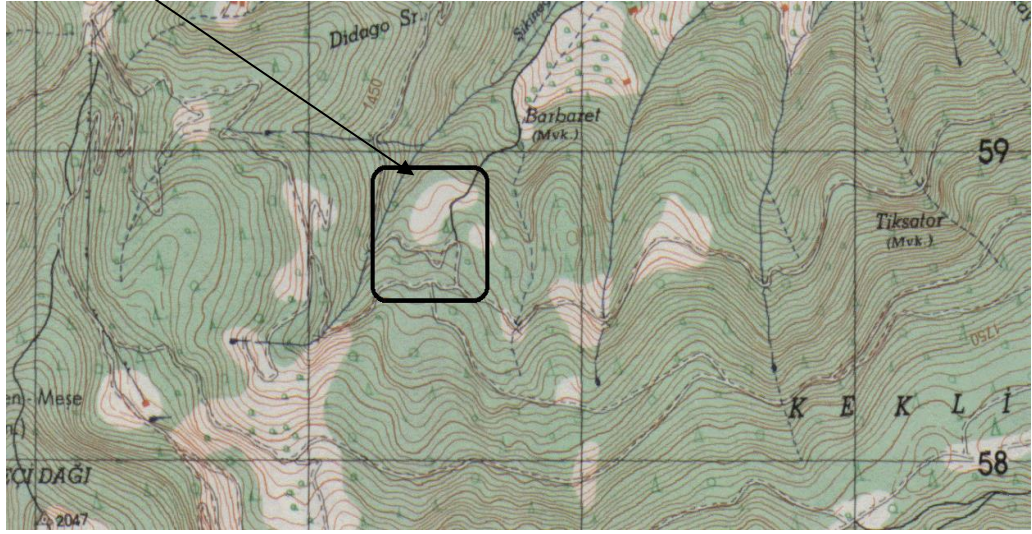
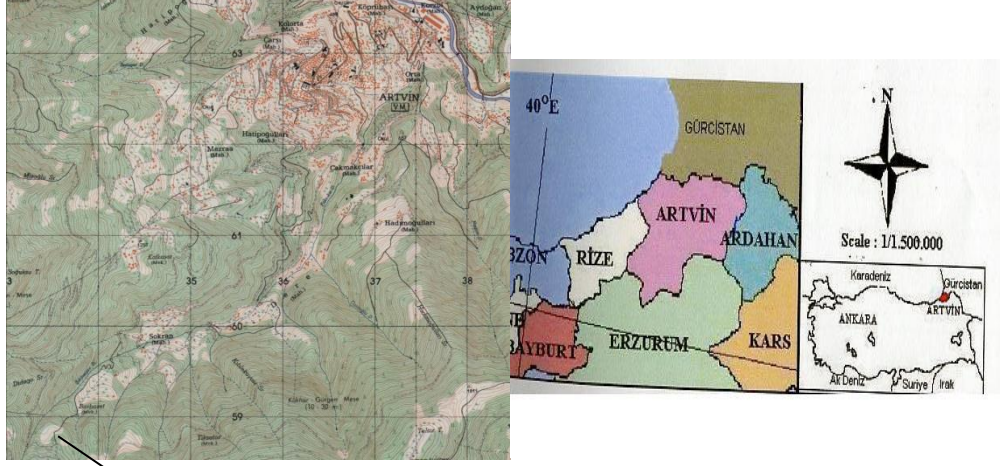
Araştırma alanı Doğu Karadeniz Bölgesi, Artvin İli sınırları içerisinde kalan Kafkasör mevkiindedir. İdari yönden ise Artvin Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü'nün Merkez Orman İşletme Şefliğindedir. Araştırma alanı, Artvin şehir merkezinin 15 km Güneydoğusundadır.

Araştırma alanında; Büyük Alan Siper İşletmesi (BASİ) uygulaması ile doğal gençleştirme ve Büyük Alan Tıraşlama İşletmesi (BATİ) ile dikim yapılan, 1993 yılında boşaltma kesimi yapılmış gençliklerin de bulunduğu genç ve yaşlı Ladin meşcereleri ve bunların bitişiğinde çeşitli otsu türlerin bulunduğu çayırılık bulunmaktadır. Gençleştirme alanında yapılan gözlemlere göre yapay yolla yapılmış olan gençleştirme çalışmalarında alana kültürlerle beraber çok sayıda diri örtü ve öncü ağaç olarak bilinen türlerin geldiği görülmüştür. Kontrollü kesimlerin yapıldığı doğal gençleştirme alanında ise ladin gençlikleri ile birlikte sadece otsu türlerin geldiği gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırma alanına ait genel görüntüler Şekil.2 ve Şekil.3 de verilmiştir

3.1.2 Coğrafi Konum

Araştırma alanı, Doğu Karadeniz bölgesinde Artvin ili sınırları içerisinde $41^{\circ} 09' 11''$ kuzey enlemleri ile $41^{\circ} 51' 30''$ doğu boylamı üzerindedir. Ortalama yükseltisi 1505 m kuzey bakılı, ortalama eğimi %10-20 arasında bir alandır.

Araştırma alanının tamamı TUHUM tarafından 1971 basımlı, 1/25000 ölçekli F47- c1 paftası içerisinde kalmaktadır (Anonim, 1971). Araştırma alanının coğrafi konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu



Şekil 2. Çayırılık Alandan Ve Gençlik Alanından Bir Görünüm



Şekil 3. Yaşlı Ladin Alanlarından Bir Görünüm

3.1.3 Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Araştırma alanında iklim özelliklerinin yükselti ve bakı farklarına göre incelenmesini sağlayacak uygun meteoroloji ağı bulunmamaktadır. Alana en yakın olarak uzun süreli gözlem ve ölçümlerinin yapıldığı Artvin Meteoroloji İstasyonu (597 m) bulunmaktadır (Anonim,1998).

Çepel'in (1988) bildirdiğine göre yıllık yağışın her 100 m yükseltide 50-55 mm arttığı ortalama sıcaklık miktarının ise her 100 m yükseltide 0,5 °C azaldığı kabul edilmektedir. Buna göre araştırma alanının ortalama toplam yağış miktarı ve ortalama sıcaklık değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$Y_h = Y_o \pm 54 h$$

Yh : Araştırma alanının yağış miktarı (mm)

Yo: Meteoroloji istasyonunda ölçülen yağış miktarı (mm)

h: Araştırma alanı rakımı ile meteoroloji istasyonu rakımı farkı (hm)

$$S = S_o \pm 0,5 h$$

S: Araştırma alanının sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

S_o= Meteoroloji İstasyonunda ölçülen sıcaklık miktarı ($^{\circ}\text{C}$)

h: Araştırma alanı rakımı ile meteoroloji istasyonu rakımı farkı (hm)

Artvin Meteoroloji İstasyonu'nun 1954-2013 yıllarına ait meteorolojik ölçüm değerlerine bakıldığında ortalama sıcaklık en yüksek $20,7^{\circ}\text{C}$ ile Ağustos ayında, en düşük $2,6^{\circ}\text{C}$ ile Ocak ayında görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca en yüksek ortalama yağışın $91,2$ mm ile Aralık ayında, en düşük ortalama yağışın $29,4$ mm ile Ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Ortalama veriler kullanılarak iklim özelliklerinin yükselti ile değişimi hesap yolu ile belirlenmiştir. Araştırma alanına ait iklim analizleri Artvin meteoroloji istasyonundaki veriler kullanılarak ortalama sıcaklık ve yağışlar 100 m'lik yükselti basamağına göre hesaplanmış araştırma alanının yükseltisine (1500 m) enterpole edilmiştir. Entorpole edilerek bulunan değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Enterpole edilmiş yağış ve ortalama sıcaklık verileri kullanılarak Walter (Çepel, 1988) yöntemine göre su bilançosu grafiğinde yağış eğrisi, sıcaklık eğrisi ile kesişmediğinden dolayı , bu grafikten çalışma alanında bir kurak devre ve su noksanı bulunmadığı yorumu çıkarılabilir (Şekil 4).

Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1954–2013 Yıllarına Ait Meteorolojik Ölçüm Değerleri

	AYLAR												Yıllık Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık (°C)	2.6	3.8	6.9	11.8	15.7	18.6	20.6	20.7	17.9	14.0	8.9	4.3	12,2
Ortalama En yüksek sıcaklık (°C)	6.2	8.1	12.2	17.7	21.7	24.0	25.6	26.0	23.6	19.6	13.3	7.8	17,2
Ortalama En düşük sıcaklık (°C)	-0.3	0.3	2.7	7.1	11.1	14.1	16.7	16.9	13.9	10.1	5.6	1.6	8,3
Ortalama yağış(mm)	83.3	73.3	62.3	55.8	51.7	48.2	31.8	29.4	35.2	59.9	76.6	91.2	698,7
Ortalama bağıl nem*	64	63	60	59	64	67	70	71	67	65	63	64	64
En düşük bağıl nem*	13	10	5	8	5	7	7	8	8	4	12	18	4

*Bağıl nem değerleri 1975–2010 yıllarına aittir

Ayrıca araştırma alanına ait ortalama enterpole yağış ve sıcaklık değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1500 m Yükseltideki Çalışma Alanına Enterpole Edilerek Bulunan Değerleri

	A Y L A R												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	-2	-0,8	2,5	7,4	11,1	14,1	16,3	16,3	13,5	9,6	4,2	-0,3	7,7
Yağış (mm)	129,9	111,9	99	95,6	92,6	88,9	70	69,4	73	101,2	117,6	135,2	1184,8

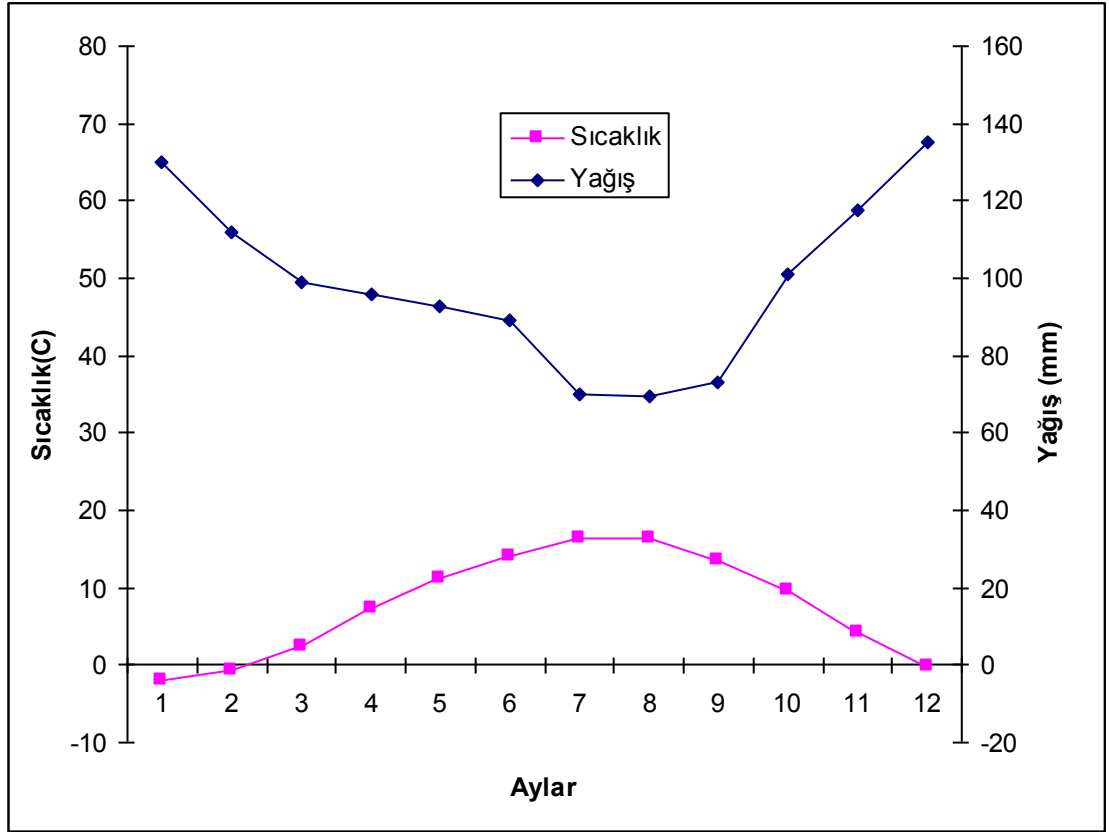
3.1.3.1 Sıcaklık

Araştırma alanında 1500 m yükseltideki sıcaklık, sıcaklığın her 100 m de 0,5 °C azaldığı dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre araştırma alanında yıllık

ortalama sıcaklık 7,8 °C dir. En düşük ortalama sıcaklık Ocak ayında -2,0 °C, en yüksek ortalama sıcaklık ise Temmuz ve Ağustos ayında 16,3 °C dir.

3.1.3.2 Yağış

Yağış formülüne göre alanın 1500 m yükseltideki ortalama yağış değerleri bulunmuştur. Yıllık toplam yağış 1184,8 mm'dir. En yüksek yağış Ocak ayında 129,9 mm, en düşük yağış ise Ağustos ayında 69,4 mm olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Araştırma Alanına Ait Walter İklim Grafiği

3.1.4 Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Özellikleri

Doğu Karadeniz bölgesi ormanlık alan bakımından oldukça zengindir. Elverişli sıcaklık, yağışlar, havzalar ve yükseltiler gür bir orman formasyonu oluşturmuştur. Trabzon, Giresun ve Artvin Orman Bölge Müdürlüklerinin 1995 yılı çalışma planlarına göre tüm alanının %34,45 kadarı ormanlarla kaplıdır. Bu

bölgede genel olarak soğuğa dayanıklı, rutubeti seven vejetasyon tipleri hâkimdir (Yüksel, 1996).

Bölgenin karakter ana ağaç türü *Picea orientalis* (Doğu Ladini) bazen saf, bazen de *Fagus orientalis* Lipsky., *Abies nordmanniana* (Stev)Spach, *Pinus silvestris* L., *Alnus barbata* C.A.Mey. ve benzeri türlerle karışık ormanlar meydana getirir. Amenajman planlarına göre 444.933 ha alanda yayılış gösteren Doğu Ladini % 31,6 sınıfta saf olarak bulunur. Bölgede % 32,7 ile ladin+kayın en çok rastlanan bir karışım şeklidir. Geriye %10,5 göknarla, %6,4 sarıçamla genelde kurak yamaçlarda ve %1,8' i kızılalağaçla ikili karışık meşcereler kurar. Diğer ağaç türleri de dâhil %17,0 oranında üçlü, dörtlü ve beşli karışımlar oluşturur (Kayacık, 1960; Akalp, 1978).

Doğu Ladininin yayılışı 1100-2000 m'ler arasında yoğunluk kazanmaktadır (Saatçioğlu, 1976). Çok iyi gelişme gösterdiği sahaların çoğunda arazi meyilli %50-60-70 civarında tespit edilmiştir (Akgül, 1975). Doğu Ladinin karasal iklimlerin hava rutubeti yüksek ve yazları bol yağışlı rejyonlarını tercih ettiği söylenebilir. Dona karşı dayanıklıdır. Yayılış mntıklarında dondan zarar gördüğü tespit edilmemiştir (Saatçioğlu 1976). Ayrıca karışık ve saf halde yayılış gösterdiği mntıklarda yıllık ortalama sıcaklık 5-10 °C arasında değişmektedir (Atalay, 1984).

Doğu Ladinin esas yayılış ve optimum mntıkları, Doğu Karadeniz'in yağışça zengin, rutubet ormanlarının yoğun olduğu alanlardır. Yıllık ortalama yağış 700-2000 mm arasında değişmektedir. Ladin; yağışlı, nispi nemi yüksek, sisli ve su açığı olmayan nemli bölgeleri sevmektedir (Atalay, 1983). İyi yetişme muhitlerinde Ladin gençlikte gölgeye oldukça fazla dayandığı halde yaş ilerledikçe serbest büyümeyi tercih etmesiyle ışık ihtiyacı artmaktadır (Saatçioğlu, 1976). Sığ köklü olduğu için rüzgârdan en fazla etkilenen türler arasındadır (Akgül, 1975).

Doğu Karadeniz mntikasında ladinin yayılış gösterdiği kısımlarda genellikle magmatik ve metamorfik kayaçlar yaygındır. Bunlardan başka kalkerler, konglomeralar, kum taşlarına da rastlanmaktadır. Ladinler özellikle granit üzerinde geniş yayılış sahasına sahip, derin ve süzek topraklar oluşturmaktadır. Doğu Ladini havalanması iyi olan hafif toprakları (kumlu ve

balçık) daha fazla tercih etmektedir (Akgül, 1975). Yayılış sahasındaki toprakların pH'sı çoğunlukla 5,5-6,5 (orta derecede asit) arasında değişmektedir.

Ayrıca alanda orman gülü (*Rhododendron ponticum L.*) ve böğürtlen (*Rubus caesius*) başta olmak üzere birçok çalı türleri görülmektedir. Sarmaşık (*Hedera sp.*) ve eğrelti otu (*Pteridium aquilinum*) başta olmak üzere otsu türlerin yayılışı da görülmektedir.

3.1.5 Alanın Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

Araştırma alanının bulunduğu yerde granit ana kayası bulunmaktadır. Granitler araştırma alanının ortalarında kuzey doğu ve kuzey batı yönünde uzanmaktadır. Yer yer iri ortozlu bir görünüm arz etmesine rağmen genelde gri yeşil renktedirler. Çok çatlaklı bir yapı gösterirler. Çatlaklar boyunca bazalt, andezit, diabayt dayklar tarafından kesilmişlerdir (Anonim, 1990).

Araştırma alanındaki toprak yapısı kireçsiz Gri-Kahverengi orman topraklarının özelliğini taşımaktadırlar. A(B)C profili olan bu topraklarda A horizonu iyi gelişmiş olup B horizonu ise zayıf gelişme göstermişlerdir. Kahverengi ve sarımsı-boz renkte, topaklı ve yuvarlak köşeli blok yapıdadır. Bu horizontta yer yer kil birikimi mevcut olup eğimin yüksek olduğu alanlarda ise kil birikimi yok ya da çok azdır. Horizon sınırları geçişli ve ya tedricidir (Doğan 2012).

3.2 Yöntem

3.2.1 Arazi Yöntemleri

3.2.1.1 Örneklik Alanların Belirlenmesi

Araştırma materyali olarak kullanılacak toprak ve kök örnekleri için Artvin Yöresi Kafkasör Mevkii'ndeki genç ladin meşçeresi, yaşlı ladin meşçeresi, orman gülü diri örtüsü ile kaplı yaşlı ladin meşçeresi ve bitişiğindeki çayırılık alanlar seçilmiştir. Bu 4 alanda, 0-15 cm ve 15-30 cm derinlik kademesinden toprak

örnekleri ve 0-30 cm derinlikten kök örnekleri alınmıştır. Her bir bitki örtüsünden üç adet örnekleme alanı seçilmiştir. Seçilen örnekleme alanlarından 3 adet toprak örnekleme alanı ve 6 adet kök örnekleme alanı yapılmıştır. Toprak örnekleme alanları 15x15x15 cm çelik küp silindir ile yapılmıştır. Toprak numuneleri Temmuz ve Ekim aylarında kök örnekleri ise Kasım ayında alınmıştır.

3.2.1.2 Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri çelik kalıplar yardımıyla rastlantısal olarak seçilen 12 adet deneme alanından alınmıştır. Bu deneme alanları 3 adet genç ladin meşçeresinden ve 3 adet orman gülü kaplı yaşlı ladin meşçeresinden 3 adet orman gülü örtüsü ile kaplı olmayan yaşlı ladin meşçeresinden ve 3 adet çayırılık alanlarından 2013 yılı Temmuz ve Ekim aylarında 12 deneme alanında iki derinlik kademesinden 3'er örnekleme yapılarak toplam 144 tane alınmıştır. 225 cm² alana ve 15 cm derinliğine sahip (15x15x15 cm) kalıplar kullanılarak her bir deneme alanında 0-15cm, 15-30 cm toprak derinlik kademelerinden alınan toprak örnekleri çift naylon torbaya geçirilerek ve etiketlenerek laboratuvar ortamına getirilmiştir. Araştırma alanlarındaki örnek alanlardan alınan toprak örnekleri biyolojik toprak analizleri için 2mm'lik elekten taze olarak elenip gerekli miktar tüm örnekten homojen olarak alındıktan sonra laboratuvarda kâğıt üzerine serilerek hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen toprak örnekleri, porselen havanda öğütülerek ve 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra naylon torbalara doldurularak analize hazır hale getirilmiştir. Taze toprak örnekleri ise poşetlenip etiketlenerek fumigasyon işlemleri için buzdolabına koyulmuştur.

3.2.1.3 Kök Örneklerinin Alınması

Kök biyokütlesinin belirlenmesi amacıyla 2013 yılı Kasım ayında 4 bitki örtüsünden, alanları temsil eden ve rastgele seçilen 3 adet deneme alanında rastgele olarak 6 adet kök örneği, 6,4 cm çapında ve 30 cm boyunda çelik boru kullanılarak alınmıştır (Toplam: 3x6x4=72 adet). Araştırmalara göre 0-30 cm derinlik kademesi mevcut kök kütlesinin % 70-85'lik bir kısmını temsil edebilmektedir (Eissenstat ve Yanai, 1997; Tüfekçioğlu ve Ark., 2002).

3.2.1.4 Toprak Solunumu Arazi Çalışması

Toprak solunumu için 2013 yılı haziran ayından itibaren Ekim ayına kadar ayda 1 defa örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme için her bitki örtüsündeki 3 deneme alanının her birisine üçer adet ağırlıkları belli olan soda kireci konularak üzerleri yüzey alanı belli olan plastik kovalarla kapatılmıştır. Kavanozların konulma saatleri not edilmiştir.

Bu kavanozlar kovaların altında bir gün bekletilmek sureti ile alınıp ağızları kapatılarak laboratuvara getirilmiştir. Kavanozların alım zamanı da not edilmiştir. Kavanoz alımı sırasında toprakların sıcaklıkları ölçülmüştür. Ayrıca nem için 0-5 cm derinlikte toprak örnekleri alınıp etiketlenip polietilen torbalara konularak laboratuvara götürülmüştür.

3.2.2 Laboratuvar Yöntemleri

3.2.2.1 Toprak Tekstürünün Belirlenmesi

Tekstür tayini, 50 gr toprak örneğinde Bouyoucos Hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Gülçur, 1974).

3.2.2.2 Toprak pH'sının Belirlenmesi

Toprak asitliği ise, 1 / 2,5 toprak-su karışımında cam elektrot kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra bu karışımlar İnoLab pH level I pH metresi ile ölçülmüştür (Gülçur, 1974).

3.2.2.3 Toprakta Organik Maddenin ve Organik (C) Belirlenmesi

Organik madde ve organik karbon (C) belirlemesi, Walckley- Black'ın ıslak yakma yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Gülçur, 1974).

3.2.2.4 Toprakta Toplam Azot (%) ve Toplam Karbonun (%) Belirlenmesi

Toprakların toplam azot ve toplam karbon miktarları (%) olarak elementar analiz sistemli variomacrocube cihazı ile Dumas metodu kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2.5 Toprak Altı Biyokütlenin Belirlenmesi

Toprak örnekleri bir gün suda bekletildikten sonra leğenlerde yıkanıp 0,2 mm'lik elek üzerinden süzölmüştür. Böylece topraktan arındırılan kökler 0-2, 2-5 ve 5-10 mm çap sınıflarına göre ayrılarak 70 °C de 24 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 0.001 gr hassasiyetteki terazide tartılarak gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra hektardaki kök biyokütlesi belirlenmiştir.

3.2.2.6 Toprakta Mikrobiyal Biyokütlenin Belirlenmesi

Toprak mikrobiyal C ve N içerikleri kloroform-fumigasyon-ekstraksiyon yöntemine göre belirlenmiştir. 2 mm'lik elekten geçmiş (<2 mm) % 40–50 su tutma kapasitesinde 30 g taze toprak örneği 25 °C sabit sıcaklıkta 24 saat süre ile kloroform (CHCl₃) ile fumigasyona tabi tutulmuştur. Fumigasyon işleminden sonra hem fumigasyonlu hem de fumigasyonsuz toprak örnekleri 1:4 oranında 0,5 M K₂SO₄ (30 g toprak 120 ml K₂SO₄) ile sulandırılarak dairesel çalkalayıcıda 30 dakika çalkalanmış ve ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri bu ekstraktlar kullanılarak bulunmuştur. Fumigasyonlu – Fumigasyonsuz farkından yararlanarak toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri hesap edilmektedir (Brookes vd., 1985; Vance vd., 1987a; Anderson ve Ingram, 1996).

3.2.2.7 Toprak Solunumunun Belirlenmesi

Araziden alınan kavanozlar 105 °C'lik fırında 1 gece bekletilerek daha sonra fırından alınarak tartımları yapılır. Kazanımlar hesaplanır ve gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra yapılan toprak solunumu hesaplanır. Alınan toprak

örnekleri ise laboratuvarında önce hassas terazide nemli ağırlıkları belirlenip daha sonra 105 °C'lik fırında bir gün bekletilerek fırın kurusu ağırlıkları belirlenir. Gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra o anki toprak nemi belirlenir.

3.2.3 İstatiksel Yöntemler

Elde edilen veriler üzerinde SPSS istatistik paket programıyla (ver. 19.0 for Windows) istatistik analiz yapılmıştır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliklerinin; mevsim, derinlik ve bitki örtüsü bakımından farklarının olup olmadığı Varyans analizi yapılarak bulunmuştur. Buna ilave olarak Tukey testi yapılarak farklılıkların nerelerde olduğu ortaya konmuştur. Korelasyon analizi yapılarak bu özelliklere ait parametreler arasında anlamlı ilişkilerin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

4 BULGULAR

4.1 Fiziksel Ve Kimyasal Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular

4.1.1 Toprak Tekstürüne Ait Bulgular

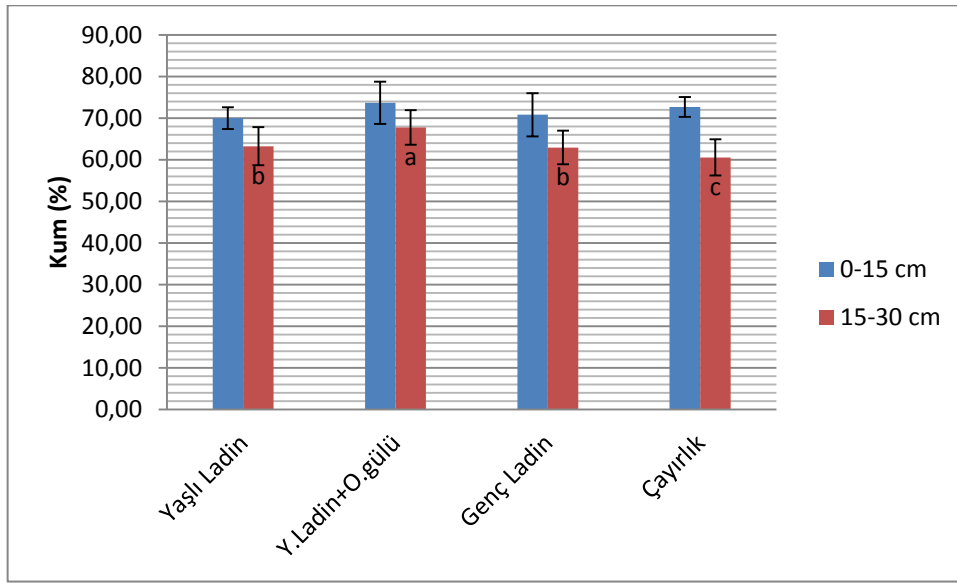
Her iki dönemde tekrarlanıp ortalamaların alındığı tekstür ölçümlerinde, bitki örtülerinin üst topraklarında kum miktarı % 63,07 ile % 80,16, kil miktarı % 7,60 ile % 23,28, toz miktarı % 8,32 ile % 18,91 arasında, alt topraklarında ise kum miktarı % 53,07 ile % 74,16, kil miktarı % 12,56 ile % 30,27, toz miktarı % 11,47 ile % 18,67 arasında değişmektedir. Alanların toprak türü genel olarak kumlu killi balçık tekstüründedir. Bitki örtülerine ait kum, kil ve toz miktarı ortalama değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

Kum, kil ve toz değerleri, bitki örtüsü bakımından değerlendirildiğinde 15-30 cm derinlik kademesinde kum ve kil değerlerinde anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0.05$). Tukey testine göre 2 farklı grup belirlenmiştir. Buna göre kum miktarı için en yüksek grubu orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi, en düşük grubu çayırılık alan; kil miktarı için en yüksek grubu çayırılık alan, yaşlı ladin meşçeresi ve genç ladin meşçeresi, en düşük grubu orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi oluşturmuştur.

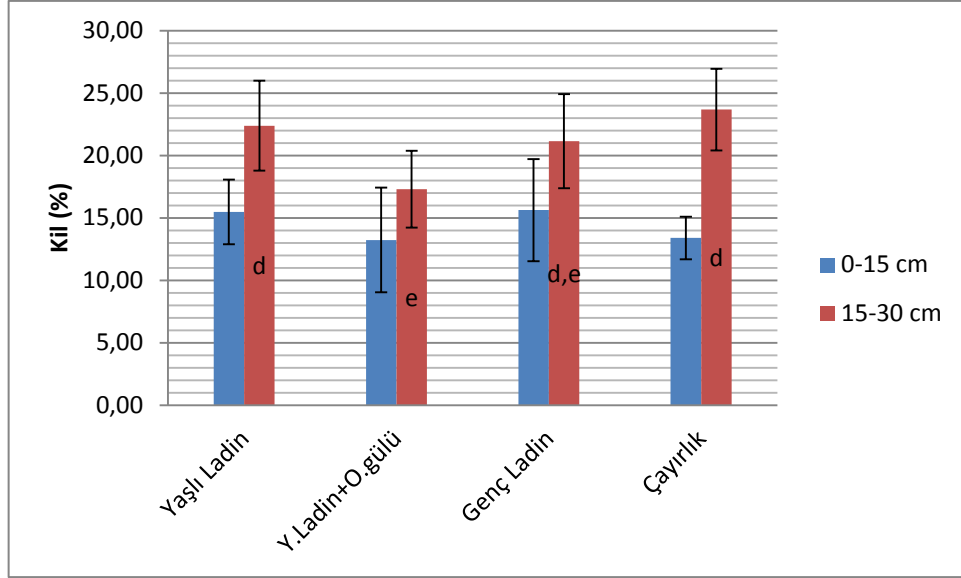
Derinlik bakımından değerlendirildiğinde, yaşlı ladin meşçeresinde kum ve kil değerlerinde ($p<0.05$); orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde ve çayırılık alanda kum, kil ($p<0.05$) ve toz ($p<0,08$) değerlerinde; genç ladin meşçeresinde kum, kil ve toz ($p<0.05$) değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkta üst toprakta kum miktarı daha fazla, alt toprakta ise kil ve toz miktarı daha fazla olarak bulunmuştur.

Tablo 3. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Kum, % Kil ve % Toz Miktarları

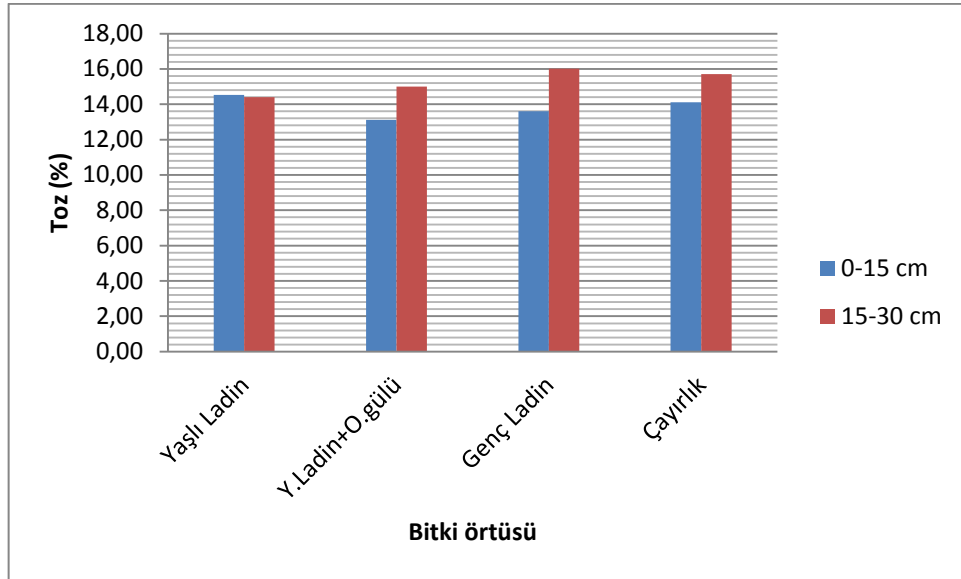
Bitki Örtüsü	Kum(%)		Kil(%)		Toz(%)	
	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm
Yaşlı Ladin	69,96	63,21	15,47	22,38	14,54	14,41
Y.Ladin+O.gülü	73,66	67,71	13,22	17,29	13,12	15,00
Genç Ladin	70,78	62,91	15,62	21,15	13,60	16,01
Çayırılık	72,65	60,54	13,39	23,67	14,11	15,72



Şekil 5. Bitki Örtülerine Göre Fark Grupları ve Ortalama % Kum Miktarları Değişim Grafiği



Şekil 6. Bitki Örtülerine Göre Fark Grupları ve Ortalama % Kil Miktarları Değişim Grafiği



Şekil 7. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Toz Miktarları Değişim Grafiği

4.1.2 Toprak pH' sına Ait Bulgular

Araştırma alanında toprakların pH değerleri en fazla orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde Temmuz döneminde alt toprakta 5,74, en düşük yaşlı ladin meşceresinde üst toprakta Temmuz döneminde 3,38 olarak

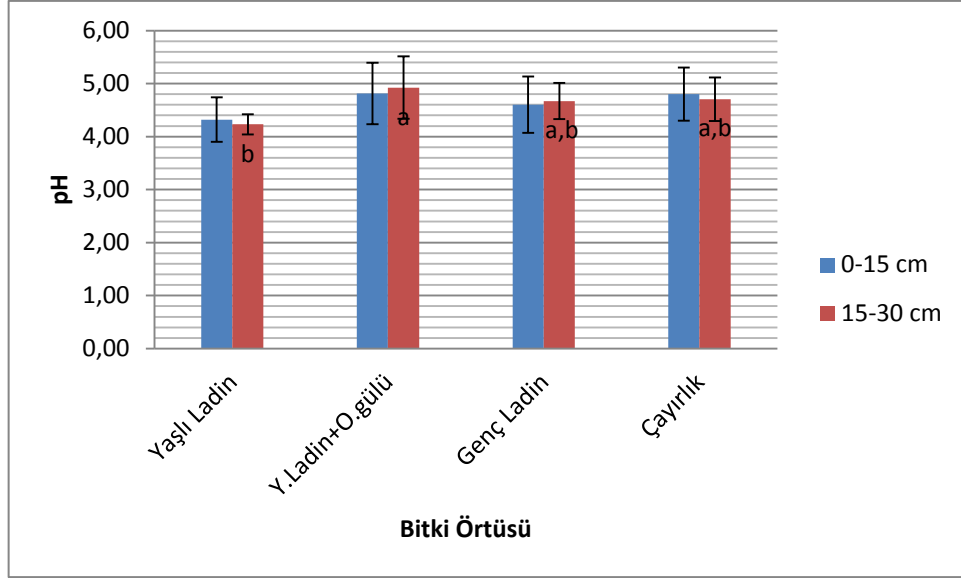
bulunmuştur. Bitki örtülerine göre toprakların pH'sının ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri tablo 4 ve 5'te verilmiştir. Araştırma alanı topraklarının toprak tepkimesinin genelde şiddetli asit karakterde olduğu görülmektedir.

Bitki örtülerini mevsim bakımından istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde, alanlarda her iki derinlik kademesinde, pH değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Sezonlardaki değerleri dört bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde Temmuz ayında 15-30 cm derinlik kademesinde pH değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Tukey testine göre 2 farklı grup belirlenmiştir. Buna göre en yüksek grubu orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi, en düşük grubu yaşlı ladin meşçeresi oluşturmuştur ve çayırılık alan ile genç ladin meşçeresi, her iki grupta bulunmuştur (Şekil 8). Her bir sezondaki değerleri derinlik kademeleri bakımından değerlendirdiğimizde pH değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır (Şekil 8 ve 9).

Tablo 4. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Dönemi Toprak pH'larının Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri

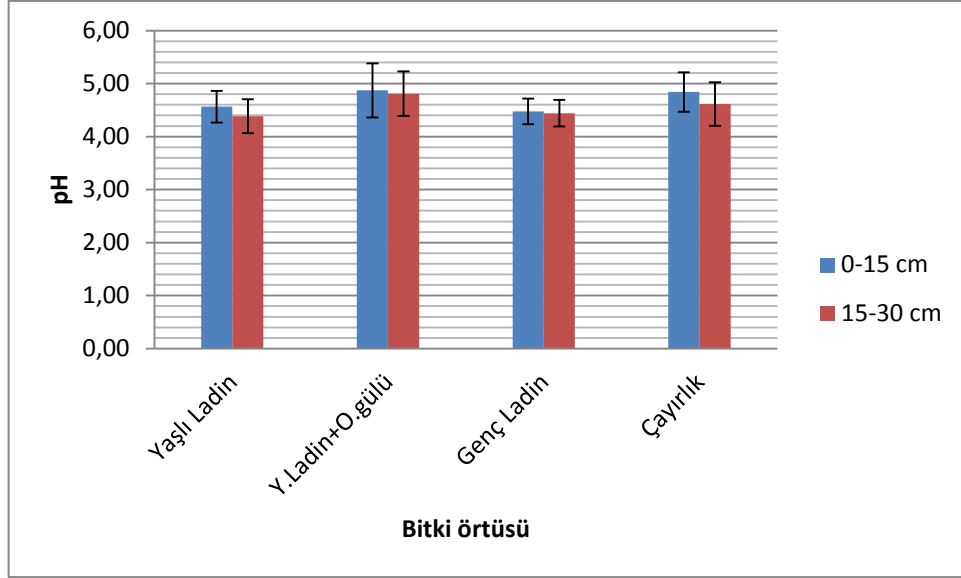
	Temmuz ayı pH değerleri							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	4,82	5,62	5,55	5,48	4,50	5,74	5,07	5,58
Min.	3,38	3,86	3,69	3,90	3,80	3,75	4,16	4,23
Ort.	4,32	4,81	4,60	4,80	4,23	4,92	4,67	4,71
Std. Sp.	0,42	0,58	0,53	0,50	0,19	0,59	0,34	0,41



Şekil 8. Temmuz Ayında Bitki Örtülerine Göre Fark Grupları Ve Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği

Tablo 5. Bitki Örtülerine Göre Ekim Dönemi Toprak pH'larının Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri

	Ekim ayı pH değerleri							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	5,03	5,72	4,9	5,55	5,13	5,5	4,96	5,52
Min.	4,06	4,12	4	4,28	4	4,19	4,05	4,05
Ort.	4,56	4,87	4,45	4,84	4,38	4,81	4,44	4,61
Std. Sp.	0,30	0,51	0,24	0,37	0,32	0,42	0,25	0,41



Şekil 9. Ekim Ayında Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği

4.1.3 Toprak Organik Maddesi ve Toprakta Organik Karbona (C_{org}) Ait Bulgular

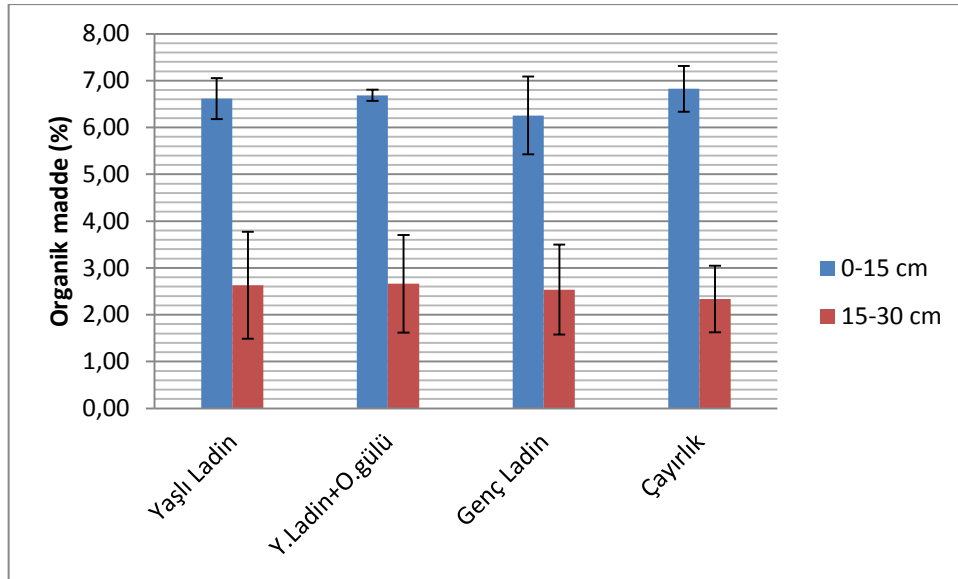
Araştırma alanında toprakların organik madde değerleri en yüksek Temmuz ayında üst toprakta genç ladin meşceresinde % 7,77, en düşük Ekim ayında yaşlı ladin meşceresinde alt toprağında % 0,98 olarak bulunmuştur. Bitki örtülerine göre toprakların organik madde içeriğinin ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri tablo 6 ve 8’de verilmiştir. Toprakların organik karbon değerleri, organik madde miktarının 1/1,72’si olduğundan organik madde değerleri ile paralellik arz etmektedir (Tablo 7 ve 9).

Bitki örtülerini mevsim bakımından istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde, alanların her iki derinlik kademesinde, organik madde ve organik karbon değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sezonlardaki değerleri dört bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde de her iki derinlik kademesinde organik madde ve organik karbon değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Her bir sezondaki değerleri derinlik kademeleri bakımından değerlendirdiğimizde, her iki dönemde tüm alanlarda organik madde ve organik karbon değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu farklılıkta

derinlik artışı ile organik madde ve organik karbon miktarları azalmıştır (Şekil 10 ve 11).

Tablo 6. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Dönemi Toprak Organik Maddesinin Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri

	Temmuz ayı organik madde değerleri (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	7,21	6,79	7,77	7,48	5,54	5,11	4,69	3,45
Min.	5,75	6,39	4,90	6,15	1,52	1,20	1,26	1,22
Ort.	6,61	6,69	6,26	6,82	2,63	2,66	2,54	2,34
Std. Sp.	0,44	0,12	0,83	0,49	1,14	1,04	0,96	0,71



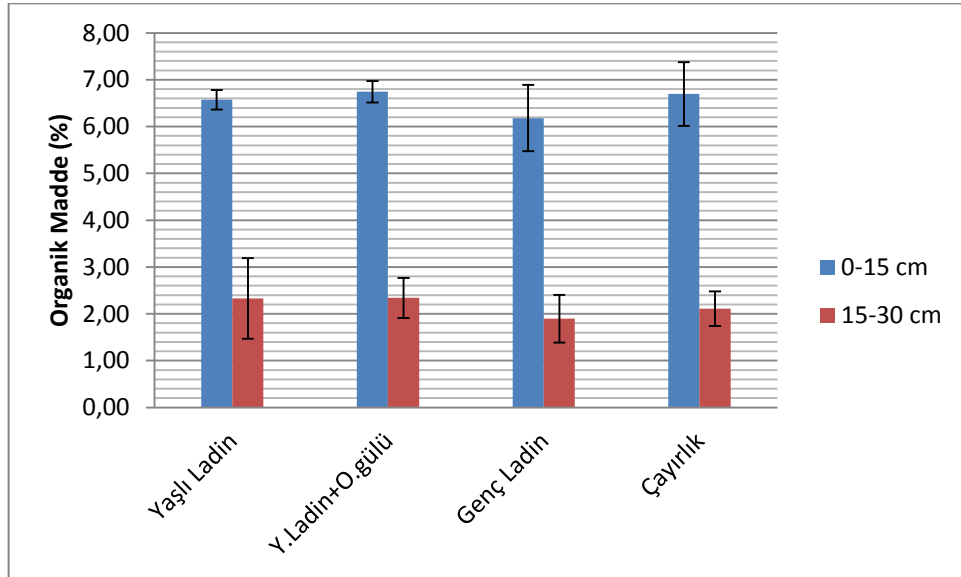
Şekil 10. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Ortalama % Organik Madde Miktarları Değişim Grafiği

Tablo 7. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Organik Karbon (C_{org}) Değerleri

Bitki Örtüsü	C _{org} (%)	
	0-15 cm	15-30 cm
Yaşlı Ladin	3,85	1,53
Y.Ladin+O.gülü	3,89	1,55
Genç Ladin	3,64	1,48
Çayırılık	3,97	1,36

Tablo 8. Bitki Örtülerine Göre Ekim Dönemi Toprak Organik Maddesinin Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri

	Ekim ayı organik madde değerleri (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin+O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin+O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	6,79	7,27	6,88	7,67	3,59	3,20	2,94	2,94
Min.	6,05	6,39	4,43	5,49	0,98	2,04	1,11	1,69
Ort.	6,57	6,74	6,18	6,69	2,33	2,34	1,90	2,11
Std. Sp.	0,21	0,23	0,71	0,68	0,86	0,43	0,51	0,37



Şekil 11. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Ortalama % Organik Madde Miktarları Değişim Grafiği

Tablo 9. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Ortalama (%) Organik Karbon Değerleri

Bitki örtüsü	C _{org} (%)	
	0-15 cm	15-30 cm
Yaşlı Ladin	3,82	1,35
Y.Ladin+O.gülü	3,92	1,36
Genç Ladin	3,59	1,10
Çayırılık	3,89	1,23

4.1.4 Toprakta Toplam Karbona(C) % İlişkin Bulgular

Araştırma alanında toprakların toplam karbon değerleri en yüksek Ekim ayında üst toprakta yaşlı ladin meşçeresinde % 14,4, en düşük Ekim ayında yaşlı ladin meşçeresinde alt toprağında % 0,94 olarak bulunmuştur. Bitki örtülerine göre toprakların toplam karbon miktarının ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri tablo 10 ve 11’de verilmiştir.

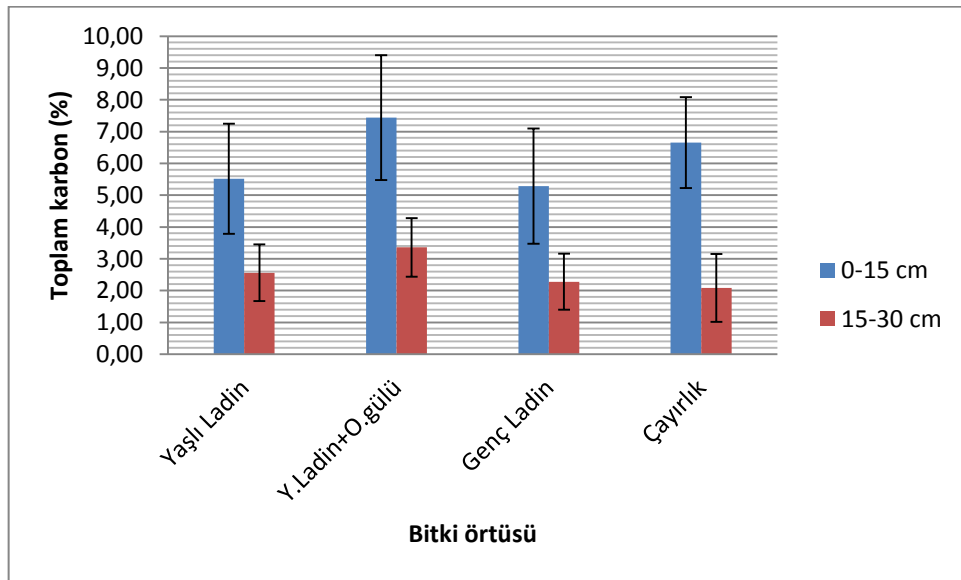
Örnekleme mevsimi bakımından istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde Yaşlı ladin meşçeresinin ($p<0,085$) ve genç ladin meşçeresinin 15-30 derinlik kademesinde ($p<0,1$), Ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinin 0-15 derinlik kademesinde ($p<0,07$) toplam karbonda anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Burada ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinin üst toprağında güzde artış, yaşlı ladin meşçeresinin ve genç ladin meşçeresinin alt topraklarında güzde düşüş şeklinde değişim olmuştur.

Sezonlardaki değerleri dört bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde Ekim ayında 15-30 cm derinlik kademesinde toplam karbon değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Tukey testine göre 2 farklı grup belirlenmiştir. Buna göre en yüksek grubu orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi, en düşük grubu yaşlı ladin meşçeresi ile genç ladin meşçeresi oluşturmuştur ve çayırılık alan her iki grupta bulunmuştur (Şekil 13).

Her bir sezondaki değerleri derinlik kademeleri bakımından değerlendirdiğimizde, tüm alanlarda toplam karbon değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,065$). Bu farklılıkta derinlik artışı ile toplam karbonda azalma görülmüştür (Şekil 12 ve 13).

Tablo 10. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Dönemi Toprakların Toplam Karbon Miktarı Ortalama, En Yüksek, En Düşük Ve Standart Sapma Değerleri

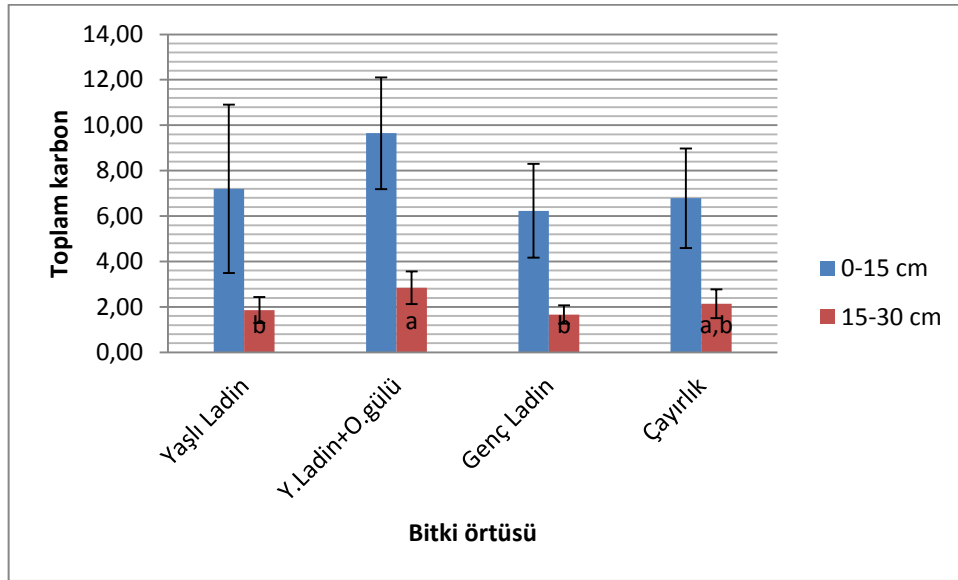
	Temmuz ayı toplam karbon değerleri (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	9,23	10,91	9,33	9,13	4,29	4,97	3,90	4,91
Min.	4,01	4,19	3,32	4,78	1,48	1,88	1,25	1,07
Ort.	5,52	7,44	5,28	6,66	2,56	3,36	2,28	2,08
Std. Sp.	1,73	1,96	1,81	1,43	0,89	0,92	0,88	1,07



Şekil 12. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Ortalama % Toplam Karbon Miktarları Değişim Grafiği

Tablo 11. Bitki Örtülerine Göre Ekim Dönemi Toprakların Toplam Karbon Miktarı Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	Ekim ayı toplam karbon değerleri (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	14,4	13,9	10,91	10,81	2,6	4,15	2,5	3,68
Min.	2,56	6,95	3,34	3,27	0,94	2,18	1,13	1,36
Ort.	7,20	9,65	6,75	6,79	1,86	2,84	1,66	2,14
Std. Sp.	3,71	2,46	2,06	2,19	0,57	0,72	0,40	0,64



Şekil 13. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Ortalama % Toplam Karbon Miktarları Değişim Grafiği

4.1.5 Toprakta Toplam Azota (N_{total}) % İlişkin Bulgular

Araştırma alanında toprakların toplam azot değerleri en yüksek Ekim ayında üst toprakta genç ladin meşceresinde % 1,04, en düşük Ekim ayında genç ladin meşceresinde alt toprağında % 0,09 olarak bulunmuştur. Bitki örtülerine göre toprakların toplam karbon miktarının ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri tablo 12 ve 13'de verilmiştir.

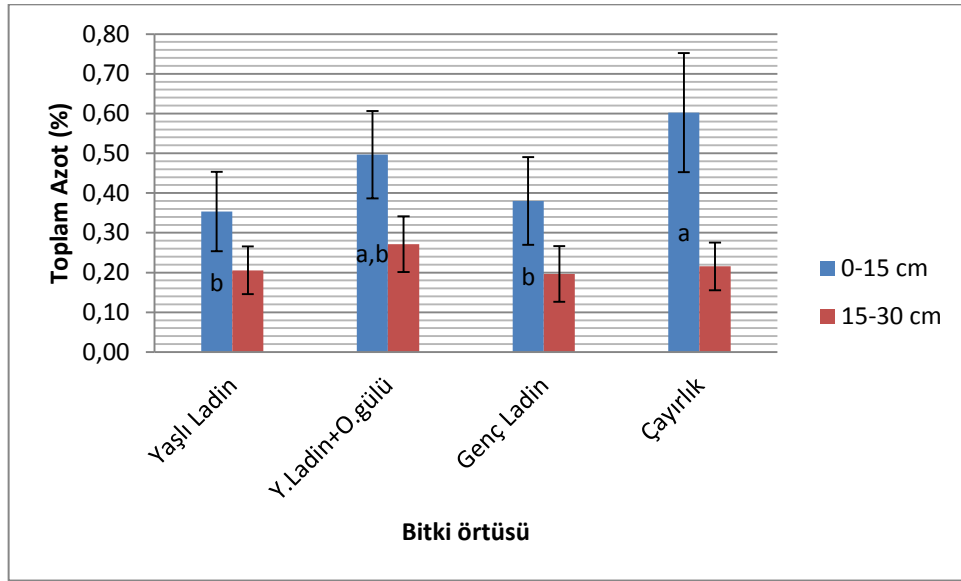
Bitki örtülerini mevsim bakımından istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinin 15-30 derinlik kademesinde ($p<0,07$) ve genç ladin meşçeresinin 0-15 derinlik kademesinde ($p<0,1$) toplam azotta anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkta, ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinin alt toprağında güzde azalma ve genç ladin meşçeresinin üst toprağında artma şeklinde değişim görülmektedir.

Sezonlardaki değerleri dört bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde Temmuz ayında 0-15 derinlik kademesinde ve Ekim ayında 15-30 cm derinlik kademesinde toplam azot değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Tukey testine göre Temmuz dönemi üst toprağı için 2 farklı grup bulunmuştur. Buna göre en yüksek grubu çayırılık alan, en düşük grubu yaşlı ladin meşçeresi ile genç ladin meşçeresi oluşturmuştur ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi her iki grupta bulunmuştur (Şekil 14). Ekim ayında alt toprakta ise 3 farklı grup bulunmuştur. Buna göre çayırılık alan ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi en yüksek grubu, genç ladin meşçeresi ve yaşlı ladin meşçeresi en düşük grubu oluşturmaktadır. Ayrıca yaşlı ladin meşçeresi ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi ikinci grupta da bulunmuştur (Şekil 15).

Her bir sezondaki değerleri derinlik kademeleri bakımından değerlendirdiğimizde, tüm alanlarda toplam azot değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Bu farklılıkta derinlik artışı ile toplam azotta azalma görülmüştür (Şekil 14 ve 15).

Tablo 12. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Toprakta Toplam Azota Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

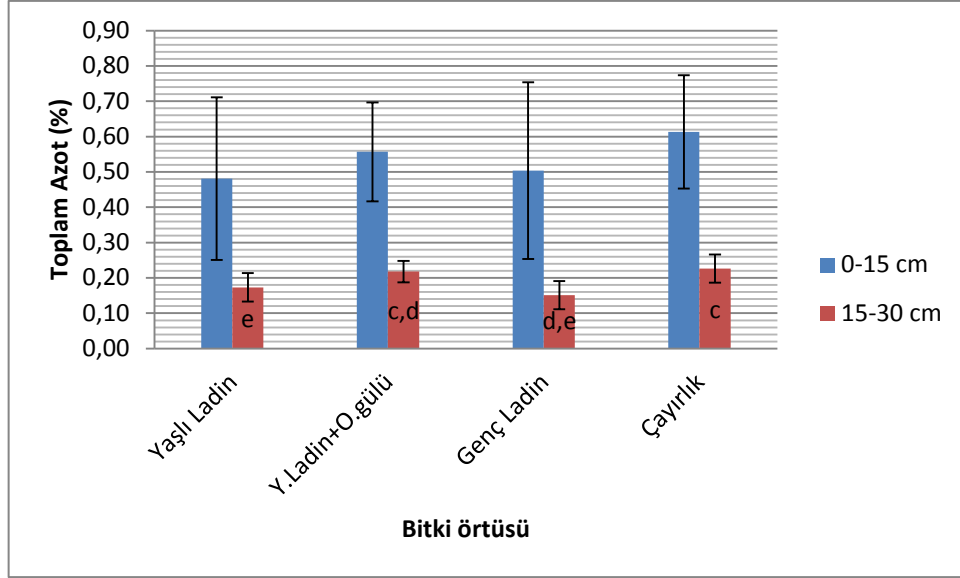
	Temmuz ayı toprakta toplam azot değerleri (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	0,56	0,65	0,61	0,96	0,32	0,37	0,32	0,34
Min.	0,25	0,27	0,23	0,45	0,14	0,17	0,11	0,14
Ort.	0,35	0,50	0,38	0,60	0,21	0,27	0,20	0,22
Std. Sp.	0,10	0,11	0,11	0,15	0,06	0,07	0,07	0,06



Şekil 14. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları ve Ortalama % Toplam Azot Miktarları Değişim Grafiği

Tablo 13. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Toprakta Toplam Azota Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	Ekim ayı toprakta toplam azot değerleri (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	0,99	0,79	1,04	0,89	0,23	0,28	0,22	0,29
Min.	0,22	0,31	0,27	0,31	0,11	0,19	0,09	0,17
Ort.	0,48	0,56	0,55	0,61	0,17	0,22	0,15	0,23
Std. Sp.	0,23	0,14	0,25	0,16	0,04	0,03	0,04	0,04



Şekil 15. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Ortalama % toplam Azot Miktarları Değişim Grafiği

4.1.6 Toprakların C_{org}/N_{total} Oranına İlişkin Bulgular

Araştırma alanında toprakların C_{org}/N_{tot} oranları en yüksek Ekim ayında yaşlı ladin meşçeresinde üst toprakta 17,5, en düşük Temmuz ayında orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde alt toprağında 3,2 olarak bulunmuştur. Bitki örtülerine göre toprakların C_{org}/N_{tot} oranlarının ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri tablo 14 ve 15’te verilmiştir.

Bitki örtülerini mevsim bakımından istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde, genç ladin meşçeresinde 0-15 derinlik kademesinde organik karbon/toplam azot oranı değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,08$). Burada güz döneminde azalma şeklinde değişim bulunmuştur.

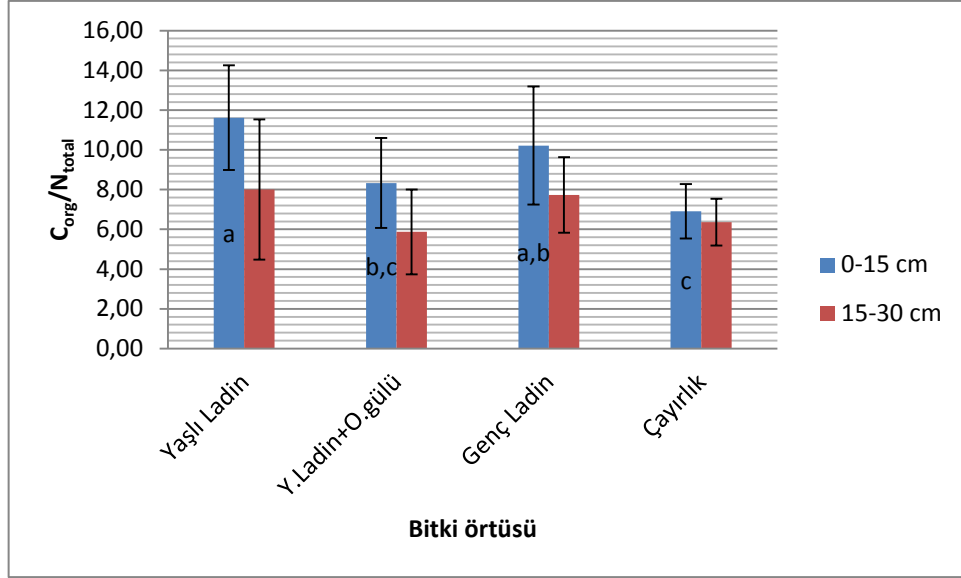
Sezonlardaki değerleri dört bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde Temmuz ayında 0-15 derinlik kademesinde ve Ekim ayında 15-30 cm derinlik kademesinde, organik karbon/toplam azot oranında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Tukey testine göre Temmuz ayında üst toprakta 3 grup belirlenmiştir. Bu farklılıkta genç ladin meşçeresi ve yaşlı ladin meşçeresi en yüksek grubu, çayırılık alan ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi en düşük grubu oluşturmaktadır. Ayrıca genç ladin meşçeresi ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı

ladin meşçeresi ikinci grupta da bulunmuştur (Şekil 16). Ekim döneminde alt toprakta ise 2 farklı grup belirlenmiştir. Burada yaşlı ladin meşçeresi en yüksek grubu, çayırılık alan en düşük grubu oluşturmaktadır ve genç ladin meşçeresi ile orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi her iki grupta da bulunmuştur (Şekil 17).

Her bir sezondaki değerleri derinlik kademeleri bakımından değerlendirdiğimizde, Temmuz ayında yaşlı ladin meşçeresinde ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde, organik karbon/toplam azot oranı değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca Genç ladin meşçeresinde derinlik kademeleri bakımından, organik karbon/toplam azot oranı değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,065$). Ekim ayındaki değerleri derinlik bakımından değerlendirdiğimizde, çayırılık alanda organik karbon/toplam azot oranı değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,095$). Bu farklılıkta derinlik artışı ile C_{org}/N_{tot} oranları azalmaktadır (Şekil 16 ve 17).

Tablo 14. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta C_{org}/N_{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

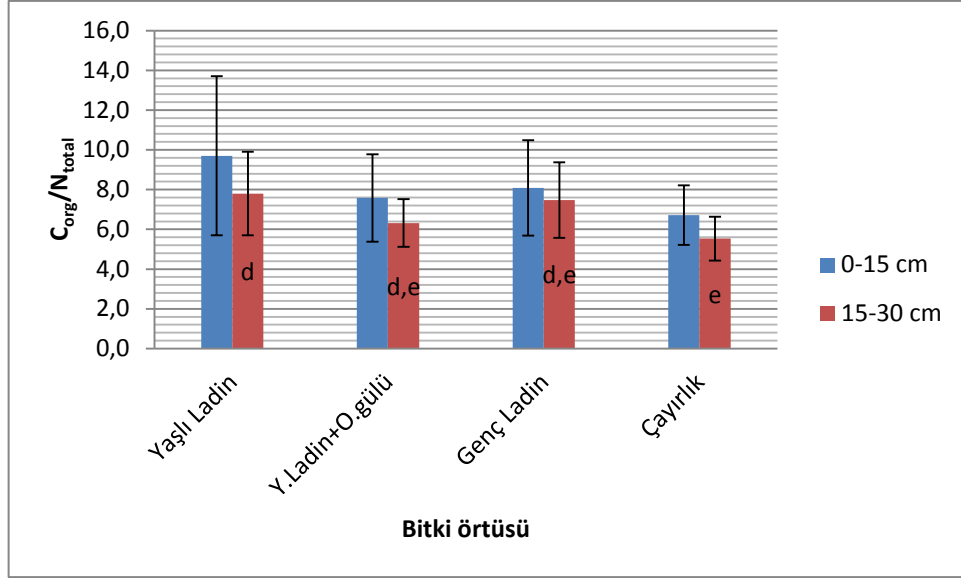
	Temmuz ayı C_{org}/N_{total} Oranları							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	15,2	13,8	17,6	8,8	13,4	9,3	10,5	8,1
Min.	7,0	6,0	6,6	4,1	3,6	3,2	4,5	4,4
Ort.	11,6	8,3	10,2	6,9	8,0	5,9	7,7	6,4
Std. Sp.	2,63	2,26	2,97	1,37	3,53	2,13	1,90	1,18



Şekil 16. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları ve Ortalama C_{org}/N_{total} Oranı Değişim Grafiği

Tablo 15. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta C_{org}/N_{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	Ekim ayı C_{org}/N_{total} Oranları							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	17,5	12,0	11,2	10,3	10,4	8,9	11,6	6,9
Min.	3,8	5,0	3,3	4,7	3,5	4,7	4,6	3,9
Ort.	9,7	7,6	7,7	6,7	7,8	6,3	7,5	5,5
Std. Sp.	4,0	2,2	2,4	1,5	2,1	1,2	1,9	1,1



Şekil 17. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Ortalama C_{org}/N_{total} Oranı Değişim Grafiği

4.2 Toprakaltı Biyokütleyle İlişkin Bulgular

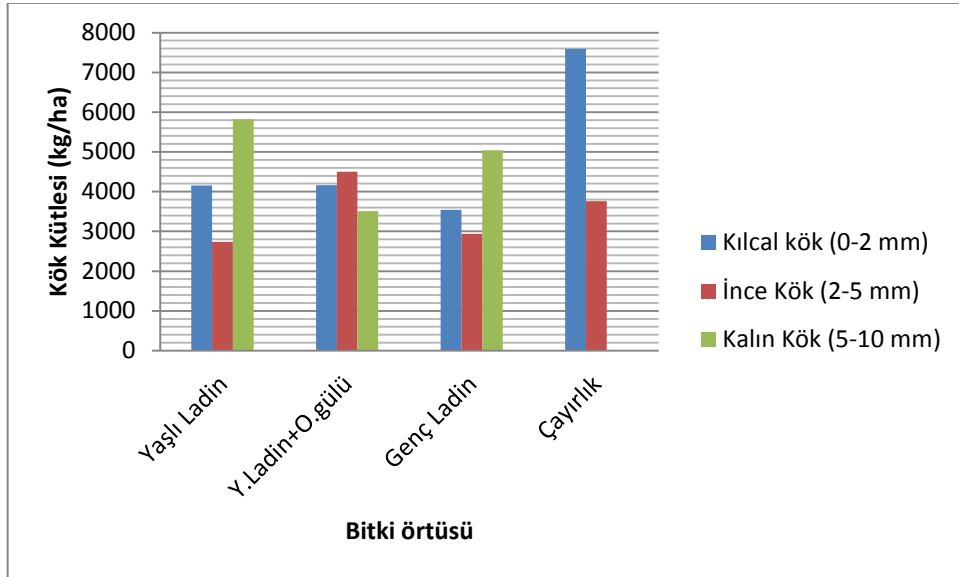
4.2.1 Kök Kütlesine İlişkin Bulgular

Toprakların kök kütlesi incelendiğinde kılcal kök miktarı değerleri 869 kg/ha ile 13383 kg/ha, ince kök miktarı 559 kg/ha ile 8694 kg/ha, kalın kök miktarı değerleri 2142 kg/ha ile 11271 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Çap kademelerine göre bitki örtülerinin ortalama kök kütlesi miktarları tablo 16'da verilmiştir.

Kasım ayında ölçülen kılcal kök değerleri bitki örtüsü bakımından değerlendirildiğinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu farklılıkta kılcal kök miktarı en fazla olarak çayırılık alanda, ince kök miktarı en fazla orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde, kalın kök miktarı en fazla yaşlı ladin meşçeresinde bulunmuştur.

Tablo 16. Bitki Örtülerine Göre Kök Kütlesi Miktarları

Bitki örtüsü	Kök Kütlesi (kg/ha)			
	Kılcal kök (0-2 mm)	İnce Kök (2-5 mm)	Kalın Kök (5-10 mm)	TOPLAM
Yaşlı Ladin	4157	2737	5818	12712
Y.Ladin+O.gülü	4159	4500	3509	12167
Genç Ladin	3545	2941	5042	11527
Çayırılık	7590	3757	-	11347



Şekil 18. Bitki Örtülerine Göre Kök Kütlesi Miktarı Değişim Grafiği

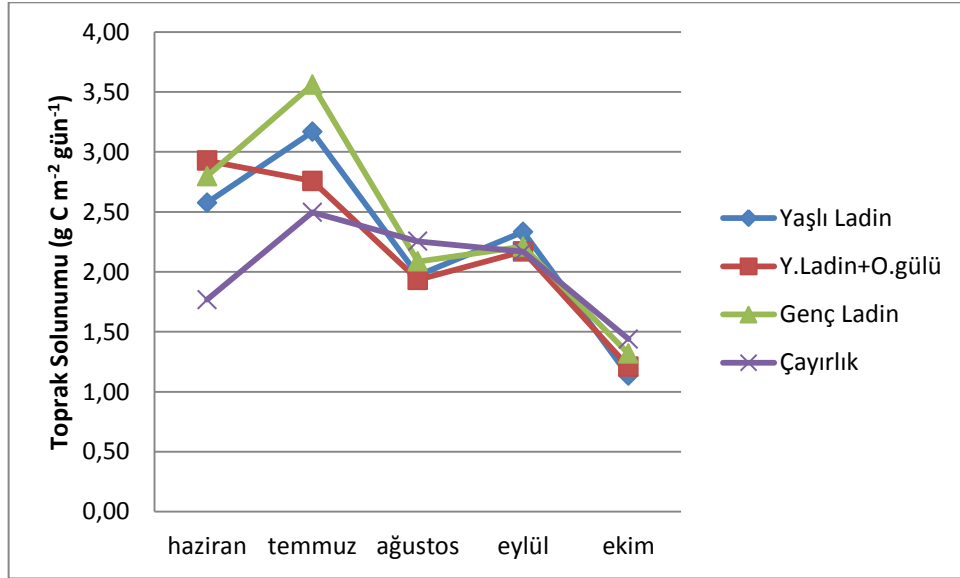
4.3 Toprak Solunumuna İlişkin Bulgular

Bitki örtülerine ait solunum değerleri 5 aylık dönem boyunca değişim göstermiştir (Şekil 19). 5 aylık dönemin ortalama solunum değerleri genç ladin meşçeresinde $2,39 \text{ g C m}^{-2} \text{ Gün}^{-1}$, yaşlı ladin meşçeresinde $2,24 \text{ g C m}^{-2} \text{ Gün}^{-1}$, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde $2,20 \text{ g C m}^{-2} \text{ Gün}^{-1}$ ve çayırılık alanda $2,02 \text{ g C m}^{-2} \text{ Gün}^{-1}$ bulunmuştur (Tablo 17). Toprak solunumu ile beraber tayin edilen

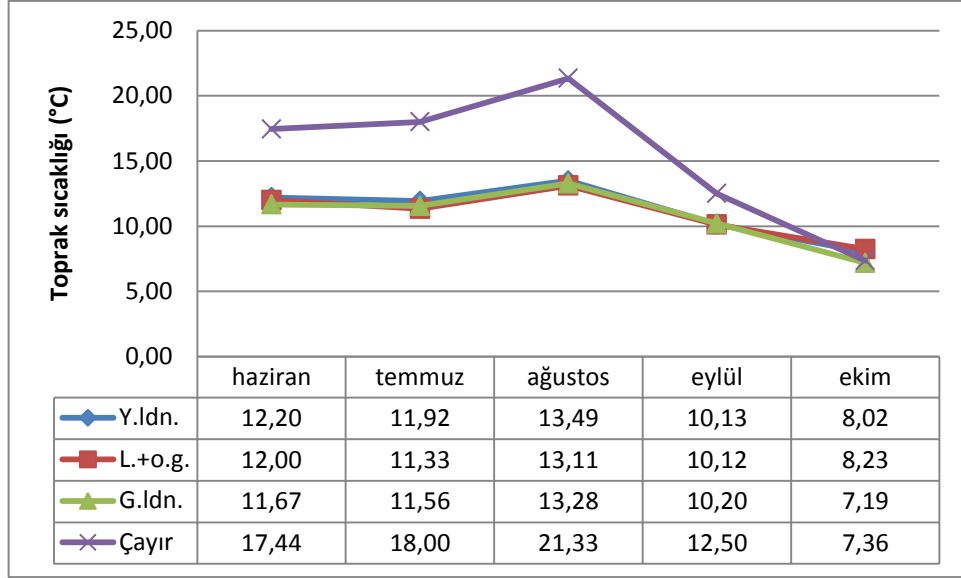
toprak nemi ve sıcaklığı değerlerini ve değişimi gösterir grafik, şekil 20 ve 21’de verilmiştir.

Tablo 17. Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Solunumu Değerleri

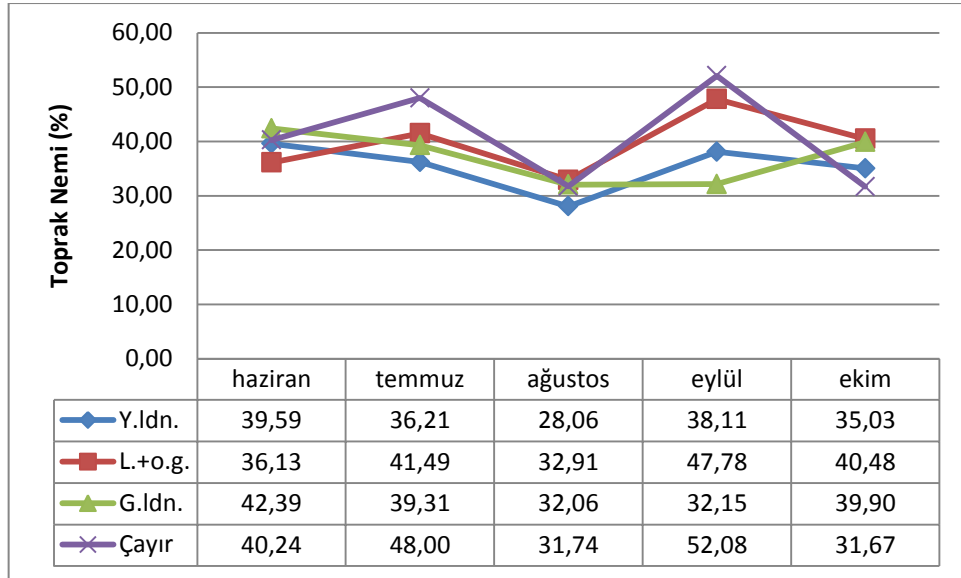
Bitki örtüsü	Toprak Solunumu (g C m ⁻² Gün ⁻¹)					
	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	5 aylık ortalama
Yaşlı Ladin	2,58	3,17	1,97	2,33	1,13	2,24
Y.Ladin+O.gülü	2,93	2,76	1,93	2,17	1,21	2,20
Genç Ladin	2,80	3,56	2,09	2,21	1,32	2,39
Çayırılık	1,77	2,50	2,25	2,17	1,44	2,02



Şekil 19. Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Solunumu Değerleri Değişimi Grafiği



Şekil 20.Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Sıcaklığı Değişimi Grafiği



Şekil 21. Bitki Örtülerine Göre 5 Aylık Periyottaki Ortalama Toprak Nemi Değişimi Grafiği

Temmuz ve Ekim aylarındaki toprak solunumu, toprak sıcaklığı ve nemi değerleri örnekleme zamanı bakımından değerlendirildiğinde, tüm bitki örtülerinde solunum ve sıcaklık değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca çayırılık alanda nem değerlerinde de anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).

Temmuz ve Ekim aylarındaki toprak solunumu, toprak sıcaklığı ve nemi değerleri bitki örtüsü bakımından değerlendirildiğinde, Temmuz ($p<0.05$) ve Ekim ($p<0,08$) aylarında sıcaklık değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

4.4 Toprakta Mikrobiyal Biyokütleyle İlişkin Bulgular

4.4.1 Mikrobiyal Biyokütle Karbona (C_{mic}) İlişkin Bulgular

İncelenen toprakların 0-15cm derinlikte mikrobiyal biyokütle C değerleri en düşük Ekim ayında çayırılık alanda $138,06 \mu\text{g g}^{-1}$, en yüksek Ekim ayında çayırılık alanda $2318,66 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. 15-30 cm derinlikte mikrobiyal biyokütle C değerleri en düşük Temmuz ayında çayırılık alanda $5,11 \mu\text{g g}^{-1}$, en yüksek Ekim ayında orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi $511,80 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma mikrobiyal biyokütle C değerleri tablo 18 ve 19'da verilmiştir.

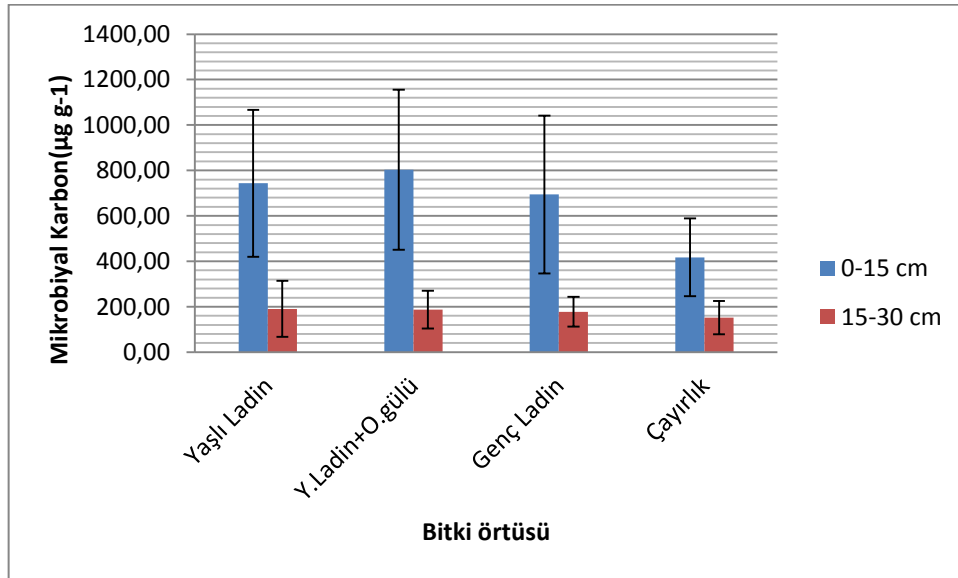
Mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}) örnekleme mevsimi bakımından değerlendirildiğinde; yaşlı ladin meşçeresinde 0-15 derinlik kademesinde, ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde 15-30 derinlik kademesinde, çayırılık alanda 0-15 derinlik kademesinde C_{mic} değerlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.05$). Buradaki farklılıklarda; yaşlı ladin meşçeresi üst toprağında Ekim'de azalma, ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi alt toprağında ve çayırılık alanın üst toprağında Ekim'de artma şeklinde değişim bulunmuştur.

Mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}) değerleri, bitki örtüsü bakımından değerlendirildiğinde, Ekim ayında her iki derinlik kademesinde C_{mic} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Tukey testine göre ikişer grup bulunmuştur. Üst topraktaki farklılıkta; çayırılık alan ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi en yüksek grubu, yaşlı ladin meşçeresi en düşük grubu oluşturmuş ve genç ladin meşçeresi her iki grupta bulunmuştur. Alt topraktaki farklılıkta ise orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi en yüksek grubu, yaşlı ladin meşçeresi ve çayırılık alan en düşük grubu oluşturmuş ve genç ladin meşçeresi her iki grupta bulunmuştur (Şekil 23).

Mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}) değerleri, derinlik bakımından değerlendirildiğinde; her iki dönemde ve bütün bitki örtülerinde C_{mic} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Burada derinlik artışı ile C_{mic} içeriğinde azalma görülmüştür (Şekil 23 ve 24).

Tablo 18. Bitki örtülerine göre Temmuz ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

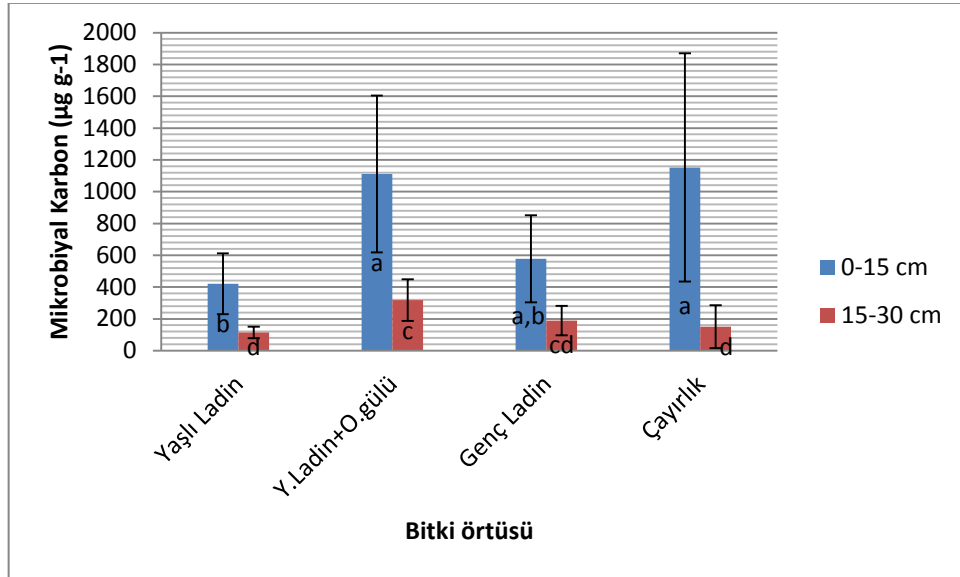
	Mikrobiyal biyokütle C ($\mu\text{g g}^{-1}$)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin+ O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	1372,57	1438,88	1609,57	641,94	435,89	353,95	330,69	229,25
Min.	230,22	307,72	424,36	150,06	48,66	82,32	107,47	5,11
Ort.	743,80	802,80	694,00	417,20	190,73	187,25	177,40	151,91
Std. sp.	323,39	352,29	347,49	171,14	122,76	83,78	65,55	73,37



Şekil 22. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) Değişim Grafiği

Tablo 19. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	Mikrobiyal biyokütle C ($\mu\text{g g}^{-1}$)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin+ O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin+ O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	867,91	2171,51	1048,49	2318,66	192,88	511,80	348,51	446,93
Min.	218,93	642,54	138,53	138,06	71,77	132,92	85,14	30,26
Ort.	420,52	1111,30	577,80	1151,83	114,56	318,11	189,22	213,54
Std. sp.	190,85	493,18	274,27	717,52	36,73	130,25	92,61	135,06



Şekil 23. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) Değişim Grafiği

4.4.2 Mikrobiyal Biyokütle Azota (N_{mic}) İlişkin Bulgular

İncelenen toprakların 0-15cm derinlikte mikrobiyal biyokütle N değerleri; en düşük Ekim ayında yaşlı ladin meşceresinde $82,36 \mu\text{g g}^{-1}$, en yüksek Temmuz ayında çayırılık alanda $429,66 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. 15-30 cm derinlikte mikrobiyal biyokütle N değerleri en düşük Temmuz ayında yaşlı ladin

meşceresinde $10,45 \mu\text{g g}^{-1}$, en yüksek Temmuz ayında genç ladin meşceresinde $136,10 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma mikrobiyal biyokütle N değerleri tablo 20 ve 21’de verilmiştir.

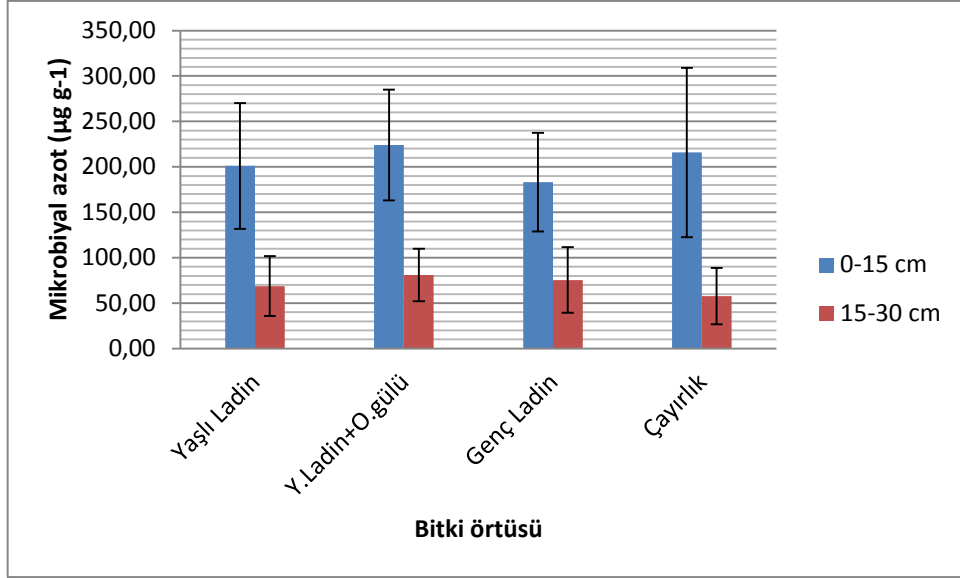
Bitki örtülerinin her iki derinlik kademesine ait N_{mic} değerlerinde mevsim bakımından anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Mikrobiyal biyokütle azot (N_{mic}) değerleri, bitki örtüsü bakımından değerlendirildiğinde, Ekim ayında 0-15 derinlik kademesinde N_{mic} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Tukey testine göre 2 grup bulunmuştur. Burada en yüksek grubu çayırılık alan, en düşük grubu genç ladin meşceresi ve yaşlı ladin meşceresi oluşturmuştur. Orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresi her iki grupta yer almıştır (Şekil 25).

Mikrobiyal biyokütle azot (N_{mic}) değerleri, derinlik bakımından değerlendirildiğinde; her iki dönemde ve bütün bitki örtülerinde N_{mic} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farklılıkta derinlik artışı ile N_{mic} değerlerinde azalma görülmüştür (Şekil 24 ve 25).

Tablo 20. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

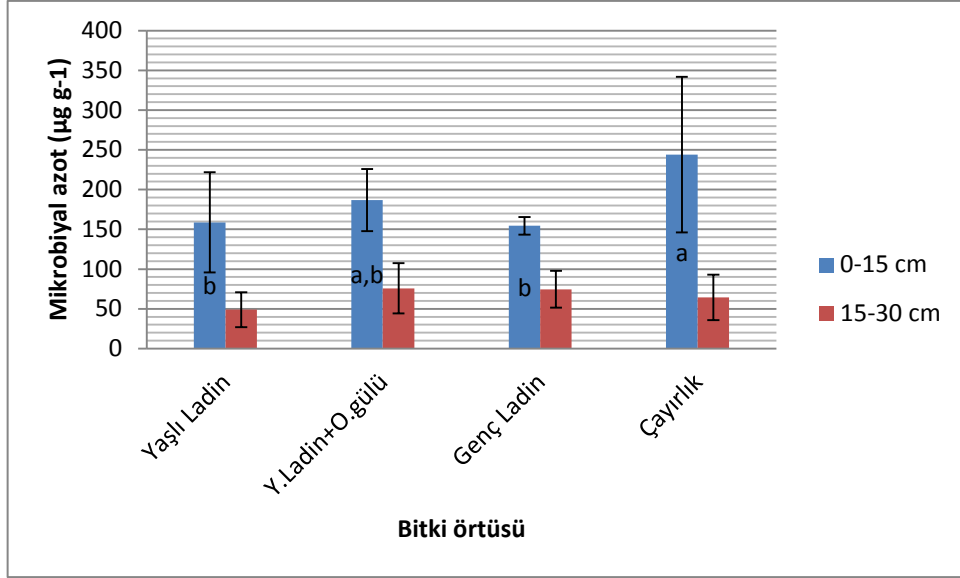
	Mikrobiyal biyokütle N ($\mu\text{g g}^{-1}$)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	332,93	332,02	293,30	429,66	112,90	130,74	136,10	103,00
Min.	97,44	143,65	119,96	113,65	10,45	28,11	39,97	18,43
Ort.	201,11	224,03	183,08	215,79	68,79	80,96	75,45	57,87
Std. sp.	69,24	60,92	54,34	93,18	33,05	29,02	36,16	31,04



Şekil 24. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) Değişim Grafiği

Tablo 21. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) değerlerine Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	Mikrobiyal biyokütle N ($\mu\text{g g}^{-1}$)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	289,23	241,88	169,99	389,01	83,10	121,31	106,09	109,17
Min.	82,36	119,32	133,05	112,77	19,85	37,23	45,71	11,15
Ort.	158,76	186,87	154,37	243,89	49,04	75,83	74,62	64,51
Std. sp.	62,99	39,11	11,07	97,80	21,93	31,64	22,97	28,58



Şekil 25. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) Değişim Grafiği

4.5 Mikrobiyal Oranlara (C_{mic}/C_{org} , N_{mic}/N_{total} , C_{mic}/N_{mic}) İlişkin Bulgular

4.5.1 C_{mic}/C_{org} (%) Oranlarına İlişkin Bulgular

Bitki örtüleri altındaki toprakların Temmuz ayında C_{mic}/C_{org} oranları; 0-15 cm derinlik kademesi için, yaşlı ladin meşceresinde % 1,93, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde % 2,06 , genç ladin meşceresinde % 1,87, çayırılık alanda % 1,03 olarak bulunmuştur. 15-30 derinlik kademesi için ise yaşlı ladin meşceresinde % 1,46, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde % 1,46 , genç ladin meşceresinde % 1,30, çayırılık alanda % 1,18 olarak bulunmuştur (Tablo 22).

Bitki örtüleri altındaki toprakların Ekim ayında C_{mic}/C_{org} oranları; 0-15 cm derinlik kademesi için, yaşlı ladin meşceresinde % 1,10, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde % 2,83, genç ladin meşceresinde % 1,55, çayırılık alanda % 2,88 olarak bulunmuştur. 15-30 derinlik kademesi için ise yaşlı Ladin meşceresinde % 1,07, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde % 2,34, genç ladin meşceresinde % 1,94, çayırılık alanda % 1,19 olarak bulunmuştur (Tablo 23).

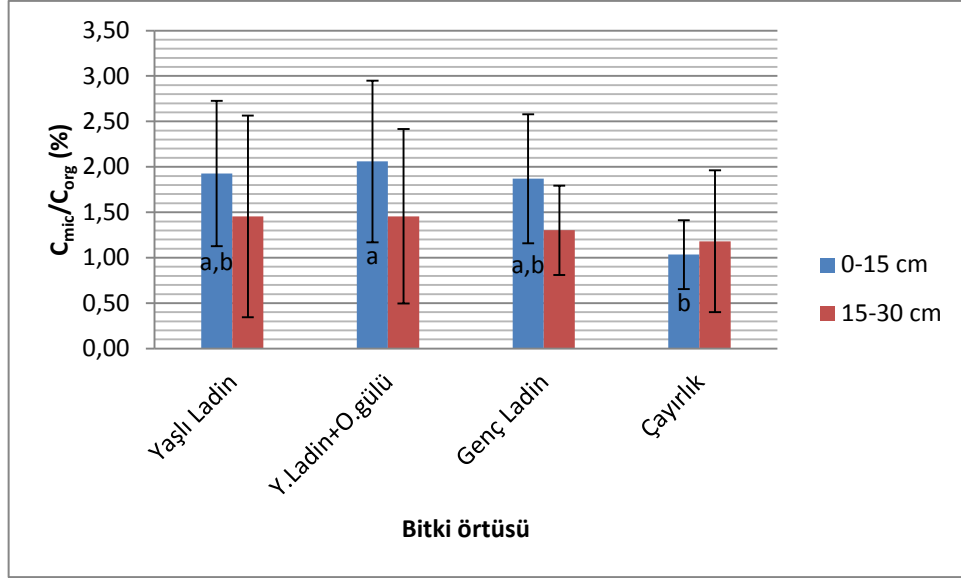
Örnekleme mevsimi bakımından değerlendirildiğinde; yaşlı ladin meşçeresinde ve çayırılık alanda 0-15 derinlik kademesinde, C_{mic}/C_{org} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde 15-30 derinlik kademesinde C_{mic}/C_{org} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,07$). Burada yaşlı ladin meşçeresinde güzde azalma, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi ve çayırılık alanda güzde artış şeklinde değişim bulunmuştur.

C_{mic}/C_{org} değerlerini, bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde; her iki dönemde 0-15 cm derinlik kademesinde C_{mic}/C_{org} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Tukey testine göre burada 2 grup bulunmuştur. Burada Temmuz döneminde orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi en yüksek grubu, çayırılık alan en düşük grubu oluşturmuştur ve diğer alanlar her iki grupta bulunmuştur (Şekil 26). Ekim döneminde orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi ve çayırılık alan en yüksek grubu, yaşlı ladin meşçeresi en düşük grubu oluşturmuştur ve genç ladin meşçeresi her iki grupta yer almıştır (Şekil 27).

C_{mic}/C_{org} değerleri derinlik bakımından değerlendirildiğinde; Temmuz ayında, genç ladin meşçeresinde C_{mic}/C_{org} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,08$). Ekim ayında çayırılık alanda C_{mic}/C_{org} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Buradaki farklılıkta derinlik artışı ile C_{mic}/C_{org} değerlerinde azalma görülmüştür (Şekil 26 ve 27).

Tablo 22. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta C_{mic}/C_{org} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

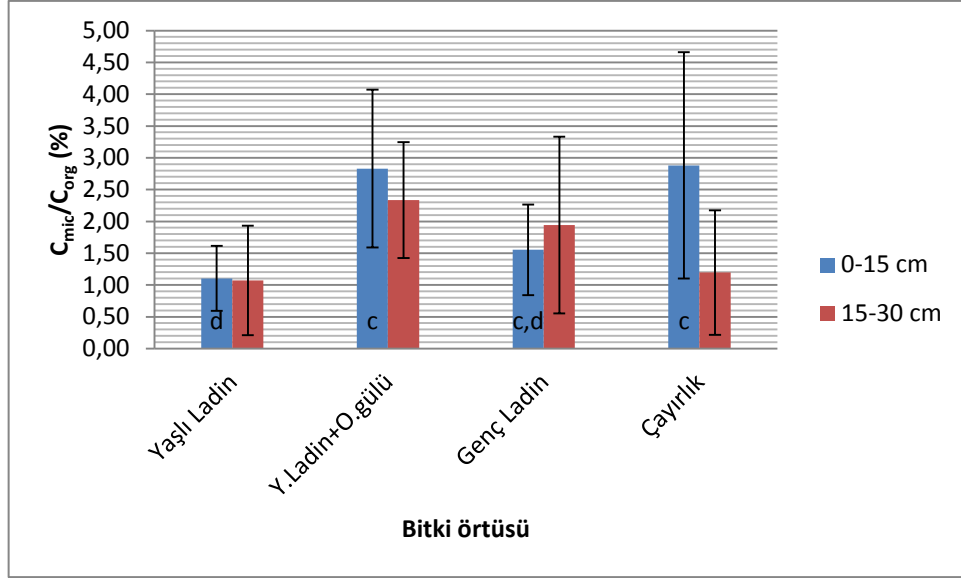
	C_{mic}/C_{org} oranları (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	3,52	3,65	3,56	1,48	3,40	3,47	2,26	2,87
Min.	0,59	0,83	1,31	0,42	0,28	0,51	0,74	0,07
Ort.	1,93	2,06	1,87	1,03	1,46	1,46	1,30	1,18
Std. sp.	0,80	0,89	0,71	0,38	1,11	0,96	0,49	0,78



Şekil 26. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları ve C_{mic}/C_{org} Değişim Grafiği

Tablo 23. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta C_{mic}/C_{org} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	C_{mic}/C_{org} oranları (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	2,31	5,48	2,91	6,00	3,40	3,93	5,41	3,47
Min.	0,56	1,64	0,54	0,39	0,42	1,12	0,82	0,27
Ort.	1,10	2,83	1,55	2,88	1,07	2,34	1,94	1,19
Std. sp.	0,51	1,24	0,71	1,78	0,86	0,91	1,39	0,98



Şekil 27. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve C_{mic}/C_{org} oranları Değişim Grafiği

4.5.2 N_{mic}/N_{total} (%) Oranlarına İlişkin Bulgular

Bitki örtüleri altındaki toprakların Temmuz ayında N_{mic}/N_{total} oranları; 0-15 cm derinlik kademesi için, yaşlı ladin meşçeresinde % 5,82, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde % 4,74, genç ladin meşçeresinde % 4,92, çayırılık alanda % 3,71 olarak bulunmuştur. 15-30 derinlik kademesi için ise yaşlı ladin meşçeresinde % 3,54, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde % 3,07, genç ladin meşçeresinde % 4,05, çayırılık alanda % 2,73 olarak bulunmuştur (Tablo 24).

Bitki örtüleri altındaki toprakların Ekim ayında N_{mic}/N_{total} oranları; 0-15 cm derinlik kademesi için, yaşlı ladin meşçeresinde % 5,82, orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde % 4,74, genç ladin meşçeresinde % 4,92, çayırılık alanda % 3,71 olarak bulunmuştur. 15-30 derinlik kademesi için ise yaşlı ladin meşçeresinde % 3,54, orman gülü kaplı yaşlı ladin meşçeresinde % 3,07, genç ladin meşçeresinde % 4,05, çayırılık alanda % 2,73 olarak bulunmuştur (Tablo 25).

Örnekleme mevsimi bakımından değerlendirildiğinde; yaşlı ladin meşçeresinde, genç ladin meşçeresinde ($p<0,05$) ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde ($p<0,08$) 0-15 derinlik kademesinde N_{mic}/N_{total}

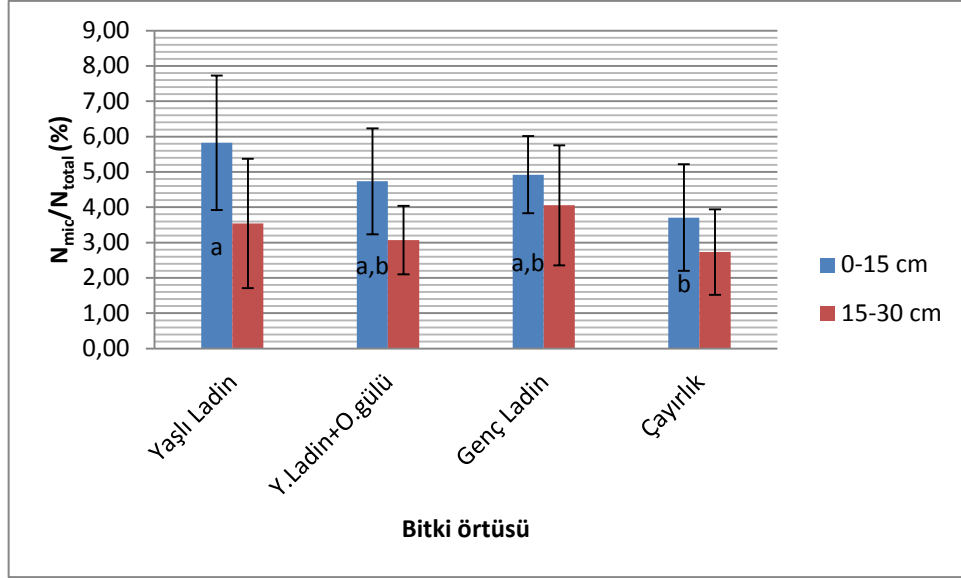
değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkta güzde azalma şeklinde değişim görülmüştür.

N_{mic}/N_{total} değerlerini, bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde, Temmuz ayında 0-15 cm derinlik kademesinde ($p<0,075$) Ekim ayında 15-30 derinlik kademesinde ($p<0,05$) N_{mic}/N_{total} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Tukey testine göre ikişer grup bulunmuştur. Temmuz döneminde yaşlı ladin meşçeresi en yüksek grubu, çayırılık alan en düşük grubu oluşturmuş ve diğer alanlar her iki grupta yer almıştır (Şekil 28). Ekim döneminde ise genç ladin meşçeresi en yüksek grubu, çayırılık alan ile yaşlı ladin meşçeresi en düşük grubu oluşturmuş ve orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresi her iki grupta bulunmuştur (Şekil 29).

Derinlik bakımından değerlendirildiğinde; Temmuz ayında, yaşlı ladin meşçeresinde ve genç ladin meşçeresinde N_{mic}/N_{total} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Ekim ayında genç ladin meşçeresinde ($p<0,05$) ve çayırılık alanda ($p<0,065$) N_{mic}/N_{total} değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkta sadece Ekim ayında genç ladin meşçeresinde derinlik artışı ile N_{mic}/N_{total} değerlerinde artış görülürken diğerlerinde azalma görülmüştür (Şekil 28 ve 29).

Tablo 24. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta N_{mic}/N_{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

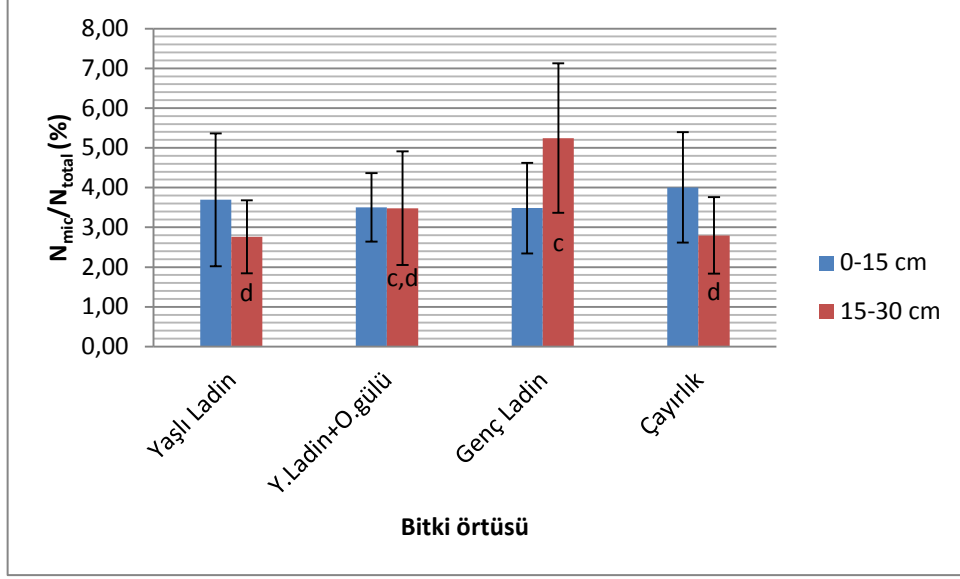
	N_{mic}/N_{total} (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	10,02	7,58	7,03	6,93	6,82	4,09	6,90	4,12
Min.	3,25	2,21	3,53	1,54	0,50	1,00	1,46	0,77
Ort.	5,82	4,74	4,92	3,71	3,54	3,07	4,05	2,73
Std. Sp.	1,90	1,50	1,09	1,51	1,83	0,97	1,70	1,21



Şekil 28. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı Fark Grupları Ve N_{mic}/N_{total} Değişim Grafiği

Tablo 25. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta N_{mic}/N_{total} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	N_{mic}/N_{total} (%)							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	7,70	4,62	5,02	6,59	4,03	6,38	7,58	3,83
Min.	2,35	2,42	1,63	2,12	1,34	1,74	2,29	0,48
Ort.	3,69	3,50	3,28	4,00	2,76	3,48	5,24	2,80
Std. Sp.	1,67	0,86	1,14	1,39	0,92	1,43	1,88	0,96



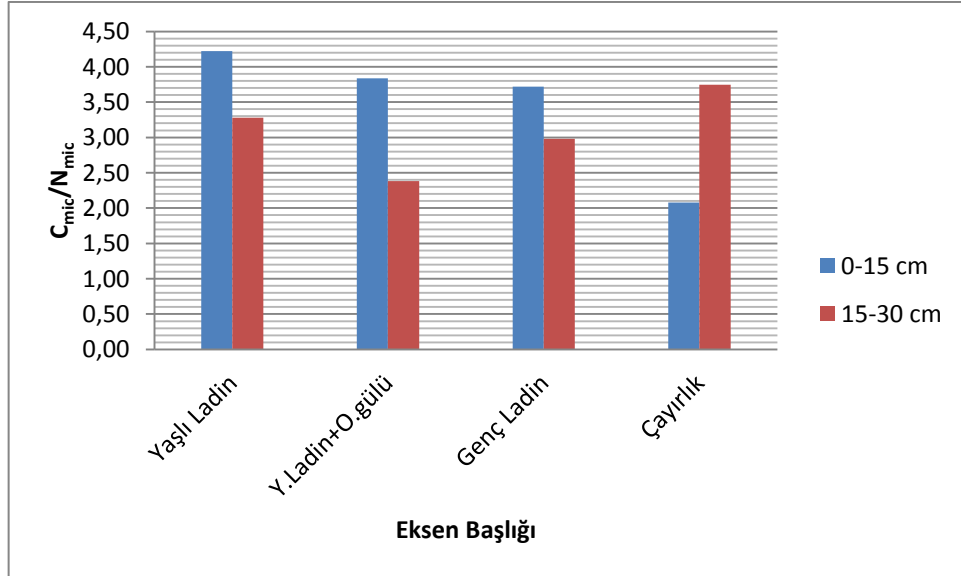
Şekil 29. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı Fark Grupları ve N_{mic}/N_{total} Değişim Grafiği

4.5.3 C_{mic}/N_{mic} Oranlarına İlişkin Bulgular

Toprakların 0-15cm derinlikte C_{mic}/N_{mic} oranları en düşük Temmuz ayında çayırılık alanda 0,73, en yüksek Ekim ayında orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde 11,34 olarak bulunmuştur. 15-30 cm derinlikte C_{mic}/N_{mic} oranları en düşük Temmuz ayında çayırılık alanda 0,12, en yüksek Temmuz ayında çayırılık alanda 12,17 olarak bulunmuştur. Ortalama, en yüksek, en düşük ve standart sapma C_{mic}/N_{mic} oranlarının değerleri tablo 26 ve 27’de verilmiştir.

Tablo 26. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayında Toprakta C_{mic}/N_{mic} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

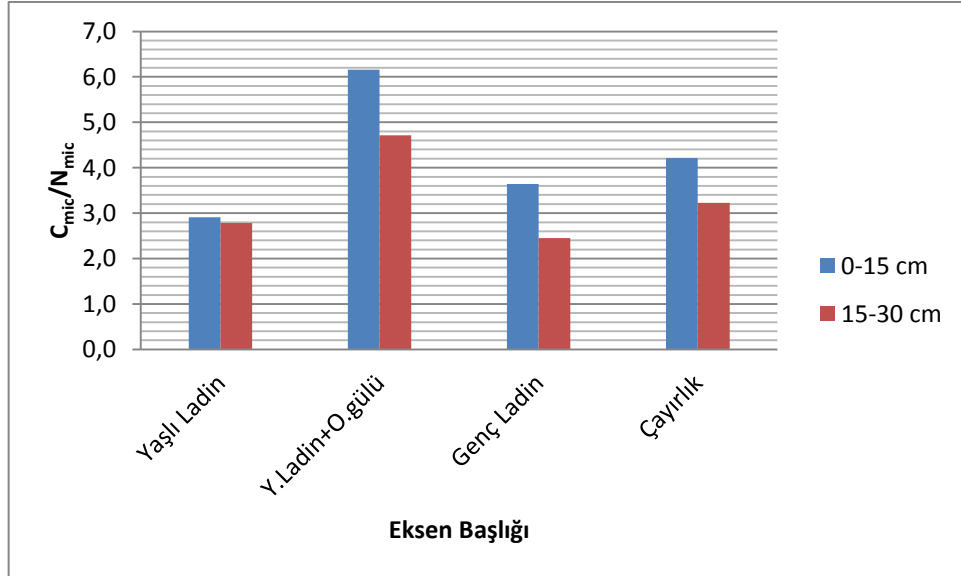
	C_{mic}/N_{mic}							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	8,10	7,50	5,49	3,59	6,09	3,43	8,07	12,17
Min.	1,23	1,38	2,77	0,73	0,51	1,30	0,97	0,12
Ort.	4,22	3,84	3,72	2,08	3,28	2,38	2,98	3,74
Std. Sp.	2,39	1,97	0,94	0,87	1,81	0,75	2,01	3,37



Şekil 30. Bitki Örtülerine Göre Temmuz Ayı C_{mic}/N_{mic} Değişim Grafiği

Tablo 27. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayında Toprakta C_{mic}/N_{mic} Oranlarına Ait Ortalama, En Yüksek, En Düşük ve Standart Sapma Değerleri

	C_{mic}/N_{mic}							
	0-15 cm				15-30 cm			
	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık	Yaşlı Ladin	Y.Ladin +O.gülü	Genç Ladin	Çayırılık
Max.	5,39	11,34	6,66	5,96	5,92	11,39	3,35	11,75
Min.	1,06	2,95	1,04	1,22	1,13	1,91	1,41	0,31
Ort.	2,91	6,16	3,70	4,21	2,78	4,72	2,45	3,23
Std. Sp.	1,23	2,76	1,69	1,74	1,35	2,60	0,59	3,38



Şekil 31. Bitki Örtülerine Göre Ekim Ayı C_{mic}/N_{mic} Değişim Grafiği

4.6 Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular

Toprakların mikrobiyal biyokütle içeriğini ve diğer toprak özelliklerini mevsimsel, derinlik bakımından ve bitki örtüsüne göre değerlendirmek uygun olacağından; fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri, mikrobiyal biyokütle, mikrobiyal oranlar, kök kütlesi ve toprak solunumu parametreleri iki mevsime, bitki örtülerine ve iki derinlik kademesine göre gruplandırılarak korelasyon analizi yapılmış.

Bu analiz sonucunda özellikle kum ve kil miktarı arasında negatif, toplam karbon ile toplam azot arasında pozitif, mikrobiyal biyokütle karbon miktarı ile organik madde, organik karbon, toplam karbon ve mikrobiyal karbon/organik karbon oranı arasında pozitif, mikrobiyal biyokütle azot ile organik madde, organik karbon, toplam azot ve mikrobiyal azot/toplam azot oranı arasında pozitif, toplam karbon ve toplam azot her ikisinin organik karbon/toplam azot oranı ile negatif anlamlı korelasyonları görülmüştür. Korelasyon analizine ilişkin bulgulardaki diğer korelasyonlar tablolarda (Tablo 28,29,30,31,32,33,34,35) verilmiştir.

Tablo 28. Yaşlı ladin meşceresinde iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Kılcal kök	Solunum
Kum		,963**	,407*	0,185	,659**	,660**	,457**	0,227	,459**	,536**	,479**	0,236	0,145	-0,08	-0,324
Kil			0,144	0,166	,731**	-,732**	,538**	-0,24	,524**	,601**	,567**	-0,257	-0,197	0,073	0,281
Toz				0,129	0,053	0,053	0,154	-0,042	0,1	0,065	0,173	0,005	0,134	0,034	0,1
pH					0,224	0,224	0,12	0,174	0,201	-0,261	0,017	,427**	-0,037	,540**	-0,256
Org. madde						1,000*	,619**	,510*	,683**	,658**	,732**	0,008	,396*	-0,109	-0,228
C _{org}							,620**	,510*	,683**	,658**	,732**	0,008	,397*	-0,11	-0,23
N _{tot}								-0,279	,953**	,464**	,714**	0,113	-0,015	-0,029	-,503*
C _{org} /N _{tot}									-0,192	0,257	0,124	-0,198	,518*	-0,091	,472*
C _{tot}										,459**	,699**	0,063	0,008	-0,026	-0,449
C _{mic}											,682**	,652**	,415*	0,107	0,43
N _{mic}												0,301	,642*	-0,079	0,112
C _{mic} /C _{org}													0,268	0,219	0,462
N _{mic} /N _{tot}														-0,134	,613*
Kılcal kök															0,055
Solunum															

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Tablo 29. Orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Kılcal kök	Solunum
Kum		-,932**	-,723**	0,278	,505**	,505**	,544**	0,108	,486**	0,305	,604**	-0,046	0,256	-0,07	-0,397
Kil	1		,424**	-,451**	-,467**	-,467**	-,575**	0,026	-,460**	-0,317	-,610**	0,003	-0,207	0,186	0,34
Toz				0,167	-,372*	-,372*	-0,262	-0,319	-,339*	-0,157	-,346*	0,11	-0,245	-0,18	0,261
pH					-0,049	-0,049	0,159	-,384*	-0,027	-0,039	0,193	0,003	0,009	-0,262	-0,382
Org. madde						1,000**	,813**	,493**	,830**	,705**	,803**	0,164	0,27	-0,027	0,052
C _{org}							,813**	,493**	,830**	,705**	,803**	0,164	0,269	-0,027	0,047
N _{tot}								-0,077	,945**	,730**	,742**	0,324	-0,025	0,098	-0,051
C _{org} /N _{tot}									0,068	0,115	0,235	-0,226	,485**	-0,193	-0,054
C _{tot}										,734**	,663**	0,324	-0,047	0,107	-0,09
C _{mic}											,580**	,757**	0,069	0,16	-0,261
N _{mic}												0,233	,593**	-0,128	0,001
C _{mic} /C _{org}													0,057	0,13	-0,259
N _{mic} /N _{tot}														-0,294	-0,055
Kılcal kök															0,016
Solunum															

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Tablo 30. Genç ladin meşceresinde iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Kılcal kök	Solunum
Kum		-,925**	-,680**	0,181	,655**	,654**	,434**	0,13	,615**	,577**	,632**	0,26	-0,013	-0,189	-0,1
Kil			,352*	-0,155	-,602**	-,601**	-,491**	0	-,631**	-,636**	-,610**	-,388*	0,065	0,18	0,144
Toz				-0,138	-,457**	-,457**	-0,126	-0,323	-0,303	-0,196	-,372*	0,109	-0,078	0,095	-0,023
pH					-0,07	-0,071	-0,123	0,034	-0,1	-0,136	-0,158	0,096	-0,013	-0,099	0,194
Org. madde						1,000**	,705**	0,312	,824**	,757**	,829**	-0,002	-0,212	0,079	-0,068
C _{org}							,705**	0,312	,824**	,757**	,829**	-0,002	-0,213	0,079	-0,069
N _{tot}								-,339*	,927**	,565**	,631**	0,053	-,506**	-0,024	-0,392
C _{org} /N _{tot}									-0,189	0,081	0,14	-0,261	,454**	0,122	,469*
C _{tot}										,716**	,757**	0,115	-,415*	-0,039	-0,362
C _{mic}											,815**	,516**	-0,025	0,033	0,019
N _{mic}												0,265	0,147	-0,111	0,116
C _{mic} /C _{org}													0,322	-0,152	0,093
N _{mic} /N _{tot}														-0,192	,537*
Kılcal kök															-0,142
Solunum															

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Tablo 31. Çayrılık alanda iki dönem ve iki derinlikteki toprak özelliklerinin korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Kılcal kök	Solunum
Kum		,975**	,709**	0,313	,798**	,798**	,710**	0,168	,679**	,489**	,689**	0,273	,382*	-0,072	0,076
Kil			,536**	-0,29	-,832**	-,832**	-,770**	-0,121	-,741**	-,513**	-,697**	-0,284	-,348*	0,063	-0,005
Toz				-0,203	-,383*	-,383*	-0,266	-0,201	-0,243	-0,211	-,369*	-0,115	-0,27	0,143	-0,105
pH					0,093	0,093	0,033	0,087	-0,016	0,064	0,16	0,024	0,176	,545**	-0,144
Org. madde						1,000**	,900**	0,292	,904**	,611**	,812**	0,316	,414*	-0,03	0,218
C _{org}							,900**	0,292	,904**	,612**	,812**	0,316	,414*	-0,031	0,219
N _{tot}								-0,104	,972**	,620**	,764**	,358*	0,264	-0,065	-0,141
C _{org} /N _{tot}									-0,043	0,005	0,097	-0,081	0,286	0,1	0,147
C _{tot}										,575**	,727**	0,307	0,228	-0,038	-0,161
C _{mic}											,792**	,897**	,557**	-0,15	-0,23
N _{mic}												,580**	,774**	-0,056	0,207
C _{mic} /C _{org}													,484**	-0,187	-0,234
N _{mic} /N _{tot}														0,06	0,306
Kılcal kök															-0,321
Solunum															

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Tablo 32. Temmuz Döneminde Bitki Örtülerinin Her İki Derinlik Kademesindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Solunum
Kum		,953**	-,649**	,250*	,649**	,649**	,592**	0,088	,624**	,422**	,609**	0,054	0,192	-,487**
Kil			,389**	-,262*	-,659**	-,660**	-,645**	-0,047	-,656**	-,462**	-,600**	-0,089	-0,138	,523**
Toz				-0,088	-,315**	-,315**	-0,177	-0,154	-,251*	-0,131	-,325**	0,052	-0,219	0,115
pH					-0,012	-0,011	0,14	-0,211	0,063	-0,185	0,031	-0,193	-0,166	-0,199
Org. madde						1,000**	,733**	,460**	,791**	,698**	,791**	0,118	,393**	-0,236
C _{org}							,734**	,459**	,791**	,698**	,791**	0,118	,393**	-0,237
N _{tot}								-0,216	,918**	,511**	,702**	0,109	-0,005	-,366*
C _{org} /N _{tot}									-0,064	,266*	0,174	-0,059	,583**	,361*
C _{tot}										,625**	,735**	0,205	0,101	-0,227
C _{mic}											,652**	,706**	,361**	0,052
N _{mic}												,254*	,625**	-0,181
C _{mic} /C _{org}													0,214	0,122
N _{mic} /N _{tot}														0,21
Solunum														

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Tablo 33. Ekim Döneminde Bitki Örtülerinin Her İki Derinlik Kademesindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Kılcal kök	Solunum
Kum		,953**	,649**	,357**	,642**	,641**	,514**	0,096	,566**	,540**	,583**	,377**	0,123	0,122	0,001
Kil			,389**	,415**	,647**	-,646**	,575**	-0,015	,590**	,573**	,635**	,436**	-0,153	0,114	0,006
Toz				-0,024	,328**	-,328**	-0,118	-,256*	-,247*	-0,189	-0,161	-0,036	0,036	0,095	0,009
pH					0,114	0,114	0,111	-0,132	0,101	0,215	,264*	,250*	0,172	0,116	0,126
Org. madde						1,000*	,784**	,241*	,820**	,647**	,760**	0,181	-0,027	0,005	0,006
C _{org}							,784**	,240*	,820**	,647**	,760**	0,181	-0,027	0,005	0,006
N _{tot}								,329**	,902**	,637**	,766**	,296*	-0,214	0,054	0,105
C _{org} /N _{tot}									-0,178	-0,112	-0,096	,313**	,306*	0,177	0,043
C _{tot}										,620**	,688**	,270*	-0,204	0,064	0,175
C _{mic}											,812**	,785**	0,162	0,096	0,141
N _{mic}												,541**	,335*	0,097	0,182
C _{mic} /C _{org}													,357*	0,023	0,151
N _{mic} /N _{tot}														0,133	0,221
Kılcal kök															0,082
Solunum															

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Tablo 34. 0-15 cm Derinlik Kademesinde Bitki Örtülerinin Her İki Dönemindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Kılcal kök	Solunum
Kum		.863**	.587**	.297*	0,18	0,18	0,106	-0,146	0,171	0,13	.244*	0,121	0,002	0,006	-0,223
Kil			0,099	.347**	.244*	-.245*	-.278*	.292*	-.245*	-0,205	-.292*	-0,197	0,098	0,095	.240*
Toz				-0,006	0,03	0,032	.241*	-0,192	0,047	0,08	0,013	0,088	-0,147	0,202	0,051
pH					0,125	-0,124	0,08	-0,184	0,017	-0,034	0,147	-0,012	-0,036	0,226	-0,162
Org. madde						1,000*	.307*	-0,109	.357**	.376*	.401**	.269*	0,011	0,109	-0,081
C _{org}							.309*	-0,111	.357**	.377*	.402**	.270*	0,011	0,109	-0,082
N _{tot}								.886**	.791**	.273*	.370**	.246*	.525**	0,203	.334**
C _{org} /N _{tot}									.725**	-.239*	.337**	.233*	.581**	.234*	.328**
C _{tot}										.289*	.238*	.261*	.502**	0,039	.307**
C _{mic}										.480**	.992*	0,098	0,042	-0,057	
N _{mic}											.450*	.493**	0,158	0,052	
C _{mic} /C _{org}												0,101	0,02	-0,032	
N _{mic} /N _{tot}													0,108	.390**	
Kılcal kök														-0,134	
Solunum															

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

Tablo 35. 15-30 cm Derinlik Kademesinde Bitki Örtülerinin Her İki Dönemindeki Toprak Özelliklerinin Korelasyonu

	Kum	Kil	Toz	pH	Org. madde	C _{org}	N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	C _{tot}	C _{mic}	N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{tot}	Kılcal kök
Kum		-,956**	-,631**	,379**	0,03	0,031	0,218	-0,17	0,21	0,194	0,176	0,202	0,026	-,296*
Kil			,379**	-,414**	-0,064	-0,064	-,254*	0,182	-,269*	-,284*	-,239*	-,257*	-0,073	,358**
Toz				-0,091	0,079	0,079	-0,029	0,074	0,044	0,15	0,114	0,045	0,151	-0,035
pH					0,001	0,001	0,228	-,242*	0,141	0,049	0,085	0,085	-0,052	0,04
Org. madde						1,000**	,464**	,566**	,535**	0,084	,271*	-,377**	-0,076	-0,068
C _{org}							,463**	,566**	,535**	0,084	,271*	-,377**	-0,076	-0,07
N _{tot}								-,414**	,851**	0,209	,385**	-0,061	-,324**	0,182
C _{org} /N _{tot}									-0,185	-0,118	-0,046	-,366**	,261*	-,252*
C _{tot}										,346**	,370**	-0,001	-0,221	-0,021
C _{mic}											,423**	,823**	,261*	-0,15
N _{mic}													,708**	-0,191
C _{mic} /C _{org}													,362**	-0,187
N _{mic} /N _{tot}														-,340**
Kılcal kök														

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

5 TARTIŞMA

5.1 Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma

Yapmış olduğumuz çalışmamızda kum miktarı ortalama değeri genç ve yaşlı ladin meşcerelerinde üst toprakta % 72,19, çayırılık alanda ise üst toprakta % 73,16; alt toprakta genç ve yaşlı ladin meşcerelerinde % 65,26, çayırılık alanda ise % 60,65 bulunmuştur. Kum miktarı ile ilgili benzer sonuçlar yapılan diğer çalışmalarda da bulunmuştur (Güner, 2000; Duman, 2008; Sancal, 2010). Artvin de saf ve karışık ladin meşcerelerinde yapılmış bu çalışmalarda kum miktarını Güner (2000) % 78,03, Duman (2008) üst toprakta %69,33 alt toprakta % 64,3, Sancal 2010 üst toprakta % 66,81, alt toprakta % 64,16 bulmuştur. Araştırma materyalimizin bulunduğu aynı alanda yapılmış çalışmalarda (Tüfekçioğlu ve Küçük 2004, Doğan 2012) küçük farklılıklar görülmüştür. Tüfekçioğlu ve Küçük (2004) ladin meşcerelerinde kum miktarını üst toprakta % 55,97, alt toprakta % 53,66; çayırılık alanda kum miktarını üst toprakta % 66,4, alt toprakta % 44,9 olarak bulmuşlardır. Doğan (2012) saf ve karışık ladin meşcerelerde kum miktarını ortalama % 63,84, çayırılık alanda ise % 61,30 bulmuştur.

Çalışmamızda kil miktarı ortalama değeri ladin meşcerelerinde üst toprakta 14.96, çayırılık alanda ise üst toprakta % 13,32; alt toprakta ise ladin meşcerelerinde % 20,35, çayırılık alanda % 23,82 bulunmuştur. Kil miktarı ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda benzer sonuçlar bulunmuştur (Güner, 2000; Duman, 2008; Sancal, 2010). Artvin yöresindeki saf ve karışık ladin meşcerelerinde yapılmış bu çalışmalarda kil miktarını Güner (2000) % 14,33, Duman (2008) üst toprakta % 20,33 alt toprakta % 21,1 Sancal (2010) üst toprakta %17,28, alt toprakta %19,25 bulmuştur. Aynı alanda yapılmış çalışmalarda benzerlik ve farklılıklar söz konusudur. Doğan (2012) saf ve karışık ladin meşcerelerde kil miktarını ortalama değeri% 17,80, çayırılık alanda ise % 18,88 bulmuştur. Tüfekçioğlu ve Küçük (2004) ladin meşcerelerinde kil miktarını üst toprakta % 24,23 alt toprakta % 27,66; çayırılık alanda kil miktarını üst toprakta %16,8 alt toprakta %30,7 olarak bulmuşlardır.

Yaptığımız çalışmadaki negatif korelasyon ve anlamlı farklılık olan, derinlik artışı ile kum miktarının azalıp kil miktarının artması, diğer çalışmalar ile paralellik arz etmektedir.

pH değerleri ortalama olarak üst toprakta ladin meşcerelerinde 4,60, çayırılık alanda 4,82; alt toprakta ise ladin meşcerelerinde 4,58, çayırılık alanda ise 4,66 bulunmuştur. Aynı alanda yapılmış çalışmalarda pH değerleri bakımından benzerlik ve aynı zamanda küçük farklılıklar görülmektedir. Doğan (2012) saf ve karışık ladin meşcerelerinde pH değerini 4,79, çayırılık alanda ise 4,76 olarak bulunmuştur. Tüfekçioğlu ve Küçük (2004), üst toprakta ladin meşcerelerinde pH değeri 5,36 ve çayırılık alanda pH 5,33 ve alt toprakta ise ladin meşcerelerinde pH değeri 5,10 ve çayırılık alanda pH 5,57 olarak bulmuştur.

Bunlardan başka çalışmalardaki veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki pH değerleri bakımından benzerlik göstermektedir. Sancal (2010), Artvin de saf ve karışık ladin meşceresinde yapmış olduğu çalışmada pH değerini üst toprakta 4,81 olarak, alt toprakta 5,02 bulmuştur. Güner (2000), Artvin de yapmış olduğu çalışmalarda saf ladin meşceresinde pH değeri 4,54 ve ladin-orman gülü karışık meşceresinde pH değerini 4,41 bulmuştur. Duman(2008), Artvin-Hatilla yöresinde saf ladin meşceresinde 1500 m yükseklikte yapmış olduğu çalışma da kuzey bakı da pH değerini üst toprakta 5,26 ve alt toprakta 5,70 bulmuştur. Sarıyıldız ve Küçük (2009), yapmış oldukları çalışma da 1200m yükseklikte saf ladin meşceresinde pH değerini 4,92 ve orman gülü diri örtüsü olan ladin meşceresinde pH değerini 4,35 bulmuşlardır. Ayrıca 1800 m yükseklikte saf ladin meşceresinde pH değerini 4,32 bulmuşlardır.

Çalışmada bulmuş olduğumuz değerlerin benzerlik göstermesinin nedenleri olarak diğer çalışma alanlarındaki ekolojik koşulların benzerlik göstermesinden kaynaklanabilir. pH değerlerinin değişiminde etkili olan ibre ayrışma hızı ve miktarı ve orman gülü diri örtüsünün yoğunluğu genel olarak benzerlik gösterdiğinden dolayı pH değerlerinde de benzerlik gösterebileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda mevsim ve derinlik bakımından anlamlı değişimin olmadığı pH değerleri, bitki örtüsü bakımından Temmuz ayında 0-15 derinlik kademesinde Ekim ayında 15-30 derinlik kademesinde anlamlı değişim göstermiştir. Bu

değişimde kil miktarı artışı ile pH'nın anlamlı azaldığı, kum miktarı artışı ile anlamlı arttığı ortaya çıkmıştır.

Genç ve yaşlı ladin meşcerelerinde organik madde miktarı ortalama değeri üst toprakta % 6,50 alt toprakta % 2,40, çayırılık alanda ise üst toprakta % 6,75 alt toprakta % 2,22 bulunmuştur. Aynı alanda yapılmış çalışmalardaki organik madde miktarı bulmuş olduğumuz değerlere çoğu yakınlık arz etmektedir. Doğan (2012) Saf ve karışık ladin meşcerelerinde organik madde miktarını ortalama %7,12, çayırılık alanda ise % 6,91 bulunmuştur. Tüfekçioğlu ve Küçük (2004), aynı alanda yapmış olduğu çalışmada saf ve karışık ladin meşcerelerinde organik madde miktarını % 6,74 ve çayırılık alanda % 5,58 bulmuşlardır. Çayırılık alandaki bu farklılık hususunda 2003 yılı itibari ile otlatma baskısının kalktığı göz önünde bulundurulabilir.

Sancal (2010), Artvin yöresi saf ve karışık ladin meşceresinde yapmış olduğu çalışmada organik madde miktarını üst toprakta % 5,37, alt toprakta %3,69 olarak bulmuştur. Güner (2000), Artvin de yapmış olduğu çalışmada saf ladin meşceresinde organik madde miktarını % 4,99 ve orman gülü kaplı ladin meşceresinde organik madde miktarını % 4,18 bulmuştur. Bu iki çalışmanın farklı olmasında düşey ve yatay olarak geniş alanda yapılmış oldukları düşünülebilir. Duman (2008), Artvin-Hatilla yöresinde saf ladin meşceresinde 1500m yükseklikte yapmış olduğu çalışma da kuzey bakı da organik madde miktarını üst toprakta% 7.27 ve alt toprakta % 6.48 bulmuştur.

Organik madde miktarı üzerinde bulunan farklılıkların nedeni bu alanlardaki mikroorganizma miktarlarındaki farklılıklar ve mevsim koşullarındaki değişimler gösterilebilir. Çünkü organik madde ayrışmasında etkili olan mikroorganizmalar uygun sıcaklık ve nem koşullarında aktif faaliyet gösterip organik maddeyi ayrıştırabilirler.

Ayrıca çalışmamızda mevsim ve bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık göstermeyen organik madde değerleri her iki örnekleme zamanında tüm bitki örtülerinde derinlik bakımından anlamlı farklılık göstermiştir. Bu değişimde üst toprağın ölü örtü tabakası ile etkileşim içinde olması ve üst topraktaki yoğun kök faaliyeti önemli faktörlerdir.

Organik madde ile orantılı olan organik karbon miktarları Genç ve yaşlı ladin meşcerelerinde ortalama değeri üst toprakta %3,78 alt toprakta %1,39, çayırılık alanda ise üst toprakta %3,92 alt toprakta %1,29 bulunmuştur. Yine benzer olarak mevsim ve bitki örtüsü bakımından anlamlı değişim göstermeyen organik karbon değerleri her iki örnekleme zamanında tüm bitki örtülerinde derinlik bakımından anlamlı değişim göstermiştir. Bu değişimde de üst toprağın ölü örtü tabakası ile etkileşim içinde olması önemli faktördür.

Toplam karbon miktarları ortalama değerleri % 1,66 ile % 9,65 arasında değişim göstermiştir. Örnekleme mevsimi bakımından değerlendirildiğinde yaşlı ladin ve genç ladin meşceresinde 15-30 derinlik kademesinde (azalma şeklinde), ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde 0-15 derinlik kademesinde (artma şeklinde) anlamlı değişim görülmektedir. C_{org}/N_{total} ile toplam karbon arasında özellikle negatif anlamlı ilişki üst toprakta görülmektedir ki bu durum vejetasyon dönemi sonunda toprağa düşen bitki kalıntıları olan ölü örtünün toprağa ayrışarak karışmasından kaynaklanabilir.

Toplam karbon değerleri her iki örnekleme zamanında tüm bitki örtülerinde derinlik bakımından anlamlı değişim göstermiştir. Bu değişimde de diğer karbon parametreleri gibi üst toprağın ölü örtü ve kök faaliyeti ile etkileşimi söz konusu olabilir.

Temmuz döneminde her iki derinlik kademesindeki ve Ekim ayındaki 15-30 derinlik kademesindeki toplam karbon değerleri, bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık göstermiştir. Alt topraktaki değişimde toplam karbonun kil miktarı ile negatif anlamlı ilişkisi görülmektedir. 0-15 derinlik kademesindeki farklılıkta en yüksek değerler ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde ve en düşük değerler genç ladin meşceresinde bulunmuştur. Bu farklılıkta genç ladin meşceresinin sıklığı etkili olabilir. Zira Yılmaz (2007) orman alanından alınan bazı örnek alanlarda sıkışık kapalılık nedeniyle toprak yüzeyine yeterli miktarda sıcaklık ve nem ulaşamamasından dolayı ölü örtü tam ayrışarak mineral toprağa karışmadığını ve bu örnek alanlarda ayrışıp mineral toprağa karışmayan organik C genel ortalamayı düşürebildiğini belirtmiştir. Bu değişimde toplam karbonun C_{org}/N_{total} ile negatif, organik madde ve organik karbon ile pozitif anlamlı ilişkisi görülmektedir. Ayrıca çayırılık alanlardaki nisbeten düşük toplam

karbon değerleri, ölü örtü miktarının ladin meşcerelerine nisbeten az olmasından kaynaklanabilir.

Toplam azot miktarları ortalama değerleri, genç ladin meşceresinde üst toprakta %0,44 alt toprakta %0,17, ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde üst toprakta %0,53 alt toprakta %0,24, yaşlı ladin meşceresinde ortalama değeri üst toprakta %0,41 alt toprakta %0,19, çayırılık alanda ise üst toprakta %0,60 alt toprakta %0,22 bulunmuştur. Doğan (2012) toplam azotu ortalama olarak, genç ladin meşceresinde %0.30, yaşlı ladin meşceresinde %0.36, çayırılık alanda %0.41, O.gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde %0.37 olarak tespit etmiştir. Değerler bakımından bu farklılık yöntem farkından kaynaklanabilir.

Çalışmamızda ormangülü kaplı ladin meşceresinin 15-30 ve genç ladin meşceresinin 0-15 derinlik kademesindeki toplam azot değerleri mevsim bakımından anlamlı farklılık göstermiştir. Bu değişimde toplam azot ile kil miktarı arasında negatif kum miktarı arasında pozitif anlamlı ilişki görülmekle beraber üst toprakta özellikle C_{org}/N_{total} ile negatif anlamlı ilişki görülmektedir.

Temmuz döneminde 0-15 derinlik kademesindeki ve Ekim ayındaki 15-30 derinlik kademesindeki toplam azot değerleri, bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık göstermiştir. Temmuz döneminde üst topraktaki farklılıkta en fazla çayırılık alanda en düşük ise yaşlı ladin meşceresinde olduğu görülmektedir. Üst toprakta toplam azotun C_{org}/N_{tot} oranı ile negatif anlamlı ilişki göstermesiyle, ayrışma koşullarının daha iyi olması toplam azot miktarını arttırmış olabilir. Ayrıca çayırılık alanda yüksek azot miktarı görülmesi ölü örtü içeriğinden kaynaklanabilir.

Toplam azot değerleri her iki örnekleme zamanında tüm bitki örtülerinde derinlik bakımından anlamlı değişim göstermiştir ve derinliğe bağlı olarak azalmıştır. Bu değişimde üst toprağın ölü örtü ile etkileşimi söz konusu olabilir. Bu değişimlerde toplam azotun organik madde, organik karbon ve kum miktarı ile pozitif, kil miktarı ile negatif anlamlı ilişkisi görülmektedir.

Toprakların organik karbonun toplam azota oranları (C_{org}/N_{total}) ortalama olarak, genç ladin meşceresinde üst toprakta 9,16 alt toprakta 7,61 ve ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde üst toprakta 7,96 alt toprakta 6,08, yaşlı

ladin meşceresinde ortalama değeri üst toprakta 10,65 alt toprakta 7,91 çayırılık alanda ise üst toprakta 6,81 alt toprakta 5,93 bulunmuştur. C_{org}/N_{total} oranı ölü örtünün ayrışma hızını izlemek ve ölü örtüde meydana gelen ağırlık kaybını tahmin etmek için kullanılan bir indekstir (Taylor vd., 1989). Genel olarak, C_{org}/N_{total} oranı 15'ten küçükse ayrışma hızlı, 15–25 arasında ise ayrışmanın yavaşladığı ve 25'ten büyükse ayrışmanın zaman zaman engellendiği ifade edilmektedir (Kantarıcı, 2000). Toprakların C_{org}/N_{total} oranları incelendiğinde organik maddenin genelde hızlı ayrıştığı görülmektedir. Çalışma alanında organik maddeler toprakta mikroorganizmalar tarafından hızla ayrışmakta, meydana gelen CO_2 'den dolayı karbon azalmakta ve böylece C_{org}/N_{total} oranı düşmektedir.

Yaptığımız çalışmada bu oran çayırılık alanda ladin meşcerelerine nisbeten daha düşük çıkmıştır ve bu durum Temmuz ayında 0-15 derinlik kademesi ve Ekim ayında 15-30 derinlik kademesi için anlamlı olarak farklıdır. Yapılan bir çalışmada, C_{org}/N_{total} oranının iğne yapraklı ormanlarda 22.5, yapraklı ormanlarda 17.5 ve mera alanında 10.6 olduğu tespit edilmiştir (Khomutova, vd., 2000). Giddens vd. (1997)'de yaptıkları çalışmada, C_{org}/N_{total} oranını *Pinus radiata* ormanlarında (17.6) mera alanından (12.9) daha yüksek bulmuşlar ve aralarında istatistiki olarak fark olduğunu belirtmektedirler.

Yaptığımız çalışmada her iki dönemde bitki örtülerinin C_{org}/N_{total} oranı derinlik bakımından anlamlı değiştiği ve derinliğe bağlı azaldığı görülmüştür. Ancak bu azalma ayrışmaya değil, alt toprakta karbon miktarın azalmasına bağlı olabilir.

Çalışmamızda, toplam karbon ve toplam azot değerleri üst toprakta C_{org}/N_{tot} oranı ile negatif anlamlı ilişki göstermiştir. Bu durum toprakta karbon ve azot stokunun ayrışma hızı ile ilgili olduğunu göstermektedir. Bununla beraber toplam karbon ve toplam azot değerleri arasında her iki dönemde tüm bitki örtülerinde pozitif anlamlı ilişki olması toprakta karbon ve azotun varlığının birbirleriyle bağımlı olduğunu gösterebilir.

5.2 Toprak Solunumuna İlişkin Tartışma

Yapmış olduğumuz çalışmada toprak solunumu değerleri Temmuz ayında oldukça fazla çıkarken Ekim ayında daha düşük çıkmıştır. 5 aylık periyotta ölçülmüş olan bu değerler bu periyodun da en düşük ve en yüksek değerleridir. Yapılan bir çalışmada mevsimsel sıcaklık artışı ile toprak solunumu ve heterotrofik solunumda hızlı artışlar görülmektedir. Yani diğer ifade ile Haziran ve Temmuz aylarındaki solunum değerleri kış ve güz mevsimindeki değerlerden daha yüksektir (Du vd., 2014).

Ayrıca 5 aylık periyotta sıcaklık artışına rağmen Ağustos ayında nem noksanlığı nedeniyle tüm alanların solunum değerlerinde ani bir düşüş söz konusudur. Yu vd. (2011) heterotrofik solunumda sıcaklığın belirleyici faktör olduğunu ve heterotrofik solunumun sadece nemin sınırlayıcılığı olmadığı zaman sıcaklıkla yükseldiğini ortaya koymuştur. Düşük solunum değerleri düşük nem kapasitesinde çözünebilir substrat sınırlaması olmasına bağlanabilir (Orchard ve Cook, 1983).

Ekim ayında mikrobiyal biyokütle ve kılcak kökün daha fazla olduğu çayırılık alanda toprak solunumu daha fazla bulunmuş ancak solunum ile kılcak kök ve mikrobiyal biyokütle arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Toprak solunumu ile ilişkisi olabilen toprak nemi ve sıcaklığı değerlerine baktığımızda Çayırılık alanda nem değerlerinde de anlamlı değişim bulunmuştur ve sonbaharda azalmıştır. Temmuz döneminde ladin meşcerelerinde birbirine yakın ve çayırdaki en yüksek olan sıcaklık değerleri Ekimde düşerek dört alandaki değerler birbirine yakın çıkmıştır.

Dolayısıyla örnekleme zamanı bakımından değerlendirildiğinde, tüm bitki örtülerinde solunum ve sıcaklık değerlerindeki değişim anlamlı bulunmuştur. Her iki dönemi bitki örtüsü bakımından değerlendirdiğimizde sıcaklık değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

5.3 Kök Biyokütlesine İlişkin Tartışma

Çalışmamızda toprakaltı kök biyokütlesi değerlerinde; kılcak, ince ve kalın kök için bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık bulunmuştur. Kalın kök miktarı

en fazla yaşlı ladin meşçeresinde, ince kök miktarı en fazla orman gülü diri örtüsü bulunan yaşlı ladin meşçeresinde, kılcal kök miktarı ise en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. Toprak solunumunda kök solunumu da dâhil olmasından kılcal kök kütlesi bulguları değerlendirilmiş ancak aralarında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

5.4 Toprakta Mikrobiyal Biyokütle Ve Mikrobiyal Oranlara İlişkin Tartışma

5.4.1 Mikrobiyal Biyokütle Karbona (C_{mic}) İlişkin tartışma

Çalışmamızda mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}) değerleri, genç ladin meşçeresinde üst toprakta $582,16 \mu\text{g g}^{-1}$ alt toprakta $152,64 \mu\text{g g}^{-1}$ ve ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde üst toprakta $957,05 \mu\text{g g}^{-1}$ alt toprakta $252,68 \mu\text{g g}^{-1}$, yaşlı ladin meşçeresinde ortalama değeri üst toprakta $635,89 \mu\text{g g}^{-1}$ alt toprakta $183,31 \mu\text{g g}^{-1}$ çayırılık alanda ise üst toprakta $784,51 \mu\text{g g}^{-1}$ alt toprakta $151,58 \mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuştur. Toprak mikrobiyal biyokütlesi canlı olduğu için özellikle bitki ve hayvan artıklarındaki artış ve azalışlar basta 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 biyokütlerdeki ölçülebilir değişiklikler toprak verimliliğinde meydana gelen değişiklikleri yansıtabilir. Diğer bir ifade ile mikrobiyal biyokütlerdeki değişiklikler ekosistem içerisinde meydana gelen bozulmaların sonuçlarını önceden tahmin etmek için kullanılabilir.

Bu araştırmada ölçülen ve yukarıda ifade edilen mikrobiyal biyokütle C değerleri daha önce ılıman ve tropikal orman topraklarında (Vance vd., 1987b; 61–2000 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve Hernot ve Robertson 1994; 102-2073 $\mu\text{g g}^{-1}$) yapılan çalışmalarda verilen değerler arasında kalmaktadır.

Toprakların kök yayılışının yoğunluğu, toprakların üzerindeki bitki örtüsünün sürekliliği ve buna bağlı organik C miktarı bu alanlarda mikrobiyal popülasyonun ve böylece mikrobiyal C içeriklerinin değişiminde etkili olmaktadır.

Temmuz ayında ladin meşcerelerinin tümünde orman gülü diri örtüsü olan alanda en yüksek olmak üzere, çayırılık alandan daha fazla C_{mic} değerleri çıkmışken Ekim ayında çayırılık alanda en fazla C_{mic} değerleri bulunmuştur. Ladin meşcerelerinde ise Ekim döneminde genç ve yaşlı ladin meşcerelerinde düşüş meydana gelmişken orman gülü diri örtüsü olan alanda artış meydana gelmiştir. Zira her iki örnekleme zamanında 0-15 derinlik kademesi değerleri için bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık bulunmuştur.

Aponte vd. (2010) ağaçlık arazide meşe bitki örtüsü ile kaplı alanlarda çayır ile kaplı alanlardan daha fazla mikrobiyal C içeriği bulmuşlardır. Chen vd. (2003) ise çayırılık alanda ($1417 \mu\text{g g}^{-1}$) çam ormanından ($808 \mu\text{g g}^{-1}$) daha yüksek mikrobiyal C değeri bulmuşlardır. Aponte vd. (2010) ağaçlık arazide ve ormanlık alanda, bahar mevsiminde hem bu iki alan bakımından hem de bu alanlardaki meşe, çalı ve çayır bitki örtüleri bakımından anlamlı farklılık ortaya koymuşlardır. Yang vd. (2010) ve mevsim ve derinliğe göre yaptıkları çalışmada doğal orman alanlarında, plantasyon sahalarından daha yüksek C_{mic} değerleri bulmuşlar ve bu farkın anlamlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Karışık yapraklı, meşe ve ceviz ormanları topraklarını incelediği bir çalışmada ortalama en yüksek C_{mic} değeri meşe ormanında ($549.0 \mu\text{g g}^{-1}$) daha sonra karışık ormanda ($437.5 \mu\text{g g}^{-1}$) ve ceviz ormanında ($329.4 \mu\text{g g}^{-1}$) bulunmuştur (Zhu vd., 2009). Arunachalam vd. (1999) pek çok vejetasyon üzerinde yaptıkları çalışmada bozulmamış doğal ormanda ($1684 \mu\text{g g}^{-1}$) çayırılık alandan ($806 \mu\text{g g}^{-1}$) daha fazla C_{mic} bulmuşlardır. Bozulmamış ormanın ve bitişindeki eğrelti kaplı alanda ve kızılbaş plantasyonunun 16 yaşlı sahasında, sıklık, ölü örtü birikimi ve kılcal kök varlığından dolayı; bu vejetasyonların C_{mic} gelişimini ve birikimini iyileştirdiğini, yüksek çıkan C_{mic} değerlerinin gösterdiğini de belirtmişlerdir. Hemlock türü ile beraber üç vejetasyon tipinde yapılan bir çalışmada ladin ormanında ($130-1320 \mu\text{g g}^{-1}$) çayırılık alandan ($140-855 \mu\text{g g}^{-1}$) daha fazla C_{mic} bulunmuştur. Ravindran ve Yang (2014) bu çalışmada ladinde daha fazla olmasını yüksek ağaç yoğunluğu ve bu topraklarda daha fazla organik madde olmasına bağlamaktadır. Çayırdaki düşüklüğün ise; bu alanda bitki örtüsüz açıklık alanlar ve etkin toprak tabakasının erozyonla kaybolması ve dolayısı ile yaprak ölü örtüsünün az ve pH'nın yüksek olmasına bağlamaktadırlar. Wang vd. (2014) çimlendirilmiş alanlarda ve kontrol

olarak da çam ormanında yaptığı çalışmada C_{mic} değerlerini çam ormanında, 10 ve 80 yıllık çim sahalardan, baharda daha yüksek, günde ise daha düşük bulmuşlardır.

Vejetasyon tipinin etkisinin izahında pek çok faktör önerilmektedir (Hackl vd., 2004). Mesela, organik madde ve kök tipi farklılığından dolayı ve besin maddesinin hususiyeti ile ilgili substrat girdisinin miktar ve kalitesindeki farklılıklar toprak mikrobiyal biyokütleyi etkileyen önemli etmenler olabilir (Feng vd., 2009; Jin vd., 2010).

Ayrıca çalışmamızda toprak derinliğine bağlı C_{mic} değerlerinde anlamlı bir azalış olduğu ortaya çıkmıştır. Aponte vd. (2010) ağaçlık arazide ve ormanlık alanda, mevsimsel olarak meşe, çalı ve çayır bitki örtülerini karşılaştırarak değerlendirdikleri bir çalışmada mikrobiyal C miktarını 8-10 cm derinlikteki üst toprakta 8-16 cm deki alt topraktan 1,5-2 kat daha fazla bulmuşlardır. Maithani vd. (1996) 16 yaşlı meşe meşçeresinde mikrobiyal C içeriğini 0-10 cm derinlikteki üst toprakta ($1087.70 \mu\text{g g}^{-1}$) 10-20 cm'deki alt topraktan ($785,64 \mu\text{g g}^{-1}$) daha fazla bulmuştur. Yang vd. (2003) ladin ormanında yaptıkları bir çalışmada mikrobiyal C içeriğini üst toprakta (0-20cm) alt topraktan (21-40 cm) daha fazla bulmuşlardır. Yang vd. (2010) doğal orman ve plantasyon alanlarında yaptıkları çalışmada C_{mic} bakımından derinlik kademeleri (0-15/15-30) arasında anlamlı farklılık ve üst toprakta daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Tsuga çamı, ladin ve çayır alanların olduğu vejetasyonlarda organik tabakadan (0-5 cm) üst toprak (6-20 cm) ve sonra alt toprağa (21-40) doğru C_{mic} miktarında azalma olduğunu ortaya koyulmuştur (Ravindran ve Yang, 2014). C_{mic} un üst toprakta fazla olması, bunun organik madde ve oksijen alınabilirliği ile pozitif ilişkilerinden dolayıdır (Idol vd., 2002).

C_{mic} değerleri mevsim bakımından değerlendirildiğinde yaşlı ladin meşçeresi ve çayır alanının 0-15 derinlik kademesi için ve orman diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinin 15-30 derinlik kademesi için anlamlı değişim olmuştur. Bu anlamlı değişimde yazdan güne, yaşlı ladin alanında azalma, çayır alanı artma şeklinde olmuştur. Diğer alanların üst topraklarında ise orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşçeresinde artış ve genç ladin meşçeresinde azalma şeklinde bir değişim söz konusudur. Bazı çalışmalardaki mevsimsel değişimlerde,

tropikal yaprağını döken ormanlar, savanalar ve ılıman çayırarda; bahar başında ve yaz sezonunda en yüksek değerlerde bulunmuştur (Sarathchandra vd., 1984; Singh vd., 1989).

Chen vd. (2003) yaptıkları çalışmada çayır topraklarında kışın daha yüksek, yaz ve günde ise daha düşük; orman topraklarında ise baharda daha yüksek yazın daha düşük C_{mic} içeriği bulmuşlar ve düşüşün toprak nemi içeriğinden kaynaklandığını vurgulamışlardır. Bu çalışmada orman alanında bahardaki çok yüksek C_{mic} değerleri; kök aktivitesinden türetilen alınabilir C substratındaki bir yükselmeye dayandırılabilceğini belirtmişlerdir. Ayrıca yine çayır toprağında günden kışa keskin artış; kılcal kökteki döngüden hâsıl olan çözünebilir organik karbon temininin artmasına dayandırılabilceğini ifade etmişlerdir.

Maithani vd. (1996) orman alanında kışın daha yüksek C_{mic} değerleri, yağışlı sezon olarak nitelendirdiği Mayıs-Eylül arasında en düşük C_{mic} değerleri bulmuş ve bahardan yazda sert düşüş ve kısmen yazdan güne küçük artışlar gözlemlemiştir. Maithani vd. (1996) bu değişimin, düşük sıcaklıktaki düşük mikrobiyal aktivitede mikrobiyal biyoküttele daha fazla besin maddesi tutulumu; tersi durumda yani nem sıcaklık koşullarının uygun olduğu yağışlı sezonda mikrobiyal aktivitenin hızlı bir mineralleşme süreci göstermesi ile beraber bu vejetasyon döneminde besin maddelerinin bitkilerce kullanılması ve mikrobiyal biyokütleye alınımının sınırlandırılmasından kaynaklandığı belirtmektedirler. Yine bu çalışmada mikrobiyal C ile sıcaklık arasında negatif anlamlı ilişki ortaya koymuşlardır.

Akbaş vd. (2013) aynı bu tezin konusu alanda yaptıkları toprak solunumu çalışmasında toprak solunumunu en fazla çayırılık alanda en düşük O.gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde ve (bütün bitki örtüleri için)yaz sezonunda daha yüksek bulmuşlardır. Keza Unver vd. (2012) aynı alanda güz döneminde aldığı örneklerde mineralleşmeyi çayırılık alanda yüksek, O.gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde ise düşük bulmuştur.

Malchair ve Carnol (2009) ladin meşceresinde mikrobiyal karbon ile organik karbon miktarının eylül ayında Nisan'dan daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Aponte vd. (2010) ağaçlık arazide çayır bitki örtüsü ile kaplı

alanlarda bahardan yaza bir düşüş ve sonra güzün tekrar bir artış olduğunu bulmuşlardır. Yang vd. (2003) ladin ormanında yaptıkları bir çalışmada mikrobiyal C içeriğini en yüksek baharda en düşük kış mevsiminde bulmuşlardır.

Wang vd. (2014) çam ormanında güz sonrasındaki baharda güz sezonundan daha yüksek C_{mic} değerleri bulmuşlardır. Üç farklı orman tipinde (Meşe, ceviz, meşe-dişbudak-kavak) yapılan çalışmada, her üç orman tipinde yazın en yüksek, kışta daha düşük, baharda en düşük C_{mic} değerleri bulunmuştur (Zhu vd., 2009) Yang vd. (2010) doğal orman ve plantasyon alanlarında yaptıkları çalışmada en yağışlı ve en sıcak mevsim olan yaz döneminde C_{mic} değerlerini en yüksek bulmuşlardır. Sıcaklığın ve yağışın daha düşük olduğu diğer aylarda daha düşük değerler bulmuşlar ve bu değişimdeki farkın anlamlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ravindran ve Yang (2014) ladin, tsuga çamı ve çayırılık alanlarda yaptıkları çalışmada her üç vejetasyon için yazın en yüksek, sonbaharda düşük, kışın en düşük C_{mic} değerleri bulmuşlardır. Kuru ve soğuk periyod olan kıştaki düşüşün, mikroorganizmaların düşük faaliyeti ve ölü örtünün yavaş ayrışma oranından dolayı olabileceğini belirtmişlerdir. Toprakta mikrobiyal biyokütlenin zamansal (mevsimsel) değişimi, toprakta karbon ve azotun immobilizasyonu ve mineralizasyonunun derecesini yansıtabilir. Toprakta mikrobiyal biyokütlenin azalması besin maddelerinin mineralizasyonu ile sonuçlanabilirken, aksine yükselmesi besin maddelerinin artmasına yol açabilir (McGill vd., 1986).

Meşcere yaşının etkisinin incelendiği bir çalışmada yaşlı ladin meşceresinde en yüksek, genç ladin meşceresinde ise en düşük düzeyde mikrobiyal biyokütle bulunmuştur. Maithani vd. (1996) meşe meşceresinde mikrobiyal C içeriğini 16 yaşlı meşceredeki alanda, 13 ve 7 yaşlı alanlardan daha yüksek bulmuştur. Arunachalam vd. (1999) kızılgaç plantasyonlarında yaşa paralel bir C_{mic} artışı bulmuşlardır. Bu durumun bozunmuş alanların bitkilendirmesinin ilk başlarında C_{mic} un geri alana gelmesinin daha hızlı düzeyde olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise genç ladin meşceresinde diğer yaşlı ladin meşcerelerinden ortalama olarak daha düşük mikrobiyal karbon değerleri bulunmuştur. Pietikäinen ve Fritze (1995) Avrupa ladininde tıraşlama sonrası mikrobiyal karbon içeriğinde % 36'lık bir azalış

bulmuşlardır. Buna karşın Lundgren (1982) tıraşlama sonrası bakteri sayısında bir artış olduğunu ancak daha sonra kontrol alanındaki miktarlara düştüğünü bulmuştur. Orman vejetasyonu örtüsünün kalkması ile toprak sıcaklığı ve neminde geniş çaplı değişkenlik olduğu gibi yaprak ve diğer bitki parçası dökümü eksikliği ise kesim artığı ve ölü kök toprak altında ayrışması ile telafi edilmektedir (Pietikäinen ve Fritze, 1995). Sundman vd. (1978) bir ladin ormanında tıraşlama kesim sonrası mantar biyokütlesinin hızlı artış göstererek 7. yılda en yüksek düzeye ulaştıktan sonra 13 yılın sonunda orijinal düzeye geldiğini ve yine bakteri sayısının da benzer şekilde ilk yıllarda yükselerek 13 yılın sonunda kontrol alanındaki düzeye geldiğini belirtmektedirler.

Yapılan çalışmalarda mikrobiyal biyokütle C içeriğinde görülen bu değişkenlik çalışmaların yapıldığı alanlardaki iklim tiplerinin, arazi kullanım biçimlerinin, toprak tiplerinin ve özelliklerinin, vejetasyonun ve ölü örtü cinsinin farklı olmasından ileri gelmektedir.

Yaptığımız çalışmada mikrobiyal karbonun organik madde organik karbon toplam karbon, toplam azot, C_{mic}/C_{org} oranı ile pozitif anlamlı ilişkileri bulunmuştur. Bu durum toprakta mikrobiyal biyokütlenin organik madde varlığına bağlı olduğunu ve mikrobiyal biyokütlenin de karbon ve azot stokunu etkileyebildiğini gösterebilir. Ayrıca organik karbonun zaman ve vejetasyon bakımından değişim göstermemesiyle, mikrobiyal biyokütlenin bu alanlarda organik karbonun alınabilirliği ve kalitesine bağlı değişim gösterdiği söylenebilir.

5.4.2 C_{mic}/C_{org} Oranlarına İlişkin Tartışma

Çalışmamızda C_{mic} un organik karbon içerisinde kullanılabilirliği yani organik karbona oranı arasında yoğun pozitif anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Şu bilinmektedir ki toprak mikrobiyal biyokütlesi, toprak organik maddesine-substrat olarak- önemli ölçüde bağlıdır (Chen vd., 2003). Bitki örtüleri arasındaki substrat miktarı farkının C_{mic} farklılığına neden olduğunu C_{mic} ve C_{org} arasındaki pozitif korelasyon gösterebilir (Ravindran ve Yang, 2014). Yang vd. (2010) C_{mic}/C_{org} oranının üzerinde orman tipi ve mevsimin anlamlı etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Malchair ve Carnol (2009) ladin meşceresinde mikrobiyal karbon ile organik karbon arasında pozitif anlamlı ilişki bulmuşlardır. Maithani vd. (1996) mikrobiyal C ile organik karbon, toplam azot ve kil miktarı arasında pozitif anlamlı ilişki ortaya koymuşlardır. Arunachalam vd. (1999) C_{mic} un toprak organik karbonundan yoğun etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Bitki örtüsü bakımından toplam organik karbon ve organik maddenin anlamlı değişim göstermediği çalışmamızda, yoğun bir şekilde üst toprakta C_{mic} ile C_{mic}/C_{org} arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.

C_{mic}/C_{org} oranı alınabilir substrat ve toprak organik karbonunun mikrobiyal hücrelerdeki kısmı olarak yorumlanır (Yang vd., 2010). Çalışmamızda C_{mic}/C_{org} oranlarının değerleri bitki örtülerinin ve mevsimsel değişiminin C_{mic} daki durumu ile benzerlik göstermektedir. Yani mevsim ve bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılıklar ve bu değişimlerin yönü C_{mic} ile benzer çıkmıştır. Bu benzerlik, C_{mic} ile C_{mic}/C_{org} arasındaki pozitif anlamlı ilişkiler ve organik karbonun da mevsim ve bitki örtüsü bakımından anlamlı değişim göstermemesi, C_{mic} un değişiminin organik karbondan ziyade bu çalışmada substrat alınabilirliğine bağlı olabileceğini göstermektedir. Çalışmamızda ayrıca vejetasyonun C_{mic}/C_{org} oranını önemli bir şekilde etkilediği söylenebilir. Ancak bulduğumuz değerler diğer bir kısım çalışmalara nisbeten düşük çıkmıştır (%0,27-5 Ilıman ekosistem, Anderson ve Domsch 1986 ; %3,5-5,3 amazon çayır orman, Luizao vd., 1992; %0,01-1,8 çam ormanı, Arunachalam vd., 1999). Orman topraklarındaki düşük C_{mic}/C_{org} oranı 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 (Bolat, 2007). Nitekim Bauhus vd. (1998)'de C_{mic}/C_{org} oranındaki azalışın substrat niteliğindeki bir azalışı ifade ettiğini vurgulamaktadır. Ayrıca düşük olması mikrobiyal immobilizasyonun engellendiği şeklinde yorumlanabilir, yüksek olması ise karışık bitki türlerinin neticesinde daha farklılaşmış organik substrat üretimi ile açıklanabilir (Yang vd., 2010). Ravindran ve Yang (2014) üç vejetasyonda(ladin, hemlock, çayır) C_{mic} ile C_{org} arasında pozitif korelasyon, bir de ladin alanında çayırıktan daha yüksek C_{mic}/C_{org} bulmuşlar ve bu oranın ladin alanında daha fazla C immobilizasyonu olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bu oran aynı zamanda, toprak koşullarının değişiminden dolayı organik maddenin ilerideki değişimi (Sparling, 1992) ve farklı organik madde içeriğine sahip toprakların kalite parametrelerinin kıyaslanmasında (Joergensen ve Scheu, 1999) kullanılır.

5.4.3 Mikrobiyal Biyokütle Azota (N_{mic}) İlişkin tartışma

Çalışmamızda mikrobiyal biyokütle azot (N_{mic}) ortalama değerleri; genç ladin meşceresinde üst toprakta $168,73 \mu\text{g g}^{-1}$, alt toprakta $75,03 \mu\text{g g}^{-1}$, ormangülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde üst toprakta $205,45 \mu\text{g g}^{-1}$, alt toprakta $78,39 \mu\text{g g}^{-1}$, yaşlı ladin meşceresinde üst toprakta $179,93 \mu\text{g g}^{-1}$, alt toprakta $58,91 \mu\text{g g}^{-1}$, çayırılık alanda ise üst toprakta $229,84 \mu\text{g g}^{-1}$, alt toprakta $61,18 \mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuştur.

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 aktivitenin çoğunluğunun merkezi konumundadır. Organik C, N, P, S \leftrightarrow Mikrobiyal Biyokütle \leftrightarrow CO_2 , mineral N, mineral P, mineral S eşitliğinden de anlaşılmaktadır ki; mikrobiyal biyokütle sayesinde organik halde bulunanlar mineral haline, mineral halde bulunanlarda organik haline geçerek birbirilerine karşılıklı dönüşebilmektedir. Bundan dolayı toprak içerisindeki biyolojik aktiviteyi anlamak için mikrobiyal biyokütle bilgisine sahip olunmalıdır.

Yapılan çalışmalarda, mikrobiyal biyokütle N değerinin geniş yapraklı ormanlarda $132-240 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında, herdem yeşil ormanlarda $42-242 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında (Diaz-Ravina vd., 1988), iğne yapraklı ormanlarda $52-125 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında (Martikainen ve Palojarvi, 1990) ve gençlik çağında olan subtropikal ormanlarda $57.7-123.85 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında (Maithani vd., 1996) değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Bir başka çalışmada farklı meşcere yaşı, toprak tipi ve ağaç türleri altındaki toprakların mikrobiyal biyokütle N (N_{mic}) içeriğinin $27-107 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir (Bauhus vd., 1998).

Yapılan bir çalışmada mikrobiyal azot miktarı ile C_{mic} , C_{org} ve N_{org} miktarları arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur (Maithani vd., 1996).

Çalışmada mikrobiyal N ve C arasındaki pozitif anlamlı ilişki ormanlaşmada bunların birbiri ile bağımlı olduklarını göstermekte olduğu ve sonuçta, ekosistemin toparlanması yolunda toprakta kademeli bir mikrobiyal C ve N birikimleri olduğu belirtilmektedir. Ayrıca mikrobiyal C ve N ile organik karbon ve azot arasındaki anlamlı pozitif ilişkinin, mikrobiyal biyokütle ile besin maddesi havuzu durumu arasında yakın ilişki olduğunun göstergesi olduğu belirtilmektedir. Çalışmamızda da mikrobiyal azot miktarı ile C_{mic} , C_{org} ve N_{total} miktarları arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Malchair ve Carnol (2009) ladin meşceresinde mikrobiyal azot ile mineralize azot arasında pozitif anlamlı ilişki bulmuşlardır.

Carletti vd. (2009) farklı yaşlı ladin ormanlarında yaptıkları çalışmada asit ana materyalin olduğu alanlarda daha düşük mikrobiyal azot bulmuşlardır. Yaptığımız çalışmada Ekim döneminde mikrobiyal azot ile pH değerleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Carletti vd. (2009) bu durumu, ayrışmamış maddenin uygun olmayan asit koşullara neden olmasıyla bakteri gelişiminin bozulması ve bazik topraktaki organik içeriğin bakteri gelişiminde sarf edilmesi ile daha yüksek mikrobiyal biyokütle ortaya çıkması şeklinde açıklamışlardır.

Carletti vd. (2009) farklı yaşlı ladin ormanlarında yaptıkları çalışmada güz döneminde olgunluk çağındaki saf yaşlı ladin sahasında en yüksek, gençlik sahasında ise en düşük mikrobiyal N içeriği bulmuşlardır.

Yapılan bir çalışmada mikrobiyal azot miktarı 16 yaşlı meşcerede 0-10 cm derinlikte ortalama $123 \mu\text{g g}^{-1}$, 10-20 cm derinlikte $70 \mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuştur (Maithani vd., 1996). Aponte vd. (2010) ormanlık ve ağaçlık arazide bitki örtüsü tipi ve mevsim bakımından da değerlendirdiği çalışmada mikrobiyal azot değerini 0-8 cm olan üst toprakta 8-16 cm olan alt topraktan daha fazla bulmuştur. Yang vd. (2003) ladin ormanında mevsimsel olarak da değerlendirdiği çalışmada üst topraktaki (0-20 cm) mikrobiyal azot miktarını ($184,12 \mu\text{g g}^{-1}$) alt topraktaki (21-40 cm) miktardan ($132,62 \mu\text{g g}^{-1}$) daha fazla ve anlamlı olarak farklı bulmuştur. Yang vd. (2010) doğal orman ve plantasyon alanlarında yaptıkları çalışmada N_{mic} bakımından derinlik kademeleri (0-15/15-30) arasında anlamlı farklılık ve üst toprakta daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Ravindran ve Yang (2014) yine toprak derinliği arttıkça (0-5, 6-20 ve 20-40 cm) N_{mic} miktarının da azaldığını

belirtmişlerdir. N_{mic} un üst toprakta fazla olması, bunun organik madde ve oksijen alınabilirliği ile pozitif ilişkilerinden dolayıdır (Idol vd. 2002)

Yaptığımız çalışmada mikrobiyal biyokütle N (N_{mic}) değerleri Ekim'de çayırılık alanda ve Temmuz'da orman gülü diri örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde daha yüksek çıkmıştır. N_{mic} değerlerinde bitki örtüsü bakımından sadece Ekim döneminde alt toprakta anlamlı farklılık görülmektedir.

Aponte vd. (2010) yaptığı çalışmada mikrobiyal azot değerinin; bahar sezonunda orman durumu(ormanlık-ağaçlık) ve bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılıklar olduğunu bulmuştur. Yang vd. (2010) mevsim ve derinliğe göre yaptıkları çalışmada doğal orman alanlarında plantasyon sahalarından daha yüksek N_{mic} değerleri bulmuşlar ve bu farkın anlamlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Farklı orman tiplerinin incelendiği bir çalışmada ortalama en yüksek N_{mic} değeri meşe ormanında ($134.0 \mu\text{g g}^{-1}$) daha sonra karışık ormanda ($97.1 \mu\text{g g}^{-1}$) ve ceviz ormanında ($74.0 \mu\text{g g}^{-1}$) bulunmuştur (Zhu vd., 2009). Hemlock, Ladin ve çayırılık alanlardan seçilen üç vejetasyon tipinde yapılan bir çalışmada Ladin ormanında ($74-233 \mu\text{g g}^{-1}$) çayırılık alandan ($48-176 \mu\text{g g}^{-1}$) daha fazla N_{mic} bulunmuştur. Ravindran ve Yang (2014) bu çalışmalarında yine N_{mic} in de ladinde daha fazla olmasını yüksek ağaç yoğunluğu ve daha fazla organik madde olmasına bağlamaktadır. Çayırdaki düşüklüğü de yine; bu alanda bitki örtüsü açıklikler ve etkin toprak tabakasının erozyonla kaybolması ve dolayısı ile yaprak ölü örtüsünün az ve pH'nın yüksek olmasına bağlamaktadırlar. Vejetasyon tipinin etkisinin izahında pek çok faktör önerilmektedir (Hackl vd., 2004). Mesela, organik madde ve kök tipi farklılığından dolayı ve besin maddesinin hususiyeti ile ilgili substrat girdisinin miktar ve kalitesindeki farklılıklar toprak mikrobiyal biyokütleyi etkileyen önemli etmenler olabilir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda mikrobiyal biyokütle N içeriğinde görülen bu değişkenlik büyük bir olasılıkla çalışmaların yapıldığı alanlardaki iklim tiplerinin, arazi kullanım biçimlerinin, toprak tiplerinin ve özelliklerinin, vejetasyonun ve ölü örtü cinsinin farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Yaptığımız çalışmada mikrobiyal azotun organik madde, organik karbon toplam karbon, toplam azot, N_{mic}/N_{total} oranı ile pozitif anlamlı ilişkileri

bulunmuştur. Bu durum toprakta mikrobiyal biyokütlenin organik madde varlığına bağlı olduğunu ve mikrobiyal biyokütlenin de karbon ve azot stokunu etkileyebildiğini gösterebilir. Ayrıca organik maddenin zaman ve vejetasyon bakımından değişim göstermemesi ve toplam azotun değişmesiyle, mikrobiyal biyokütlenin bu alanlarda organik ve mineral azotun alınabilirliği ve kalitesine bağlı değişim gösterdiği söylenebilir.

5.4.4 N_{mic}/N_{total} Oranlarına İlişkin Tartışma

Yaptığımız çalışmada N_{mic}/N_{total} oranları en fazla yaşlı ladin meşçeresinde bulunmuş, diğer alanlarda ise yakın ancak çayırılık alanda en düşük değerler bulunmuştur. Bu bitki örtüsü bakımından farklılık Temmuz dönemi üst topraklarında anlamlı çıkmıştır. Çalışmamızda N_{mic}/N_{total} oranlarında, tüm ladin meşçerelerinin üst topraklarında mevsim bakımından anlamlı değişim görülmüştür ve bu değişimin Temmuz'dan Ekim'e düşüş şeklinde olduğu görülmüştür. Derinlik bakımından farklılık ise iki yaşlı ladin meşçeresinde Temmuz döneminde, genç ladin meşçeresi ve çayırılık alanda ise Ekim döneminde görülmüştür. Bu değişimin de yaşlı meşçerelerde ve çayırılık alanda derinliğe bağlı azalış ve genç ladin meşçeresinde artış olarak görülmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen N_{mic}/N_{total} oranları Priha ve Smolander (1997) tarafından ılıman kuşak ormanları için belirlenen(% 2.0–8.0) aralığın içerisinde yer almaktadır.

N_{mic}/N_{total} oranının orman alanında, çayır alanından yüksek çıkması makro ve mikroflora yönünden orman alanın daha zengin olmasından kaynaklanabilir (Bolat, 2007). Bauhus vd. (1998)'ne göre C_{mic}/C_{org} oranında olduğu gibi N_{mic}/N_{total} oranındaki azalış substrat niteliğindeki bir azalışı ifade etmektedir. Bununla birlikte N_{mic}/N_{total} oranındaki bir artış ise azot eksikliğini belirtmektedir. Bu durumda; toprak azotunun büyük bir kısmının toprak canlıları tarafından fikse edilmiş olabileceği çalışmada vurgulanmaktadır. Ayrıca çalışmada farklı meşçere yaşı, toprak tipi ve ağaç türleri altındaki toprakların N_{mic}/N_{total} oranının % 2.3 ile 6.0 arasında değiştiği ifade edilmektedir.

Yapılan diğerk bir çalışmada, N_{mic}/N_{total} oranı kayın ormanında % 2.41, iğneyapraklı orman alanında % 2.17 olarak bulunmuş ve aralarında istatistiki olarak fark olduğu belirtilmiştir (Zhong ve Makeschin, 2006). Yang vd. (2010) N_{mic}/N_{total} oranının üzerinde orman tipi ve mevsimin anlamlı etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Ravindran ve Yang (2014) üç farklı vejetasyonda N_{mic} ile N_{tot} arasında pozitif korelasyon, bir de ladin alanında çayırlıktan daha yüksek N_{mic}/N_{total} bulmuşlar ve bu oranın ladin alanında daha fazla N immobilizasyonu olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir. Düşük N_{mic}/N_{total} düşük organik maddeden kaynaklanabilir (Jones vd. 2008). Bitki örtüleri arasındaki substrat miktarı farkının N_{mic} farklılığına neden olduğunu N_{mic} ve N_{tot} arasındaki pozitif korelasyon gösterebilir (Ravindran ve Yang, 2014).

5.4.5 C_{mic}/N_{mic} Oranlarına İlişkin Tartışma

C_{mic}/N_{mic} oranı mikrobiyal toplumların yapı ve durumunu tanımlar. Eğer bu oran 3-5 arasında ise bakterilerin baskın olduğunu, 10-15 arasında ise fungusların baskın olduğunu gösterir (Ravindran ve Yang, 2014). Çalışmamızda bulunan C_{mic}/N_{mic} oranlarının ortalamaları 2,45 ile 6,16 arasında değişmektedir. Dolayısı ile çalışmamızdaki alanlarda bakteri topluluklarının baskın olduğunu söyleyebiliriz. Bu oranın göstergeliğini teyiden üst topraklarda bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık görülmektedir. Bu oranlarda mevsim bakımında orman gülü diri, örtüsü olan yaşlı ladin meşceresinde ve çayırlık alandaki üst topraklarda anlamlı değişimi olmuştur.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Araştırma alanının topraklarının kum ve kil içeriklerindeki değişim, genelde derinlik kademesi artışında kum miktarında azalma ve kil miktarında artış şeklinde görülmüştür. Bu durum yağışın oldukça fazla olduğu bu alanda üst toprağın yıkanması ile alt toprakta kil birikmesinin bir sonucu olabilir. Bitki örtüleri bakımından kum ve kil miktarında alt toprakta anlamlı farklılık görülürken kum miktarı en fazla orman gülü kaplı yaşlı ladin meşceresinde üst toprakta, en düşük çayırılık alanda alt toprakta çıkmıştır. Kil miktarı için ise tam tersi durum söz konusudur. Toprak tekstürü genelde kumlu balçık olup kum oranları çalışma alanı ve ladin ile ilgili birçok çalışmaya göre yüksek çıkmıştır.
2. İncelenen toprakların pH değerleri genelde, mevsimler bakımından farklı çıkmamış, bitki örtüsüne göre Temmuz döneminde üst toprakta, Ekim döneminde alt toprakta anlamlı farklılık bulunmuştur. Derinlik değişimi ile çok küçük artış veya azalışlar (anlamlı olmayan) görülmüştür. Bütün alanlarda iki mevsim boyunca her iki derinlik kademesinde şiddetli asit karakterli topraklar olduğu sonucu çıkmaktadır. Ladin ile ilgili yapılmış birçok çalışmadaki değerlere yakın pH değerleri bulunmuştur.
3. Araştırma alanı topraklarının organik madde içerikleri mevsimler ve bitki örtüsü bakımından anlamlı değişim göstermemiştir. Organik madde ile oransal ilişkisi olan organik karbonda da benzer durum söz konusudur. Organik madde ve organik karbonun her ikisinin toplam azot ve toplam karbonla anlamlı artış şeklinde ilişkileri görülmüştür. Derinlik kademesi artışı ile de organik madde miktarında azalış şeklinde anlamlı değişim görülmüştür. Bu değişimde üst toprağın ölü örtü ile etkileşimi söz konusu olmaktadır.
Toplam karbon değerleri ise bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık göstermiş ve orman gülü diri örtüsü kaplı yaşlı ladin meşceresinde en yüksek çıkmıştır. Örneklem zamanı bakımından ladin meşcerelerinde anlamlı değişim olmuş ve güz döneminde artış olmuştur. Bu durum ölü örtü potansiyeli fazla olan bu alanlarda vejetasyon dönemi boyunca toprağa önemli miktarda karbon kazandırıldığını gösterebilir. Toplam karbonda da derinlik artışı ile miktarında azalma şeklinde anlamlı değişim görülmüştür.

Ayrıca toplam karbon ve organik karbondaki mevsim ve vejetasyonlardaki farklı değişimleri, bitki örtülerinin ölü örtü miktar ve kalitelerine de bağlı olarak ayrışma koşullarının farklılığından ileri gelebilir.

4. Çalışmada incelenen toprakların toplam azot miktarları Temmuzda üst toprakta bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılık göstermiş ve en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. Bu durum çayırılık alandaki ölü örtü miktar ve kalitesi ile ayrışma hızından kaynaklanabilir. Ayrıca Genç ladin meşçeresinin üst toprağında mevsim bakımından anlamlı değişim görülmüş ve güzde artış olmuştur ve bu dönemde toplam azotun ayrışma hızını gösteren oran (C_{org}/N_{total}) ile ters ilişkisi olduğu ve azotun substrat kullanılabilirliğini gösteren oran (N_{mic}/N_{total}) ile pozitif anlamlı ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu durum vejetasyon sonunda biriken ölü örtüden toprağa geçen azotun veya mineralize olmuş mobil azotun artmasının sonucu olabilir. Toplam azot miktarında da derinlik bakımından anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu durum da yine üst toprağın ölü örtü ile etkileşiminden kaynaklanabilir.
5. Bitki örtüsü bakımından anlamlı farklılığın bulunduğu kılcal kök kütlesi en fazla çayırılık alanda çıkmış ve bu durum toprağı tamamen örten çayır vejetasyonunun besin maddesi alımı için toprak taneciklerinin arasına yoğun bir şekilde nüfuz etmesinden kaynaklanabilir. Kılcal kök durumunun toprak solunumu ile doğrudan ilişkisini gösteren bir korelasyon bulunamamış ancak kök örnekleme döneminde en fazla solunum çayırılık alanda bulunmuş.
6. Yapılan çalışmada elde edilen bulgulara göre mikrobiyal biyokütle C değerleri ortalama olarak en fazla orman gülü kaplı yaşlı ladin meşçeresinde daha sonra sırası ile çayırılık alanda, yaşlı ladin meşçeresinde ve genç ladin meşçeresinde bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda olduğu gibi derinlik kademesi artışı ile mikrobiyal karbon miktarı her bitki örtüsünün iki döneminde belirgin bir azalış şeklinde değişim göstermiştir. Mikrobiyal biyokütle C değerleri mevsimlere göre belirgin değişim göstermiş, yazdan güze yaşlı ladin meşçeresinde anlamlı bir şekilde azalma çayırılık alanda ise artış olmuştur. Bu değişimler alanlardaki solunum ve alınabilir substrat ile kılcal kökten hâsıl olan çözünebilir organik karbon miktarına bağlı olabilir.

Genç ladin meşcerelerindeki mikrobiyal karbon miktarı yaşlı meşcerelerin düzeyinden düşük olması; gençleştirme sonrası muhtemel artış veya azalışın sonra uzun veya kısa vadede toprakta karbon girdisini devamlı kılacak şartların sağlanmasına rağmen bu organik maddenin kullanılabilirliğinde yani karbonun döngüsünde sıkıntı olduğunu göstermektedir. Müdahale sonrası kesim artıklarının alanda bırakılması ve kök artıklarının toprak içinde kalması, açılan alana tohumla, dikimle devamlı canlı vejetasyon gelmesi gibi uygulamalar ile substrat miktarı ve alınabilirliği için olumlu şartlar sağlanabilir.

Çalışmamızda mikrobiyal biyokütle karbon durumu organik madde varlığına ve daha ziyade substrat alınabilirliğine bağlı olduğu ortaya çıkmıştır

7. İncelenen toprakların mikrobiyal biyokütle N ortalama değerleri çayırılık alanda yüksek çıkmıştır. Diğer çalışmalarda olduğu gibi derinlik kademesi atışı ile mikrobiyal azotta belirgin bir azalış görülmüştür. Mikrobiyal azot değerleri mevsimlere ve bitki örtülerine göre anlamlı bir değişim göstermemiş; en yüksek değerler yaz döneminde orman gülü kaplı yaşlı ladin meşceresinde, günde ise çayırılık alanda bulunmuştur. Ladin meşcerelerinin hepsinde yaz döneminden güz dönemine düşüş görülmüştür.
8. Orman topraklarında gübreleme zor ve pahalı olmasından en ekonomik, hızlı ve kolay besin maddesi girdisi ağaçlar başta olmak üzere diğer otsu ve odunsu türlerin organik artıkları (yaprak dökümü vs.) ile yapılmaktadır. Toprak mikrobiyal biyokütlesinin hem bu organik madde girdisi miktarı ile hem de bunun bitkiye alınabilir hale getirilmesi ile çok sıkı ilişkisi vardır. Yaptığımız çalışmada mikrobiyal biyokütle bakımından genç ladin meşcereleri diğer alanlardan daha düşüktür. Burada substrat alınabilirliği ile organik maddenin mikrobiyal havuza katılması ve mikrobiyal biyokütle havuzundaki besin elementlerinin döngüye katılması asıl önemli noktadır. Dolayısı ile gençleştirmenin başarılı olması bitki örtüsü ve mevsime göre toprak verimliliği mikrobiyal biyokütlenin hem miktarının artmasına (en azından belli düzeyde kalmasına) hem de aktivitesinin devamına bağlıdır. Yani mikrobiyal havuza ayrılan madde akışı sağlandığı gibi bu havuzdan da toprağa besin maddesi akışı sağlanmalıdır. Çalışma alanımızdaki duruma bakacak olursak genç ladin meşcerelerinde sıkıntı görülmektedir.

9. Sonuç olarak araştırma alanında vejetasyon periyodu sonunda toprağın karbon ve azot stokunda artış olabildiği ve organik maddenin düzeyinin stabil olduğu ancak bunun mikroorganizmaların faaliyeti ile dönüşümü ise substrat kalitesi ve alınabilirliğine bağlı olduğu görülmektedir.

O halde şunu önerebiliriz ki gençleştirme çalışmalarında alanda organik madde girdisinin devamlılığını dolayısı ile mikrobiyal biyokütlenin artmasını sağlayacak –kesim artıklarını ve kök kalıntılarını toprakta bırakma gibi uygulamalar yerinde olacaktır. Ayrıca gerek gençliğin alana gelmesi sırasında gerekse olgunluk çağına kadar mikrobiyal aktiviteyi önleyecek diri örtünün uzaklaştırılması gereklidir. Ancak bitkisel biyoçeşitliliğin de mikrobiyal aktivite ve biyokütleyi arttırabileceği göz ardı edilmemelidir. Yine gençleştirme ve bakım çalışmalarındaki silvikültürel yöntemlerin seçiminde, mikrobiyal aktiviteye olumlu etki yapacak yani toprağa gelen ışık ve nem miktarını dengede tutacak şekilde dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bu tip çalışmalar daha başka mikrobiyolojik ve biyokimyasal indekslerle genişletilerek ladin ekosistemlerinin yönetimi ve toprak kalitesi hakkında bilgiler kazandırılabilir.

KAYNAKLAR

- Acton, D., F., and Gregorich, E., G., 1995. Executive summary. In: The Health of Our Soils. Towards Sustainable Agriculture in Canada. Acton, D. F. and Gregorich, E. G. (eds.). Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch Agriculture and Agri-food Canada.
- Akalp, T., 1978. Türkiye’de Doğu Ladini ormanlarında Hasılat Araştırmaları,İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No.261. İstanbul.
- Akbaş, M., Tüfekçioğlu, A., and Küçük, M., 2013. Change of Soil Respiration Among Different Vegetations-Results by the Year of 2012, International Caucasian Forestry Symposium, Artvin-Turkey, pp. 90-96
- Akgül, E., 1975. Türkiye’de Doğu Ladininin Yayılış Sahası topraklarında Tespit Edilen Başlıca Özelliklerle Bunlar Arasındaki İlişkiler. Or. Araşt. Enst. Teknik Bülten Seri No: 71.
- Anderson, T., H., and Domsch, K., H., 1986. Carbon assimilation and microbial activity in soil. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Vol.149, pp. 457–468.
- Anderson, J., M., and Ingram, J., S., I., 1996. Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods, Second Edition, Cab International Wallingford, UK, pp. 221.
- Anonim, 1971, Harita Genel Müdürlüğü, Artvin F47-c1, 1/25000 Ölçekli Harita
- Anonim, 1990, Cu-Pb-Zn Aramaları Artvin Projesi MTA, Trabzon
- Anonim, 1998, Artvin İli Meteoroloji İl Müdürlüğü İklim Verileri
- Aponte, C., Marañón, T., García, LV., (2010) Microbial C, N and P in soils of Mediterranean oak forests: influence of season, canopy cover and soil depth. Biogeochemistry 101:77–92.
- Arunachalam, K., Arunachalam, A., and Melkania, N., P., 1999. Influence of soil properties on microbial populations, activity and biomass in humid subtropical mountainous ecosystems of India. Biology and Fertility of Soils, Vol.30, pp. 217–223.
- Atalay, İ., 1983. Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları. No: 19 Ticaret Matbaacılık T.A.Ş. İzmir 1983.
- Atalay, İ., 1984. Doğu Ladini Tohum Transfer Rejyonlaması. Or. Ağ ve Tohum Islah Enst.Yayın No:2.
- Bauhus, J., Pare, D., 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 Biol Biochem 1998;30:1077e89.

- Baykara, M., 2013. Atasu-Galyan Baraj Havzasında Farklı Arazi Kullanım Biçimlerinin Agregat Stabilitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 74 s.
- Bolat, İ., 2007. Farklı Arazi Kullanım Biçimlerinin Toprağın Mikrobiyal biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) içeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 104 s.
- Bolat, İ., 2011. 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. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 396 s.
- Bonmati, M., Ceccanti, B., Nannipieri, P., 1991. Spatial variability of phosphatase, urease, protease, organic carbon and total nitrogen in soil. *Soil Biol Biochem* 23 :391–396
- Broeckling, C.D., Broz, A.K., Bergelson, J., Manter, D.K., Vivanco, J.M., 2008. Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity. *Appl Environ Microbiol*, 74:738e44.
- Brookes, P. C., Landman, A., Pruden, G. and Jenkinson, D. S., 1985. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.17, pp. 837–842.
- Brookes, P., 2001. The Soil Microbial Biomass: Concept, Measurement and Applications in Soil Ecosystem Research, *Microbes and Environments*, Vol.16, No. 3, pp. 131-140.
- Carletti, P., Vendramin, E., Pizzeghello D., Concheri, G., Zanella, A., Nardi, S., Squartini, A., 2009. Soil humic compounds and microbial communities in six spruce forests as function of parent material, slope aspect and stand age. *Plant soil*, 315, 47-65
- Carter, MR., 1986. Microbial biomass and mineralizable nitrogen in Solonchak soils: influence of gypsum and lime amendments. *Soil Biol Biochem*;18:531e7.
- Casida, L.E., 1977. Microbial metabolic activity in soil as measured by dehydrogenase determinations. *Appl Environ Microbiol* 34:630–636
- Chen, X.W., Li, B.L., 2003. Change in soil carbon and nutrient storage after human disturbance of a primary Korean pine forest in Northeast China. *For Ecol Manage* 186:197–206.
- Chen, C.R., Condon, L.M., Davis, M.R., ve Sherlock, R.R., 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.
- Christensen, M., 1989. A View of Fungal Ecology. *Mycologia*, Vol.81 (1), pp. 1–19.

- Cleveland, C. C., Townsend, A. R., Constance, B. C., Ley, R. E. and Steven, K. S., 2004. Soil Microbial Dynamics in Costa Rica: Seasonal and Biogeochemical Constraints. *Biotropica*, Vol.36 (2), pp. 184–195.
- Çepel, N., 1988. Orman Ekolojisi. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İÜ Yayın No. 3518, O.F. Yayın No. 399, İstanbul, 536 s.
- Dalal, R.C., 1998. Soil microbial biomass - what do the numbers really mean? *Aust. J. Exp. Agric.*, 38: 649–665
- Demirci, S., 2008. Farklı Arazi Kullanımlarında Agregatlara Bağlı Karbon İle Biyolojik Karbon Ve Azot Fraksiyonlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Tokat, 38 s.
- Diaz-Ravina, M., Caraballas, T. and Acea, M. J., 1988. Microbial biomass and activity in four acid soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.20, pp. 817–823.
- Doğan, Y., 2012. Artvin-Kafkasör Yöresi Yaşlı ve Genç Ladin Meşcerelerinde ve Bitişindeki Çayırılık Alanlardaki Azot Mineralizasyonunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 75 s.
- Doran, J.W., 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. *Biol. Fertil. Soils*, 5: 68–75
- Doran, J. W. and Parkin, T. B., 1994. Defining and assessing soil quality. pp. 3–21. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., and Stewart, B. A. (eds.). Soil Science Society of America Special Publication, Number.35, pp. 244.
- Du, Z., Wang, W., Zeng, W. and Zeng, H., 2014. Nitrogen Deposition Enhances Carbon Sequestration by Plantations in Northern China. *PLoS ONE* 9(2): e87975.
- Duman, A., 2008. Artvin-Hatilla Yöresindeki Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Ölü Örtü Ayrışması ve Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Eissenstat, D.M., Yanai, R.D., 1997. The ecology of root life span. In: *Advances in ecological resource* (Ed. M. Begon ve A.H. Fitter). s. 1-59. Academic Press, New York.
- Feng, W.T., Zou, X.M., Schaefer, D., 2009. Above- and belowground carbon inputs affect seasonal variations of soil microbial biomass in a subtropical monsoon forest of southwest China. *Soil Biol Biochem* 41:978–83.
- Fisk, M.G., Fahey, T.J., Groffman, P.M., Bohlen, P.J., 2004. Earthworm invasion, fine-root distributions, and soil respiration in North temperate forests. *Ecosystems* 7:55–62.

- Gestel, M.V., Merckx, R., Vlassak, K., 1993. Microbial biomass and activity in soils with fluctuating water contents. *Geoderma*. 56: 617e26.
- Giddens, K. M., Parfitt, R. L. and Percival, H. J., 1997. Comparison of some soil properties under *Pinus radiata* and improved pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol.40, pp. 409–416.
- Groffman, P.M., McDowell, W.H., Myers, J.C., et al., 2001. Soil microbial biomass and activity in tropical riparian forests. *Soil Biol Biochem* 33:1339–48.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, s.225.
- Güner, S., 2000. Artvin-Genya Dağ'ındaki Orman Toplulukları ve Silvikültürel Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Hackl, E., Bachmann, G., Zechmeister-Boltenstern, S., 2004. Microbial nitrogen turnover in soils under different types of natural forest. *For Ecol Manage* 188:101–12.
- Halvorson, J. J., Smith, J. L. and Papendick, R. I., 1997. Issues of scale for evaluating soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol.52, pp. 26–30.
- Haubensak, K. A., Harta, S. C. and Stark, J. M., 2002. Influences of chloroform exposure time and soil water content on C and N release in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.34, pp. 1549–1562.
- Hernot, J. and Robertson, G. P., 1994. Vegetation removal in two soils of the humid tropics: effect on microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.26, pp. 111–116.
- Horwath, W. R. and Paul, E. A., 1994. Microbial biomass. In: Weaver, R.W., Angle, J.S., Bottomley, P.S. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties*, Soil Science Society of America Book Series, Vol.5, pp. 753–773.
- Idol, T.W., Pope, P.E., Ponder, F., 2002. Changes in microbial nitrogen across a 100-year chronosequence of upland hardwood forests. *Soil Sci Soc Am J*. 66:1662e8.
- Insam, H., Parkinson, D., Domsch, K.H., 1989. Influence of macroclimate on soil microbial biomass. *Soil Biol Biochem*. 21:211e21.
- Insam, H., 2001. Developments in soil microbiology since the mid. *Geoderma*. 100:389e402.
- Jenkinson, D. S., and Ladd, J. N., 1981. Microbial Biomass in Soil Measurement and Turnover. In *Soil Biochemistry*, ed: Paul E.A., Ladds J.N., Vol 5, Marcel Dekker, Newyork, pp 415-471.

- Jin, H., Sun, O.J., Liu, J., 2010. Changes in soil microbial biomass and community structure with addition of contrasting types of plant litter in a semiarid grassland ecosystem. *J Plant Ecol.* In press.
- Joergensen, R.G., Scheu, S., 1999. Depth gradients of microbial and chemical properties in moder soils under beech and spruce. *Pedobiologia* 43:134–44.
- Jones, D.L., Hughes, L.T., Murphy, D.V., et al., 2008. Dissolved organic carbon and nitrogen dynamics in temperate coniferous forest plantations. *Eur J Soil Sci* 59:1038–48.
- Kantarçı, M. D., 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., and 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. Bartın ili orman ve tarım topraklarının mikrobiyal biyokütle C (Cmic) ve N (Nmic) içerikleri. *Ekoloji*, 69: 32–40.
- Kayacık, H., 1960. Doğu Ladininin Coğrafi Yayılışı, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, b. 10(2).
- Kennedy, A. C., and Papendick, R. I., 1995. Microbial characteristics of soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol.50, pp.243–248.
- Khomutova, T. E., Shirshova, L. T., Tinz, S., Rolland, W. and Richter, J., 2000. Mobilization of DOC from sandy loamy soils under different land use (Lower Saxony, Germany). *Plant and Soil*, Vol.219, pp. 13–19.
- Kujur, M., Patel, A.K., 2012. Quantifying the contribution of different soil properties on microbial biomass carbon, nitrogen and phosphorous in dry tropical ecosystem. *Intern J Environ Sci.*, 2:2272e84.
- Lee, M.S., Nakane, K., Nakatsubo, T., Koizumi, H., 2003. Seasonal changes in the contribution of root respiration to total soil respiration in a cool-temperate deciduous forest. *Plant Soil* 255:311–318.
- Liu, X.M., Li, Q., Liang, W.J., Jiang, Y., 2008. Distribution of soil enzyme activities and microbial biomass along a latitudinal gradient in farmlands of Songliao plain, northeast China. *Pedosphere*. 18:431e40.
- Luizao, R. C. C., Bonde, T. A. and Rosswall, T., 1992. Seasonal variation of microbial biomass the effect of clear felling in a tropical rainforest and establishment of pasture of clearfelling in a tropical rain forest and establishment of pasture in the Central Amazon. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 24, pp. 805–813.
- Lundgren, B., 1982. Bacteria in a pine forest soil as affected by clear-cutting. *Soil Biology and Biochemistry*, 14:6, 537-542

- Maithani, K., Tripathi, R.S., Arunachalam, A., and Pandey, H.,N 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.
- Malchair, S., Carnol, M., 2009. Microbial biomass and C and N transformations in forest floors under European beech, sessile oak, Norway spruce and Douglas-fir at four temperate forest sites. *Soil Biol Biochem* 41:831–839
- Manzoni, S., Taylor, P., Richter, A., Porporato, A., Agren, G.I., 2012. Environmental and stoichiometric controls on microbial carbon-use efficiency in soils. *New Phytologist* 196: 79–91.
- Marshall, V.G., 2000. Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. *Forest Ecology and Management*, Volume 133, Issues 1–2, 1 Pages 43–60
- Martikainen, P. J. and 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*, Vol.22, pp. 297–802.
- McGill, M.B., Gannon, K.R., Robertson, J.A., et al., 1986. Dynamics of soil microbial biomass and water soluble organic C in Breton L after 50 years of cropping to two rotation. *Can J Soil Sci* 66:1–19.
- Morris, S.J., Boerner, R.E.J., 1997. Interactive influences of silvicultural management and soil chemistry upon soil microbial abundance and nitrogen mineralization. *Forest Ecology and Management*, Volume 103, Issues 2–3, 20 April 1998, Pages 129–139
- Nicolardot, B., Fauvet, G., Cheneby, D., 1994. Carbon and nitrogen cycling through soil microbial biomass at various temperatures. *Soil Biol Biochem.*, 26:253e61.
- Nielsen, M. N. and Winding, A., 2002. Microorganisms as Indicators of Soil health. National Environmental Research Institute, Denmark. Technical Report No. 388, 84 pp.
- Orchard, V.A., Cook, F.J., 1983. Relationship between soil respiration and soil moisture. *Soil Biol Biochem* 15: 447–453.
- Pankhurst, C. E., Hawke, B. G., McDonald, H. J., Kirkby, C. A., Buckerfield, J. C., Michelsen, P., O'Brien, K. A, Gupta, V. V. S. R. and Doube, B. M., 1995. Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Vol.35, pp. 1015–1028.
- Pankhurst, C. E., Doube, B. M. and Gupta, V. V. S. R., 1997. Biological indicators of soil health: Synthesis. In: *Biological Indicators of Soil Health*. Pankhurst, C. E., Doube, B. M., and Gupta, V. V. S. R. (eds.). CAB International, pp. 419–435.
- Parkin, T.B., Doran, J.W., and Franco-Wizcaino, E., 1996. Field and laboratory tests of soil respiration. In: *Methods for Assessing Soil Quality*. Eds. J.W. Doran and A.J.

- Jones. Soil Science Society of America special publication n. 49, Madison, Wisconsin, USA.
- Parkinson, D., and Coleman, D. C., 1991. Microbial communities, activity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol.34, pp 3–33.
- Parr, J. F., Papendick, R. I., Hornick, S. B. and Meyer, R. E., 1992. Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol.7, pp. 5–11.
- Pietikäinen, J., Fritze, H., 1994. Clear-cutting and prescribed burning in coniferous forest: Comparison of effects on soil fungal and total microbial biomass, respiration activity and nitrification. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 27, Issue 1, January 1995, Pages 101–109
- Prescot, C.E., 1997. Effects of clearcutting and alternative silvicultural systems on rates of decomposition and nitrogen mineralization in a coastal montane coniferous forest. *Forest Ecology and Management*, Volume 95, Issue 3, 1 August 1997, Pages 253–260
- Priha, O., 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. *Biol Fertil Soils*. 24:45e51.
- Ravindran, A., Yang, S-S., 2014. Effects of vegetation type on microbial biomass carbon and nitrogen in subalpine mountain forest soils, *Journal of Microbiology, Immunology and Infection* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmii.2014.02.003>
- Ross, D.J., Speir, T.W., Tate, K.R., et al. 1982. Restoration of pasture after topsoil removal: effect of soil carbon and nitrogen mineralization, microbial biomass and enzyme activities. *Soil Biol Biochem* 14:575–81.
- Rowe, E.C., Evans, C.D., Emmett, B.A., Reynolds, B., Helliwell, R.C., Coull, M.C., et al., Vegetation type affects the relationship between soil carbon to nitrogen ratio and nitrogen leaching. *Water Air Soil Poll* 2006;177:335e47.
- Saatçioğlu, F., 1976. *Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri* İ.Ü. O. Fak. Yıyın No: 222.
- Sancal, E., 2010. Artvin Yöresindeki Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Orman Toprağının Bazı Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Sarıyıldız, T., Küçük, M., 2009. Influence Of Slope Position, Stand Type And *Rhododendron* (*Rhododendron Ponticum*) On Litter Decomposition Rates Of Oriental Beech (*Fagus Orientalis* Lipsky). And Spruce[*Picea Orientalis* (L.) Link], ‘Eur J Forest Res.’ , 128, 351-360.
- Sharma, P., Rai, S. C., Sharma, R. and Sharma, E., 2004. Effects of land-use change on soil microbial C, N and P in a Himalayan watershed. *Pedobiologia*, Vol.48, pp.83–92

- Shi, Z., Li, Y.Q., Wang, S.J., et al. 2009. Accelerated soil CO₂ efflux after conversion from secondary oak forest to pine plantation in southeastern China. *Ecol Res* 24:1257–65
- Schimel ve Benet 2004
- Singh, J.S., Raghubanshi, A.S., Singh, R.S., et al., 1989. Microbial biomass acts as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna. *Nature* 338:499–500.
- Singer, M. J. and Ewing, S., 2000. Soil quality. In: *Handbook of Soil Science*. Sumner, M. E. (eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 271–298.
- Smith, J.L., Paul, E.A., 1990. The significance of soil microbial biomass estimations. In: Bollag JM, Stotzky G, editors. *Soil biochemistry*, vol. 6. New York: Marcel Dekker;. pp. 357e96.
- Sparling, G. P., 1992. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Australian Journal Soil Research*, Vol.30, pp. 195–207.
- Sun, B., Hallett, P.D., Caul, S., Daniell, T.J., Hopkins, D.W., 2010. Distribution of soil carbon and microbial biomass in arable soils under different tillage regimes. *Plant Soil*. 338:17e25.
- Sundman, V., Huhta, V., Niemelä, S., 1978. Biological changes in northern spruce forest soil after clear-cutting. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 10, Issue 5, 1978, Pages 393–397
- Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M., 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Oxford: Blackwell.
- Taylor, B. R., Parkinson, D. and Parson, W. F. J., 1989. Nitrogen and lignin content as predictors of lignin decay rates: A microcosm test. *Ecology*, Vol.70, pp 97–104.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Altun, L., Kalay, Z. ve Yener, İ., 2002. Kayın ve Ladin Meşçerelerinde İnce ve Kılcal Kök Biyokütlelerinin Karşılaştırılması. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 15 – 17 Mayıs 2002, Cilt No : II, Sayfa No: 746 – 751.
- Tufekcioglu, A. and Kucuk, M., 2004. Soil respiration in young and old oriental spruce stands and in adjacent grasslands in Artvin, Turkey. *Turk. J. Agric. For.*, 28, 429-434
- Unver, M., C., Doğan, Y., Küçük, M. ve Tüfekçioğlu, A., 2012. Farklı bitki örtüsü altındaki topraklarda mineralleşme potansiyeli (Artvin-Genya Dağı Yöresi-Türkiye). *Ekoloji*, 21,85, 57-63
- Vance, E. D., Brookes, P. C. and Jenkinson, D. S., 1987a. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.19, pp. 703–707.

- Vance, E. D., Brookes, P. C. and Jenkinson, D. S., 1987b. Microbial biomass measurements in forest soils: The use of the chloroform fumigation incubation method for strongly acid soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.19, pp. 697–702
- Wang, C.K., Yang, J.Y., 2007. Rhizospheric and heterotrophic components of soil respiration in six Chinese temperate forests. *Global Change Biol* 13:123–31.
- Wang, Y., Tu, C., Cheng, L., Li, C.Y., Gentry, L.F., Hoyt, G.D., Zhang, X.C. and Hu, S.J., 2011. Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools and microbial biomass and activity. *Soil Till. Res.*, 117: 8–16
- Wang, Y., Tu, C., Li, C., Tredway, L., Lee, D., Snell, M., Zhang, X. and Hu, S., 2014. Turfgrass management duration and intensities influence soil microbial dynamics and carbon sequestration. *Int. J. Agric. Biol.*, 16: 139–145
- Wardle, D.A., 1992. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen in soil. *Biol Rev Cambridge Phil Soc.*, 67:321e58.
- Xu, X.K., Inubushi, K., Sakamoto, K., 2006. Effect of vegetations and temperature on microbial biomass carbon and metabolic quotients of temperate volcanic forest soils. *Geoderma* 136:310–319.
- Xu, Z.H., Ward, S., Chen, C.R., et al. 2008. Soil carbon and nutrient pools, microbial properties and gross nitrogen transformations in adjacent natural forest and hoop pine plantations of subtropical Australia. *J Soil Sediment* 8:99–105.
- Yadav, R., 2012. Soil organic carbon and soil microbial biomass as affected by restoration measures after 26 years of restoration in mined areas of Doon Valley. *Intern J Environ Sci.*, 2: 1380e5.
- Yang, Y.S., Chen, G.S., Guo, J.F., et al. 2007. Soil respiration and carbon balance in a subtropical native forest and two managed plantations. *Plant Ecol* 193:71–84.
- Yang, S.S., Fan, H.Y., Yang C.K. And Lin, I.C., 2003. Microbial population of spruce soil in Tatchia mountain of Taiwan. *Chemosphere*, 52, 1489-1498.
- Yang, K., Zhu, J., Zhang, M., Yan, Q., and Sun, O. J., 2010. Soil microbial biomass carbon and nitrogen in forest ecosystems of Northeast China: a comparison between natural secondary forest and larch plantation. *Journal of Plant Ecology*, 3,3, 175-182.
- 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.
- Yu, X., Zha, T., Pang, Z., Wu, B., Wang, X., et al. 2011. Response of soil respiration to soil temperature and moisture in a 50-year-old oriental arborvitae plantation in China. *PLoS ONE* 6: e28397.

- Yüksel, B., 1996. Türkiye’de Doğu Ladininde (*Picea orientalis* (L) Link.) Zarar Yapan Böcekler ve Bazı Türlerin Yırtıcı ve Parazitleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Trabzon.
- Zeng, D.H., Hu, Y.L., Chang, S.X., et al. 2009. Land cover change effects on soil chemical and biological properties after planting Mongolian pine (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) in sandy lands in Keerqin, northeastern China. *Plant Soil* 317:121–33.
- Zhong, Z. and Makeschin, F., 2006. Differences of soil microbial biomass and nitrogen transformation under two forest types in central Germany. *Plant and Soil*, Vol.283, pp.287–297.
- Zhu, J., Yan, Q., Fan, A., Yang, K. and Hu, Z., 2009. The role of environmental, root, and microbial biomass characteristics in soil respiration in temperate secondary forests of Northeast China. *Trees*, 23, 189-196

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: AKBAŞ, Musa

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri: 20/02/1984-BURDUR

Medeni hali: Evli

Telefon : 0 (544) 681 31 63

e-mail : musakbas15@artvin.edu.tr

Eğitim

Derece tarihi	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Yüksek Lisans	AÇÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	2014
Lisans	ZKÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	2007
Lise	Antalya-Anadolu İmam-hatip Lisesi	2002

Yabancı Dil

İngilizce