

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

**ARTVİN-KAFKASÖR YÖRESİ YAŞLI VE GENÇ LADİN
MEŞCERELERİNDE VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK ALANLARDAKİ
AZOT MİNERALİZASYONUNUN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yıldız DOĞAN

Artvin-2012

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

**ARTVİN-KAFKASÖR YÖRESİ YAŞLI VE GENÇ LADİN
MEŞCERELERİNDE VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK ALANLARDAKİ
AZOT MİNERALİZASYONUNUN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yıldız DOĞAN

**Danışman
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

Artvin-2012

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

ARTVİN-KAFKASÖR YÖRESİ YAŞLI VE GENÇ LADİN MEŞCERELERİNDE
VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK ALANLARDAKİ AZOT
MİNERALİZASYONUNUN BELİRLENMESİ

Yıldız DOĞAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06/01/2012

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 16/02/2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

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

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafında 16/02/2012 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../...

Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Artvin-Kafkasör yöresi yaşlı ve genç ladin meşcerelerinde ve bitişiğindeki çayırılık alanlardaki azot mineralizasyonu konusunda yapılan bu araştırma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak İlimi ve Ekoloji Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusunun belirlenmesinde ve her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU'na teşekkür ederim. Tez aşamalarında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Mehmet Cüneyt ÜNVER'e teşekkür ederim.

Yazım aşamasında ve arazi çalışmalarında her türlü desteğini gördüğüm Arş. Gör. Mehmet KÜÇÜK ve Orman Mühendisi Harun HAMURCU'ya teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca yardım eden ŞATIR ailesine ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Yıldız DOĞAN

Artvin -2012

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
1.1 Toprakta Azot Mineralizasyonu.....	3
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	7
3. ARAŞTIRMA ALANI	26
3.1. Coğrafi konum	26
3.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	27
3.2.1. Sıcaklık.....	29
3.2.2. Yağış	29
3.3. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Özellikleri.....	29
3.4. Alanın Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri	30
4. MATERYAL VE YÖNTEM	33
4.1. Materyal	33
4.2. Yöntem.....	33
4.2.1. Arazi Yöntemleri.....	33
4.2.1.1.Örneklik Alanların Belirlenmesi.....	33
4.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması	33
4.2.2. Laboratuar Yöntemleri	34
4.2.2.1. Toprak Tekstürünün Belirlenmesi.....	34
4.2.2.2. Toprak pH'sının Belirlenmesi.....	34
4.2.2.3. Toprak Organik Maddenin Belirlenmesi	34
4.2.2.4. Toprak Maksimum Su Tutma Kapasitesi Tayini	34

4.2.2.5. Standart İnkübasyon Yöntemi.....	35
4.2.2.6. Mineral Azot Tayini.....	35
4.2.2.7. Toplam Azot Tayini.....	38
4.2.2.8. Azot Mineralleşme Oranlarının Hesaplanması.....	39
4.2.3. İstatistiksel Yöntemler.....	40
5. BULGULAR.....	41
5.1. Toprak Tekstürü.....	41
5.2. Toprak Tepkimesi (pH).....	42
5.3. Toprak Organik Maddesi.....	43
5.4. Toprak Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK).....	45
5.5. Toplam Azot Tayini.....	46
5.6. Net Mineral Azot Tayini.....	48
5.7. Korelasyon Analizi Verileri.....	53
6. TARTIŞMA.....	55
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR.....	62
EKLER.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	76

ÖZET

Azot mineralleşmesi topraktaki besin maddesi dolaşımında ve bitki beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bunun sayısal olarak ortaya konulması için Artvin-Kafkasör yöresinde, genç ladin meşceresi, yaşlı ladin meşceresi, ladin-orman gülü karışımı ve yanında bulunan çayırılık alanlarda standart deneylik koşullarındaki azot mineralleşmesi belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 2010 yılından deneme alanlarından 0-15 cm derinlik kademesinden her bir alandan örnekleme yapılmıştır. Toprak örnekleme 15x15x15 cm çelik küp silindir ile yapılmıştır.

Alınan toprak örneklerinde toprak tekstürü (%), pH'sı, organik madde miktarı (%-kg/ha), maksimum su tutma kapasitesi (%), mineral azot (kg/ha), net mineral azot (kg/ha) ve toplam azot (%-kg/ha) değişimleri incelenmiştir.

Ortalama değerler bakımından en yüksek değerler; kum miktarı ladin- O.gülü meşceresinde, kil miktarı genç ve yaşlı ladin meşcereleri, toz miktarı çayırılık alanda, toprak pH'sı genç ladin meşceresinde, maksimum su tutma kapasitesi (% MSK), toprak organik maddesi (%-kg/ha), toplam azot (%-kg/ha) yaşlı ladin meşceresinde bulunmuştur. Ortalama en yüksek net NH_4^+ değeri 21. günde çayırılık alanda, 42. günde ladin-o.gülü meşceresinde ve 63. günde çayırılık alanda bulunmuştur. Ortalama en yüksek net NO_3^- değeri 21.günde ladin-o.gülü meşceresinde, 42.gün ve 63. günde çayırılık alanda bulunmuştur. Ortalama en yüksek net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ değeri 21.günde ladin-o.gülü meşceresinde, 42.gün ve 63. günde çayırılık alanda bulunmuştur.

Toplam azot mineralleşmesi bakımından çayırılık alanlardaki azot mineralleşmesi diğer bitki örtülerinden daha fazla bulunmuştur. Orman gülü diri örtüsü bulunan ladin meşcerelerindeki toplam azot mineralleşmesi en düşük bulunmuştur. Bu sonuca göre orman gülünün azot mineralleşmesini azalttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Toplam azot, Net Mineral Azot, tekstür, pH, organik madde, Artvin-Kafkasör yöresi

SUMMARY

Nitrogen mineralization has an important role in plant nutrition and nutrient cycle in soil. To present this numerically, we aimed to determine nitrogen mineralization under standard laboratory conditions for young spruce stands, old spruce stands, spruce rhododendron mixed stands and adjacent grassland in Artvin-Kafkasor region. For this aim, samples were taken from 0-15 cm depth soil in each sampling plot in 2010. Soil samples were taken with 15x15x15 cm steel cube cylinder.

Soil texture(%), soil pH, organic matter content(% kg/ha), maximum water-holding capacity(%), and mineral nitrogen(kg/ha), net mineral nitrogen(kg/ha), total nitrogen(%-kg/ha) changes of soil samples were determined.

In terms of average values, the highest values of sand content(%) was in spruce-rhododendron stands, clay content(%) was in young and old spruce stands, soil pH was in young spruce stand, maximum water-holding capacity(% mWHC), soil organic material(%-kg/ha), total nitrogen(%-kg/ha) was in young spruce stand. Mean highest net NH_4^+ value was found on 21st day in grassland, on 42nd day in spruce-rhododendron stand and on 63rd day in grassland. Average highest net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ value was found on 21st day in spruce-rhododendron stand, on 42nd and 63rd days in grassland.

In respect to total nitrogen mineralization, it was higher in grassland than the other vegetation types. Total nitrogen mineralization was the lowest in spruce stands having rhododendron understory. Our results indicate that, rhododendron decreases nitrogen mineralization.

Keywords: Total nitrogen, net mineral nitrogen, soil texture, organic material, Artvin-Kafkasor region

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Ekosistemi oluşturan öğeler arasındaki genel azot döngüsü (Plaster, 1992'e göre Arslan ve Gülerüz, 2002).....	2
Şekil 2. Araştırma Alanının Görünümü	26
Şekil 3. Araştırma Alanının Meşcere ve Memleket Haritasında Gösterimi.....	27
Şekil 4. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1500 m Yükseltideki Kafkasör Yöresi Çalışma Alanına Enterpole Edilen Değerlerinin Walter İklim Diyagramı..	28
Şekil 5. Genç ladin meşcere alanının bir görüntüsü.....	31
Şekil 6. Orman gülü diri örtüsü ile kaplı yaşlı ladin meşcere alanının bir görüntüsü	32
Şekil 7. Mikro Destilasyon Cihazında Toprak Örneklerinin Destilasyon Yapılırken Görünümü	37
Şekil 8. Mineral Azot Analizi Ölçümünde Titrasyon Yapılırken Bir Görünüm.....	37
Şekil 9. Toprak Örneklerinde Toplam Azot Belirlenmesi İçin Yapılan Yakma İşlemi Görünümü	38
Şekil 10. Total Azot Tayini Yapılırken Titrasyon İşleminde Bir Görünüm	39
Şekil 11. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Kum, % Kil ve % Toz Miktarları Değişim Grafiği	42
Şekil 12. Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği	43
Şekil 13. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Organik Madde % Miktarları Değişim Grafiği.....	44
Şekil 14. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK) Değişim Grafiği	46
Şekil 15. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot Değişim Grafiği.....	47
Şekil 16. Mineral Azotun(NH ₄) Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Ortalama (kg/ha) Değişim Grafiği	49
Şekil 17. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği.....	50
Şekil 18. Bitki Örtülerine Göre 63. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği.....	52

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonununun 1975–2010 yıllarına ait meteorolojik ölçüm değerleri (600 m).....	27
Tablo 2. Artvin Meteoroloji İstasyonununun 1500 m Yükseltideki 1975-2010 Yıllarına Ait Çalışma Alanına Enterpole Edilerek Bulunan Değerleri.....	28
Tablo 3. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Kum, % Kil ve % Toz Miktarları ve Standart Hataları	41
Tablo 4. Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH, Fark Grupları (a,b), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri	42
Tablo 5. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Organik Madde (%) Miktarı, Fark Grupları (a,b), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri	44
Tablo 6. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri.....	45
Tablo 7. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot (%), Toplam Azot (kg/ha) Miktarı, Fark Grupları (a, b),Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri	47
Tablo 8. Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Değerleri, Fark Grupları (a,ab,b), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri... 48	
Tablo 9. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Fark Grupları (a,b,ab), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri	50
Tablo 10. Bitki Örtülerine Göre 63. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Fark Grupları (a,b), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri	51
Tablo 11. Bazı Toprak Özelliklerine (0-15 cm) Göre Toplulukların Karşılaştırılması (n=9).....	53
Tablo 12. İnkübasyon Periyodunun üç Aşamasında 21, 42 ve 63. Günde Topraklarda Hesaplanan Net $\text{NH}_4^+ - \text{N}_{\text{min}}$, $\text{NO}_3^- - \text{N}_{\text{min}}$ ve Toplam Mineral Azot ($\text{NH}_4^+ - \text{N}_{\text{min}}$ + $\text{NO}_3^- - \text{N}_{\text{min}}$) Verimine Göre Toplulukların Karşılaştırılması (0-15 cm)....	53

Tablo 13. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında net mineral azot verimi ($\text{NH}_4^+ - \text{N}_{\text{min}}$ ve $\text{NO}_3^- - \text{N}_{\text{min}}$ $\text{kg} / \text{ha} / 63 \text{ g}^{-1}$) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri ($n=9$, $\alpha;0.05$; $P<0.05$ ilişki anlamlı, $P> 0.05$ ilişki anlamsız). 54

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

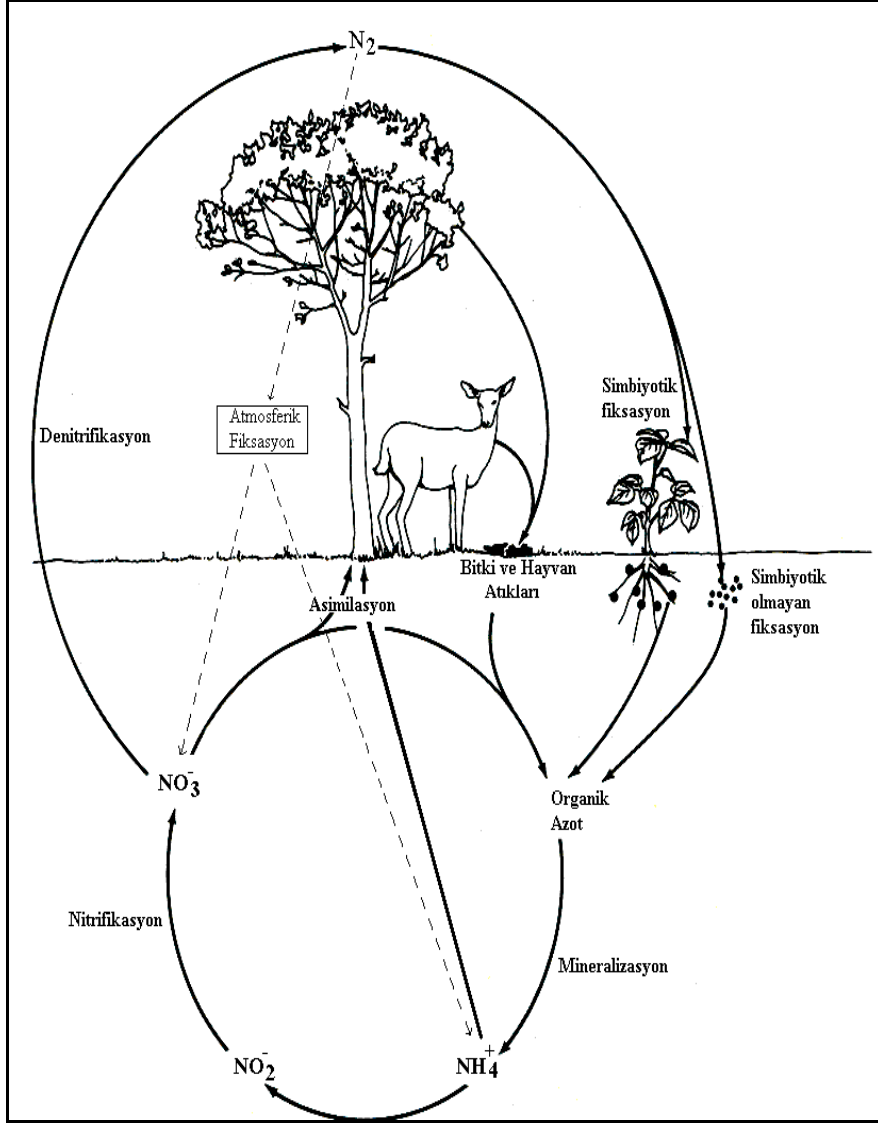
mg	Miligram
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
ha	Hektar
kg	Kilogram
ve ark.	Ve arkadaşları
gr	Gram
⁰ C	Santigrat derece
α	Güven düzeyi
p	Önem Düzeyi
cm ²	Santimetrekare
ml	Mililitre

1. GİRİŞ

Azot bitki kuru ağırlığının %1,5-5'ini oluşturmaktadır. Buna rağmen yapısına katıldığı organik bileşiklerin bitki hayatı ve biyokimyasal olaylardaki rolünden dolayı temel besin elementlerinin başında gelir ve bitki gelişimi için sınırlayıcı bir elementtir (Haynes, 1986; Gebauer ve Schulze, 1977). Azot, bitkilerde sadece proteinlerde değil, kalıtsal özelliklerin aktarılmasını sağlayan nükleik asitlerin yapısına girer ve çeşitli enzimlerin koenzim kısmını oluşturan bazı vitaminlerde de bulunur (Zeybek, 1985; Akman, 1993; Baytop, 1999).

Bitkiler azotu topraktan inorganik formları olan amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) hallerinde alabilirler. Toprağın verimli olabilmesi alınan azot miktarı ile doğru orantılıdır. Topraktan alınan inorganik azot bitkide çeşitli biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda organik bileşiklerin yapısına katılır (Marschner 1995, Solomonson ve Barber 1990, Oaks 1990). Organik bileşiklerin yapısına katılan azot “immobilize azot formu” olarak adlandırılır. Bu azot daha sonra bitkilere ait döküntüler ve tüketiciler yoluyla tekrar organik azot halinde toprağa verilerek azot döngüsü sürdürülür. Fakat doğadaki azot döngüsü sadece inorganik azotun bitkisel yapılara girmesi ve organik azot halinde tekrar toprağa verilmesi süreci ile gerçekleşmez. Bu sürece ek olarak azot üç ana kademeyi kapsar:

- (1) Serbest azotun yüksek enerji fiksasyonu (atmosferik fiksasyon) ile oluşan amonyak ve nitratların yağmur suyu ile yeryüzüne taşınması simbiyotik yolla veya serbest yaşayan organizmalarca (mavi-yeşil agler ve serbest bakteriler) biyokimyasal olarak organik forma indirgenmesi,
- (2) Organik maddenin parçalanarak mineralleşmesi (amonifikasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon) ile mineral azotun (NO_3^- ve NH_4^+) oluşumu,
- (3) Mineral azotun bitkilerce alınıp tekrar organik yapıya katılması ve tüketicilere aktarılması (Şekil 1).



Şekil 1. Ekosistemi oluşturan öğeler arasındaki genel azot döngüsü (Plaster, 1992'e göre Arslan ve Gülyüz, 2002)

- Serbest Azotun (N_2) Fiksasyonu

Gaz halindeki serbest azot, atmosferin en önemli bileşeni olduğu halde pek çok bitki için alınabilir forma dönüşebilmesi için serbest azotun fikse edilmesi gerekir. Fiksasyon esnasında moleküler azot iki atomuna ayrılır. Serbest atomlar iki molekül amonyağı oluşturmak üzere hidrojenle birleşir. Bu işlem, önemli miktarda enerji gerektirir. Azot döngüsünde, serbest azotun fiksyonu iki yolla gerçekleşir. Bunlardan birisi yüksek enerjili fiksyondur (Atmosferik fiksyon). Bu fiksyon tipinde, serbest azot suyun hidrojeni ve oksijeni ile reaksiyona girerek amonyağı ($N_2 \rightarrow NH_3$) ve nitratı oluşturur. Bu reaksiyonda gerekli olan yüksek enerji kozmik

radasyon, meteorit sürüklenmeleri ve şimşek tarafından sağlanır. Biyokimyasal olmayan bu reaksiyon sonucu oluşan amonyak ve nitrat (H_2NO_3 olarak) yeryüzüne yağmur ile ulaşır (Smith, 1992).

Havanın serbest azotunun ikinci fikasyon şekli biyolojik fikasyondur. Biyolojik olarak azotun fikasyonunda bakteriler ve mavi-eşil algler iş görmektedir. Bunlardan bir kısmı serbest olarak karasal ve sucul ekosistemlerde yaşarken, bir kısmı yüksek bitkiler ile birlikte olur.

1.1 Toprakta Azot Mineralizasyonu

Doğadaki azot döngüsüne katılan azotun önemli kaynağını organik madde oluşturur ve organik maddeye bağlı olan bu azot formu ise kararlı (immobilize) form olarak isimlendirilir (Plaster, 1992). Biyokimyasal yolla organik maddenin parçalanmasıyla amonyak ve nitrat oluşur. Organik maddenin parçalanması, her kademede farklı organizma gruplarının iş gördüğü huminifikasyon, amonifikasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon safhalarından geçerek gerçekleşir. Organik maddenin parçalanmasıyla oluşan mineral azot bitkilerce özümленerek tekrar organik yapılara katılır (Runge, 1983). Bitkilerin kullanabildiği azot kaynakları toprakta farklı mikroorganizma gruplarının iş gördüğü mineralizasyon ile oluşur ve ekosistem verimliliğinin sürekliliği için gereklidir (Runge, 1983).

Mineralizasyon; nitrifikasyon ve amonifikasyon olmak üzere iki aşamada gerçekleşir (Saatçi, 1975; Atlas ve Barta, 1987; Plaster, 1992). Canlı ve ölü organik maddedeki azot formu indirgenmiş amonyum formunda bulunur. Amonifikasyon, organik bağlı azotun amonyağa dönüştürüldüğü bir safhadır. Birçok bitki, hayvan ve mikroorganizma bu süreci yürütme yeteneğindedir. Mineralizasyonun ileri aşaması olan nitrifikasyonda, amonyum iyonları önce nitrat iyonlarına yükseltgenir. Nitrifikasyon sınırlı sayıdaki ototrof bakterilerce yürütülür (Foch ve Versatraete, 1977). Nitrifikasyonun iki aşaması (nitritin ve nitratın oluşması) farklı iki mikrobial populasyon tarafından gerçekleştirilir. Ancak her iki işlev denge halinde yürür ve nitrit birikimi oluşmaz. Amonyağın nitrite, nitritin de nitrata yükseltgenmesi enerji çıkaran süreçlerdir. Nitrifikasyon bakterileri kemotrofturlar ve karbondioksit

özümlemek için nitrifikasyon ile oluşan enerji kullanırlar. İlk reaksiyonda moleküler oksijen nitrit molekülüne verilir. Yükseltgenme çok aşmalı bir reaksiyondur ve hidroksilamin (NH₂OH) ve diğer bazı ürünler oluşur. Bu reaksiyon aynı zamanda hidrojen iyonlarını oluşturur ve reaksiyonun gerçekleştiği ortamın pH'sı düşer. Nitrifikasyon ikinci aşamasında nitrat oluşumu için bir su molekülünden oksijen alınır. Nitrifikasyonun her iki aşaması da aerobik koşullarda gerçekleşir. Nitritin yükseltgenmesi nitrifikasyonun ayrı bir safhasını oluşturur. Bu aşama düşük miktarda enerji verimi ve nitrat oluşumu ile sonuçlanır (Atlas ve Bartha, 1987; Plaster, 1992).

Organik maddenin parçalanması sırasında, parçalanmada iş gören bakteriler bu süreçte enerji sağlarken, bunun sonucunda mineral azot ve diğer temel besinler serbest kalır. Bu besinler bakteriler tarafından da kullanılır (Freckman, 1988). Buna göre, organik bileşiklerin mineralizasyonu ile oluşan mineral azot, hem yüksek bitkiler hem de mikroorganizmalar tarafından kullanılmaktadır. Azot mineralleşmesi bürüt mineralleşmenin anahtar süreci ile amonyağın toprak yüzeyine adsorpsiyonu (Nömmik, 1981) ve parçalayıcı organizmalarca tekrar bağlanması (Robinson, 2002) arasındaki dengeyi yansıtmaktadır. Yüksek bitkiler, mikrobial gereksinimlerden arta kalan mineral azotu kullanırlar. Bu nedenle, toplam mineral azot üretimi için “*Bürüt Mineralizasyon*”, mikrobial ihtiyaçların dışında kalan üretim için ise “*Net Mineralizasyon*” kavramları önerilmiştir (Zötl, 1958; Runge, 1983).

Doğal koşullarda bitki köklerinde alınabilir inorganik azot miktarı toprağın tipi, iklim, enlem mevsim ve mikrobial etkenlik gibi ortam etmenlerine bağlı olmaktadır (Ellenberg, 1977; Runge, 1983). Bu nedenle, toprakta azotun mineralizasyonu ve bitkilerce alınımı çeşitli ekosistemlerin verimliliğini belirlemede önemli bir indikatör olarak kullanılmaktadır.

Toprakta organik maddenin mineralleşmesi çeşitli faktörlerin etkisi altında gerçekleşir. Toprak faktörleri ve ayrıştırıcıların aktivitesi mineralleşme oranlarını kontrol eden temel faktörlerdir (Robertson ve Paul 2000). Toprak pH'sı, toprağın nem içeriği ve su tutma kapasitesi, ölü materyalin C/N oranı toprakta azot mineralleşmesini etkileyen toprak özelliklerindedir (Runge 1974, 1983, Köhler

1995). Toprak nemi mikrobiyal aktiviteyi etkileyerek azot mineralleşmesini etkiler. Singer ve Munn (1999)'a göre genel olarak bitki gelişimi için uygun olan toprak nem seviyesi mikrobiyal aktivite için uygundur. Özellikle kurak ortamlarda artan su içeriğine bağlı olarak azot mineralleşmesi bir artış göstermesine rağmen, su içeriğinin optimum düzeyi aşması durumunda mineralleşme azalır (Runge 1983, Gülerüz 1998). Toprağın tamamen neme doymuş hale gelmesi anaerobik şartlar oluşturacağı için organik maddenin parçalanması yavaşlar. Toprakta su içeriğinin artması mineralleşme sonucu oluşan nitratın hareketini artırarak bitkilerin kullanımını arttırmaya karşın yıkanarak toprak-bitki sisteminden uzaklaşmasına da neden olabilir. Zöttl (1960b) tarafından belirli şartlarda (pH 5.8, toprak sıcaklığı 20 °C, C/N oranı 15) ince yapılı bir humusta yapılan çalışmada azot mineralleşmesi için en uygun su tutma kapasitesinin %60 olduğu tespit edilmiştir.

Toprak pH'sı organik maddenin parçalanmasını sağlayan mikroorganizmaların etkinliğini belirleyerek azot mineralleşmesinde etkili olmaktadır. Genel olarak hafif asit ve hafif alkali (pH 6.0-8.0) topraklarda nitrat oluşurken, artan asiditeye bağlı olarak amonyum artışı görülmektedir (Zöttl 1960, Runge 1974).

Toprak sıcaklığı mikrobiyal aktiviteyi doğrudan etkileyerek azot mineralleşmesini etkilemektedir. Runge (1983) azot mineralleşmesinin 0-70°C sıcaklık aralığında meydana geldiğini ancak çeşitli bölgelerde mineralleşmede görev alan mikrobiyal popülasyonların sıcaklık gereksinimlerinin farklı olması nedeniyle bitki gelişimi için uygun olan toprak sıcaklığının organik maddenin parçalanması için gerekli sıcaklığa benzer olduğu ifade etmektedir (Myrold 1987). Organik maddenin parçalanmasını etkileyen en önemli toprak parametrelerinden birisi de ölü materyalin C/N oranıdır (Runge 1974, 1983, Köhler 1995). C/N oranı ile toprakta azot mineralleşmesinin ters orantılı olduğu ifade edilmesine karşın, Runge (1983) bu ilişkinin aynı humus tipi ve aynı parçalanma derecesine sahip topraklarda karşılaştırılabileceğini bildirmektedir. Topraktaki azot mineralleşmesi temel toprak özelliklerinin kontrolü altında gerçekleşmekle birlikte bitkilerin de bu süreçte önemli fonksiyonları vardır. Nitekim, belirli bir bölgedeki hakim bitki türleri azotun parçalanmasını etkileyerek ekosistemin verimliliğini kontrol etmektedir (Berendse 1990, Wedin ve Tilman 1990, Van Vuuren ve ark. 1992). Bitki türleri ürettikleri döküntünün miktarı ve kalitesi

yoluyla toprak mikrobiyal aktivitesini etkiler ve dolaylı olarak toprakta azot dönüşüm oranları üzerinde etkilidirler (Hobbie 1995). Çünkü bitki türleri arasında üretilen döküntünün miktarı ve ayrışabilme özelliği açısından önemli farklılıklar vardır (Aber ve ark. 1990, Berendse ve ark. 1989, Van Vuuren ve ark. 1992, Aerts ve ark. 2006, Vargas ve ark. 2006) ve organik maddenin toprak mikroorganizmaları tarafından ayrıştırılabilme ve mineralleştirilme özelliği sadece toprağın C/N oranına değil aynı zamanda karbon bileşiklerinin kimyasal yapısına da bağlıdır (Ehrenfeld 2001, Krauss ve ark. 2004).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Amer ve Bartholomew (1951), araştırdıkları ortama verdikleri oksijen miktarını arttırarak, nitrifikasyon olayının hızında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Rixon ve Bridge (1968), topraktaki hava ile dolu porların su ile dolarken aerobikten anaerobik metabolik aktiviteye geçiş gösterdiğini; porların içindeki hava hacminin %20'den %10'a düşmesiyle toprak örneklerinin günlük solunum oranı (CO_2/O_2) değerinin yaklaşık 1 değerinden 1'den daha büyük değerlere yükseldiğini bildirmişlerdir.

Wittich (1956), Almanya'da orman topraklarına inkübasyon yöntemini ilk olarak uygulayarak yıllık mineral azot verimini saptamaya çalışmıştır.

Zöttl (1958), toplam mineral azot verimliliğinde "Brüt ve Net Mineralizasyon" kavramlarını ortaya koymuştur.

Zöttl (1958, 1960a), Almanya'nın ladin ve çam ormanı toprağında inkübasyon yöntemi uygulayarak azot mineralizasyonu üzerine toprak nemi ve sıcaklığının etkilerini incelemiştir. Çalışmasını yürüttüğü toprak numunesinde azot mineralleşmesinin en yüksek %60 maksimum su tutma kapasitesinde (MSK) ve 20 °C'de meydana geldiğini bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca örnek alma zamanının ve toprak havalanmasının da mineral azot oluşumu üzerine etkili olduğunu belirtmiştir.

Zöttl (1960b,cd), aynı orman topraklarında yıllık mineral azot veriminin 31 kg/ha/yıl¹ olabileceğini rapor etmiştir. Ayrıca inkübasyon yöntemiyle bulduğu mineral azot değerleri ile ladin ve çam ağaçlarının iğne yapraklarının azot içeriği arasında yakın ilişki olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı mineral azot oluşumu ile toprak C/N oranı arasında ilişkiyi araştırmış ve sonunda C/N oranıyla ters bir ilişki tespit etmiştir.

Eno (1960), inkübasyon yönteminin güvenilirliğini saptamak için kullanılan örnek bekletme kaplarını denemiş ve en uygununun polietilen torbalar olduğunu göstermiştir.

Ehrhardt (1961), Doğal alanlarda sürdürdüğü çalışmalar boyunca donmuş toprak materyalinin ilkbaharda karların erimeye başlamasıyla birlikte mineral azotta yüksek

artışlar saptamıştır. Araştırmacı buna bağlı olarak yüksek mineral azot ile birlikte ilkbahar don-etki fazını belirtmiştir.

Ghilyahn (1963), toprak nemi artışına bağlı olarak nitrit ve nitrat azotu miktarlarında artma olduğunu tespit etmiş ve toprak sıcaklığının yanında neminde mineralleşme üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Ellenberg (1964, 1968), İsviçre orman topraklarında mineral azot oluşumu üzerinde araştırmalar yaparak yıllık mineral azot veriminin 50-200 kg / ha / yıl⁻¹ arasında değiştiğini; mineral azot oluşumunun toprak nemi ve sıcaklığına bağlı olarak arttığını, sıcaklığın 5 °C alt'ına düşmesiyle ilişkinin sona erdiğini bildirmiştir.

Runge (1965), Kuzey Almanya ormanlarında çeşitli bitki birliklerinin topraklarında mineral azot oluşumu üzerine toprak ve humus çeşidi ile nemin etkili olduğunu göstermiştir. Araştırmacı mineral azot oluşumunun humus çeşidine bağlı olduğunu ve ham humusu çok olan toprakta en düşük seviyede olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmayla birlikleri oluşturan türlerin, toprağın mineral azot verimine bağlı olarak gruplaştığını belirtmiş ve azot mineralizasyonu için toprağın optimal neminin %65 MSK olduğunu göstermiştir.

Rankow (1967), tuzlu topraklardaki mineral azot oluşumunu araştırmış, araştırdığı toprak örneklerinde CaSO₄, organik gübre ve NPK vererek amonyum ve nitrat oluşumunun arttığı, buna karşın CaSO₄ 25 ton/ha'dan fazla olunca tuzlu topraklarda mineral azot oluşumunun yavaşladığını bildirmiştir

Gigon (1968), İsviçre'nin yarı kurakçıl otlak alanlarında mineral azot verimini araştırmış bu alanlar için azot verimini 20-30 kg / ha / yıl⁻¹ arasında bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı kurak kalkerli topraklar üzerindeki otlak alanlarda mineral azot verimliliğinin düşük olduğunu belirtmiştir.

Rehder (1970), Kuzey Kalkerli Alp'lerin (Almanya) alpin çayır ile subalpin bodur çalı ve çalı birliklerinde yıllık mineral azot verimini hesaplamıştır. Araştırmacı yıllık mineral azot verimi 3-249 kg / ha / yıl⁻¹ arasında bulmuş ve birlikleri mineral azot verimine göre dört sınıfa ayırmıştır.

Sınıf	I	:	0-25
	II	:	25-50
	III	:	50-100
	IV	:	100-250 kg / ha / yıl ⁻¹

Ayrıca, aynı araştırmayla bu sınıfların herhangi birinde yer alan bir bitki birliğinin gübreleme veya sık otlama durumlarında sınıf değiştirdiği gösterilmiştir.

Runge (1970), İnkübasyon yöntemi ile mineral azot oluşumunu toprakları polietilen torbalara koyarak alan koşullarında incelenmiştir. Alan koşullarında uygulanan inkübasyon yönteminde polietilen torbalar kullanımının en doğru sonuçlara götüreceğini vurgulamış ayrıca net mineral azot miktarları ile bitkilerin aldığı azot miktarı arasında bir paralellik olduğunu; araştırdığı alanda ölçüm anındaki mineral azotun ilkbaharda en yüksek düzeye ulaştığını belirlemiştir.

Rehder (1971), Kalkerli Alp'lerin (Almanya) alpinik- subalpinik çayır birliklerinde bir vejetasyon periyodu boyunca yıllık mineral azot verimini belirleyip, bunu toprak üstü yıllık bitki verimliliği ve topraktan aldıkları azot miktarı ile karşılaştırmıştır. Yıllık net mineral azot verimliliğinin birlikler arasında 10 ile 90 kg/ha/yıl⁻¹ ve daha fazla olarak değiştiğini; fakat çalışma alanı için ortalama 25-55 kg/ha/yıl⁻¹ olduğunu bildirmiştir.

Gerlach (1973), inkübasyon yönteminin ekolojik araştırmalar için güvenilirliğini araştırmış; bu yöntemin örneklerin depolanması boyunca su içeriğinin değişmediğini ve canlı köklerin rhizosferinden uzak tutulmasını sağlayarak doğal koşullardaki toprak bünyesinin yıkımını ve dönüşümleri önemli şekilde açıkladığı sonucuna varmıştır. Aynı çalışmayla soğuk toprak materyalinin ısınmasının mineral azot konsantrasyonunda yoğun artışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı ayrıca bu çalışmasıyla mineral azot tayininde kullanılan mikrodestilasyon yöntemi hakkında geniş bilgi vermiştir

Runge (1974), Almanya'nın *Luzula-Fagetum* birliğinin topraklarında iki yıl için mineral azot içeriği ile net mineralizasyondaki değişimleri incelemiştir. Net mineral

azot içeriğinin toprağın organik horizonunda mevsimsel değişim gösterirken, mineral toprak horizonunda düzenli bir değişim göstermediğini tespit etmiştir. Net azot minerilizasyonunun organik horizonunda kış mevsiminde en düşük, yaz başından sonbahara kadar ise en yüksek değerlere ulaştığını bildiren araştırmacı, yıllık net mineral azot verimini ise $112 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ olarak saptamıştır.

Ellenberg (1977), Orta Avrupa'nın çeşitli ülkelerinde yapılan araştırmalara dayanarak, farklı birliklere ait net mineral azot verimi değerini karşılaştırmıştır ve bitki köklerine alınabilir inorganik azot miktarı toprağın tipi, iklim, enlem, mevsim ve mikrobiyal etkenlik gibi ortam etmenlerine bağlı olduğunu ileri sürmüştür.

Rehder ve Schäffer (1978), Avustralya Alp'lerinin silisli kayaları üzerindeki asidik topraklarda yer alan beş ağaçsız bitki birliğinin besin ilişkilerini araştırmışlardır; birliklerin toprak üstü canlı madde verimliliğini $900-2500 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ bu kısımların içeriği azotun yıllık artışını ise $16-25 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ ve mineral azot verimini $0.48-1.23 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ arasında hesaplamışlardır. Elde ettikleri mineral azot verimi değerinin Kuzey Alp'lerin çayır bitkilerine göre çok düşük bulmuşlar ve bitki birliklerinde bitkisel madde verimliliğinin artan yükseklik ile azaldığını belirlemiştir.

Runge (1978), Orta Avrupa'nın otlak alanlarında yaptığı araştırmada yıllık mineral azot verimini $64 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ olarak bulmuştur.

Woodmansee ve ark. (1978) Amerika'nın kısa çayır düzlükleri için yıllık net mineral azot verimini $29 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ olarak hesaplamışlardır.

Foster ve ark.(1980) tarafından yapılmış çalışmada bozulmuş olan yaşlı çayırlarda besin kayıpları üzerine yaygın bir tür olan *Ambrosia artemisiifolia* 'nın potansiyel etkileri araştırılmıştır. Bu türün azotun bir kısmını tohumlarda depolayarak, bir kısmını vejetatif dokulara alarak azotu tutup depoladığı, süksesyonun oldukça erken döneminde azot kayıplarını azalttığı ve bu şekilde vejetasyonun yeniden oluşumuna yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bu azotun büyük bir kısmının ise sonraki yıllarda bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilir hale geldiği gözlenmiştir.

Clarholm (1981, 1984, 1985), Mikrofloral otlayıcıların ortamda bulunması durumunda NH_4^+ oluşumunun ve ortamdan alınımının arttığı tespit edilmiştir.

Araştırmacı, ayrıca, kendi denemeleri ve diğer araştırmacıların sonuçlarına dayanarak bitki kökü – protozoa –bakteri etkileşimini bir model ile açıklamaya çalışmışlardır.

Marion ve ark. (1981), San Diego’da chapparal’daki ana toprak serilerin beşinden alınmış topraklarda N mineralizasyon değerlerini belirlemek ve bir simülasyon modeli geliştirmek için yürüttükleri çalışmada chapparal topraklarının tarım topraklarından (potansiyel mineralize olabilen N içeriği genellikle 100 ppm’den fazla) önemli düzeyde daha az potansiyel mineralize olabilen N (0.4-54 pmm) ihtiva ettiğini, N mineralizasyonu konusunda organik madde kalitesinin (N mineralizasyonu/ toplam N) chapparal topraklarda tarım topraklarına göre daha düşük olduğunu ve potansiyel mineralize olabilen N’un toplam toprak N’u ile ileri düzeyde ilişkisi bulunduğunu ($r^2=0.07$) saptamışlardır. Simülasyon modeli ise tarla toprağının sıcaklık ve nemin düzeltilmesi ile uzun süreli toprak inkübasyonları sonucu oluşan N mineralizasyon eğrileri ile kurulmuştur.

Robertson ve Vitousek (1981), primer ve sekonder süksesyon sürecinde azot mineralizasyonu ve nitrifikasyondaki farklılıkları araştırdıkları çalışma sonunda, azot mineralizasyonunda primer süksesyonda sürekli bir artış, sekonder süksesyonda ise nispeten sabit değerler belirlenmiştir. Nitrifikasyon ise her iki süksesyonda benzer değerlerde saptanmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre. Nitrifikasyonun ekolojik süksesyon esnasında sürekli inhibe edildiği hipotezi desteklenmemiştir.

Rehder (1983), Kenya dağının afroalpin bölgesindeki kurak yamaç ve nemli bölgelerin belli başlı iki birliğinde verimliliği araştırmıştır. Araştırmacı nemli alan birliğinin yıllık ortalama alan birliğinin mineral azot veriminin $59 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$, yamaç birliğinde ise $40 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ olduğunu hesaplamıştır.

Runge (1983), daha önce yapılan araştırmaları derleyerek, topraktaki mineral azot oluşumu üzerine çevresel etmenlerin etkilerine geniş olarak yer vermiştir.

Ingman ve ark (1985), Bakteri, fungus ve onlarla beslenen nematod’ların ilişkilerinin besin çemberi ve bitki büyümesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemeleri sonucunda bakteri ve fungus ile beslenen nematodların araştırdıkları toprak

ortamında bulunması durumunda alınabilir NH_4^+ azotu, bitki gelişmesi ve bitkinin içerdiği azot miktarında önemli artışların meydana geldiğini saptamışlardır. Araştırmacılar bu çalışmayla mikroflora ile beslenenlerin bitki gelişmesinde, mikrofloranın ürettiği mineral azotun yeterli olmadığı zamanlarda bitkilere azot sağlanması da önemli bir işlevi yerine getirebildiği sonucuna varmışlardır.

Vaughn ve ark. (1986), yaptıkları alan çalışmasında Amerika'nın Kuzey Kaliforniya bölgesinin Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü tek yıllık vejetasyon topraklarında mineralizasyon ile nem arasındaki ilişkinin pozitif, sıcaklık ile negatif olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, bu bölgede mineralizasyonun sıcaklığa nazaran toprağın nem içeriğine daha duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Klopatek (1987), Arizona'nın kuzeyinde *Pinus edulis* Engelm. ve *Juniperus osteosperma* (Torr.) Little kömünitelerinin baskın olduğu ve 400 yaşından büyük otlatılmayan, 300 yaşında otlatılan ve 35 yaşında yanmış ve otlatılan olarak seçilen 3 bölgenin mineral topraklarında azot mineralizasyonu ve nitrifikasyonunu incelemiştir. 35 yaşındaki örneklerin topraklarında toplam N ve organik C'un yaşlı olanlardan önemli düzeyde daha az olduğunu belirlemiş ve olgunlaşmış çam-ardıç alanlarında nitrifikasyonun engellenmediğini, fakat azot mineralizasyonu ve nitrifikasyon oranının otlatma sonucu oluşan tahriple artabileceğini ileri sürmüştür.

Çepel ve ark. (1988), Antalya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içinde 0-400 m'yi alçak zon, 400-800 m'yi yüksek zon olarak seçtiği 20, 40, 60 olmak üzere 3 farklı yaş grubuna ait deneme alanlarında kızılçam yaprak dökümü miktarını belirlemek için her bir deneme alanına sistematik olarak 24 adet iğne yaprak toplama kapanı yerleştirmişlerdir. Kapan yüzeyi 50x50 cm olup çalışmada toplam 432 adet kapan kullanılmıştır. Sonuçta iğne yaprak dökümü her iki zonda da ağustos ayında en fazla olmuş, bunu alçak zonda temmuz, yüksek zonda ise eylül ayı izlemiştir, en çok yaprak dökümü ise genellikle 40 yaşta gözlenmiştir. Yaprak dökümü ile alçak zonda ortalama 6.57 kg/ha/yıl, yüksek zonda ise 4.23 kg/ha/yıl azot toprağa verilmiş olup azotu alçak zonda 3.00 kg/ha/yıl ve yüksek zonda 2.53 kg/ha/yıl ile potasyum izlemiştir. Fosforun ise alçak zonda 1.67 kg/ha/yıl ve yüksek zonda 0.98 kg/ha/yıl ile en düşük değerli besin elementi olduğu saptanmıştır.

Gökçeoğlu (1988), Ege bölgesindeki otlak alan, çalı ve orman vejetasyonu altında bulunan volkanik toprakta yıllık net mineral azot verimini araştırmıştır. Sonuç olarak yıllık mineral azot veriminin otlak alan ($75 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$) ve çalı alanda ($66 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$), yüksek orman alanda ($28 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$) ise düşük olduğunu tespit etmiştir.

Kuikman ve Van Veen (1989), bakteri kaynaklı ^{15}N azotunun bitkilerce alınabilirliği üzerine protozoa'nın etkisini laboratuvar şartlarında araştırmışlardır. Protozoa varlığında topraktaki bakteri miktarının azaldığı ve toprak inorganik azotunun en yüksek içeriğe ulaştığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar protozoa otlamasının topraktaki mineralleşmesini ve bakteri kaynaklı azot dönüşümünü kuvvetli uyardığı sonucuna varmışlardır.

Persson (1989), Toprak arthropod'larının kurak şartlarda nemli durumlara göre azot mineralizasyonu üzerinde daha büyük etkiye sahip bulunduğunu tespit etmişler; özellikle, mikro floranın önemli ölçüde inaktif olduğu kurak şartlarda net azot mineralleşmesinin sürmesinde rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Klemmedson ve Weinhold (1992), merkezi Arizona'daki bir havzadan alınmış toprakların N mineralizasyonuna çalı türleri ve topografik şeklin etkisini ve N mineralizasyonu ile ilişkili diğer toprak özelliklerini belirlemek için hem kuzey hem de güneyde yaşayan *Cercocarpus betuloides* Nutt. Ex. Torr. & A.Gray ve *Quercus turbinella* Greene'nin her birinin ve rastgele seçilmiş gölgede yetişen 32 çalının altındaki toprağın 0-2 ve 2-10 cm'lik tabakasından toplanmış örnekleri bir inkübasyona tabi tutmuşlardır. Sonuçta ne kumulatif N mineralizasyonunun ne de potansiyel mineralize olabilen N'un çalı türlerinden ve topografik durumdan etkilenmediğini saptamışlardır. Hem kumulatif N mineralizasyonunun hem de potansiyel mineralize olabilen N'un 0-2 cm'lik toprak tabakasında 2-10 cm'lik topraktakine oranla daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. NO_3 'ün mineralleşmiş azotun baskın formu olduğu bilinmekte olup her iki tabakada da mineralleşmiş N toprağın C, N, P ve N/P, C/P oranları ile yüksek düzeyde ilişkili bulunmuştur.

Wood ve ark. (1992), Mevcut fosforun iki toprak tabak bitki komünitesinin yapısındaki değişikliklerin toprakbesin konsantrasyonları ve varlığını değiştirebileceğini göstermek amacıyla otsu bitki-sert odunlu bitki-çam ağacı, otsu

bitki-çam ağacı, sert odunlu bitki-çam ağacı ve sadece çam ağacından oluşan 4 bitki kommünitesinin 7 yıllık büyüme ve gelişme evresinden sonra yüzey topraklarının (0-5, 5-10, 10-20 cm) N ve C konsantrasyonlarını ve potansiyel mineralizasyonunu incelemiş olup 7 yıl sonunda toprak organik azotunun bitki kommüniteleri arasında değişiklik gösterdiğini bulmuşlardır. Toprak organik azotu çam kommünitesinde otsu bitki içeren kommünitelere göre daha düşüktür. Laboratuar inkübasyonlarında, solunum ve N mineralizasyonunun çam kommünitesi topraklarında otsu bitki-sert odunlu bitki çam ağacı ve otsu bitki-çam kommünitelerine göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Orman örtüsünün C/N oranı ve N mineralizasyonunun bir göstergesi olarak substrat kalitesinin diğer kommünitelerle kıyaslandığında çam kommünitesinde daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Klinka ve ark. (1993), Merkezi Kolombiya da 116 orman ağacının bulunduğu alanda tahmini toprak besin rejimlerini oluşturmak amacı ile ekstrakte edilebilir Ca, Mg, K ve mineral toprağın toplam azotu ile sıkı ilişkisi olan mineralleşmiş N konsantrasyonlarını belirlemiş olup toprak besin rejimlerinin uygun bir biçimde teşhis edilmesini sağlamak için basit nicel bir sınıflandırmanın ayırt edici bir karakteristiği olan mineralleşmiş N konsantrasyonlarını (mineral toprağın 0-30 cm'lik tabakasinda) kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar mineral toprağın 0-30 cm'lik tabakasındaki mineral N'un bölgesel toprak besin durumlarını temsil eden basit ve iyi bir ölçüm olduğunu göstermiştir.

Güleryüz ve Gökçeoğlu (1994), Uludağ alpin bölgesinin bazı bitki topluluklarının toprağında azot mineralleşmesini bir yıl için araştırmış, yıllık mineral azot veriminin topluluklar arasındaki farklı olduğunu; en yüksek verimin tipik alpin topluluğu olan *Festuca* (26 kg/ha/yıl⁻¹)'da, en düşük verimin ise subalpin bölgede yer alan *Nardus* (13 kg/ha/yıl⁻¹)'da bulunduğunu tespit etmişlerdir. Subalpin bölgenin diğer topluluğu olan *Juniperus*'da 25 kg/ha/yıl⁻¹ ile *Festuca* topluluğuna yakın olduğunu tespit etmişlerdir.

Gross ve ark. (1995), üç süksesyonel alanda yaptıkları incelenmeler sonucunda, N alınabilirliğindeki değişimin bitki topluluğu içindeki küçük alanlarda neredeyse farklı ekosistemler arasındaki değişim kadar büyük olduğunu göstermişlerdir.

Süksesyon sürecinde N için rekabetin güçleştiği ve değişen N alınabilirliği düzeylerine bağlı olarak farklı toprak parçaları oluştuğu, bu parçaların geniş alanda azotu aramada yetenekli kök sistemlerine sahip çok yıllıkları, fundalıkları ve küçük ağaçları tercih ettikleri gözlenmiştir. Bu çalışmada geç süksesyon alanlarda bitkiler tarafından kullanılabilir N' un toprak yüzeyinde toplandığı ve orta süksesyon alanlarından daha bol ve daha düzenli olduğu ve yeni terk edilmiş alanlardaki azot seviyelerinin yüksek ve oldukça düzenli dağılıma sahip olduğu tespit edilmiş ve bu durumun da çok yıllık bitkilerin gelişimini onayladığı ifade edilmiştir.

Vinton ve Burke (1995), tarafından kısa ot stebinin beş farklı türü ile yapılan çalışmada bitki türlerine ait özelliklerden en önemli etkiyi lignin, lignin /N oranları veya C/N oranları bitki döküntü karakteristikleri ile yaptığı ve bunların döküntü kalitesine yansiyarak böylece ayrışma oranı ve besin alınabilirliğini değiştirebildiği tespit edilmiştir. Hem bitki yaşam süresi hem de bitki yaşam formunun toprak kaynaklarının uzamsal modelini etkilediği belirlenmiştir (uzun ömürlü bitkilerin daha uzun süre kaldığı, demet şeklindeki otların ise rizomlu türlerine göre biyomasın daha konsantre lokasyonlarına oluşturduğu gözlenmiştir). 4 yıl süren su ve N ilavesi uygulanmasının türlerin kompozisyonunu değiştirdiği ve toprak verimliliğini arttırdığı, bu değişimlerin bazılarının ilavenin sona ermesinden 20 yıl sonra da devam ettiği gözlenmiştir. Bu sürekli tepki, bitkiler ve toprak arasındaki pozitif geri-bildirimini açıklanmaktadır. Artırılan kaynaklara cevap olarak bitki türlerin kompozisyonunun ve fizyolojisinin değiştiği tespit edilmiştir.

Hobbie (1996), yaptığı çalışmada artan sıcaklığın Alaska'nın farklı tundra türlerinin karbon ve azot döngüsü üzerine etkileri araştırmıştır. 4 ve 10°C' lik ısınmanın toprak solunumu, döküntü ayrışması, azot salınımı ve topraktaki net azot mineralleşmesini arttırdığı, bu nedenle gelecekteki ısınmanın direk olarak karbon ve azot döngüsünü arttıracağını bildirmiştir. Genelde bir gelişim formundaki türlerin (*Gramineae* familyasına ait bitkiler,herdem yeşil çalılar, yaprak döken çalılar ve yosunlar) ayrışma üzerindeki etkilerinin farklı olduğu tespit edilmiş olup Gramineae familyasına ait bitkilerin döküntülerinin en hızlı ayrışma, yaprak döken çalılar ve yosunların en düşük döküntü ayrışma oranına sahip oldukları tespit edilmiştir. Gelecekteki ısınmayla yaprak döken çalılardaki artış nispeten yavaş ayrışan odunsu

gövdenin fazla olmasından dolayı C depolanmasını teşvik edecektir. Yosun bolluğundaki değişimlerin de C depolanmasına büyük etkileri döküntülerinin ayrışmaya karşı aşırı derece inatçı kimyasına dayandırılmıştır. Sonuç olarak, tundra ekosistemlerindeki ayrışmanın döküntü azot konsantrasyonundan çok döküntü C kalitesi (lignin ve karbonhidrat konsantrasyonları) tarafından kontrol edildiği bu çalışma ile gösterilmiştir.

Güteryüz (1998), Mineral azot oluşumunu bazı otlak alan topluluklarının toprağında kontrollü şartlarda (toprağın % 60 maksimum su tutma kapasitesinde ve 20°C sıcaklıkta) araştırmışlardır. Mineral azot oluşumu ile bazı toprak etmenleri (pH, MSK, Toplam azot ve organik karbon) arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu saptamıştır.

Antonopoulus (1999), ise benzer olarak topraktaki organik azotun mineralleşme oranının çevresel faktörlere, özellikle de sıcaklık ve su içeriğine ve temel farklılıkların 25°C'den daha yüksek sıcaklıklar ile doygunluğa yakın veya daimi solgunluk noktasına yakın su içerikleri arasında olduğunu saptamıştır.

Jaeger ve ark. (1999), bitki azot özümlemesi ve mikrobiyal azot immobilizasyonunun mevsime bağlı dinamiklerini Amerika'nın Niwot Ridge, Colorado bölgesindeki alpin ekosistemlerde azot için mikrobiyal rekabet potansiyeli ve bitki ile mikrobiyal azot dağılımının zamana bağlı durumlarını araştırmışlardır. Araştırmacılar, alpin bitkilerin başka ekosistemlerdeki araştırmalara dayanan varsayımlara nazaran potansiyel mikrobiyal rekabete karşı daha yatkın olduğu sonucuna varmışlar; bitkilerin büyüme mevsiminin ilk yarısındaki büyüme boyunca gerekli olan azotu tükettiklerini, buna karşın mikroorganizmaların sadece geç büyüme mevsiminde azotu alıkoyduğunu; azot için mikrobiyal rekabetin (1) mevsimsel olarak düşük sıcaklıklar ve buzun çözülme döngülerinin mikrobiyal gelişme üzerindeki baskıları ve (2) toprak mikroorganizmalarınca azot döngüsü üzerindeki etkilerinin bitki köklerince sınırlandırıldığı; büyüme mevsiminde bitkilerin büyüme sezonu başında, toprak mikroorganizmalarının ise bitkilerin yaşlanmaya uğradıktan sonraki kış donmasından önceki periyotta daha fazla azot tüketerek kendi aralarında bir dağılım yaptıklarını; bu ardıllığın etkisinin topraklar donmadığı periyotta, inorganik azotun biyotik

unsurlardan birisine devamlı sağlanmasını garanti eden bu durumun azotun sınırlı olduğu alpin ekosistemlerde azot alınımını sağlayabildiğini rapor etmişlerdir.

Pinzari ve ark. (1999), mikrobiyal ayrışma oranlarına ölü örtü çeşitliliği ve toprak idare yöntemlerinin etkilerini incelemek için Roma yakınlarındaki Tyrrhenian kıyısı üzerinde farklı orman vejetasyonlarına sahip yakın Akdeniz ortamlarındaki 4 vejetasyon tipindeki orman topraklarını 0-20 ve 20-40 cm derinlikten toplamışlardır. Örnekler mikrobiyal aktiviteyi sıcaklık ve nemden bağımsız olarak karşılaştırmak için standart laboratuvar koşullarında (-33 kPa su tansiyonu, 30°C) inkübe edilmiştir. 28 günlük inkübasyon sonunda CO₂-C'unun birikim eğrileri örnekler arasında farklı kinetikler göstermiş olup özellikle vejetasyonu çok çeşitli olan topraklar tek tip vejetasyonlu örneklerle kıyaslandığında yüksek mineralizasyon aktiviteleri ile karakterize edilmiştir. Ayrıca C_{mic}/C_{org} oranının bitki çeşitliliği ile azaldığı gözlenmiştir.

Cote ve ark. (2000), Kanada'nın karışık kuzey ormanlarında uzun süreli bir inkübasyon (282 gün, invitro) sırasında C ve N mineralizasyonunu inceleyerek toprak N ve C kalitesine orman kompozisyonunun etkisini belirleyebilmek için iki toprak tipi (kil ve çakıl) üzerinde yetişen farklı yaşlı (50 yaş ve yangından sonra 124 yaş) üç farklı bitki türünü [*Populus tremuloides*, *Betula papyrifera* ve koniferler (*Abies balsamea* ve *Picea glauca* karışık olarak)] materyal olarak seçmişlerdir. Bir organik C kaynağı üzerinde yoğunlaştığında, sonuçlar yaprak dökenlerde ibrelilerden daha çok; mineral toprak ve orman örtüsünün her ikisinde de çakıllı da killi toprağa göre ve yaşlı ağaçların mineral topraklarında genç olanlara göre daha yüksek bir N mineralizasyonu gözlenmiştir. C mineralizasyonu killi toprakların orman örtüsünde çakıllı topraklara göre daha yüksek olup mineral toprakta bunun tersi bulunmuştur. Mineralleşmiş karbonun mineralleşmiş azota oranı her iki toprak tabakasında da ibrelilerde yaprak dökenlerden daha büyük olup bu çam ağaçları altındaki organik maddenin daha az kaliteli olduğuna işaret etmektedir. Tüm bu sonuçlar arasında önemli farklılıklar olmasına rağmen, mineralize olmuş N ve C'un birikme boyutu toprak organik maddesinin kalitesi ve miktarı arasındaki ters ilişkiden dolayı farklı orman ve toprak tipleri arasında genel olarak önemli bir farklılık saptanamamıştır.

Güner (2000), Bu araştırma Artvin-Genya dağının orman toplulukları ve bu toplulukların silvikültürel özelliklerini belirlemek amacıyla ele alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle alanda 160 adet örnek alınmıştır. Daha sonra Braun Blanquet yöntemi ile sekiz adet orman topluluğu ve bu topluluklardan ikisine ait beş adet alt birim belirlenmiştir. Söz konusu toplulukların silvikültürel özelliklerini belirlemek amacıyla; her bir toplum ve alt birime ait birer adet meşcere profili ve bu profillerin tepe izdüşümleri çizilmiş ve ağaç sayısı, ağaç varlığı, katlılık durumları, toplam göğüs yüzeyi, biyolojik üst boylar, çaplar ve yaşlar belirlenerek toplum içindeki ve diğer toplumlar arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Ayrıca toplumlar ve alt birimlerin toprak özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yine her bir toplum ve alt birim için üçer adet olmak üzere toplam 33 adet toprak profili açılarak örnekler alınmıştır.

Krift ve Berendse (2001), farklı bitki türlerinin azot döngüsü üzerindeki etkisini besdikotiledon ve altı otu türün kullanıldığı bir bahçe denemesi ile araştırmışlardır. Dört yıl süren denemede her bir türün monokültür toprağındaki azot mineralleşme ve nitrifikasyon oranları hesaplanmıştır. Deneme sonucunda besince zengin habitatlarda gelişen bitki türlerinin, besince fakir habitatlarda gelişen türlerle karşılaştırıldığında N mineralleşmesinin yüksek olduğu gösterilmiştir.

Bardgett ve ark. (2002), İskoçya'nın yüksek dağlarındaki dağ platosunda (*Carex bigelowii* – *Racomitrium lanuginosum*) toprak mikroorganizmaları ile bitkiler arasındaki azot ayrışmasını mevsime bağlı incelemişlerdir. Araştırmacılar, bitki gelişiminin başladığı mayıs ayında mikroorganizmalar tarafından havuza bırakılan azotun en düşük seviyede olduğu ve mikrobiyal biyomas tarafından azot salınımının sınırlandırıldığını; bitkilerin bu dönemdeki azot ihtiyacını köklerindeki içsel rezervlerden karşıladığını ileri sürmüşlerdir. Araştırmada, Haziran ayına kadar mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen mineralleşme ile bitkilerin kullanımları arasında ilişkide anlamlılık saptanmamış, azot mineralleşmesinin en yüksek oranının *Carex*'in en yüksek seviyede biyomasa sahip olduğu ve kökteki azot içeriğinin en yüksek seviyede olduğu Temmuz ayına rast geldiği tespit edilmiştir.

Knops ve ark. (2002), azot döngüsü üzerinde bitki türlerinin etki mekanizmalarını: mikrobiyal parçalayıcıların azot döngüsünde bitkilere nazaran rolünün daha önemli olduğu; fakat bu süreçte mikroorganizmaların karbon kaynağı için bitkilere bağlı oldukları; mikroorganizmaların azot döngüsünü kontrol ettiğini, buna karşın bitkilerin mikrobiyal aktiviteyi kontrol eden karbon girişlerini dengelediği; dolayısıyla bitki döküntü kalitesinin (örneğin C/N oranı) azot mineralleşmesi üzerinde etkisinin doğrudan değil, bitki kaynaklı karbonun mikroorganizmalarca bağlanışını kontrol ederek azot döngüsünde etkili olduğu şeklinde açıklamışlardır.

Makarov ve ark. (2003), dağlık bir kesimde yükseklik değişimine göre yaptıkları çalışmada orta yükseklikte yer alan alpin otlak ve çayır topraklarında (*Festuca varia* çayırı ve *Geranium gymnocaulan / Hedusarum caucasicum* otlığı), alpin zonun en üst (alpin liken çalısı) ve en alt yamacında (kar yatağı topluluğu) ekstrem habitatlarında yer alan topraklara göre daha yüksek N alınabilirliği, net N mineralizasyonu ve nitrifikasyon saptamışlardır. Araştırmacılar bunu kontrol eden faktörlerin ise düşük toprak asiditesi, düşük karbon/azot oranı, uzun vejetasyon periyodu ve nispeten yüksek sıcaklık olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ekstrem ekolojik koşullarda, düşük sıcaklığın ve yüksek toprak asiditesinin sonucu olan düşük mikrobiyal aktivitenin, organik bileşiklerin yavaş mineralizasyonuna yol açtığı ve bu yüzden yüksek toplam N içeriğine rağmen kullanılabilir inorganik azotun oldukça düşük konsantrasyonda gözlenmesine yol açtığını tespit etmişlerdir.

Makarow ve ark. (2003), Kuzey Kafkasya'nın alpin ekosistemlerindeki bitki topluluklarında net azot mineralleşmesi, nitrifikasyon, mikrobiyal azot ve ¹⁵N'in doğal bolluk durumlarını topografik değişime göre araştırmışlardır. Çalışmada topografik değişim durumu (1) rüzgâra maruz kalan sırt ve daha dik eğimli alanlardaki düşük verimli alpin liken topluluğu, (2) orta eğimli alanlardaki daha verimli *Festuca varia* otlak alanı (3) daha düşük eğimli alanlardaki çok verimli *Geranium gymnocaulon/Hedusarum caucasicum* nemli çayır ve (4) en düşük eğimli alanlardaki düşük verimli karla örtülü topluluk şeklindedir. Bu çalışma sonuçlarına göre, bu alpin ekosistemlerdeki yıllık net mineral azot verimi 6-19 kg/ha/yıl⁻¹ arasında hesaplanmış; çalışılan alanlar karşılaştırıldığında alınabilir azot, net azot

mineralleşmesi ve nitrifikasyonun orta eğimli alanların otlakalan ve nemli çayır alan topraklarında daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Titrek (2004), Uludağ'ın subalpin ve alpin kuşağında insan etkenliği ile bozulan alanların öncü topluluklarından olan *Verbascum olympicum* ruderal alan topluluğunun toprağında yıllık net mineral azot verimini $97 \text{ kg/ha/yıl}^{-1}$ olarak hesaplamış; bozulan alanlarda sekonder olarak gelişen bitki örtüsünün başlangıcında azot mineralleşmesinin yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Tüfekçioğlu ve Küçük (2004), Artvin-Kafkasör yöresinde yaptıkları çalışmada toprak solunumu dolayısı ile toprak mikroorganizma faaliyetleri çayırılık alanlarda en fazla bulmuşlardır.

Hafner ve Groffman (2005), yaptıkları çalışmada bir karışık ormanın kaba odunsu döküntü ve ince döküntü tabakasındaki toprak azot konsantrasyonunu ve dönüşümünü araştırmışlar; kaba odunsu döküntünün yer aldığı toprakta toplam ve mikrobiyal biyomas azotunun düşük, mikrobiyal biyomasın karbon/ azot oranının yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda kaba odunsu döküntünün azot dinamiğinin uzamsal değişiminde önemli bir role sahip olduğunu ve ılıman ormanlarda azot kayıplarının derecesini etkileyebileceğini ifade etmişlerdir.

Sağlıker (2005), Doğu Akdeniz Bölgesinde iki farklı anamateryalden (marn ve konglomera) oluşan toprak üzerinde yetişen *Olea europaea L.*, *Pinus brutia* Ten. ve *Pistacia terebinthus* subsp. *palaestina L.*'nin yaprak, dal, ölüörtü ve topraklarının C, N, P ve K içerikleri, topraklarının C ve N mineralizasyonu ile humik ve fulvik asit içeriklerinin zamana bağlı değişimleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Ölçülen özellikler üzerinde anamateryal, bitki, zaman etmenleri ve bunların etkileşimlerinin istatistiksel açıdan değerlendirilmesi sonucunda (TUKEY, $P < 0.05$)üçlü etkileşimlerden sadece toprak azotu önemli bulunmuş olup diğerleri anlamlı bulunmamıştır. Toprakların karbon mineralleşme oranları ile FA/OM (Fulvik Asit/Organik Madde) oranları anamateryal farklılığına göre sadece *Pinus*'ta anlamlı iken bu farklılığın diğer bitkiler için karakteristik olmadığı gözlemiştir.

Smolander ve ark. (2005), *Betula pendula* (hus ağacı) ve *Picea abies* (Norveç ladini)'in toprak C ve N dönüşümleri ve organik madde karakteristikleri üzerine etkilerini humus katmanından alınan örnekler de araştırmışlardır. *Betula pendula* altındaki humus tabakasında mikrobiyal biyomas C ve N miktarları, net N mineralizasyonu ve net nitrifikasyon *Picea abies* altındakinden daha yüksek değerlerde saptanırken, C mineralizasyon oranının ağaç türlerine bakılmaksızın benzer olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar *Betula pendula*'daki daha yüksek çözülmüş organik azot miktarına, *Picea abies* toprağında çözülmüş organik maddenin daha yüksek C/N oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni, düşük moleküler ağırlıktaki fenolik bileşiklerin ve triterpenlerin *Betula pendula* altındaki humus tabakasında daha az, ferulik ve p-kumarik asitlerin konsantrasyonlarının ve yoğunlaştırılmış taninlerin *Picea abies* altındaki humus tabakasında daha yüksek tespit edilmesine dayandırılmıştır. Ferulik asitin topraktaki nitrifikasyonu engelleyerek, p-kumarik ve ferulik asitin ise bakteriyel ve fungal aktiviteyi engelleyerek C ve N mineralleşme oranlarına etki ettiği gözlenmiştir. Taninlerin, kompleks proteinleri etkileyerek, mikroplara karşı zehir etkisini artırarak ve topraktaki enzim aktivitesini engelleyerek C ve N mineralizasyonuna etki ettiği belirlenmiş ve *Picea abies*'teki düşük net N mineralizasyonu toprağındaki yoğunlaştırılmış taninlerin yüksek konsantrasyonlarına dayandırılmıştır.

Aerts ve ark. (2006), tarafından Kuzey İsveç'te sub-artik bataklık bölgede farklı 4 dominant türde yapılan çalışmada ilave azot miktarının yani azot gübrelenmesinin döküntü net azot mineralizasyonuna hiçbir etkisinin olmadığı tespit edilmiş ve bu subartik ekosistemlerdeki yüksek kimyasal ve mikrobiyal immobilizasyonun bir göstergesi olarak ifade edilmiştir. Başlangıçta düşük N içeriğine sahip türlerde N ilavesine tepki daha kuvvetli iken bazı türlerin N ilavesine negatif tepkisi yapılarındaki yoğunlaşmış tanenlerden kaynaklanan yüksek fenolik bileşiklere dayandırılmış ve döküntü ayrışımındaki farklılıkların her türün fenolik içeriğindeki farklılıklarından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Jonasson ve ark. (2006), Arktik ekosistem toprağının çıplak olarak, döküntü içerek veya üzerinde bitki örtüsü barındırarak inkübe edilmesi denemeleri sonucunda döküntü ve bitkinin topraktaki N ve P dönüşümleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Döküntü ilavesinden sonra artan mineralizasyon, bitki ve mikrobiyal N ve P alınımı, döküntüdeki kolayca mineralize olabilen besinlerin yüksek içeriğine bağlanmıştır. Bitkilerin varlığı brüt mineralizasyonu arttırırken bu topraktaki toprak inorganik havuzlarına akan besinlerin toplamı, bitkilerin bulunmadığı topraktaki inorganik besin havuzlarındaki artıştan daha yüksek saptanmıştır. Bitkiler ve mikroplar arasındaki besin için rekabetin bitki besin alınımına negatif etkisi bitkilerin bulunmadığı dönemdeki mikrobiyal N ve P'nin artması ve yüksek mikrobiyal N ve P muhafazası ile ilişkilendirilmiştir. Sadece döküntü uygulamasında N mineralizasyonunda azalma ve P mineralizasyonunda artış gözlenmişken bitkilerin varlığında ise N mobilizasyonu artmış, P mobilizasyonu değişmemiştir, bu olay rizosferdeki azotun dönüşümünün uyarılması ile ilişkilendirilmiştir.

Ste-Marie ve Houle (2006), Quebec (Kanada)'te yaptıkları çalışmada üç orman (şeker akçaağacı, göknar ve ladin) zeminindeki N dinamiklerini incelemişlerdir. Net nitrifikasyonun ladin alanında çok düşük, şeker akçaağacı alanındaki humus tabakasında düşük bir pH'a rağmen muhtemelen heterotrofik nitrifikasyon veya aside toleranslı ototrofik nitrifikasyon nedeniyle nitrat birikiminin olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı orman alanlarının azot dinamiklerindeki bu farklılığın çok büyük olasılıkla dominant bitki türlerinden kaynaklandığını ve şeker akçaağacı alanlarında inorganik azot dönüşümlerinin yüksek olup bunu göknar ve ladin alanlarının takip ettiğini belirtmişlerdir.

Can (2007), Uludağ'ın subalpin ve alpin bölgesinin karakteristik bitki toplulukları olan bazı bodur çalı topluluklarının (*Astragalus angustifolius*, *Vaccinium myrtillus*-*Juniperus communis* ve *Juniperus communis*) topraklarında (0-15 cm) azot mineralleşme potansiyelleri laboratuvar şartlarında standart inkübasyon yöntemi (%60 su tutma kapasitesi ve 20 0C) kullanılarak araştırmıştır. Çalışma sonucunda net mineral azot veriminin (kg/ha/ 63 gün-1) *A. angustifolius* topluluğunun toprağında en yüksek, *J. communis* topluluğunda en düşük olduğu ve bitki topluluğunun yapısını oluşturan farklı tür kompozisyonunun azot mineralleşmesini etkileyebileceğini ortaya koymuştur.

Ünver (2007), Murat Dağı alpin ve subalpin bölgesinin bodur çalı (*Juniperus communis*), keçemsi (*Plantago holosteum*) ve otlak alan (*Alyssum virgatum*) topluluklarının toprağında topraktaki yıllık mineral azot verimini araştırmıştır. Sonuç olarak yıllık net azot verimini *Plantago* keçe topluluğunda 59 kg/ha/yıl, *Juniperus* bodur çalı topluluğunda 53 kg/ha/yıl ve *Alyssum* otlakalan topluluğunda 43 kg/ha/yıl olarak bulmuştur. Toprak neminin azot mineralleşmesinde sınırlayıcı olduğunu tespit etmiştir.

Sirulnik ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada N miktarı ile ilişkili olarak döküntü kalitesinin değiştiğini tespit etmişlerdir. Azot çöküntüsünün olduğu döküntüden üretilen; amonyum, nitrat, mikrobiyal N ve organik N, yüksek N/lignin oranına sahip döküntüde düşük N/lignin oranına sahip döküntüden daha yüksek tespit edilmiştir. Yüksek azotlu topraklarda döküntü, toprak amonyum ve mikrobiyal azotuna düşük azotlu topraklara göre daha fazla N katkısında bulunmuştur. Yüksek N' lu toprak üzerindeki yüksek N'lu döküntüden mineralize olan N toprak amonyumunun %46' sını, toprak nitratının %11' ini açıklarken düşük N' lu toprak üzerindeki düşük N' lu döküntüdeki bu oranlar %35 amonyum ve %6 nitrat şeklinde tespit edilmiştir.

Duman (2008), Bu çalışma da; (1) Artvin Hatilla yöresinde yayılış gösteren saf doğu ladininin meşcere ve toprak özellikleri üzerinde yükselti ve bakının etkisinin araştırılması, (2) doğu ladinini meşcerelerine zarar veren kabuk böceğinin (*Ips typographus*) ölü örtü ayrışması üzerindeki etkisi ve bu etkinin bakı ve yükseltiye bağlı olarak değişim gösterip göstermediğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, güney bakı, üst yükselti ve böceğin zarar verdiği meşcerelerin toprak özellikleri bakımından daha fakir olduğu ve bu fakir alanlar üzerinde gelişen ağaçların yaşı, çift kabuk kalınlığı, göğüs yüzeyi, sıklığı gibi meşcere özellikleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Ayrışma bakımından ise ölü örtü ayrışması böceklerin zarar verdiği meşcerelerde, kuzey bakılarda ve her iki bakının alt yükseltisinde daha hızlı olduğu saptanmıştır. Doğu ladininin saf olarak yayılış gösterdiği alanların üst yükseltilerinin ve güney bakılarının toprak özelliklerinin (özellikle besin elementleri, organik madde) daha fakir, meşcere özelliklerinin (yaş, çap, sıklık vb) ise daha yüksek olmasının böceklerin verdiği zarar şiddetini arttıran en önemli faktörler olduğu sonucuna varılmıştır.

Bellitürk ve ark (2009), Tekirdağ yöresinden alınan 20 adet toprak örneğindeki organik formda bulunan azotun mineralizasyonunu ve bu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile olan ilişkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada topraklar 28 günlük inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyonun 1.,7., 14. ve 28. günlerinde alınan toprak örneklerindeki ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$)-N içeriklerini tespit etmişlerdir. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin ortalama organik madde miktarını % 1,44, ortalama mineralizasyon kapasitesini ise 5,92 ppm olarak tespit etmişlerdir. Toprak örneklerinin kireç miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında $r= 0,321$ düzeyinde pozitif ilişki bulunmuştur ($P<0,05$). Toprak örneklerinin organik madde miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında $r= -0,327$ düzeyinde negatif ilişki belirlenmiştir ($P<0,05$). Toprakların pH değerleri, Ca, Mg, K, kil, silt ve kum içerikleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasında ise önemli ilişkiler bulunamamıştır.

Sarıyıldız ve Küçük (2009), Artvin-Kafkasör yöresinde ladin ve kayın meşcerelerinde ibre ve yaprak ayrışmaları üzerinde meşcere tipi, orman gülünün, bakı ve eğim durumunun etkilerini araştırmışlardır. Buna göre 1200 m yükseklikte saf ladin meşceresinde pH 4.92 ve ladin-orman gülü pH 4.35 bulmuşlardır. Ayrıca 1500 m yükseklikte saf ladin meşceresinde pH 4.32 bulmuşlardır.

Sancal (2010), Bu çalışmada, bölmeden çıkarma tekniklerinin (insan gücü, traktör ve orman hava hattı) orman topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tomrukların yüklendiği, sürüldüğü, boşaltıldığı yerler ve bozulmamış doğal alanlarda, toprakların fiziksel (permeabilite, nem, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, ince ve kaba kısmı ve tekstürü), kimyasal (pH, organik madde, elektriksel iletkenlik ve kireç) ve besin elementlerindeki (P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu ve Mn) değişimler iki derinlik kademesinde (0-15 cm ve 15-30 cm) belirlenmiştir.

Güleryüz ve Everest (2010), Orta Toros dağlarından üç iğne yapraklı orman ağacı (*pinus nigra subsp. pallasiana*, *Abies cilicica subsp. cilicica*, *Cedrus libani*) topluluğunun topraklarında azot mineralleşme oranları araştırılmıştır. Araştırılan toplulukların topraklarında mineral azot üretiminin toplam azot oranıyla kuvvetli ilişkili olduğu saptanmış, en yüksek toplam azot ve mineralleşme oranları, *Abies*

cilicica topluluğunun toprağında belirlenmiştir. Doğu Akdeniz bitki coğrafyası bölgesindeki birbiriyle ilişki üç iğne yapraklı orman ağacı topluluğunun toprağında azot mineralleşmesinin farklı olduğu belirlenmiştir.

Güleryüz ve ark. (2010), Spil dağında yapmış oldukları çalışmada orman, çalı ve çayırılık alanlarda azot mineralleşmesini araştırmışlar. Araştırma sonucunda NO₃ verimliliğini çayırılık alanda diğer alanlara oranla yüksek bulurken, NH₄ verimliliği bakımından bitki örtüleri oranla fazla farklılık bulmamışlardır.

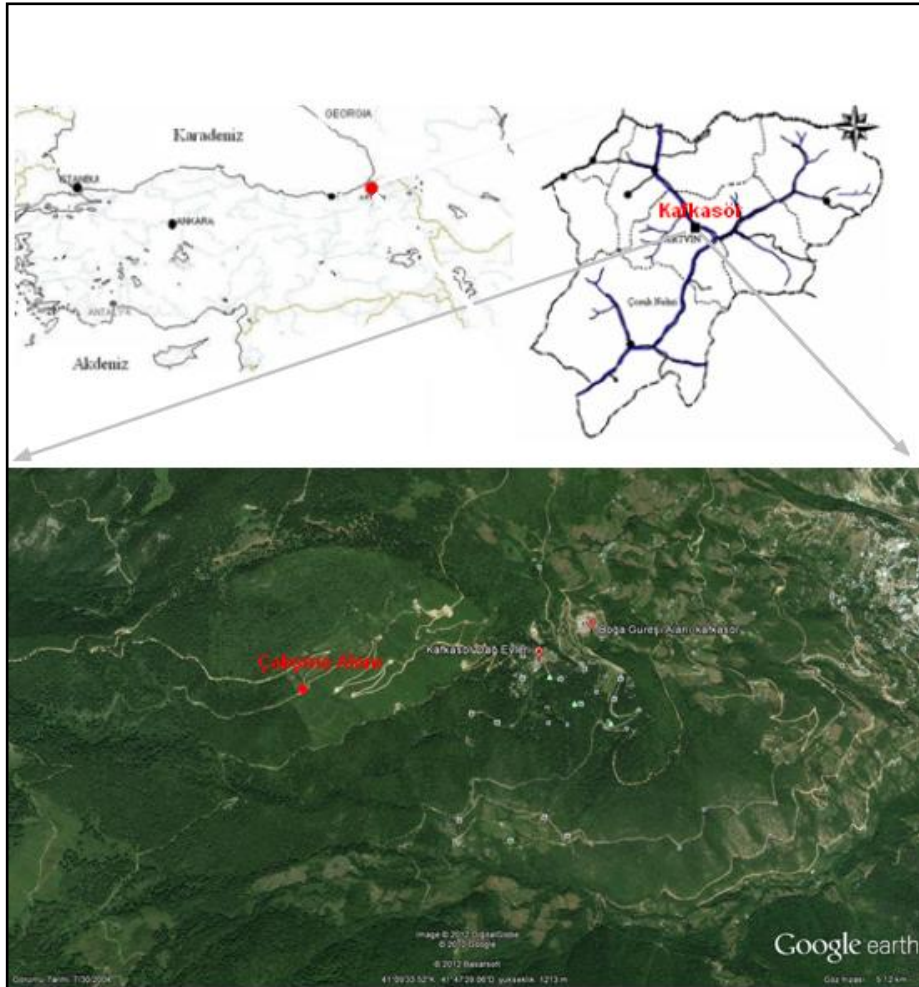
Tecimen (2011), Bu araştırma İstanbul'un kuzeyinde yer alan Çatalca – Karacaköy de yapılmıştır. Çalışma kapsamında ince ağaçlık çağında bulunan (1.30 m Ø ≈ 20 cm) meşe ormanından (*Quercus frainetto* Ten., *Q. cerris* L., *Q. robur* L. ve *Q. petraea* (Mattuschka) Lieblein)), çalı (*Cistus* spp.), yeni terk edilmiş tarla (≈5 yıl YTT) ve eski terk edilmiş tarla (≈20 yıl) (ETT) alanlarından alınan örneklerin deneylik koşullarında bekletilmesi ile net azot mineralleşmesi miktarı belirlenmeye çalışılmıştır. Araziden alınan toprak örnekleri deneylik koşullarında (21°C ve ağırlıkça % 60 nemlendirilmiş) 29 gün bekletilerek net azot mineralleşme miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; bekletme öncesinde amonyum-N miktarları ETT, çalı ve orman alanlarında YTT alanlarından p<0.05 (Tukey HSD) düzeyinde anlamlılıkla daha yüksek miktarda çıktığı, 29 günlük bekletme sonunda ise orman alanlarında p<0.05 (Dunnett T3) anlamlılıkla üç-dört kat daha yüksek mineralleşme miktarları olduğu tespit edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA ALANI

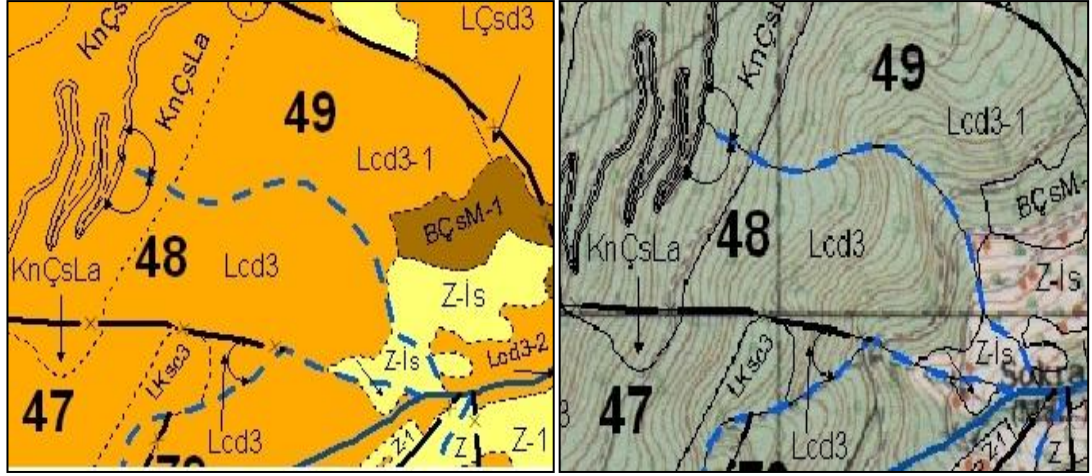
3.1. Coğrafi konum

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 1500 m, kuzey bakılı ve ortalama eğimi % 10-20 arasında bir alandır.

İdari yönden ise Artvin ili Orman Bölge Müdürlüğü Orman İşletme Müdürlüğü Merkez işletme şefliği sınırlarında bulunan Genya Dağı mevkiinde bulunmaktadır. Araştırma alanının tamamı TUHUM tarafından 1971 basımlı, 1/25000 ölçekli F47-c1 paftası içerisinde kalmaktadır (Anonim, 1971). Araştırma alanının coğrafi konumu Şekil 2 ve 3'te verilmiştir.



Şekil 2. Araştırma Alanının Görünümü



Şekil 3. Araştırma Alanının Meşçere ve Memleket Haritasında Gösterimi

3.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

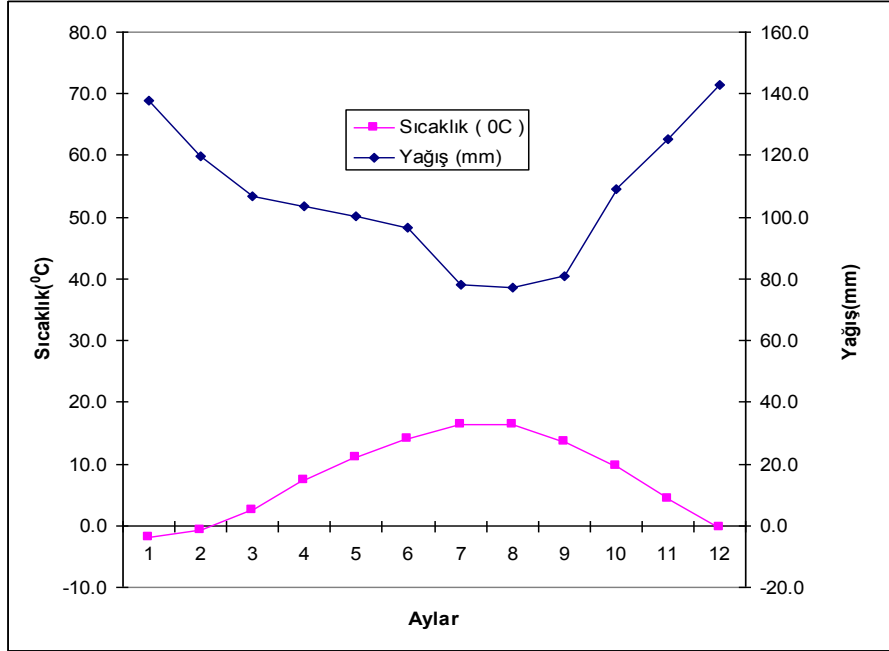
Araştırma alanında iklim özelliklerinin yükselti ve bakı farklarına göre incelenmesini sağlayacak uygun meteoroloji ağı bulunmamaktadır. Alana en yakın olarak uzun süreli gözlem ve ölçümlerini yaptığı Artvin Meteoroloji İstasyonu (600 m) bulunmaktadır (Anonim,1998). İstasyondaki veriler (Tablo 1) kullanılarak iklim özelliklerinin yükselti ile değişimi hesap yolu ile belirlenmiştir.

Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1975–2010 yıllarına ait meteorolojik ölçüm değerleri (600 m)

	AYLAR												Yıllık Ortalama
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık(°C)	2,4	3,6	6,9	11,8	15,5	18,5	20,7	20,7	17,9	14,0	8,6	4,1	12,1
En yüksek ortalama sıcaklık(°C)	5,8	7,9	12,3	17,7	21,3	23,7	25,4	25,8	23,6	19,4	12,8	7,3	16,9
En düşük ortalama sıcaklık(°C)	-0,8	-0,1	2,6	6,9	10,7	13,8	16,6	16,8	13,9	10,1	5,1	1,1	8,1
Ortalama yağış (mm)	90,7	72,7	59,8	56,4	53,4	49,7	30,8	30,2	33,8	62,0	78,4	96,0	713,9

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 Toblo 2’ de verilmiştir. Bu değerlere ait Walter iklim diyagramı Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1500 m Yükseltideki Kafkasör Yöresi Çalışma Alanına Enterpole Edilen Değerlerinin Walter İklım Diyagramı

Tablo 2. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1500 m Yükseltideki 1975-2010 Yıllarına Ait Çalışma Alanına Enterpole Edilerek Bulunan Değerleri

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama sıcaklık	-2,0	0.8	2.5	7.4	11.1	14.1	16.3	16.3	13.5	9.6	4.2	-0.3	7.7
Ortalama Yağış	137.8	119.8	106.9	103.5	100.5	96.8	77.9	77.3	80.9	109.1	125.5	143.1	1279.0

Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1975–2010 Yıllarına Ait Meteorolojik Ölçüm Değerlerine bakıldığında ortalama sıcaklık en yüksek 20,7⁰C ile temmuz ve ağustos aylarında, en düşük 2,5 ⁰C ile ocak ayında görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca en yüksek ortalama yağışın 96,0 mm ile aralık ayında, en düşük ortalama yağışın 30,2 mm ile ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 1.) Yağış ve ortalama sıcaklık verileri kullanılarak Walter (Çepel, 1988) yöntemine göre su bilançosu grafiğinde yağış eğrisi, sıcaklık eğrisi ile kesişmediğinden dolayı, bu grafikten Artvin ilinde bir kurak devre ve su noksanı bulunmadığı yorumu çıkarılabilir (Şekil 4).

3.2.1. 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 7.7 °C dir. En düşük ortalama sıcaklık Ocak ayında -2.0 °C, en yüksek ortalama sıcaklık ise Temmuz ve Ağustos aylarında 16.3 °C dir.

3.2.2. Yağış

Yağış formülüne göre alanın 1500 m yükseltideki ortalama yağış değerleri bulunmuştur. Yükseltinin artması ve azalmasına göre bulunan yağış değerleri şu şekildedir. Yıllık toplam yağış 1279.0 mm dir. En yüksek yağış Aralık ayında 143.1 mm, en düşük yağış ise Ağustos ayında 77.3 mm olarak bulunmuştur.

3.3. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü Özellikleri

Doğu Karadeniz bölgesi ormanlık alan bakımından oldukça zengindir. Elverişli sıcaklık, yağışlar, havzada yükselti artmasıyla 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* bazen saf, bazen de *Fagus orientalis* Lipsky., *Abies nordmanniana* (Stev)nSpach, *Pinus silvestris* L., *Alnus glutinosa* C.A.Mey. vb. 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 kızılâğaçla ikili karışık meşcereler kurar. Diğer ağaç türleri de dahil %17,0 oranında üçlü, dördü ve beşli karışımlar oluşturur (Kayacık, 1960; Akalp, 1978).

Çalışma alanında genel olarak var olan türler doğu ladinini, göknar, yer yer çalı formunda çoban püskülü, orman gülleri, yaban kirazı, eğrelti, orman çileği bulunmaktadır.

Doğu Ladinin yayılışı 1100-2000 m'ler arasında yoğunluk kazanmaktadır (Saatçioğlu 1976). Genel olarak kuzey ve güney bakılarda yetişirken esas olarak karadenize bakan kuzey yamaçları yayılışta tercih etmektedir. Çok iyi gelişme gösterdiği sahaların çoğunda arazi meyili %50-60-70 civarında tespit edilmiştir (Akgül 1975). Doğu Ladinin kontinental 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 Karadenizin 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 yetiştirme 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 kısımlardan genellikle mağmatik ve metomorfik kayaçlar yaygındır. Bunlardan başka kalkerler, konglomeralar, kum taşlarına da rastlanmaktadır. Ladinler özellikle granit üzerinde geniş yayılış sahasına sahip, derin ve süzek topraklar oluşturmaktadır. Doğu Ladin 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.

3.4. Alanın Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

Araştırma alanının bulunduğu yerde granit ana kayası bulunmaktadır. MTA'nın 1990 yılında Artvin ili için yapmış olduğu çalışmaya göre araştırma alanında granitlerin

kuzey doğu, kuzey batı y6n6nde uzandığı, yer yer iri ortozlu bir g6r6n6m arz etmesine rağmen genel de giri-yeşil renkte olduğunu ifade etmişlerdir. Çok atlaklı bir yapı ve çatlaklar boyunca bazalt, andezit, diabayt dayklar tarafından kesildiğini belirtmişlerdir (Anonim, 1990).

Araştırma alanındaki toprak yapısı kireçsiz Gri-Kahverengi orman topraklarının 6zelliğini taşımaktadırlar. A(B)C profili olan bu topraklarda A horizonu iyi gelişmiş olup B horizonu ise zayıf gelişme g6stermişlerdir. Kahverengi ve sarımsı-boz renkte, topaklı ve yuvarlak k6şeli blok yapıdadır. Bu horizonta yer yer kil birikimi mevcut olup eğimin y6ksek olduğu alanlarda ise kil birikimi yok yada çok azdır. Horizon sınırları geçişli ve ya tedricidir.



şekil 5. Genç ladin meşcere alanının bir g6r6nt6s6



Şekil 6. Orman gülü diri örtüsü ile kaplı yalı ladin mecere alanının bir görüntüsü

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Araştırma materyalini; Artvin Yöresi Karfkasör Mevkii'ndeki Genç Ladin meşçeresi, Yaşlı Ladin meşçeresi, Ladin-Orman gülü karışık meşçeresi ve bitişiğindeki çayırılık alandan 0-15 cm derinlik kademesinden alınan toprak örnekleri oluşturmaktadır.

4.2. Yöntem

4.2.1. Arazi Yöntemleri

4.2.1.1.Örneklilik Alanların Belirlenmesi

Örneklilik alanlara temel oluşturmak üzere 2010 yılı Eylül ayında bölgenin ağaç toplulukları hakkında bir ön çalışma yapılarak ağaç toplulukları belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonuçlarına bakılarak bölgede yayılış gösteren Ladin-Orman gülü karışık meşçeresi, Genç Ladin meşçeresi, Yaşlı Ladin meşçeresi ve çayırılık alan olarak araştırma alanları belirlenmiştir. Artvin Yöresi Kafkasör Mevkii (1500 m) 'nden 4 farklı alanın her biri için 3 farklı rastgele seçilen parselden örneklilik alan seçildi. Her bir parselden 3 tekrarlı alınan örneklerle 4 farklı alanın her birinden 9 örnekleme, toplamda ise 36 örnekleme yapmıştır.

4.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri her bir örneklilik alanın 3 farklı bölgesinden çelik kalıplar yardımıyla alınmıştır. Kalıplar 15x15x15 cm boyutlarında olup 225 cm² alana ve 15 cm derinliğe sahiptir. Alınan toprak örnekleri çift naylon torbaya geçirilerek ve etiketlenerek laboratuvar ortamına getirilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen örnekler hava kurusu hale gelinceye kadar gazete kağıtları üzerine serilerek bekletilmiştir. Her bir örneğin kök ve taşları naylon poşetlenerek etiketlenmiştir. Kuruyan toprak örnekleri havanda dövülmüş ve 2 mm' lik standart çelik elekten elenmiştir. Eleğin altına geçen kısmın ağırlıkları belirlenmiştir. Taş ve kökler hassas tartıda (Nüve FN

400), toprak (Cas Computing Scale) tartıda gr olarak tartılmıştır. Her bir örnek için 2 mm'den geçirilmiş toprak, taş, kök ve karışık olmak üzere naylon poşetlere koyularak etiketlenmiştir.

4.2.2. Laboratuvar Yöntemleri

4.2.2.1. Toprak Tekstürünün Belirlenmesi

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

4.2.2.2. Toprak pH'sının Belirlenmesi

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

4.2.2.3. Toprak Organik Maddenin Belirlenmesi

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

4.2.2.4. Toprak Maksimum Su Tutma Kapasitesi Tayini

Toprak örneklerinin maksimum su tutma kapasiteleri (MSK, %) 2mm'lik elekten geçirilen hava kuru topraklardan alınan örneklerin suya doyurularak önce yaş ağırlıkları ve takibinde ağırlıkları sabitleşinceye kadar etüvde (24 saat 105 °C) kurutulduktan sonraki kuru ağırlıklarının belirlenmesiyle birlikte yaş ve kuru ağırlıklar arasındaki farktan hareketle MSK (%) saptanmıştır.

4.2.2.5. Standart İnkübasyon Yöntemi

Naylon içerisinde saklanan hava kurusu toprak örneğinden 100 g alınarak çift polietilen torbalara konulmuştur. Polietilen torbalar CO₂ ve O₂ gibi gazları kolaylıkla geçiren, fakat su ve su buharının geçişini engelleme özelliğine sahip olmaları nedeniyle inkübasyon (sabit sıcaklık ve nem) yöntemi için en uygun araçlar olarak belirlenmiştir (Eno, 1960). Polietilen torbalara konan toprakları % 60 su tutma kapasitesine getirmek için üzerlerine belirlenmiş olan miktarda distile su ilave edilerek inkübasyona hazır hale getirilmiştir. Nitekim pH' sı 5,8 C/N oranı 15 ve toprak sıcaklığının 20 °C olduğu şartlarda, ince yapılı humusta % 60 su tutma kapasitesinin mineralleşme için en uygun su tutma kapasitesi olduğu ifade edilmektedir (Zöttl, 1958). Toprak örnekleri 25 °C' de ve % 60 doygunlukta toplam 63 gün inkübe edilmiştir.

4.2.2.6. Mineral Azot Tayini

Toprakta mineral azot tayininde Mikrodestilasyon yöntemi (Bremner ve Keeney, 1965; Gerlach, 1973; Güteryüz 1992) kullanılmıştır. Mineral azot tayini iki aşamadan oluşmaktadır; ilk aşamada topraktaki amonyum (NH₄⁺) miktarı, ikinci aşamada da nitrat (NO₃⁻) tayini yapılmaktadır (Öztürk ve ark. 1997). Bu yöntemde, önce 40 gr taze toprak alınarak 500 ml erlen içerisinde konulduktan sonra üzerine 100 ml % 1'lik KAl (SO₄)₂ çözeltisi ilave edildikten sonra düşey dönerli çalkalama cihazında 7 dakika/devir hızda 30 dakika çalkalanmıştır. Daha sonra siyah bantlı Whatman süzme kâğıdı ile süzülerek gerekli süzüntü elde edilmiştir. Süzüntünün içerisinde mikrobiyal aktivitenin engellenmesi için bir miktar thymol kristali ilave edilmiş ve buzdolabına kaldırılmıştır. Elde edilen toprak süzüntüsünden 20'şer ml alınarak mikro-kjeldahl cihazının iki ağızlı balonuna konulmuş ve balonlar destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Çözeltinin bazikleşmesi için balonların içerisinde yan kapakçıkları aracılığı ile 0,2 gr MgO ilave edilmiştir. Daha sonra cihazın kapağı kapatılarak çözelti ortamına buhar gönderilmiş ve çözeltideki amonyumun amonyağa dönüşmesi, bununda geri soğutucudan geçirilerek 200 mikrolitre karışık indikatör bulunan % 2'lik 5 ml borik asit tarafından amonyum borat olarak tutulması sağlanmıştır. Bu damıtma işleme 100 ml'lik taksimatlı erlen

mayerde 50 ml amonyum borat çözeltisi birikinceye kadar devam edilmiştir. Altlıkta biriken amonyum borat çözeltisinden $\text{NH}_4^+\text{-N}$ tayin edilmiştir. Bundan sonra soğutucu altına ikinci bir altlık yerleştirilmiş ve yan kapakçıklardan balondaki aynı çözeltiye 0,2 gr metal tuzu (Devardas Reagnez: % 50 Cu, % 45 Al, % 5 Zn) konulmuştur. Bazikleşen bu ortamda NO_2^- ve NO_3^- şeklindeki azotun amonyağa dönüşmesi sağlanmıştır. Metal ilavesinden sonra buhar muslukları kapatılarak NO_2^- ve NO_3^- tayini için damıtma işlemi yapılmış ve içinde 200 mikrolitre karışık indikatör ile % 2'lik 5 ml borik asit bulunan altlıkta amonyum borat şeklinde tutulması sağlanmıştır. Geri soğutucunun altındaki 100 ml'lik altlıkta biriken (50 ml) ve azot miktarına göre yeşilden turuncuya dönüşen solüsyonlar 0.005 N H_2SO_4 ile geri titre edilmiş ve titrasyon sırasında harcanan miktardan hareketle mineral azot tayini hesaplamaları yapılmıştır (mg $\text{N}_{\text{min}}/100$ g kuru toprak).

Toprak örneklerinde Mineral azotun hesaplanması (Gerlach 1973; Öztürk ve ark., 1997):

$$f = 1.225 \times (S-K) / K + 0.875$$

$$X = A \times f$$

X= Mineral azot (mg $\text{N}_{\text{min}}/100$ g kuru toprak)

A= Titrasyonda harcanan 0.005 N H_2SO_4 (ml)

S= Nemli toprak ağırlığı

K= Kuru toprak ağırlığı

Mineral azotun kg/ha cinsinden hesaplanması:

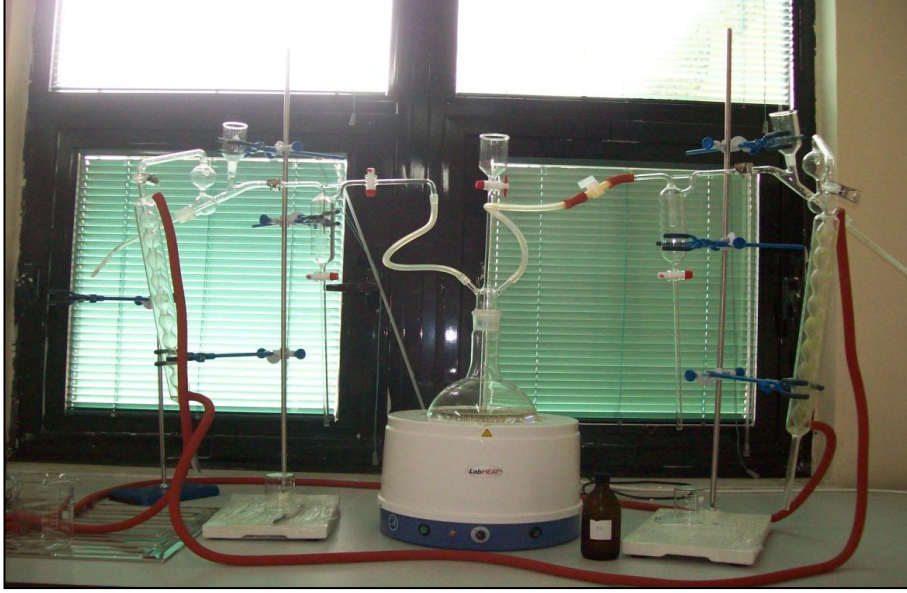
— —————

A: 15x15x15 cm ölçekle alınmış hacimsel toprağın kuru ağırlığı

—————

X: mg N_{min} / 100 g kuru toprak

0.444: g /cm²'lik alana sahip kalıbın içerdiği toprak ağırlığının kg / ha birimine dönüştürülmesi için hesaplanan katsayı değeridir.



Şekil 7. Mikro Destilasyon Cihazında Toprak Örneklerinin Destilasyon Yapılırken Görünümü



Şekil 8. Mineral Azot Analizi Ölçümünde Titrasyon Yapılırken Bir Görünüm

4.2.2.7. Toplam Azot Tayini

Toplam azot tayini için Kjeldahl yaş yakma yöntemi (Steubing 1965) kullanılmıştır. Bu yöntemle organik bağlı azot sülfürük asitle amonyum sülfata dönüşmekte ve amonyum sülfattan bazik ortamda oluşan amonyak, borik asitle amonyum borat olarak yakalanmaktadır. Amonyum borat 0.1 N H₂SO₄ ile geri titre edilerek harcanan H₂SO₄ hacminden toplam azot oranı hesaplanmıştır.

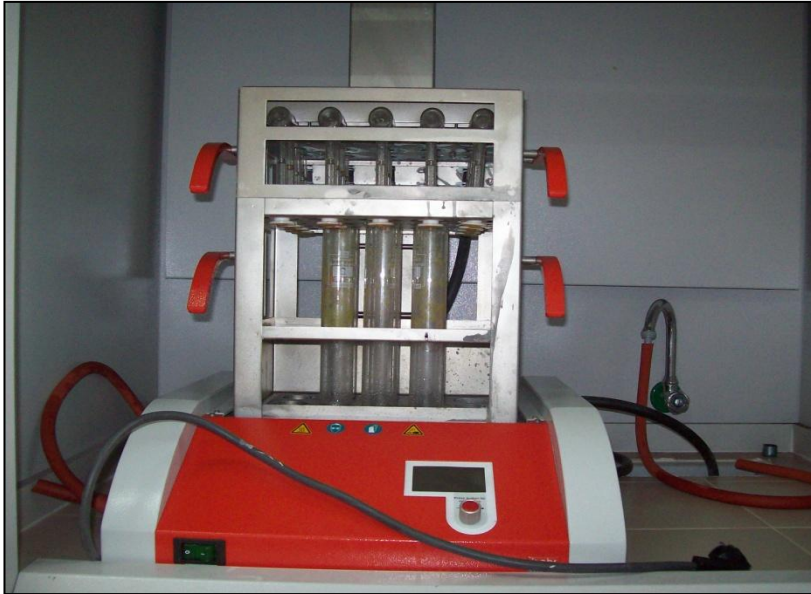
Toplam azotun hesaplama formülü (Öztürk ve ark 1997).

a: Titrasyonda harcanan 0.1 N H₂SO₄ (ml)

b: Yakılan Toprak örneğinin ağırlığı (g)

d: Kjeldahl balonundaki çözeltinin bölünme faktörü

Toplam N (%)’un kg/ha değerine dönüştürülmesi



şekil 9. Toprak Örneğlerinde Toplam Azot Belirlenmesi İçin Yapılan Yakma İşlemi Görünümü



Şekil 10. Total Azot Tayini Yapılırken Titrasyon İşleminin Bir Görünümü

4.2.2.8. Azot Mineralleşme Oranlarının Hesaplanması

Mineral azot (NH_4^+ -N ve NO_3^- -N) tayinleri inkübasyonun 21. gün, 42. gün ve 63. günlerinde yapılmıştır. Net mineral azot veriminin hesaplanması inkübasyon sürecinin 21. gün, 42. gün ve 63. gününde elde edilen aktüel mineral azot değerleri arasındaki farkın hesaplanmasına dayanmaktadır. İlk olarak net mineral azot verimi inkübasyonun 21. gününde belirlenen azot değerleri alınmıştır; ikinci olarak net mineral azot verimi inkübasyonun 42. gününde belirlenen değerden 21. gününde belirlenen değer çıkarılmasıyla; üçüncü olarak net mineral azot verimi inkübasyonun 63. gününde belirlenen değerden 42. gününde belirlenen değer çıkarılmasıyla net mineral azot değerleri elde edilmiştir. Toplam mineral azot değeri ise 63 gün sonra her periyotta mineralleşen azotun toplanması ile elde edilmiştir. Mineral azot değerleri kg/ha olarak hesaplanmıştır (Öztürk ve ark. 1997).

4.2.3. İstatistiksel Yöntemler

Elde edile veriler üzerinde Statistica Ver 6.0 (StatSoft Inc. 1984-1995) ve SPSS 16.0 for Windows istatistik paket programıyla istatistik analiz yapılmıştır. Varyans analizi yapılarak fark olup olmadığı Tukey testi yapılarak farklılıkların nerelerde olduğunu, Korelasyon analizi yapılarak ta anlamlı ilişkilerin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Toprak Tekstürü

Genç Ladin meşçeresi kum miktarı en yüksek % 70.70 ve en düşük % 54.83, kil miktarı en yüksek % 24.86 ve en düşük % 12.96, toz miktarı en yüksek % 24.16 ve en düşük % 16.34 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 63.74, ortalama kil miktarı % 16.58 ve ortalama toz miktarı % 19.68 olarak tespit edilmiştir. Genç Ladin meşçeresi toprak türü genel olarak kumlu killi balçık tekstüründedir.

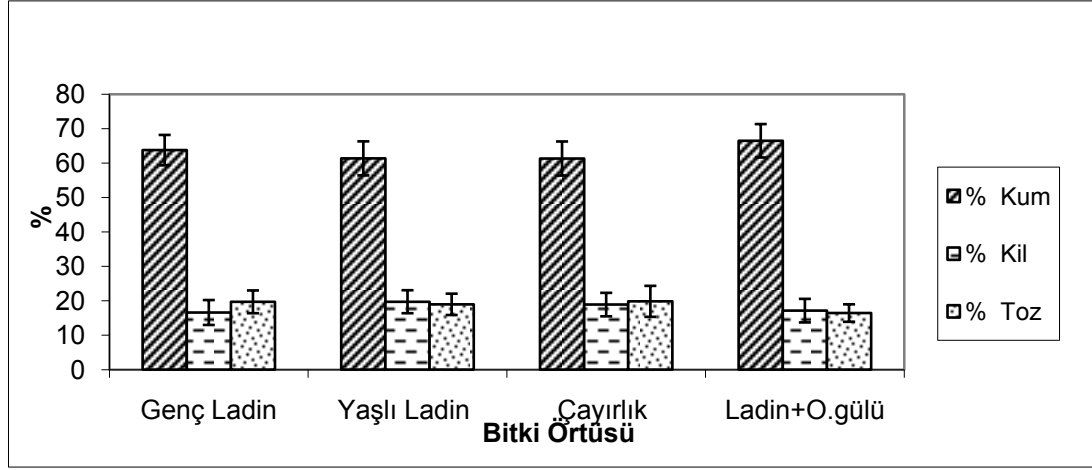
Yaşlı Ladin meşçeresi kum miktarı en yüksek % 66.11 ve en düşük % 54.84, kil miktarı en yüksek % 23.54 ve en düşük % 13.72, toz miktarı en yüksek % 23.56 ve en düşük % 13.80 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 61.34, ortalama kil miktarı % 19.71 ve ortalama toz miktarı % 18,95 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı Ladin meşçeresi toprak türü genel olarak kumlu killi balçık tekstüründedir.

Çayırılık alan kum miktarı en yüksek % 69.18 ve en düşük % 54.18, kil miktarı en yüksek % 23.68 ve en düşük % 14.58, toz miktarı en yüksek % 26.68 ve en düşük % 11.18 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 61.30, kil miktarı % 18.88 ve toz miktarı % 19.82 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toprak türü genel olarak killi balçık tekstüründedir.

Ladin-O.gülü meşçeresi kum miktarı en yüksek % 72.29 ve en düşük % 58.67, kil miktarı en yüksek % 21.40 ve en düşük % 12.29, toz miktarı en yüksek % 20.46 ve en düşük % 13.13 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 66.45, ortalama kil miktarı % 17.12 ve ortalama toz miktarı % 16.42 olarak tespit edilmiştir. Ladin-O.gülü toprak türü genel olarak kumlu killi balçık tekstüründedir.

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

Bitki Örtüsü	% Kum	% Kil	% Toz
Genç Ladin	63.74 ^a ±4.41	16.58 ^a ±3.62	19.68 ^a ±3.31
Yaşlı Ladin	61.34 ^a ±4.94	19.71 ^a ±3.34	18.95 ^a ±3.10
Çayırılık	61.30 ^a ±4.95	18.88 ^a ±3.41	19.82 ^a ±4.50
Ladin-O.gülü	66.45 ^a ±4.75	17.12 ^a ±3.42	16.42 ^a ±2.54



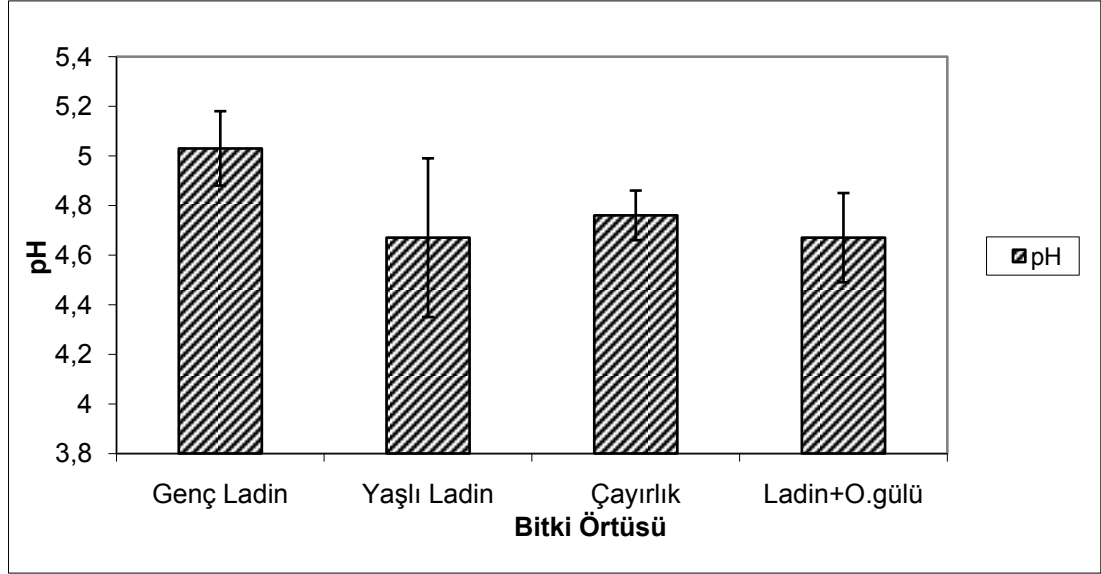
Şekil 11. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Kum, % Kil ve % Toz Miktarları Değişim Grafiği

5.2. Toprak Tepkimesi (pH)

Genç Ladin meşceresinde pH değerleri en yüksek 5.21, en düşük 4.80 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 5.03 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı Ladin meşceresinde pH değerleri en yüksek 5.17, en düşük 4.22 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 4.67 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alanda pH değerleri en yüksek 4.92, en düşük 4.60 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 4.76 olarak tespit edilmiştir. Ladin-O.gülü meşceresinde pH değerleri en yüksek 4.94, en düşük 4.48 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 4.67 olarak tespit edilmiştir pH değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre genç ladin 5.03 ile yüksek grubu oluşturmaktadır. İkinci grup olarak çayırılık alan, yaşlı ladin ve ladin-O.gülü meşcereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Tablo 4. Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH, Fark Grupları (a,b), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri

Bitki Örtüsü	pH	F	Önem düzeyi (P)
Genç Ladin	5.03 ^a ±0.15		
Yaşlı Ladin	4.67 ^b ±0.32	5.93	0.00
Çayırılık	4.76 ^b ±0.10		
Ladin – O.gülü	4.67 ^b ±0.18		



Şekil 12. Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği

5.3. Toprak Organik Maddesi

Genç Ladin meşçeresinde organik madde miktarı en yüksek % 8.04, en düşük % 4.73 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 6.84 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı Ladin meşçeresinde organik madde miktarı en yüksek % 8.11, en düşük % 6.42 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 7.17 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan organik madde miktarı en yüksek % 7.57, en düşük % 5.75 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 6.91 olarak tespit edilmiştir. Ladin-O.gülü meşçeresinde organik madde miktarı en yüksek % 8.04, en düşük % 6.49 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 7.36 olarak tespit edilmiştir.

Organik madde değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($P > 0,05$).

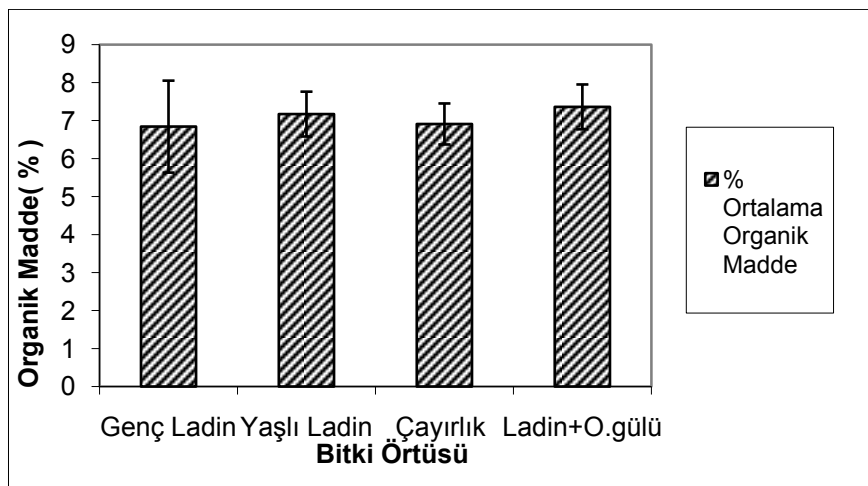
Genç Ladin meşçeresi organik madde miktarı en yüksek 47157.24 kg/ha ve en düşük 25638.81 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik madde miktarı 37994.2 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı Ladin meşçeresi organik madde miktarı en yüksek 46274.76 kg/ha ve en düşük 33374.75 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik

madde miktarı 38550.7 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan organik madde miktarı en yüksek 58189.18 kg/ha ve en düşük 50394.13 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik madde miktarı 54543.3 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-O.gülü meşçeresi organik madde miktarı en yüksek 53595,29 kg/ha ve en düşük 35271,92 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik madde miktarı 40621,7 kg/ha olarak tespit edilmiştir.

Ortalama organik madde miktarı değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0,05$). Tukey testine göre 2 farklı grup belirlenmiştir. Buna göre çayırılık alan 54543.3 kg/ha ile büyük grubu oluşturur. Ladin-O.gülü, genç ladin ve yaşlı ladin meşçereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Tablo 5. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Organik Madde (%) Miktarı, Fark Grupları (a,b), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri

Bitki Örtüsü	Organik Madde (%)	F	Önem düzeyi (P)	Organik Madde (kg/ha)	F	Önem Düzeyi (P)
Genç Ladin	6.84 ^a ±1.21			37994.2 ^b ±6546		
Yaşlı Ladin	7.17 ^a ±0.59			38550.7 ^b ±5284		
Çayırılık	6.91 ^a ±0.54	0.84	0.48	54543.3 ^a ±2806	20.81	0.00
Ladin-O.gülü	7.36 ^a ±0.59			40621.7 ^b ±5224		



Şekil 13. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Organik Madde % Miktarları Değişim Grafiği

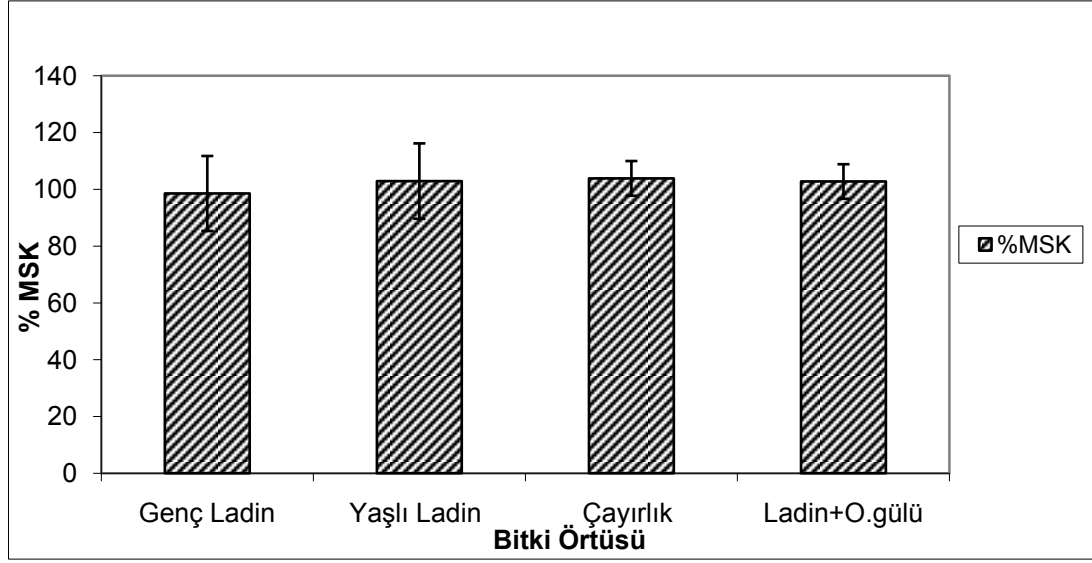
5.4. Toprak Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK)

Genç Ladin meşçeresi maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) en yüksek % 123.45 ve en düşük % 81.84 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 98.52 olarak belirlenmiştir. Yaşlı Ladin meşçeresi maksimum su tutma kapasitesi (MSK %) en yüksek % 127.31 ve en düşük % 84.87 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 102.88 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan maksimum su tutma kapasitesi (MSK %) en yüksek % 112.10 ve en düşük %94.62 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 103.84 olarak tespit edilmiştir. Ladin-O.gülü meşçeresi maksimum su tutma kapasitesi (MSK %) en yüksek % 113.28 ve en düşük % 95.41 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 102.74 olarak tespit edilmiştir.

Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasiteleri (% MSK) değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir(P>0.05).

Tablo 6. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri

Bitki Örtüsü	Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK)	F	Önem düzeyi (P)
Genç Ladin	98.52 ^a ±13.21		
Yaşlı Ladin	102.88 ^a ±13.28	0.47	0.70
Çayırılık	103.84 ^a ±6.11		
Ladin – O.gülü	102.74 ^a ±6.08		



Şekil 14. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK) Değişim Grafiği

5.5. Toplam Azot Tayini

Genç Ladin meşceresinde toplam azot en yüksek 0.46 ve en düşük 0.15 olarak belirlenirken ortalama toplam azot 0.30 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı Ladin meşceresi toplam azot en yüksek 0.59 ve en düşük 0,20 olarak belirlenirken ortalama toplam azot 0.36 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toplam azot en yüksek 0.52 ve en düşük 0.34 olarak belirlenirken ortalama toplam azot 0.41 olarak tespit edilmiştir. Ladin-O.gülü meşceresi toplam azot en yüksek 0.46 ve en düşük 0.30 olarak belirlenirken ortalama toplam azot 0.37 olarak tespit edilmiştir.

Ortalama toplam azot değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ($P>0,05$).

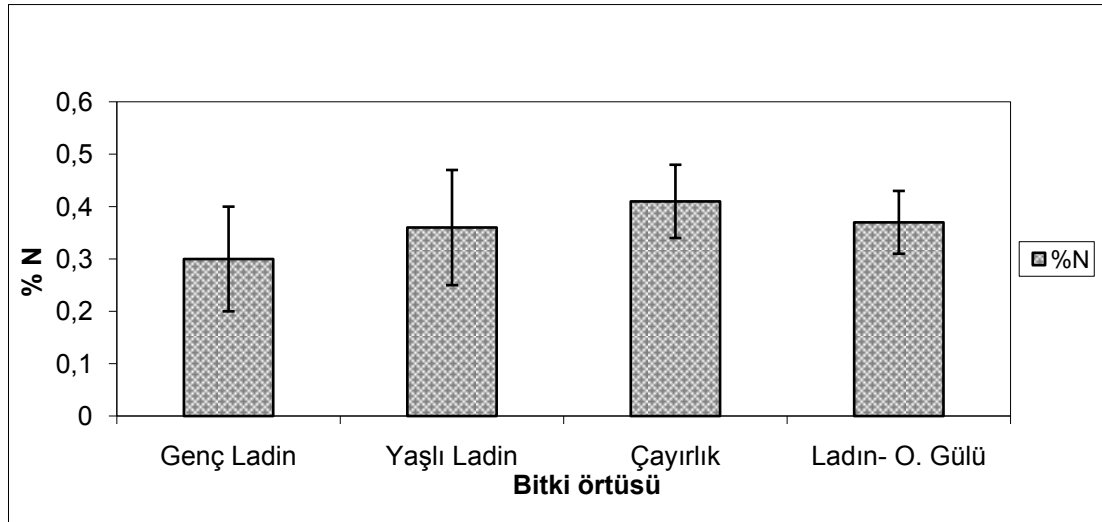
Genç Ladin meşceresi toplam azot en yüksek 2413.38 kg/ha ve en düşük 997.67 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot 1646.8 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı Ladin meşceresi toplam azot en yüksek 2439.98 kg/ha ve en düşük 1285.36 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot 1897.0 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toplam azot en yüksek 4008.13 kg/ha ve en düşük 2762.06 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot 3237.5 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-

O.gülü meşçeresi azot en yüksek 2752.13 kg/ha ve en düşük 1627.97 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot 2078.2 kg/ha olarak tespit edilmiştir.

Ortalama toplam azot değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre çayırılık alan 3237.5 kg/ha ile yüksek grubu oluşturur. İkinci grup olarak genç ladin ve yaşlı ladin, ladin-O.gülü meşçereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Tablo 7. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot (%), Toplam Azot (kg/ha) Miktarı, Fark Grupları (a, b), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri

Bitki Örtüsü	Ortalama Toplam Azot(%)	F	Önem Düzeyi (P)	Ortalama Toplam Azot (kg/ha)	F	Önem Düzeyi (P)
Genç Ladin	0.30 ^a ±0.10			1646.8 ^b ±413.5		
Yaşlı Ladin	0.36 ^a ±0.11	2.323	0.09	1897.0 ^b ±421.8	25.83	0.00
Çayırılık	0.41 ^a ±0.07			3237.5 ^a ±428.7		
Ladin-O.gülü	0.37 ^a ±0.06			2078.2 ^b ±398.2		



Şekil 15. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot Değişim Grafiği

5.6. Net Mineral Azot Tayini

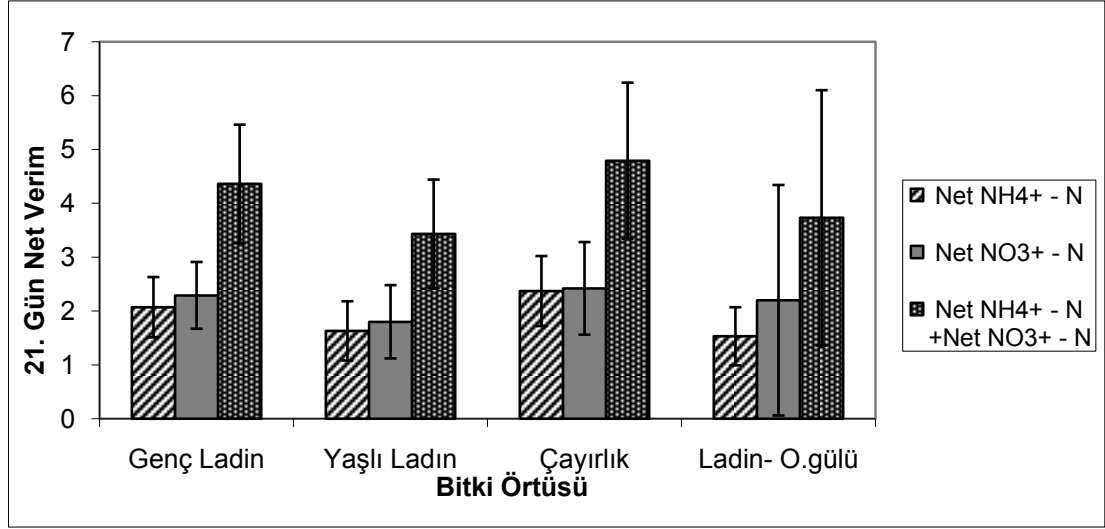
21. gün sonunda Ortalama Net NH_4^+ değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.05$). Tukey testine göre 3 farklı grup oluşmuştur. Buna göre çayırılık 2.37 kg/ha ile en yüksek grubu oluştururken ladin-ormangülü alanı 1,53 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmuştur. Üçüncü grup olarak genç ladin ve yaşlı ladin meşcereleri birlikte bir grup oluşturmuştur.

Ortalama Net NO_3^- değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($P>0.05$).

Ortalama Net toplam ($\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$) değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($P>0.05$).

Tablo 8. Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Değerleri, Fark Grupları (a,ab,b), Standart Hata (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri

21. gündeki net verim (21-0)	Bitki Örtüsü	Ortalama Net Mineral Azot (kg/ha)	F	Önem Düzeyi(P)
Net NH_4^+ -N	Genç Ladin	2.07 ^{ab} ±0.56	4.06	0.01
	Yaşlı Ladin	1.63 ^{ab} ±0.55		
	Çayırılık	2.37 ^a ±0.65		
	Ladin-O.gülü	1.53 ^b ±0.54		
Net NO_3^- -N	Genç Ladin	2.29 ^a ±0.62	0.41	0.74
	Yaşlı Ladin	1.80 ^a ±0.68		
	Çayırılık	2.42 ^a ±0.86		
	Ladin-O.gülü	2.20 ^a ±2.14		
Toplam Net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N)	Genç Ladin	4.36 ^a ±1.10	1.36	0.27
	Yaşlı Ladin	3.43 ^a ±1.01		
	Çayırılık	4.79 ^a ±1.45		
	Ladin-O.gülü	3.73 ^a ±2.37		



Şekil 16. Mineral Azotun(NH₄) Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Ortalama (kg/ha) Değişim Grafiği

42. gün sonunda ortalama net NH₄⁺ değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05). Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre çayırılık 139.99 kg/ha ile yüksek grubu oluşturur. İkinci grup olarak genç ve yaşlı ladin, ladin-orman gülü meşcereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Ortalama net NO₃⁻ değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05).

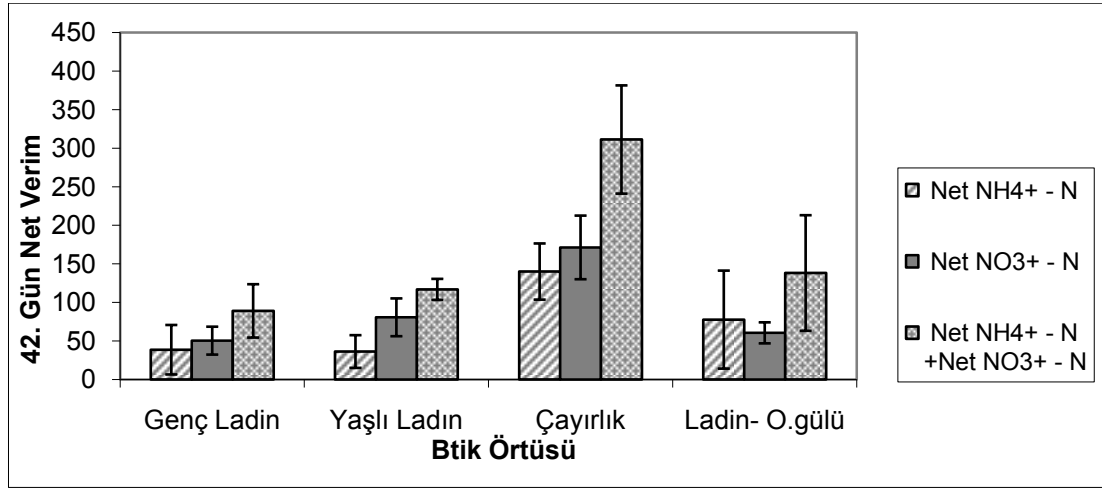
Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre çayırılık 171.31 kg/ha ile yüksek grubu oluşturur. İkinci grup olarak genç ve yaşlı ladin, ladin-orman gülü meşcereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Ortalama net toplam (NH₄⁺+NO₃⁻) değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05).

Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre çayırılık 311.30 kg/ha ile yüksek grubu oluşturur. İkinci grup olarak genç ve yaşlı ladin, ladin-orman gülü meşcereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Tablo 9. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Fark Grupları (a,b,ab), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (P) Değerleri

42. gündeki net verim (42-21 gün)	Bitki Örtüsü	Ortalama Net Mineral Azot (kg/ha)	F	Önem Düzeyi (P)
Net NH ₄ ⁺ -N	Genç Ladin	38.58 ^b ±32.09	12.34	0.00
	Yaşlı Ladin	36.22 ^b ±21.24		
	Çayırılık	139.99 ^a ±36.44		
	Ladin-O.gülü	77.63 ^b ±63.57		
Net NO ₃ ⁻ -N	Genç Ladin	50.36 ^b ±18.10	38.92	0.00
	Yaşlı Ladin	80.63 ^b ±24.52		
	Çayırılık	171.31 ^a ±41.27		
	Ladin-O.gülü	60.47 ^b ±13.64		
Toplam Net (NH ₄ ⁺ -N+NO ₃ ⁻ -N)	Genç Ladin	88.95 ^b ±34.61	30.39	0.00
	Yaşlı Ladin	116.85 ^b ±13.63		
	Çayırılık	311.30 ^a ±70.20		
	Ladin-O.gülü	138.10 ^b ±74.98		



Şekil 17. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği

63.gün sonunda Ortalama Net NH₄⁺ değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05). Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre yaşlı ladin 6.14 kg/ha ile yüksek grubu oluşturmaktadır. İkinci grup olarak genç ladin, çayırılık, ladin-orman gülü meşcereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Ortalama net NO_3^- değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

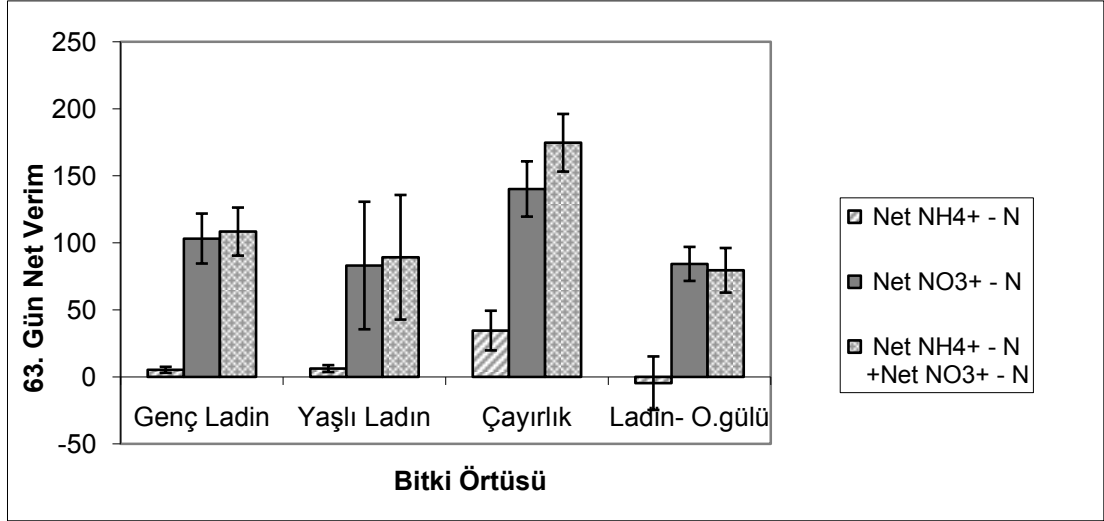
Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre çayırılık 140.12 kg/ha ile yüksek grubu oluşturmaktadır. İkinci grup olarak genç ve yaşlı ladin, ladin-orman gülü meşcereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Ortalama net toplam ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) değerleri incelendiğinde v analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Tukey testine göre 2 farklı grup oluşmuştur. Buna göre çayırılık 174.61 kg/ha ile yüksek grubu oluşturmaktadır. İkinci grup olarak genç ve yaşlı ladin, ladin-orman gülü meşcereleri birlikte düşük grubu oluşturmuştur.

Tablo 10. Bitki rtlerine Göre 63. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Fark Grupları (a,b), Standart Hata, (F) ve önem Düzeyi (P) Değerleri

63. gündeki net verim (63-42 gün)	Bitki rts	Ortalama Net Mineral Azot (kg/ha)	F	nem Düzeyi (P)
Net $\text{NH}_4^+ - \text{N}$	Genç Ladin	5.19 ^a ±2.25	16.31	0.00
	Yaşlı Ladin	6.14 ^a ±2.57		
	çayırılık	34.49 ^b ±14.81		
	Ladin-O.gl	-4.76 ^a ±19.95		
Net $\text{NO}_3^- - \text{N}$	Genç Ladin	103.15 ^b ±18.64	7.99	0.00
	Yaşlı Ladin	83.04 ^b ±47.58		
	çayırılık	140.12 ^a ±20.62		
	Ladin-O.gl	84.22 ^b ±12.69		
Toplam Net ($\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N}$)	Genç Ladin	108.34 ^b ±17.93	20.52	0.00
	Yaşlı Ladin	89.18 ^b ±46.49		
	çayırılık	174.61 ^a ±21.51		
	Ladin-O.gl	79.46 ^b ±16.63		



Şekil 18. Bitki Örtülerine Göre 63. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği

5.7. Korelasyon Analizi Verileri

Tablo 11. Bazı Toprak Özelliklerine (0-15 cm) Göre Toplulukların Karşılaştırılması (n=9)

Topluluk	<i>P. orientalis</i> (genç)	<i>P. orientalis</i> (yaşlı)	<i>Orman gülü- ladin</i>	Çayırılık
pH (H₂O)*	5.03 ^a ±0.15	4.67 ^b ±0.32	4.67 ^b ±0.18	4.76 ^b ±0.10
MSK*(%)	98.52 ^a ±13.21	102.88 ^a ±13.2	102.74 ^a ±6.08	103.84 ^a ±6.11
Toplam N*(%)	0.30 ^a ±0.10	0.36 ^a ±0.11	0.37 ^a ±0.06	0.41 ^a ±0.07
(kg/ha)*	1646.8 ^b ±413	1897.0 ^b ±421	2078.2 ^b ±398	3237.5 ^a ±428
Organik C(%)	6.84 ^a ±1.21	17 ^a ±0.59	7.36 ^a ±0.59	6.91 ^a ±0.54
(kg/ha)*	37994.2 ^b ±6546	38550.7 ^b ±5284	40621.7 ^b ±5224	54543.3 ^a ±2806
C/N	21.32 ^a ±2.83	21.23 ^a ±5.67	19.86 ^a ±2.38	17.10 ^a ±2.33

* P<0.05

Tablo 12. İnkübasyon Periyodunun üç Aşamasında 21, 42 ve 63. Günde Topraklarda Hesaplanan Net NH₄⁺-N_{min}, NO₃⁻-N_{min} ve Toplam Mineral Azot (NH₄⁺-N_{min} + NO₃⁻-N_{min}) Verimine Göre Toplulukların Karşılaştırılması (0-15 cm)

İnkübasyon Periyodu				
Topluluk	21. Gün (kg/ha/21 gün ⁻¹)	42. Gün (kg/ha/21 gün ⁻¹)	63.Gün (kg/ha/21 gün ⁻¹)	Toplam
NH₄⁺-N_{min}				
<i>P. orientalis</i> (genç)	2.07 ^{ab} ±0.56	38.58 ^b ±32.09	6.07 ^b ±1.23	46.72
<i>P. orientalis</i> (yaşlı)	1.63 ^{ab} ±0.55	36.22 ^b ±21.24	6.14 ^b ±2.57	43.99
<i>Orman gülü-ladin</i>	1.53 ^b ±0.54	77.63 ^b ±63.57	-4.76 ^b ±19.95	74.40
Çayırılık	2.37 ^a ±0.65	139.99 ^a ±36.44	34.49 ^a ±14.81	176.85
	<i>P</i> <0.05	<i>P</i> <0.05	<i>P</i> <0.05	
NO₃⁻-N_{min}				
<i>P.orientalis</i> (genç)	2.29 ^a ±0.62	50.36 ^b ±18.10	103.15 ^b ±18.64	155.80
<i>P.orientalis</i> (yaşlı)	1.80 ^a ±0.68	80.63 ^b ±24.52	83.04 ^b ±47.58	165.47
<i>Ormangülü-ladin</i>	2.20 ^a ±2.14	60.47 ^b ±13.64	84.22 ^b ±12.69	146.89
Çayırılık	2.42 ^a ±0.86	171.31 ^a ±41.27	140.12 ^a ±20.62	313.85
	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> <0.05	<i>P</i> <0.05	
(NH₄⁺-N_{min}+NO₃⁻-N_{min})				
<i>P.orientalis</i> (genç)	4.36 ^a ±1.10	88.95 ^b ±34.61	108.34 ^b ±17.9	201.65
<i>P.orientalis</i> (yaşlı)	3.43 ^a ±1.01	116.85 ^b ±13.63	89.18 ^b ±46.49	209.46
<i>ormangülü-ladin</i>	3.73 ^a ±2.37	138.10 ^b ±74.98	79.46 ^b ±16.6	221.29
Çayırılık	4.79 ^a ±1.45	311.30 ^a ±70.20	174.61 ^a ±21.5	490.70
	<i>P</i> >0.05	<i>P</i> <0.05	<i>P</i> <0.05	

Tablo 12. deki NH_4^+ -N inkübasyon periyodunda, 21.günde yaşlı ve genç ladin meşcereleri farklı, ormangülü-ladin farklı ve çayırılık alanlar farklı gruplarda yer almaktadır. 42.günde saf ve karışık ladin meşcereleri aynı grupta yer alırken, çayırılık alanlar farklı grupta yer almaktadır. 63. günde saf ve karışık ladin meşcereleri aynı grupta yer alırken, çayırılık alanlar farklı grupta yer almaktadır.

NO_3^- -N inkübasyon periyodunda, 21. günde saf ve karışık ladin meşcereleri ve çayırılık alanlar aynı grupta yer almaktadır. 42.günde saf ve karışık ladin meşcereleri aynı grupta yer alırken, çayırılık alanlar farklı grupta yer almaktadır. 63.günde saf ve karışık ladin meşcereleri aynı grupta yer alırken, çayırılık alanlar farklı grupta yer almaktadır.

NH_4^+ -N + NO_3^- -N inkübasyon periyodunda, 21. günde saf ve karışık ladin meşcereleri ve çayırılık alanlar aynı grupta yer almaktadır. 42.günde saf ve karışık ladin meşcereleri aynı grupta yer alırken, çayırılık alanlar farklı grupta yer almaktadır. 63.günde saf ve karışık ladin meşcereleri aynı grupta yer alırken, çayırılık alanlar farklı grupta yer almaktadır.

Tablo 13. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında net mineral azot verimi (NH_4^+ - N_{\min} ve NO_3^- - N_{\min} kg / ha / 63 g⁻¹) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri (n=9, α ;0.05; P<0.05 ilişki anlamlı, P> 0.05 ilişki anlamsız).

Parametreler	r	P	$Y = a + bx$
NH_4^+-N_{\min} (kg/ ha 63 g⁻¹)			
pH (H ₂ O)	-0.19	0.276	NH_4^+ - N_{\min} 323.11-49.71 x PHMSK
(%)	0.097	0.571	NH_4^+ - N_{\min} 19.868+064x %MSK
Organik C (%)	-0.15	0.355	NH_4^+ - N_{\min} 180.87-13.52 x %C
Organik C (kg/ha)	0.78	0.000	NH_4^+ - N_{\min} -178.8+0.006xOrg C
Toplam N (%)	0.29	0.078	NH_4^+ - N_{\min} 7.74+213x %N
Toplam N (kg/ha)	0.80	0.000	NH_4^+ - N_{\min} -74.91+0.072 xTop N
C/N	-0.37	0.027	NH_4^+ - N_{\min} 211.39-6.34 x C/N
NO_3^--N_{\min} (kg/ha/63 g⁻¹)			
pH (H ₂ O)	0.13	0.460	NO_3^- - N_{\min} -7.312 + 42.39 x pH
MSK (%)	0.23	0.180	NO_3^- - N_{\min} 3.436+1.88 x %MSK
Organik C (%)	0.01	0.970	NO_3^- - N_{\min} 192.17 + 0.47 x %C
Toplam N (%)	0.42	0.010	NO_3^- - N_{\min} 57.41 + 380.28 x %N
Organik C (kg/ha)	0.70	0.000	NO_3^- - N_{\min} -102.2+0.006 xorg C
Toplam N (kg/ha)	0.80	0.874	NO_3^- - N_{\min} -4.83 + 0.09 x org N
C/N	-0.48	0.003	NO_3^- - N_{\min} 403.00-10.44 x C/N

6. TARTIŞMA

Yapmış olduğumuz çalışmamızda saf ve karışık ladin meşcerelerde kum miktarı ortalama değeri% 63.84, çayırılık alanda ise % 61.30 bulunmuştur. Kum miktarı ile ilgili benzer sonuçlar yapılan diğer çalışmalarda da yakın bulunmuştur (Güner 2000, Tüfekçioğlu ve Küçük 2004, Duman 2008, Sancal 2010). Güner (2000), Artvin de ladin-orman gülü karışık meşcerelerinde yapmış çalışmalar da kum miktarını % 78.03 bulmuştur. Bu sonuç yapmış olduğumuz çalışmadan farklı olmasının nedeni birçok alanlar da yapılmış olması düşünülmektedir. Saf ve karışık ladin meşcerelerinde kil miktarı ortalama değeri % 17.80, çayırılık alanda ise % 1.88 bulunmuştur. Kil miktarı ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda benzer sonuçlar bulunmuştur (Güner 2000, Tüfekçioğlu ve Küçük 2004, Duman 2008, Sancal 2010). Güner (2000), ladin-orman gülü karışık meşceresinde yapmış çalışma da ortalama kil miktarı değeri% 4.33 bulmuştur. Yapmış olduğumuz çalışmayla paralellik göstermemesinin nedeni geniş bir yayılım alanında çalışmayı yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Saf ve karışık ladin meşcerelerinde pH değeri 4.79, çayırılık alanda ise 4.76 olarak bulunmuştur. Tüfekçioğlu ve Küçük (2004), aynı alanda yapmış olduğu çalışmada saf ve karışık ladin meşcerelerinde pH değeri 5.23 ve çayırılık alanda pH 5.33 olarak bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki pH değerleri bakımından ladin meşcereleri ile benzerlik gösterirken, çayırılık alanda daha düşük çıkmıştır. Sancal (2010), Artvin de saf ladin meşceresinin de yapmış olduğu çalışma da pH değerini 4.69 olarak 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 5.26 ve güney bakı da 4.16 bulmuştur. Sarıyıldız ve Küçük (2009), yapmış oldukları çalışma da 1200m yükseklikte saf ladin meşceresinde pH 4.92 ve ladin-orman gülü karışık meşceresinde pH 4.35 bulmuştur. Ayrıca 1500 m yükseklikte saf ladin meşceresinde pH 4.32 bulmuştur. Çalışmada bulunmuş olduğumuz değerlerin benzerlik göstermesinin nedenleri olarak diğer çalışma alanlarındaki ekolojik koşulların benzerlik göstermesinden kaynaklanabilir. Ph değerlerininin değişiminde etkili olan ibre ayrışma hızı ve miktarı ve orman gülü diri

örtüsünün yoğunluğu genel olarak benzerlik gösterdiğinden dolayı ph değerlerindedede benzerlik gösterebileceği düşünülmektedir. Saf ve karışık ladin meşcerelerinde organik madde miktarı ortalama değeri %7.12, çayırılık alanda ise % 6.91 bulunmuştur. Tüfekçioğlu ve Küçük (2004), aynı alanda yapmış olduğu çalışmada saf ve karışık ladin meşcerelerinde organik madde miktarı % 6.74 ve çayırılık alanda % 5.58 dir. Bu değerler yaptığımız çalışmalar sonucundaki organik madde miktarı ladin meşcerelerinde yakınlık arz ederken, çayırılık alandaki ortalama değer yakınlık arz etmemektedir. Sancal (2010), Artvin yöresi saf ladin meşceresinde de yapmış olduğu çalışma da organik madde miktarını % 6.28 olarak bulmuştur. Güner(2000), Artvin de yapmış olduğu çalışmada saf ladin meşceresinde organik madde miktarını % 4.99 ve ladin-orman gülü karışık meşceresinde organik madde miktarını % 4.18 bulmuşturDuman(2008), Artvin-Hatilla yöresinde saf ladin meşceresinde 1500m yükseklikte yapmış olduğu çalışma da kuzey bakı da organik madde miktarını % 7.27 ve güney bakı da % 6.48 bulmuştur. Organik madde miktarı üzerinde bulunan farklılıkların nedeni bu alanlardaki mikrororganizma miktarlarındaki farklılıklar ve iklim koşullarındaki farklılıklar gösterilebilir. Çünkü organik madde ayrışmasında etkili olan mikroorganizmalar uygun sıcaklık ve nem koşullarında aktif faaliyet gösterip organik maddeyi ayrıştırabilirler. Saf ve karışık ladin meşcerelerinde maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) ortalama değeri % 101.38, çayırılık alanda % 103.84 olarak bulunmuştur. Ormanlık alanlarda maksimum su tutma kapasitesi çayırılık alana göre daha fazladır. Saf ve karışık ladin meşcerelerinde toplam azot ortalama değeri % 0.34, çayırılık alanda ise % 0.41 olarak bulunmuştur. Tecimen (2011), İstanbul'un kuzeyinde yer alan Çatalca-Karaköy de yapmış olduğu çalışmada çayırılık alanda toplam azotu % 0.048-0.229 arasında bulurken, ormanlık alanda % 0.046-0.131 olarak bulmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler daha fazladır. Bu yüksekliğin nedenleri iklim koşulları, yetiştirme ortamı faktörleri, toprağın içindeki fiziksel ve kimyasal özelliklerden dolayı düşünülmektedir. Güleriyüz ve ark.(2010), Spil dağında yapmış oldukları çalışmada çayırılık alandaki toplam azotu % 0,31 bulmuşlardır. Güner (2000),Artvin de birçok alanda yapmış olduğu çalışmada saf ve karışık ladin meşcerelerinde bulunduğu sonuçlar bizim çalışmamızla yakınlık arz edilmektedir. Toplam azot içeriğindeki farklılıklar ve benzerlikler, organik maddenin

kalitesi ve çeşidi, ayrışma hızı mikroorganizma faaliyeti gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkabilmektedir.

Azot mineralleşmesi bakımından, 21. ve 42. gündeki verimlere baktığımızda $\text{NH}_4 - \text{N}$ miktarı çayırılık alan, ormanlık alanlara göre daha fazladır. 21. ve 42.gündeki verimlere baktığımızda $\text{NO}_3 - \text{N}$ miktarı çayırılık alanda ormanlık alanlara göre daha fazladır. 63.gündeki verimlere baktığımızda $\text{NH}_4 - \text{N}$ ve $\text{NO}_3 - \text{N}$ miktarları çayırılık alanda ormanlık alanlara göre daha fazladır. Güteryüz ve ark (2007) yaptıkları çalışmada 63 günlük inkübasyon periyodu sonucunda toprağın 0-15 cm lik katmanından alınan topraklarda $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ verimini *Plantago holosteam* topluluğu için 46,6 kg/ha yine aynı toplulukta ve aynı toprak katmanında $\text{NO}_3^- - \text{N}$ verimini 152.7 kg/ha olarak saptamıştır. Bizim yaptığımız çalışmada 63. gün verimleri ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ve $\text{NO}_3^- - \text{N}$) tüm incelediğimiz alanlar için bu değerlerin altında kalmıştır (Tablo 12). Bu durum çalışma alanımızda saptadığımız toplam azotun (%) daha fazla olmasına rağmen, mineral azot veriminin düşük olması çalışmamızda ölçtüğümüz pH değerinin daha düşük olmasına bağlı olabilir. Bu durum Curtin ve ark (1998) yaptıkları çalışmada ifade ettikleri “asidik toprakların pH’ı arttırıldığında azot mineralleşmesi de artmaktadır” sonucuna paralellik göstermektedir.

Tüfekçioğlu ve Küçük (2004) çalışma alanımızda yaptıkları çalışmada çayırılık alandaki toprak solunumunu diğer alanlara göre daha yüksek bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da N mineralleşmesi çayırılık alanda yüksek olması çayırılık alanda mikrobiyal aktivitenin diğer alanlara göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır. Topluluklara ait örneklik alanların aynı ana madde üzerinden birbirine yakın alanlardan seçilmesine karşın mineralleşme oranlarının farklı olması, bitki topluluğu ile organik maddenin parçalanması arasındaki geri beslenme mekanizmasından kaynaklanabilmektedir. Zira bir çok araştırmacı bitki topluluklarının yapısında yer alan işlevsel özellikteki bitki tiplerinin kompozisyonu ve çeşitliliği topraktaki inorganik azot düzeylerini etkileyebildiğini (Naeem ve ark., 1994; Tilman ve ark.,1996; 1997; Hooper ve Vitousek 1997), buna karşın azotun alınabilirlik düzeyleri de bitki topluluğunun yapısını etkileyebilmektedir (Aerts ve de Caluwe 1994; Inouye ve Tilman 1995; Mamolos ve ark., 1995). Dolayısıyla azotun alınabilirliği ile bitki topluluğu arasındaki karşılıklı etkiler bitki topluluklarının

kararlılığını sağlayıcı pozitif geri beslemeye yol açmaktadır (Pastor ve ark., 1987; Aerts ve Berendse, 1989; Wedin ve Tilman, 1990).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilerin kullanabildiği azot kaynakları farklı mikroorganizma gruplarının iş gördüğü mineralizasyon ile oluşur ve ekosistemin verimliliğinin sürekliliği için gereklidir (Runge, 1983). Bu süreç mikroorganizmalar tarafından sürdürüldüğü için bu süreç ortam etmenleri ile büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu ortam etmenleri arasında organik maddenin yapısı, toprağın nem içeriği ve maksimum su tutma kapasitesi, pH, sıcaklık, mikrobiyal biyomas ve diğer besin elementlerinin miktarı sayılabilir (Runge 1983; Singer ve Donalt 1999; Arslan ve Güteryüz 2002; Knoepp ve ark. 2000). Yapmış olduğumuz çalışma da tekstür analizi değerleri; Kum miktarı (%) değerleri bakımından en fazla ladin-orman gülü karışık meşceresinde bulunmuştur. Kil miktarı (%) değerleri bakımından en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. Toz miktarı (%) değerleri bakımından en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. Sonuç olarak saf ve karışık meşcerelerde toprak türü kumlu killi bakçıklı ve çayırılık alanda toprak türü killi balçık tekstüründedir.

Deneme alanlarında pH değerleri bakımından en fazla genç ladin meşceresinde bulunmuştur. Organik madde (%) değerleri bakımından en fazla yaşlı ladin meşceresinde bulunmuştur. Maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) değerleri bakımından en fazla yaşlı ladin meşceresinde bulunmuştur. Toplam azot (%) değerleri bakımında en fazla yaşlı ladin meşceresinde bulunmuştur.

21. gündeki verime (21-0) göre $\text{NH}_4 - \text{N}$ miktarları bakımından en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. 21. gündeki verime (21-0) göre $\text{NO}_3 - \text{N}$ miktarları bakımından en fazla ladin-orman gülü meşceresinde bulunmuştur. 21. gündeki verime (21-0) göre $(\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-)$ miktarları bakımından en fazla ladin-orman gülü meşceresinde bulunmuştur. 42. gündeki verime (42-21) göre $\text{NH}_4 - \text{N}$ miktarları bakımından en fazla ladin+orman gülü meşceresinde bulunmuştur. 42. gündeki verime (42-21) göre $\text{NO}_3 - \text{N}$ miktarları bakımından en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. 42. gündeki verime (42-21) göre $(\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-)$ miktarları bakımından en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. 63. gündeki verime (63-42) göre $\text{NH}_4 - \text{N}$ miktarları bakımından en fazla çayırılık alanda bulunmuştur. 63. gündeki verime (63-42) göre $\text{NO}_3^- - \text{N}$

miktarları bakımından en fazla çayırılık bulunmuştur. 63. gündeki verime (63-42) göre ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) miktarları bakımından en fazla çayırılık alanda bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre,

Gençleştirme yapılacak alanlarda topraktaki besin maddesi döngüsü (azot mineralleşmesi) göz önünde bulundurularak yapılacak müdahale şekli belirlenmelidir.

Orman gülü örtüsü ile kaplı olan alanlarda mineralleşme düşük olduğundan dolayı, bu tür alanlarda besin maddesi dolaşımını düzenlemek için alandan orman gülü örtüsünün uzaklaştırılması gerekmektedir. Aynı zamanda orman gülü toprak asitliliğini arttırdığı için besin maddesi alımında engel oluşturabileceğinden orman gülü ile kaplı alanlarda diri örtü temizliğine gidilmesi önerilir.

Kum içeriklerine baktığımızda orman gülü örtüsü ile kaplı alanlarda yüksek bir ortalama bulunmuştur. Orman gülünün asitliliği artırıp yıkanmayı arttırabileceği ve besin maddesi içeriği bakımından engelleyici rol oynayacağı düşünüldüğünden diri örtü temizliğine gidilmesi önerilir.

Genç meşcerelerdeki azot mineralleşmesi belirlenerek gençleştirme sahalarında gübreleme ihtiyacı olup olmadığı belirlenebilir. Yine tüm alanlardaki mineralleşmesi belirlenerek bu alanlarda azot gübrelemesi ihtiyacı olup olmadığı belirlenebilir. Gerekirse gübrelemeye gidilebilir.

Bu tür çalışmalarla birlikte, ölü örtünün ve gençleştirmenin azot mineralleşmesi arasındaki ilişkileri ortaya konmasında önemli katkı sağlanabilir. Yine topraktaki var olan azotun ne kadarının bitki tarafından kullanılabilir formda olduğunu bu çalışmalar sonucunda belirlenebilir.

Bu çalışma ile birlikte çayır ve orman ekosistemlerindeki azot dönüşümlerinin deneylik koşullarında nasıl olduğu araştırılmıştır. Yine azot döngüsünde çayır ve orman ekosistemlerinin etkisinin nasıl olduğu da elde edilen verilerle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yine bu çalışma ile yaş faktörünün ve ormangülü faktörünün azot dolaşımındaki etkisi de araştırılmaya çalışılmıştır. Bu tür çalışmaları

yaparak, bölgeye ait orman topraklarının ve çayırılık alanların azot döngüsündeki etkileri araştırılabilir. Yine bu tür çalışmaların arazi şartlarında yapılarak doğadaki azot döngüsünün yerinde incelenmesi yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aber, J.D., J.M. Melillo., C.A. Mcclaugherty. 1990. Predicting Long-term Patterns of Mass Loss, Nitrogen Dynamics, and Soil Organic Matter Formation From Initial Litter Chemistry in Temperate Forest Ecosystems. *Canadian Journal of Botany*, 68: 2201-2208.
- Aerts, R., F. Berendse. 1989. Aboveground nutrient turnover and net primary production of an evergreen and a deciduous species in a heathland ecosystem. *Journal of Ecology* 77:343-356
- Aerts, R., H. De Caluwe. 1994. Effects of nitrogen supply on canopy structure and leaf nitrogen distribution in *Carex* species. *Ecology* 75:1482-1490
- Aerts, R., R.S.P. Van Logtestijn., P.S. Karlsson. 2006. Nitrogen Supply Differentially Affects Litter Decomposition Rates and Nitrogen Dynamics of Sub- Arctic Bog Species. *Oecologia*, 146: 652-658.
- 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.
- Akman, Y. 1993 Bitki Biyolojisine Giriş. Botanik. Palme Yayınları, Ankara.
- Akalp, T., 1978 Türkiye’de Doğu Ladini ormanlarında Hasılat Araştırmaları,İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No.261.
- Amer, F.M., W.V. Bartholomew. 1951. Influence of oxygen concentration in soil air on nitrification. *Soil Science* 71: 215
- 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.
- Antonopoulus, V.Z. 1999. Comparison of different models to simulate soil temperature and moisture effects on nitrogen mineralization in the soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 162 (6): 667-675
- Arslan, H., Gülerüz. G., 2002. Yüksek Bitkilerde Azotun Asimilasyonu, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi. 3:13-30
- 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.

- Atlas, R.M., R. Bartha. 1987. *Microbial Ecology* 2nd Edition, Benjamin/Cummings Publ. California, pp.333-342.
- Bargett, R.D., Streeter, T.C., Cole, L., R.I. Hartley. 2002. Linkages between soil biota, nitrogen availability, and plant nitrogen uptake in a mountain ecosystem in the Scottish Highlands. *Applied Soil Ecology* 19:21-134
- Baytop, T. 1999. *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. (Geçmişte ve Bugün). 2.Baskı. Nobel Tıp Kitap Evleri.*
- Bellitürk K., Danışman F., Sözübek B., 2009. Tekirdağ Yöresindeki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Mineralizasyon Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 22(2), 141-147
- Berendse, F. 1990. Organic Matter Accumulation and Nitrogen Mineralization During Secondary Succession in Heathland Ecosystems. *Journal of Ecology*, 78: 413- 427.
- Berendse, F., R. Bobbink., G. Rouvenhorst. 1989. A Comparative Study on Nutrient Cycling in Wet Heathland Ecosystems II: Litter Decomposition and Nutrient Mineralization. *Oecologia*, 78: 338-348.
- Can, B., 2007. Uludağ’ın Subalpin Kuşağında Yayılış Gösteren Bodur Çalı Topluluklarının Topraklarında Azot Mineralleşmesi Üzerinde Araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Bursa.*
- Çepel, N., Özdemir, T., Dündar, M. ve Neyişçi, T., 1988. Kızılcım (Pinus brutia Ten.) Ekosistemlerinde İğne Yaprak Dökümü ve Bu Yolla Toprağa Geri Verilen Besin Maddeleri Miktarları. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Mayıs, Ankara, Teknik Bülten No: 194, sf: 5-20.*
- Clarholm, M. 1981. Protozoan grazing of bacteria in soil-impact and importance. *Microp. Ecol.* 7, 343-350.
- Clarholm, M. 1984. Heterotrophic, free-living Protozoa: neglected microorganisms with important task in regulating bacterial populations. *Current Perspectives in Microbial Ecology. Eds.: M.L. Klug. C.A. Reddy, ss. 321-326, Am. Soc. Microbial. Washington.*
- Clarholm, M. 1985. Possible roles of roots, Bacteria, Protozoa and Fungi in supplying nitrogen to plants. *Ecological Interactions in Soil. Eds.: A.H. Fitter, D. Atkinson, D.J. Read, M.B. Usher, Special Publication Number 4 of The British Ecological Society. ss. 355-365, Blackwell Scientific Publications.*
- Cote, L., Brown, S., Pare, D., Fyles, J. and Bauhus, J., 2000. Dynamics of Carbon and Nitrogen Mineralization in Relation to Stand Type, Stand Age and Soil Texture in the Boreal Mixewood. *Soil Biol. Biochem.* 32: 1079- 1090.

- Curtin, D., Campbell, C.A., A. Jalil. 1998. Effects of acidity on mineralization: pH-dependence of organic matter mineralization in weakly acidic soils. *Soil Biology and Biochemistry* 30:57–64
- 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.
- Ehrenfeld, J.G. 2001. Plant and Soil Interactions. In: Levin, S. (Editor), *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, San Diego, CA, p. 689-709.
- Ehrhardt, F. 1961. Untersuchungen über den einfluss des Klimas auf die Stickstoffnachlieferung von Waldhumus in verschiedenen Höhenlagen der Tiroler Alpen. *Forstwiss. Centralbl.* 80:193-215
- Ellenberg, H. 1964. Stickstoff-und Wasserversorgung. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 77:82-92
- Ellenberg, H. 1968. Zur Stickstoff-und Wasserversorgung ungedüngter und gedüngter Feuchtwiesen-ein Nachwort. *Veroff. Geobot. Inst. EHT. Stift. Rubel, Zürich.* 41:194-200
- Ellenberg, H. 1977. Stickstoff als Standortfactor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. *Oecologia Plantarum* 12:1-22
- Eno, C.F. 1960. Nitrate Production in the Field by Incubating the Soil in Polyethylene Bags. *Soil Science Society of American Proceeds*, 24: 277-299.
- Focht, D.D., W. Verstraete. 1977. Biochemical ecology of nitrification and denitrification. *Advences in Microbial Ecology* 1:135-214
- Foster, M.M., P.M. Vitousek., P.A. Randolph. 1980. The Effects of Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) on Nutrient Cycling in a 1st-year Old-field. *American Midland Naturalist*, Vol.103, No. 1, 106-113.
- Freckman, D.W. 1988. Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. *Agriculture Ecosystems and Environment* 24: 195-217
- Gebauer, G. ve Schulze, E.-D. (1997). Nitrate nutrition of Central European forest trees. *Trees-Contributions to Modern Tree Physiology*. Eds.: H. Rennenberg, W. Eschrich, H. Ziegler, ss.273-391.
- Gerlach, A. 1973. Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnetto-mineralisation. *Scr. Geobot (Göttingen)* 5
- Gigon, A. 1968. Stickstoff-und wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel. *Ber Geobot. Inst. Eidg. Tech. Hochsch. Stift. Ruebel*, 95-102

- Gökçeoğlu, M. 1988. Nitrogen mineralisation in volcanic soil under grassland, scrup and forest vegetation in aegean region of Turkey. *Oecologia* 77:242-249
- Gross, K.L., K.S. Pregitzer., A.J. Burton. 1995. Spatial Variation in Nitrogen Availability in Three Successional Plant Communities. *The Journal of Ecology*, Vol. 83, No. 3, 357-367.
- 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.
- Güleryüz, G. 1998. Nitrogen Mineralization in the Soils of Some Grassland Communities in the Alpine Region of Uludag in Bursa-Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 22: 59-63.
- Güleryüz, G., M. Gökçeoğlu. 1994. Uludag (Bursa) Alpin Bölgesi Bazı Bitki Topluluklarında Mineral Azot Olusumu ve Yıllık Verim. *Turkish Journal of Botany*, 18: 65-72.
- Güleryüz G., Kırmızı S., Arslan H.,2007. Nitrogen Mineralisation in the Soils of Alpine Mat Communities: An Incubation Experiment under Laboratory Conditions, *Turkish Journal of Botany*, 31, 277-286
- Güleryüz, G., Everest, A., 2010. Nitrogen Mineralization in the Soils of the Conifer Forest Communities in the Eastren Mediterranean, *Ekoloji* 19, 74, 51-59
- Güleryüz, G., Guçel, S., Öztürk, M., 2010. Nitrogen Mineralization in a high altitude ecosystem in the Mediterranean phytogeographical region of Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 31, 503-514
- Hafner, S.D., P.M. Groffman. 2005. Soil Nitrogen Cycling Under Litter and Coarse Woody Debris in a Mixed Forest in New York State. *Soil Biology and Biochemistry*, 37: 2159-2162.
- Haynes, R.J. 1986. Uptake and Assimilation of Mineral Nitrogen by Plants. *Physiological Ecology. A Series of Monographs, Texts and Treatises. Mineral Nitrogen in the Plant-Soil System.* R.J. Haynes (Editor), Academic Press, London and Orlando, pp.303-362.
- Hobbie, S.E. 1995. Direct and Indirect Effects of Plant Species on Biogeochemical Processes in Arctic Ecosystems. In F.S. Chapin, C. Körner (editors). *Arctic and Alpine Biodiversity: Patterns, Causes and Ecosystem Consequences*, Berlin, Springer-Verlas, p.213-24.
- Hobbie, S.E. 1996. Temperature and Plant Species Control Over Litter Decomposition in Alaskan Tundra. *Ecological Monographs*, Vol. 66, No. 4, 503-522.

- Hooper, D.U., P.M. Vitousek. 1997. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science* 227:1302-1305
- Ingman, R.E., Trofymow, J.A., Ingman, E.R., D.C. Coleman. 1985. Interactions of Bacteria, Fungi and Nematode grazer: Effect on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs* 55/1:119-140
- Inouye, R.S., D. Tilman. 1995. Convergence and divergence of old-field vegetation after 11 yr of nitrogen addition. *Ecology* 76:1872-1887
- Jaeger, III C.H. Monson, R.K., Fisk, M.C., S.K. Schmidt 1999. Seasonal partitioning of nitrogen by plants and soil microorganisms in an alpine ecosystem. *Ecology* 80:1883-1891
- Jonasson, S., J. Castro., A. Michelsen. 2006. Interactions Between Plants, Litter and Microbes in Cycling of Nitrogen and Phosphorus in the Arctic. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 526-532.
- Kayacık , H., 1960, Doğu Ladininin Coğrafi Yayılışı, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, b. 10(2).
- Klemmedson, J.O. and Wienhold, B.J., 1992. Nitrogen Mineralization in Soils of a Chaparral Watershed in Arizona. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 1629- 1634.
- Klinka, K., Wang, Q. and Kayahara, G.J., 1993. Quantitative Characterization of Nutrient Regimes in Some Boreal Forest Soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 29-38.
- Klopatek, J.M., 1987. Nitrogen Mineralization and Nitrification in Mineral Soils of Pinyon-Juniper Ecosystems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 453-457.
- Knops J.M.H., Bradley K.L., D.A. Wedin. 2002. Mechanisms of plant species impacts on ecosystem nitrogen cycling. *Ecology Letters* 5: 454-466
- Kohler, H.R., C. Wein., S. Reiss., V. Storch., G. Alberti. 1995. Impact of Heavy Metals on Mass and Energy Flux Within the Decomposition Process in Deciduous Forests. *Ecotoxicology*, 4: 114-137.
- Krauss, T.E.C., R.J. Zasoski., R.A. Dahlgren., W.R. Horwath., C.M. Preston. 2004. Carbon and Nitrogen Dynamics in Forest Soil Amended with Purified Tannins from Different Plant Species. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 309- 321.
- Krft, T.A.J., F. Berendse. 2001. The effect of Plant Species on Soil Nitrogen Mineralization. *Journal of Ecology*, 89, 555-561.
- Kuikman, P.J., J.A. Van Veen. 1989. The impact of protozoa on the availability of bacteria nitrogen to plant. *Biology and Fertility of Soils* 8:13-18

- Makarov, M.I., B. Glaser., T.I. Malysheva., I.V. Bulatnikova., A.V. Volkov. 2003. Nitrogen Dynamics in Alpine Ecosystems of the Northern Caucasus. *Plant and Soil*, 256: 389-402.
- Mamolos, A.P., Veresoglou, D.S., N. Barbayiannis. 1995. Plant species abundance and tissue concentrations of limiting nutrients in low-nutrient grasslands: a test of competition theory. *Journal of Ecology* 83: 485-495
- Marion, G.M., Kummerow, J. and Miller, P.C., 1981. Predicting nitrogen mineralization in Chaparral soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 45, 956-958.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Print Academic Press, London
- Myrold, D.D. 1987. Relationship Between Microbial Biomass Nitrogen and a Nitrogen Availability Index. *Soil Science Society of American Proceedings*, 51: 1047-1049.
- Naeem, S., Thompson, L., Lawler, S.P., Lawton, J.H., R.M. Woodfin. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of
- Nikolai, V. 1988. Phenolic and Mineral Content of Leaves Influences Decomposition in European Forest Ecosystems. *Oecologia*, 75: 575-579.
- Nömmik, H. 1981. Fixation and biological availability of ammonium on soil clay minerals. In *Terrestrial Nitrogen Cycles*. Eds. F E Clark and T Rosswall. *Ecological Bulletin (Stockholm)* 33:273-280
- Öztürk, M., Pirdal, M., Özdemir, F., 1997. *Bitki Ekolojisi Uygulamaları*, Ege Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Kitapları Serisi No:157
- Pastor, J., Stillwell, M.A., D. Tilman. 1987. Little bluestem litter Dynamics in Minnesota old fields. *Oecologia (Berl)* 72:327-330
- Persson, T. 1989. Role of soil animals in C and N mineralization. *Plant and Soil* 115: 241-245
- Pınzari, F., Trinchera, A., Benedetti, A. and Sequi, P., 1999. Use of biochemical indices in the Mediterranean environment: comparison among soils under different forest vegetation. *Journal of Microbiological Methods* 36: 21-28
- Plaster, E.J. 1992. *Soil Science and Management*. 2nd Edition. Delmar Publishers Inc., New York, pp.146-171.
- Rankow, Y. 1967. Effect of applying Gypson and Fertilizer on ammonification and nitrification in saline soils. *Microbiologie* 36: 144-149
- Rehder, H. 1970. *Zur Öcologie, insbesondere Stickstoffversorgung subalpiner und alpiner Pflanzengesellschaften im Naturschutz-gebiet schachen (Wettersteingebirge)*. Diss. Bot. 6, Lehre Cramer

- Rehder, H. 1971. Zum Stickstoffhaushalt alpiner Rasengesellschaften. Ber Dtsch. Bot. Ges. 84: 759-767
- Rehder, H. 1983. Untersuchungen Zur Stickstoffversorgung der afroalpinen vegetation am Mount Kenya Verh Ges Ökol 11:311-327
- Rehder, H., A. Schäffer 1978. Nutrient turnover in alpine ecosystems. IV. Communities of the central Alps and comparative survey. Oecologia (Berl.) 218:961-962
- Rixon, A.J., B.J. Bridge. 1968. Respiratory quotient arising from microbial activity in relation to matric suction and air filled pore space of soil. Nature (London) 218: 961-962
- Robertson, G.P., E.A. Paul. 2000. Decomposition and Soil Organic Matter Dynamics. In: Sala, O.E., Jackson, R.B., Mooney, H.A., Howarth, R.W. (Editors.), Methods in Ecosystem Science. Springer, New York, p. 104-116.
- Robertson, G.P., P.M. Vitousek. 1981. Nitrification Potentials in Primary and Secondary Succession. Ecology, 62 (2): 376-386.
- Robbinson, C.H. 2002. Controls on decomposition and soil nitrogen availability at high latitudes. Plant and Soil 242:65-81
- Runge, M. 1965. Untersuchungen über die Mineralstickstoff-Nachlieferung an Nordwest Deutschen Waldstandorten. Flora 155:353-386
- Runge, M. 1970. Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff-Nachlieferung am Standort. Flora (Jena) Abt. B159:233-257
- Runge, M. 1974. Die Stickstoff-Mineralisation in Boden eines Sauerhumus-Buchenwaldes. I. Mineralstickstoff-gehalt und Netto-Mineralisation. Oecologia Plant, 9: 201-208.
- Runge, M. 1978. Die Stickstoff-mineralisation im Boden eines Montanenhaferwiese. Oecologia Plantarum 13:147-162
- Runge, M. 1983. Physiology and Ecology of Nitrogen Nutrition. In: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, H. Ziegler (Editors), Encyclopedia of Plant Physiology. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp.164-200.
- Saatçi, F. 1975. Toprak İlimi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 214, 153-180.
- Saatçioğlu, F. 1976 *Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri* İ.Ü. O. Fak. Yayın No: 222.
- Sağlıker Aka, H. 2005. Doğu Akdeniz Bölgesinde İki Farklı Anamateryalden Oluşan Toprak Üzerinde Yetişen *Olea Europaea L.*, *Pinus Brutia Ten.*, *Pistacia Terebinthus L.*'un Bazı Ekolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişimlerinin

Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- 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.
- Singer, M.J., N.M. Donald. 1999. Soils: An Introduction. Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- Sıralnik, A.G., E.B. Allen., T. Meixner., M.F. Allen. 2007. Impacts of Anthropogenic N Additions on Nitrogen Mineralization from Plant Litter in Exotic Annual Grasslands. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 24-32.
- Smith, R.L. 1992. Elements of Ecology. Harper Collins Publishers Inc. New York.
- Smolander, A.J., J. Lopenen., K. Suominen., V. Kıtunen. 2005. Organic Matter Characteristics and C and N Transformations in the Humus Layer Under Two Tree Species, *Betula pendula* and *Picea abies*. *Soil Biology and Biochemistry*, 37: 1309- 1318.
- Solomonson, L.P., M.J. Barber. 1990. Assimilatory Nitrate Reductase: Functional Properties and Regulation. *Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Molecular Biology*, 41: 225-253
- Ste-Marie, C., D. Houle. 2006. Forest Floor Gross and Net Nitrogen Mineralization in Three Forest Types in Quebec, Canada. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 2135-2143
- Tecimen H.B., 2011. Orman, Çalı ve Terk Edilmiş Tarla Aralarındaki Azot Mineralleşmesinin Standart Deneylik Koşullarında İncelenmesi, *Journal of the Faculty of Forest, Istanbul University*, 61 (1): 39-46
- Tılman, D., Wedin, D., J.Knops. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379:718-720
- Titrek, E. 2004. Uludag Alpin ve Subalpin Kusagındaki Bozulmuş Alanlarda Gelisen *Verbascum olympicum* Bitki Toplulugunun Topragında Azot Dönüşümleri Üzerinde Arastırmalar. Yüksek Lisans Tezi
- Tüfekçioğlu A., Küçük 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

- Ünver, M.C.,2007.Murat Dağı(Uşak, Kütahya) Alpin ve Subalpin Bölgesinin Bazı Bitki Topluluklarında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- Van Vuuren, M.M.I., R. Aerts., F. Berendse., W. DE Vissser. 1992. Nitrogen Mineralization in Heathland Ecosystems Dominated by Different Plant Species. *Biogeochemistry*, 16: 151-166.
- Vargas, D.N., M.B. Bertiller., J.O. Ares., A.L. Carrera., C.L. Sam. 2006. Soil C and N Dynamics Induced by Leaf-litter Decomposition of Shrubs and Perennial Grasses of the Patagonian Monte. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 2401-2410.
- Vaughn, C.E., Center, D.M., M.B.Jones. 1986. Seasonal fluctuations in nutrient availability in some Northern California annual range soils. *Soil Science* 141/1:43-51
- Vinton, M.A., I.C. Burke. 1995. Interactions Between Individual Plant Species and Soil Nutrient Status in Shortgrass Steppe. *Ecology*, Vol. 76, No. 4, 1116-1133.
- 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.
- Wedin, D.A., D. Tilman. 1990. Species Effects on Nitrogen Cycling – a test with Perennial Grasses. *Oecologia*, 84: 433-441.
- Wittich, W. 1956.Jahre Ebnath. *Forstwiss. Cbl.* 75: 407
- Wood, C.W., Mitchell, R.J., Zutter, B.R. and Lin, C.L., 1992. Loblolly Pine Plant Community Effects on Soil Carbon and Nitrogen. *Soil Science* 154: 410-419.
- Woodmansee, R.G., J.L. Dodd, R.A. Bowman, F.E. Clark, C.E. Dickinson. 1978. Nitrogen budget of a shortgrass prairie ecosystem. *Oecologia (Berl.)* 34: 363-376
- Zeybek, N. 1985. Farmasotik Botanik. Kapalı Tohumlu Bitkiler (Angiospermae) Sistematığı ve Önemli Maddeleri. E.Ü. Eczacılık Fak. Yayınları, Yayın No: 1, Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir.
- Zöttle, H. 1960d. Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldboden material. III. PH-Wert und Mineralstickstoff-Nachlieferung. *Plant and Soil* 13:207-223
- Zöttle, H. 1958. Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation in Waldhumus Durch den Brutversch. *Z. Pflanzenernahrung. Dueng. Bodenkd.* 81: 35-50.

- Zöttle, H. 1960a. Dynamik der Stickstoffmineralisation im Organischen Waldbodenmaterial. I. Beziehung Zwischen Brutommine-ralisation und Nettomineralisation. Plant Soil, 13: 166-182.
- Zöttle, H. 1960b. Metodische Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff-Nachlieferung des Waldbodens. Forstwiss. Centrabl. 79: 72-90.
- Zöttle, H. 1960c. Dynamik der Stickstoffmineralisation im Organischen Waldbodenmaterial. III. PH-Wert und Mineralstickstoff-Nachlieferung. Plant Soil, 13:207-223.

EKLER

EK Tablo1 : bitki örtülerinde periyotlara göre azot mineralleşme değerleri

BİTKİ Örtüsü	Alt Tekrar	Periyot No	NH4 kg/ha	NO3 kg/ha	Toplam (NH4+NO3)
					kg/ha
Genç Ladin	1--1	21	1,19	1,52	2,71
Genç Ladin	1--2	21	1,79	2,28	4,08
Genç Ladin	1--3	21	2,64	2,17	4,82
Genç Ladin	2--1	21	2,06	1,42	3,48
Genç Ladin	2--2	21	2,77	3,81	6,59
Genç Ladin	2--3	21	2,01	2,41	4,42
Genç Ladin	3--1	21	1,91	2,32	4,23
Genç Ladin	3--2	21	2,89	4,47	7,36
Genç Ladin	3--3	21	2,66	4,00	6,66
Genç Ladin	1--1	42	93,51	8,92	102,43
Genç Ladin	1--2	42	1124,13	8,62	1132,75
Genç Ladin	1--3	42	6,04	126,13	132,18
Genç Ladin	2--1	42	201,07	216,24	417,31
Genç Ladin	2--2	42	24,11	19,55	43,67
Genç Ladin	2--3	42	5,12	0,71	5,83
Genç Ladin	3--1	42	196,85	340,09	536,95
Genç Ladin	3--2	42	14,02	280,38	294,40
Genç Ladin	3--3	42	52,17	2,66	54,83
Genç Ladin	1--1	63	289,60	6,31	295,91
Genç Ladin	1--2	63	1483,42	7,88	1491,29
Genç Ladin	1--3	63	25,29	437,29	462,59
Genç Ladin	2--1	63	15,38	372,17	387,55
Genç Ladin	2--2	63	6,68	82,34	89,01
Genç Ladin	2--3	63	22,25	15,30	37,55
Genç Ladin	3--1	63	7,44	501,41	508,85
Genç Ladin	3--2	63	11,08	448,68	459,76
Genç Ladin	3--3	63	16,00	20,42	36,43
Yaşlı Ladin	1--1	21	1,53	3,30	4,83
Yaşlı Ladin	1--2	21	3,36	2,23	5,59
Yaşlı Ladin	1--3	21	1,01	1,65	2,65
Yaşlı Ladin	2--1	21	1,67	0,83	2,50
Yaşlı Ladin	2--2	21	1,72	0,83	2,55
Yaşlı Ladin	2--3	21	1,61	1,83	3,45
Yaşlı Ladin	3--1	21	1,27	1,62	2,89
Yaşlı Ladin	3--2	21	0,65	0,60	1,24
Yaşlı Ladin	3--3	21	2,30	2,83	5,13
Yaşlı Ladin	1--1	42	15,68	173,95	189,64
Yaşlı Ladin	1--2	42	8,41	39,32	47,74
Yaşlı Ladin	1--3	42	130,70	3,55	134,25
Yaşlı Ladin	2--1	42	620,40	106,66	727,06

Yaşlı Ladin	2--2	42	144,65	1,59	146,24
Yaşlı Ladin	2--3	42	160,17	3,01	163,19
Yaşlı Ladin	3--1	42	573,28	2,12	575,40
Yaşlı Ladin	3--2	42	12,29	914,77	927,06
Yaşlı Ladin	3--3	42	32,98	2,69	35,68
Yaşlı Ladin	1--1	63	22,83	407,37	430,20
Yaşlı Ladin	1--2	63	0,53	0,26	0,79
Yaşlı Ladin	1--3	63	0,16	2,57	2,74
Yaşlı Ladin	2--1	63	700,37	67,89	768,25
Yaşlı Ladin	2--2	63	173,03	15,49	188,52
Yaşlı Ladin	2--3	63	190,41	6,03	196,44
Yaşlı Ladin	3--1	63	4,77	5,94	10,71
Yaşlı Ladin	3--2	63	0,14	1555,34	1555,47
Yaşlı Ladin	3--3	63	16,49	35,38	51,88
Çayırılık	1--1	21	4,15	4,15	8,31
Çayırılık	1--2	21	2,87	2,87	5,74
Çayırılık	1--3	21	2,01	1,51	3,52
Çayırılık	2--1	21	2,51	1,72	4,23
Çayırılık	2--2	21	1,40	1,97	3,37
Çayırılık	2--3	21	1,43	1,33	2,76
Çayırılık	3--1	21	2,44	2,87	5,31
Çayırılık	3--2	21	3,35	3,69	7,05
Çayırılık	3--3	21	2,43	2,29	4,71
Çayırılık	1--1	42	921,76	450,11	1371,87
Çayırılık	1--2	42	218,13	2,79	220,92
Çayırılık	1--3	42	284,63	1,08	285,71
Çayırılık	2--1	42	107,37	262,41	369,79
Çayırılık	2--2	42	734,01	0,81	734,82
Çayırılık	2--3	42	130,43	166,26	296,69
Çayırılık	3--1	42	722,65	279,52	1002,17
Çayırılık	3--2	42	470,59	1481,42	1952,01
Çayırılık	3--3	42	5,25	366,72	371,97
Çayırılık	1--1	63	143,20	315,66	458,86
Çayırılık	1--2	63	51,59	2,54	54,12
Çayırılık	1--3	63	119,17	5,58	124,75
Çayırılık	2--1	63	442,72	160,52	603,24
Çayırılık	2--2	63	1661,35	5,61	1666,97
Çayırılık	2--3	63	7,63	17,18	24,81
Çayırılık	3--1	63	1365,85	801,57	2167,42
Çayırılık	3--2	63	0,61	443,20	443,81
Çayırılık	3--3	63	0,76	0,25	1,01
Ladin-O.gülü	1--1	21	1,33	2,13	3,45
Ladin-O.gülü	1--2	21	1,01	1,58	2,59
Ladin-O.gülü	1--3	21	0,91	1,77	2,67
Ladin-O.gülü	2--1	21	1,94	1,17	3,11
Ladin-O.gülü	2--2	21	0,84	1,80	2,64
Ladin-O.gülü	2--3	21	2,99	8,60	11,59

Ladin-O.gülü	3--1	21	1,37	1,46	2,82
Ladin-O.gülü	3--2	21	1,64	1,04	2,68
Ladin-O.gülü	3--3	21	2,42	0,64	3,06
Ladin-O.gülü	1--1	42	187,85	15,64	203,49
Ladin-O.gülü	1--2	42	64,71	727,41	792,13
Ladin-O.gülü	1--3	42	548,72	543,68	1092,39
Ladin-O.gülü	2--1	42	592,21	473,60	1065,81
Ladin-O.gülü	2--2	42	359,15	2110,72	2469,88
Ladin-O.gülü	2--3	42	2593,50	4,58	2598,08
Ladin-O.gülü	3--1	42	172,34	288,18	460,52
Ladin-O.gülü	3--2	42	668,23	7,57	675,80
Ladin-O.gülü	3--3	42	954,00	15,61	969,60
Ladin-O.gülü	1--1	63	19,49	184,71	204,20
Ladin-O.gülü	1--2	63	336,78	536,56	873,34
Ladin-O.gülü	1--3	63	46,60	351,72	398,31
Ladin-O.gülü	2--1	63	589,38	1776,75	2366,13
Ladin-O.gülü	2--2	63	114,10	738,90	853,00
Ladin-O.gülü	2--3	63	1161,39	4,47	1165,86
Ladin-O.gülü	3--1	63	517,45	737,74	1255,19
Ladin-O.gülü	3--2	63	641,24	46,78	688,02
Ladin-O.gülü	3--3	63	0,19	2,06	2,26

Ek Tablo2: Bitki örtülerine göre toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tablosu

Bitki Örtüsü	% Kum	% Kil	% Toz	pH	% C (Org. Mad.)	% Toplam N (Azot)	kg/ha C (Org. Mad.)	kg/ha Toplam N (Azot)	% MSK
Genç Ladin	54,83	24,86	20,31	4,92	5,41	0,21	35272	1762,82	92,58
Genç Ladin	58,22	23,54	18,24	4,80	5,88	0,26	38242	1799,42	87,82
Genç Ladin	70,70	12,96	16,34	5,21	8,04	0,46	38241	2413,38	123,45
Genç Ladin	57,18	18,66	24,16	5,21	8,04	0,42	40306,74	1917,08	111,89
Genç Ladin	63,13	13,68	23,19	4,99	2,83	0,15	41667,67	1821,45	81,84
Genç Ladin	62,12	14,32	23,56	5,20	4,73	0,22	58751,76	1199,14	88,48
Genç Ladin	62,20	19,48	18,32	4,86	7,78	0,34	41129,99	1554,98	97,09
Genç Ladin	67,82	14,39	17,78	5,00	7,44	0,39	38237,35	1718,28	106,43
Genç Ladin	65,95	13,64	20,42	5,09	7,17	0,29	38903,80	1458,82	97,08
Yaşlı Ladin	60,99	19,05	19,96	4,75	7,17	0,35	34889,54	1717,04	113,62
Yaşlı Ladin	55,78	23,54	20,68	4,66	6,90	0,26	46274,76	1756,34	112,49
Yaşlı Ladin	54,84	21,60	23,56	4,59	6,90	0,41	40918,14	2416,75	89,65
Yaşlı Ladin	65,92	16,73	17,35	4,51	6,49	0,36	34499,66	1919,73	95,94
Yaşlı Ladin	66,11	17,53	16,36	4,25	8,11	0,36	33841,04	1512,93	96,78
Yaşlı Ladin	56,75	22,23	21,03	4,22	6,42	0,19	42427,54	1285,36	84,87
Yaşlı Ladin	60,58	21,14	18,28	4,83	7,17	0,34	34993,66	1653,82	105,93
Yaşlı Ladin	65,73	13,72	20,54	5,07	8,04	0,59	33374,75	2439,98	127,31
Yaşlı Ladin	64,99	21,21	13,80	5,17	7,37	0,38	45737,76	2371,26	99,33
Çayırılık	61,35	17,62	21,03	4,85	6,90	0,33	69438,71	3368,39	99,53
Çayırılık	62,76	16,74	20,50	4,79	5,75	0,34	54192,93	3248,27	94,62
Çayırılık	59,41	21,03	19,56	4,68	6,49	0,34	53443,61	2789,43	106,33
Çayırılık	65,02	16,99	17,99	4,65	7,57	0,41	57129,78	3096,33	106,40
Çayırılık	54,18	21,42	24,40	4,82	7,10	0,39	50394,13	2762,06	104,37
Çayırılık	55,50	23,68	20,81	4,75	7,17	0,40	56046,25	3152,27	102,83
Çayırılık	65,97	22,86	11,18	4,92	7,17	0,51	51158,49	3616,69	111,70
Çayırılık	58,34	14,98	26,68	4,60	6,76	0,46	52216,26	3545,84	112,10
Çayırılık	69,18	14,58	16,24	4,76	7,30	0,52	56518,30	4008,13	96,69
Ladin-O.gülü	66,34	18,58	15,08	4,94	6,49	0,30	35271,92	1627,97	95,41
Ladin-O.gülü	72,04	12,29	15,67	4,64	8,04	0,42	38242,00	2016,99	105,93
Ladin-O.gülü	66,32	19,50	14,18	4,48	8,04	0,36	38240,63	1692,17	102,81
Ladin-O.gülü	72,29	14,58	13,13	4,67	7,30	0,46	40306,74	2557,16	113,28
Ladin-O.gülü	66,19	17,30	16,51	4,92	7,71	0,34	41667,67	1830,81	98,03
Ladin-O.gülü	58,67	20,88	20,4	4,84	6,90	0,35	58751,76	3016,92	99,72
Ladin-O.gülü	71,03	12,44	16,53	4,57	7,84	0,46	41129,99	2409,18	106,64
Ladin-O.gülü	65,99	16,69	17,32	4,50	7,30	0,37	38237,35	1934,83	107,39
Ladin-O.gülü	64,54	21,40	14,06	4,52	6,63	0,32	38903,80	1882,17	95,49

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: DOĞAN, Yıldız

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri: 10/05/1983-ADİYAMAN

Medeni hali: Bekar

Telefon : 0 (534) 963 55 83

e-mail : minisila@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	AÇÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	2012
Lisans	AÇÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	2009
Lise	Adıyaman- Atatürk Lisesi	2002

Yabancı Dil

İngilizce