

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

**ARTVİN-TÜTÜNCÜLER YÖRESİ FARKLI YAŞLARDAKİ SAF VE
KARIŞIK SARIÇAM MEŞCERELERİNDE VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK
ALANLARDA AZOT MİNERALİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Betül TAHMAZ

Artvin-2011

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

**ARTVİN-TÜTÜNCÜLER YÖRESİ FARKLI YAŞLARDAKİ SAF VE
KARIŞIK SARIÇAM MEŞCERELERİNDE VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK
ALANLARDA AZOT MİNERALİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Betül TAHMAZ

**Danışman
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

Artvin-2011

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

ARTVİN-TÜTÜNCÜLER YÖRESİ FARKLI YAŞLARDAKİ SAF VE KARIŞIK
SARIÇAM MEŞCERELERİNDE VE BİTİŞİĞİNDEKİ ÇAYIRLIK ALANLARDA
AZOT MİNERALİZASYONU

Betül TAHMAZ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09.12.2011

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 11.01.2012

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

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

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 11/01/2012 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../ /2012 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2011

Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Artvin-Tütüncüler yöresi farklı yaşlardaki saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda azot mineralizasyonu konusunda yapılan bu araştırma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak İlmî ve Ekoloji Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusunun belirlenmesinde ve tüm aşamalarında 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 Arş. Gör. Aşkın GÖKTÜRK hocalarıma ayrı ayrı teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecince kendilerinden uzak kalmamdan dolayı gösterdikleri sabır ve desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Betül TAHMAZ

Artvin – 2011

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa No</u> |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ÖNSÖZ | I |
| İÇİNDEKİLER | II |
| ÖZET | IV |
| SUMMARY | V |
| TABLOLAR DİZİNİ | VI |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | VIII |
| KISALTMALAR DİZİNİ | X |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ | 7 |
| 3. ARAŞTIRMA ALANININ TANITIMI | 20 |
| 3.1. Coğrafi Konum | 20 |
| 3.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri | 20 |
| 3.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri | 22 |
| 3.4. Araştırma Alanın Bitki Örtüsü Özellikleri | 23 |
| 3.5. Alanın Jeolojik Yapısı..... | 26 |
| 4. MATERYAL VE YÖNTEM | 28 |
| 4.1. Materyal | 28 |
| 4.2. Yöntem | 28 |
| 4.2.1. Arazi yöntemleri..... | 28 |
| 4.2.1.1. Örneklik Alanların Belirlenmesi | 28 |
| 4.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması | 28 |
| 4.2.2. Laboratuar Yöntemleri | 30 |
| 4.2.2.1. Toprak Tekstürünün, pH'sının ve Organik Maddenin Belirlenmesi | 30 |
| 4.2.2.2. Toprak Maksimum Su tutma Kapasitesi Tayini | 30 |
| 4.2.2.3. Standart İnkübasyon Yöntemi | 30 |
| 4.2.2.4. Mineral Azot Tayini | 31 |
| 4.2.2.5. Toplam Azot Tayini | 34 |
| 4.2.2.6. Azot Mineralleşme Oranlarının Hesaplanması | 35 |
| 4.2.3. İstatistiksel Yöntemler | 35 |
| 5. BULGULAR | 36 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1 Toprak Tekstürüne Ait Bulgular | 36 |
| 5.2. Toprak pH' sına Ait Bulgular | 37 |
| 5.3. Toprak Organik Maddesine Ait Bulgular | 38 |
| 5.4. Toprak Maksimum Su Tutma Kapasitesine (% MSK) Ait Bulgular | 40 |
| 5.5. Net Mineral Azot Tayinine Ait Bulgular | 41 |
| 5.6. Korelasyon Analizi Verileri | 52 |
| 5.7. Toplam Azot Tayinine Ait Bulgular | 54 |
| 6. TARTIŞMA | 57 |
| 7. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 63 |
| KAYNAKLAR | 67 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 77 |

ÖZET

Bu çalışma, farklı bitki örtüleri altındaki topraklarda azot mineralleşmesinin laboratuvar koşullarında değişimini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bunun için örneklik alanlara temel oluşturmak üzere 2010 yılı Eylül ayında bölgenin ağaç toplulukları hakkında bir ön çalışma yapılarak ağaç toplulukları belirlenmiştir. Çalışmanın konusunu Artvin Yöresi Tütüncüler Mevkii'ndeki ladin-sarıçam karışık meşçeresi, genç sarıçam meşçeresi, yaşlı sarıçam meşçeresi ve bitişindeki çayırılık alandan 0-15 cm derinlik kademesinden alınan toprak örnekleri oluşturmuştur. Her bir bitki örtüsünden üç adet örnekleme alanı seçilmiş, seçilen örnekleme alanlarından 3 adet toprak 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 sırasıyla; kum miktarı (%) çayırılık alanda, kil miktarı (%) ladin-sarıçam meşçeresinde, toz miktarı (%) ise genç sarıçam meşçeresinde, toprak pH'sı ve maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) genç sarıçam meşçeresinde bulunurken toprak organik maddesi (%-kg/ha) çayırılık alanda ve toplam azot (%-kg/ha) ladin-sarıçam meşçeresinde bulunmuştur. Ortalama en yüksek net $\text{NH}_4^+\text{+N}$ değeri 21. günde genç sarıçam meşçeresinde, 42. günde çayırılık alanda ve 63. günde ise yaşlı sarıçam meşçeresinde bulunmuştur. Ortalama en yüksek net NO_3^-N değeri 21. günde ladin-sarıçam meşçeresinde, 42. ve 63. günde çayırılık alanda bulunmuştur. Ortalama en yüksek net $\text{NH}_4^+\text{+N+NO}_3^-\text{N}$ değeri 21. günde genç sarıçam meşçeresinde, 42.günde yaşlı sarıçam meşçeresinde ve 63. günde çayırılık alanda bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprak Tekstür, Toprak pH, Maksimum Su Tutma Kapasitesi, Toplam Azot, Organik Madde, Net Mineral Azot

SUMMARY

THE NITROGEN MINERALIZATION IN PURE AND MIXED SCOTH PINE STANDS AT DIFFERENT AGES AND IN MEADOWY LAND IN TUTUNCULER REGION ARTVIN

With this study, the stands are defined by prestudying about stands of the region in September 2010 for setting ground for sample grounds. The soil which was taken from spruce-scotch pine stand, young scotch pine stand, old scotch pine stand in Tütüncüler region Artvin and beside meadowy land at dept stage in 0-15 cm, set ground for samples. 3 sampling lands were chosen from each vegetation cover, and 3 soil samplings were done in chosen sampling lands. Soil sampling were done by 15x15x15 cm cube steel cylinder. It has the aim of examining relations between different researches and soil texture (%), its pH, the quantity of organic substances (%-kg/ha), its maximum water holding capacity (%) and the diversity of mineral nitrogen (kg/ha), net mineral nitrogen (kg/ha) and total nitrogen (kg/ha) in young scotch pine stand, old scotch pine stand, spruce-scotch pine stand and in meadowy land in Tütüncüler region, Artvin. In terms of the average values, the highest values are respectively; while the amount of sand (%) has been found in meadowy land, the amount of clay (%) has been found in spruce-scotch pine stand and the dust content (%) has been found in young scotch pine stand; while soil pH and water holding capacity (% MSK) has been found in young scotch pine stand, the organic substance of soil (%-kg/ha) has been found in meadowy land and total nitrogen (%-kg/ha) has been found in spruce-scotch pine stand. The highest average net NH_4^+ -N value, has been found in young scotch pine stand on 21st. day, in meadowy land on 42nd. day and in old scotch pine stand on 63rd.day. The highest average net NO_3^- -N value, has been found in spruce-scotch pine stand on 21st.day, in meadowy land on 42nd.and 63rd. day. The highest average net NH_4^+ -N+ NO_3^- -N value, has been found in young scotch pine stand on 21st. day, in old scotch pine stand on 42nd. day and in meadowy land on 63rd. day.

Key Words: Soil Texture, pH, Water Holding Capacity, Organic Substance, Total Nitrogen, Net Mineral Nitrogen

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1975–2010 Yıllarına Ait Meteorolojik Ölçüm Değerleri..... | 21 |
| Tablo 2. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 850 m Yükseltideki Tütüncüler Yöresi Çalışma Alanına Enterpole Edilen Değerleri..... | 21 |
| Tablo 3. Bitki Örtülerine Göre Toprak Tekstür Değerleri ve Standart Hataları ((% Kum, % Kil, % Toz), (Ortalama±Standart Hata), (Min- Max Değerleri)).. | 36 |
| Tablo 4. Bitki Örtülerine Göre pH, Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((pH), (Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a)), (En Düşük-En Yüksek Değerleri))..... | 37 |
| Tablo 5. Bitki Örtülerine Göre Organik Madde (% ve kg/ha) Miktarı, Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((% Organik Madde), (Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, c)), (En Düşük-En Yüksek Değerleri))..... | 39 |
| Tablo 6. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((% MSK), (Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, c, d)), (En Düşük-En Yüksek))..... | 41 |
| Tablo 7. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net NH_4^+ -N (kg/ha) Miktarı Değerleri..... | 42 |
| Tablo 8. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net NO_3^- -N (kg/ha) Miktarı Değerleri | 42 |
| Tablo 9. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net $\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$ -N (kg/ha) Miktarı Değerleri | 43 |
| Tablo 10. Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi Değerleri (p) ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri)) | 46 |
| Tablo 11. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, ab)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri)) | 48 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 12. Bitki Örtülerine Göre 63. Gündeki Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri)) | 51 |
| Tablo 13. Bitki Örtülerine Göre Ortalama 63 Günlük Mineralleşme Miktarları (kg/ha)..... | 52 |
| Tablo 14. Tüm Verilerin Korelasyon Analizi Değerleri | 53 |
| Tablo 15. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot (%), Toplam Azot (kg/ha) Miktarı, (F), ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, c, bc)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri))..... | 55 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Artvin Meteoroloji İstasyonu Verilerine Ait Walter İklim Diyagramı..... | 21 |
| Şekil 2. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 850 m Yükseltideki Tütüncüler Yöresi Çalışma Alanına Enterpole Edilen Değerlerinin Walter İklim Diyagramı .. | 22 |
| Şekil 3. Genç Sarıçam Örnekleme Alanından Bir Görünüm | 26 |
| Şekil 4. Çayırılık Örnekleme Alanından Bir Görünüm..... | 27 |
| Şekil 5. Toprak Örnekleme Yapılırken Bir Görünüm | 29 |
| Şekil 6. Silindirden Topraklar Çıkarılırken Bir Görünüm | 29 |
| Şekil 7. İnkübe Edilmiş Toprak Numunelerinin Tartılması ve Çalkalayıcıda Çalkalanmasından Bir Görünüm..... | 33 |
| Şekil 8. İnkübe Edilmiş Toprak Numunelerinin Süzdürülme İşleminden Görünüm. | 33 |
| Şekil 9. Mikro Destilasyon Cihazında Toprak Örneklerinin Destilasyon Yapılırken Görünümü | 33 |
| Şekil 10. Destile Edilen Örnekler Üzerinde Titrasyon Yapılırken Bir Görünüm | 34 |
| Şekil 11. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Kum, % Kil ve % Toz Miktarları Değişim Grafiği | 37 |
| Şekil 12. Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği | 38 |
| Şekil 13. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Organik Madde (%) Miktarları Değişim Grafiği..... | 40 |
| Şekil 14. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK) Değişim Grafiği | 41 |
| Şekil 15. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net NH_4^+ -N (kg/ha) Miktarı Değişim Grafiği..... | 42 |
| Şekil 16. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net NO_3^- -N (kg/ha) Miktarı Değişim Grafiği..... | 43 |
| Şekil 17. Bitki Örtülerine Göre Ortalama $\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$ -N (kg/ha) Miktarı Değişim Grafiği..... | 44 |
| Şekil 18. Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği..... | 46 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 19. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği | 49 |
| Şekil 20. Bitki Örtülerine Göre 63. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği | 51 |
| Şekil 21. Bitki Örtülerine Göre 63. Günlük Mineralleşme Miktarları (kg/ha) Değişim Grafiği | 52 |
| Şekil 22. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot (% Total Azot) Değişimi Grafiği | 56 |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|--------------------|------------------|
| $^{\circ}\text{C}$ | Santigrat derece |
| cm | Santimetre |
| cm^2 | Santimetrekare |
| gr | Gram |
| ha | Hektar |
| kg | Kilogram |
| m | Metre |
| mg | Miligram |
| ml | Mililitre |
| mm | Milimetre |
| p | Önem Düzeyi |
| ve ark. | Ve arkadaşları |
| α | Güven düzeyi |

1. GİRİŞ

Karasal ekosistemlerdeki bitkiler için sınırlayıcı element olan azot bitki kuru ağırlığının yaklaşık % 1,5-5'ini meydana getirmektedir (Haynes, 1986). Azot; karbon, hidrojen ve oksijene göre daha düşük bir oranda bulunmasına karşın, bitki hayatı ve biyokimyasal olaylarda çok önemli görevler alan organik bileşiklerin yapısına girmesi nedeniyle bitki için gerekli temel besin elementleri arasında yer almaktadır (Haynes, 1986; Lee ve Stewart, 1978; Marschner, 1995; Gebauer ve ark., 1988).

Azot bitkilerde aminoasitlerin yapısına katılıp bitkinin en önemli ve kompleks bileşeni olan proteinlerin oluşumunda rol alır. Diğer taraftan azot, bitkinin kalıtım elemanları olan nükleik asitlerin yapısına katılıp bitki hayatının devamı ve kalıtsal özelliklerin nesilden nesile aktarılmasında görev alır. Ayrıca çeşitli enzimlerde koenzim olarak görev yapan vitaminlerin bileşimine katılır.

Azot bitkiler tarafından topraktan inorganik azot formları olan amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) halinde alınabilir. Topraktan alınan inorganik azot bitkide çeşitli enzimlerin etkenliği altında gerçekleşen çeşitli biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda organik bileşiklerin yapısına katılır (Marschner, 1995; Solomonson ve Barber, 1990; Oaks, 1977). 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 ilaveten doğada azot döngüsü iki ana kademeyi kapsar; (1) atmosferik fiksasyon (yüksek enerji fiksasyonu) ile oluşan amonyak ve nitratların yağmur suyu ile yeryüzüne taşınması, simbiyotik yolla veya serbest yaşayan mikroorganizmalarca (mavi yeşil algler ve serbest bakteriler) biyokimyasal olarak organik forma indirgenmesi, (2) organik maddenin parçalanarak mineralleşmesi (amonifikasyon, nitrifikasyon, denitrifikasyon) ile mineral azot ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$) oluşumu.

Toprakta organik maddenin parçalanarak mineralleşmesi bitkilerin azot beslenmesini şekillendirerek ekosistemin verimliliği ve sürekliliğini belirler (Runge, 1983). Toprağın organik materyalinin ayrışmasında temel rol mikroorganizmalara aittir. Toprak mikroorganizmalarının çeşitliğinde ve sayısında meydana gelebilecek bir azalma toprak besin döngüsünde azalmaya sebep olabilir (Giller ve ark., 1998). Toprakta organik maddenin parçalanması humifikasyon, amonifikasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon olmak üzere dört aşamada gerçekleşir (Atlas ve Bartha, 1987; Plaster, 1992). Organik madde parçalanmasının ilk aşaması olan humifikasyon aşamasında oluşan humusun yapısında bulunan organik bağlı azot amonifikasyon ve nitrifikasyon aşamaları sonucunda amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve nitrate ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) dönüşür. Bitkiler tarafından kullanılabilen inorganik azot formlarını oluşturması nedeniyle bu aşamalar toprakta azot mineralleşmesi sürecini meydana getirirler.

Topraktan azot alınabilirliği toprağın kalitesinin önemli bir göstergesidir. ‘Azot mineralleşmesi’, toprak organik maddesinden inorganik azotun serbest bırakılmasıdır. Bu süreç toprağın organik maddesinin kalitesi, mikrobiyal biyomas, mikrobiyal etkinlik, toprak sıcaklığı ve nemi gibi birçok süreç tarafından kontrol edilmektedir. Topraktaki azot mineralleşmesinin oranı laboratuarda ya da azot alınımında belirleyici bitkiler kullanılarak yapılabilir (Knoepp ve ark., 2000).

Azot mineralleşmesinin ilk aşaması olan amonifikasyon aşamasında organizmalara ait atıklar topraktaki bakteri ve funguslar tarafından amonyağa kadar ayrıştırılır ve amonyak toprakta amonyum iyonlarına dönüşür. Mineralizasyonun ileri aşaması olan nitrifikasyon aşamasında amonyum iyonları önce nitrite (NO_2^-) daha sonra da nitrat (NO_3^-) iyonlarına yükseltgenir. Nitrifikasyon sınırlı sayıdaki ototrof bakterilerce yürütülür. Nitrifikasyonun iki aşaması (nitritin ve nitratın oluşması) farklı iki mikrobiyal populasyon tarafından gerçekleştirilir. Ancak her iki işlev bir denge halinde yürür ve nitrit birikimi meydana gelmez. Amonyakın nitrite, nitritinde nitrate yükseltgenmesi enerji açığa çıkaran süreçlerdir. Nitrifikasyon bakterileri kemoototrofturlar ve karbondioksiti özümlemek için nitrifikasyon ile oluşan enerjiyi kullanırlar. İlk reaksiyonda moleküler oksijen nitrit molekülüne verilir. Yükseltgenme çok aşamalı bir reaksiyondur ve hidroksilamin (NH_2OH) ve diğer bazı ürünler oluşmaktadır. Bu reaksiyon aynı zamanda hidrojen iyonlarını oluşturur ve

reaksiyonun gerçekleştiği ortamın pH'sı düşer. Nitrifikasyonun ikinci aşamasında nitrat oluşumu için bir su molekülünden oksijen alınır. Nitrifikasyonun her iki aşaması da aerobik (oksijenli) koşullarda gerçekleşir. Nitritin yükseltgenmesi nitrifikasyonun ayrı bir safhasını oluşturur. Bu aşama düşük miktarda enerji verimi ve nitrat oluşumu ile son bulur (Plaster, 1992). Topraklarda, amonyağı nitrite yükseltgeyebilen dominant genus *Nitrosomonas*, nitriti nitrate yükseltgeyebilen dominant genus ise *Nitrobacter*'dir. Amonyağı nitrite yükseltgeyebilen diğer bakteriler *Nitrospira*, *Nitrococcus* ve *Nitrosobus* genuslarına ait türlerdir. *Nitrobacter*' e ilaveten *Nitrospira* ve *Nitrococcus* genusunun üyeleri de nitriti nitrate yükseltgeyebilirler (Atlas ve Bartha, 1987).

Suya doymuş topraklarda nitrifikasyon ile oluşan nitratın belirli bir kısmı serbest azot formuna dönüştürülerek atmosfere verilir. Denitrifikasyon olarak isimlendirilen bu süreç oksijen yerine nitrat kullanan anaerobik (oksijensiz) bakteriler tarafından yürütüldüğü için suya doymuş topraklarda gerçekleşir (Plaster, 1992). *Paracoccus denitrificans*, *Thiobacillus denitrificans* ve değişik *Pseudomonas* türleri denitrifikasyon bakterileri arasında sayılabilir.

Organik maddenin mineralleşmesi ile azot bitkiler tarafından kullanılabilir hale gelir. Fakat mineralleşme sonucu oluşan mineral azotun tümü bitkiler tarafından kullanılamaz. Çünkü oluşan mineral azotun bir kısmı mineralleşme sürecinde etken olan mikroorganizmaların kendi ihtiyaçları için kullanılır. Dolayısıyla mikrobiyal faaliyetler için kullanılan mineral azotun dışında kalan mineral azot bitkiler için temel azot kaynağını oluşturur. Bu nedenle toplam mineral azot üretimi için 'Brüt Mineralizasyon', mikrobiyal ihtiyaçlar dışında kalan üretim için 'Net Mineralizasyon' kavramları önerilmektedir (Zötl, 1958; Runge, 1983).

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). Mineral azot oluşumunu çevresel etmenler, bitki türleri, toprak yapısında bulunan hayvan ve diğer mikroskobik canlılar da etkilemektedir.

Toprak pH'sı toprak mikroflorasının aktivitesini ve kompozisyonunu (Blagodatskaya ve Anderson, 1998), buna bağlı olarak da net azot mineralleşmesini dengelemektedir (Zeller ve ark., 2000). Nitekim Curtin ve ark. (1998), azot mineralleşmesinin asidik toprakların pH'sı arttırıldığında belirgin olarak arttığını göstermişlerdir. Toprak pH'sı organik maddenin parçalanmasını sağlayan mikroorganizmaların etkenliğini 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 görülür (Zöttl, 1960c; Runge, 1974).

Runge (1983), ekstrem olan asidik topraklarda nitrat oluşumundan sorumlu olan organizma ve süreçler için 3 olasılık önermektedir. Bunlar; yerel olarak ortam pH değerleri ile birlikte mikro alanlarda bilinen kemotrofik nitrifiyicilerin aktivitesi, asidik koşullara nitrifikasyon bakterilerinin adaptasyonu ve heterotrofik NO_3^- -N üreticileridir.

Toprak nemi direkt olarak mikrobiyal aktiviteyi, dolaylı olarak da azot mineralizasyonunu etkiler. Biyolojik bir işlev olan mineralizasyonun hızı suyun alınabilirlik oranı ile ilişkilidir. 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 azalmaktadır (Runge, 1983; Güteryüz, 1998). Toprağın tamamen neme doygun hale gelmesi anaerobik şartlar oluşturacağı için organik maddenin parçalanması yavaşlar. Toprakta su içeriğinin artması mineralleşme sonucu oluşan nitratın hareketini arttırarak bitkilerin kullanımını arttırmasına 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 sıcaklığı mikrobiyal aktiviteyi doğrudan etkileyerek azot mineralleşmesini etkiler. Genel anlamda, bitki gelişimi için uygun olan sıcaklık şartları mikrobiyal parçalanma için gerekli sıcaklık şartlarına oldukça benzerdir (Myrold, 1987). Sıcaklık değişimleri mikrobiyal etkenliğe, dolayısıyla topraktaki mineral azot

oluşumunun temeli olan mikrobial parçalanmaya doğrudan etki eder. Runge (1983) azot mineralleşmesinin 0-70 °C sıcaklık aralığında meydana geldiğini ancak çeşitli bölgelerde mineralleşmede görev alan mikrobiyal populasyonların sıcaklık gereksinimlerinin farklı olması nedeniyle bitki gelişimi için uygun olan toprak sıcaklığının organik maddenin parçalanması için gerekli sıcaklığa benzer olduğunu 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 edilmiştir ancak, Runge (1983), bu ilişkinin aynı humus tipi ve aynı parçalanma derecesine sahip topraklarda karşılaştırılabileceğini bildirmektedir.

Topraktaki mineral azot oluşumu üzerine çevresel etmenlerin etkileri vardır (Runge, 1983). Bitki topluluklarının yapısında yer alan işlevsel özellikteki bitki tiplerinin kompozisyonu ve çeşitliliği topraktaki inorganik azot düzeylerini etkileyebilmektedir (Naeem ve ark., 1994; Tilman ve ark., 1996, 1997; Hooper ve Vitousek, 1997). Primer verimlilik, N₂ fiksasyonu, azot kullanım yeteneğine göre türlerin farklılık göstermesi ve döküntü kalitesindeki farklılıklardan dolayı bitki topluluğunun yapısı ekosistemlerde azotun alınabilirliğini etkileyebilmektedir (Marks ve Bormann, 1972; Pastor ve Post, 1986; Vitousek, 1990; Gross ve ark., 1995; Lockaby ve ark., 1995). 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).

Toprakta biyokimyasal süreçle meydana gelen mineralleşme üzerinde bitki türlerinin etkisi bulunmaktadır (Hobbie, 1992). Bitki türleri, azot dönüşümleri üzerinde döküntü kalitesi ve miktarını belirleyerek topraktaki mikrobiyal aktiviteyi dolaylı yoldan etkilemektedir (Hobbie, 1995). Bitki türlerinin döküntü kalitesi üzerindeki yaptığı etkiden dolayı azot mineralleşmesiyle bağlantılı olan toprak organik maddesinin kompozisyonunda değişimlere yol açmaktadır (Hassink, 1994). Genel olarak, besince fakir ortamlarda gelişen bitki türlerinin döküntüsü daha düşük azot

konsantrasyonuna ve parçalanmaya dayanıklı kimyasal bileşiklerin daha yüksek konsantrasyonuna sahip olduğundan, besince zengin ortamlardaki bitki türlerinin döküntüsüne oranla parçalanmaya daha dirençli olmaktadır (Berendse, 1990; Wedin ve Tilman, 1990).

Azot mineralleşme potansiyelinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmalar yetersiz sayılabilecek kadar azdır. Gökçeoğlu (1988), Güteryüz (1992), Ünver (2007), alan inkübasyonu yöntemi ile çalışmalar yapmıştır. Laboratuvar ortamında standart inkübasyon yoluyla yapılan çalışmalar Güteryüz (1998), Güteryüz ve ark. (2007), Güteryüz ve ark. (2008), Tecimen (2011) ve Güteryüz ve ark. (2010) olarak sıralayabiliriz.

Artvin yöresi Tütüncüler mevkiindeki farklı meşcereler altından alınan genç sarıçam, yaşlı sarıçam ve ladin-sarıçam meşcereleri ile çayırılık alanların azot mineralizasyonunu belirlemek için standart inkübasyon yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışma ile farklı tür ve alan kompozisyonlarının azot mineralleşmesi üzerindeki etkilerinin ortaya konması hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Wittich (1956), Almanya'da orman topraklarına inkübasyon yöntemini ilk olarak uygulayarak yıllık mineral azot verimini saptaya 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 (1960 a, c, d) Almanya'nın ladin ve çam ormanı topraklarında yıllık mineral azot veriminin hektar başına 31 kg olabileceğini rapor etmiştir. Ayrıca inkübasyon yöntemiyle bulduğu mineral azot değerleri ile ladin ve çam ağaçlarının iğne yapraklarının azot içeriği arasında yakın ilişki olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı mineral azot oluşumu ile toprak C/N oranı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve C/N oranıyla ters bir korelasyon bulmuştur.

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

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 altına 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.

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 (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.

Gerlach (1973), İnkübasyon 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 artışlar olduğunu tespit etmiştir. 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 mineralizasyonunun 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.

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

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

Foster ve arkadaşları (1980), tarafından yapılmış çalışmada bozulmuş olan yaşlı çayırlarda besin kayıpları üzerine yaygın bir tür olan *Ambrosia artemisiifolia*'nin potansiyel etkileri araştırılmıştır. Bu türün azotun bir kısmını tohumlarda depolayarak, bir kısmını vejetatif dokulara alarak azotu tutup depoladığı, süksesyona 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 gözlemlenmiştir.

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 çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, nitrifikasyonun ekolojik süksesyon esnasında sürekli inhibe edildiği hipotezi desteklenmemiştir.

Bunderson ve arkadaşları (1985), *Juniperus osteosperma*'nin temel fizyoloji ve otokolojisini incelemek amacıyla Utah'da 17 çam-ardıç alanından toprak, 255 ağaçtan ise yaprak örneklerini toplamış ve mineral içeriklerini analiz etmişlerdir. Bu ekosistemde gelişmeyi sınırlandırıcı faktörler içinde sıcaklık ve nem değişikliklerinin

bulduğunu, çam-ardıç topraklarında ise azota ilaveten potasyum ve fosforun da sınırlayıcı olduğunu tespit etmişlerdir.

Vaughn ve arkadaşları (1986), Kuzey Kaliforniya'nın bazı tek yıllık vejetasyonla örtülü topraklarında alınabilir besin elementlerinin mevsimsel değişimini araştırmış ve tüm alandaki inorganik azot birikiminin kış ve ilkbahar boyunca en yüksek, yazın ise en düşük düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Akdeniz tipi ekosistemlerde mineral azot oluşumunun toprak nemine daha duyarlı olduğunu vurgulayan araştırmacılar, toprak nemi ile mineralizasyon arasında sıcaklığa oranla daha önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Klemmedson ve Weinhold (1992), Merkezi Arizona'daki bir havzadan alınmış toprakların N mineralizasyonuna çalı türleri ve topografik yapının 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 kümülatif N mineralizasyonunun ne de potansiyel mineralize olabilen N'un çalı türlerinden ve topografik durumdan etkilenmediğini saptamışlardır. Hem kümülatif 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. NO₃'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. Mevcut fosforun iki toprak tabakası arasında göze çarpan derecede farklı olduğunu (toplam fosforun sırasıyla % 3,8 ve % 0,7'si) ve kümülatif N mineralizasyonu ile ilişkili olduğunu gözlemişlerdir.

Wood ve arkadaşları (1992), Bitki kommünitesinin yapısındaki değişikliklerin toprak besin konsantrasyonları ve varlığını değiştirebileceğini göstermek amacıyla otsu bitki-yapraklı orman-çam ağacı, otsu bitki-çam ağacı, yapraklı orman-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 komüniteleri arasında değişiklik gösterdiğini bulmuşlardır. Toprak organik azotu çam komünitesinde otsu bitki içeren komünitelere göre daha düşüktür. Laboratuvar inkübasyonlarında, solunum ve N mineralizasyonunun çam komünitesi topraklarında otsu bitki-yapraklı orman-çam ağacı ve otsu bitki-çam komünitelerine göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Orman örtüsünün C/N oranı ve N mineralizasyonunun bir göstergesi olarak substrat kalitesinin diğer komünitelerle kıyaslandığında çam komünitesinde daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Klinka ve arkadaşları (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 tabakasında) 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), tarafından ülkemizde Bursa Uludağ’da yapılan çalışmada *Festuca* sert yastıkçık, *Juniperus* bodur çalı ve *Nardus* nemli çayır topluluklarının toprağında azot mineralleşmesi arazi inkübasyonu yöntemi ile bir yıl boyunca araştırılmıştır. Yıllık mineral azot veriminin topluluklar arasında farklı olduğu; en yüksek verim *Festuca* (25,61 kg/ha) topluluğunun en düşük verim ise *Nardus* (12,91 kg/ha) topluluğunun toprağında tespit edilmiştir. *Nardus* topluluğundaki düşük mineralleşmenin ise bu topluluktaki aşırı miktardaki toprak neminden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Hobbie (1996), yaptığı çalışmada artan sıcaklığın Alaska’nın farklı tundra türlerinin karbon ve azot döngüsü üzerine etkilerini araştırmıştır. 4 °C 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 arttıracakını bildirmiştir. Genelde bir gelişim formundaki türlerin (*Gramineae* familyasına ait bitkiler, herdem yeşil çalılar, yaprak dökken çalılar ve

yosunlar) ayrışma üzerindeki etkilerinin farklı olduğu tespit edilmiş olup *Gramineae* familyasına ait bitkilerin döküntülerinin en hızlı ayrışma, yaprak dökken çalılar ve yosunların en düşük döküntü ayrışma oranına sahip oldukları tespit edilmiştir. Gelecekteki ısınmayla yaprak dökken çalılardaki artış nispeten yavaş ayrışan odunsu gövdenin fazla olmasından dolayı C depolamasını teşvik edecektir. Yosun bolluğundaki değişimlerin de C depolamasına 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 göstermişlerdir.

Rovira ve Vallejo (1997), Akdeniz iklimi etkisi altındaki Barcelona Üniversitesi deneme alanlarında karbon ve azot mineralizasyonunun derinliğe bağlı olarak değişimini araştırmak ve organik maddenin miktar ve kalitesi gibi sınırlayıcı etkilerden pedoklimatik etkileri ayırmak için bitki-toprak karışımlarını 5, 20 ve 40 cm derinliğe naylon poşetler içinde gömmüş, sonuçta Akdeniz koşulları altında derin tabakalardaki toprak ikliminin mikrobiyal aktivite için yüzey topraklarına göre daha elverişli olduğunu, bu durumun ise kuraklığın güçlü bir sınırlayıcı faktör olmasından kaynaklandığını; toprakaltı tabakalarda azalmış O₂ miktarının ayrışma ve mineralizasyonu engellemediğini ve daha yüksek C ve N mineralizasyonunun genellikle üst horizonlarda bulunduğunu, bunun nedeninin ise pedoklimatik sınırlayıcılardan daha çok bu horizonlarda organik maddenin miktarı ve kalitenin daha yüksek olmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Compton ve arkadaşları, (1998), yapmış olduğu çalışmada arazi kullanım tipinin, organik madde kalitesine, azot mineralleşmesine, mikrobiyal faaliyete ve topraktaki azot ve karbon içeriklerine önemli şekilde etki ettiğini ifade etmiştir.

Güleryüz (1998), yaptığı çalışmada, aynı bölgedeki farklı otlak alan topluluklarının toprağındaki azot mineralleşmesini laboratuvar şartlarında standart inkübasyon yöntemi ile araştırmış (% 60 su tutma kapasitesi ve 20 °C) ve toprağın pH, su tutma kapasitesi, toplam azot ve organik karbon içerikleri ile mineral azot oluşumu arasında anlamlı ilişki bulunduğunu tespit etmiştir.

Gülyüz (1998), Mineral azot oluşumunu bazı alpin otlak alan topluluklarının toprağında kontrollü koşullarda (toprağın % 60 maksimum su tutma kapasitesinde ve 20 °C sıcaklıkta) araştırmış, mineral azot oluşumu ile bazı toprak etmenleri (pH, toplam azot ve organik karbon) arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu saptamış ve amonifikasyonun *Nardus stricta* L. (Poaceae) türünün egemen olduğu otlaklarda daha yüksek, nitrifikasyonun ise *Festuca cylvatica* Boiss. et Heldr. ve *Festuca punctoria* Sm. (Poaceae) türlerinin egemen olduğu otlak alanlarda daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Doğal bir bitki topluluğu içerisinde bitki türlerinin azot dönüşüm oranları üzerindeki etkisini belirlemek için Steltzer ve Bowman (1998), tarafından yapılan çalışmada alpin tundradaki nemli çayır topluluğunun iki farklı tür (*Acomastylis rosii* ve *Deschampsia caespitosa*) tarafından temsil edilen ve benzer mikro iklimlere sahip olan vejetasyon parçalarının topraklarında azot dönüşüm oranlarının farklı olduğu belirlenmiştir. Büyüme mevsimi sonunda *A. rosii* türünün hakim olduğu vejetasyon yamalarındaki toprakta net N azot mineralleşme oranı ve nitrifikasyonun *D. caespitosa* türünün hakim olduğu yamaların toprağına göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Döküntünün C/N oranı, fenolik bileşikler/N oranı, kılcal kök üretimi gibi özellikler açısından *A. rosii* ve *D. caespitosa* türleri arasındaki farklılıklar topraktaki azot döngüsünü etkileyen potansiyel mekanizmalar olarak ifade etmişlerdir.

Compton ve arkadaşları (1998), yapmış olduğu çalışmada yapraklı türlerdeki toprak şartları yüksek miktarda azot mineralizasyonu ve nitrifikasyonuna uygun olduğunu ifade eder.

Cote ve arkadaşları (2000), Kanada'nın karışık kuzey ormanlarında uzun süreli bir inkübasyon (282 gün, in vitro) 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 yoğunlaştırıldığında, sonuçlar yaprak dökenlerde ibrelilerden daha çok; mineral toprak ve orman örtüsünün her ikisinde de çakıllı killi toprağına 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.

Arslan ve arkadaşları (2002), yapmış oldukları çalışmada azot mineralizasyonundaki mevsimsel değişimlerin meşe ve çam ormanı topraklarında benzer olduğunu ifade etmiştir. Yıllık azot mineralizasyonu ile toprak özellikleri arasındaki toprak azot içeriği ve karbon/azot oranı çeşitli meşcerelerdeki topraklarda değişiklik gösterdiğini ifade etmiştir. Çalışma sonucunda farklı orman toplulukları içindeki topraklarda azot mineralizasyonunun değiştiği görülmüştür.

Smolander ve Kitunen (2002), Kuzey Finlandiya'da orijinal olarak benzer topraklar üzerinde yetişen *Betula pendula* Roth., *Picea abies* (L.) Karst. ve *Pinus sylvestris* L.'in dominant olduğu birbirine komşu 70 yıllık ağaçlarda yapılan çalışmada toprak organik maddesinin en yüksek C/N oranının *Pinus*'ta olduğunu, inkübasyon denemelerinde hem C mineralizasyon oranı hem de net N mineralizasyonunun *Betula* ve *Picea* topraklarında *Pinus*'a göre çok daha yüksek olduğunu, çözünmüş organik karbonun çözünmüş organik azota oranının *Betula* ve *Picea*'da benzer olup *Pinus*'ta daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Makarov ve arkadaşları (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 (karyatağı 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 ağtığı ve bu yuzden yüksek toplam N iğeriğine rağmen kullanılabilir inorganik azotun oldukęa düşük konsantrasyonda gözlenmesine yol ağtığını tespit etmişlerdir.

Titrek (2004), tarafından ulkemizde yapılan ęalıřmada ise Uludağ'ın bozulmuş alanlarında gelişen ruderal *Verbascum olympicum* topluluğunun toprağında azot mineralleşmesi bir yıl süren arazi inkübasyon yöntemi ile incelenmiştir. Bölgedeki sekonder süksesyonun başlamasında etken olan bu topluluğun topraklarında azot mineralleşmesinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Uludağ kış sporları merkezinde yer alan kayak pistlerinin yapılması için bozulan alanların ve bu alanlara komşu olan bozulmamış orman (*Abies bornmuelleriana*) topluluğunun toprağındaki azot dönüşüm oranları Yakut (2006), tarafından yapılan ęalıřma ile ortaya konmuştur. ęalıřmada kayak pisti ağmak amacıyla bozulan alanlarda azot mineralleşmesinin olumsuz etkilendiği fakat bu alanlarda vejetasyonun yeniden gelişmesi ile mineralleşmenin uyarıldığı belirlenmiştir.

Dünyada azot mineralleşmesi üzerinde yapılan ęalıřmalar öncelikle azot mineralleşmesi ile toprak etmenleri arasındaki ilişkileri irdeleyen ęalıřmalar olmakla birlikte bitki örtüsünün de bu süreçte etken olduğu ęeřitli araştırmalarda belirtilmiştir.

Abiven ve arkadaşları (2005), tarafından sub-tropikal ortamlarda gelişen pirinę (*Oryza sativa*), darı (*Sorghum* sp.), soya fasulyesi (*Soja hispida*) ve *Brachiaria ruziziesens* türlerine ait kök, gövde ve yaprak kalıntılarının azot ve karbon mineralleşmesi ile bu bitki kısımlarının biyokimyasal özellikleri arasındaki ilişkisi incelenmiştir. Bitki kısımlarının kimyasal analizi sonucu yapraklarda polifenolik bileşiklerin, köklerde ise lignin benzeri bileşiklerin yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Bu bitki kısımlarının mineralleşme oranları karşılaştırıldığında ise köklerin, yaprak ve gövdeden yaklaşık % 20-30 daha az mineralleşme özelliğine sahip olduğu belirtilmiş ve köklerdeki düşük mineralleşme özelliği bu organların yüksek lignin-suberin iğeriği ile ilişkilendirmişlerdir.

Hafner ve Groffman (2005), yaptıkları çalışmada bir karışık ormanda 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 biyomas 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.

Weintraub ve arkadaşları (2005), Tundra topluluklarında ısınmaya cevap olarak çalılarda arttığını gözlemlemiş ve tundra bitkileri ile çalılar arasında C depolamada, döküntü ayrışımında ve topraktan azot alınımı zamanlamasında önemli farklılıklar elde etmişlerdir. Bitki topluluk kompozisyonundaki bu değişimin arktik tundra ekosistemlerinin özellikle nemli tundra ekosistemlerinin karbon dengesini kuvvetli bir şekilde etkilediğini belirtmişlerdir. Yüksek sıcaklıkların, toprak organik madde ayrışım oranları ve toprak azot alınabilirliği gibi arktik ekosistemlerin C dengesini kontrol eden faktörlere direk etkilerinin, bu sıcaklıkların stimüle ettiği odunsu çalı türlerinin dağılımındaki değişimlerle daha önemli hale geldiği tespit edilmiştir. Çalı türleri tundra içerisindeki en odunsu bitkiler olduğu, odun en yüksek karbon/azot oranına sahip bitki dokusu olduğu ve yavaş ayrıştığı için bu türlerin ekosistem karbon deposunu arttırdıkları ve arktik tundra ekosistemlerinde C dengesini değiştirdikleri tespit edilmiştir.

Otlamaya bağlı olarak bozulan kurak ekosistemlerde çok yıllık otsu türler ile herdem yeşil çalılarda değişimden kaynaklanan döküntü kalitesindeki değişikliklerin toprakta C ve N dinamiklerinde farklı etkilere yol açtığı Vargas ve arkadaşları (2006), tarafından yapılan çalışmada tespit edilmiştir. Yaprak döküntüsündeki sekonder bileşiklerin döküntünün ayrışabilme özelliğini; düşük ayrışabilme özelliğine sahip fenolik-protein kompleksi oluşturarak döküntü içerisinde kalmak ve/veya mikrobiyal enzimleri inaktive etmek suretiyle alınabilir azot miktarını azaltarak değiştirdiği ifade edilmektedir.

Ste-Marie ve Houle (2006), Quebec (Kanada)'te yaptıkları çalışmada üç orman (şeker akçaağacı, göknar ve ladin) toprağındaki 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 akçağacı alanlarında inorganik azot dönüşümlerinin yüksek olup bunu göknar ve ladin alanlarının takip ettiğini belirtmişlerdir.

Henegan ve arkadaşları (2006), yaptıkları çalışmada *Rhamnus cathartica* altındaki toprakları, bu bitkinin bulunmadığı alandaki topraklarla karşılaştırdıklarında, *Rhamnus cathartica* altındaki topraklarda daha yüksek N ve C içeriği yüzdesine, yüksek pH'a ve yüksek su içeriğine rastlamışlardır. Birçok yerli ağaçlar ve çalılarla karşılaştırıldığında *R. cathartica*'nın sahip olduğu yüksek yaprak N'u, hızlı döküntü ayrışma oranları, istilacı Avrupa yer solucanlarının geniş populasyon yoğunluklarını ve yüksek biyomasını arttırması gibi faktörlerin sonucu olarak, *R. cathartica* altındaki toprakta ve döküntü materyali bileşiminde oldukça yüksek azot ve karbon birikimi saptanmıştır. Nesli tükenmekte olan ağaç topluluklarının bulunduğu alanı istila eden bu türün o alandaki besin dinamiklerini değiştirdiği ve değişen besin dinamiklerinin sürekliliği sayesinde değişmiş olan verimliliğin alanın yeniden vejetasyonundaki dinamikler için önemli olduğu ifade edilmiş ve sonuç olarak *R. cathartica*'nın bazı ekosistem özelliklerini değiştirdiği gözlemlenmiştir.

Aerts ve arkadaşları (2006), tarafından Kuzey İsveç'te sub-arktik bataklık bölgede farklı 4 dominant türde yapılan çalışmada ilave azot miktarının yani azot gübrelenmesinin ölü örtü net azot mineralizasyonuna hiçbir etkisinin olmadığı tespit edilmiş ve bu subarktik 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 farklılıklardan kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Owen ve arkadaşları (2003), Tayvan'ın kuzeydoğusu'nda çayır ve ormanlardaki yıllık net azot mineralizasyonu sırasıyla 10,5 ile 33,5 kg / N / ha⁻¹ şeklinde değerlendirmişlerdir.

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 maksimum su tutma kapasitesi, 20 °C) kullanılarak araştırmıştır. Net mineral azot verimi *Astragalus angustifolius* topluluğunun toprağında en yüksek *Juniperus communis* topluluğunda ise en düşük olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gelfand ve Yakir (2008), Hazirandan Ekime kadar; ekosistem etkinliği daha yüksek olduğu diğer dönemlerle karşılaştırıldığında ekosistem etkinliği çok düşükken, yarı kurak çam ormanlarındaki azot mineralizasyonunun daha düşük bir oranını belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir.

Zhang ve arkadaşları (2008), Tipik İç Moğolistan bozkırında yıllık tüm nitrifikasyonun % 85'i ve yıllık azot mineralizasyonun % 90'ı büyüme döneminde gerçekleştiğini bulmuşlardır.

Uri ve arkadaşları (2008), Estonya'nın kuzeydoğusundaki çevredeki çayırlarla karşılaştırıldığında, terkedilmiş tarım alanlarında 8 yıl kayın ağacı yetiştirdikten sonra; azot mineralizasyonun önemli derecede değiştiğini gözlemlenmiştir.

Mckinley ve arkadaşları (2008), Mineralize edilebilir organik azotun verimliliğinde yalnızca küçük bir değişimin sebep olduğu çayırların iğne yapraklı ormanlara dönüştüğünü varsayarak, Kansas'ın kuzeydoğusundaki çayır alanları ve iğne yapraklı orman alanları arasında potansiyel toprak azotunda sadece küçük farklılıklar gözlemlenmiştir.

Zhou ve arkadaşları (2009), Tipik İç Moğolistan bozkırında, ekosistem etkinliği az olduğunda; ertesi kış boyunca net azot mineralizasyon oranı -7.51 ile $10.33 \text{ mg Nm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ arasında değişirken, büyüme dönemi boyunca bu oran 11.84 ile $30.11 \text{ mg Nm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmiştir.

Tripathi ve Singh (2009), Toprak kullanımındaki değişimlerin kuru tropikal orman bölgelerinde toprak azotuna çarpıcı etkisi olabileceğini göstererek, Hindistan'da belirli dönemlerde dökülen ormanların çayırlara, tarlalara ve maden artıklarına

dönüşmesini takip ederek net azot mineralizasyonunda % 33, % 46 ve % 70 oranında azalma gözlemlemişlerdir.

Güleryüz ve arkadaşları (2010), Manisa Spil Dağında yerinde bekletme yöntemiyle yaptıkları çalışmada çayır, çalı ve orman alanları arasında net mineralleşmenin en yüksek olarak çayır ve çalı alanlarında bulunduğunu ancak orman alanlarında mineralleşmenin net azot tutulması ile sonuçlandığını bildirmişler ve farkların nem ve arazi kullanımından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Güleryüz ve Everest (2010), Orta Toros dağlarında standart inkübasyon yöntemiyle yaptıkları çalışmada üç iğne yapraklı orman ağacı (*Pinus nigra subsp. pallasiana*, *Abies cilicica subsp. cilicica*, *Cedrus libani*) topluluğunun topraklarında en yüksek toplam azot ve mineralleşme oranları *Abies cilicica* topluluğunun toprağında belirlemişlerdir.

3. ARAŞTIRMA ALANININ TANITIMI

3.1. Coğrafi Konum

Araştırma alanı olarak kullanılan deneme alanları Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki Tütüncüler İşletme Şefliği meşcerelerindeki deneme alanlarında gerçekleştirilmiştir.

Ladin-sarıçam karışık meşceresi, genç sarıçam meşceresi, yaşlı sarıçam meşceresi ve bitişiğindeki çayırılık alanların azot mineralizasyonunu belirlemek için standart inkübasyon yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışma, Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki Tütüncüler İşletme Şefliği meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Meşcere yaşları ortalama; ladin-sarıçam karışık meşceresi 95, genç sarıçam meşceresi 30, yaşlı sarıçam meşceresi 90 yaşlarındadır. Arazi deneme alanlarının ortalama yüksekliği 850 m'dir. Arazi eğimi % 0 ile % 20 arasında değişmektedir. Alanların bakıları genel olarak kuzey doğu ve doğu bakılarıdır.

3.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Araştırma alanında, alanın iklim özelliklerinin incelenmesini sağlayacak uygun meteorolojik istasyon yoktur. Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu Artvin ilinde bulunmaktadır (600 m).

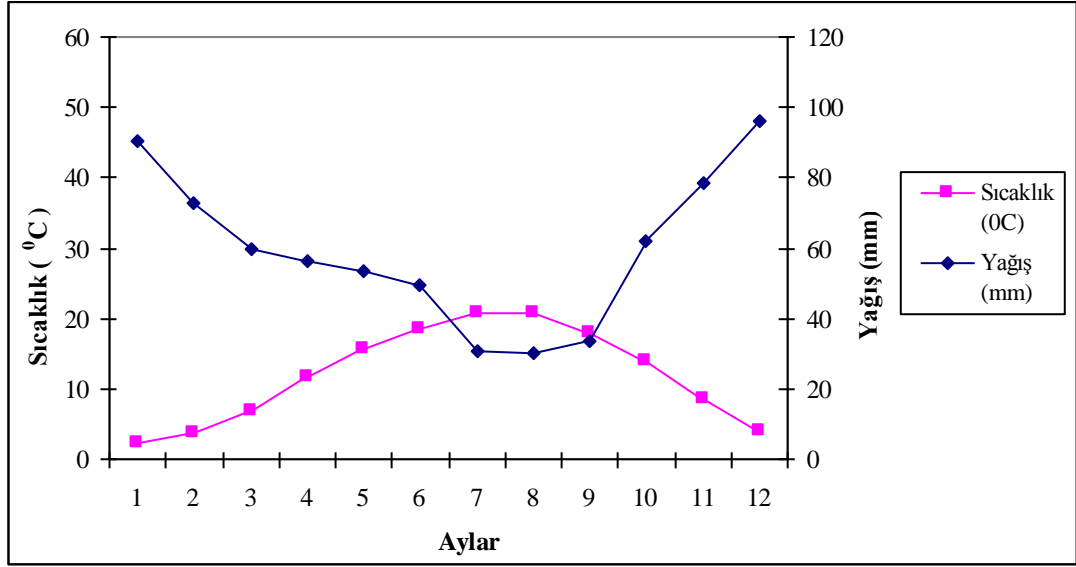
Çalışma alanının iklim değerlerinin belirlenmesinde Artvin Meteoroloji İstasyonunun verileri kullanılarak yükselti ile değişimleri göz önüne alınmıştır. Bu istasyona ait uzun dönem (1975–2010) ölçüm değerleri Tablo 1'de ve bu ölçüm değerlerine ait Walter iklim diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.

Araştırma alanındaki iklim analizleri için Artvin Meteoroloji İstasyonundan yapılmış olan ölçümlerden ortalama sıcaklıklar ve yağışlar alınarak araştırma alanı olarak seçilen Tütüncüler (850 m.) bölgesine enterpole edilerek ortalama sıcaklık ve yağış

değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 2’de verilmiş olup bu değerlere ait Walter iklim diyagramı Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1975–2010 Yıllarına Ait Meteorolojik Ölçüm Değerleri

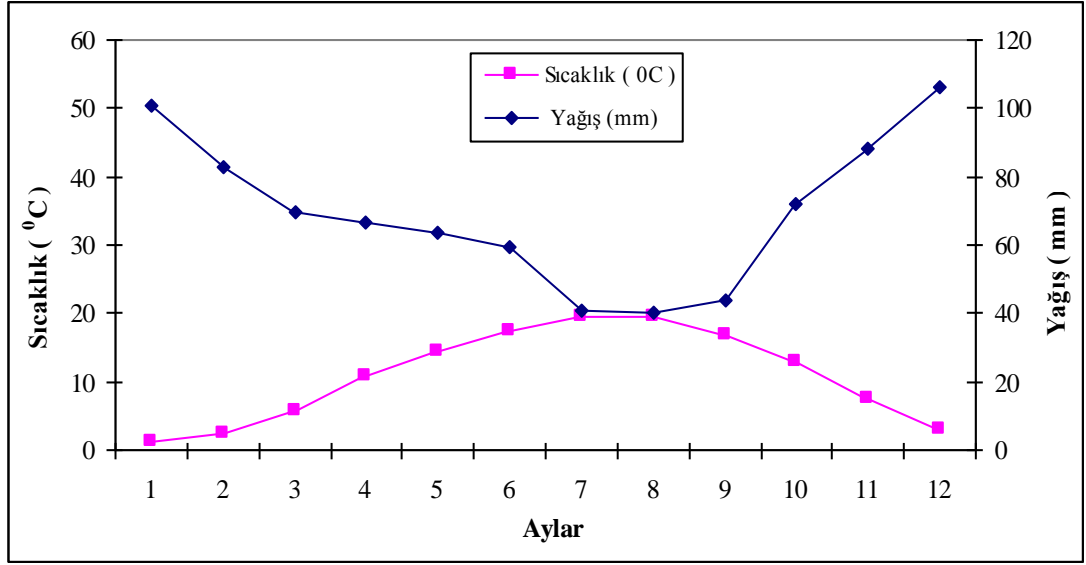
| | AYLAR | | | | | | | | | | | | Yıllık Ortalama |
|----------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Ortalama sıcaklık (°C) | 2,4 | 3,6 | 6,9 | 11,8 | 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 |



Şekil 1. Artvin Meteoroloji İstasyonu Verilerine Ait Walter İklim Diyagramı

Tablo 2. Artvin Meteoroloji İstasyonunun 850 m Yükseltideki Tütüncüler Yöresi Çalışma Alanına Enterpole Edilen Değerleri

| Aylar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Yıllık |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Ortalama sıcaklık | 1,3 | 2,5 | 5,8 | 10,7 | 14,4 | 17,4 | 19,6 | 19,6 | 16,8 | 12,9 | 7,5 | 3,0 | 10,9 |
| Ortalama Yağış | 100,7 | 82,7 | 69,8 | 66,4 | 63,4 | 59,7 | 40,8 | 40,2 | 43,8 | 72,0 | 88,4 | 106,0 | 833,8 |



Şekil 2. Artvin Meteoroloji İstasyonununun 850 m Yükseltideki Tütüncüler Yöresi Çalışma Alanına Enterpole Edilen Değerlerinin Walter İklim Diyagramı

Artvin Bölgesinin yıllık ortalama sıcaklığı 12,1 °C olup, en yüksek ortalama sıcaklık 20,7 °C ile temmuz ve ağustos aylarında, en düşük ortalama sıcaklık ise 2,4 °C ile ocak ayında belirlenmiştir. Artvin’de ortalama yıllık yağış 713,9 mm’dir. En yüksek ortalama yağış 96,0 mm ile aralık ayında, en düşük ortalama yağış ise 30,2 mm ile ağustos ayında görülmüştür. Tütüncüler mevkiinin yıllık ortalama sıcaklığı 10,9 °C olup, en yüksek ortalama sıcaklık 19,6 °C ile temmuz ve ağustos aylarında, en düşük ortalama sıcaklık ise 1,3 °C ile ocak ayında belirlenmiştir. Tütüncüler mevkiine düşen ortalama yıllık yağış 833,8 mm’dir. En yüksek ortalama yağış 106 mm ile aralık ayında, en düşük ortalama yağış ise 40,2 mm ile ağustos ayında görülmüştür.

Walter’e göre iklim diyagramında Artvin bölgesinde 6. ile 9. aylarda su açığı olduğu görülmüştür. Ancak çalışma alanında su açığı görülmemektedir.

3.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Artvin Bölgesi Tütüncüler mevki çalışma alanının toprak türleri genel olarak, killi balçık, kumlu killi balçık, hafif killi ve kumlu killi balçık olarak belirlenmiştir. Alanın genel toprak türü kumlu killi balçık olarak belirlenmiştir.

3.4. Araştırma Alanın Bitki Örtüsü Özellikleri

Kafkas Bölgesi dünyada üçüncü zamandan bugüne aktarılmış, sıcak-ılıman iklime uyum sağlamış yaprak dökken ormanların, herhangi bir kesinti olmaksızın var olduğu tek bölgedir. Soğuk periyotlar süresince yaşanan buzullaşma ılıman kuşak ormanlarını etkisine alırken Kafkas Dağları buzulların daha güneye geçmesine engel olarak burada bir sığınak oluşmasını sağlamıştır. Bu da Kafkasya Ekolojik Bölge'sinin sahip olduğu zenginliğin ve etrafındaki sistemlerden farklılığın temel sebebidir (Anonim, 2010-2029).

Bölgenin biyocoğrafik açıdan diğer bir önemli özelliği geçiş bölgesi özelliği taşımasıdır. Batı Palearktik Hayvan Coğrafyası Bölgesi'nin üç ana alt-bölgesi Kafkasya Dağları'nda buluşmaktadır: Avrupa-Sibirya, Orta Asya ve Akdeniz. Bitki coğrafyası açısından bakıldığında da benzer bir durum söz konusudur. Avrupa-Sibirya ve İran-Turan gibi iki ana bitki coğrafyası bölgesi Kafkasya Dağları'nda kesişmektedir. Kafkasya Ekolojik Bölgesi'nin güneybatı koridorunda yer alan Barhal vadisi'nin temel özelliklerini denizden gelen nemli havayı kesen yüksek Kaçkar Dağları silsilesi belirlemektedir. Silsilenin kuzey tarafında kalan yamaçlar ve vadiler çok daha nemli karışık yaprak dökken ormanlara ev sahipliği yaparken güney taraftaki Barhal Vadisi ve sırtları daha kurak, iğne yapraklı ormanlardan oluşmaktadır. Derin Çoruh Vadisi'nin etkisiyle de daha kurak hale gelen iklim buradaki orman örtüsünün daha hassas ve kırılabilir olmasının temel sebebidir (Anonim, 2010-2029).

Kafkasya dağ silsilesinin sağladığı en güzel örneği Barhal Vadisi'nde bulunmasıdır. Bu vadinin aşağı kesimlerinde Akdeniz çalılıkları ve zeytinlerden oluşan bir bitki örtüsü bulunmaktadır. Derin Çoruh Vadisi'nin sağladığı mikroklima ile bu alanda Akdeniz iklim tipi ve buna uygun bir bitki örtüsü yaşamına devam edebilmiştir. Bu kalıntı ekosistem bütün Kafkasya Ekolojik Bölgesi'nde sadece Çoruh ve Barhal Vadisi'nde bulunmaktadır (Anonim, 2010-2029).

Alan Avrupa- Sibirya bitki coğrafya bölgesinin Kolşik alt-bölgesinde yer almaktadır. Özellikle alpin çayırlar ve endemik bitkilerin fazlalığı ile dikkat çekicidir. Alanın bitki zenginliği açısından diğer bir önemli özelliği de sahip olduğu bitki örtüsü tipi zenginliğidir. Tütüncüler'de Çoruh Vadisi tabanından yükseklerle doğru görülebilecek formasyonlar sırasıyla; Dere vejetasyonu, geniş yapraklı ormanlar,

ladin-sarıçam ormanları, göknar-ladin ormanları ve alpin çayırlar oluşturmaktadır (Anonim, 2010-2029).

***Picea orientalis* L. (PİNACEAE);**

Doğu ladini yerel bir yayılışa sahiptir. Kafkasya ile Kuzey Doğu Anadolu'da 40⁰ 23'- 43⁰- 50' enlemleri ile 37⁰ 40'- 44⁰ 13' boylamları arasında yayılışını yapar. Doğu ladininin kuzey sınırı, Glowinsk'in doğusundan başlayarak Büyük Kafkas dağlarının su ayırım hattını izleyerek güneydoğu yönde 450 km uzanır. Daha sonra Gori ile Tiflis arasından geçerek güneye yönelir ve Küçük Kafkaslara ulaşır. Bu bölgede güneydoğu yönde yayılışını engelleyen arid karakterdeki iklimdir. Küçük Kafkaslardan ise güneybatıya yönelerek Kuzey Doğu Anadolu dağlarına ulaşmaktadır (Kayacık, 1960).

Doğu ladinin yayılış mntıkasında arazi gerçekte çok meyilli ve yer yer de sarptır. Yayılış alanlarında ortalama meyil % 30'un üzerindedir. Çok iyi yetiştirme alanları olup da meyilin % 65-70 olduğu meşcereler de az değildir. Uzungöl, Santa, Elevit, Saçinka, Üçsu ve Düzenli yöreleri bunlardan bazılarıdır (Akgül, 1975).

Doğu ladininin Avrupa ladininde olduğu gibi kışları soğuk ve karlı, deniz ikliminden kaçınarak, yeterli rutubet bulduğu takdirde kara ikimi iç ve kuzey mntıklardan hoşlandığı söylenebilir (Saatçioğlu, 1976). Yüksek rutubet, ladinin en önemli istekleri arasındadır. Ladin, bilhassa sis ve yağmur yönünden zengin olan yörelerde toprak elverişli ise iyi gelişme göstermektedir.

***Pinus silvestris* L. (PINECEAE);**

Karadeniz bölgesinde Of, Sürmene dolaylarında deniz kıyısına kadar inen sarıçam; Artvin, Rize çevresinde doğu ladini ile karışık orman kurarak 2100 m.'ye kadar çıkar. Zigana dağlarında, Gümüşhane ve Giresun dolaylarında 100-2400 m. arasında saf ya da karışık, Amasya, Sinop, Ayancık, İnebolu daha içlere doğru Boyabat, Tosya ve Kastamonu dolaylarında, Ilgaz dağlarında, Bolu yöresinde Seben, Köroğlu ve Abant çevresi ormanlarında saf ya da göknar ve kayınla karışık durumda 700-2000 m. geniş bir yayılma gösterir. Orta Anadolu'da Refahiye'nin Dumanlı dağında, Akdağmadeni'nin Akdağ'ında saf orman kuruluşunda 1000-2300 m. yüksekliklerde,

Tokat çevresinde, Yozgat dolaylarında, Kayseri'nin Pınarbaşı ilçesinin batısında, Kızılcahamam dolaylarında, Mihalıçık-Eskişehir ve Eskişehir-Kütahya arasındaki dağlık yerlerde saf veya karışık orman kuruluşunda görülür. Kuzeybatı ve Batı Anadolu'da Bursa çevresinde Uludağ'da, Domaniç yaylasında, Balıkesir dolaylarında Dursunbey Alaçam ormanlarında karışık topluluklar halinde bulunur (Kayacık, 1965; Gökmen, 1970; Çepel ve ark., 1977). Karadeniz etkisinin hissedildiği Karadeniz dağlarının güney yamaçlarında ve Çoruh vadisinde 700 m.'ye kadar inen sarıçam; Kuzeydoğu Anadolu'da, Ardahan, Oltu, Göle, Şenkaya ve Sarıkamış dolaylarında çoğunlukla saf olarak 2700 m.'ye kadar yükselir. Posof yöresinde saf veya ladin, göknar gibi diğer ağaç türleri ile karışık olarak geniş sahalar kaplayan sarıçam, hemen daima 2000 m.'nin üzerinde yayılış gösterir (Tetik, 1986). Ülkemizde bu kadar geniş yayılışa sahip olan sarıçamın dikey yayılışı Sürmene yakınlarında deniz seviyesinden (Çamburnu) Sarıkamış'ta 2700 m.'ye (Ziyarettepe) kadar çıkmakta ise de, ortalama olarak 1000-2500 m.'ler arasında saf ve diğer türlerle karışık olarak yayılış gösterir. Sarıçam kuru kum topraklarından, ıslak turbalıklara; kireçli topraklardan, silikatlar bakımından zengin topraklara; deniz ikliminden, karasal iklime; her türlü anataş ve ana materyal üzerinde oluşan kumlu topraklardan, killi topraklara kadar değişebilen ortam ve şartlarda yayılıp gelişebilen, yani istekleri göze çarpacak derecede az olan bir ağaç türüdür sarıçam (Çepel ve ark., 1977).

Sarıçam'a denizden yükseltisi 0-2700 m. arasında olan çeşitli yükselti kademelerinde rastlanılır. Genellikle dağlık bölgelerde yayılmakta ise de, yüksek ovalarda ve dar vadi tabanlarında da görülür (Çepel ve ark., 1977). Sarıçam genellikle kuzey bakılı yamaçları sevmektedir (Gökmen, 1970). Sarıçam ormanlarının, çok eğimli (% 18-36) ve orta eğimli (% 10-17) yamaçlarda daha fazla bulunmakta olduğu belirtilmiştir (Çepel ve ark., 1977). Sarıçam meşcereleri, genellikle yüksek dağlık bölgelerde yer alır ve yamaçları sever ise de, yüksek yayla düzlüklerinde de görülür (Çepel ve ark., 1977).

Yurdumuzda sarıçam yayılış alanında, Karadeniz iklimi, İç Anadolu step iklimi ve Doğu Anadolu iklimi olmak üzere, başlıca 3 makro iklim tipi bulunmaktadır (Çepel ve ark., 1977).

Sarıçam'ın yetiştiği yerlerde 2-9 aylık vejetasyon süresi olduğu, yıllık ortalama sıcaklığın 4-10 °C arasında bulunduğu; +40 °C ile -60 °C gibi ekstrem sıcaklara karşı duyarlı olmadığı ve ilkbahar donlarından etkilenmediği belirtilmektedir.

Sarıçam'ın yetiştiği ortamlarda, yıllık yağışın 400-600 mm. olduğu, kurak devrenin temmuz ve ağustosta bulunduğu, kuraklığa dayanıklı olup fazla yağış istemediği belirtilmektedir (Çepel ve ark., 1977).

3.5. Alanın Jeolojik Yapısı

Artvin ili Merkez ilçenin yerleşimi olduğu bölgede ayrıntılı zemin araştırılması yapılmamış olup, imar planına esas İller Bankası tarafından 1974 ve 1980 yıllarında düzenlenmiş iki adet jeolojik etüt raporu mevcuttur. Bu raporda çalışma alanında içine alan ilçe merkezi split, dasit, riadasit ve andezitik breşlerden meydana geldiği belirtilmiş olup volkanik kökenli zeminde ayrışma fazla olduğu, eğiminde yüksek oluşu nedeniyle heyelan riski içermekte olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2005).



Şekil 3. Genç Sarıçam Örnekleme Alanından Bir Görünüm



Şekil 4. Çayırılık Örnekleme Alanından Bir Görünüm

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Araştırma materyalini; Artvin Yöresi Tütüncüler Mevkii'ndeki ladin-sarıçam karışık meşceresi, genç sarıçam meşceresi, yaşlı sarıçam meşceresi ve bitişiğindeki çayırılık alandan 0-15 cm derinlik kademesinden alınan toprak örnekleri oluşturmaktadır. Her bir bitki örtüsünden üç adet örnekleme alanı seçilmiştir. Seçilen örnekleme alanlarından 3 adet toprak örnekleme yapılmıştır. Toprak örnekleme 15x15x15 cm çelik küp silindir ile yapılmıştır. Toprak numuneleri 22.12.2010 tarihinde alınmıştır.

4.2. Yöntem

4.2.1. Arazi yöntemleri

4.2.1.1. Örnekleme Alanlarının Belirlenmesi

Örnekleme alanları temel oluşturmak üzere 2010 yılı aralık ayında bölgenin ağaç toplulukları hakkında bir ön çalışma yapılarak ağaç toplulukları belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonuçlarına bakılarak bölgede yayılış gösteren ladin-sarıçam karışık meşceresi, genç sarıçam meşceresi, yaşlı sarıçam meşceresi ve çayırılık alan olarak araştırma alanları belirlenmiştir. Artvin Yöresi Tütüncüler Mevkii (850 m)'nden 4 farklı alanın her biri için 3 farklı alandan örnekleme alanı seçildi. 4 farklı alanın her birinden 9 örnekleme, toplamda ise 36 örnekleme yapılmıştır.

4.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri her bir örnekleme alanının 3 farklı bölgesinden çelik kalıplar yardımıyla alınmıştır. Kalıplar 15x15x15 cm boyutlarında olup 225 cm² alana ve 15 cm derinliğine 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), karışık ve toprak tartıda (Cas Computing Scale) gr olarak tartılmıştır. Her bir örnek için 2 mm'den geçirilmiş toprak, taş, kök ve karışık olmak üzere naylon poşetlere koyularak etiketlenmiştir.



Şekil 5. Toprak Örneklenmesi Yapılırken Bir Görünüm



Şekil 6. Silindirden Topraklar Çıkarılırken Bir Görünüm

4.2.2. Laboratuvar Yöntemleri

4.2.2.1. Toprak Tekstürünün, pH'sının ve Organik Maddenin Belirlenmesi

Tekstür Tayini, 50 gr toprak örneğinde Bouyoucos Hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Gülçur, 1974). Toprak asitliği ise, 1/2,5 toprak-su karışımında cam elektrot kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra bu karışımlar İnolab pH level I pH metresi ile ölçülmüştür (Gülçur, 1974). Organik madde belirlenmesi, Walckley-Black'in ıslak yakma yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Gülçur, 1974).

4.2.2.2. Toprak Maksimum Su Tutma Kapasitesi Tayini

Toprak örneklerinin maksimum su tutma kapasiteleri (MSK, %) hava kurusu örneklerin suya doyurularak 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.

4.2.2.3. Standart İnkübasyon Yöntemi

Naylon içerisinde saklanan hava kurusu toprak örneğinden 100 gr 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 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 toplam 63 gün inkübe edilmiştir.

4.2.2.4. 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 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) miktarı, ikinci aşamada da nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) 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 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ çözeltisi ilave edildikten sonra düşey dönerli çalkalama cihazında 7 dakika/devir hızda 30 dakika çalkalanmıştır daha sonra siyah bantlı Whatman süzme kağıdı 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 Reagenz: % 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 ($\text{mg N}_{\text{min}}/100 \text{ g kuru toprak}$).

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 N_{min}/100 g kuru toprak)

A= Titrasyonda harcanan 0.005 N H₂SO₄ (ml)

S= Nemli toprak ağırlığı

K= Kuru toprak ağırlığı

Mineral azotun kg/ha cinsinden hesaplanması:

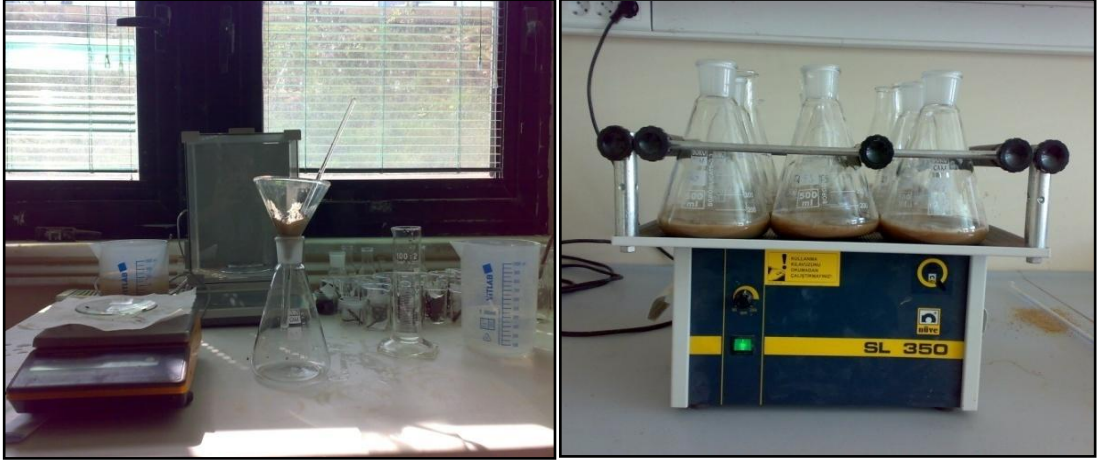
$$\text{kg/ha Nm} = \frac{A \times B \times 0.444}{100}$$

A: 15x15x15 cm ölçekte alınmış hacimsel toprağın kuru ağırlığı

$$\text{Net Kuru Toprak Ağırlığı} = \frac{\text{Net Yaş Ağırlık}}{\% \text{ Nem} + 100} \cdot 100$$

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

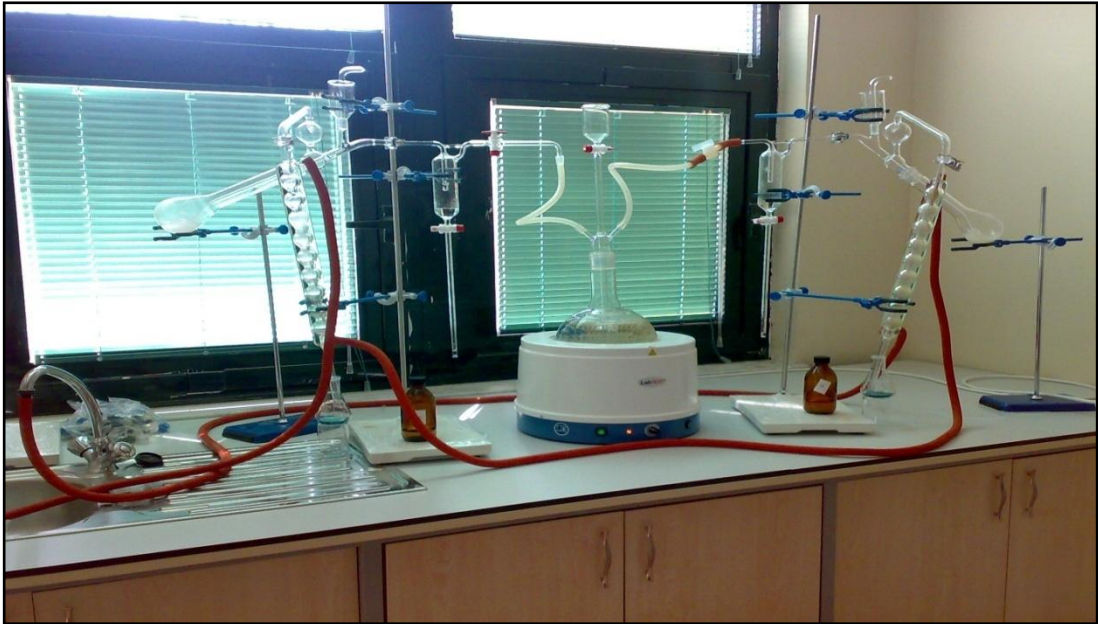
0.444: g/cm²'lik alana sahip kalıbın içerdiği toprak ağırlığının kg/ha birimine dönüştürülmesi için hesaplanan katsayı değeridir.



Şekil 7. İnkübe Edilmiş Toprak Numunelerinin Tartılması ve Çalkalayıcıda Çalkalanmasından Bir Görünüm



Şekil 8. İnkübe Edilmiş Toprak Numunelerinin Süzdürülme İşleminde Görünüm



Şekil 9. Mikro Destilasyon Cihazında Toprak Örneklerinin Destilasyon Yapılırken Görünümü



Şekil 10. Destile Edilen Örnekler Üzerinde Titrasyon Yapılırken Bir Görünüm

4.2.2.5. Toplam Azot Tayini

Toplam azot tayini için Kjeldahl yaş yakma yöntemi (Steubing, 1965) kullanılmıştır. Bu yöntemle organik bağlı azot sülfürik 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)

$$\text{Toplam N (\%)} = \frac{a \times 0.14 \times d}{b}$$

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

$$\text{Toplam N (kg/ha)} = \frac{\text{Toplam N (\%)} \times \text{gr/cm}^2 \text{ Kuru toprak}}{100} \times 444$$

4.2.2.6. Azot Mineralleşme Oranlarının Hesaplanması

Mineral azot (NH₄⁺-N ve NO₃⁻-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.

4.2.3. İstatistiksel Yöntemler

Elde edilen 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 anlamlı ilişkilerin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

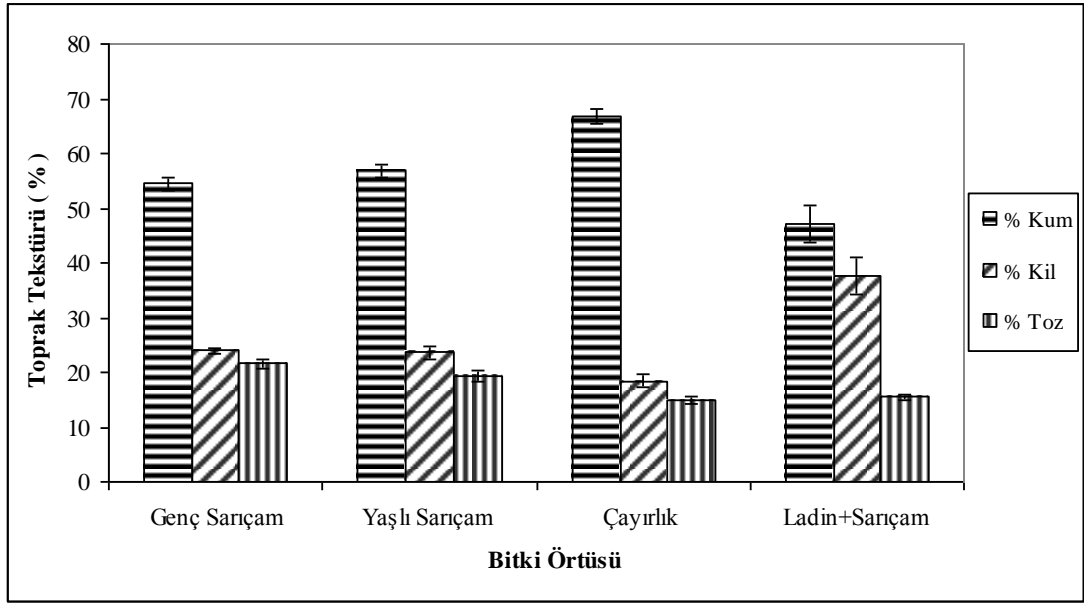
5. BULGULAR

5.1 Toprak Tekstürüne Ait Bulgular

Genç sarıçam meşçeresi kum miktarı (%) en yüksek % 59,03 ve en düşük % 48,08, kil miktarı en yüksek % 26,30 ve en düşük % 21,54, toz miktarı en yüksek % 26,42 ve en düşük % 17,41 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 54,44, ortalama kil miktarı % 23,99 ve ortalama toz miktarı % 21,57 olarak tespit edilmiştir. Genç sarıçam meşçeresi toprak tipi genel olarak killi balçıktır. Yaşlı sarıçam meşçeresi kum miktarı (%) en yüksek % 60,99 ve en düşük % 51,65, kil miktarı en yüksek % 27,76 ve en düşük % 19,05, toz miktarı en yüksek % 25,65 ve en düşük % 14,39 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 56,87, ortalama kil miktarı % 23,66 ve ortalama toz miktarı % 19,47 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi toprak tipi genel olarak kumlu killi balçıktır. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi kum miktarı (%) en yüksek % 60 ve en düşük % 32,74, kil miktarı en yüksek % 51,95 ve en düşük % 24,18, toz miktarı en yüksek % 18,08 ve en düşük % 12,78 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 47,00, kil miktarı % 37,54 ve toz miktarı % 12,78 olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi toprak tipi genel olarak hafif killidir. Çayırılık alan kum miktarı (%) en yüksek % 72,20 ve en düşük % 57,69, kil miktarı en yüksek % 23,79 ve en düşük % 13,81, toz miktarı en yüksek % 18,52 ve en düşük % 10,52 olarak belirlenirken, ortalama kum miktarı % 66,74, ortalama kil miktarı % 18,41 ve ortalama toz miktarı % 14,85 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toprak tipi genel olarak kumlu killi balçıktır (Tablo 3; Şekil 11).

Tablo 3. Bitki Örtülerine Göre Toprak Tekstür Değerleri ve Standart Hataları ((% Kum, % Kil, % Toz), (Ortalama±Standart Hata), (Min- Max Değerleri))

| Bitki Örtüsü | % Kum | % Kil | % Toz |
|---------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Genç Sarıçam | 54,44±1,29 (48,08-59,03) | 23,99±0,46 (21,54-26,30) | 21,57±0,97 (17,41-26,42) |
| Yaşlı Sarıçam | 56,87±1,19 (51,65-60,99) | 23,66±1,18 (19,05-27,76) | 19,47±1,01 (14,39-25,65) |
| Ladin-Sarıçam | 47,00±3,40 (32,74-60,00) | 37,54±3,43 (24,18-51,95) | 15,46±0,62 (12,78-18,08) |
| Çayır | 66,74 ±1,49 (57,69-72,20) | 18,41±1,15 (13,81-23,79) | 14,85±0,72 (10,52-18,52) |



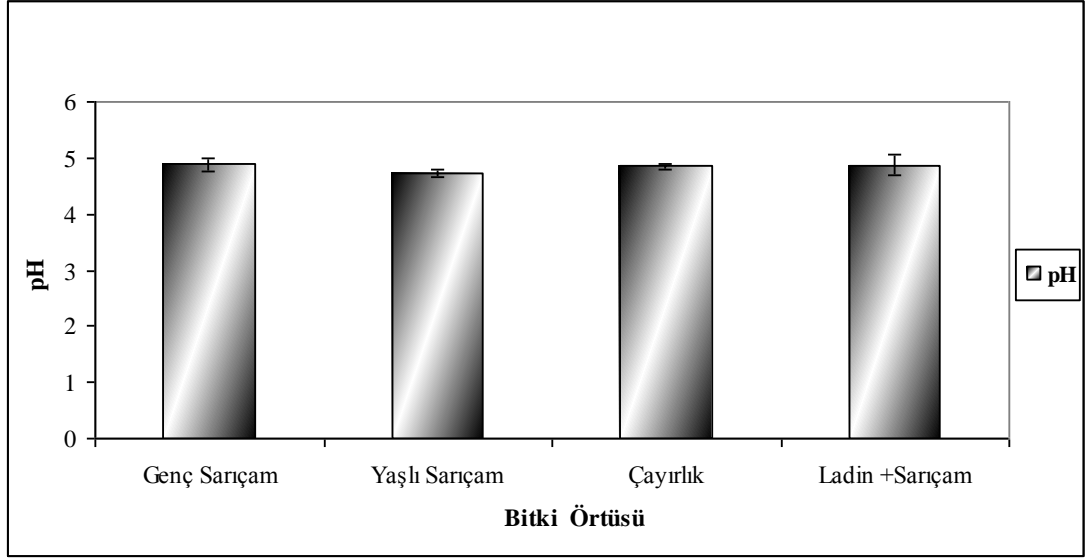
Şekil 11. Bitki Örtülerine Göre Ortalama % Kum, % Kil ve % Toz Miktarları Değişim Grafiği

5.2. Toprak pH' sına Ait Bulgular

Genç sarıçam meşçeresinde pH değerleri en yüksek 5,56, en düşük 4,50 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 4,88 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresinde pH değerleri en yüksek 5,15, en düşük 4,39 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 4,72 olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresinde pH değerleri en yüksek 5,72, en düşük 4,22 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 4,87 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alanda pH değerleri en yüksek 5,18, en düşük 4,69 olarak belirlenirken, ortalama pH değeri ise 4,86 olarak tespit edilmiştir. pH değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar bulunamamıştır ($p < 0,05$) (Tablo 4; Şekil 12).

Tablo 4. Bitki Örtülerine Göre pH, Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((pH), (Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a)), (En Düşük-En Yüksek Değerleri))

| Bitki Örtüsü | pH | F | Önem düzeyi (p) |
|---------------|-------------------------------------|------|-----------------|
| Genç Sarıçam | 4,88 ^a ±0,32 (4,50-5,56) | 1,25 | 0,30 |
| Yaşlı Sarıçam | 4,72 ^a ±0,22 (4,39-5,15) | | |
| Ladin-Sarıçam | 4,87 ^a ±0,55 (4,22-5,72) | | |
| Çayır | 4,86 ^a ±0,15 (4,69-5,18) | | |



Şekil 12. Bitki Örtülerine Göre Ortalama pH Değerleri Değişim Grafiği

5.3. Toprak Organik Maddesine Ait Bulgular

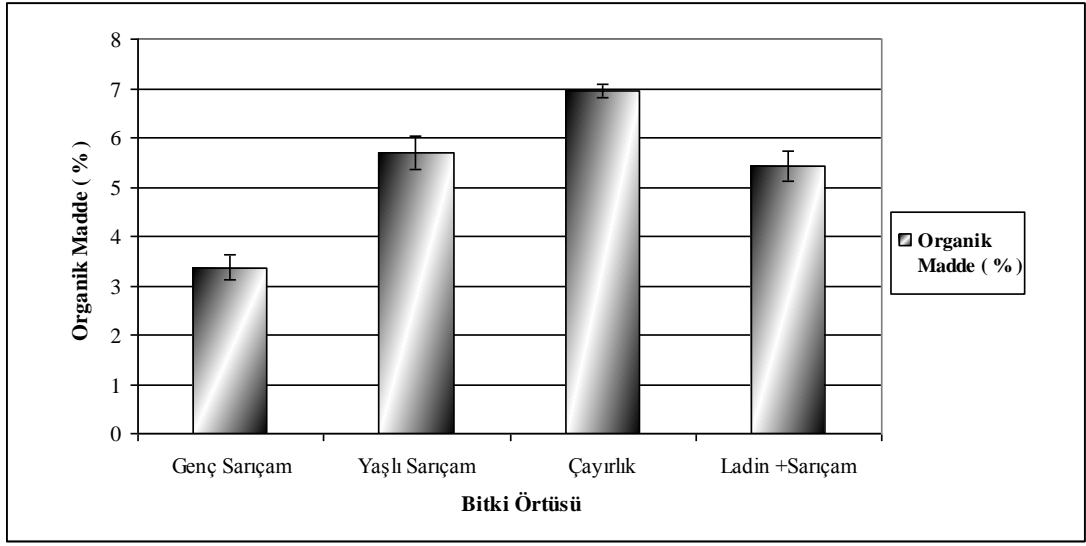
Genç sarıçam meşçeresinde organik madde miktarı (%) en yüksek % 4,68, en düşük % 2,17 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 3,37 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresinde organik madde miktarı (%) en yüksek % 7,23, en düşük % 4,27 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 5,69 olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresinde organik madde miktarı (%) en yüksek % 7,03, en düşük % 4,13 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 5,42 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alanda organik madde miktarı (%) en yüksek % 7,64, en düşük % 6,42 olarak belirlenirken, ortalama organik madde miktarı ise % 6,95 olarak tespit edilmiştir. Organik madde miktarı değerleri (%) incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 3 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından çayırılık alan % 6,95 ile en büyük grubu oluştururken, genç sarıçam meşçeresi ise % 3,37 ile en düşük grubu oluşturmuştur. Yaşlı sarıçam meşçeresi ile ladin-sarıçam karışık meşçereleri arasında anlamlı fark olmayıp aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 5; Şekil 13).

Genç sarıçam meşçeresi organik madde miktarı (kg/ha) en yüksek 27537,83 kg/ha ve en düşük 37048,57 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik madde miktarı

(kg/ha) 31085,23 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi organik madde miktarı (kg/ha) en yüksek 60550,26 kg/ha ve en düşük 37745,87 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik madde miktarı (kg/ha) 51555,73 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi organik madde miktarı (kg/ha) en yüksek 45724,96 kg/ha ve en düşük 34705,92 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik madde miktarı (kg/ha) 38134,43 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan organik madde miktarı (kg/ha) en yüksek 62578,89 kg/ha ve en düşük 41969,15 kg/ha olarak belirlenirken ortalama organik madde miktarı (kg/ha) 52726,88 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama organik madde miktarı (kg/ha) değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 3 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından çayırılık alan 52726,88 kg/ha ile en büyük grubu oluştururken, genç sarıçam meşçeresi 31085,23 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmuştur. Çayırılık alan ve yaşlı sarıçam meşçeresi arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılık olmayıp aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 5; Şekil 13).

Tablo 5. Bitki Örtülerine Göre Organik Madde (% ve kg/ha) Miktarı, Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((% Organik Madde), (Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, c)), (En Düşük-En Yüksek Değerleri))

| Bitki Örtüsü | Organik Madde (%) | F | Önem düzeyi (p) | Organik Madde (kg/ha) | F | Önem Düzeyi (p) |
|--------------|-------------------------|-------|-----------------|--------------------------------|--------|-----------------|
| Genç | 3,37 ^c ±0,74 | | | 31085,23 ^c ±3231,28 | | |
| Sarıçam | (2,17-4,68) | | | (27537,83-37048,57) | | |
| Yaşlı | 5,69 ^b ±0,95 | | | 51555,73 ^a ±7817,75 | | |
| Sarıçam | (4,27-7,23) | 96,74 | 0,00 | (37745,87-60550,26) | 100,96 | 0,00 |
| Ladin- | 5,42 ^b ±0,91 | | | 38134,43 ^b ±4076,76 | | |
| Sarıçam | (4,13-7,03) | | | (34705,92-45724,96) | | |
| Çayır | 6,95 ^a ±0,41 | | | 52726,88 ^a ±5524,92 | | |
| | (6,42-7,64) | | | (41969,15-62578,89) | | |



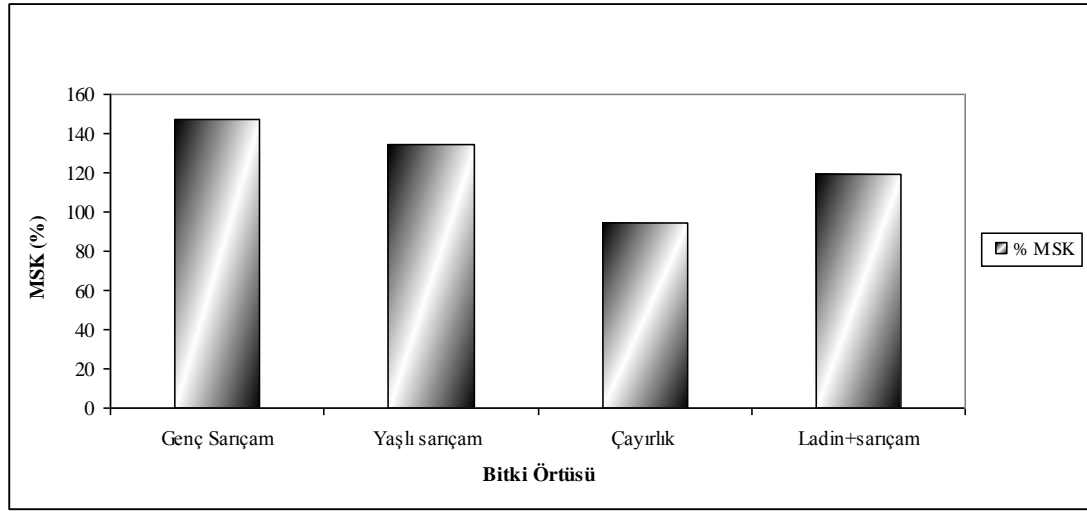
Şekil 13. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Organik Madde (%) Miktarları Değişim Grafiği

5.4. Toprak Maksimum Su Tutma Kapasitesine (% MSK) Ait Bulgular

Genç sarıçam meşçeresi maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) en yüksek % 169,2 ve en düşük % 125,8 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 147 olarak belirlenmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) en yüksek % 146,4 ve en düşük % 113,7 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 134,3 olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) en yüksek % 142,4 ve en düşük % 103,2 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 119,5 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) en yüksek % 99,2 ve en düşük % 88,1 olarak belirlenirken, ortalama maksimum su tutma kapasitesi % 94,3 olarak tespit edilmiştir. Ortalama maksimum su tutma kapasiteleri (% MSK) değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 4 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından genç sarıçam % 147,03 ile en büyük grubu oluştururken, çayırılık alan ise % 94,31 ile en düşük grubu oluşturmuştur (Tablo 6; Şekil 14).

Tablo 6. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((% MSK), (Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, c, d)), (En Düşük-En Yüksek))

| Bitki Örtüsü | Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK) | F | Önem düzeyi (p) |
|---------------|------------------------------------------|--------|-----------------|
| Genç Sarıçam | 147,03 ^a ±12,65 (125,8-169,2) | 123,59 | 0,00 |
| Yaşlı Sarıçam | 134,31 ^b ±10,74 (113,7-146,4) | | |
| Ladin-Sarıçam | 119,50 ^c ±12,68 (103,2-142,4) | | |
| Çayır | 94,31 ^d ±3,46 (88,1-99,2) | | |



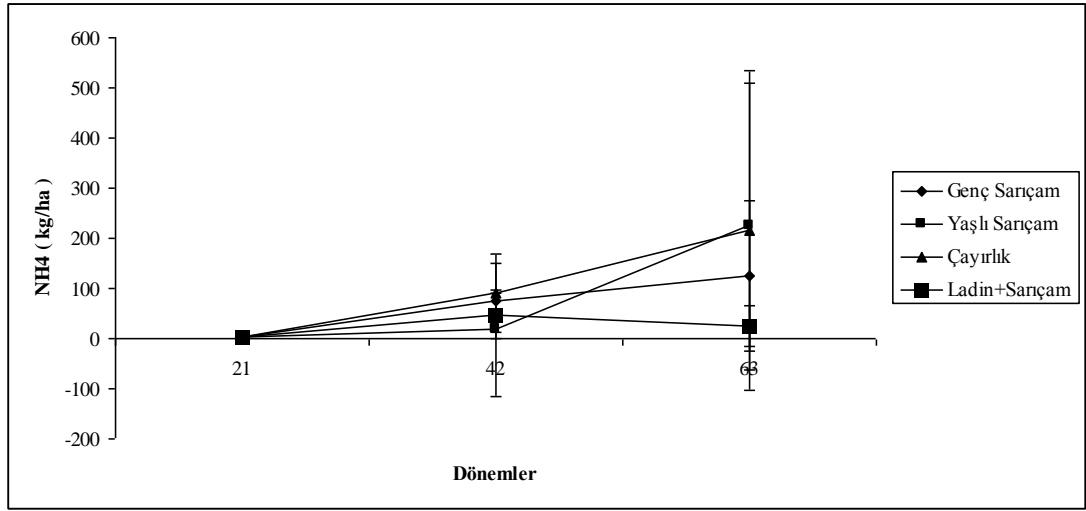
Şekil 14. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Maksimum Su Tutma Kapasitesi (% MSK) Değişim Grafiği

5.5. Net Mineral Azot Tayinine Ait Bulgular

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 21. gündeki ortalama net NH_4^+ -N verimi 2,22 kg/ha ile 3,50 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırık alan ortalama net NH_4^+ -N verimi 2,32 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 42. gündeki ortalama net NH_4^+ -N verimi 45,46 kg/ha ile 175,35 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırık alan ortalama net NH_4^+ -N verimi 89,74 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 63. gündeki ortalama net NH_4^+ -N verimi 25,11 kg/ha ile 224,06 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırık alan ortalama net NH_4^+ -N verimi 219,52 kg/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 7; Şekil 15).

Tablo 7. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (kg/ha) Miktarı Değerleri

| Bitki Örtüsü | 21. Gündeki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ | 42. Gündeki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ | 63. Günlük $\text{NH}_4^+\text{-N}$ |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Genç Sarıçam | 3,5 | 74,03 | 124,39 |
| Yaşlı Sarıçam | 3,21 | 175,35 | 224,06 |
| Ladin-Sarıçam | 2,22 | 45,46 | 25,11 |
| Çayır | 2,32 | 89,74 | 219,52 |

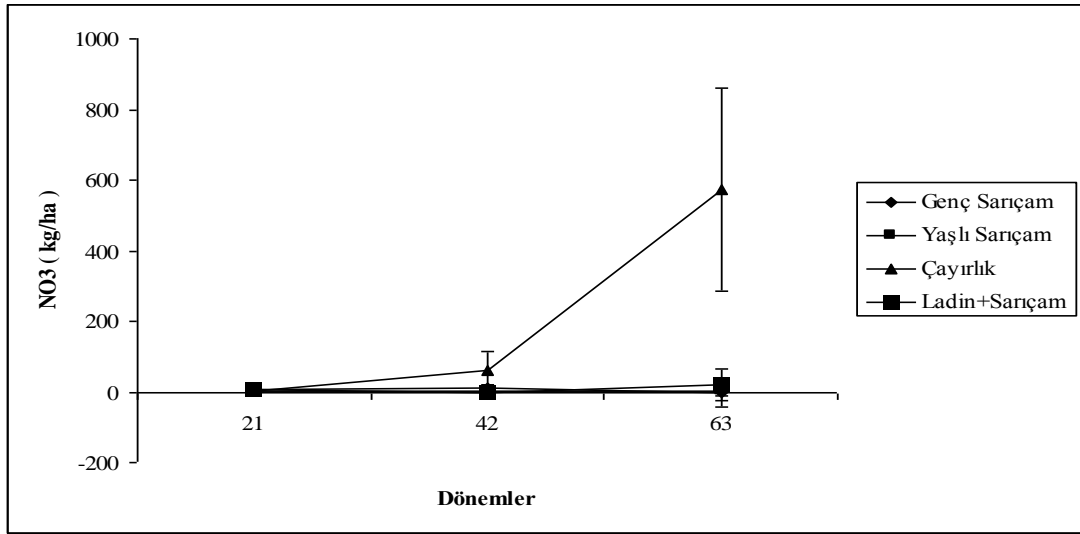


Şekil 15. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (kg/ha) Miktarı Değişim Grafiği

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 21. gündeki ortalama net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ verimi 3,90 kg/ha ile 5,08 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırık alan ortalama net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ verimi 2,73 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 42. gündeki ortalama net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ verimi -2,48 kg/ha ile 9,14 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırık alan ortalama net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ verimi 60,01 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 63. gündeki ortalama net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ verimi -2,20 kg/ha ile 18,46 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırık alan ortalama net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ verimi 571,97 kg/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 8; Şekil 16).

Tablo 8. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (kg/ha) Miktarı Değerleri

| Bitki Örtüsü | 21 Günlük $\text{NO}_3^-\text{-N}$ | 42 Günlük $\text{NO}_3^-\text{-N}$ | 63 Günlük $\text{NO}_3^-\text{-N}$ |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Genç Sarıçam | 4,63 | 9,14 | -2,2 |
| Yaşlı Sarıçam | 3,9 | 0,57 | 4,45 |
| Ladin-Sarıçam | 5,08 | -2,48 | 18,46 |
| Çayır | 2,73 | 60,01 | 571,97 |

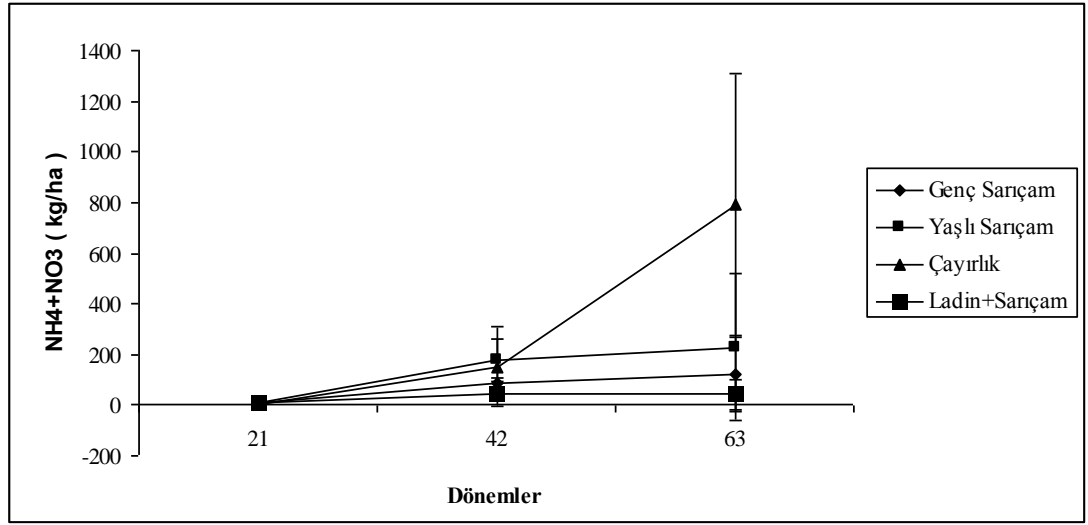


Şekil 16. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net NO₃⁻-N (kg/ha) Miktarı Değişim Grafiği

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 21. gündeki ortalama net NH₄⁺+NO₃⁻-N verimi 7,1 kg/ha ile 8,12 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alan ortalama net NH₄⁺+NO₃⁻-N verimi 5,05 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 42. gündeki ortalama net NH₄⁺+NO₃⁻-N verimi 42,98 kg/ha ile 175,92 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alan ortalama net NH₄⁺+NO₃⁻-N verimi 149,75 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi 63. gündeki ortalama net NH₄⁺+NO₃⁻-N verimi 43,58 kg/ha ile 228,51 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alan ortalama net NH₄⁺+NO₃⁻-N verimi 791,49 kg/ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 9; Şekil 17).

Tablo 9. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Net NH₄⁺+NO₃⁻-N (kg/ha) Miktarı Değerleri

| Bitki Örtüsü | 21 Günlük | 42 Günlük | 63 Günlük |
|---------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| | NH ₄ ⁺ -N+ NO ₃ ⁻ -N | NH ₄ ⁺ -N+ NO ₃ ⁻ -N | NH ₄ ⁺ -N+ NO ₃ ⁻ -N |
| Genç Sarıçam | 8,12 | 83,18 | 122,19 |
| Yaşlı Sarıçam | 7,1 | 175,92 | 228,51 |
| Ladin-Sarıçam | 7,3 | 42,98 | 43,58 |
| Çayır | 5,05 | 149,75 | 791,49 |



Şekil 17. Bitki Örtülerine Göre Ortalama $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \text{-N}$ (kg/ha) Miktarı Değişim Grafiği

Standart inkübasyon yöntemi kullanılarak laboratuvar koşullarında inkübasyona bırakılan toprak örneklerinde tayin edilen amonyum ve nitrat değerlerinden bir önceki periyodun değerleri çıkarılarak 21. gündeki, 42. gündeki ve 63. gündeki net mineral azot verimi hesaplanmıştır. 21. gündeki, 42. gündeki ve 63. gündeki net verimin ortalama değerleri ve standart sapmaları ile topluluklar arasındaki farkın anlamlılık düzeyleri net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ kg/ha verimi, net $\text{NO}_3^- \text{-N}$ kg/ha verimi ve net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \text{-N}$ kg/ha verimi için Tablo 10; Şekil 18, Tablo 11; Şekil 19, Tablo 12; Şekil 20 verilmiştir. Net mineral azot verimi açısından topluluklar karşılaştırıldığında 21. gündeki net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ verimi, $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \text{-N}$ verimi ve 63. gündeki net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi hariç tüm değerler ($\text{NH}_4^+ \text{-N}$ kg/ha verimi, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ kg/ha verimi ve $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \text{-N}$ verimi) için fark anlamlı bulunmuştur.

Genç sarıçam meşçeresi net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi en yüksek 8,25 kg/ha ve en düşük 1,45 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi 3,50 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi en yüksek 4,97 kg/ha ve en düşük 2,03 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi 3,21 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi en yüksek 6,77 kg/ha ve en düşük 1,02 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi 2,32 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi en yüksek 3,72 kg/ha ve en düşük 1,12 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ verimi 2,22 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama net $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ değerleri incelendiğinde Varyans

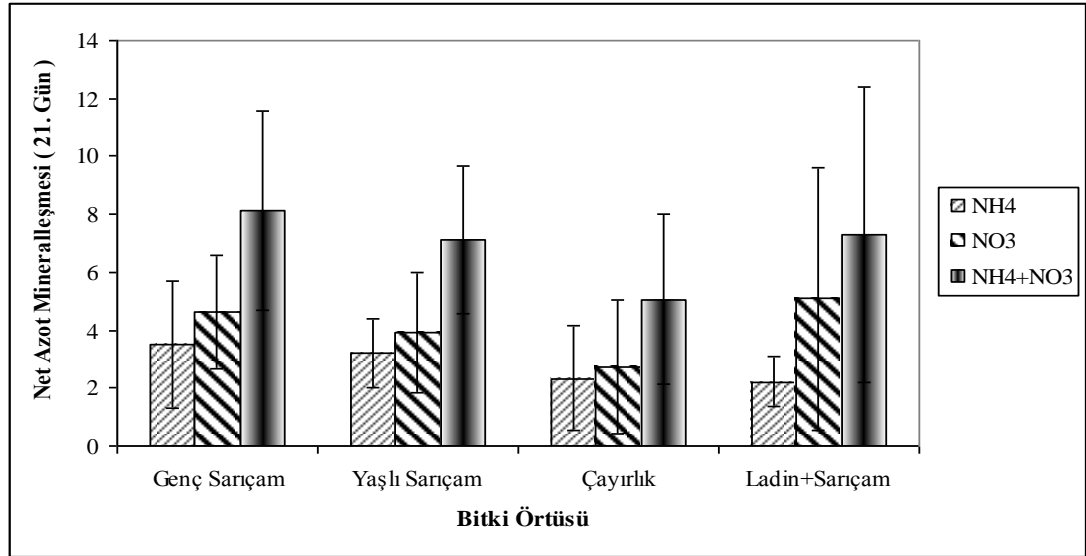
analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($p>0,05$) (Tablo 10; Şekil 18).

Genç sarıçam meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 7,52 kg/ha ve en düşük 2,37 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 4,63 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 7,75 kg/ha ve en düşük 1,54 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 3,90 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan net NO_3^- -N verimi en yüksek 8,65 kg/ha ve en düşük 1,11 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 2,73 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 14,21 kg/ha ve en düşük 1,40 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 5,08 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama net NO_3^- -N değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($p>0,05$) (Tablo 10; Şekil 18).

Genç sarıçam meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 12,68 kg/ha ve en düşük 3,82 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 8,13 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 11,26 kg/ha ve en düşük 3,58 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 7,10 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 10,74 kg/ha ve en düşük 2,13 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 5,05 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 17,93 kg/ha ve en düşük 3,28 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 7,30 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($p>0,05$) (Tablo 10; Şekil 18).

Tablo 10. Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi Değerleri (p) ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri))

| 21. gündeki net verim (21-0) | Bitki Örtüsü | Net Mineral Azot (kg/ha) | F | Önem Düzeyi (p) |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------|------|-----------------|
| Net NH ₄ ⁺ -N | Genç Sarıçam | 3,50 ^a ±2,17 (1,45-8,25) | 1,46 | 0,24 |
| | Yaşlı Sarıçam | 3,21 ^a ±1,17 (2,03-4,97) | | |
| | Çayırılık | 2,32 ^a ±1,81 (1,02-6,77) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 2,22 ^a ±0,85 (1,12-3,72) | | |
| Net NO ₃ ⁻ -N | Genç Sarıçam | 4,63 ^a ±1,98 (2,37-7,52) | 1,11 | 0,36 |
| | Yaşlı Sarıçam | 3,90 ^a ±2,09 (1,54-7,75) | | |
| | Çayırılık | 2,73 ^a ±2,33 (1,11-8,65) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 5,08 ^a ±4,52 (1,40-14,21) | | |
| Toplam Net (NH ₄ ⁺ -N+ NO ₃ ⁻ -N) | Genç Sarıçam | 8,13 ^a ±3,46 (3,82-12,68) | 1,16 | 0,34 |
| | Yaşlı Sarıçam | 7,10 ^a ±2,54 (3,58-11,26) | | |
| | Çayırılık | 5,05 ^a ±2,94 (2,13-10,74) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 7,30 ^a ±5,10 (3,28-17,93) | | |



Şekil 18. Bitki Örtülerine Göre 21. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği

Genç sarıçam meşçeresi net NH₄⁺-N verimi en yüksek 111,74 kg/ha ve en düşük 45,09 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NH₄⁺-N verimi 74,03 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi net NH₄⁺-N verimi en yüksek 478,95 kg/ha ve en düşük 52,83 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NH₄⁺-N verimi 175,35 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan net NH₄⁺-N verimi en yüksek 235,31 kg/ha ve en düşük 11,06 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NH₄⁺-N verimi 89,74 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi net NH₄⁺-N verimi en yüksek 131,07 kg/ha ve en düşük -3,72 kg/ha olarak belirlenirken,

ortalama net NH_4^+ -N verimi 45,47 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama net NH_4^+ -N değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 3 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından yaşlı sarıçam meşçeresi ortalama 175,35 kg/ha ile en büyük grubu oluştururken, ladin-sarıçam karışık meşçeresi ise 45,47 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmuştur. Genç sarıçam meşçeresi ile çayırılık alan arasında anlamlı fark bulunmamakta ve aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 11; Şekil 19).

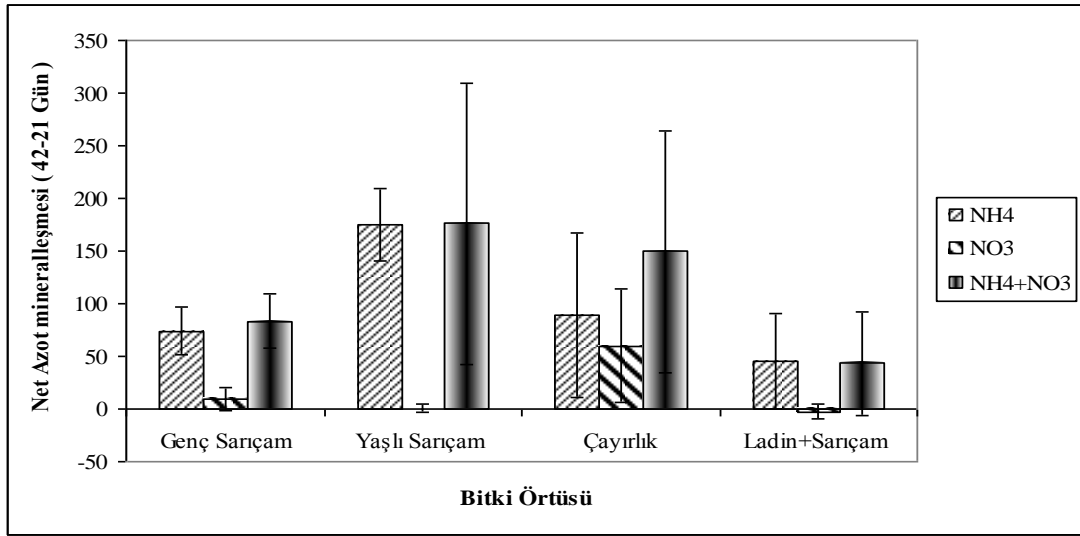
Genç sarıçam meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 25,45 kg/ha ve en düşük -4,94 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 9,14 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 7,36 kg/ha ve en düşük -3,65 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 0,57 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan net NO_3^- -N verimi en yüksek 149,09 kg/ha ve en düşük -3,11 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 60,01 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 7,73 kg/ha ve en düşük -14,21 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi -2,48 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama net NO_3^- -N değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 2 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından çayırılık alan 60,01 kg/ha ile en büyük grubu oluştururken ve tek başına bir grup oluştururken, ladin-sarıçam karışık meşçeresi -2,48 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmaktadır. Genç sarıçam meşçeresi, yaşlı sarıçam meşçeresi ve ladin-sarıçam karışık meşçeresi arasında anlamlı fark olmayıp aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 11; Şekil 19).

Genç sarıçam meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 121,05 kg/ha ve en düşük 49,29 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 83,18 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 480,61 kg/ha ve en düşük 56,90 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 175,92 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 297,79 kg/ha ve en düşük 8,61 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam

net ($\text{NH}_4^+\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$) verimi 149,75 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi toplam net ($\text{NH}_4^+\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$) verimi en yüksek 129,27 kg/ha ve en düşük -17,93 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net ($\text{NH}_4^+\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$) verimi 42,98 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama toplam net ($\text{NH}_4^+\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$) değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 3 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından yaşlı sarıçam meşçeresi 175,92 kg/ha ile en büyük grubu oluştururken, ladin-sarıçam karışık meşçeresi 42,98 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmuştur. Genç sarıçam meşçeresi ile çayırılık alan arasında anlamlı fark olmayıp aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 11; Şekil 19).

Tablo 11. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, ab)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri))

| 42. gündeki net verim (42-21 gün) | Bitki Örtüsü | Ortalama Net Mineral Azot (kg/ha) | F | Önem Düzeyi (p) |
|----------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|------|-----------------------|
| Net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ | Genç Sarıçam | 74,03 ^{ab} ±22,68 (45,09-111,74) | 4,21 | 0,01 |
| | Yaşlı Sarıçam | 175,35 ^a ±133,97 (52,83-478,95) | | |
| | Çayırılık | 89,74 ^{ab} ±78,54 (11,06-235,31) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 45,47 ^b ±45,35 (-3,72-131,07) | | |
| Net $\text{NO}_3^-\text{-N}$ | Genç Sarıçam | 9,14 ^b ±10,62 (-4,94-25,45) | 9,81 | 0,00 |
| | Yaşlı Sarıçam | 0,57 ^b ±3,71 (-3,65-7,36) | | |
| | Çayırılık | 60,01 ^a ±54,44 (-3,11-149,09) | | |
| | Ladin-Sarıçam | -2,48 ^b ±6,45 (-14,21-7,73) | | |
| Toplam Net ($\text{NH}_4^+\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$) | Genç Sarıçam | 83,18 ^{ab} ±26,05 (49,29-121,05) | 3,91 | 0,02 |
| | Yaşlı Sarıçam | 175,92 ^a ±133,58 (56,90-480,61) | | |
| | Çayırılık | 149,75 ^{ab} ±114,61 (8,61-297,79) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 42,98 ^b ±49,19 (-17,93-129,27) | | |



Şekil 19. Bitki Örtülerine Göre 42. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği

Genç sarıçam meşçeresi net NH_4^+ -N verimi en yüksek 443,23 kg/ha ve en düşük 19,15 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NH_4^+ -N verimi 124,39 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi net NH_4^+ -N verimi en yüksek 511,97 kg/ha ve en düşük -57,13 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NH_4^+ -N verimi 224,06 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan net NH_4^+ -N verimi en yüksek 800,37 kg/ha ve en düşük -30,97 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NH_4^+ -N verimi 219,52 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi net NH_4^+ -N verimi en yüksek 101,66 kg/ha ve en düşük -47,56 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NH_4^+ -N verimi 25,11 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama net NH_4^+ -N değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($p>0,05$) (Tablo 12; Şekil 20).

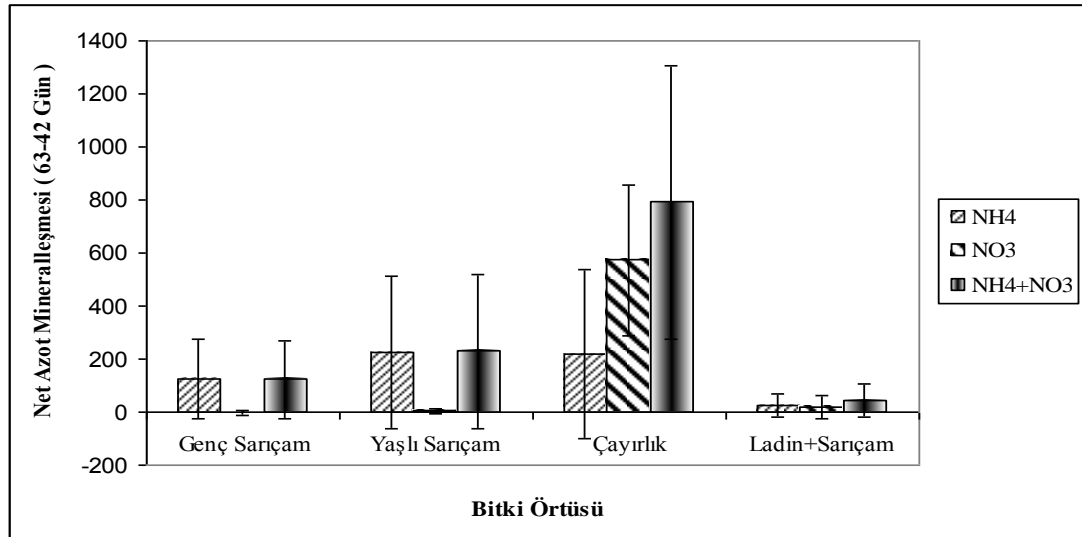
Genç sarıçam meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 10,57 kg/ha ve en düşük -21,31 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi -2,20 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 21,67 kg/ha ve en düşük -6,06 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 4,45 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan net NO_3^- -N verimi en yüksek 1021,13 kg/ha ve en düşük 213,58 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^- -N verimi 571,97 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi net NO_3^- -N verimi en yüksek 137,80 kg/ha ve en düşük -2,85 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama net NO_3^-

-N verimi 18,46 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama net NO_3^- -N değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 2 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından çayırılık alan 571,97 kg/ha ile en büyük grubu oluştururken, genç sarıçam meşçeresi -2,20 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmuştur. Genç sarıçam meşçeresi, yaşlı sarıçam meşçeresi ve ladin-sarıçam karışık meşçeresi arasında anlamlı fark olmayıp aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 12; Şekil 20).

Genç sarıçam meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 446,38 kg/ha ve en düşük 16,33 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 122,19 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 719,30 kg/ha ve en düşük -55,13 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 228,51 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 1821,50 kg/ha ve en düşük 214,69 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 791,49 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi en yüksek 154,76 kg/ha ve en düşük -42,59 kg/ha olarak belirlenirken, ortalama toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi 43,58 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ortalama net toplam (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 2 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından çayırılık alan 791,49 kg/ha ile en büyük grubu oluştururken, ladin-sarıçam karışık meşçeresi 43,58 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmuştur. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi, genç sarıçam meşçeresi ile yaşlı sarıçam meşçeresi arasında anlamlı fark olmayıp aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 12; Şekil 20).

Tablo 12. Bitki Örtülerine Göre 63. Gündeki Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha), Standart Hata, (F) ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri))

| 63. gündeki net verim (63-42 gün) | Bitki Örtüsü | Ortalama Net Mineral Azot (kg/ha) | F | Önem Düzeyi (p) |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------|-------|-----------------|
| Net NH ₄ ⁺ -N | Genç Sarıçam | 124,39 ^a ±149,41 (19,15-443,23) | 1,53 | 0,23 |
| | Yaşlı Sarıçam | 224,06 ^a ±286,67 (-57,13-511,97) | | |
| | Çayırılık | 219,52 ^a ±319,73 (-30,97-800,37) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 25,11 ^a ±41,10 (-47,56-101,66) | | |
| Net NO ₃ ⁻ -N | Genç Sarıçam | -2,20 ^b ±9,31 (-21,31-10,57) | 33,99 | 0,00 |
| | Yaşlı Sarıçam | 4,45 ^b ±8,24 (-6,06-21,67) | | |
| | Çayırılık | 571,97 ^a ±287,16 (213,58-1021,1) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 18,46 ^b ±44,95 (-2,85-137,80) | | |
| Toplam Net (NH ₄ ⁺ -N+NO ₃ ⁻ -N) | Genç Sarıçam | 122,19 ^b ±146,96 (16,33-446,38) | 10,93 | 0,00 |
| | Yaşlı Sarıçam | 228,51 ^b ±290,92 (-55,13-719,30) | | |
| | Çayırılık | 791,49 ^a ±517,63 (214,69-1821,5) | | |
| | Ladin-Sarıçam | 43,58 ^b ±59,77 (-42,59-154,76) | | |

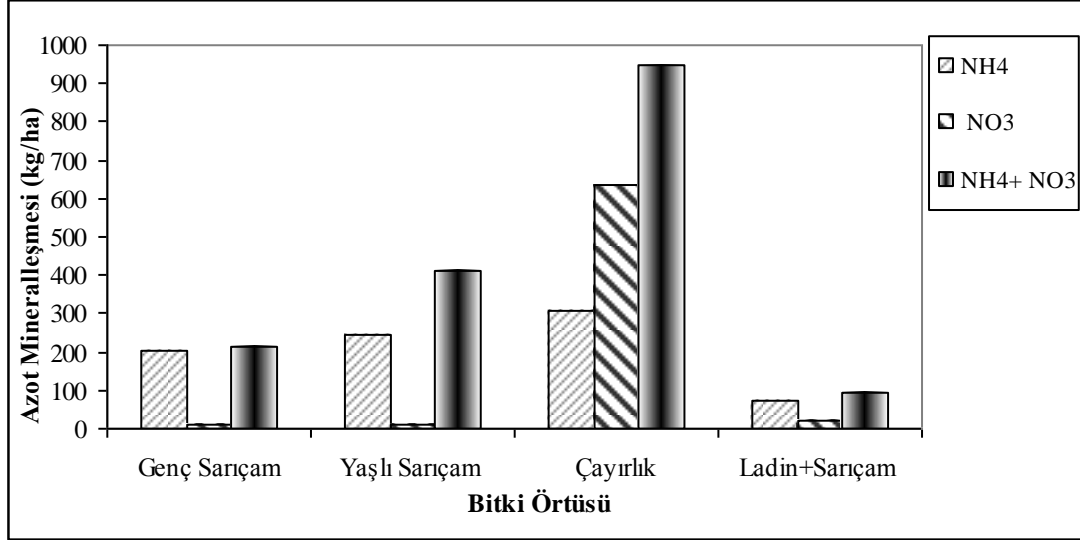


Şekil 20. Bitki Örtülerine Göre 63. Gündeki Ortalama Net Mineral Azot Miktarı (kg/ha) Değişim Grafiği

Bitki örtülerine göre ortalama NH₄⁺-N, NO₃⁻-N ve toplam (NH₄⁺-N+NO₃⁻-N) miktarlar en yüksek çayırılık alandan elde edilmiştir. Bitki örtülerine göre en düşük NH₄⁺-N ve toplam (NH₄⁺-N+NO₃⁻-N) miktarlar ladin-sarıçam karışık meşçeresinden, en düşük NO₃⁻-N miktarı ise yaşlı sarıçam meşçeresinden elde edilmiştir.

Tablo 13. Bitki Örtülerine Göre Ortalama 63 Günlük Mineralleşme Miktarları (kg/ha)

| 63 Günlük Ortalama Mineralleşme Miktarları (kg/ha) | | | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Bitki Örtüsü | NH ₄ ⁺ -N | NO ₃ ⁻ -N | NH ₄ ⁺ -N+NO ₃ ⁻ -N |
| Genç Sarıçam | 201,92 | 11,57 | 213,49 |
| Yaşlı Sarıçam | 244,62 | 8,92 | 411,53 |
| Çayır | 307,58 | 634,71 | 946,29 |
| Ladin-Sarıçam | 72,79 | 21,06 | 93,86 |



Şekil 21. Bitki Örtülerine Göre 63. Günlük Mineralleşme Miktarları (kg/ha) Değişim Grafiği

5.6. Korelasyon Analizi Verileri

% Kum miktarı ile toplam net NH₄⁺-N verimi (0,351) arasında % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır. % Kum miktarı ile toplam net NO₃⁻-N verimi (0,630) arasında % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır. % Kum miktarı ile toplam net (NH₄⁺-N+NO₃⁻-N) verimi (0,628) arasında % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır.

% Kil miktarı ile toplam net NH₄⁺-N verimi (-0,392) arasında negatif (-) yönde % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır. % Kil miktarı ile toplam net NO₃⁻-N verimi (-0,464) arasında negatif (-) yönde % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır. % Kil miktarı ile toplam net (NH₄⁺-N+NO₃⁻-N) verimi (-0,542) arasında negatif (-) yönde % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır.

% Toz miktarı ile toplam net NH_4^+ -N verimi arasında negatif (-) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. % Toz miktarı ile toplam net NO_3^- -N verimi (-0,437) arasında negatif (-) yönde % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki vardır. % Toz miktarı ile toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi arasında negatif (-) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 14. Tüm Verilerin Korelasyon Analizi Değerleri

| | | Kum | Kil | Toz | % MSK | Organik Madde (% C) | pH | Toplam Azot (N) | Toplam NH_4^+ | Toplam NO_3^- | Toplam (NH_4^+ + NO_3^-) |
|----------------------------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------|---------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------------|
| Kum | Pearson Correlation | 1 | -0,915** | -0,263 | -0,449** | 0,392* | 0,308 | -0,357* | 0,351* | 0,630** | 0,628** |
| Kil | Pearson Correlation | -0,915** | 1 | -0,146 | 0,173 | -0,138 | -0,352* | 0,562** | -0,392* | -0,464** | -0,542** |
| Toz | Pearson Correlation | -0,263 | -0,146 | 1 | 0,680** | -0,630** | 0,075 | -0,472** | 0,085 | -0,437** | -0,237 |
| % MSK | Pearson Correlation | -0,449** | 0,173 | 0,680** | 1 | -0,849** | -0,052 | -0,293 | 0,000 | -0,683** | -0,451** |
| Organik Madde (% C) | Pearson Correlation | 0,392* | -0,138 | -0,630** | -0,849** | 1 | -0,152 | 0,250 | 0,186 | 0,573** | 0,491** |
| Ph | Pearson Correlation | 0,308 | -0,352* | 0,075 | -0,052 | -0,152 | 1 | 0,111 | -0,377* | 0,002 | -0,226 |
| Toplam Azot (N) | Pearson Correlation | -0,357* | 0,562** | -0,472** | -0,293 | 0,250 | 0,111 | 1 | -0,212 | -0,108 | -0,199 |
| Toplam NH_4^+ | Pearson Correlation | 0,351* | -0,392* | 0,085 | 0,000 | 0,186 | -0,377* | -0,212 | 1 | 0,253 | 0,769** |
| Toplam NO_3^- | Pearson Correlation | 0,630** | -0,464** | -0,437** | -0,683** | 0,573** | 0,002 | -0,108 | 0,253 | 1 | 0,813** |
| Toplam (NH_4^+ + NO_3^-) | Pearson Correlation | 0,628** | -0,542** | -0,237 | -0,451** | 0,491** | -0,226 | -0,199 | 0,769** | 0,813** | 1 |

** Correlation is significant at the 0,01 level (2-tailed).

n=36

* Correlation is significant at the 0,05 level (2-tailed).

% MSK (Maksimum Su Tutma Kapasitesi) ile toplam net NH_4^+ -N verimi arasında korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. % MSK (Maksimum Su Tutma Kapasitesi) ile toplam net NO_3^- -N verimi (-0,683) arasında negatif yönde (-) % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. % MSK (Maksimum Su Tutma Kapasitesi) ile toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi arasında negatif (-) yönde % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

% Organik madde ile toplam net NH_4^+ -N verimi arasında pozitif (+) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. % Organik madde ile toplam net NO_3^- -N verimi (0,573) arasında % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. % Organik madde ile toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi (0,491) arasında % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

pH değeri ile toplam net NH_4^+ -N verimi (-0,377) arasında negatif (-) yönde % 95 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. pH değeri ile toplam net NO_3^- -N verimi arasında pozitif (+) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. pH değeri ile toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi arasında negatif yönde (-) bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

% Toplam azot ile toplam net NH_4^+ -N verimi arasında negatif (-) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. % Toplam azot ile toplam net NO_3^- -N, toplam net NH_4^+ -N, toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimleri arasında negatif (-) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Toplam net NH_4^+ -N verimi ile toplam net NO_3^- -N verimi arasında pozitif (+) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Toplam net NH_4^+ -N verimi ile toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi (0,769) arasında pozitif (+) yönde % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Toplam net NO_3^- -N verimi ile toplam net NH_4^+ -N verimi arasında pozitif (+) yönde bir ilişki vardır ancak korelasyon analizi sonucu anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Toplam net NH_4^+ -N verimi ile toplam net (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N) verimi (0,813) arasında pozitif (+) yönde % 99 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

5.7. Toplam Azot Tayinine Ait Bulgular

Genç sarıçam meşçeresi toplam azot (%) en yüksek 0,18 ve en düşük 0,07 olarak belirlenirken ortalama (%) toplam azot 0,10 olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi (%) toplam azot en yüksek 0,21 ve en düşük 0,07 olarak belirlenirken ortalama (%) toplam azot 0,14 olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi (%) toplam azot en yüksek 0,40 ve en düşük 0,28 olarak belirlenirken ortalama (%) toplam azot 0,32 olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan (%) toplam azot en yüksek 0,19 ve en düşük 0,09 olarak belirlenirken ortalama (%) toplam azot 0,15 olarak tespit edilmiştir. Ortalama (%) toplam azot değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı

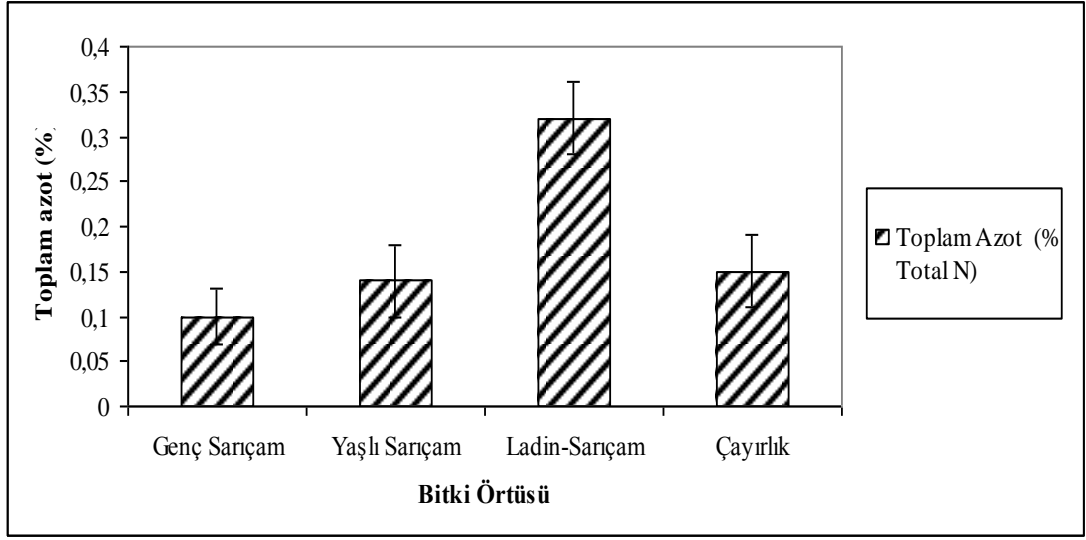
farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 3 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından ladin-sarıçam karışık meşçeresi 0,32 ile en büyük grubu oluştururken, genç sarıçam meşçeresi 0,10 ile en düşük grubu oluşturmuştur. Yaşlı sarıçam meşçeresi ile çayırılık alan arasında anlamlı fark olup aynı grupta yer almaktadırlar (Tablo 15; Şekil 22).

Genç sarıçam meşçeresi toplam azot miktarı (kg/ha) en yüksek 1630,74 kg/ha ve en düşük 587,438 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot miktarı (kg/ha) 905,99 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Yaşlı sarıçam meşçeresi toplam azot miktarı (kg/ha) en yüksek 1698,70 kg/ha ve en düşük 817,04 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot miktarı (kg/ha) 1247,73 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Ladin-sarıçam karışık meşçeresi toplam azot miktarı (kg/ha) en yüksek 4305,65 kg/ha ve en düşük 1497,54 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot miktarı (kg/ha) 2388,25 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Çayırılık alan toplam azot miktarı (kg/ha) en yüksek 1445,59 kg/ha ve en düşük 813,37 kg/ha olarak belirlenirken ortalama toplam azot miktarı (kg/ha) 1122,83 kg/ha olarak tespit edilmiştir.

Ortalama toplam azot miktarı (kg/ha) değerleri incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tukey testine göre bitki topluluklarının fark grupları incelendiğinde 4 farklı grup belirlenmiştir. Bu fark gruplarından ladin-sarıçam karışık meşçeresi 2388,25 kg/ha ile en büyük grubu oluştururken, genç sarıçam meşçeresi 905,99 kg/ha ile en düşük grubu oluşturmuştur (Tablo 15; Şekil 22).

Tablo 15. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot (%), Toplam Azot (kg/ha) Miktarı, (F), ve Önem Düzeyi (p) Değerleri ((Ortalama±Standart Hata), (Fark Grupları (a, b, c, bc)), (En Düşük ve En Yüksek Değerleri))

| Bitki Örtüsü | Toplam Azot (% Total N) | F | Önem Düzeyi | Toplam Azot (Total N kg/ha) | F | Önem Düzeyi (p) |
|---------------|-------------------------------------|--------|-------------|----------------------------------------------|-------|-----------------|
| Genç Sarıçam | 0,10 ^c ±0,03 (0,07-0,18) | 179,69 | 0,00 | 905,99 ^c ±285,39 (587,4-1630,7) | 55,02 | 0,00 |
| Yaşlı Sarıçam | 0,14 ^b ±0,04 (0,07-0,21) | | | 1247,73 ^b ± 314,51 (817-1698,7) | | |
| Ladin-Sarıçam | 0,32 ^a ±0,04 (0,28-0,40) | | | 2388,25 ^a ±795,29 (1497,5-4305,7) | | |
| Çayırılık | 0,15 ^b ±0,04 (0,09-0,19) | | | 1122,83 ^{bc} ±225,09 (813,4-1445,6) | | |



Şekil 22. Bitki Örtülerine Göre Ortalama Toplam Azot (% Total Azot) Değişimi Grafiği

6. TARTIŞMA

Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde kum miktarı (%) değerleri % 32,74 ile % 60,99 arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise % 57,69 ile % 72,20 arasında değişim göstermektedir. Zengin (2010), yapmış olduğu çalışmada saf sarıçam ve karışık (Sarıçam-gökmar, Sarıçam-ladin) meşcerelerinde kum miktarı (%) değerlerini % 58,26 ile % 93,96 arasında bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki kum miktarı değerleri ile yakınlık arz etmektedir. Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde kil miktarı (%) değerleri % 19,05 ile % 51,95 arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise % 13,81 ile % 23,79 arasında değişim göstermektedir. Zengin (2010), yapmış olduğu çalışmada saf sarıçam ve karışık (Sarıçam-gökmar, Sarıçam-ladin) meşcerelerinde kil miktarı (%) değerlerini % 4,75 ile % 23,06 arasında bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki kil miktarı değerleri ile yakınlık arz etmektedir. Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde toz miktarı (%) değerleri % 12,78 ile % 26,42 arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise % 10,52 ile % 18,52 arasında değişim göstermektedir. Zengin (2010), yapmış olduğu çalışmada saf sarıçam ve karışık (Sarıçam-gökmar, Sarıçam-ladin) meşcerelerinde toz miktarı (%) değerleri % 3,32 ile % 25,56 arasında bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki toz miktarı değerleri ile yakınlık arz etmektedir. Çepel ve Karaveli (1990), Uludağ Milli parkında yaptıkları bir çalışmada üst toprağın genellikle kaba ve orta tekstürlü olduğu, bunda iklim ve yükselti faktörlerinden çok, ana taşın baskın bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde pH değerleri 4,22 ile 5,72 arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 4,69 ile 5,18 arasında değişim göstermektedir. Zengin 2010, yapmış olduğu çalışmada pH değerleri 3,63 ile 6,11 arasında bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki pH değerleri ile benzerlik göstermektedir. Zengin (2010), yapmış olduğu çalışmada çalışma alanları arasındaki yükselti farkının fazlalığı asitliğinde farklı şekilde değişim gösterdiğini ifade etmiştir. Toprak pH'sı toprak mikroflasının aktivitesini ve kompozisyonunu (Blagodatskaya ve Anderson,

1998),buna bağlı olarak da net azot mineralleşmesini dengelemektedir (Zeller ve ark., 2000).

Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde organik madde (%) miktarı değerleri % 2,17 ile % 7,23 arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise % 6,42 ile % 7,64 arasında değişim göstermektedir. Çayırılık alandaki yüksek çıkmasının sebebi çayırılık alandaki ayrışma hızının daha yüksek olması düşünülmektedir. Zengin (2010), yapmış olduğu çalışmada organik madde (%) miktarı değerleri % 0,77 ile 6,07 arasında bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki organik madde miktarı değerleri ile yakınlık arz etmektedir.

Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde MSK (%) değerleri % 103,2 ile % 169,2 arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise % 88,1 ile % 99,2 arasında değişim göstermektedir. Genç sarıçam meşcerelerindeki MSK (%) yüksek olması nedeniyle birim alandaki yaprak yüzey alanı, yaprak alanı daha fazla olabilir ve oksijensizlik bakterinin yaşam şartlarını kısıtlamaktadır. Kum miktarının (%) yüksek olmasının nedeni üst toprağın yıkanmasıdır. Kum miktarı artıka toprağın maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) azalacaktır. Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinin kum (%) miktarı çayırılık alan kum (%) miktarından az olması ve saf ve karışık sarıçam meşcerelerinin kil (%) miktarı çayırılık alanın kil (%) miktarından fazla olması, dolayısı ile kil miktarı maksimum su tutma kapasitesini (% MSK) arttırdığından, sarıçam meşcerelerinde maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) daha yüksektir.

Saf ve karışık sarıçam meşceresi alanlarında 21. gündeki ortalama net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ verimi 2,22 kg/ha ile 3,50 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 2,32 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Can (2007), yapmış olduğu çalışmada *A. angustifolius* bitki topluluğunda 21 günlük ortalama net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ verimi -6,93 kg/ha, *V. myrtillus*- *J. communis* bitki topluluğunda 20,88 ve *J. communis* bitki topluluğunda ise 4,96 olarak bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerleri ile yakınlık bulunmamaktadır. Bu farklılığın bitki örtüsünün değişikliğinden kaynaklanabileceği düşünebilmektedir. Bitki türleri topraktaki azot mineralleşmesini yaprak miktarı (toprak üstü kısmı) ile belirler. Azot mineralleşmesi üzerinde yaprak kalitesi, C/N oranı, lignin/azot oranı ve yapraktaki ayrışma oranı çeşitli ekosistemlerdeki net azot mineralizasyonu ve immobilizasyonunda etkili olur

(H. Steltzer ve W.D. Bowmann,1998; R.Aerts ve H. Caluwe, 1997; T.A.J Van Der Krift ve ark., 2001).

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 21. gündeki ortalama net NO_3^- -N verimi 3,90 kg/ha ile 5,08 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 2,73 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Can (2007), yapmış olduğu çalışmada *A. angustifolius* bitki topluluğunda 21 günlük ortalama net NO_3^- -N verimi 26,58 kg/ha, *V. myrtillus*- *J. communis* bitki topluluğunda 1,59 ve *J. communis* bitki topluluğunda ise 3,58 olarak bulmuştur. Bu verilerden *J. communis* bitki topluluğu NO_3^- -N değerleri ile saf ve karışık sarıçam meşçeresi NO_3^- -N değerleri ile yakınlık bulunmaktadır.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 21. gündeki ortalama net $\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$ -N verimi 7,10 kg/ha ile 8,13 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 5,05 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Can (2007), yapmış olduğu çalışmada *A. angustifolius* bitki topluluğunda 21 günlük ortalama net $\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$ -N verimi 19,65 kg/ha, *V. myrtillus*- *J. communis* bitki topluluğunda 22,47 ve *J. communis* bitki topluluğunda ise 8,54 olarak bulmuştur. Bu verilerden *J. communis* bitki topluluğu $\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$ -N değerleri ile saf ve karışık sarıçam meşçeresi $\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$ -N değerleri ile yakınlık bulunmaktadır.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 42. gündeki ortalama net NH_4^+ -N verimi 45,47 kg/ha ile 175,35 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 89,74 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Can (2007), yapmış olduğu çalışmada *A. angustifolius* bitki topluluğunda 42 günlük ortalama net NH_4^+ -N verimi 0,74 kg/ha, *V. myrtillus*- *J. communis* bitki topluluğunda -25,20 ve *J. communis* bitki topluluğunda ise -7,53 olarak bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki değerler ile yakınlık bulunmamaktadır. Compton ve ark., (1998), yapmış olduğu çalışmada arazi kullanım tipinin, organik madde kalitesine, azot mineralleşmesine, mikrobiyal faaliyete ve topraktaki azot ve karbon içeriklerine önemli şekilde etki ettiğini ifade etmiştir.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 42. gündeki ortalama net NO_3^- -N verimi -2,48 kg/ha ile 9,14 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 60,01 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Can (2007), yapmış olduğu çalışmada *A. angustifolius* bitki topluluğunda 42 günlük ortalama net NO_3^- -N verimi 46,54 kg/ha, *V. myrtillus*-

J. communis bitki topluluğunda 40,95 ve *J. communis* bitki topluluğunda ise 16,62 olarak bulmuştur. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki değerler ile yakınlık bulunmaktadır. Ste-Marie Pare (1999), yapmış oldukları çalışmada yapraklı türlerdeki toprak şartları yüksek miktarda azot mineralizasyonu ve nitrifikasyonuna uygun olduğunu ifade eder.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 42. gündeki ortalama net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$ verimi 42,98 kg/ha ile 175,92 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 149,75 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Can (2007), yapmış olduğu çalışmada *A. angustifolius* bitki topluluğunda 42 günlük ortalama net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$ verimi 47,27 kg/ha, *V. myrtillus*- *J. communis* bitki topluluğunda 15,74 ve *J. communis* bitki topluluğunda ise 9,09 olarak bulmuştur. Bu verilerden *A. angustifolius* bitki topluluğu değerleri ile yapmış olduğumuz çalışmadaki saf ve karışık sarıçam meşçeresi değerleri ile yakınlık bulunmaktadır.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 63. gündeki verime baktığımızda ortalama $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ verimi 25,11 kg/ha ile 224,06 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 219,52 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 63. gündeki verime baktığımızda ortalama $\text{NO}_3^- - \text{N}$ verimi - 2,20 kg/ha ile 18,46 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 571,97 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 63. gündeki verime baktığımızda ortalama $\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N}$ verimi 43,58 kg/ha ile 228,51 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 791,49 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Arslan ve ark., (2002), yapmış oldukları çalışmada azot mineralizasyonundaki mevsimsel değişimlerin meşe ve çam ormanı topraklarında benzer olduğunu ifade etmiştir. Yıllık azot mineralizasyonu ile toprak özellikleri arasındaki toprak azot içeriği ve karbon/azot oranı çeşitli meşçerelerdeki topraklarda değişiklik gösterdiğini ifade etmiştir. Çalışma sonucunda farklı orman toplulukları içindeki topraklarda azot mineralizasyonunun değiştiği görülmüştür. Güteryüz ve ark., (2010) yapmış oldukları çalışmada Manisa Spil Dağında yerinde bekletme yöntemiyle yaptıkları çalışmada çayır, çalı ve orman alanları arasında net mineralleşmenin en yüksek olarak çayır ve çalı alanlarında bulunduğunu ancak orman alanlarında mineralleşmenin net azot tutulması ile sonuçlandığını bildirmişler

ve farkların nem ve arazi kullanımından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Bitki örtülerine göre 63 günlük ortalama $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ve toplam ($\text{NH}_4^+\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$) miktarlar en yüksek çayırılık alandan elde edilmiştir. Bitki örtülerine göre en düşük $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve toplam ($\text{NH}_4^+\text{-N}+\text{NO}_3^-\text{-N}$) miktarlar ladin-sarıçam karışık meşceresinden, en düşük $\text{NO}_3^-\text{-N}$ miktarı ise yaşlı sarıçam meşceresinden elde edilmiştir. Azot mineralizasyonu bitki örtülerine göre en yüksek çayırılık alandan elde edilmiş olup azot beslenmesi açısından daha avantajlı olacaktır. Ladin-sarıçam karışık meşceresinde azot mineralizasyonunun düşük olmasının sebebi ayrışma ve organik madde miktarının düşük olması söylenebilir. Ladin-sarıçam karışık meşceresinde ayrışma ve ölü örtü ayrışmasının yavaş olduğu yerlerde azot beslenmesi açısından sıkıntılar olabilir. Çayırılık alanın ladin-sarıçam karışık meşceresine göre topraktaki azot mineralleşmesi daha yüksek olması nedeniyle azot gübrelemesine daha az ihtiyaç duyar.

Azot mineralizasyonu saf sarıçam meşcerelerinde ladin-sarıçam meşcerelerine göre yüksektir nedeni sarıçamın ışık ağacı ladinin ise gölge ağacı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ayrışma göstergelerinden biri olan C/N oranı yüksek olduğunda güç ayrışma koşulları, düşük iken ise iyi ayrışma koşulları bulunmaktadır (Kantarci 1987; Hart ve ark., 1994; Cote ve ark., 2000). Azot mineralizasyonu C/N oranı ile ters orantılıdır. Yapmış olduğumuz çalışmada azot mineralizasyonu en düşük ladin-sarıçam karışık meşceresinden elde edilmiştir ve bu nedenle C/N oranı ladin-sarıçam karışık meşcerelerinde yüksektir. C/N oranı saf sarıçam meşcerelerine göre ladin-sarıçam karışık meşcerelerinde daha yüksektir. Özellikle ladin içerisinde selüloz ve benzeri bileşikler vardır. Ladinin ayrışması sarıçama göre daha düşüktür. % 20'den daha fazla lignin konsantrasyonuna sahip ölü örtüde lignin miktarının bakteri ve mantarların enzimatik toprak faunasının beslenme aktivitelerini kısıtladığını, bu yüzden lignin yada lignin:azot oranının ayrışmada daha iyi bir gösterge olabileceğini bildirmişlerdir (Sariyildiz ve Anderson, 2003).

Saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde toplam azot (%) değerleri % 0,07 ile % 0,40 arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise % 0,09 ile % 0,19 arasında değişim

göstermektedir. Can (2007), yapmış olduğu çalışmada *A. angustifolius* bitki topluluğunda toplam azot değerini % 0,36 ile % 0,58 arasında, *V. myrtillus*-*J. communis* bitki topluluğu toplam azot değerleri % 0,23 ile % 0,35 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. *J. communis* bitki topluluğunda ise toplam azot değerleri % 0,11 ile % 0,26 değerleri arasında değişim göstermektedir. Bu veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki toplam azot (%) değerleri ile benzerlik göstermektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada ortalama organik madde (%) miktarının yüksek olduğu çayırılık alan topraklarında net NO_3^- -N veriminin yüksek, ortalama organik madde (%) miktarının düşük olduğu genç sarıçam meşceresi topraklarında ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu ilişki yüksek organik madde içeren toprakların düşük organik madde içeren topraklara oranla daha fazla azotun mineralleşmesini göstermektedir.

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). Araştırmamızın konusunu oluşturan toplulukların pH, organik madde (%-kg/ha), toplam azot (%-kg/ha), MSK (%) açısından karşılaştırdığımızda pH dışında anlamlı ($p<0,05$) farklılık söz konusudur.

Yapmış olduğumuz çalışmada toprak tekstürü analizi değerleri saf ve karışık sarıçam meşceresi kum (%) miktarı % 32 ile % 60,99, kil (%) miktarı 19,05 ile % 51,95 ve toz (%) miktarı % 12,78 ile % 26,42 arasında değişim gösterirken, çayırılık alan kum (%) miktarı % 57,69 ile % 72,20, kil (%) miktarı % 13,81 ile % 23,79 ve toz (%) miktarı % 10,52 ile % 18,52 arasında değişim göstermektedir. % Kum miktarı ile toplam ($\text{NH}_4^+\text{N}+\text{NO}_3^-\text{N}$) miktarı arasında 0,62 korelasyon, % kil miktarı ile toplam ($\text{NH}_4^+\text{N}+\text{NO}_3^-\text{N}$) miktarı arasında -0,54 korelasyon bulunmuştur. % Kum miktarı ile toplam ($\text{NH}_4^+\text{N}+\text{NO}_3^-\text{N}$) arasında pozitif ilişki, % kil miktarı ile toplam ($\text{NH}_4^+\text{N}+\text{NO}_3^-\text{N}$) arasında ise negatif ilişki bulunmuştur. Nedeni deneme alanlarının toprak özelliklerinin birbirinden farklı olması etkilidir. Kum gözenekli bir yapıya sahip olduğu için maksimum su tutma kapasitesi düşüktür, havayı depolar buda çayırılık alanın verimini arttırmış ve pozitif etki yapmış olabilir. Toprak tipleri genel olarak; genç sarıçam meşceresi killi balçık, yaşlı sarıçam meşceresi kumlu killi balçık, ladin-sarıçam karışık meşceresi hafif killi ve çayırılık alan ise kumlu killi balçık olarak tespit edilmiştir. Saf ve karışık sarıçam meşceresi pH değerleri 4,22 ile 5,72 arasında değişim gösterirken, çayırılık alan pH değeri ise 4,69 ile 5,18 arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşceresi organik madde (%) miktarı % 2,14 ile % 7,23 arasında değişim gösterirken, çayırılık alan organik madde (%) miktarı ise % 6,42 ile % 7,64 arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşceresi organik madde (kg/ha) miktarı 27537,83 kg/ha ile 60550,26 kg/ha

arasında değişim gösterirken, çayırılık alan organik madde (kg/ha) miktarı ise 41969,15 kg/ha ile 62578,89 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi maksimum su tutma kapasitesi (%) % 103,2 ile % 169,2 arasında değişim gösterirken, çayırılık alan maksimum su tutma kapasitesi (%) ise % 88,1 ile % 99,2 arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 21. gündeki net NH_4^+ -N verimi 1,12 kg/ha ile 8,25 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 1,02 kg/ha ile 6,77 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 21. gündeki net NO_3^- -N verimi 1,40 kg/ha ile 14,21 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 1,11 kg/ha ile 8,65 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 21. gündeki net NH_4^+ + NO_3^- -N verimi 3,28 kg/ha ile 17,93 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 2,13 kg/ha ile 10,74 kg/ha arasında değişim göstermektedir. 21.gündeki ortalama net NH_4^+ -N, NO_3^- -N ve toplam (NH_4^+ + NO_3^- -N) değerler incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 42. gündeki net NH_4^+ -N verimi -3,72 kg/ha ile 478,95 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 11,06 kg/ha ile 235,31 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 42. gündeki net NO_3^- -N verimi -14,21 kg/ha ile 25,45 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise -3,11 kg/ha ile 149,09 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 42. gündeki net NH_4^+ + NO_3^- -N verimi -17,93 kg/ha ile 480,61 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 8,61 kg/ha ile 297,79 kg/ha arasında değişim göstermektedir. 42.gündeki ortalama net NH_4^+ -N, NO_3^- -N ve toplam (NH_4^+ + NO_3^- -N) değerler incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 63. gündeki net NH_4^+ -N verimi -57,13 kg/ha ile 511,97 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise -30,97 kg/ha ile 800,37 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 63. gündeki net NO_3^- -N verimi -21,31 kg/ha ile 137,80 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 213,58 kg/ha ile 1021,13 kg/ha arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi alanlarında 63. gündeki net

$\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$ verimi -55,13 kg/ha ile 719,30 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alanda ise 214,69 kg/ha ile 1821,50 kg/ha arasında değişim göstermektedir. 63.gündeki ortalama net $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ hariç ortalama net $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ve toplam ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$) değerler incelendiğinde Varyans analizi sonucuna göre bitki toplulukları arasında istatistik bakımdan anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir.

Saf ve karışık sarıçam meşçeresi toplam azot (%) miktarı % 0,07 ile % 0,40 arasında değişim gösterirken, çayırılık alan toplam azot (%) miktarı ise % 0,09 ile % 0,19 arasında değişim göstermektedir. Saf ve karışık sarıçam meşçeresi toplam azot (kg/ha) miktarı 817 kg/ha ile 4305,7 kg/ha arasında değişim gösterirken, çayırılık alan toplam azot (kg/ha) miktarı ise 813,4 kg/ha ile 1445,6 kg/ha arasında değişim göstermektedir.

Azot mineralizasyonun bitki örtülerine göre en yüksek miktarı çayırılık alandan elde edilmiştir. Ölü örtünün veya topraktaki azotun mineralize olup bitki tarafından alınabilir hale gelmesi çayırılık alanda fazla olup ladin-sarıçam karışık meşçeresinde ise azdır. Azot mineralizasyonu yüksek olan bitki örtüsü azot beslenmesi açısından daha avantajlı olacaktır. Genel olarak, besince fakir ortamlarda gelişen bitki türlerinin döküntüsü daha düşük azot konsantrasyonuna ve parçalanmaya dayanıklı kimyasal bileşiklerin daha yüksek konsantrasyonuna sahip olduğundan, besince zengin ortamlardaki bitki türlerinin döküntüsüne oranla parçalanmaya daha dirençli olmaktadır (Berendse, 1990; Wedin ve Tilman, 1990).

Saf ve karışık sarıçam meşçereleri arasında azot mineralleşmesi bakımından fark olup karışık meşçerelerdeki gübrelemenin saf meşçerelerdeki gübrelemeden daha fazla olduğu söylenebilir. Ormanlık ve çayırılık alan karşılaştırıldığında çayırılık alandaki azot mineralleşmesi yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi ise çayırılık alanlardaki, oksijeni seven bakterilerin toprak havalanmasını sağladığından kum miktarının ve organik maddenin fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışma ile orman ekosisteminde azot döngüsünü etkileyen faktörleri belirleyerek ekosistemler arasındaki farklılıkların incelenmesi, farklı tür ve alan kompozisyonlarının azot mineralleşmesi üzerindeki etkilerinin ortaya konması sağlanabilir. Topraktaki azotun ne kadarının bitkiler tarafından alınabilir formda

olduğu saptanabilir. Laboratuar koşullarında yapmış olduğumuz bir çalışmadır ancak benzer çalışmalar arazi koşullarında arazi bekletme yöntemiyle yapılarak denenmesinde fayda vardır. Bu alışmalar çeşitlendirilerek Türkiye'deki asli ağaç türlerindeki azot mineralizasyonu hakkında bilgi verilip, bitki örtüsü ile bitki besin maddeleri arasındaki ilişkiler incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Abiven, S., S. Recous., V. Reyes., R. Oliver. 2005. Mineralization of C and N from Root, Stem, and Leaf Residues in Soil and Role of their Biochemical Quality. *BiolFertil Soils*, 42: 119-128.
- 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., H. De Caluwe. 1997. Nutritional and plant-mediated controls on leaf litter decomposition of *Carex* species. *Ecology* 78 (1997) 244-260. <http://www.jstor.org/stable/2265993>.
- 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. 1969. Çamkoru Araştırma Ormanında Muhtelif Bonitetlerde Topraktaki Başlıca Besin Maddelerinin Derinliklere Göre Tespiti ile Bunlar Arasındaki Münasebetlerin Araştırılması. *Or. Arşt. Enst. Dergisi Cilt 15. Sayı:1*.
- Anonim, 1989 Doğu Ladini, El Kitabı Dizisi:5, Or. Araşt. Enst. Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi:58.
- Anonim, 1994 Sarıçam, El Kitabı Dizisi: 7, Or. Araşt. Enst. Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi: 67.
- Anonim, 2005 Artvin İl Gelişme Planı (AGEP).
- Anonim, 2010-2029 Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Tütüncüler İşletme Şefliği, Amenajman Planı.
- Arslan, H., G. Gülerüz. 2002. Yüksek Bitkilerde Azotun Asimilasyonu, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi. 3:13-30.
- Atlas, R.M., R. Bartha. 1987. *Microbial Ecology 2nd Edition*, Benjamin/Cummings Publ. California, pp.333-342.
- Berendse, F. 1990. Organic Matter Accumulation and Nitrogen Mineralization During Secondary Succession in Heathland Ecosystems. *Journal of Ecology*, 78: 413-427.

- Blagodatskaya, E.V., T.-H. Anderson. 1998. Interactive effects of pH and substrate quality on the fungal-to-bacterial ratio and qCO₂ of microbial communities in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1269-1274.
- Bunderson, E.D., Weber, D.J. and Davis, J.N., 1985. Soil Mineral Composition and Nutrient Uptake in *Juniperus osteosperma* in 17 Utah Sites. *Soil Science* 139: 139-147.
- Bremner, J.M., D.R. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analalytica Chemica Acta* 32: 485-495.
- 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.
- Curtin, D., Campbell, Ca., 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.
- Compton, J.E., Boone R.D., Motzkin G., Foster D.R. 1998. Soil carbon and nitrogen in a pine-oak sand plain in central Massachusetts: role of vegetation and land use history. *Oecol* 116 (1998) 536-542. Doi:10.1007/s004420050619.
- 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.
- Çepel, N. ve Karaveli, A., 1990. Uludağ Milli Parkı'nın Üst Toprağına ait Tekstür ve Asitlik Özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi., Seri:A, 1, 40.
- Çepel, N.; Dündar, M.; Günel, A. 1977. Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler. Tübitak Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu. Proje No: TOAG 154.
- Ellenberg, H. 1964. Stickstoff-und Wasserversorgung. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 77:82-92.
- Ellenberg, H. 1968. Zur Stinckstoff-und Wasserversorgung ungedüngter und gedüngter Feuctwiesen-ein Nachwort. *Veroff. Geobot. Inst. EHT. Stift. Rubel, Zürich.* 41:194-200.
- Eno, F. 1960. Nitrate production in the field by incubating the soil in polyethylene bags. *Soil Science Society of America, Proceedings* 24: 277-279.

- 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.
- Gebauer, G., H. Rehder., B. Wollenweber. 1988. Nitrate, Nitrate Reduction and Organic Nitrogen in Plants from Different Ecological and Taxonomic Groups of Central Europea. *Oecologia*, 75: 371-385.
- Gelfand, I., Yakir, D., 2008. Influence of nitrite accumulation in association with seasonal patterns and mineralization of soil nitrogen in a semi-arid pine forest. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 415–424.
- Gerlach, A. 1973. Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnetto-mineralisation. *Scripta Geobotanica*, Bd.5, Göttingen : Goltze.
- Giller, K.E., Witter, E., S.P. Mcgrath. 1998. Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1389-1414.
- Gökçeoğlu, M. 1988. Nitrogen Mineralization in Volcanic Soil Under Grassland, Scrub and Forest Vegetation in Aegeon Region of Turkey. *Oecologia*, 77:242-249.
- Gökmen, H. 1970. Açık Tohumlular, Gymnospermae. Or. Genel Müdürlüğü Yayın No: 523/49. Ankara.
- Gross, K.L., Pregitzer, K.S., A.J. Burton. 1995. Spatial variability in nitrogen availability in three successional plant communities. *Journal of Ecology* 83:357-367.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, s. 225.
- Güleryüz, G. 1992. Uludağ Alpin Zonu Bazı Bitki Topluluklarında Besin Maddesi Dolaşımı ve Verimlilik Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- 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. Uludağ (Bursa) Alpin Bölgesi Bazı Bitki Topluluklarında Mineral Azot Oluşumu ve Yıllık Verim. *Turkish Journal of Botany*, 18: 65-72.

- Güteryüz, G., S. Kırmızı, and H. Arslan, 2007. Nitrogen mineralization in the soils of alpine mat communities: an incubation experiment under laboratory conditions. *Turkish Journal of Botany*. 31: 277-286.
- Güteryüz, G., E. Titrek and H. Arslan, 2008. Nitrogen mineralization in the ruderal subalpine communities in Mount Uludağ, Turkey. *European Journal of Soil Biology*. 44: 408-418.
- Güteryüz, G., S., Gücel and M. Öztürk, 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.
- Hart, S.C., Nason, G. E., Myrold, D. D., Perry, D. A. 1994. Dynamics of gross nitrogen transformations in an old-growth forest: The carbon connection. *Ecology*, 75 (4): 880-891.
- Hassink, J. 1994. Effects of soil texture and grassland management on soil organic C and N and rates of C and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry* 26:1221-1231.
- 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.
- Heneghan, L., F. Fatemi., L. Umek., K. Grady., K. Fagen., M. Workman. 2006. The Invasive Shrub European Buckthorn (*Rhamnus cathartica*, L.) Alters Soil Properties in Midwest U.S Woodlands. *Applied Soil Ecology*, 32: 142-148.
- Hobbie, S.E. 1992. Effects of plant species on nutrient cycling. *TREE* 7:336-9.
- 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-Verlag, p.213-224.
- 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* 277:1302-1305.
- İnouye, R.S., D. Tilman. 1995. Convergence and divergence of old-field vegetation after 11 yr of nitrogen addition. *Ecology* 76:1872-1887.
- Kantarıcı, M. D. 1987. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Yay. No: 3444, Orman Fakültesi Yay. No:387, Matbaa Teknisyenleri Basımevi-İstanbul.
- Kayacık, H. 1960. Doğu Ladininin Coğrafi Yayılışı. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Serisi: B Cilt: 10 Sayı: II.
- 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.
- Knoepp, J.D., Coleman, D.C., Crossley, Jr. D.A., J.S. Clark. 2000. Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. *Forest Ecology and Management* 138:357-368.
- Köhler, 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.
- Lee, J.A., G.R. Stewart. 1978. Ecological Aspects of Nitrogen Assimilation. *Advances in Botanical Research*, 6: 1-43.
- Lockaby, B.G., Miller, J.H., R.G. Clawson. 1995. Influences of community composition on biogeochemistry of loblolly pine (*Pinus taeda*) systems. *American Midland Naturalists* 134:176-184.
- 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.
- Marks, P.C., F.H. Bormann. 1972. Revegetation following forest cutting: mechanisms for stability in northern hardwood ecosystems. *Science* 176:914-915.

- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Print Academic Press, London.
- McKinley, D.C., Rice, C.W., Blair, J.M., 2008. Conversion of grassland to coniferous woodland has limited effects on soil nitrogen cycle processes. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 2627–2633.
- Myrold, D.D. 1987. Relationship Between Microbial Biomass Nitrogen and a Nitrogen Availability Index. *Soil Science Society of American Proceeds*, 51: 1047-1049.
- Naeem, S., Thompson, L.J., Lawler, S.P., Lawton, J.H., R.M. Woodfin. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 368:734-737.
- Oaks, A., M. Aslam., I. Boesel. 1977. Ammonium and Amino acids as Regulators of Nitrate Reductase in Corn Roots. *Plant Physiology*, 59: 391-394.
- Owen, J.S., Wang, M.K., Wang, C.H., King, H.B., Sun, H.L., 2003. Net N mineralization and nitrification rates in a forested ecosystem in northeastern Taiwan. *Forest Ecology and Management* 176 (12), 519–530.
- Öztürk, M., M., Pirdal., F. Özdemir. 1997. Bitki Ekolojisi Uygulamaları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:157, Bornova İzmir.
- Pastor, J., Stillwell, M.A., D. Tilman. 1987. Little bluestem litter dynamics in Minnesota old fields. *Oecologia (Berl)* 72:327-330.
- Pastor, J., W.M. Post. 1986. Influence of climate, soil moisture, and succession on forest carbon and nitrogen cycle. *Biogeochemistry* 2:3-27.
- Plaster, E.J. 1992. *Soil Science and Management*. 2nd Edition. Delmar Publishers Inc., New York, pp.146-171.
- Rehder, H. 1970. Zur Öcologie, insbesondere Stickstoffversorgung subalpiner und alpiner Pflanzengesellschaften im Nuturschutz-gebiet schachen (Wettersteingebirge). Diss. Bot. 6, Lehre Cramer.
- Robertson, G.P., P.M. Vitousek. 1981. Nitrification Potentials in Primary and Secondary Succession. *Ecology*, 62 (2): 376-386.
- 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.

- Rovira, P. and Vallejo, V.R., 1997. Organic carbon and nitrogen mineralization under Mediterranean climatic conditions: the effects of incubation depth. *Soil Biol. Biochem.* 29: 1509-1520.
- 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. B*159:233-257.
- 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.
- Sariyildiz T., Anderson J.M. 2003. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. *Soil Biol Biochem* 35, 391-399.
- Singer, M.J., N.M. Donald. 1999. *Soils: An Introduction*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Solomonson, L.P., M.J. Barber. 1990. Assimilatory Nitrate Reductase: Functional Properties and Regulation. *Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Molecular Biology*, 41: 225-253.
- Smolander, A. and Kitunen, V., 2002. Soil microbial activities and characteristics of dissolved organic C and N in relation to tree species. *Soil Biol. Biochem.* 34: 651-660.
- Steltzer H., Bowmann W.D., 1998. Differential influence of plant species on soil an N transformations within moist meadow alpine tundra. *Ecosystems* 1 (1998) 464-474. Doi:10.1007/s100219900042.
- Ste-Marie C., Pare D., 1999. Soil pH and availability effects on net nitrification in the forest floor of a range of boreal forest stands. *Soil Biol. Biochem.* 31 (1999) 1579-1589. Doi:10.1016/S0038-0717(99)00086-3.

- 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.
- Steubing, L. 1965. *Pflanzenökologisches Praktikum*. Berlin-Hamburg, Parey.
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M., E. Siemann. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277:1300-1302.
- Tilman, D., Wedin, D., J. Knops. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379:718-720.
- Titrek, E. 2004. Uludağ'ın Alpin ve Subalpin Kuşağındaki Bozulmuş alanlarda Gelişen *Verbascum olympicum* Bitki Topluluğunun Toprağında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırma" U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tripathi, N., Singh, R.S., 2009. Influence of different land uses on soil nitrogen transformations after conversion from an Indian dry tropical forest. *Catena* 77, 216–223.
- Uri, V., Lohmus, K., Kund, M., Tullus, H., 2008. The effect of land use type on net nitrogen mineralization on abandoned agricultural land: silver birch stand versus grassland. *Forest Ecology and Management* 255, 226–233.
- Ünver, M. C. 2007. Murat Dağı (Uşak, Kütahya) Alpin ve Subalpin Bölgesinin Bazı Bitki Topluluklarında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Doktora Tezi, Bursa.
- Van der Krift T.A.J., Gioacchini P., Kuikman P.J., Berendse F., 2001. Effects of high and low fertility plant species on dead root decomposition and nitrogen mineralisation. *Soil Biol. Biochem.* 33 (2011) 2115-2124. Doi:10.1016/S0038-0717(01)00145-6.
- Vargas, D.N., M.B. Bertiller., J.O. Ares., A.L. Carrera., C.L. Sain. 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.

- Vitousek, P.M. 1990. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. *Oikos* 57:7-13.
- Wedin, D.A., D. Tilman. 1990. Species effects on nitrogen cycling: a test with perennial grasses. *Oecologia* 84:433-441.
- Weintraub, M.N., J.P. Schimel. 2005. Nitrogen Cycling and the Spread of Shrubs Control Changes in the Carbon Balance of Arctic Tundra Ecosystems. *BioScience*, Vol.55, No.5.
- 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.
- Yakut, E. 2006. Uludağ Kış Sporları Merkezindeki Kayak Pistleri ve Yanındaki Bozulmamış *Abies bornmuelleriana* Orman Topluluğunun Toprağında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi.
- Zeller, V., Bahn, M., Aichner, M., U. Tappeiner. 2000. Impact of land-use change on nitrogen mineralization in subalpine grasslands in the Southern Alps. *Biology and Fertility of Soils* 31:441–448.
- Zengin, N. 2010. Giresun İli Alucra Yöresi Saf Ve Karışık Sarıçam Meşcerelerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi. AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Artvin.
- Zhang, X.L., Wang, Q.B., Li, L.H., Han, X.G., 2008. Seasonal variations in nitrogen mineralization under three land use types in a grassland landscape. *Acta Oecologia* 34 (3), 322–330.
- Zhou, L.S., Huang, J.H., Lü, F.M., Han, X., 2009. Effects of prescribed burning and seasonal and interannual climate variation on nitrogen mineralization in a typical steppe in Inner Mongolia. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 796–803.
- Zöttl, H. 1958. Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation in Waldhumus Durch den Brutversch. *Z. Pflanzenernahrung. Dueng. Bodenkd.* 81: 35-50.

- Zöttl, H. 1960b. Dynamik der Stickstoffmineralisation im Organischen Waldbodenmaterial. I. Beziehung Zwischen Brutommine-ralisation und Nettomineralisation. Plant and Soil, 13: 166-182.
- Zöttl, H. 1960a. Metodische Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff Nachlieferung des Waldbodens. Forstwiss. Centrabl. 79: 72-90.
- Zöttl, H. 1960c. Dynamik der Stickstoffmineralisation im Organischen Waldboden material. II Einfluss des Stickstoffgehaltes auf die Mineralsticstoff-Nachlieferung Plant and Soil 13:183-206.
- Zöttl, H. 1960d. Dynamik der Stickstoffmineralisation im Organischen Waldboden material. III. PH-Wert und Mineralstickstoff-Nachlieferung. Plant and Soil, 13:207-223.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TAHMAZ, Betül
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01/01/1986-TRABZON
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (543) 430 09 91
e-mail : betultahmaz_@hotmail.com

Eğitim

| Derece | Eğitim Birimi | Mezuniyet tarihi |
|---------------|-------------------------------|------------------|
| Yüksek Lisans | AÇÜ/Orman Mühendisliği Bölümü | 2012 |
| Lisans | AÇÜ/Orman Mühendisliği Bölümü | 2009 |
| Lise | Vakfikebir Lisesi (YDA) | 2004 |

Yabancı Dil

İngilizce