



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MURAT DAĞI (UŞAK, KÜTAHYA) ALPİN VE SUBALPİN
BÖLGESİNİN BAZI BİTKİ TOPLULUKLARINDA AZOT
DÖNÜŞÜMLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

MEHMET CÜNEYT ÜNVER

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA 2007

**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MURAT DAĞI (UŞAK, KÜTAHYA) ALPİN VE SUBALPİN
BÖLGESİNİN BAZI BİTKİ TOPLULUKLARINDA AZOT
DÖNÜŞÜMLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

MEHMET CÜNEYT ÜNVER

**DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

BURSA 2007

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MURAT DAĞI (UŞAK, KÜTAHYA) ALPİN VE SUBALPİN
BÖLGESİNİN BAZI BİTKİ TOPLULUKLARINDA AZOT
DÖNÜŞÜMLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

MEHMET CÜNEYT ÜNVER

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 06/04/2007 tarihinde aşağıdaki juri tarafından oy birliği/ oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ
(Danışman)

Prof. Dr. Hulusi MALYER
(üye)

Prof. Dr. Özcan SEÇMEN
(üye)

Doç. Dr. Hülya ARSLAN
(üye)

Doç. Dr. Adem BIÇAKÇI
(üye)

Murat Dağı (Uşak, Kütahya) Alpin ve Subalpin Bölgesinin Bazı Bitki Topluluklarında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırmalar

ÖZET

Murat dağı (*Didymus*) çok sayıda endemik türü içeren florası ve farklılaşmış vejetasyon tiplerini barındırdığından Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı (ÖBA) arasındadır (Çırpıcı, 2005). Çalışmamızda, serpantin ana materyale sahip Murat dağı alpin ve subalpin bölgesinin bodur çalı (*Juniperus communis*), keçemsi (*Plantago holosteum*) ve otlak alan (*Alyssum virgatum*) topluluklarının toprağında azot mineralleşmesi araştırıldı. Azot mineralleşmesi toprağın iki farklı katmanında (0-5 cm ve 5-15 cm) alan inkübasyonu yöntemiyle çalışıldı. Net mineral azot verimi ile toprak özellikleri (nemi, pH, organik C, toplam N, maksimum su tutma kapasitesi, C/N oranı) arasındaki ilişkisi belirlendi. Net mineral azotun mevsimsel değişiminin anlamlı ($P<0.05$) olduğu saptandı. Yıllık net mineral azot veriminin (0-15 cm'lik toprak katmanında) topluluklar arasındaki farkın anlamlıdır ($P<0.05$) ve *Plantago holosteum* keçe topluluğunda $59 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$, *Juniperus communis* bodur çalı topluluğunda $53 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$ ve *Alyssum virgatum* otlakalan topluluğunda $43 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$ olarak bulundu. Toprak neminin azot mineralleşmesinde sınırlayıcı olduğu belirlendi. Net mineral azot ve nitrifikasyon oranı ile toprak özelliklerinden nem arasında anlamlı ($P<0.05$) pozitif korelasyon saptandı. Fakat, Net mineral azot ve nitrifikasyon oranı ile toprak organik karbonu arasındaki korelasyon anlamlı negatif olarak bulundu.

Anahtar Kelimeler: Azot mineralleşmesi, Nitrifikasyon, Serpantin, Alpin kuşak, Murat dağı, *Juniperus* bodur çalı topluluğu, *Plantago* keçemsi topluluk, *Alyssum* otlakalan topluluğu

Studies on the nitrogen transforms in the some plant communities of the Alpine and Sub-alpine Belts in Murat Mountain (Uşak, Kütahya).

ABSTRACT

Murat (*Didymus*) Mountain is endowed with a rich flora containing numerous endemic species and forming several well-distinguished vegetation types. For this reason, the mount is one of the 122 Important Plant Areas (IPAs) of Turkey (Murat Mountain, IPA 38). Nitrogen mineralization was investigated in the soil of the dwarf shrub (*Juniperus communis*), mat (*Plantago holosteum*) and grassland (*Alyssum virgatum*) communities with serpentine substratum in the alpine and sub-alpine belts of Murat Mountain. The N mineralization and annual net production in two soil depths (0-5 and 5-15 cm) of three communities were measured with a field incubation technique. Simple correlation analyses were performed between net N-mineralization and soil properties (soil moisture, pH, Organic C, total N, Water Holding Capacity, C/N rate). The significant seasonal fluctuation of net mineral nitrogen was found ($P<0.05$). Significant differences were detected in annual N mineralization rates (in the 0-15 cm depth of soils) among three communities ($P<0.05$). Annual net mineral nitrogen yield in the soils of *Plantago* mat community, *Juniperus* dwarf shrub community and *Alyssum* grassland community was $59 \text{ kg / ha / y}^{-1}$, $53 \text{ kg / ha / y}^{-1}$ and $43 \text{ kg / ha / y}^{-1}$, respectively. Soil moisture was limited on N mineralization. Significant positive correlation between Net N mineralization and/or nitrification and soil moisture was found ($P<0.05$). However, the correlation between the soil organic C and net N mineralization and nitrification rates was a negative significantly ($P<0.05$).

Key Words: N mineralization, nitrification, serpentine, alpine belt, Murat Mountain, *Juniperus* dwarf shrub community, *Plantago* mat community, *Alyssum* grassland community.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	i
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2. 1. Azot Döngüsü ve Mineralleşmesi.....	5
2.2. Serpantin Alanların Toprak Özellikleri ve Vejetasyonu.....	17
2. 3. Ağır Metallerin Azot Mineralleşmesi Üzerinde Etkileri.....	19
3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL DURUMU.....	24
3.1. Coğrafik Konumu	24
3.2. Jeolojik Yapısı.....	25
3.3. Araştırma Bölgesi İklimi.....	25
3.3.1. Genel İklim Durumu.....	25
3.3.1.1. Rasat İstasyonları ve Genel özellikleri.....	25
3.3.2. Yağış.....	26
3.3.3. Sıcaklık.....	28
3.3.4. Biyoiklim Tipinin Belirlenmesi.....	32
3.4. Genel Bitki Örtüsü.....	34
3.5. Çalışılan Topluluklara Ait Örneklik Alanları Bitki Örtüsü.....	37
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	41
4.1. Materyal.....	41
4. 2.Yöntem	41
4. 2. 1. Örneklik Alanların Belirlenmesi.....	41
4. 2. 2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Alan Koşullarının Toprak İnkübasyonu.....	41
4. 2. 3. Toprak Sıcaklıklarının ölçülmesi.....	42

4. 2. 4. Laboratuarda Örneklerin Analize Hazırlanması.....	42
4. 2. 5. Toprak Nem ve Maksimum Su Tutma Kapasitesi Tayini...	42
4. 2. 6. Mineral Azot Tayini.....	43
4. 2. 7. Toprak pH'sının Ölçülmesi.....	44
4. 2. 8. Toplam Azot Tayini.....	44
4. 2. 9. Organik Karbon Tayini.....	45
4. 2. 10. Bulguların Değerlendirilmesi ve Uygulanacak Olan İstatistikî Yöntemler.....	46
5. BULGULAR.....	47
5. 1. Toprak Özellikleri.....	47
5. 2 Toprak Sıcaklıkları.....	50
5. 3. Toprak Neminin Vejetasyon Periyodu Boyunca Değişimi.....	52
5. 4. Mineral Azot.....	55
5. 4. 1. Ölçüm Anındaki Mineral Azot.....	55
5. 4. 1. 1. Ölçüm Anındaki Amonyum.....	55
5. 4. 1. 2. Ölçüm Anındaki Nitrat	60
5. 4. 1. 3. Ölçüm Anındaki Toplam Mineral Azot.....	66
5. 4. 2. Alan Koşullarında Mineral Azot Verimi.....	73
5. 4. 2. 1. Alan Koşullarında Mineral Azot Veriminin Yıl İçindeki Değişimi.....	73
5. 4. 2. 1. 1 Amonyum Verimi.....	73
5. 4. 2. 1. 2 Nitrat Verimi.....	77
5. 4. 2. 1. 3 Toplam Mineral Azot Verimi.....	82
5. 4. 3. Alan Koşullarında Yıllık Net Mineral Azot Verimi..	87
5. 4. 4. Net Mineral Azot Verimi ve Bazı Ortam Etmenleri ile Arasındaki İlişki.....	90
6. TARTIŞMA.....	99
7. KAYNAKLAR.....	105

ÇİZELGELER DİZİNİ	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışma alanı yakınındaki Gediz ve Uşak meteoroloji istasyonlarının coğrafik konumu ve bazı özellikleri. (T. C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).....	26
Çizelge 3.2. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarının aylık ve yıllık ortalama toplam yağış miktarı (mm). (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).....	26
Çizelge 3.3. Uşak ve Gediz merkezlerinin yağış rejimi ve yağışın mevsimlere göre dağılımı.....	27
Çizelge 3.4. Gediz istasyonu ve Murat Dağı'nın 1950 m rakımına ait enterpolasyonla elde edilmiş aylık ve yıllık ortalama toplam yağış miktarları (mm).....	28
Çizelge 3.5. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık hava sıcaklık ortalamaları (°C). (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).....	28
Çizelge 3.6. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık ortalama düşük sıcaklıklar (°C). (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).....	29
Çizelge 3.7. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık ortalama yüksek sıcaklıklar (°C). (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).....	29
Çizelge 3.8. Gediz istasyonu ve Murat Dağı'nın 1950 m rakımına ait enterpolasyonla elde edilmiş aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	30
Çizelge 3.9. Gediz istasyonu ve Murat Dağı'nın 1950 m rakımına ait enterpolasyonla elde edilmiş araştırmanın sürdürüldüğü yıllara ait sıcaklıklar (°C).....	30
Çizelge 3.10. Araştırma alanı yakınındaki rasat yapılan Gediz ve Uşak meteoroloji istasyonlarının Q, P, M, m, PE, PE/ME değeri ve yağış rejimi.....	34

Çizelge 3.11. <i>Plantago</i> topluluğuna ait örneklik alanların tür listesi ile örtü ve bolluk dereceleri (örtü ve bolluk dereceleri Braun-Blanquet 1964'e göre; tür adları Davis 1968-1985'e göre verilmiştir).	48
Çizelge 3.12. <i>Juniperus</i> topluluğuna ait örneklik alanların tür listesi ile örtü ve bolluk dereceleri (örtü ve bolluk dereceleri Braun-Blanquet 1964'e göre; tür adları Davis 1968-1985'e göre verilmiştir).	49
Çizelge 3.13. <i>Alyssum</i> topluluğuna ait örneklik alanların tür listesi ile örtü ve bolluk dereceleri (örtü ve bolluk dereceleri Braun-Blanquet 1964'e göre; tür adları Davis 1968-1985'e göre verilmiştir).....	40
Çizelge 5.1. Bitki topluluklarının bazı toprak özelliklerine göre karşılaştırılması. (n=45; farklı harfler fark gruplarını göstermektedir; Ortalama \pm Standart sapma).....	49
Çizelge 5.2. Örnek alma sırasında 5 cm toprak derinliğinde ölçülen sıcaklıkların ($^{\circ}$ C) örnek alma tarihleri arasındaki değişimi.....	50
Çizelge 5.3. Toprağın 5 cm'lik derinliğinde belli periyotlar için saptanan en düşük sıcaklıklar ($^{\circ}$ C).....	51
Çizelge 5.4 Toprağın 5cm'lik derinliğinde belli periyotlar için saptanan en yüksek sıcaklıklar ($^{\circ}$ C).....	52
Çizelge 5.5. Toprağın 0-5 ve 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toprak oransal neminin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (n = 9; farklı harfler fark gruplarını göstermektedir; Ortalama \pm Standart sapma).....	53
Çizelge 5.6. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ -N değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişimi ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri n = 9, topluluk ortalamaları n =45).....	55
Çizelge 5.7. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ -N değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişimi ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri n = 9, topluluk ortalamaları n =45).....	57

Çizelge 5. 8. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişimi ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).....	59
Çizelge 5. 9. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NO}_3^-\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).....	61
Çizelge 5.10. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NO}_3^-\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).....	63
Çizelge 5.11. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NO}_3^-\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).....	65
Çizelge 5.12. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toplam mineral azot değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).....	67
Çizelge 5.13. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toplam mineral azot değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).....	69
Çizelge 5.14. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toplam mineral azot değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).....	71
Çizelge 5.15. Toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki haftalık net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$).....	74
Çizelge 5.16. Toprağın 5-15 cm'lik katmanındaki haftalık net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$).....	75

Çizelge 5. 17. Toprağın 0-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NH_4^+ -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	76
Çizelge 5. 18. Toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki haftalık net NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	78
Çizelge 5. 19. Toprağın 5-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	79
Çizelge 5. 20. Toprağın 0-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	80
Çizelge 5. 21. Toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki haftalık net NH_4^+ + NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	82
Çizelge 5. 22. Toprağın 5-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NH_4^+ + NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	83
Çizelge 5. 23. Toprağın 0-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NH_4^+ + NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	85
Çizelge 5. 24. Toprağın farklı katmanlarındaki yıllık net mineral azot veriminin (kg N_{min} / ha / yıl) topluluklar (<i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i>) arasındaki değişimi (aynı harfler aynı, farklı harfler farklı gruplarını göstermektedir). Yıllık NO_3^- -N veriminin NH_4^+ -N verimine oranı ve net NH_4^+ + NO_3^- -N verimi içindeki NO_3^- -N veriminin yüzde oranı (%) (Ellenberg 1977'e göre).....	88
Çizelge 5. 25. Toprağın 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanında net NH_4^+ -N verimi (kg/ha/hafta) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri (n = 135, P<0.05 anlamlı, P>0.05 anlamsız).....	90
Çizelge 5.26. Toprağın 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanında net NO_3^- -N verimi (kg/ha/hafta) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri (n = 135, P<0.05 anlamlı, P>0.05 anlamsız).....	93

Çizelge 5.27. Toplulukların toprağının 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanında net toplam mineral azot ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$) verimi (kg/ha/hafta) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri (n = 135, $P < 0.05$ anlamlı, $P > 0.05$ anlamsız)..... 96

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ekosistemi oluşturan organizmalar arasındaki genel azot döngüsü (Plaster, 1992'e göre Arslan ve Gülerüz, 2002).....	7
Şekil 2.2. Türkiye'de serpantin alanlar ve araştırma alanımızın yer aldığı bölgenin genel durumu.....	19
Şekil 3.1. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki alanı arasında yer alan Murat Dağı'nın konumu (Çırpıcı, 2005).....	24
Şekil 3.2. Gediz ve Uşak meteoroloji istasyonlarına ait iklim diyagramları (Walter ve Lieth 1960-1967).....	31
Şekil 3.3. Gediz meteoroloji istasyonunun verileri kullanılarak enterpolasyonla hesaplanmış veriler ile hazırlanmış Murat Dağına ait olası iklim diyagramı (Walter ve Lieth 1960-1967).....	31
Şekil 5.1. Toprağın 0-5 ve 5-15 cm'lik katmanında toprak oransal neminin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi ($n = 9$; farklı harfler fark gruplarını göstermektedir; Ortalama \pm Standart sapma).....	54
Şekil 5.2. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 0-5 cm katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$).....	56
Şekil 5.3. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 5-15 cm katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$).....	58
Şekil 5.4. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 0-15 cm katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$).....	60
Şekil 5.5. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 0-5 cm katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$).....	62
Şekil 5.6. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 5-15 cm katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$).....	64

Şekil 5.7. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 0-15 cm katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	66
Şekil 5.8. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 0-5 cm katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ + NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	68
Şekil 5.9. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 5-15 cm katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ + NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	70
Şekil 5.10. <i>Plantago</i> , <i>Juniperus</i> ve <i>Alyssum</i> toplulukları topraklarının 0-15 cm katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ + NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	72
Şekil 5.11. Araştırma alanlarının alan koşullarında toprağın 0-5, 5-15, 0-15 cm'lik katmanlarında saptanan haftalık net amonyum veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	77
Şekil 5.12. Araştırma alanlarının alan koşullarında toprağın 0-5, 5-15, 0-15 cm'lik katmanlarında saptanan haftalık net nitrat veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	81
Şekil 5.13. Araştırma alanlarının alan koşullarında toprağın 0-5, 5-15, 0-15 cm'lik katmanlarında saptanan haftalık net toplam mineral azot veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).....	86
Şekil 5.14. Tüm Toplulukların toprağının 0-5 cm'lik katmanında haftalık net NH_4^+ -N verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).....	91
Şekil 5.15. Tüm Toplulukların toprağının 5-15 cm'lik katmanında haftalık net NH_4^+ -N verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).....	92

Şekil 5.16. Tüm toplulukların toprağının 0-5 cm'lik katmanında haftalık net NO_3^- -N verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).....	94
Şekil 5.17. Tüm toplulukların toprağının 5-15 cm'lik katmanında haftalık net NO_3^- -N verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).....	95
Şekil 5.18. Tüm toplulukların toprağının 0-5 cm'lik katmanında haftalık net toplam mineral azot verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).....	97
Şekil 5.19. Tüm toplulukların toprağının 5-15 cm'lik katmanında haftalık net toplam mineral azot verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).....	98

1. Giriş

İnorganik azotun bitkilerce ve mikroorganizmalarca özümlemesi karasal ekosistemlerde verimlilik ve üretiminin kararlılığı için temeldir ve azot, doğal ekosistemlerde verimliliği sınırlandıran elementtir (Runge, 1983; Vitousek ve Howarth, 1991). Bitkilerin yapı ve fonksiyonlarında çok önemli rol oynayan azot, doğada bir döngü halindedir. Yüksek bitkiler azotu topraktan nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) halinde alabilirler. Topraktan azot alınabilirliği toprağın kalitesinin önemli bir ayırıcıdır. Azot mineralleşmesi toprak organik maddesinden inorganik azotun serbest bırakılmasıdır. Bu süreç toprağın organik maddesinin kalitesi, mikrobiyal biyomass, 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 mineralleşmesi biyokimyasal bir süreç olduğundan, ortam koşulları bu süreci örneğin, toprak tipi ve ana materyalin kökeni ile organik maddenin niteliği (C/N oranı, lignin içeriği) mineralleşmeyi etkilemektedir. Toprak organik maddesinin kalitesi ve miktarının mineralleşmede en önemli toprak özelliği olduğu kabul edilmektedir (Runge 1983; Paul ve Clark, 1996; Chapin, 2003). Ancak, Lovett ve ark. (2004), azot mineralleşme mekanizmalarında döküntünün lignin:N oranı ve polifenol bileşiklerin konsantrasyonu veya toprak C:N oranı gibi döküntü ve toprak karakterlerinden daha karmaşık bir kontrol mekanizmalarının olduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber, genel bir kural olarak, yüksek düzeyli azot içeren döküntünün daha düşük azot içeren döküntüye nazaran azotun daha fazla mineralleşmesini sağladığı kabul gören görüştür (Chapin, 2003).

Biyokimyasal yolla organik maddenin parçalanmasıyla amonyak ve nitrat oluşur. Organik maddenin parçalanması, her aşamasında farklı organizma gruplarının iş gördüğü humifikasyon, amonifikasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon safhalarından geçerek gerçekleşir. Bitkilerin kullanabildiği azot kaynakları toprakta farklı mikroorganizma gruplarının iş gördüğü mineralizasyon ile oluşur ve ekosistem verimliliğinin sürekliliği için gereklidir (Runge, 1983). Azot mineralleşmesi; *nitrifikasyon* ve *amonifikasyon* olmak üzere iki aşamada gerçekleşir (Plaster, 1992).

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).

Ana kayanın tipi, toprak ana maddesinin oluşumunu ve dolayısıyla bu ana maddenin üzerinde gelişen makro ve mikro flora ve faunayı da belirleyici role sahiptir. Toprak ana maddesinin içerdiği besinlerin çeşidi ve konsantrasyonu, toprak su tutma kapasitesi, pH ve diğer fiziksel ve kimyasal özellikler toprak gelişiminin ilk aşamasında ana maddenin köken aldığı ana kayaya bağlı olmaktadır. Bundan dolayı, bir metamorfik kaya olan serpantin ana kayadan gelişen topraklar, üzerinde gelişen floranın tipini de belirlemektedir. Serpantin ana kayadan gelişen topraklar, nikel, krom gibi yüksek toksisite içeren elementlerce zengin olup azot, fosfor ve potasyum içeriklerinin düşük olmasının yanında elverişli olmayan Ca / Mg oranıyla ortamı bitkilerin yaşaması için stresli bir alan haline getirir. Bunlara ilaveten kaba ve aşındırılmamış büyük kütleler halinde bulunmasından dolayı fiziksel olarak da bitki gelişimi için oldukça sık yapıdadır. Bu özelliklerinden dolayı serpantin alanlarda çok seyrek vejetasyon ve çok fazla farklılık gösteren flora gözlenilmektedir (Proctor, 1999; Robinson ve ark., 1997; Turitzin, 1982). Karakteristik serpantin toprak kimyası, sklerofil bitkilerce zengin bodur vejetasyon, düşük tür sayısı ve serpantin endemiklerinin ortaya çıkışında belirleyici özelliğe sahiptir (Krukeberg 1954).

Dağların en üst kısımlarını oluşturan alpin ve subalpin bölgelerde bu alanlara özel ve zorlu iklim koşulları görülür. Ellenberg (1988) alpin bölgedeki iklim ve yerel değişimlerin başlıcalarını; iklim koşullarının ani değişimi, yüzeye gelen ışık şiddetinin ve UV ışınlarının miktarının fazla olması, gece gündüz arasında görülen ısı farklarının yüksek olması ve bunlara bağlı olarak vejetasyon periyodunun kısa sürmesi şeklinde açıklamıştır. Alpin bölge vejetasyon gelişim sürecinde herhangi bir anda sıcaklığın 0 °C

düşebilmesi ile karakteristiktir (Chamber 2000). Su ve yoğun rüzgar, buzul hareketleri, donma sonrası gerçekleşen erime ve gevşeme, taş yığınlarının kayması ve hareketli kayalar, ince tabaka halindeki toprağın suya doyduğu zamanlarda çamur şeklinde akması, bunlara ilaveten gerçekleşen diğer erozyon süreçleri yüksek dağlarda önemli olup devamlılık göstermektedir. Üst rakımlara doğru çıkıldıkça çıplak kaya ve taş yığınları habitat mozağinin hakim unsurları haline gelmektedir (Ellenberg 1988). Bu çevredeki topraklar genellikle genç, heterojen ve zayıf gelişimlidir (Ellenberg 1988; Chamber 2000).

Doğal koşullarda bitki köklerinde alınabilir inorganik azot miktarı toprağın tipi, iklim, enlem, mevsim ve mikrobiyal etkenlik gibi ortam etmenlerine bağlı olmaktadır (Ellenberg, 1977; Runge, 1983). Bu nedenle, toprakta azotun mineralleşmesi ve bitkilerce alınımı çeşitli ekosistemlerin verimliliğini belirlemede önemli bir indikatör olarak kullanılmaktadır (Knoepp ve ark., 2000). Dünyanın çeşitli bölgelerinde topraktaki yıllık mineral azot verimine göre çeşitli ekosistemler karşılaştırılmaktadır (Ellenberg, 1964, 1977; Rehder, 1970, 1983; Rehder ve Schäffer 1978; Runge, 1970; Vaughn ve ark., 1986; Gökçeoğlu, 1988; Güteryüz ve Gökçeoğlu, 1994; Fisk ve Schmidt 1995; Makarow ve ark., 2003).

Ülkemizde doğal vejetasyon alanlarının mineral azot oluşumu ile ilgili araştırmalar oldukça az sayıdadır. Türkiye de bu konuda bir kaç çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar Kula volkanı primer bitki süksesyonu evrelerinde azot mineralleşmesi ve mineral azot verimi üzerinde bir araştırma (Gökçeoğlu 1988), Uludağ alpin zonu bazı bitki topluluklarında besin maddesi dolaşımı ve verimlilik üzerinde araştırmalar (Güteryüz ve Gökçeoğlu 1994; Güteryüz 1998), Uludağ alpin ve subalpin kuşağındaki bozulmuş alanlarda gelişen *Verbascum olympicum* bitki topluluğunun toprağında azot dönüşümleri üzerine araştırmalar (Titrek, 2004) şeklinde sıralanabilir.

Mitolojideki adı *Ddymus* olan Murat Dağı, Ege bölgesinin iç kesimlerinde Uşak ilinin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Kumalar (Sandıklı dağları), Ahır, Murat dağı, Şaphane dağı, Eğrigöz dağı ve Akdağın bulunduğu güneydoğu – kuzeydoğu yönünde uzanan bir dağ silsilesinin en yüksek zirvesini bulundurur. Yaklaşık 20 km²'lik alana yayılmış dağın kuzey bölümündeki Murat çayı vadisinden (900 m) yaklaşık 2000 m'ye dik şekilde, güney yamaçlarından aşamalı olarak zirveye ulaşılır. Rakım, farklı kayalarından oluşan jeolojik yapı (şist, serpentine ve sert kireç taşı) ve farklı fitocoğrafik

bölgelerin kesiştiği bölgede olmasından dolayı, Murat dağı çok sayıda endemik türü içeren florası ve farklılaşmış vejetasyon tiplerini barındırır. Murat dağı bu özellikleri ile Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları (ÖBA) arasındadır (Çırpıcı, 2005).

Dünya genelinde, serpantin topraklar üzerinde yapılan çalışmalar daha ziyade toprak mikrobiyal biyomas ve yapısı ile ilgilidir ve laboratuvar koşullarında standart inkübasyon yöntemiyle yürütülen araştırmalardır (Giller ve ark., 1998; Hattori, 1996; Post ve Beeby, 1996; Amir ve Pineau, 1998; Schipper ve Lee, 2004; DeGroot ve ark., 2005). Kitayama ve ark, (1998) ise farklı jeolojik özellikte (sediment ve ultrabazik) ve farklı yükseltilerden alınan toprak örneklerinde azot mineralleşmesini kısa süreli alan inkübasyonu ile araştırmışlar, fakat yıllık verim ile ilgili bir hesaplama yapmamışlardır. Bu araştırmanın amacı, ülkemizin iç Ege bölgesinde, üç fitocoğrafik bölgenin kesişme noktasında yer alan serpantin ana materyale sahip Murat dağı alpin ve subalpin bölgesinin bodur çalı (*Juniperus communis var saxatilis*), keçemsi (*Plantago holosteum*) ve otlak alan (*Alyssum virgatum*) topluluklarının toprağında alan inkübasyonu ile mineralleşmenin yıl içindeki değişimi ve yıllık net mineral azot verimliliğini saptamak, toplulukları mineral azot verimine göre ve diğer ekosistemlerle karşılaştırmaktır. Ayrıca, net mineral azot veriminin bazı toprak ortam etmenleriyle (toplam azot, organik karbon, C/N oranı, oransal nem, pH ve maksimum su tutma kapasitesi) ilişkisini ortaya koymaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ana kayadan oluşan toprak, inorganik maddeleri, ölü organizmalardan oluşan organik maddeleri, gevşek olarak sıralanmış hava ve su dolu toprak taneleri arasındaki boşlukları, nematod, mantar ve bakteriler gibi küçük organizmaları ve yüksek bitkileri içermektedir. Kayaların mevsimsel parçalanması sonucunda oluşan mineral maddeler ana madde olarak adlandırılmaktadır. Bu ana madde genel olarak üç tip kayadan köken alır.

Ana kayanın tipi, toprak ana maddesinin oluşumunu ve dolayısıyla bu ana maddenin üzerinde gelişen makro ve mikro flora ve faunayı da belirleyici role sahiptir. Toprak ana maddesinin içerdiği besinlerin çeşidi ve konsantrasyonu, toprak su tutma kapasitesi, pH ve diğer fiziksel ve kimyasal özellikler toprak gelişiminin ilk aşamasında ana maddenin köken aldığı ana kayaya bağlı olmaktadır. Bundan dolayı, bir metamorfik kaya olan serpantin ana kayadan gelişen topraklar, üzerinde gelişen floranın tipini de belirlemektedir.

2. 1. Azot Döngüsü ve Mineralleşmesi

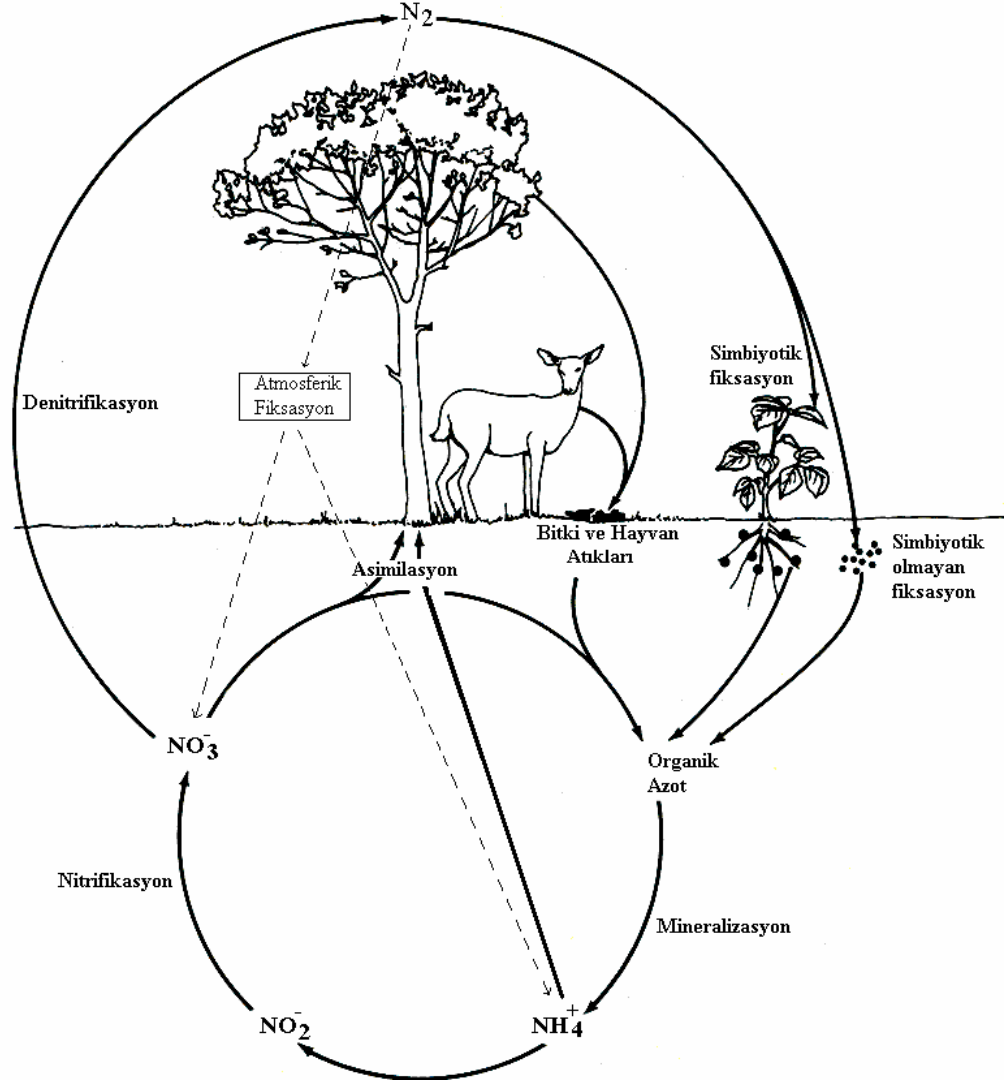
İnorganik azotun bitkilerce ve mikroorganizmalarca özümlemesi karasal ekosistemlerde verimlilik ve üretiminin kararlılığı için temeldir ve azot, doğal ekosistemlerde verimliliği sınırlandıran elementtir (Runge, 1983; Vitousek ve Howarth, 1991). Bitkilerin yapı ve fonksiyonlarında çok önemli rol oynayan azot, doğada bir döngü halindedir (Şekil 2.1). Yüksek bitkiler azotu topraktan inorganik formda alabilirler. İnorganik azot toprakta nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) halinde bulunmaktadır. Bu nedenle, yüksek bitkilerin azot metabolizması her şeyden önce bu azot formlarının topraktaki miktarı ve dolayısıyla organik azotun mineralleşmesi ile ilişkilidir. Toprağın organik materyalinin ayrışmasında temel rol mikroorganizmalara aittir. Toprak mikroorganizmalarını çeşitliğinde ve sayısında meydana gelebilecek bir azalma toprak besin döngüsünde azalmaya sebep olabilir (Giller ve ark., 1998). Organik maddenin parçalanması, her aşamasında farklı organizma gruplarının iş gördüğü humifikasyon, amonifikasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon safhalarından geçerek gerçekleşir. Organik maddenin parçalanmasıyla oluşan mineral azot yüksek bitkilerce özümlelenerek tekrar organik yapılara katılır (Runge, 1983).

Topraktan azot alınabilirliği toprağın kalitesinin önemli bir ayırıcısıdır. Azot mineralleşmesi toprak organik maddesinden inorganik azotun serbest bırakılmasıdır. Bu

süreç toprağın organik maddesinin kalitesi, mikrobiyal biyomass, 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).

Focht ve Verstraete (1977), mineralleşmenin ileri aşaması olan nitrifikasyonda, amonyum iyonları önce nitrite daha sonra da nitrat iyonlarına yükseltgenir. Nitrifikasyon sınırlı sayıdaki ototrof bakterilerce yürütüldüğünü ortaya koymuşlardır. 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. Amonyanın nitrite, nitritin de nitrata yükseltgenmesi enerji açığa çıkaran süreçlerdir. Nitrifikasyon bakterileri kemotrofturlar 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 ara ürünler oluşur. Bu reaksiyon aynı zamanda hidrojen iyonlarını oluşturur ve reaksiyonun gerçekleştiği ortamın pH'ı düşer. Nitrifikasyonun ikinci aşamasında nitrat oluşumu için bir su molekülünden oksijen alınır. Nitrifikasyonun her iki aşaması da aerobik koşullarda gerçekleşir. Nitritin yükseltgenmesi nitrifikasyonunun ayrı bir safhasını oluşturur. Bu aşama düşük miktarda enerji verimi ve nitrat oluşumu ile sonuçlanır (Plaster, 1992).

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



Şekil 2.1. Ekosistemi oluşturan organizmalar arasındaki genel azot döngüsü (Plaster, 1992'e göre Arslan ve Gülerüz, 2002)

Azot mineralleşmesi biyokimyasal bir süreç olduğundan, ortam koşulları bu süreci örneğin, toprak tipi ve ana materyalin kökeni ile organik maddenin niteliği (C/N oranı, lignin içeriği) mineralleşmeyi etkilemektedir. Toprak organik maddesinin kalitesi ve miktarının mineralleşmede en önemli toprak özelliği olduğu kabul edilmektedir

(Runge 1983; Paul ve Clark, 1996; Chapin, 2003). Ancak, Lovett ve ark. (2004), azot mineralleşme mekanizmalarında döküntünün lignin:N oranı ve polifenol bileşiklerin konsantrasyonu veya toprak C:N oranı gibi döküntü ve toprak karakterlerinden daha karmaşık bir kontrol mekanizmalarının olduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber, genel bir kural olarak, yüksek düzeyli azot içeren döküntünün daha düşük azot içeren döküntüye nazaran azotun daha fazla mineralleşmesini sağladığı kabul gören görüştür (Chapin, 2003).

Toprak pH'ı toprak mikroflorasının aktivitesini ve kompozisyonunu (Blagodatskaya ve Anderson, 1998) ve buna bağlı olarak da net azot mineralleşmesini dengelemektedir (Zeller ve ark., 2000). Nitekim Curtin ve ark. (1998), azot mineralleşmesinin asidik toprakların pH'ı arttırıldığında belirgin olarak arttığını göstermişlerdir. Toprak mikroflorası içerisinde yer alan Funguslar asite hoşgörülü mikroorganizmalar oldukları için, doğada asidik yapılı topraklar ve benzeri yerlerdeki organik maddenin humusa kadar parçalanmasında önemli etkiye sahiptirler. Asidik pH koşulları mineralleşmede iş gören bakteriler için uygun olmamaktadır. Genel olarak hafif asit ile hafif alkali topraklarda (pH 6.0-8.0) nitrat hakim iken, artan asiditelek amonyum lehine üstün olma eğilimini arttırır. Fakat asidik topraklarda nitrat üretiminin var olduğu da yapılan birçok araştırma ile gösterilmiştir (Zöttl, 1960b,c,d; Runge, 1974). Runge (1983), ekstrem olan asidik topraklarda nitrat oluşumundan sorumlu olan organizma ve süreçler için 3 olasılık önermektedir:

- Yerel olarak ortam pH değerleri ile birlikte mikro alanlarda bilinen kemotrofik nitrifiyicilerin aktivitesi,
- Asidik koşullara nitrifikasyon bakterilerinin adaptasyonu,
- Heterotrofik NO_3^- -N üreticileri

Biyolojik bir işlev olan mineralleşmenin hızı suyun alınabilirlik oranı ile ilişkilidir. Toprak nemi direk olarak mikrobial aktiviteyi, dolaylı olarak da azot mineralizasyonunu etkiler. Singer ve Munns (1999)'a göre bitki gelişimi için uygun olan optimum toprak nemi seviyeleri mikrobial parçalanma için de uygundur. Toprak, neme tamamen doyurulduğunda, artan anaerobik şartlar nedeniyle organik madde parçalanması yavaşlar. Vaughn ve ark. (1986)'a göre toprağın su içeriği bitki-toprak sisteminden azot kaybını da etkileyebilir. Bitki tarafından alınabilir azot formu olan inorganik azot (NO_3^-), toprak sisteminde kolayca hareket edebilir. Bu hareket nitratın alınışını arttırırken, bitkiler ve diğer mikroorganizmalar tarafından kullanılamayan

kısının toprak suyu ile yıkanarak uzaklaşmasına yol açar (Singer ve Donald, 1999). Özellikle nemli (doygun olmayan) şartlar, toprakta kullanılabilir azotun artışına sebep olan mikrobial parçalanma ile azot mineralizasyonu arttırır. Fakat nispeten yüksek nem içeriği toprak havalanma koşullarını anaerobiğe dönüştürdüğü için denitrifikasyon ile azot kaybına da sebep olmaktadır (Runge, 1983). Artan oksijen eksikliği ile amonifikasyon azalır ve denitrifikasyon, örneğin gaz halindeki ürünlerin oluşumu ile nitrat kaybı artar. Nispeten kurak şartlarda net azot verimi artan su içeriğine bağlı olarak maksimuma doğru artış gösterirken, optimum su içeriğinin aşılması keskin bir azalmaya yol açar (Runge, 1983; Güteryüz,1998). Zötl (1960a), pH'ı 5.8, C/N oranı 15 ve toprak sıcaklığının 20 °C olduğu şartlarda, ince yapılı humusta maksimum su tutma kapasitesinin azot mineralleşmesi üzerinde etkisini araştırmış ve sonunda en uygun maksimum su tutma kapasitesinin (MSK) %60 olduğunu saptamıştır.

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

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

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

Amer ve Bartholomew (1951), araştırdıkları ortama verdikleri oksijen miktarını arttırarak, nitrifikasyon olayının hızında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Rixon ve Bridge (1968), topraktaki hava ile dolu porların su ile dolarken aerobikten anaerobik metabolik aktiviteye geçiş gösterdiğini; porların içindeki hava hacminin %20'den %10'a düşmesiyle toprak örneklerinin günlük solunum oranı (CO₂/O₂) değerinin yaklaşık 1 değerinden 1'den daha büyük değerlere yükseldiğini bildirmişlerdir.

Rankow (1967), tuzlu topraklardaki mineral azot oluşumunu araştırmış, araştırdığı toprak örneklerinde CaSO₄, organik gübre ve NPK vererek amonyum ve

nitrat oluşumunun arttığı, buna karşın CaSO_4 25 ton/ha'dan fazla olunca tuzlu topraklarda mineral azot oluşumunun yavaşladığını bildirmiştir.

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

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, N_2 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). Örneğin, Rasmussen ve ark. (1998), azot mineralleşmesinin toprak organik maddesinin azot içeriğine bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmiştir. 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).

Knops ve ark. (2002), azot döngüsü üzerinde bitki türlerinin etki mekanizmalarını: mikrobiyal parçalayıcıların azot döngüsünde bitkilere nazaran rolünün daha önemli olduğu; fakat bu süreçte mikroorganizmaların karbon kaynağı için bitkilere bağlı oldukları; mikroorganizmaların azot döngüsünü kontrol ettiğini, buna

karşın bitkilerin mikrobiyal aktiviteyi kontrol eden karbon girişlerini dengelediği; dolayısıyla bitki döküntü kalitesinin (örneğin C/N oranı) azot mineralleşmesi üzerinde etkisinin doğrudan değil, bitki kaynaklı karbonun mikroorganizmalarca bağlanışını kontrol ederek azot döngüsünde etkili olduğu şeklinde açıklamışlardır.

Amerika'nın Rocky dağlarının alpin tundra nemli çayırlık topluluğunda benzer mikroklimaya sahip olan ve topluluk içinde küçük yamalar oluşturan iki baskın *Acomastylis rossii* ve *Deschampsia caespitosa* türünün toprak N dönüşümleri üzerindeki etkisini araştırılmıştır. Çalışmada büyüme mevsimi sonunda net N mineralizasyon oranı, *Deschampsia* yamalarında *Acomastylis* yamalarından 10 kat, nitrifikasyon oranı ise 4 kat daha büyük olarak belirlenmiş; döküntü kalitesi (C/N ve fenolik/N), döküntü miktarı (toprak üstü ve kılcak kök üretimi), ve toprak kalitesindeki çeşitlilik birbiriyle ilişkilendirilmiş; alpin tundrada bitki türlerinin toprak N dönüşümleri üzerinde önemli kontrolü bulunduğu, bitki topluluğunun yapısını ve ekosistem işlevini etkileyebildiğini ortaya konmuştur (Steltzer ve Bowman 1998).

Topraktaki mineral azot oluşumu üzerine toprak yapısında bulunan hayvan ve diğer mikroskobik canlıların etkileri laboratuvar şartlarında hazırlanan ortamlarda ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Clarholm (1981, 1984, 1985), Mikrofloral otlayıcıların ortamda bulunması durumunda NH_4^+ oluşumunun ve ortamdan alınımının arttığı tespit edilmiştir. Araştırmacı, ayrıca, kendi denemeleri ve diğer araştırmacıların sonuçlarına dayanarak bitki kökü – protozoa –bakteri etkileşimini bir model ile açıklamaya çalışmışlardır.

Ingman ve ark (1985), Bakteri, fungus ve onlarla beslenen nematod'ların ilişkilerinin besin çemberi ve bitki büyümesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemeleri sonucunda bakteri ve fungus ile beslenen nematodların araştırdıkları toprak ortamında bulunması durumunda alınabilir NH_4^+ -azotu, bitki gelişmesi ve bitkinin içerdiği azot miktarında önemli artışların meydana geldiğini saptamışlardır. Araştırmacılar bu çalışmayla mikroflora ile beslenenlerin bitki gelişmesinde, mikrofloranın ürettiği mineral azotun yeterli olmadığı zamanlarda bitkilere azot sağlanması da önemli bir işlevi yerine getirebildiği sonucuna varmışlardır.

Persson (1989), Toprak arthropod'larının kurak şartlarda nemli durumlara göre azot mineralizasyonu üzerinde daha büyük etkiye sahip bulunduğunu tespit etmişler;

özellikle, mikro floranın önemli ölçüde inaktif olduğu kurak şartlarda net azot mineralleşmesinin sürmesinde rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

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

Doğal vejetasyon topraklarında mineral azot oluşumu üzerine araştırmalar 20. yy ortalarında orman topraklarında başlatılmıştır. Azotun bitkilerde rekabet ve bitki birliklerinin oluşumunda bir etmen olabileceği fikrinin yaygınlaşması ile de hız kazanmışlardır.

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 (1960b,cd), aynı orman topraklarında yıllık mineral azot veriminin 31 kg / ha / yıl⁻¹ olabileceğini rapor etmiştir. Ayrıca inkübasyon yöntemiyle bulduğu mineral azot değerleri ile ladin ve çam ağaçlarının iğne yapraklarının azot içeriği arasında yakın ilişki olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı mineral azot oluşumu ile toprak C/N oranı arasında ilişkiyi araştırmış ve sonunda C/N oranıyla ters bir ilişki tespit etmiştir.

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

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

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

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.

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

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.

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

Gerlach (1973), inkübasyon yönteminin ekolojik araştırmalar için güvenilirliğini araştırmış; bu yöntemin örneklerin depolanması boyunca su içeriğinin değişmediğini ve canlı köklerin rhizosferinden uzak tutulmasını sağlayarak doğal koşullardaki toprak bünyesinin yıkımını ve dönüşümleri önemli şekilde açıkladığı sonucuna varmıştır. Aynı çalışmayla soğuk toprak materyalinin ısınmasının mineral azot konsantrasyonunda yoğun 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 kg / ha / yıl⁻¹ olarak saptamıştır.

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

Runge (1978), Orta Avrupa'nın otlak alanlarında yaptığı araştırmada yıllık mineral azot verimini 64 kg / ha / yıl⁻¹ olarak bulmuştur.

Rehder ve Schäffer (1978), Avustralya Alp'lerinin silisli kayaları üzerindeki asidik topraklarda yer alan beş ağaçsız bitki birliğinin besin ilişkilerini araştırmışlardır; birliklerin toprak üstü canlı madde verimliliğini 900-2500 kg / ha / yıl⁻¹ bu kısımların içeriği azotun yıllık artışını ise 16-25 kg / ha / yıl⁻¹ ve mineral azot verimini 0.48-1.23 kg / ha / yıl⁻¹ arasında hesaplamışlardır. Elde ettikleri mineral azot verimi değerinin

Kuzey Alp'lerin çayır bitkilerine göre çok düşük bulmuşlar ve bitki birliklerinde bitkisel madde verimliliğinin artan yükseklik ile azaldığını belirlemişlerdir.

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

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

Vaung ve ark. (1986), Kuzey Kaliforniya'nın bazı tek yıllık vejetasyon topraklarında alınabilir besinlerin mevsimsel değişimini araştırmışlardır. Tüm alanlardaki inorganik azot birikiminin kış ve ilkbahar boyunca en yüksek, yazın ise en düşük olarak gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Akdeniz tipi ekosistemlerde mineral azot oluşumunun toprak nemine daha duyarlı olduğunu vurgulayan araştırmacılar; toprak nemi ile mineralleşme arasında sıcaklığa göre önemli derecede yüksek ilişki ($r = 0,494$) olduğunu bildirmişlerdir.

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

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

Amerika'nın Colorado Front Range bölgesinin alpin tundra topluluklarından *Kobresia*, *Acomastylis* ve *Carex* nemli çayır alanların toprağında yıllık mineral azot verimini $10-12 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$ arasında hesaplanmış ve net nitrifikasyonun net azot mineralleşme içindeki oranının *Carex* nemli çayır topluluğunda % 10'dan daha az, *Kobresia* ve *Acomastylis* nemli çayır topluluklarının topraklarında ise %25-90 arasında

değiştirdiği; yıllık net mineralleşme oranları arasında topluluklar arasında farklılık olmadığı, ancak net nitrifikasyon ve toprak özellikleri bakımından topluluklar arasındaki farklılığın bulunduğu rapor edilmiştir (Fisk ve Schmidt, 1995).

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

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

Bardgett ve ark. (2002), İskoçya'nın yüksek dağlarındaki dağ platosunda (*Carex bigelowii* – *Racomitrium lanuginosum*) toprak mikroorganizmaları ile bitkiler arasındaki azot ayrışmasını mevsime bağlı incelemişlerdir. Araştırmacılar, bitki gelişiminin başladığı Mayıs ayında mikroorganizmalar tarafından havuza bırakılan azotun en düşük seviyede olduğu ve mikrobiyal biyomas tarafından azot salınımının sınırlandırıldığını; bitkilerin bu dönemdeki azot ihtiyacını köklerindeki içsel rezervlerden karşıladığını ileri sürmüşlerdir. Araştırmada, Haziran ayına kadar

mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen mineralleşme ile bitkilerin kullanımları arasında ilişkide anlamlılık saptanmamış, azot mineralleşmesinin en yüksek oranının *Carex*'in en yüksek seviyede biyomasa sahip olduğu ve kökteki azot içeriğinin en yüksek seviyede olduğu Temmuz ayına rast geldiği tespit edilmiştir.

Kuzey Kafkasya'nın alpin ekosistemlerindeki bitki topluluklarında net azot mineralleşmesi, nitrifikasyon, mikrobiyal azot ve ^{15}N 'in doğal bolluk durumları topografik değişime göre araştırılmıştır. Çalışmada topografik değişim durumu (1) rüzgara maruz kalan sırt ve daha dik eğimli alanlardaki düşük verimli alpin liken topluluğu, (2) orta eğimli alanlardaki daha verimli *Festuca varia* otlakalanı (3) daha düşük eğimli alanlardaki çok verimli *Geranium gymnocaulon/Hedusarum caucasicum* nemli çayır ve (4) en düşük eğimli alanlardaki düşük verimli karla örtülü topluluk şeklindedir. Bu çalışma sonuçlarına göre, bu alpin ekosistemlerdeki yıllık net mineral azot verimi $6-19 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$ arasında hesaplanmış; çalışılan alanlar karşılaştırıldığında alınabilir azot, net azot mineralleşmesi ve nitrifikasyonun orta eğimli alanların otlakalan ve nemli çayır alan topraklarında daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (Makarow ve ark., 2003).

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

2.2. Serpantin Alanların Toprak Özellikleri ve Vejetasyonu

Serpantin (Ultramorfik) kayalar dünya yüzeyinin %1'den daha az kısmını kaplarlar. Serpantin topraklı habitatlar dünya genelinde yamalar şeklinde yayılmış gösterir. Serpantin oluşumun edafik faktörleri kimyasal, fiziksel ve biyotik bileşenleri kapsayacak şekilde çok yönlüdür (Brooks, 1987; Brady ve ark., 2005). Whittaker (1954), serpantin alanların üç temel özelliğini (1) düşük bitki üretimi, (2) yüksek endemizm oranı ve (3) komşu bölgelerdeki vejetasyon tiplerinden farklı oluşu şeklinde açıklamıştır. Serpantin alan göstermiş olduğu olumsuz özelliklere sahip olduğu yüksek ağır metal içeriğinden (Krom, Nikel, Kobalt ve Mangan) ve düşük Ca:Mg oranı ile zayıf azot, fosfor ve potasyumdan kaynaklanmaktadır (Proctor ve Woodell, 1975; Kruckeberg, 1984; Proctor, 1999; Robinson ve ark., 1997). Serpantin toprak

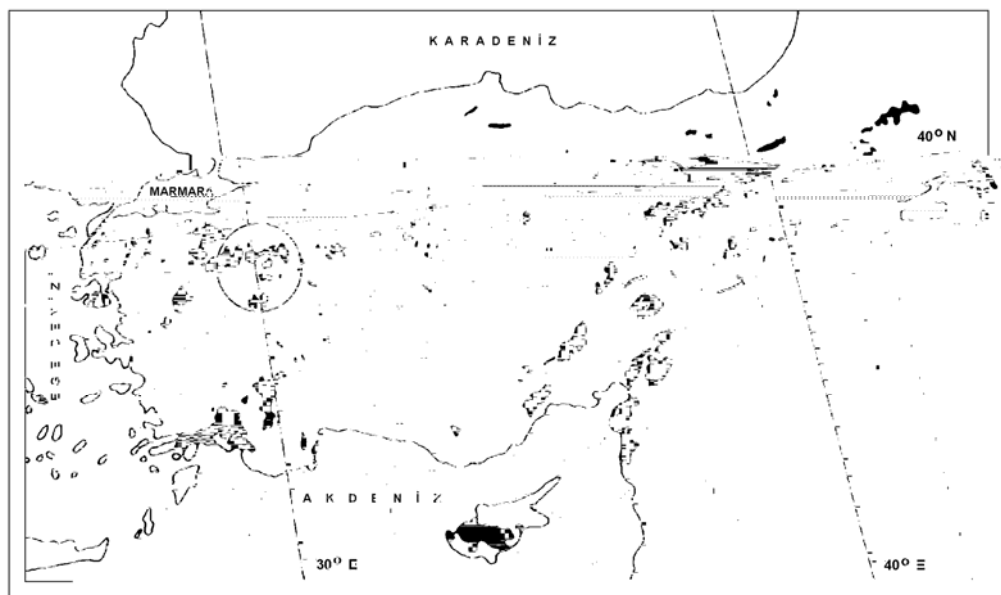
ferromagnesian silikat mineralidir. Yüksek konsantrasyonda alınabilir nikel (Ni), sıklıkla krom ve kobalt bulundurur. Bu ağır metallere nikelin bitki büyümesine olumsuz etkisi iyi bilinmektedir (Kruckeberg, 1984). Organik materyali az ve fiziksel yapısı zayıf olduğundan serpantin topraklar kuraktır (Brooks, 1987). Serpantin üzerinde yaşayan bitkilerin yüksek konsantrasyondaki ağır metallere ve olumsuz edafik faktörlere adaptasyon gerçekleştirmesi gerekmektedir (Kruckeberg, 1984). Serpantin toprakların fiziksel koşulları pek çok bitki türü için uygun olmayan habitatlar sağlamaktadır. Bu özelliklerinden dolayı serpantin alanlarda çok seyrek vejetasyon ve çok fazla farklılık gösteren flora gözlenilmektedir (Baker ve ark. 1992; Batianoff ve Singh 2001). Bitki örtüsünün zayıf oluşu erozyonu şiddetlendirirken toprak sıcaklıklarının da artışına yol açmaktadır. Kum ve kil içeriği genellikle en düşük düzeydedir (Brady ve ark., 2005). Karakteristik serpantin toprak kimyası, sklerofil bitkilerce zengin bodur vejetasyon, düşük tür sayısı ve serpantin endemiklerinin ortaya çıkışında belirleyici özelliğe sahiptir (Krukeberg 1954;1984). Fiziksel koşullardaki olumsuzluktan dolayı toprak nem içeriğinin düşük olması, toprağın kimyasal özelliklerinden kaynaklanan stres kadar, buradaki gelişen bitkiler aynı zaman da kuraklık koşullarına da uyum göstermek zorunda kalmaktadırlar (Proctor ve Woodell, 1975; Brady ve ark., 2005).

Brady ve ark. (2005), serpantin sistemlerin ekolojisinin endemik bitki türlerini yüksek oranda içermesi, serpantin bitkilerin uyumsal morfolojik özellikleri ve serpantin toplulukların farklı yapısı gibi nedenlerden dolayı özel öneme sahip olduklarını bildirmiştir.

Batianoff ve Singh (2001), Doğu Avustralya'nın geniş serpantin bölgesinde yüksek ve alçak alanlar arasında bitki ekolojisi ve endemizm sıklıklarındaki farklılıkları araştırmışlar. Araştırmacılar, yüksek alanlardaki endemik türlerin sayısının düşük alanlara göre daha fazla olduğunu; edafik koşulların bu sistemde tür çeşitliliği ve endemizm düzeylerini kuvvetli olarak etkilediğini bildirmişlerdir.

Serpantin alanlar birinci ve en önemli yerel endemik alanlarıdır. Ülkemizin batı kısmında yer alan serpantin alanlar; Akdeniz bölgesinde çoğu Muğla bölgesinden Hatay bölgesine kadar, Marmara ve iç Ege'nin çakıştığı bölgede, Bilecik, Bursa ve Kütahya bölgeleri ile Ankara ve Erzincan arasında yayılmaktadır (Şekil 2.2). Türkiye'de serpantin alanlarda yayılış gösteren bitkilerin envanteri tamamlanmamış olmakla

birlikte Revees ve ark. (2001), Türkiye florasının 9000'den fazla türü içermesi ve endemizm oranının %25'in üzerinde oluşu, Türkiye'de serpantin oluşumların sıklığı ile başka yerlere göre endemizme katkısının haddinden fazla olması gibi nedenlerden dolayı en azından 100 türün serpantin endemiği olabileceğini var saymışlardır. Araştırmacılar Türkiye'nin batısındaki (Çanakkale, Balıkesir, Ankara, Antalya ve Muğla, İçel, Niğde ve Seyhan, Kütahya yörelerinde) serpantin alanlarda sürdürdükleri serpantin florası ile ilgili çalışma sonunda 8 adet yeni nikel hiperakümülatör tür (*Alyssum murale* subsp *murale* var *haragjanii*, *A. sibiricum*, *A. aff. cassium* (sp nov?), *A. dudleyi*, *Aethionema spicatum*, *Thlaspi perfoliatum*, *Th. cariense* ve *Centaurea ptosimopappoides*) saptamışlardır.



Şekil 2.2. Türkiye'de serpantin alanlar ve araştırma alanımızın yer aldığı bölgenin genel durumu (Revees ve ark., 2001'dan tekrar düzenlenmiştir; Haritada ölçek verilmemiştir)

2. 3. Ağır Metallerin Azot Mineralleşmesi Üzerinde Etkileri

Serpantin ana kayadan gelişen topraklardaki mikroorganizma etkenliği ve topluluk yapısı ile ilgili çeşitli araştırmalar bulunmakla birlikte, bu alanda yapılan araştırmalar nispeten yetersizdir.

Schipper ve Lee (2004), Yeni Zelanda da batı Dome'nin ultramafik topraklarındaki mikrobiyal biyomass ve çeşitliliği üzerinde yaptıkları çalışmalarında yüksek orandaki metal konsantrasyonunun doğrudan olmasa da dolaylı yoldan mikrobiyal biyomass ve çeşitliliğinin azalmasına neden olduğunu; metal konsantrasyonlarının bitki topluluğu ve toprağa karbonun döküntü yoluyla girişinin mikrobiyal toplulukların yapısını dolaylı olarak etkilediğini bildirmişlerdir.

DeGroot ve ark (2005), serpantin ve serpantin olmayan alanlarda mikrobiyomas miktarı ve çeşitliliği üzerinde yaptıkları araştırmada serpantin alanlardaki mikrobiyomas miktarı ve çeşitliliğnde serpantin olmayan alanlara göre azalma tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, kıraç alanların mikrobiyal çeşitlilik ve biyomas miktarı vejetasyonun tekrardan geliştiği alanlara ve serpantin alana göre daha az olduğunu; serpantin olmayan alanla serpantin alan karşılaştırıldığında serpantin olmayan alandaki mikrobiyal biyomas miktarının anlamlı derecede yüksek; serpantin alanlarda ve bozulmuş alanlarda *Actinomyces* oranının normal alanlara göre daha düşük ve biyolojik etkenliğin de yavaş; kıraç alanlarda mikrobiyal biyomas oldukça düşükken mantar biyomasının anlamlı derecede yüksek olduğunu saptanmıştır. Araştırmanın sonunda, kıraç alanlarla serpantin ve tekrar vejetasyonun geliştiği alanların farklı mikrobiyal kompozisyon gösterdiği; tekrar vejetasyonun geliştiği alanlardaki mikrobiyal biyomas miktarının serpantin alanlarla kıraç alanlar arasında yer aldığı sonucuna varmışlardır.

Amir ve Pineau (1998), mikrobiyal ile fungal biyomas ve topluluk yapısının serpantin ve serpantin olmayan ana kayadan gelişen topraklar arasında farklılık olduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar, özelleşmiş mikroorganizma gruplarının serpantin topraklardaki metal konsantrasyonlarına tolerans gösterdiğini; serpantin topraklardan izole ettikleri fungus ve bakterilerin serpantin olmayan topraklardan izole edilenlere nazaran yüksek Ni konsantrasyonlarında geliştiklerini bildirmişlerdir.

Ağır metal kirliliğinin azot mineralleşmesi üzerindeki etkileri daha ziyade ağır metalce kirlenmiş atık alanları, maden alanları ya da laboratuvar koşullarında doğrudan belirli metalleri toprağa uygulayarak araştırılmıştır.

Mateos ve ark. (2000), ağır metal kirlenmesine uğramış Akdeniz topraklardaki organik madde mineralizasyonu, mikrobiyal biyomas ve mikrobiyal toplulukların değişimi üzerinde yaptıkları araştırmada, metal kirlenmesinden sonra toprakta fungal

biyomasın bakteri biyomasına göre daha fazla olduğunu saptamışlardır. Bu durumu açıklayabilmek için iki hipotez geliştirmişler;

- 1) Kirlenmeden sonra mantarlar bakterilere göre daha fazla rekabetçi olmakta, üretilen besini alabilme yeteneğinde, oluşan yeni ortama uyum sağlama ya da tolerans gösterme gibi mekanizmalarda başarısızlıkları sonucunda bakteriler ortamdaki kaybolmaktadır.
- 2) Ağır metal kirlenmesi bakterileri mantarlara göre daha fazla öldürmektedir. Belirli bir yeri işgal etme önceliği bakterilerde olmasına rağmen mantarların kirliliğe karşı bakterilere göre daha az hassas oldukları kabul edilmektedir (Doelman, 1985; Fritze 1991; Hiroki 1992).

Metal toksisitesi toprağın fizikokimyasal yapısına ve mikrobiyal topluluklarına bağlı olduğundan (Doelman ve Haanstra, 1986; Collins ve Stotzky, 1989), bu hipotezlerin birisinin kural haline getirilmesi mümkün görülmemekte ve iki hipotezde savunulmaktadır. Sonuçta araştırmacılar toprakta bulunan ağır metal miktarı ile net azot verimliliği arasında negatif bir korelasyonu tespit etmişlerdir (Mateos ve ark., 2000).

Maden işleme alanlarında biriken ağır metallerin toprak mikroorganizmaları ve toprak faunasını engellemesi nedeniyle bu bölgelerde organik materyal yüzeyde kalın bir tabaka olarak birikmektedir (Tyler, 1975; Freedman ve Hutchinson, 1980).

Farklı jeolojik özellikte (sediment ve ultrabazik) ve farklı yükseltilerden alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan çalışmaya göre; farklı yüksekliklerden alınan ultrabazik ve sediment örnekleri benzer şartlarda inkübe edildiklerinde azot mineralleşme potansiyeli sediment numuneler benzer, ultrabazik numuneler farklılık oluşturmaktadırlar. Ancak aynı yükseklikten alınan numuneler farklı yüksekliklerde inkübe edildiklerinde sediment alan numunelerinin azot mineralleşme potansiyeli farklılık göstermektedir ancak ultrabazik numunelerde farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Sediment alan numunelerinde net azot mineralleşmesi üzerinde en güçlü etki sıcaklıktan kaynaklanmaktadır. Ancak ultrabazik numunelerde mineralleşme potansiyeli üzerindeki güçlü etki, toprağın sahip olduklarının kalitesinden kaynaklanmaktadır (Kitayama ve ark, 1998)

Babich ve Stotzky (1985) metal kirlenmesine uğramış mikroorganizmaların ekolojik iyileşme süreci isimli derlemelerinde nitrifikasyonun ve denitrifikasyonun ağır metallere karşı hassasiyetinin $Cd > Zn > Cu > Pb$ şeklinde olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kostov ve Cleemput (2001), nötr ve asidik karakterli topraklara değişen miktarlarda (0-3.000 mg Cu kg⁻¹ toprak) bakır uygulaması yaparak topraktaki

mineralleşmenin değişimini incelemiştir. Araştırmacılar, her bir uygulamada nitrifikasyonda %5 ile %97 oranında azalma meydana geldiğini, azot mineralleşmesindeki azalma oranının %8 ile % 65 arasında değiştiğini saptamışlar; bakır toksisitesinin nitrifikasyon ve azot mineralleşmesi için tehlikeli boyutta olduğu ve nitrifikasyonun bakır toksisitesine karşı aminifikasyona göre daha fazla duyarlılık gösterdiği sonucuna varmışlardır. Amonifikasyonun daha az duyarlılık göstermesini ise, amonyum formunun oluşumu sırasında ihtiyaç duyulan organik azotun çok değişik mikroorganizma gruplarının faaliyetleri ile protein, aminoasit ve amidlerden sağlanmasına dayandırmışlardır.

Arslan ve ark. (2005), Etibank Uludağ Wolfram maden işletmesi çevresindeki atık alanların toprağında azot mineralleşmesini laboratuvar koşullarında (20 °C ve 60 %MSK) araştırmışlardır. Araştırmacılar, organik azotun mineralleşmesi ve net veriminin maden atık alanından uzaklaştıkça arttığını, nitrifikasyon ile toprakların element içerikleri (Fe, Zn, Mn, Mg) arasında anlamlı negatif korelasyon saptamışlar ve maden atıklarının özellikle nitrifikasyon üzerinde olumsuz etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Aka ve Darıcı (2004), kurşunun mikrobiyal aktivite üzerindeki etkisini araştırma için Osmaniye bölgesinde *Raphanus sativus* L. var. *radicula* (Brassicaceae) türünün yayılış gösterdiği alanlardaki topraklara farklı konsantrasyonlarda kurşun uygulayarak C ve N mineralleşmesini çalışmışlardır. Araştırmacılar, topraklara 50 ve 100 mg Pb kg⁻¹ ilavesinin 30 günlük inkübasyon sonunda mikrobiyal aktivite üzerinde toksik etki oluşturduğunu ifade etmişlerdir.

Buna karşın, Bogomolov ve ark., (1996) metal kirliliğine karşı azotun daha yüksek mineralleşme oranı ve ölü mikroorganizma hücrelerinden azotun daha fazla serbest bırakıldığını; Westermann ve Tucker (1974) bu sonuçları destekleyen şekilde mineral azotum mikroorganizmalarca bağlanmasının düşmesi nedeniyle ağır metal kirliliğinin azot mineralleşmesini arttırdığını rapor etmişlerdir.

Bååth (1989) toprak mikrobiyal süreçler ve populasyonlar üzerinde ağır metallerin etkisi başlığı altında yayınladığı derlemede; bazı topraklarda mineralleşmenin artmış (Bogomolov ve ark., 1996) buna karşın bazılarında ise azalmış (Liang ve Tabatabai, 1977; Dar ve Mishra, 1994) olmasının, ağır metallerin azot mineralleşmesi üzerindeki etkilerinin yoğun olarak kirlenmiş topraklarda çelişkili sonuçlar şeklinde ortaya çıktığını bildirmiştir.

Chang ve Broadbent (1982) ise bu uyuşmayan sonuçların serbest bırakılan ve mikro organizmalarca özümlenen azotun dengesindeki farklılıklarla açıklanabileceğini rapor etmiştir.

Ayrıca, metaller organik materyale bağlanarak mineralleşme doğrudan engellenebilmektedir (Hattori, 1996; Post ve Beeby, 1996)

Giller ve ark. (1998), metal kirliliğinin toprak mikroorganizma topluluğu içinde duyarlı mikroorganizmalardan daha az duyarlılara doğru bir değişime de sebep olduğunu bildirmişlerdir.

3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL DURUMU

3.1. Coğrafi Konumu

Murat Dağı, Ege bölgesinin iç kesimlerinde Uşak ilinin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Kumalar (Sandıklı dağları), Ahır, Murat dağı, Şaphane dağı, Eğrigöz dağı ve Akdağın bulunduğu güneydoğu – kuzeydoğu yönünde uzanan bir dağ silsilesinin en yüksek zirvesini bulundurur (Şekil 3.1). Yaklaşık 20 km²'lik alana yayılmış dağın kuzey bölümündeki Murat çayı vadisinden (900 m) yaklaşık 2000 m'ye dik şekilde, güney yamaçlarından aşamalı olarak zirveye ulaşılır. Yaklaşık 500 km² lik alan yayılmış olan dağın güney yamaçlarından kademeli olarak zirveye ulaşılır. Murat Dağının en yüksek zirveleri arasında Kartal Tepesi (2309 m), Elmalı (2288 m), Öküz kaya (2213 m) Çatmalimezar (1990 m) Karakötek (1986 m) Kazıkbatmaz (1857 m) ve Kesiksöğüt (1737 m) sayılabilir. Dağda iki küçük göl bulunur. Hamamlar bölgesinin üzerindeki Gölyeri (1750 m) yazları kuruyan bir sirk gölüdür ve Kesiksöğüt'ün yukarısındaki Kuzugöl (1900) ise buzul gölüdür. Dağın 1450-1800 m arasındaki yamaçlarında yaygın otlama yapılan yaylalar bulunur. Bunlardan İkişce, Söbealan ve Sarıçiçek yaylaları kuzeybatı, Sığırkuyruğu Yaylası kuzey, Kesiksöğüt Yaylası kuzeydoğu ve Çukuroluk Yaylası ise güney yamaçlarda yer alır (Çırpıcı 1985;1989).



Şekil 3.1. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki alanı arasında yer alan Murat Dağı'nın konumu (Çırpıcı, 2005).

3.2. Jeolojik Yapısı

Murat dağı, İzmir-Ankara kuşağı olarak bilinen Çeşme- Kuşadası'ndan başlayarak İzmir, Kemalpaşa ve Kütahya üzerinden orta Anadolu'ya sokulan olifolitli kuşak içerisinde yer almaktadır. Sahada granit sokulumları meydana gelmiş ve kontakt metamorfozlara sebep olmuştur. Murat dağı'nın birçok bölgesinde ultramafitlerin oluşumu hakkında farklı fikirler bulunmasının yanında geniş kabul gören görüşe göre; Miyosende var olan nemli sıcak dönemdeki paleoklimatik şartların etkisi ile Murat dağı'nda yaygın görülen ultramafitler oluşmuştur (Aytaç, 2003). Jeolojik yerleşim durumuna göre büyük bir kesiminde neojen yaşlı, altta genellikle kumlu kireçtaşı, üstte pembe ve gri-beyaz renkli silisifiye kireçtaşları yer alır. Silisli kayalardan genellikle altta beyaz renkli tuf, üstte aglomera ve andezit tipi lavlar gözüktür. Araştırma alanımız olan Murat Dağı'nın kuzey, kuzeydoğu ve güneybatı çevresinde peridotit, piroksenit, hazburgit ve peridotidin değişmesinden oluşan serpantin yer alır. Ayrıca granit, granodiorit, kuvarşlı diorit gibi volkanik kayalarla mermer, gnays gibi metamorfik kayalar da yer alır (Sancar, 1980).

Çalışma alanımızın hemen yanında bulunan Kuzu gölü (1925m) eliptik şekilli glaysal menşeli bir göldür. Kartal tepenin doğusunda yer alan kuzu gölü buzul dönemde oluşmuş üç kademededen oluşan sirk çanaklarının en altında yer almaktadır. Sirk çanaklarının altındaki moren depolarından su kaynakları sızmaktadır. Gölün üst kısmında bulunan vadi glaysal tekne vadi görünümündedir (Aytaç, 2003).

3.3. Araştırma Bölgesi İklimi

3.3.1. Genel İklim Durumu

Ege ile İç Anadolu bölgeleri arasında bir geçit oluşturan bölgede Ege bölgesinin Akdeniz iklimi ile İç Anadolu'nun karasal iklim özellikleri bir arada görülür. Bölgede yazlar Ege'ye göre daha sıcak ve kurak, kışlarsa İç Anadolu'ya göre daha ılıktır. Bölge en çok kış aylarında yağış alır. Yağışlar yönünden en fakir aylar ise yaz aylarıdır.

3.3.1.1. Rasat İstasyonları ve Genel özellikleri

Araştırma alanı içinde yer alan Murat Dağı'nın iklim değerlendirmesini yapmak için bu bölgeye en yakın Kütahya ilinin Gediz ilçesi ve Uşak ili meteoroloji istasyonlarına ait veriler kullanılmıştır. Bu istasyonlardan Uşak 919 m, Gediz 736 m.

yüksekliktedir. Çalışma alanının yüksekliği ortalama 1950m dir. Çizelge 3.1’ de bu alana ait meteoroloji istasyonlarının bazı özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışma alanı yakınındaki Gediz ve Uşak meteoroloji istasyonlarının coğrafik konumu ve bazı özellikleri(T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

İstasyon	Rakım (m)	Rasat başlangıcı	Enlem		Yapılan Rasatlar
			Enlem	Boylam	
Uşak (merkez)	919	1929	38 ° 41’	29 ° 24’	Sıcaklık ve Yağış
Gediz (Kütahya)	736	1971	39 ° 03’	29 ° 24’	Sıcaklık ve Yağış

3.3.2. Yağış

Araştırma bölgesinin çevresindeki meteoroloji istasyonlarının rasat sonuçlarına göre yıllık toplam yağış miktarı Uşak’da 535.7 mm, Gediz’de 568.7 mm’dir. En fazla yağış Aralık ve Ocak aylarında görülmektedir. En az yağış ise Uşak’da Temmuz-Ağustos aylarında, Gediz’de ise Temmuz-Ağustos ve Eylül aylarında görülmektedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarının aylık ve yıllık ortalama toplam yağış miktarı (mm) (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

İstasyon Adı	Rakım (m)	Rasat Yılı	A Y L A R												Yıllık
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Uşak	919	31	71.7	64.7	59.7	47.0	49.6	24.2	15.5	10.1	16.7	36.9	57.4	82.2	535.7
Gediz	736	31	71.0	64.3	59.2	59.0	42.0	26.1	18.4	11.2	18.6	45.7	66.6	86.6	568.7

Bu verilerden de anlaşılacağı gibi yağış yaz aylarında azalmakta, kış ve ilkbahar aylarında ise artmaktadır. Her iki istasyondaki yağış rejimi Kış (K), İlkbahar (I),

Sonbahar (S), Yaz (Y) şeklinde olup, Doğu Akdeniz yağış rejiminin 1. tipine girmektedir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Uşak ve Gediz merkezlerinin yağış rejimi ve yağışın mevsimlere göre dağılımı

İstasyon Adı	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış		Yıllık Ortalama	Yağış Rejimi
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
Uşak	156.3	29.1	49.8	9.2	111.0	20.7	218.6	40.8	535.7	K.I.S.Y
Gediz	160.2	28.1	55.7	9.7	130.9	23.0	221.9	39.0	568.7	K.I.S.Y

K.I.S.Y: Kış, İlkbahar, Sonbahar, Yaz; Doğu Akdeniz Yağış Rejimi 1. Tip

Yağışların yükseklikle doğru orantılı olarak arttığı bilinmektedir. Üzerinde meteoroloji istasyonu bulunmayan Murat Dağı'nın aylık ve yıllık yağış ortalamalarının tahmini olarak hesaplanabilmesi için Schreiber formülü (Akman 1990) ve bu formül için Murat Dağı'na en yakın Gediz meteoroloji istasyonunun verileri kullanılmıştır.

Schreiber aylık yağış formülü; $Ph = Po + 54 \times h / 12$

Schreiber yıllık yağış formülü: $Ph = Po + 54 \times h$

Burada;

- *Ph*: Yüksekliği bilinen bir bölgenin bulunacak yıllık ortalama yağış miktarı (mm.)
- *Po*: Yüksekliği bilinen ve yağış rasatı yapılan bir istasyonun yıllık ortalama yağış miktarı (mm.)
- *54*: Her 100 m. yükseldikçe yağışın 54 mm. arttığını gösteren katsayı
- *h*: Yüksekliği bilinen istasyon ile yağış miktarı hesaplanacak dağın yükseklik farkının hektometre cinsinden değeri.

Çalışma alanımızın rakımı 1950 m'dir. Verilerini kullandığımız Gediz meteoroloji istasyonunun rakımı ise 736 m'dir. Bu iki yüksekliğin farkı 15.64 hektometredir. Schreiber formülü uygulandığında çalışma alanımızdaki yıllık yağış

miktarı $Ph=1413.2$ mm olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama yağış miktarı da Schreiber formülünün aylık yağış miktarı formülünden hesaplanarak Çizelge 3.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Gediz istasyonu ve Murat Dağı’nın 1950 m rakımına ait enterpolasyonla elde edilmiş aylık ve yıllık ortalama toplam yağış miktarları (mm)

İstasyon Adı	Rakım (m)	A Y L A R												Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Gediz	736	71.0	64.3	59.2	59.0	42.0	26.1	18.4	11.2	18.6	45.7	66.6	86.6	568.7
Murat Dağı	1950	141.3	134.6	129.5	129.3	112.3	96.4	88.7	81.5	88.9	116.0	136.9	156.9	1413.2

3.3.3. Sıcaklık

Araştırma alanı çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının sıcaklık ile ilgili verileri Çizelge 3.5’de verilmiştir. Bu verilere göre yıllık ortalama sıcaklık Uşak’ da 12.3 °C, Gediz’de 12.4 °C’dir. Ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu aylar Temmuz-Ağustos, en düşük olduğu aylar ise Ocak-Şubat aylarıdır.

Çizelge 3.5. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık hava sıcaklık ortalamaları (°C). (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

İstasyon Adı	Rakım (m)	Rasat Yılı	A Y L A R												Yıllık
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Uşak	919	31	2.1	2.8	5.7	10.7	15.6	20.0	23.3	23.3	18.8	13.2	7.9	4.0	12.3
Gediz	736	31	2.1	3.1	6.3	11.0	15.8	20.3	23.5	23.2	18.8	13.1	7.2	3.8	12.4

Ortalama düşük sıcaklık değerlerinin yıllık ortalaması Uşak’da 6.4 °C, Gediz’de 5.5 °C’dir. Ortalama düşük sıcaklığın en düşük olduğu aylar istasyonlara göre Uşak için Ocak, Gediz için Aralık ayıdır (Çizelge 3.6)

Çizelge 3.6. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık ortalama düşük sıcaklıklar (°C). (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

İstasyon Adı	Rakım (m)	Rasat Yılı	A Y L A R												Yıllık
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Uşak	919	31	-1.5	-1.0	0.8	4.8	8.9	12.0	14.7	14.9	11.3	7.4	3.6	0.5	6.4
Gediz	736	31	-2.5	-1.9	0.1	3.9	7.7	11.1	14.8	14.8	10.4	6.4	1.8	-0.5	5.5

Ortalama yüksek sıcaklık değerlerinin yıllık ortalaması Uşak istasyonunda 18.3 °C, Gediz istasyonunda 19.6 °C'dir. Ortalama yüksek sıcaklık değerlendirmesinde en sıcak ay Ağustos ayıdır. Bu sıcaklıklar Uşak'da 30.4 °C, Gediz'de ise 31.5 °C'dir (Çizelge 3.7)

Çizelge 3.7. Çalışma alanı yakınındaki Uşak ve Gediz meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık ortalama yüksek sıcaklıklar (°C). (T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).

İstasyon Adı	Rakım (m)	Rasat Yılı	A Y L A R												Yıllık
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Uşak	919	31	6.6	7.8	11.4	16.6	21.7	26.3	30.0	30.4	26.2	20.3	14.0	8.7	18.3
Gediz	736	31	7.7	9.1	13.2	17.9	23.2	27.9	31.4	31.5	27.7	21.4	14.4	9.2	19.6

Meteoroloji istasyonu bulunmayan bir bölgenin aylık ve yıllık sıcaklık değerlerini bulmaya yarayan formül de şu şekildedir (Akman 1990);

$$T_i = T_g - \left(\frac{hxt}{100} \right)$$

Burada; T_i : Yüksekliği bilinen bir bölgenin bulunacak sıcaklığı (°C), T_g : Gerçek sıcaklık (°C), h : Çalışma alanı ile istasyon arasındaki rakım farkı (m), t : Her 100 m

rakımla değişen sıcaklık değeri. Bu değer yıllık sıcaklıklar için 0.5 °C, yazlık sıcaklıklar için 0.6 °C, kışlık sıcaklıklar için de 0.4 °C'dir.

Belirtilen bu formül yardımıyla Murat Dağı'nın en yüksek noktasının aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri hesaplanarak Çizelge 3.8' da belirtilmiştir.

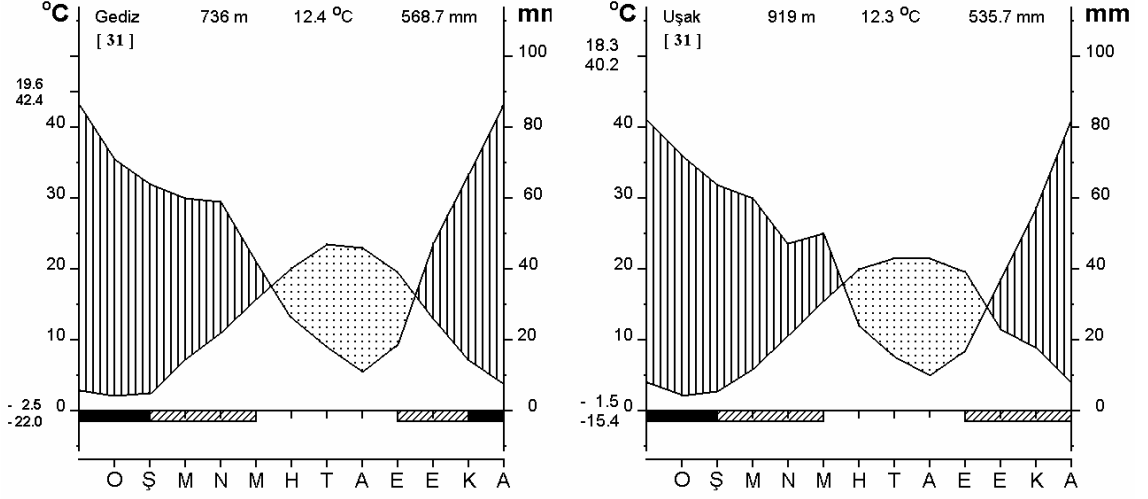
Yağış ve sıcaklık Çizelgeleri incelendiğinde yükseklikle yağışın doğru orantılı olarak arttığı, sıcaklığın ise ters orantılı olarak azaldığı açıkça görülmektedir.

Çizelge 3.8. Gediz istasyonu ve Murat Dağı'nın 1950 m rakımına ait enterpolasyonla elde edilmiş aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C).

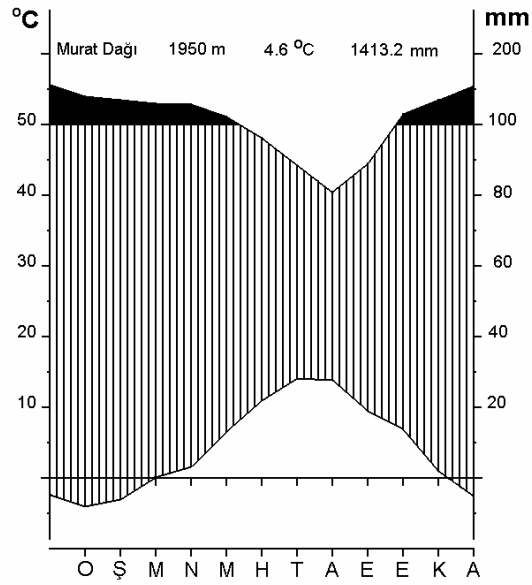
İstasyon Adı	Rakım (m)	A Y L A R												Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Gediz	736	2.1	3.1	6.3	11.0	15.8	20.3	23.5	23.2	18.8	13.1	7.2	3.8	12.4
Murat Dağı	1950	-4.1	-3.1	0.1	1.7	6.5	11.0	14.2	13.9	9.5	6.9	1.0	-2.4	4.6

Çizelge 3.9. Gediz istasyonu ve Murat Dağı'nın 1950 m rakımına ait enterpolasyonla elde edilmiş araştırmanın sürdürüldüğü yıllara ait sıcaklıklar (°C).

İstasyon Adı	Rasat Yılı	A Y L A R												Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Gediz	2002	4.1	3.0	6.7	11.0	16.3	19.9	24.9	24.4	18.3	11.9	6.8	4.3	12.6
Murat Dağı	2002	-2.0	-3.1	0.6	4.9	10.2	13.8	18.8	18.3	12.2	5.9	0.7	-1.8	6.5
Gediz	2002	0.6	2.7	7.2	13.4	16.7	20.7	24.4	26.1	19.6	14.4	6.8	3.3	13.0
Murat Dağı	2003	-5.5	-3.4	1.1	7.3	10.6	14.6	18.3	20	13.5	8.3	0.7	-2.8	6.9



Şekil 3.2. Gediz ve Uşak meteoroloji istasyonlarına ait iklim diyagramları (Walter ve Lieth 1960-1967).



Şekil 3.3. Gediz meteoroloji istasyonunun verileri kullanılarak enterpolasyonla hesaplanmış veriler ile hazırlanmış Murat Dağına ait olası iklim diyagramı (Walter ve Lieth 1960-1967).

3.3.4. Biyoiklim Tipinin Belirlenmesi

Araştırma alanı çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının iklim verilerine çeşitli iklim formülleri uygulandığı zaman, çalışma alanı yarı kurak, kışı soğuk Akdeniz iklim tipinin etkisi altındadır. Akdeniz ikliminin belirlenmesinde en önemli faktör kurak bölgenin tespit edilmesidir. Emberger (1955)'e göre kurak devrenin belirlenmesi şu formüle göre yapılmaktadır (Akman, 1990);

$$S = \frac{PE}{M} \text{ Burada;}$$

PE \Rightarrow Yaz aylarının yağış ortalaması (mm)

M \Rightarrow En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması ($^{\circ}$ C)

“S” değerinin sonucuna göre; $S < 5$ ise istasyon Akdenizlidir, S değeri 5-7 arasında ise sub-Akdeniz, $S > 7$ ise istasyon Akdenizli değildir. Bu formüle göre rasat yapılan meteoroloji istasyonlarının iklim verileri değerlendirildiğinde “S” değeri;

Uşak \Rightarrow 1.6

Gediz \Rightarrow 1.7 olarak hesaplandı.

Emberger (1955)'in ayrıca Akdeniz bölgesi için geliştirdiği formülü ile Akdeniz iklimini çok sayıda biyoiklim katlarına ayırmıştır (Akman, 1990). Veriler santigrat derece ile kullanıldığında şu formül uygulanır;

$$Q = \frac{2000 P}{(M + m + 546.4)(M - m)} \text{ Bu formülde;}$$

Q = Yağış-Sıcaklık emsali

P = Yıllık yağış miktarı (mm)

M = En sıcak ayın maximum sıcaklık ortalaması ($^{\circ}$ C)

m = En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması ($^{\circ}$ C)

Yağış-Sıcaklık emsali (Q) ne kadar büyük ise iklim o kadar nemli, ne kadar küçük ise iklim o derece kuraktır. Q ve P değerine göre Akdeniz iklimi şu biyoiklim katlarına ayrılır;

$Q < 20$;	$P < 300$ mm	:	Çok kurak Akdeniz iklimi
$Q=20-32$;	$P= 300-400$ mm	:	Kurak Akdeniz iklimi
$Q=32-63$;	$P= 400-600$ mm	:	Yarı kurak Akdeniz iklimi
$Q=63-98$;	$P= 600-800$ mm	:	Az yağışlı Akdeniz iklimi
$Q > 98$;	$P > 1000$ mm	:	Yağışlı Akdeniz iklimi

Emberger'in yağış-sıcaklık emsali (Q) ancak "m" ile kullanıldığı zaman tanımlayıcı olmaktadır. "m" donlu evrelerin süresini ifade eder. "m" ne kadar küçük olursa soğuk devre o kadar uzundur.

"m" değerine göre Akdeniz biyoiklim katları (Akman, 1990);

$m, > (-10\text{ }^{\circ}\text{C})$ olduğunda kışı buzlu

$m, (-10\text{ }^{\circ}\text{C})$ ile $(-7\text{ }^{\circ}\text{C})$ civarında ise kışı son derece soğuk

$m, (-7\text{ }^{\circ}\text{C})$ ile $(-3\text{ }^{\circ}\text{C})$ civarında ise kışı çok soğuk

$m, (-3\text{ }^{\circ}\text{C})$ ile $(0\text{ }^{\circ}\text{C})$ civarında ise kışı soğuk

$m, (0\text{ }^{\circ}\text{C})$ ile $(3\text{ }^{\circ}\text{C})$ civarında ise serin Akdeniz biyoiklim alt katlarını belirtir.

Yağış – Sıcaklık emsali (Q) ;

$Q < 2$ ise çok kurak Akdeniz iklimi

$Q = 20-32$ arasında ise kurak Akdeniz iklimi

$Q = 32-63$ arasında ise yarı kurak Akdeniz iklimi

$Q = 63-98$ arasında ise az yağışlı Akdeniz iklimi

$Q > 98$ ise yağışlı Akdeniz biyoiklim katlarını gösterir.

Bu formül araştırma alanında rasat yapılan istasyonların verilerine uygulandığında;

Uşak $\Rightarrow Q=58.3$ $m= -1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Gediz $\Rightarrow Q=58.1$ $m= -2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Bu sonuçlara göre;

Uşak ⇒ Yarı-kurak, soğuk Akdeniz iklimi

Gediz ⇒ Yarı-kurak, soğuk Akdeniz iklimi

Çizelge 3.10. Araştırma alanı yakınındaki rasat yapılan Gediz ve Uşak meteoroloji istasyonlarının Q, P, M, m, PE, PE/ME değeri ve yağış rejimi.

İstasyon Adı	Rakım (m)	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q	PE (mm)	S	İklim Tipi
Uşak	919	535.7	30.4	-1.5	58.3	49.8	1.6	Yarı kurak, kışı soğuk Akdeniz
Gediz	736	568.7	31.5	-2.5	58.1	55.7	1.7	Yarı kurak, kışı soğuk Akdeniz

P = Yıllık yağış miktarı (mm.)

M ⇒ En sıcak ayın maximum sıcaklık ortalaması (°C)

m = En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması (°C)

Q = Yağış-Sıcaklık emsali (Emberger emsali)

S = Kurak devre; S<5 Akdenizli, S 5-7 sub-Akdeniz, S>7 Akdenizli değil

PE ⇒ Yaz aylarının yağış ortalaması (mm)

3.4. Genel Bitki Örtüsü

Murat dağı Ege bölgesinin iç kesiminde yer almakta Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu iklimlerinin etkisi altındadır. Rakım, farklı kayalardan oluşan jeolojik yapı (şist, serpentine ve sert kireç taşı) ve farklı fitocoğrafik bölgelerin kesiştiği bölgede olmasından dolayı, Murat dağı çok sayıda endemik türü içeren florası ve farklılaşmış vejetasyon tiplerini barındırır. Dağın flora ve vejetasyonu ile ilgili en detaylı araştırma

Çırpıcı (1985;1989;2005) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı, dağın genel bitki örtüsünü dört farklı kademeye ayırmıştır. Buna göre:

Birinci kademeyi oluşturan 800-1000 m arası dağın eteklerindeki çeşitli yerleşim yerlerini ve tarım alanlarını kapsamaktadır. Bu kademede pancar, haşhaş, tahıl ve çeşitli sebze yetiştirilmekte olup orman alt kademesi de girmektedir. Kuzeyde Gediz-Murat Dağı yolu üzerinde *Quercus ithaburensis* subsp *macrolepis*, Murat deresinin iki yamacında, dağın kuzeybatı eteğinde 1000 m'ye kadar *Pinus brutia* önemli bir örtü oluşturmaktadır. Güney bölgesinde Banaz-Gürlek yolu üzerinde *Quercus cerris*, *Q. infectoria*, *Tamarix parviflora* ve *Jasminum fruticans* dikkati çeken türlerdir. Bu yüksekliklerde rastlanan diğer önemli türler arasında *Clematis vitedella*, *Capparis ovata*, *Crataegus monogyna*, *Rosa hemisphaerica*, *Euphorbia falcata*, *Myricaria germanica*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* ve *Sambucus nigra*, orman altında ise *Juniperus oxycedrus* subsp *oxycedrus* ve *Cistus laurifolius* sayılabilir.

Ormanlarla kaplı olan 1000-1500 m arasındaki ikinci kademede baskın ağaç türü *Pinus nigra* subsp *pallasiana* olup, bu yapıya 1350 m'den itibaren *Populus tremula*, 1450 m'den sonrada *Fagus orientalis*, *Pinus nigra* ya katılmakta ve Murat deresi boyunca *Salix alba*, *Carpinus betulus*, *Rhus coriaria* önemli türleri olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca *Juniperus excelsa*, *Juniperus foetidissima*, *Taxus baccata*, *Juglans regia*, *Salix cinerrea*, *Coryllus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Sorbus umbellata* var.*cretica*, *Acer hyrcanum* subsp *keckianum*, *Acer campastre* subsp *campestre*, *Tilia rubra* subsp. *caucasica* bu kuşağın önemli bitkileri arasında yer almaktadır. Yine bu kademenin önemli türleri arasında *Juniperus oxycedrus* subsp *oxycedrus*, *Quercus cerris* ve *Cistus laurifolius* sayılabilir. Öte yandan *Silene italica*, *Sedum album*, *Chamaecytisus hirsutus*, *Dorycnium graecum*, *Dorycnium pentaphyllum* subsp. *anatolicum*, *Ononis spinosa*, *Digitalis ferruginea* subsp. *locineatus*, *Muscari latifolium*, *Cephalanthera damasonium*, *Cephalanthera rubra* orman altının sık rastlanan türleridir.

Dağda görülen üçüncü kademe 1500-1900 m arasını kapsamaktadır. Alt kademenin devamı olarak ormanlarla kaplı olup baskın ağaç türü olarak *Pinus nigra* subsp *pallasiana* görülmekte, ancak bu kuşakta *Populus tremula* azalırken *Fagus orientalis* türünün etkisi artmaktadır. *Fagus orientalis* kuzey yamaçlarda Çukurören'in yukarısında, 1600 m'nin üstünde yer yer saf ormanlar oluşturmakta, dağın güneye bakan bölümünde *Juniperus excelsa* ve *Quercus cerris*, *Pinus nigra* ile birlikte 1700

m'ye kadar çıkmaktadır. Orman altında *Cistrus laurifolium* 1800 m'ye kadar tüm yörelerde etkili olarak bulunmaktadır. Bu kuşakta yer alan otsu bitkilerin çoğu bir alt kademedeki bitkilerin şeklinde olup, diğer önemli türler arasında *Silene vulgaris*, *Ranunculus brutius*, *Corydalis rutifolia* subsp. *erdellii*, *Corydalis solida*, *Papaver strictum*, *Turritis laxa*, *Lotus corniculatus*, *Vicia cracca*, *Pyrola chlorantha*, *Cruciata taurica*, *Galium odoratum*, *Veronica chamaedrys* sayılabilir.

Son kademe 1900-2300 m arasında yer almaktadır. Bu alan orman sınırının üzerinde kalan bölgedir ve alpin kuşağı meydana getirmektedir. Bazı yerlerde 2000 m'ye kadar çıkan *Pinus nigra* dışında yüksek ağaçların bulunmadığı bu alanda *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Daphne oleoides* ve birçokları yastık oluşturan çeşitli otsu bitkilerin baskın olduğu görülmektedir. Bu kademe 1800 m'den itibaren *Pinus nigra* ormanı altında görülen *Juniperus communis* subsp. *nana* alpin bölgenin baskın türü haline geçmekte ve geniş bir alanı kaplamaktadır. Yapıya 1800-2000 m arasında *Daphne oleoides* katılmaktadır. Bu kademe bir çoğu dikenli yada dikensiz yastık formunda olan *Dianthus erinaceus* var. *alpinus*, *Alyssum mouradicum*, *Alyssum virgatum*, *Draba brunifolia* subsp. *olympica*, *Erysimum kotschyanum*, *Astragalus angustifolium*, *Onobrychis cornuta*, *Euphorbia kotschyana*, *Heracleum humile*, *Myosotis lithospermifolia*, *Veronica caespitosa* var. *caespitosa*, *Veronica thymoides* subsp. *pseudocinerea*, *Jasione supina*, *Plantago holosteum*, *Muscari bourgaei*, *Muscari neglectum*, *Ornithagalum montanum*, *Festuca ovina* var. *duriscula* türleri görülmektedir. Bunlardan *Festuca ovina* ve *Juniperus communis* zirveye yakın yerlerde birlikler oluşturmaktadır.

Orman kuşağının yer aldığı 1000-1900 m'ler arasında, çeşitli yüksekliklerde yayla adı verilen açık alanlar bulunmaktadır. Bunlar dağın kuzeybatı yamacındaki ikizce yaylası (1450 m) kısa boylu otsu bitkilerin baskın olduğu otlak halindedir. Burada *Ranunculus* ve *Trifolium* türleri *Thlaspi jaubertii*, *Pedicularis comosa*, su kenarlarında *Parnassia palustris* dikkati çeken bitkilerdir. 1450 m'de yer alan Söbealan yaylasında, orman kenarında *Digitalis ferruginea*, açıklıklarda *Verbascum cheiranthifolium* ve *Verbascum phrygium* dominant durumdadır. Sarıçiçek (1800m) yaylasında, *Juniperus communis* taşlık yerlerde *Dianthus erinaceus* var. *alpinus*, *Acantolimon puberulum*, çayırlarda *Nepeta nuda*, *Scrophularia scopoli*, *Verbascum cheiranthifolium* önemli bitkilerdir. 1750 m'deki gölyeri, yazın bataklık haline gelen

bir sirk gölüdür. Kuzeyde Çukurören yukarısındaki Sığırkuyruğu (1600m) yaylasında *Delphinium fissum* subsp. *anatolica*, *Nepeta nuda*, *Verbascum phrygium* ve bazı *Umbelliferae*'ler dominant durumdadır. Dağın kuzeydoğu yamacında yer alan Kesiksöğüt (1600 m) düzlüğünde dikkati çeken bitkiler *Alyssum murale*, *Digitalis ferruginea*, *Verbascum stenostachyum*'dur. Güneyde Gürlek yukarısındaki Çukuroluk yaylasında *Nepeta nuda*, *Scrophularia scopoli*, *Verbascum phrygium* ve *Eremurus spectabilis*'in dikkati çeken bitkilerdir.

3.5. Çalışılan Topluluklara Ait Örneklik Alanların Bitki Örtüsü

Murat Dağı alpin kuşağında seçilen üç farklı bitki topluluğuna ait örneklik alanların tür listeleri ile türlerin örtü ve bolluk dereceleri Çizelge 3.14-3.16'de verilmiştir. Araştırma için belirlenen örneklik alanlar birbirine yakın olup 1900-2000 m arasındadır. Çalışılan alan Kartal tepe'nin hemen kuzey yönünde çanak çeklinde yer alan düzlük olup, Kuzu gölünün yakınında yer almaktadır. Topluluk seçimi yapılırken, farklı formasyonlara ait ve birbirine yakın olmasına dikkat edilmiştir.

Plantago keçe topluluğunun örneklik alanlarındaki örtülülük derecesi % 60-65 arasındadır. Bu keçemsi toplulukta *Plantago holosteum* baskın türdür. Bunu sırasıyla *Thymus preacox*, *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina* var *duriscula*, *Poa bulbosa*, *Minuartia erythrocephala* türleri izlemektedir. *Juniperus* bodur çalı topluluğunda örtülülük derecesi %70-100 arasında olup, *Juniperus communis* var *saxsatilis* egemen türdür. Bu türle beraber *Alyssum virgatum*, *Thymus longicaulis*, *Verbascum cheiranthifolium*, *Galium album*, *Bromus riparius*, *Poa pratense*, *Pilosella hoppeana*, *Nepeta nuda*, *Thlaspi jaubertii*, *Daphne oleoides*, *Minuartia erythrocephala* örneklik alanlarda dikkati çeken türler arasında sayılabilir. Dağın alpin kuşağında aotlakalan topluluklarından birini oluşturan *Alyssum* topluluğunda *Alyssum virgatum* türü alanlarda egemen durumdadır ve örneklik alanlarda örtü derecesi %60-80 arasında değişmektedir. Bu topluluk içinde yapıya katılan türler arasında önemli olanlar *Verbascum cheiranthifolium*, *Nepeta nuda*, *Thymus longicaulis*, *Petrorhagia alpina*, *Alopecurus vaginatus*, *Petrorhagia spec.*, *Euphorbia kotschyana*, *Sedum pallidum*, *Poa pratense*, *Thymus preacox* sayılabilir.

Çizelge 3.11. *Plantago* topluluğuna ait örneklik alanların tür listesi ile örtü ve bolluk dereceleri (örtü ve bolluk dereceleri Braun-Blanquet 1964'e göre; tür adları Davis 1968-1985'e göre verilmiştir).

Örnek alan numarası	I	II	III
Eğim	8°	4°	4°
Bakı	EE	EE	NE
Örnek alan büyüklüğü (m ²)	4x6	4x6	4x6
Rakım (m)	1960	1980	2000
Vejetasyon örtü derecesi (%)	60	75	60
Vejetasyon örtü yüksekliği (cm)	3 (-10)	3 (-20)	3 (-40)
<i>Plantago holosteum</i>	3	3	3
<i>Thymus preacox</i>	2	3	2
<i>Dactylis glomerata</i>	2	2	2
<i>Festuca ovina var duriscula</i>	1	1	2
<i>Poa bulbosa</i>	2	2	1
<i>Minuartia erythrocephala</i>	2	2	+
<i>Pilosella hoppeana</i>	+	.	2
<i>Verbascum cheiranthifolium</i>	.	+	2
<i>Luzula spicata</i>	.	1	1
<i>Hypericum confertum</i>	1	+	+
<i>Daphne oleoides</i>	+	+	1
<i>Acantholimon puberulum</i>	+	+	+
<i>Euphorbia kotschyana</i>	+	+	+
<i>Helychrisum plicatus</i>	1	1	1
<i>Astragalus wiedemannianus</i>	1	1	+
<i>Alyssum virgatum</i>	1	+	+
<i>Ranunculus dissectus</i>	+	1	+
<i>Muscari bourgaei</i>	.	1	+
<i>Helychrisum plicatus</i>	.	.	1
<i>Veronica thymoides</i>	+	+	+
<i>Herniaria olympica</i>	+	+	+
<i>Chamaecytisus pygmaeus</i>	+	+	+
<i>Juniperus communis var saxatilis</i>	+	+	.
<i>Thymus longicaulis</i>	+	.	.
<i>Rumex asetocella</i>	+	.	.
<i>Galium album</i>	+	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	+
<i>Fritilaria pinardii</i>	.	+	.
<i>Petrorhagia alpina</i>	.	+	.
<i>Geum coccineum</i>	.	.	+
<i>Sedum album</i>	.	+	.
<i>Berberis spec.</i>	+	.	.
<i>Sagina procumbens</i>	.	+	.

Çizelge 3.12. *Juniperus* topluluğuna ait örneklik alanların tür listesi ile örtü ve bolluk dereceleri (örtü ve bolluk dereceleri Braun-Blanquet 1964'e göre; tür adları Davis 1968-1985'e göre verilmiştir).

Örnek alan numarası	I	II	III
Eğim	0°	4°	10°
Bakı	-	SS	EE
Örnek alan büyüklüğü	4x6	4x6	4x6
Rakım (m)	2000	2000	1990
Vejetasyon örtü derecesi (%)	75	100	70
Vejetasyon örtü yüksekliği (cm)	10 (-50)	30 (-90)	30 (-70)
<i>Juniperus communis</i> var <i>saxatilis</i>	4	5	3
<i>Alyssum virgatum</i>	3	1	2
<i>Thymus longicaulis</i>	3	1	+
<i>Verbascum cheiranthifolium</i>	2	+	2
<i>Galium album</i>	1	2	+
<i>Bromus riparius</i>	1	+	2
<i>Poa pratense</i>	1	1	1
<i>Pilosella hoppeana</i>	1	+	+
<i>Nepeta nuda</i>	1	2	.
<i>Thlaspi jaubertii</i>	1	2	.
<i>Daphne oleoides</i>	+	.	1
<i>Minuartia erythrocephala</i>	2	.	1
<i>Euphorbia kotschyana</i>	+	.	1
<i>Acantholimon pubelurum</i>	+	.	1
<i>Sedum album</i>	.	.	1
<i>Crepis smyrnaea</i>	.	.	1
<i>Luzula spicata</i>	+	.	1
<i>Fritilaria pinardii</i>	+	.	+
<i>Thymus preacox</i>	+	.	+
<i>Helychrisum plicatus</i>	.	+	+
<i>Arabis caucasica</i>	.	+	+
<i>Myosotis alpestris</i>	+	.	+
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	.	.	+
<i>Centaurea drabifolia</i> subsp <i>drabifolia</i>	+	.	.
<i>Poa bulbosa</i>	.	.	+
<i>Stachys germanica</i>	.	.	+
<i>Hypericum confertum</i>	+	.	+
<i>Festuca ovina</i> var <i>duriscula</i>	+	.	.
<i>Leotodon crispus</i>	+	.	.
<i>Berberis spec.</i>	.	+	.

Çizelge 3.13. *Alyssum* topluluğuna ait örneklik alanların tür listesi ile örtü ve bolluk dereceleri (örtü ve bolluk dereceleri Braun-Blanquet 1964'e göre; tür adları Davis 1968-1985'e göre verilmiştir).

Örnek alan numarası	I	II	III
Eğim	2°	2°	10°
Bakı	WW	NN	SS
Örnek alan büyüklüğü	4x6	4x6	4x6
Rakım (m)	2000	2000	2000
Vejetasyon örtü derecesi (%)	80	80	60
Vejetasyon örtü yüksekliği (cm)	5 (-30)	3 (-30)	3 (-30)
<i>Alyssum virgatum</i>	4	4	3
<i>Verbascum cheiranthifolium</i>	3	3	1
<i>Nepeta nuda</i>	3	2	1
<i>Thymus longicaulis</i>	2	2	1
<i>Petrorhagia alpina</i>	+	2	2
<i>Alepecurus vaginatus</i>	1	2	1
<i>Petrorhagia spec.</i>	.	2	1
<i>Euphorbia kotschyana</i>	1	+	+
<i>Sedum pallidum</i>	+	+	1
<i>Poa pratense</i>	+	2	.
<i>Thymus preacox</i>	+	.	2
<i>Helychrisum plicatus</i>	.	+	1
<i>Myosotis alpestris</i>	+	+	+
<i>Poa bulbosa</i>	+	+	.
<i>Dactylis glomerata</i>	1	.	.
<i>Astragalus wiedemannianus</i>	+	.	1
<i>Minuartia erythrocephala</i>	.	+	.
<i>Acantholimon pubelurum</i>	+	.	2
<i>Festuca ovina</i>	.	.	1
<i>Galium album</i>	+	+	+
<i>Hypericum confertum</i>	+	.	+
<i>Daphne oleoides</i>	.	.	+
<i>Euphorbia kotschyana</i>	+	.	+
<i>Stachys germanica</i>	+	.	.
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	+	.	+
<i>Juniperus communis</i> var <i>saxatilis</i>	.	.	+
<i>Lotus corniculatus</i>	.	+	.
<i>Ranunculus dissectus</i>	.	+	+
<i>Fritilaria pinardii</i>	.	+	.
<i>Ornithogalum montanum</i>	.	.	+
<i>Herniaria olympica</i>	.	+	+
<i>Thlaspi jaubertii</i>	+	.	.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Araştırma materyali Murat dağı alpin ve subalpin bölgesinde ana materyali serpentine olan alanlardaki *Plantago holosteum*, *Alyssum virgatum* ve *Juniperus communis var saxatilis* bitki topluluklarının toprakları oluşturmaktadır. Azot mineralleşmesi çalışmaları için toprak numuneleri alandan 29.10.2002-02.06.2003 arasında kış boyunca karla örtülü olduğundan 185 gün aralıkla, vejetasyon periyodu olan 02.06.2003 ile 01.11.2003 tarihleri arasında yaklaşık 6'şar haftalık (02.06.2003-03.07.2003 arasında 31 gün, 03.07.2003-08.08.2003 arasında 38 gün, 08.08.2003-20.09.2003 arasında 43 gün, 20.09.2003-01.11.2003 arasında 42 gün) aralıklarla alındı.

4. 2.Yöntem

4. 2. 1. Örneklik Alanların Belirlenmesi

Örnek alanlara temel oluşturmak üzere 2001 yılı Eylül ayı ile 2002 yılı Temmuz ayında bölgenin genel bitki örtüsünün durumu hakkında bir ön çalışma yapılarak bitki toplulukları belirlendi. Bu çalışmaların sonuçlarına bakılarak bölgede yayılış gösteren *Plantago holosteum*, *Alyssum virgatum* ve *Juniperus communis subsp alpina* bitki topluluklarından araştırma alanları belirlendi. Murat dağı alpin kuşağın (1980-2000 m) farklı yerinden bu bitki topluluklarının her birisine 3 örneklik alan seçildi.

Alan belirlenmesinde her bir topluluk için örtülülük derecesinin farklı olmasına dikkat edildi. Alanlardaki türlerin örtü ve bolluk dereceleri Braun-Blanquet (1964)'e göre belirlendi. Çalışmada adı geçen taksonlar Davis (1965-1985)'e göre verildi.

4. 2. 2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Alan Koşullarının Toprak İnkübasyonu

Örnek alanlardan toprak numunelerinin alınmasında 15x15x15 ölçekli kalıplar kullanıldı. Bu çerçeveler 225 cm² alana ve 15 cm derinliğe sahiptir. Her örnek alma tarihinde, her bir örneklik alanın 3 farklı bölgesinden örnekleme yapılarak topraklar alınmıştır. Toprakta çıkarılan kalıpların içerdiği topraklar 0-5 ve 5-15 cm'lik iki farklı derinlik katmanına ayrıldı. Her bir katmana ait toprak örnekleri 4 mm'lik standart elek ile elendi. Eleğin altına geçen kısmın ağırlıkları belirlendi. Daha sonra her bir katmanın elenen ve ağırlıkları belirlenen toprak örneklerinden bir kısım (~300- 400 gr) alınarak analizler için (ölçüm anındaki-inkübasyon başlangıcı mineral azot, toprak nem içeriği, pH, toplam azot ve organik karbon, maksimum su tutma kapasitesi) laboratuara

getirilmek üzere naylon torbaya konulup buz kutusuna yerleştirildi. Geri kalan bir kısmı (~300- 400 gr) alan inkübasyonu için iç içe iki polietilen torbalara konularak alındığı toprak derinliğine bir sonraki örnek alma tarihine kadar bekletilmek üzere gömüldü (Alan İnkübasyon yöntemi: Eno 1960). Bir sonraki örnek alma periyodunda yeni alınan toprak örnekleri ile beraber daha önce alana gömülen toprak örnekleri buz kutusunda (+4C⁰) mineral azot ve diğer tayinler yapılamak üzere laboratuara getirildi.

Alan inkübasyonu yönteminde kullanılan polietilen torbalar CO₂ ve O₂ gibi gazları kolaylıkla geçiren, fakat su ve su buharının geçişini engelleme özelliğine sahiptirler. Bu nitelikleri ile tarım ve doğal arazi çalışmalarında birçok araştırmacı tarafından kullanılan bu torbaların özellikleri, Runge (1970) tarafından geniş olarak verilmiştir. Çift torbaya konularak toprağa gömülmesi ile toprak organizmaları tarafından delinmelerini önlemek amaçlandı.

Runge (1983), toprak örneklerinin yıllık net mineral azot veriminin hesaplanmasında kullanılan inkübasyon yöntemin ilk olarak 1917 yılında Hesselman tarafından başlatıldığını ve çeşitli araştırmacılarca geliştirilerek günümüzde de bu tür çalışmalar için geçerli yöntem olduğunu bildirmektedir.

4. 2. 3. Toprak Sıcaklıklarının ölçülmesi

Örneklik alanlarda 0-5 cm derinliğine maksimum ve minimum termometreleri yerleştirilerek örnek alma tarihleri arasında ve yıl içinde en düşük ve en yüksek ısı değerleri tespit edildi. Örnek alma sırasında toprak sıcaklığını tespit etmek için 5 cm ye yerleştirilen termometrelerle ölçüm yapıldı.

4. 2. 4. Laboratuarda Örneklerin Analize Hazırlanması

Araziden alınan her bir alana ait örnekler çalışmalar tamamlanıncaya kadar buzdolabında (+4°C) muhafaza edildi. Mineral azot, pH ve nem tayini için ayrılan toprakların dışında kalan kısım havada kurutularak kese kağıtlarında etiketlenip diğer analizler yapılmıncaya kadar korundu.

4. 2. 5. Toprak Nem ve Maksimum Su tutma Kapasitesi Tayini

Laboratuara getirilen taze toprak örneklerinden bir kısım alınarak yaş ağırlıkları belirlendi ve sonra da kurutma dolabında ağırlıkları sabitleşinceye kadar (24 saat 105 °C) bekletildi. Belirlenen yaş ve kuru ağırlıklar arasındaki farktan hareketle toprak nemi (%) saptandı.

Toprak örneklerinin maksimum su tutma kapasiteleri (MSK, %) hava kurusu örneklerin suya doyurularak yaş ağırlıkları ve takibinde ağırlıkları sabitleşinceye kadar etüvde kurutulduktan sonraki kuru ağırlıklarının belirlenmesiyle oransal nemdeki gibi hesaplandı.

4. 2. 6. Mineral Azot Tayini

Araştırmada örnek alma anında (inkübasyon başlangıcı) ve polietilen torbalar içinde örneklerin alındığı katmana belirli bir zaman aralığı için polietilen torbalarda inkübasyona bıraktığımız (inkübasyon sonu) toprak numunelerinde mineral azot tayini yapıldı. Alan koşullarında mineral azot verimi inkübasyon sonu tayin edilen değerlerin inkübasyon sonu tayin edilenlerden çıkarılarak her bir inkübasyon aralığı için hesaplandı. Alanda örnek alma sırasında tartılan yaş toprak ağırlıklarının nem içeriği belirlendikten sonra net kuru ağırlıkları belirlendi ve kg/ha birimine dönüştürüldü. Bu net kuru toprak ağırlıkları kullanılarak mineral azot değerleri kg/ha değerinden değerlendirildi.

Toprakta mineral azot tayininde Mikrodestilasyon yöntemi (Bremner ve Keeney, 1965; Gerlach, 1973; Güteryüz 1992) kullanıldı. Bu yöntemde, önce 40 gr taze toprak alınarak 500 ml erlen içerisine konduktan sonra üzerine 100 ml %1'lik $KAl(SO_4)_2$ çözeltisi ilave edildikten sonra düşey dönerli çalkalama cihazında 7 dakika/devir hızda 30 dakika çalkalandı daha sonra siyah bantlı Whatman süzme kağıdı ile süzülerek gerekli süzüntü elde edildi. Süzüntünün içerisinde mikrobiyal aktivitenin engellenmesi için bir miktar thymol kristali ilave edildi ve buzdolabına kaldırıldı. Elde edilen toprak süzüntüsünden 20'şer ml alınarak mikro-kjeldahl cihazının iki ağızlı balonuna kondu ve balonlar destilasyon cihazına yerleştirildi. Çözeltinin bazikleşmesi için içerisine balonların yan kapakçıkları aracılığı ile 0,2 gr MgO ilave edildi. Daha sonra cihazın kapağı kapatılarak çözelti ortamına buhar gönderildi 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 sağlandı. Bu damıtma işleme 100 ml'lik taksimatlı erlen mayerde 50 ml amonyum borat çözeltisi birikinceye kadar devam edildi. Altlıkta biriken amonyum borat çözeltisinden NH_4^+ -N tayin edildi. Bundan sonra soğutucu altına ikinci bir altlık yerleştirildi ve yan kapakçıklardan balondaki aynı çözeltiye 0.2 gr metal tuzu (Devardas Reagnez: %50 Cu, %45 Al, %5 Zn) kondu. Bazikleşen bu ortamda NO_2^- ve NO_3^- şeklindeki azotun

amonyağa dönüşmesi sağlandı. Metal ilavesinden sonra buhar muslukları kapatılarak NO_2^- ve NO_3^- tayini için damıtma işlemi yapıldı ve içinde 200 mikrolitre karışık indikatör ile %2'lik 5 ml borik asit bulunan altlıkta amonyum borat şeklinde tutulması sağlandı. Geri soğutucunun altındaki 100 ml'lik altlıkta biriken (50 ml) ve azot miktarına göre menekşeden yeşil renge dönüşen solüsyonlar 0.005 N H_2SO_4 ile geri titre edildi ve titrasyon sırasında harcanan miktardan hareketle mineral azot tayini hesaplamaları yapıldı ($\text{mg N}_{\text{min}}/100$ g kuru toprak).

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

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

$$X = A \times f$$

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

A= Titrasyonda harcanan 0.005 N H_2SO_4 (ml)

S= Nemli toprak ağırlığı

K= Kuru toprak ağırlığı

Mineral azotun kg/ha cinsinden hesaplanması:

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

A: 15x15x15 cm ölçüde alınmış hacimsel toprağın kuru ağırlığı

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

B: $\text{mg N}_{\text{min}} / 100$ g kuru toprak

0.444: g/cm^2 'lik alana sahip kalıbın içerdiği toprak ağırlığının kg / ha birimine dönüştürülmesi için hesaplanan katsayı değeridir.

4. 2. 7. Toprak pH'sının Ölçülmesi

Toprakların pH tayinleri saf su ile doymun hale getirilen çamurda (20 g toprak örneği, 50 ml saf su) (1:2.5 oranında) Elektrolyte 9823[®] cam elektrodlu Jenway Mod 3040[®] digital pH-metresi ile ölçüldü.

4. 2. 8. Toplam Azot Tayini

Toplam azot tayini için Kjeldahl yaş yakma yöntemi (Steubing 1965) kullanıldı. 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 hesaplandı.

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. 9. Organik Karbon Tayini

Topraktaki organik karbon yaş yakma yöntemine göre analiz edildi (Steubing 1965). Bu yöntemin uygulanması; Havanda dövülerek ufalanmış olan hava kurusu topraktan 2 gram alınarak 250 ml’lik ölçü balonuna kondu. Her bir numunenin üzerine 25 ml 2N K₂Cr₂O₇ kondu. Üzerine 40 ml derişik H₂SO₄ kondu. Daha sonra bu karışım 120 C⁰ derecedeki etüv içerisinde 90 dakika tutuldu. Bu süre içerisinde her 30 dakikada bir çalkalandı. Sürenin sonunda etüvden çıkarılan numuneler soğuduktan sonra 250 ml ye kadar saf su ilave edildi. Numuneler bir gece çökmeleri için bekletildi. Daha sonraki gün bu çözeltiden 10 ml alınarak 100 ml’lik erlene kondu. Üzerine 25 ml 0.2 N Morsches tuzu ve 2 ml (H₂SO₄ + H₃PO₄) karışımı ile 8 damla difenilamin asit damlatıldı. Bu karışım 0.1 N K₂Cr₂O₇ ile renk menekşeye dönünceye kadar titre edildi. Titrasyonda harcanan miktar bir yere not alınarak hesaplamada kullanıldı. Örneklerin yanında bir adette örneksiz kör hazırlandı.

Toprak örneklerinin Organik C (%) tayininde kullanılan formüller (Öztürk ve ark 1997):

$$\text{Organik C(\%)} = \frac{0.03 (c-d) \times f \times b}{a \times e}$$

- c: Sarfedilen 0.1 N K₂Cr₂O₇ (ml)
d: Kör için sarf edilen 0.1 N K₂Cr₂O₇ (ml)
f: Faktör (f=1)
b: Çözeltinin hacmi (250 ml)
a: Toprak örneğinin ağırlığı (g)
e: Çözeltiden alınan miktar (ml)

Organik C kg/ha birimine dönüştürülmesi

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

4. 2. 10. Bulguların Değerlendirilmesi ve Uygulanacak Olan İstatistiki Yöntemler

Araştırmanın sürdürüldüğü bir yıllık periyod boyunca elde edilen Mineral azot, toplam azot, organik karbon verileri kg/ha birimine dönüştürülmüş olup, örnek alanlara ait verilerin ortalamaları alınarak topluluk şeklinde değerlendirme yapıldı. Toprak örneklerinin ölçüm anındaki mineral azotun örnek alma tarihleri arasındaki değişimi, haftalık birime dönüştürülen (kg/ha/hafta) net mineral azotun bir yıl boyunca inkübasyon aralıkları arasındaki değişimi ve oransal neminin (%) örnek alma tarihleri arasındaki değişimi; toprak toplam azot, organik bağlı karbon, pH, ortalama nem (%), C/N oranı, Maksimum su tutma kapasitesi, yıllık net mineral azot verimi (kg/ha/yıl) bakımından topluluklar arasındaki fark Bir-Yönlü Varyans analizi ile; ve haftalık olarak hesaplanan net mineral azotun (kg/ha/hafta) ortam etmenlerinden toprak toplam azotu (kg/ha), organik bağlı karbonu (kg/ha), bağıl nemi, pH, MSK (%) ve C/N oranı ile ilişkisi basit korelasyon testi ile sınıandı. Tüm istatistik testler Statistica 6.0 paket programı (StatSoft Inc, 1984-1995) ile α :0.05 anlamlılık düzeyinde analiz edildi.

5. BULGULAR

5. 1. Toprak Özellikleri

Bitki toplulukları için saptanan toplam N (% ve kg/ha), Organik C (% ve kg/ha), C/N oranı, oransal nem (%), pH ve maksimum su tutma kapasitesi (% MSK) ortalama değerleri ve topluluklar arasındaki farklar Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Buna göre toprağın 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanındaki %N değerlerinin topluluklar arasındaki değişimi varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P<0.05$) ve fark gruplarının olduğu tespit edilmiştir. Toprağın 0-5 cm katmanında toplam azotun yüzdesine göre *Juniperus* topluluğu (0.48 ± 0.04) en yüksek fark grubunu, ve *Alyssum* topluluğu (0.45 ± 0.04) yüksek fark grubunu, *Plantago* topluluğu (0.32 ± 0.03) ise en düşük fark grubunu oluşturmuştur. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında da üç fark grubu oluşmuş ve en yüksek değerden düşüğe doğru topluluklar *Juniperus* (0.35 ± 0.04), *Alyssum* (0.32 ± 0.04) ve *Plantago* (0.26 ± 0.03) şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 5.1).

Tüm toprak katmanlarında toplam azotun kg/ha birimine göre topluluklar arasındaki farkı varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P<0.05$) ve Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur. Toprağın 0-5 cm'lik katmanda en yüksek değer *Alyssum* topluluğunda (969 ± 195 kg/ha) saptanmış, bu değerle birlikte *Plantago* topluluğunda (947 ± 160 kg/ha) saptanan değer yüksek fark grubunu, *Juniperus* topluluğu (834 ± 257 kg/ha) ise düşük fark grubunu oluşturmuştur. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında *Plantago* topluluğu (1690 ± 253 kg/ha) yüksek fark grubunda, *Juniperus* topluluğu (1547 ± 328 kg/ha) düşük fark grubunda, *Alyssum* topluluğu ise (1651 ± 230 kg/ha) her iki fark grubu arasında yer almıştır. Toprağın toplam katmanı olan 0-15 cm'lik kısmında *Plantago* topluluğu (2637 ± 381 kg/ha) ve *Alyssum* topluluğu (2620 ± 396 kg/ha) yüksek fark grubunu, *Juniperus* topluluğu ise (2381 ± 541 kg/ha) düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.1).

Organik bağlı karbonun 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanlarında % bakımından topluluklar arasındaki değişimi varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P<0.05$) ve uygulanan Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında en yüksek %C değeri *Juniperus* topluluğunda (8.4 ± 1.5) saptanmış ve en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. *Alyssum* topluluğu (7.0 ± 1.4) ikinci yüksek fark grubunda, *Plantago* topluluğu ise (5.1 ± 1.2) en düşük fark grubunda yer almıştır. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında elde edilen değerler 0-5 cm deki değerlere benzer şekilde

oluşmuştur. Topluluklar yüksek değerden düşüğe doğru *Juniperus* (6.6 ± 1.7), *Alyssum* (5.7 ± 1.2) ve *Plantago* (4.2 ± 0.9) şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 5.1).

Organik karbonun kg/ha cinsinden değerlerinin toprağın tüm katmanlarında topluluklar arasındaki farkı varyans analizine göre anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur. Toprağın 0-5 cm'lik katmanda *Alyssum* topluluğu (9328 ± 1423 kg/ha) ile *Plantago* topluluğu (8565 ± 2042 kg/ha) yüksek fark grubunu, *Juniperus* topluluğu (7506 ± 1820 kg/ha) düşük fark grubunu oluşturmuştur. Toprağın 5-15 cm katmanında *Alyssum* topluluğu (17423 ± 3183 kg/ha) yüksek fark grubunda, *Plantago* topluluğu (15368 ± 3653 kg/ha) düşük fark grubunda, *Juniperus* topluluğu ise (15870 ± 3649 kg/ha) her iki fark grubunun arasında yer almıştır. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında en yüksek değer diğer katmanlarda da olduğu gibi *Alyssum* (26751 ± 4093 kg/ha) topluluğunda saptanmış ve yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük değer *Juniperus* topluluğu (23376 ± 5267 kg/ha) ve *Plantago* topluluğu (23933 ± 5371 kg/ha) düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.1).

C/N oranının toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki topluluklar değişimi varyans analizine göre anlamsızdır ($P > 0.05$). Bu katmandaki C/N oranı *Alyssum* topluluğu (10 ± 2) ve *Juniperus* topluluğunda (10 ± 2), *Plantago* (9 ± 2.32) topluluğundan biraz yüksek hesaplanmıştır. Toprağın 5-15 ve 0-15 cm'lik katmanlarında topluluklar arasındaki değişim varyans analizi ile anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur. Buna göre 5-15 cm'lik katmanda *Alyssum* topluluğu (11 ± 2) ve *Juniperus* topluluğu (11 ± 3) yüksek fark grubunu, *Plantago* topluluğu (9 ± 2) düşük fark grubunu oluşturmuştur. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında ise *Alyssum* topluluğu (10 ± 2) yüksek fark grubunu, *Plantago* topluluğu (9 ± 2) düşük fark grubunu oluştururken *Juniperus* topluluğu (10 ± 2) iki fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.1).

Toprağın 0-5 ve 5-15 cm'lik katmanlarındaki pH'ın topluluklar arasındaki farkı varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$), Tukey testi ile fark grupları oluşmuştur. Toprağın 0-5 katmanında yüksek fark grubunda *Alyssum* topluluğu (6.5 ± 0.2) yer alırken, *Juniperus* (6.2 ± 0.2) ile *Plantago* topluluğu (6.3 ± 0.2) düşük fark grubunu oluşturmuştur. Diğer toprak katmanı olan 5-15 cm'de ise *Alyssum* topluluğu (6.6 ± 0.2) ve *Plantago* topluluğu (6.5 ± 0.2) yüksek fark grubunda, *Juniperus* topluluğu (6.4 ± 0.2) düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Bitki topluluklarının bazı toprak özelliklerine göre karşılaştırılması.
(n=45; farklı harfler fark gruplarını göstermektedir; Ortalama±Standart sapma).

	Toprak Katmanı	TOPLULUKLAR		
		<i>Plantago holosteum</i>	<i>Juniperus communis</i>	<i>Alyssum virgatum</i>
Toplam N	0-5 cm	0.32 ^c ± 0.03	0.48 ^a ± 0.04	0.45 ^b ± 0.04
	% 5-15 cm	0.26 ^c ± 0.03	0.35 ^a ± 0.04	0.32 ^b ± 0.04
kg/ha	0-5 cm	947 ^a ± 160	834 ^b ± 257	969 ^a ± 195
	5-15 cm	1690 ^a ± 253	1547 ^b ± 328	1651 ^{ab} ± 230
	0-15 cm	2637 ^a ± 381	2381 ^b ± 541	2620 ^a ± 396
Organik C	0-5 cm	5.1 ^c ± 1.2	8.4 ^a ± 1.5	7.0 ^b ± 1.4
	% 5-15 cm	4.2 ^c ± 0.9	6.6 ^a ± 1.65	5.7 ^b ± 1.2
(kg/ha)	0-5 cm	8565 ^a ± 2042	7506 ^b ± 1820	9328 ^a ± 1423
	5-15 cm	15368 ^b ± 3653	15870 ^{ab} ± 3649	17423 ^a ± 3183
	0-15 cm	23933 ^b ± 5371	23376 ^b ± 5267	26751 ^a ± 4093
C/N	0-5 cm	9 ^a ± 2	10 ^a ± 2	10 ^a ± 2
	5-15 cm	9 ^b ± 2	11 ^a ± 3	11 ^a ± 2
Oranı	0-15 cm	9 ^b ± 2	10 ^{ab} ± 2	10 ^a ± 2
pH	0-5 cm	6.3 ^b ± 0.2	6.2 ^b ± 0.2	6.6 ^a ± 0.2
	5-15 cm	6.5 ^a ± 0.2	6.4 ^b ± 0.2	6.6 ^a ± 0.2
Nem	0-5 cm	17 ^a ± 11	20 ^a ± 12	18 ^a ± 11
	(%) 5-15 cm	20 ^a ± 8	22 ^a ± 8	20 ^a ± 8
MSK	0-5 cm	82 ^a ± 4	71 ^c ± 10	77 ^b ± 6
	(%) 5-15 cm	84 ^a ± 4	73 ^c ± 9	79 ^b ± 6

Topraktaki azot mineralleşmesini etkileyen en önemli etmenlerden olan oransal nemin (%) yıllık ortalamaya göre toplulukların farkı her iki toprak katmanında da varyans analizine göre anlamsızdır ($P>0.05$). Toprağın 0-5 cm'lik katmanında en yüksek değer *Juniperus* topluluğu (20 ± 12) toprağında, en düşük değer *Plantago* topluluğu (17 ± 11) toprağında; 5-15 cm'lik katmanda da yine en yüksek değer *Juniperus* topluluğunda (22 ± 8) iken *Alyssum* (20 ± 8) ve *Plantago* (20 ± 8) topluluklarında daha düşük saptanmıştır (Çizelge 5.1).

Maksimum Su Tutma Kapasitesinin (% MSK) topluluklar arasındaki değişimi varyans analizine göre anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur. Toprağın her iki katmanında üç fark grubu oluşmuş ve en yüksek değerden başlayarak topluluklar *Plantago* (0-5 cm'de 82 ± 4 ; 5-15 cm'de 84 ± 4), *Alyssum* (0-5 cm'de 79 ± 6 ; 5-15 cm'de 84 ± 4) ve *Juniperus* (0-5 cm'de 71 ± 10 ; 5-15 cm'de 73 ± 9) şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 5.1).

5. 2 Toprak Sıcaklıkları

Araştırma alanımızın bulunduğu bölgede toprak sıcaklığı ölçümleri yapılmadığı için örnek alma sırasında toprağın 5 cm'lik derinliğine yerleştirilen termometreler ile örneklik alanın toprak sıcaklıkları ölçülmüş ve topluluklar halinde değerlendirilmiştir (Çizelge 5. 2). Buna göre araştırmanın yapıldığı periyot boyunca tüm toplulukların en yüksek toprak sıcaklıklarının temmuz ayında saptandığı görülmektedir.

Çizelge 5.2 Örnek alma sırasında 5 cm toprak derinliğinde ölçülen sıcaklıkların ($^{\circ}\text{C}$) örnek alma tarihleri arasındaki değişimi.

Tarih	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago holosteum</i>	<i>Juniperus commununis</i>	<i>Alyssum virgatum</i>
29.10.02	10	9	11
02.06.03	10	10	12
03.07.03	18	19	20
08.08.03	17	17	17
20.09.03	11	11	12

Araştırma sürecinde toprağın 5cm'lik derinliğine yerleştirilen Maksimum ve Minimum termometreler ile örneklik alan toprağındaki belli periyotlardaki en düşük ve en yüksek toprak sıcaklıkları tespit edilmiştir. Topluluklarda en düşük sıcaklıklar kış periyodunun yer aldığı Ekim-Haziran aralığında (-10 ile -11 °C) saptanmıştır (Çizelge 5.3). En yüksek sıcaklıklar yaz periyodunun yer aldığı Temmuz-Ağustos aralığında (10 ile 11 °C) ölçülmüştür. (Çizelge 5.4).

Çizelge 5. 3. Toprağın 5 cm'lik derinliğinde belli periyotlar için saptanan en düşük sıcaklıklar (°C).

İnkübasyon aralıkları	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago holosteum</i>	<i>Juniperus communis</i>	<i>Alyssum virgatum</i>
29.10.02/02.06.03	-10	-10	-11
02.06.03/03.07.03	4	3	4
03.07.03/08.08.03	10	10	11
08.08.03/20.09.03	7	5	4
20.09.03/01.11.03	0	-1	-2

Çizelge 5. 4 Toprağın 5cm'lik derinliğinde belli periyotlar için saptanan en yüksek sıcaklıklar (°C).

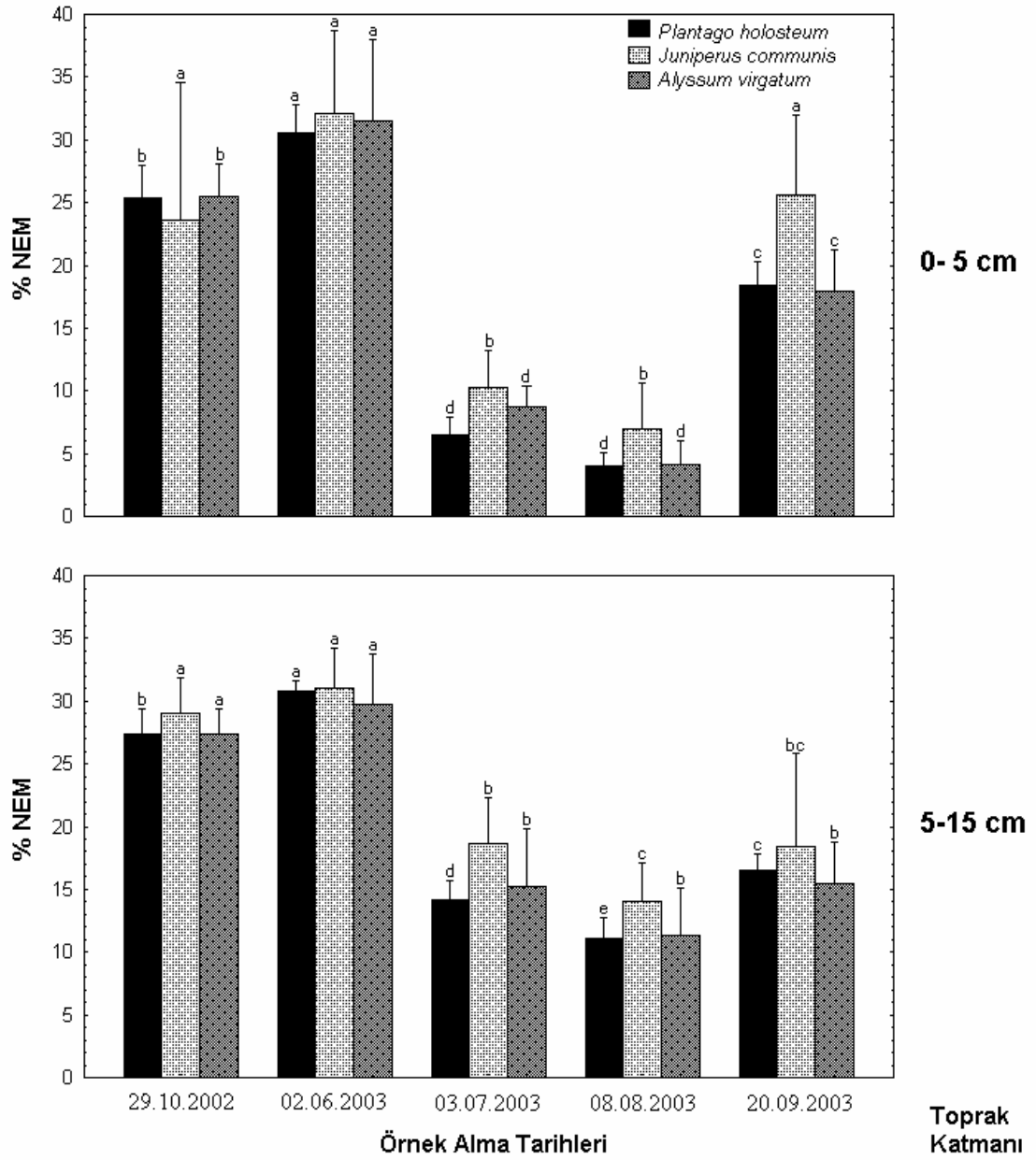
İnkübasyon aralıkları	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago holosteum</i>	<i>Juniperus communis</i>	<i>Alyssum virgatum</i>
29.10.02/02.06.03	18	19	15
02.06.03/03.07.03	24	25	20
03.07.03/08.08.03	32	38	31
08.08.03/20.09.03	27	26	24
20.09.03/01.11.03	15	12	11

5. 3. Toprak Neminin Vejetasyon Periyodu Boyunca Değişimi

Toprak neminin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi üç toplulukta da anlamlı bulunmuş ($P<0.05$) ve fark grupları oluşmuştur. Tüm topluluklarda her iki katmanda da en düşük toprak nem içerikleri Temmuz ve Ağustos aylarında, en yüksek değerler ekim ve Haziran aylarında saptanmıştır. Toprağın 0-5 cm katmanında en yüksek fark grubu *Plantago* topluluğu (31 ± 2) ve *Alyssum* topluluğunda (32 ± 7) Haziran ayında, *Juniperus* topluluğunda ise Haziran (32 ± 7), Eylül (26 ± 6) ve Ekim (24 ± 11) aylarında yer almıştır. En yüksek fark grubu 5-15 cm katmanda ise *Plantago* topluluğunda (31 ± 1), *Alyssum* topluluğu ve *Juniperus* topluluğunda Haziran (*Juniperus* topluluğunda 31 ± 3 ve *Alyssum* topluluğunda 30 ± 4) ve Ekim (*Juniperus* topluluğunda 29 ± 3 ve *Alyssum* topluluğunda 27 ± 2) aylarında oluşmuştur. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında tüm topluluklarda Temmuz ve Ağustos aylarındaki düşüşü takiben Eylül ayında toprak nemi tekrar yükselme gösterirken, 5-15 cm'lik katmanda bu yükseliş sadece *Plantago* topluluğunda görülmektedir. Vejetasyon periyodunun sonu olan Eylül ayında *Juniperus* ve *Alyssum* topluluklarında yazdaki düşük değerlere yakın bulunmuştur (Çizelge 5.5; Şekil 5.1).

Çizelge 5. 5. Toprağın 0-5 ve 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toprak oransal neminin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (n = 9; farklı harfler fark gruplarını göstermektedir; Ortalama±Standart sapma).

		% NEM		
Toprak Katmanı	Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
		<i>Plantago holosteum</i>	<i>Juniperus communis</i>	<i>Alyssum virgatum</i>
0-5 cm	29.10.02	25 ^b ± 3	24 ^a ± 11	26 ^b ± 3
	02.06.03	31 ^a ± 2	32 ^a ± 7	32 ^a ± 7
	03.07.03	7 ^d ± 1	10 ^b ± 3	9 ^b ± 2
	08.08.03	4 ^d ± 1	7 ^b ± 4	4 ^d ± 2
	20.09.03	18 ^c ± 2	26 ^a ± 6	18 ^c ± 3
5-15 cm	29.10.02	27 ^b ± 2	29 ^a ± 3	27 ^a ± 2
	02.06.03	31 ^a ± 1	31 ^a ± 3	30 ^a ± 4
	03.07.03	14 ^d ± 2	19 ^b ± 4	15 ^b ± 5
	08.08.03	11 ^e ± 2	14 ^c ± 3	11 ^b ± 4
	20.09.03	17 ^c ± 2	18 ^{bc} ± 7	16 ^c ± 3



Şekil 5.1. Toprağın 0-5 ve 5-15 cm'lik katmanında toprak oransal neminin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (n = 9; farklı harfler farklı grupları göstermektedir; Ortalama±Standart sapma).

5. 4. Mineral Azot

5. 4. 1. Ölçüm Anındaki Mineral Azot

5. 4. 1. 1. Ölçüm Anındaki Amonyum

Araştırılan toplulukların toprağında NH_4^+ -N miktarlarının vejetasyon periyodu boyunca değişiminin tüm topluluklarda örnek alma tarihleri arasındaki farkı anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 5.6; Şekil 5.2).

Plantago topluluğunun toprağında NH_4^+ -N, Ağustos ayında ($4.75^a \pm 0.72$ kg/ha) en yüksek değerde olup yüksek fark grubunda yer almıştır. En düşük fark grubunu oluşturan değerler ise Haziran ayında (2.91 ± 0.58 kg/ha) saptanmıştır. Diğer aylar ise Ağustos ve Haziran aylarınınkinin arasında yer almıştır (Çizelge 5.6; Şekil 5.2).

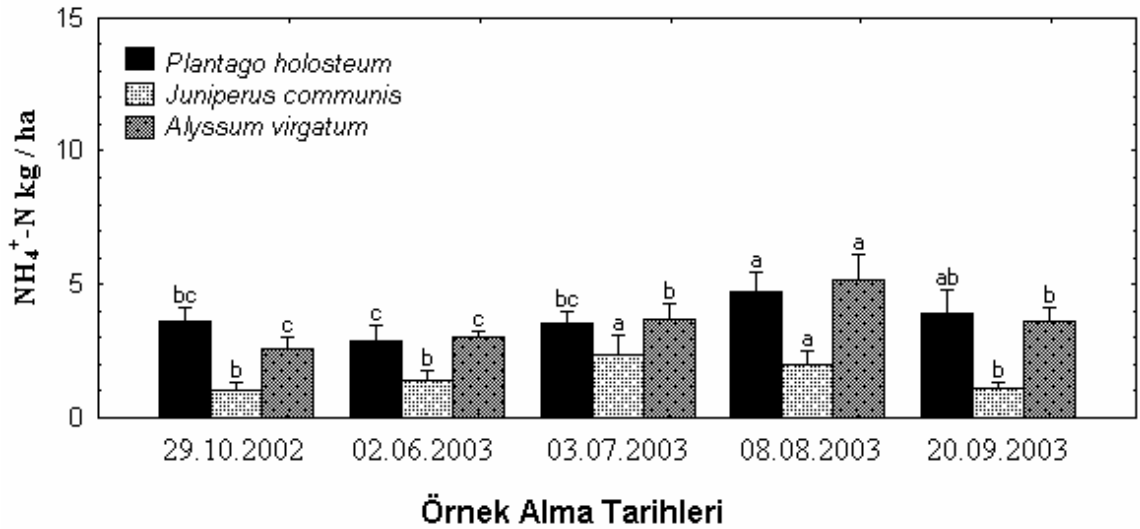
Juniperus topluluğunda en yüksek ölçüm anındaki NH_4^+ -N, Temmuz (2.36 ± 0.72 kg/ha) ve Ağustos (2.01 ± 0.46 kg/ha), en düşük değer Ekim (1.01 ± 0.31 kg/ha) aylarında ölçülmüştür. Temmuz ve Ağustos aylarındaki değerler en yüksek fark grubunu, diğer aylarınki ise en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.6; Şekil 5.2).

Çizelge 5.6. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NH_4^+ -N değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişimi ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).

NH_4^+ -N kg/ha			
TOPLULUKLAR			
Örnek Alma tarihleri	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	$3.60^{bc} \pm 0.52$	$1.01^b \pm 0.31$	$2.57^c \pm 0.48$
02.06.03	$2.91^c \pm 0.58$	$1.39^b \pm 0.42$	$3.04^c \pm 0.28$
03.07.03	$3.56^{bc} \pm 0.46$	$2.36^a \pm 0.72$	$3.65^b \pm 0.59$
08.08.03	$4.75^a \pm 0.72$	$2.01^a \pm 0.46$	$5.19^a \pm 0.89$
20.09.03	$3.92^{ab} \pm 0.86$	$1.08^b \pm 0.17$	$3.64^b \pm 0.46$
Ortalama	$3.75^A \pm 0.86$	$1.57^B \pm 0.69$	$3.62^A \pm 1.05$

Alyssum topluluğunda, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ en yüksek değere Ağustos (5.19 ± 0.89 kg/ha) ayında ulaşmış ve en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. Ekim (2.57 ± 0.48 kg/ha) ve Haziran (3.04 ± 0.28 kg/ha) aylarında en düşük değerler ölçülmüş olup, bu iki ayın değerleri en düşük fark grubunda, Temmuz ve Eylül aylarında saptanan değerler ise diğer aylar arasında yer almıştır (Çizelge 5.6; Şekil 5.2).

Toprağın 0-5 cm'lik katmanında yıllık ortalama ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerine göre topluluklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). *Plantago* (3.75 ± 0.86 kg/ha) ve *Alyssum* (3.62 ± 1.05 kg/ha) topluluklarının yıllık ortalamaları yüksek fark grubunda iken, *Juniperus* (1.57 ± 0.69 kg/ha) topluluğunun yıllık ortalama değeri düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.6; Şekil 5.2).



Şekil 5.2. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 0-5 cm katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$)

Toplulukların 5-15 cm'lik toprak katmanındaki ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki farkları anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.7; Şekil 5.3).

Plantago topluluğunda, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ Ağustos ayında (7.66 ± 0.51 kg/ha) en yüksek değere ulaşmış ve en yüksek fark grubunda yer almıştır. En düşük değer Haziran ayında (4.79 ± 0.75 kg/ha) ölçülmüş olup en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.7; Şekil 5.3).

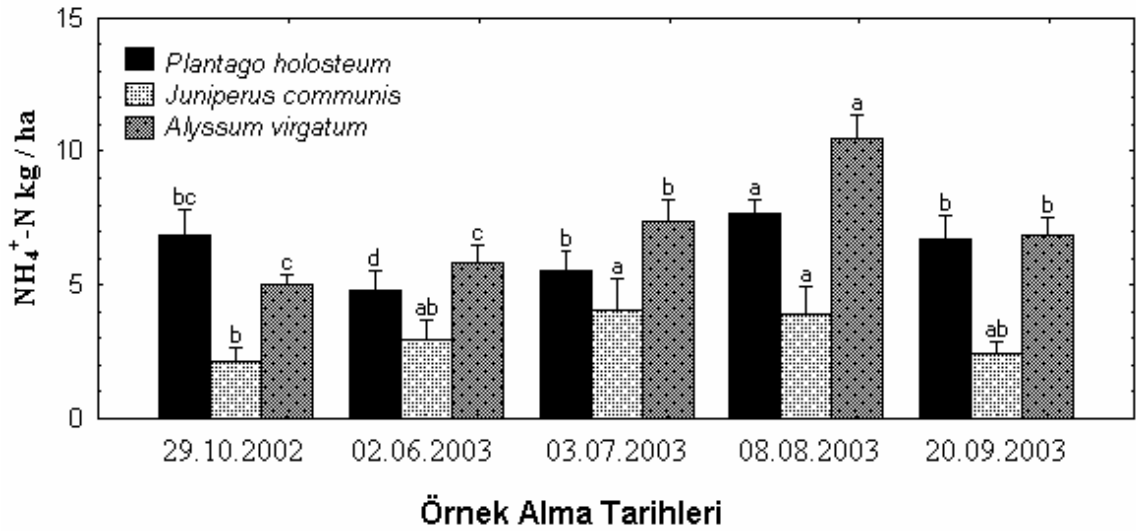
$\text{NH}_4^+\text{-N}$ örnek alma tarihleri arasındaki değişimi *Juniperus* topluluğunda en yüksek değerlere Temmuz (4.04 ± 1.19 kg/ha) ve Ağustos (3.94 ± 1.01) aylarında ulaşmıştır ve yüksek fark grubunda yer almıştır. En düşük değer Ekim ayında (2.15 ± 0.50 kg/ha) ölçülmüş ve en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.7; Şekil 5.3).

Alyssum topluluğunda en yüksek fark grubunda Ağustos ayı (10.47 ± 0.91 kg/ha) yer alırken, en düşük fark grubunda Ekim (5.02 ± 0.34 kg/ha) ve Haziran (5.89 ± 0.58 kg/ha) ayları yer almış ve en düşük değer Ekim ayında ölçülmüştür. Temmuz ve Eylül aylarındaki değerler diğerleri arasında yer almıştır (Çizelge 5.7; Şekil 5.3).

Çizelge 5. 7. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişimi ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).

$\text{NH}_4^+\text{-N}$ kg/ha			
Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	$6.86^{bc} \pm 0.94$	$2.15^b \pm 0.50$	$5.02^c \pm 0.34$
02.06.03	$4.79^d \pm 0.75$	$2.97^{ab} \pm 0.71$	$5.89^c \pm 0.58$
03.07.03	$5.53^b \pm 0.77$	$4.04^a \pm 1.19$	$7.37^b \pm 0.83$
08.08.03	$7.66^a \pm 0.51$	$3.94^a \pm 1.01$	$10.47^a \pm 0.91$
20.09.03	$6.70^b \pm 0.90$	$2.46^{ab} \pm 0.43$	$6.87^b \pm 0.69$
Ortalama	$6.30^B \pm 1.27$	$3.11^C \pm 1.10$	$7.12^A \pm 1.99$

Toprağın 5-15 cm'lik katmanında yıllık ortalama $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'na göre topluluklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). *Alyssum* topluluğu (7.12 ± 1.99 kg/ha) yıllık ortalama ile en yüksek fark grubunda, *Juniperus* topluluğu (3.11 ± 1.10 kg/ha) yıllık ortalama ile en düşük fark grubunda, *Plantago* topluluğu (6.30 ± 1.27 kg/ha) diğer ikisi arasında yer almıştır (Çizelge 5.7; Şekil 5.3).



Şekil 5.3. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 5-15 cm katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; $n = 9$)

Toprağın toplam katmanı olan 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki ve topluluklar arasındaki farkı anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.8; Şekil 5.4).

Plantago topluluğunda $\text{NH}_4\text{-N}$ Ağustos ayında (12.40 ± 1.59 kg/ha) en yüksek değere ulaşmıştır. En düşük değer Haziran ayında (7.69 ± 1.26) saptanmış ve en düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.8; Şekil 5.4).

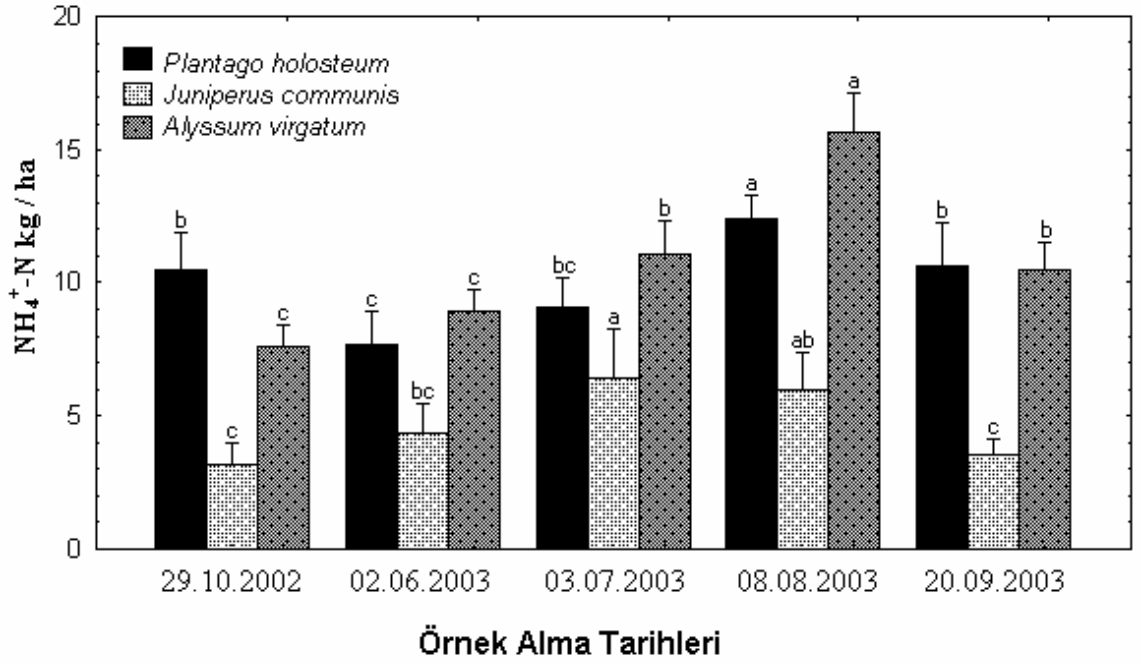
Juniperus topluluğunda Temmuz (6.41 ± 1.83 kg/ha) en yüksek fark grubunda yer almıştır. En düşük fark grubunu Ekim (3.17 ± 0.80 kg/ha) ve Eylül (3.54 ± 0.57 kg/ha) ayları oluştururken, diğer aylar bu iki fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.8; Şekil 5.4).

Toprağın 0-15 cm katmanında $\text{NH}_4\text{-N}$ yönünden *Alyssum* topluluğunda Ağustos ayının değeri (15.66 ± 1.47 kg/ha) en yüksek, Ekim (7.59 ± 0.78 kg/ha) ve Haziran ayı (8.93 ± 0.80 kg/ha) en düşük fark grubunda, Temmuz (11.03 ± 1.28 kg/ha) ve Eylül (10.51 ± 1.01 kg/ha) ayları diğer fark grupları arasında yer almıştır (Çizelge 5.8; Şekil 5.4).

Toprağın 0-15 cm'lik katmanında $\text{NH}_4^+\text{-N}$ açısından topluluklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). *Alyssum* (10.74 ± 2.97 kg/ha) ve *Plantago* topluluğu (10.05 ± 2.01) yüksek fark grubunu, *Juniperus* topluluğu (4.68 ± 1.75 kg/ha) düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.8; Şekil 5.4).

Çizelge 5. 8. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişimi ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).

$\text{NH}_4^+\text{-N}$ kg/ha			
Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	$10.46^b \pm 1.44$	$3.17^c \pm 0.80$	$7.59^c \pm 0.78$
02.06.03	$7.69^c \pm 1.26$	$4.35^{bc} \pm 1.09$	$8.93^c \pm 0.80$
03.07.03	$9.09^{bc} \pm 1.09$	$6.41^a \pm 1.83$	$11.03^b \pm 1.28$
08.08.03	$12.40^a \pm 0.84$	$5.95^{ab} \pm 1.43$	$15.66^a \pm 1.47$
20.09.03	$10.61^b \pm 1.59$	$3.54^c \pm 0.57$	$10.51^b \pm 1.01$
Ortalama	$10.05^A \pm 2.01$	$4.68^B \pm 1.75$	$10.74^A \pm 2.97$



Şekil 5.4. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 0-15 cm katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9)

5. 4. 1. 2. Ölçüm Anındaki Nitrat

Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NO}_3^-\text{-N}$ değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki ve topluluklar arasındaki farkı anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.9; Şekil 5.5).

Plantago topluluğunda en yüksek değer Haziran ayında (3.36 ± 0.66 kg/ha) tespit edilmiş ve en yüksek fark grubunu oluşturmaktadır. En düşük değer Ekim ayında (2.13 ± 0.43 kg/ha) ve Eylül ayında (2.13 ± 0.44 kg/ha) saptanmıştır. Diğer değerler düşük fark grubunda yer almışlardır (Çizelge 5.9; Şekil 5.5).

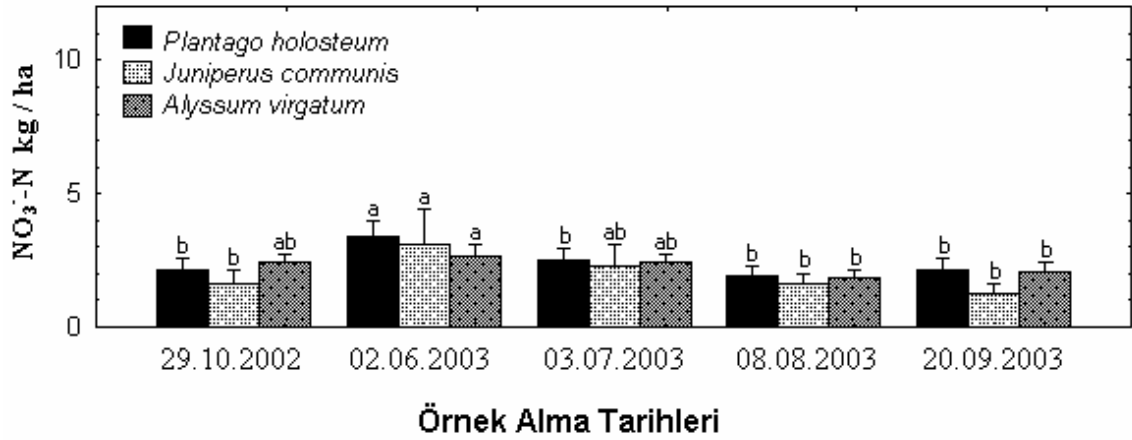
Juniperus topluluğunda, ölçüm anındaki $\text{NO}_3^-\text{-N}$ değerine göre Haziran ayı (3.07 ± 1.32 kg/ha) en yüksek fark grubunda yer alırken, Eylül (1.26 ± 0.33 kg/ha), Ağustos (1.61 ± 0.41 kg/ha) ve Ekim (1.63 ± 0.54 kg/ha) ayları en düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.9; Şekil 5.5).

Çizelge 5. 9. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NO₃⁻-N değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama±Standart sapma; örnek alma tarihleri n = 9, topluluk ortalamaları n = 45).

NO ₃ ⁻ -N kg/ha			
Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	2.13 ^b ± 0.43	1.63 ^b ± 0.54	2.43 ^{ab} ± 0.32
02.06.03	3.36 ^a ± 0.66	3.07 ^a ± 1.32	2.66 ^a ± 0.40
03.07.03	2.53 ^b ± 0.44	2.27 ^{ab} ± 0.87	2.45 ^{ab} ± 0.28
08.08.03	1.96 ^b ± 0.32	1.61 ^b ± 0.41	1.84 ^b ± 0.27
20.09.03	2.13 ^b ± 0.44	1.26 ^b ± 0.33	2.09 ^b ± 0.34
Ortalama	2.42 ^A ± 0.68	1.97 ^B ± 0.99	2.29 ^{AB} ± 0.43

Alyssum topluluğunun geliştiği toprağın 0-5 katmanında NO₃⁻-N değerinin en yüksek tespit edildiği örnek alma tarihi Haziran ayı (2.66 ± 0.40 kg/ha) olmuştur. Bu değer Temmuz (2.45 ± 0.28 kg/ha) ve Ekim (2.43 ± 0.32 kg/ha) ile birlikte yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük değer Ağustos ayında (1.84 ± 0.27 kg/ha) saptanmıştır. Diğer değerler bu değerle birlikte düşük fark grubunda yer almaktadır (Çizelge 5.9; Şekil 5.5).

Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NO₃⁻-N değerlerinin yıllık ortalamalarına göre topluluklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (P<0.05). En yüksek değer *Plantago* (2.42 ± 0.68 kg/ha) topluluğunda, en düşük değer ise *Juniperus* topluluğunda (1.97 ± 0.43 kg/ha) olarak saptanmıştır. *Alyssum* topluluğu (2.29 ± 0.43 kg/ha) ise diğer ikisi arasında yer almıştır (Çizelge 5.9; Şekil 5.5).



Şekil 5.5. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 0-5 cm katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki ve topluluklar arasındaki farkı anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.10; Şekil 5.6).

Plantago topluluğunun 5-15 cm'lik toprak katmanında tespit edilen en yüksek NO_3^- -N değeri Haziran (6.01 ± 0.57 kg/ha) ayında olmuştur. Haziran ve Temmuz (4.99 ± 0.60 kg/ha) ayındaki saptanan değerler en yüksek fark grubunu, Ağustos ayında ise (2.99 ± 0.35 kg/ha) en düşük değer saptanmış olup, en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.10; Şekil 5.6).

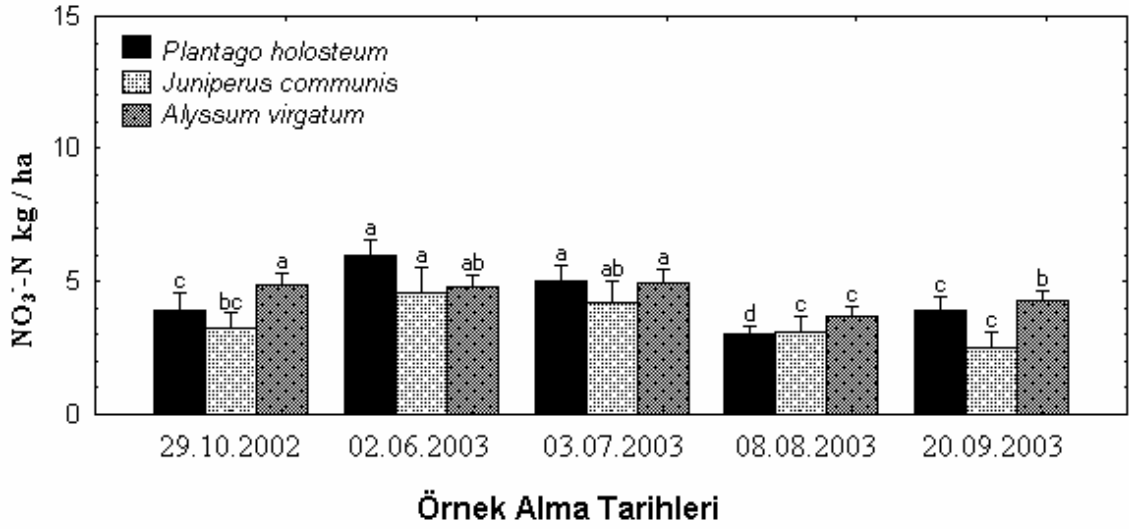
Juniperus topluluğu toprağında en yüksek NO_3^- -N değeri Haziran ayında (4.59 ± 0.93 kg/ha) olarak tespit edilmiştir. Bu değer Temmuz ayı değeri (4.17 ± 0.87 kg/ha) ile birlikte en yüksek fark grubunu oluşturmaktadır. En düşük değer Eylül ayında (2.52 ± 0.55 kg/ha) ölçülmüş ve en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.10; Şekil 5.6).

Alyssum topluluğunda, en yüksek değer Temmuz ayında (4.95 ± 0.48 kg/ha) saptanmıştır. Bu değer Ekim ayı (4.87 ± 0.45 kg/ha) değeri ile birlikte en yüksek fark grubunu oluşturmaktadır. En düşük değer Ağustos ayında (3.67 ± 0.35 kg/ha) ölçülmüş ve en düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.10; Şekil 5.6).

Yıllık ortalama değerler bakımından *Plantago* (4.37 ± 1.16 kg/ha) ve *Alyssum* (4.52 ± 0.64 kg/ha) toplulukları birlikte yüksek fark grubunda *Juniperus* topluluğu (3.53 ± 1.03 kg/ha) da düşük fark grubunda yer almıştır (izelge 5.10; Şekil 5.6).

Çizelge 5.10. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).

NO_3^--N kg/ha			
TOPLULUKLAR			
rnek Alma tarihleri	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	$3.93^c \pm 0.64$	$3.27^b \pm 0.58$	$4.87^a \pm 0.45$
02.06.03	$6.01^a \pm 0.57$	$4.59^a \pm 0.93$	$4.82^{ab} \pm 0.43$
03.07.03	$4.99^a \pm 0.60$	$4.17^{ab} \pm 0.87$	$4.95^a \pm 0.48$
08.08.03	$2.99^d \pm 0.35$	$3.09^{bc} \pm 0.62$	$3.67^c \pm 0.35$
20.09.03	$3.93^c \pm 0.47$	$2.52^c \pm 0.55$	$4.27^b \pm 0.40$
Ortalama	$4.37^A \pm 1.16$	$3.53^B \pm 1.03$	$4.52^A \pm 0.64$



Şekil 5.6. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 5-15 cm katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Tüm toplulukların toprağının 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerine göre örnek olma tarihleri ve topluluklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.11; Şekil 5.7).

Plantago topluluğu toprağın 0-15 cm'lik kısmında en yüksek değer Haziran ayında (9.37 ± 1.13 kg/ha) saptanmıştır. Bu değer en yüksek fark grubunu da oluşturmaktadır. En düşük değer Ağustos ayında (4.95 ± 0.57 kg/ha) saptanmıştır. Ağustos ayı ile birlikte Eylül (6.05 ± 0.74 kg/ha) ve Ekim (6.07 ± 1.06 kg/ha) ayları en düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.11; Şekil 5.7).

Juniperus topluluğunda en yüksek değer Haziran ayında (7.66 ± 2.03 kg/ha), en düşük değer ise Eylül ayında (3.78 ± 0.82 kg/ha) saptanmıştır. Diğer aylarda sırasıyla Temmuz (6.44 ± 1.68 kg/ha), Ekim (4.91 ± 1.09 kg/ha) ve Ağustos (4.70 ± 0.98 kg/ha) şeklinde saptanmıştır (Çizelge 5.11; Şekil 5.7).

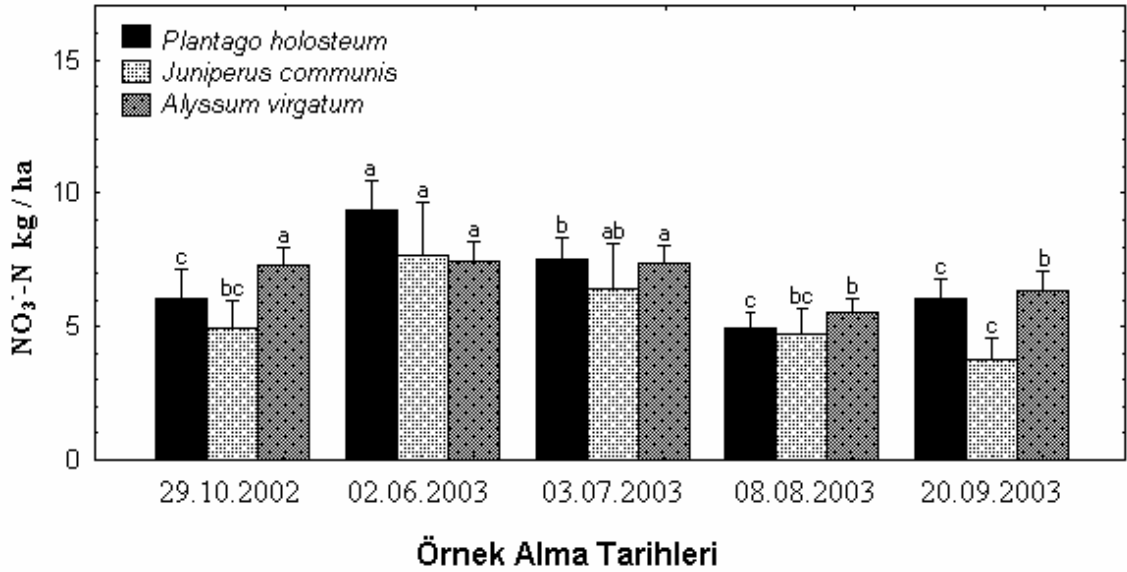
Ölçüm anındaki NO_3^- -N, *Alyssum* topluluğunda en yüksek değerlere Haziran (7.48 ± 0.73 kg/ha), Temmuz (7.40 ± 0.61 kg/ha) ve Ekim (7.29 ± 0.67 kg/ha) aylarında ulaşmış ve en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük değerler ise

Ağustos (5.50 ± 0.55 kg/ha) ve Eylül (6.36 ± 0.69) aylarında saptanmış ve düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.11; Şekil 5.7).

Yıllık ortalama NO_3^- -N değerlerine göre *Alyssum* (6.81 ± 0.99 kg/ha) ve *Plantago* (6.79 ± 1.76 kg/ha) toplulukları yüksek fark grubunda, *Juniperus* topluluğu (5.50 ± 1.93 kg/ha) düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.11; Şekil 5.7).

Çizelge 5.11. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri $n = 9$, topluluk ortalamaları $n = 45$).

NO_3^--N kg/ha			
Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	$6.07^c \pm 1.06$	$4.91^{bc} \pm 1.09$	$7.29^a \pm 0.67$
02.06.03	$9.37^a \pm 1.13$	$7.66^a \pm 2.03$	$7.48^a \pm 0.73$
03.07.03	$7.51^b \pm 0.79$	$6.44^{ab} \pm 1.68$	$7.40^a \pm 0.61$
08.08.03	$4.95^c \pm 0.57$	$4.70^{bc} \pm 0.98$	$5.50^b \pm 0.55$
20.09.03	$6.05^c \pm 0.74$	$3.78^c \pm 0.82$	$6.36^b \pm 0.69$
Ortalama	$6.79^A \pm 1.76$	$5.50^B \pm 1.93$	$6.81^A \pm 0.99$



Şekil 5.7. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 0-15 cm katmanında ölçüm anındaki NO_3^- -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

5. 4. 1. 3. Ölçüm Anındaki Toplam Mineral Azot ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ -N)

Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toplam mineral azotun örnek alma tarihleri arasındaki farkı *Juniperus* ve *Alyssum* topluluklarında anlamlı ($P < 0.05$), *Plantago* topluluğunda ise anlamsız bulunmuştur ($P > 0.05$) (Çizelge 5.12; Şekil 5.8).

Plantago topluluğunda en yüksek ölçüm anındaki toplam mineral azot değeri Ağustos ayında (6.71 ± 0.90 kg/ha), en düşük değer Ekim ayında (5.73 ± 0.75 kg/ha) saptanmıştır (Çizelge 5.12; Şekil 5.8).

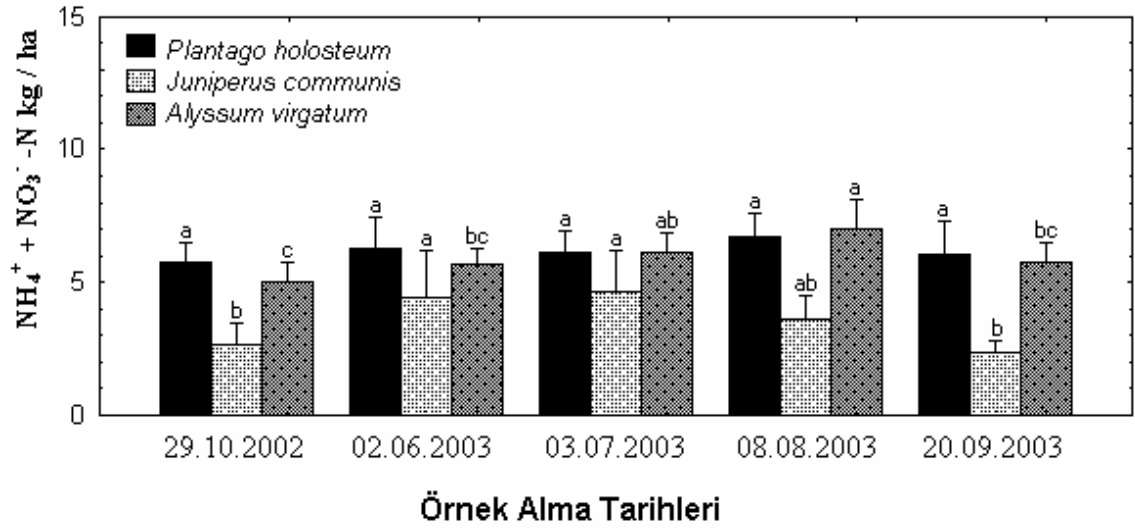
Juniperus topluluğu toprağının 0-5 cm'lik katmanındaki toplam mineral azot, en yüksek değerlere Temmuz (4.63 ± 1.58 kg/ha) ve Haziran (4.46 ± 1.72 kg/ha) aylarında ulaşmış ve en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük fark grubunu Eylül (2.34 ± 0.48 kg/ha) ve Ekim (2.64 ± 0.83 kg/ha) ayları oluşturmakta olup, Ağustos (3.62 ± 0.84 kg/ha) ayı diğer fark grupları arasında yer almıştır (Çizelge 5.12; Şekil 5.8).

Alyssum topluluğunda Ağustos ayı (7.03 ± 1.05 kg/ha) en yüksek fark grubunu, Ekim ayı (4.99 ± 0.74 kg/ha) en düşük fark grubunu oluşturmuştur. Diğer aylar ise bu iki fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.12; Şekil 5.8).

Toplulukların ortalamaları karşılaştırıldığında en yüksek değere sahip *Plantago* topluluğu (6.17 ± 1.01 kg/ha) ve *Alyssum* topluluğu (5.91 ± 1.01 kg/ha) yüksek fark grubunda, *Juniperus* topluluğu (3.54 ± 1.47 kg/ha) ise düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.12; Şekil 5.8).

Çizelge 5.12. Toprağın 0-5 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toplam mineral azot değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri n = 9, topluluk ortalamaları n = 45).

NH₄⁺+NO₃⁻-N (kg/ha)			
Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	5.73 ^a \pm 0.75	2.64 ^b \pm 0.83	4.99 ^c \pm 0.74
02.06.03	6.27 ^a \pm 1.17	4.46 ^a \pm 1.72	5.71 ^{bc} \pm 0.58
03.07.03	6.09 ^a \pm 0.84	4.63 ^a \pm 1.58	6.10 ^{ab} \pm 0.75
08.08.03	6.71 ^a \pm 0.90	3.62 ^{ab} \pm 0.84	7.03 ^a \pm 1.05
20.09.03	6.05 ^a \pm 1.26	2.34 ^b \pm 0.48	5.73 ^{bc} \pm 0.74
Ortalama	6.17 ^A \pm 1.01	3.54 ^B \pm 1.47	5.91 ^A \pm 1.01



Şekil 5.8. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 0-5 cm katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ -N değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Toprağın 5-15 cm'lik katmanında toplam ölçüm anındaki toplam mineral azotun örnek alma tarihleri arasındaki fark *Plantago* topluluğu dışındaki diğer topluluklarda anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.13; Şekil 5.9).

Plantago topluluğunda örnek alma tarihleri arasında anlamlı fark oluşmamıştır ($P > 0.05$). En yüksek ölçüm anındaki toplam mineral azot değeri Haziran ayında (10.80 ± 1.06 kg/ha), en düşük değer Temmuz ayında (10.52 ± 1.05 kg/ha) saptanmıştır (Çizelge 5.13; Şekil 5.9).

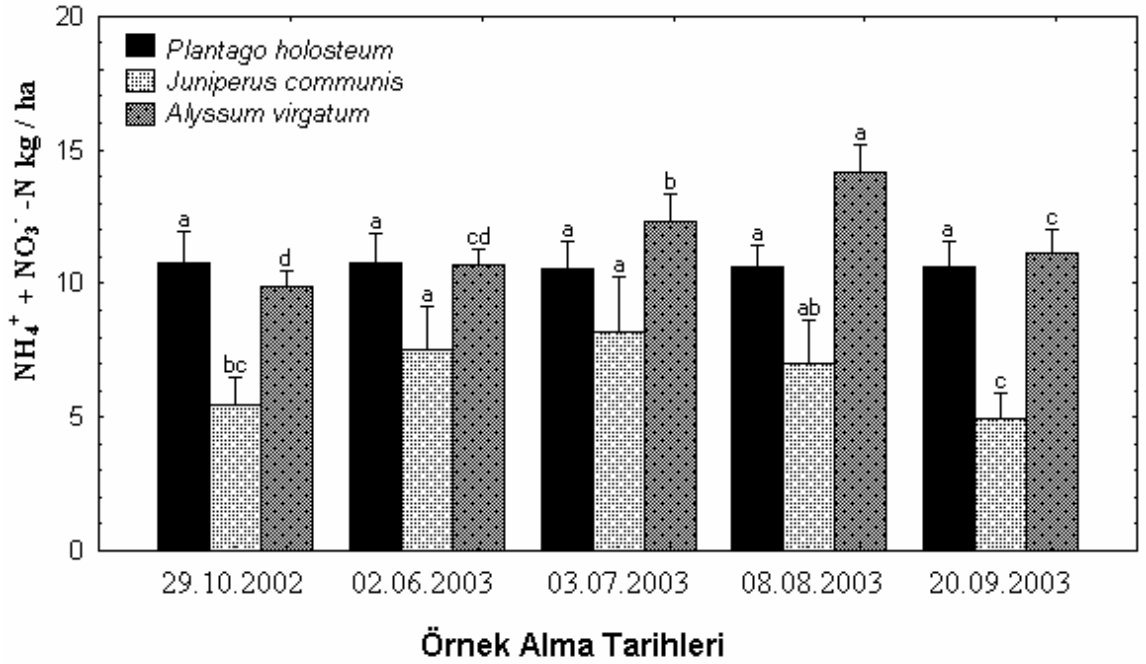
Juniperus topluluğunda en yüksek değerler Temmuz (8.21 ± 2.04 kg/ha) ve Haziran (7.56 ± 1.59 kg/ha) aylarında tespit edilmiş olup en yüksek fark grubunu oluşturmuş. En düşük değer Eylül ayında (4.98 ± 0.95 kg/ha) saptanmış ve en düşük fark grubunda; Ağustos (7.02 ± 1.61 kg/ha) ve Ekim (7.02 ± 1.61 kg/ha) ayları diğer fark grupları arasında yer almıştır (Çizelge 5.13; Şekil 5.9).

Alyssum topluluğunda en yüksek değer ve en yüksek fark grubuna sahip olan değer Ağustos ayında (14.14 ± 1.03 kg/ha) saptanmıştır. En düşük değer Ekim ayında (9.88 ± 0.58 kg/ha) saptanmış olup en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.13; Şekil 5.9).

Toplulukların ortalamaları karşılaştırıldığında en yüksek fark grubunu *Alyssum* topluluğu (11.64 ± 1.74 kg/ha) ikinci yüksek fark grubunu *Plantago* topluluğu (10.67 ± 0.97 kg/ha), en düşük fark grubunu ise *Juniperus* topluluğu (6.64 ± 1.90 kg/ha) oluşturmuştur. (Çizelge 5.13; Şekil 5.9).

Çizelge 5.13. Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toplam mineral azot değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama±Standart sapma; örnek alma tarihleri n = 9, topluluk ortalamaları n = 45).

NH₄⁺+NO₃⁻-N (kg/ha)			
Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	10.79 ^a ± 1.18	5.43 ^{bc} ± 1.07	9.88 ^d ± 0.58
02.06.03	10.80 ^a ± 1.06	7.56 ^a ± 1.59	10.71 ^{cd} ± 0.58
03.07.03	10.52 ^a ± 1.05	8.21 ^a ± 2.04	12.33 ^b ± 1.05
08.08.03	10.65 ^a ± 0.78	7.02 ^{ab} ± 1.61	14.14 ^a ± 1.03
20.09.03	10.62 ^a ± 0.92	4.98 ^c ± 0.95	11.14 ^c ± 0.90
Ortalama	10.67 ^B ± 0.97	6.64 ^C ± 1.90	11.64 ^A ± 1.74



Şekil 5.9. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 5-15 cm katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \text{-N}$ değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Toprağın 5-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \text{-N}$ miktarının örnek alma tarihleri arasındaki farkı *Plantago* topluluğu dışındaki diğer topluluklarda anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.14; Şekil 5.10).

Plantago topluluğunda en yüksek ölçüm anındaki toplam mineral azot değeri Ağustos ayında (17.35 ± 1.21 kg/ha), en düşük değer Ekim ayında (16.52 ± 1.90 kg/ha) tespit edilmiştir (Çizelge 5.14; Şekil 5.10).

Juniperus topluluğunda, en yüksek fark grubu Temmuz (12.85 ± 3.47 kg/ha) ve Haziran (12.02 ± 3.08 kg/ha) ayları oluşturmuştur. En düşük fark grubunda Eylül (8.08 ± 1.87 kg/ha) ve Ekim (7.32 ± 1.35 kg/ha) ayları yer almıştır. Ağustos ayının ortalama değeri (10.65 ± 2.38 kg/ha) ise diğer fark grupları arasında bulunmuştur (Çizelge 5.14; Şekil 5.10).

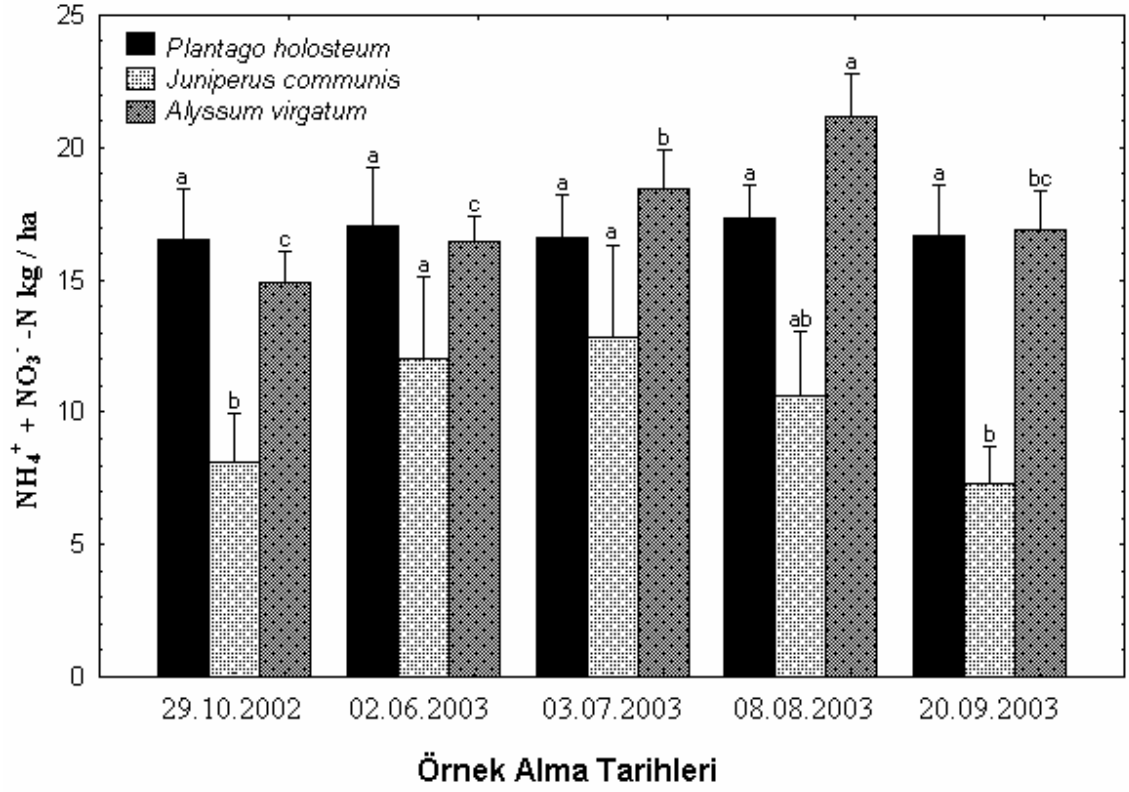
Alyssum topluluğunda 3 fark grubu tespit edilmiştir. Bunlardan en yüksek fark grubunu Ağustos (21.17 ± 1.64 kg/ha), ikinci yüksek fark grubunu Temmuz (18.43 ± 1.48 kg/ha) ayı oluşturmuştur. Ekim (14.88 ± 1.18 kg/ha) ve Haziran (16.41 ± 0.99

kg/ha) ayları en düşük fark grubunu oluştururken, Eylül ayı (16.87 ± 1.47 kg/ha) ise ikinci yüksek fark grubuyla en düşük fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.14; Şekil 5.10).

Toplulukların ortalamaları karşılaştırıldığında yüksek fark grunda *Alyssum* (17.56 ± 2.53 kg/ha) ve *Plantago* (16.85 ± 1.74 kg/ha), düşük fark grubunda *Juniperus* (10.18 ± 3.27 kg/ha) yer almıştır (Çizelge 5.14; Şekil 5.10).

Çizelge 5.14. Toprağın 0-15 cm'lik katmanında ölçüm anındaki toplam mineral azot değerlerine göre örnek alma tarihleri arasındaki değişim ve yıllık ortalamaların topluluklar arasındaki farkları (Ortalama \pm Standart sapma; örnek alma tarihleri n = 9, topluluk ortalamaları n = 45).

NH₄⁺+NO₃⁻-N (kg/ha)			
Örnek Alma tarihleri	TOPLULUKLAR		
	<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02	16.52 ^a \pm 1.90	8.08 ^b \pm 1.87	14.88 ^c \pm 1.18
02.06.03	17.07 ^a \pm 2.16	12.02 ^a \pm 3.08	16.41 ^c \pm 0.99
03.07.03	16.61 ^a \pm 1.59	12.85 ^a \pm 3.47	18.43 ^b \pm 1.48
08.08.03	17.35 ^a \pm 1.21	10.65 ^{ab} \pm 2.38	21.17 ^a \pm 1.64
20.09.03	16.67 ^a \pm 1.94	7.32 ^b \pm 1.35	16.87 ^{bc} \pm 1.47
Ortalama	16.85 ^A \pm 1.74	10.18 ^B \pm 3.27	17.56 ^A \pm 2.53



Şekil 5.10. *Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum* toplulukları topraklarının 0-15 cm katmanında ölçüm anındaki $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \text{-N}$ değerlerinin örnek alma tarihleri arasındaki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

5. 4. 2. Alan Koşullarında Mineral Azot Verimi

5. 4. 2. 1. Alan Koşullarında Mineral Azot Veriminin Yıl İçindeki Değişimi

Alan koşullarında yapılan inkübasyon denemelerinde, inkübasyon süreleri farklı aralıklarda olduğundan, ilgili dönemde belirlenen net mineral azot verimi önce günlük değere sonra da haftalık değere dönüştürülmüştür. Haftalık değerler dikkate alınarak net mineral azot veriminin yıl içindeki değişimi araştırılmıştır.

5. 4. 2. 1. 1 Amonyum Verimi

Örneklerin bazılarında amonyumun nitrata dönüşümü bazı durumlarda daha fazla olmuş, bu nedenle inkübasyon dönemi sonunda amonyum başlangıç değerinden daha düşük bulunmuş ve negatif işaret ile gösterilmiştir. Toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki haftalık net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ verimi inkübasyon aralıkları arasındaki değişimi tüm topluluklarda anlamlı bulunmuştur (Çizelge 5.15; Şekil 5.11).

Plantago topluluğunda en yüksek değer Temmuz-Ağustos (0.29 ± 0.09 kg/ha/hafta) döneminde tespit edilmiş ve en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük değer Ağustos-Eylül (-0.05 ± 0.08 kg/ha/hafta) döneminde saptanmıştır. Bu dönem en düşük fark grubunda yer almıştır. Diğer inkübasyon aralıklarında saptanan değerler Temmuz-Ağustos ve Ağustos-Eylül dönemi değerlerinin arasında hesaplanmıştır (Çizelge 5.15; Şekil 5.11).

Juniperus topluluğunda net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ verimi bakımından yüksek fark grubu Haziran-Temmuz (0.32 ± 0.05 kg/ha/hafta) döneminde tespit edilmiştir. Diğer aralıklar ise aynı ve düşük değer fark grubunda bulunmuştur. En düşük verim Ağustos-Eylül (0.06 ± 0.20 kg/ha/hafta) döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 5.15; Şekil 5.11).

Alyssum topluluğunda en yüksek değer Eylül-Kasım (0.08 ± 0.02 kg/ha/hafta) döneminde saptanmıştır ve yüksek fark grubunu oluşturmuştur. Ağustos-Eylül inkübasyon dönemi (0.02 ± 0.02 kg/ha/hafta) en düşük fark grubunda yer almıştır. Diğer inkübasyon aralıklarındaki verim değerleri ise bu iki dönem değerlerinin arasında bulunmuştur (Çizelge 5.15; Şekil 5.11).

Çizelge 5.15. Toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki haftalık net NH_4^+ -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net NH_4^+ -N kg/ha/hafta				
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR		
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02/02.06.03	185	0.03 ^c \pm 0.01	0.05 ^b \pm 0.01	0.03 ^{ab} \pm 0.01
02.06.03/03.07.03	31	0.13 ^b \pm 0.05	0.32 ^a \pm 0.05	0.06 ^{ab} \pm 0.08
03.07.03/08.08.03	38	0.29 ^a \pm 0.09	0.11 ^b \pm 0.04	0.05 ^{ab} \pm 0.01
08.08.03/20.09.03	43	-0.05 ^c \pm 0.08	0.06 ^b \pm 0.20	0.02 ^b \pm 0.02
20.09.03/01.11.03	42	0.13 ^b \pm 0.02	0.10 ^b \pm 0.13	0.08 ^a \pm 0.02

Toprağın 5-15 cm'lik katmanında haftalık net NH_4^+ -N veriminin inkübasyon aralıkları arasındaki değişimi tüm topluluklar için varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve Tukey testi ile fark grupları oluşmuştur (Çizelge 5.16; Şekil 5.11).

Plantago topluluğunda en yüksek değer ve yüksek fark grubu Temmuz-Ağustos (0.81 ± 0.17 kg/ha/hafta) aralığında oluşmuştur. Diğer inkübasyon aralıkları için hesaplanan verim değerleri düşük fark grubunda yer almıştır. En düşük net verim ise Ekim-Haziran (0.06 ± 0.02 kg/ha/hafta) aralığında saptanmıştır (Çizelge 5.16; Şekil 5.11).

Juniperus topluluğunun 5-15 cm'lik katmanında net NH_4^+ -N verimi bakımından Haziran-Temmuz (0.60 ± 0.11 kg/ha/hafta) ve Temmuz-Ağustos (0.71 ± 0.13 kg/ha/hafta) inkübasyon aralıkları en yüksek fark grubunda yer almıştır. En düşük fark grubu ise Ekim-Haziran (0.08 ± 0.02 kg/ha/hafta) ve Eylül-Kasım (0.12 ± 0.05 kg/ha/hafta) aralıklarında oluşmuştur. Ağustos-Eylül (0.42 ± 0.09 kg/ha) aralığı diğerleri arasında ayrı bir fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.16; Şekil 5.11).

Alyssum topluluğunda en yüksek değer Haziran-Temmuz (0.27 ± 0.03 kg/ha/hafta) aralığında tespit edilmiş ve en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük fark grubu Ekim-Haziran (0.03 ± 0.01 kg/ha/hafta) aralığında saptanmıştır. Ağustos-Eylül ($0.15 \pm$

0.05 kg/ha/hafta) aralığındaki verim ikinci yüksek fark grubunu oluştururken, Temmuz-Ağustos (0.20 ± 0.03 kg/ha/hafta) ve Eylül-Kasım (0.18 ± 0.07 kg/ha/hafta) aralıkları en yüksek fark grubuyla ikinci yüksek fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.16; Şekil 5.11).

Çizelge 5.16. Toprağın 5-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NH_4^+ -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net NH_4^+ -N kg/ha/hafta				
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR		
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02/02.06.03	185	0.06 ^c \pm 0.02	0.08 ^c \pm 0.02	0.03 ^c \pm 0.01
02.06.03/03.07.03	31	0.26 ^b \pm 0.15	0.60 ^a \pm 0.11	0.27 ^a \pm 0.03
03.07.03/08.08.03	38	0.81 ^a \pm 0.17	0.71 ^a \pm 0.13	0.20 ^{ab} \pm 0.11
08.08.03/20.09.03	43	0.13 ^b \pm 0.09	0.42 ^b \pm 0.09	0.15 ^b \pm 0.08
20.09.03/01.11.03	42	0.20 ^b \pm 0.06	0.12 ^c \pm 0.05	0.18 ^{ab} \pm 0.07

Haftalık net NH_4^+ -N veriminin 0-15 cm'lik toplam derinlik katmanında inkübasyon aralıkları arasındaki değişimi tüm topluluklarda anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur (Çizelge 5.17; Şekil 5.11).

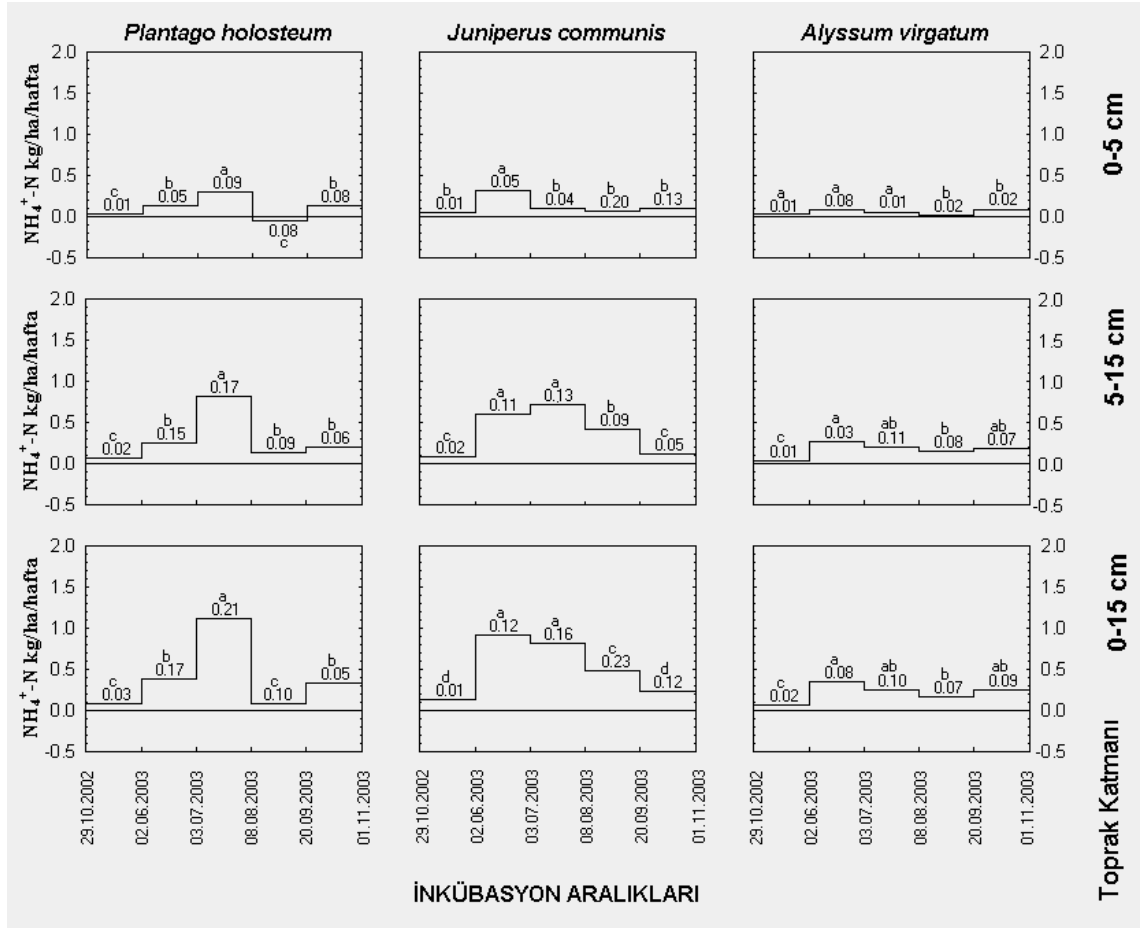
Plantago topluluğunda, Temmuz-Ağustos (1.11 ± 0.21 kg/ha/hafta) aralığında en yüksek verim hesaplanmıştır. Bu değer en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük fark grubunda ise Ağustos-Eylül (0.08 ± 0.10 kg/ha/hafta) ve Ekim-Haziran (0.09 ± 0.03 kg/ha/hafta) aralıklarındaki verim değerleri yer almıştır. Diğer aralıklar ikinci yüksek fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.17; Şekil 5.11).

Juniperus topluluğunda Ekim-Haziran (0.13 ± 0.01 kg/ha/hafta) ile Eylül-Kasım (0.23 ± 0.12 kg/ha/hafta) inkübasyon aralıkları en düşük, Haziran-Temmuz (0.92 ± 0.12 kg/ha/hafta) ile Temmuz-Ağustos (0.92 ± 0.12 kg/ha/hafta) aralıkları ise en yüksek fark grubunda yer almıştır. Ağustos-Eylül (0.48 ± 0.23 kg/ha/hafta) aralığındaki net verim değerleri ikinci fark grubunda oluşturmuştur (Çizelge 5.17; Şekil 5.11).

Haziran-Temmuz (0.35 ± 0.08 kg/ha/hafta) aralığı *Alyssum* topluluğunda en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük fark grubunda Ekim-Haziran (0.06 ± 0.02 kg/ha/hafta) yer almıştır. Ağustos-Eylül (0.17 ± 0.07 kg/ha/hafta) ikinci yüksek grubu oluştururken, Temmuz-Ağustos (0.26 ± 0.10 kg/ha/hafta) ve Eylül-Kasım (0.26 ± 0.09 kg/ha/hafta) aralıkları ise en yüksek ile yüksek fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.17; Şekil 5.11).

Çizelge 5.17. Toprağın 0-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NH_4^+ -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net NH_4^+ -N kg/ha/hafta					
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR			
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>	
29.10.02/02.06.03	185	0.09 ^c \pm 0.03	0.13 ^c \pm 0.01	0.06 ^c \pm 0.02	
02.06.03/03.07.03	31	0.39 ^b \pm 0.17	0.92 ^a \pm 0.12	0.35 ^a \pm 0.08	
03.07.03/08.08.03	38	1.11 ^a \pm 0.21	0.82 ^a \pm 0.16	0.26 ^{ab} \pm 0.10	
08.08.03/20.09.03	43	0.08 ^c \pm 0.10	0.48 ^b \pm 0.23	0.17 ^b \pm 0.07	
20.09.03/01.11.03	42	0.33 ^b \pm 0.05	0.23 ^c \pm 0.12	0.26 ^{ab} \pm 0.09	



Şekil 5.11. Araştırma alanlarının alan koşullarında toprağın 0-5, 5-15, 0-15 cm'lik katmanlarında saptanan haftalık net amonyum veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

5. 4. 2. 1. 2. Nitrat Verimi

Toprağın 0-5 cm'lik katmanında haftalık net NO_3^- -N veriminin örnek alma tarihleri arasındaki farkı tüm topluluklarda varyans analizine göre anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.18; Şekil 5.12).

Plantago topluluğunda Haziran-Temmuz (3.23 ± 0.49 kg/ha/hafta) yüksek fark grubunu oluşturmuştur. En düşük değer Ağustos-Eylül (0.18 ± 0.04 kg/ha/hafta) aralığında ölçülmüş ve diğer aralıklarla beraber düşük fark grubunda yer almaktadırlar (Çizelge 5.18; Şekil 5.12).

Juniperus topluluğunda da Haziran-Temmuz (1.55 ± 0.39 kg/ha/hafta) aralığı yüksek fark grubunu oluştururken, yine en düşük değer Ağustos-Eylül (0.09 ± 0.04

kg/ha/hafta) aralığında ölçülmüş ve diğer aralıklarla beraber düşük fark grubunda yer almaktadırlar (Çizelge 5.18; Şekil 5.12).

Alyssum topluluğunda en yüksek değer *Plantago* ve *Juniperus* topluluklarındaki gibi Haziran–Temmuz (1.75 ± 0.11 kg/ha/hafta) inkübasyon aralığında tespit edilmiş ve en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. Diğer topluluklardan farklı olarak Eylül–Kasım (0.32 ± 0.09 kg/ha/hafta) aralığında ikinci yüksek fark grubu oluşmuşken, Ağustos–Eylül (0.12 ± 0.05 kg/ha/hafta) ile Ekim–Haziran (0.15 ± 0.04 kg/ha/hafta) aralıkları en düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.18; Şekil 5.12).

Çizelge 5.18. Toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki haftalık net NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net NO_3^- -N kg/ha/hafta				
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR		
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02/02.06.03	185	$0.25^b \pm 0.05$	$0.16^b \pm 0.05$	$0.15^c \pm 0.04$
02.06.03/03.07.03	31	$1.73^a \pm 0.26$	$1.55^a \pm 0.39$	$1.75^a \pm 0.11$
03.07.03/08.08.03	38	$0.20^b \pm 0.05$	$0.11^b \pm 0.05$	$0.18^b \pm 0.07$
08.08.03/20.09.03	43	$0.18^b \pm 0.04$	$0.09^b \pm 0.04$	$0.12^c \pm 0.05$
20.09.03/01.11.03	42	$0.24^b \pm 0.05$	$0.18^b \pm 0.04$	$0.32^b \pm 0.09$

Toplulukların topraklarının 5-15 cm'lik katmanında haftalık net NO_3^- -N verimi açısından inkübasyon aralıkları arasındaki fark tüm topluluklarda varyans analizine göre anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Uygulanan Tukey testi ile toplulukların inkübasyon aralıkları arasında fark grupları oluşmuştur. Tüm topluluklarda en yüksek değerler Haziran- Temmuz inkübasyon aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 5.19; Şekil 5.12).

Plantago topluluğunda Haziran-Temmuz inkübasyon aralığı değeri (2.01 ± 0.20 kg/ha/hafta) en yüksek fark grubunda yer almıştır. İkinci yüksek fark grubunu Ağustos-Eylül (0.51 ± 0.06 kg/ha/hafta) aralığı oluştururken, Eylül-Kasım (0.43 ± 0.12 kg/ha/hafta) ve Ekim-Haziran (0.39 ± 0.05 kg/ha/hafta) aralıkları en yüksek ile ikinci

yüksek fark grubu arasında olduğu saptanmıştır. Temmuz-Ağustos (0.33 ± 0.15 kg/ha/hafta) aralığındaki net verim değeri en düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.19; Şekil 5.12).

Juniperus topluluğunda en yüksek değer Haziran–Temmuz (2.21 ± 0.33 kg/ha/hafta) olarak saptanmış ve yüksek fark grubunda yer almıştır. Diğer inkübasyon aralıklarında saptanan değerler beraberce düşük fark grubunda yer almışlardır. En düşük verimin Ekim-Haziran (0.26 ± 0.08 kg/ha/hafta) döneminde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.19; Şekil 5.12).

Alyssum topluluğunda iki fark grubunun olduğu görülmektedir. Yüksek fark grubunda Haziran-Temmuz (2.31 ± 0.26 kg/ha/hafta) yer almıştır. Diğer inkübasyon aralıklarında ölçülen verim değerleri ve en küçük değer olan Ağustos-Eylül (0.21 ± 0.14 kg/ha/hafta) değeri düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.19; Şekil 5.12).

Çizelge 5.19. Toprağın 5-15 cm’lik katmanındaki haftalık net NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net NO_3^- -N kg/ha/hafta					
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR			
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>	
29.10.02/02.06.03	185	$0.39^{bc} \pm 0.05$	$0.26^b \pm 0.08$	$0.25^b \pm 0.06$	
02.06.03/03.07.03	31	$2.01^a \pm 0.20$	$2.21^a \pm 0.33$	$2.31^a \pm 0.26$	
03.07.03/08.08.03	38	$0.33^c \pm 0.15$	$0.46^b \pm 0.18$	$0.23^b \pm 0.06$	
08.08.03/20.09.03	43	$0.51^b \pm 0.06$	$0.36^b \pm 0.10$	$0.21^b \pm 0.14$	
20.09.03/01.11.03	42	$0.43^{bc} \pm 0.12$	$0.45^b \pm 0.12$	$0.27^b \pm 0.14$	

Toprağın 0-15 cm’lik katmanında haftalık net NO_3^- -N verimi tüm topluluklarda inkübasyon aralığı arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 5.20; Şekil 5.12).

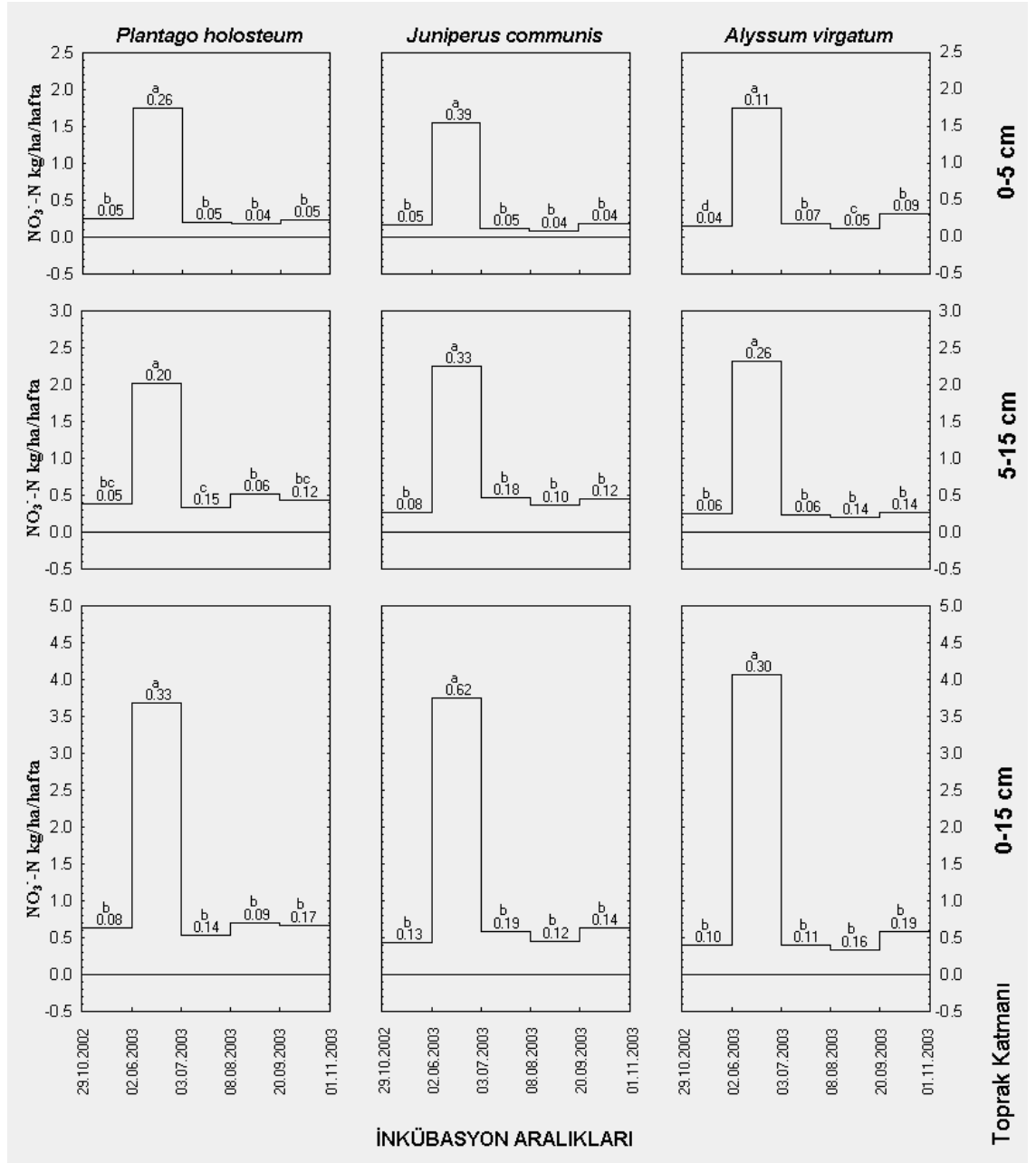
Tüm topluluklarda iki fark grubunun olduğu saptanmıştır. Yüksek fark grubunda bulunan değerler tüm toplulukların Haziran-Temmuz inkübasyon aralığında tespit edilmiştir. En yüksek verim değerleri *Plantago* topluluğunda (3.74 ± 0.33 kg/ha/hafta),

Juniperus topluluğunda (3.76 ± 0.62 kg/ha/hafta) ve *Alyssum* topluluğunda (4.06 ± 0.30 kg/ha/hafta) olarak tespit edilmiştir. Diğer inkübasyon aralıklarında tespit edilen değerlerin hepsi düşük fark grubunda yer almaktadırlar (Çizelge 5.20; Şekil 5.12).

En düşük NO_3^- -N verimi *Plantago* topluluğunda Ekim-Haziran (0.64 ± 0.08 kg/ha/hafta), *Juniperus* topluluğunda (Ekim- Haziran 0.43 ± 0.13 kg/ha/hafta) ve *Alyssum* topluluğunda ise Ağustos-Eylül (0.33 ± 0.16 kg/ha/hafta) döneminde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.20; Şekil 5.12).

Çizelge 5.20. Toprağın 0-15 cm'lik katmanındaki haftalık net NO_3^- -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net NO_3^- -N kg/ha/hafta					
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR			
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>	
29.10.02/02.06.03	185	$0.64^b \pm 0.08$	$0.43^b \pm 0.13$	$0.40^b \pm 0.10$	
02.06.03/03.07.03	31	$3.74^a \pm 0.33$	$3.76^a \pm 0.62$	$4.06^a \pm 0.30$	
03.07.03/08.08.03	38	$0.53^b \pm 0.14$	$0.58^b \pm 0.19$	$0.41^b \pm 0.11$	
08.08.03/20.09.03	43	$0.69^b \pm 0.09$	$0.46^b \pm 0.12$	$0.33^b \pm 0.16$	
20.09.03/01.11.03	42	$0.67^b \pm 0.17$	$0.64^b \pm 0.14$	$0.58^b \pm 0.19$	



Şekil 5.12. Araştırma alanlarının alan koşullarında toprağın 0-5, 5-15, 0-15 cm'lik katmanlarında saptanan haftalık net nitrat veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama ± Standart sapma; n = 9).

5. 4. 2. 1. 3. Toplam Mineral Azot Verimi

Araştırma yapılan toplulukların topraklarının 0-5 cm'lik katmanında haftalık net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$ verimi açısından inkübasyon aralıkları arasındaki fark tüm topluluklarda varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve Tukey testine göre inkübasyon aralıkları arasında fark grupları oluşmuştur (Çizelge 5.21; Şekil 5.13).

Plantago topluluğunda en yüksek değer Haziran-Temmuz (1.86 ± 0.25 kg/ha/hafta), en düşük değer Ağustos-Eylül (0.13 ± 0.08 kg/ha/hafta) aralığında hesaplanmıştır. Haziran-Temmuz en yüksek fark grubunda yer alırken Ağustos-Eylül ve Ekim-Haziran (0.27 ± 0.05 kg/ha/hafta) en düşük fark grubunda yer almıştır. Temmuz-Ağustos (0.49 ± 0.13 kg/ha/hafta) ikinci yüksek fark grubunu oluşturmaktadır. Eylül-Kasım (0.37 ± 0.05 kg/ha/hafta) yüksek ve en düşük fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.21; Şekil 5.13).

Çizelge 5. 21. Toprağın 0-5 cm'lik katmanındaki haftalık net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$ veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$ kg/ha/hafta					
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR			
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>	
29.10.02/02.06.03	185	$0.27^c \pm 0.05$	$0.21^b \pm 0.06$	$0.18^c \pm 0.05$	
02.06.03/03.07.03	31	$1.86^a \pm 0.25$	$1.87^a \pm 0.43$	$1.82^a \pm 0.06$	
03.07.03/08.08.03	38	$0.49^b \pm 0.13$	$0.22^b \pm 0.05$	$0.23^c \pm 0.07$	
08.08.03/20.09.03	43	$0.13^c \pm 0.08$	$0.15^b \pm 0.22$	$0.15^c \pm 0.06$	
20.09.03/01.11.03	42	$0.37^{bc} \pm 0.05$	$0.29^b \pm 0.10$	$0.39^b \pm 0.10$	

Juniperus topluluğunda yüksek fark grubu Haziran-Temmuz (1.87 ± 0.43 kg/ha) inkübasyon aralığında yer alırken, diğer inkübasyon aralıkları düşük fark grubunu oluşturmuştur. En düşük değer net verim Ağustos-Eylül (0.15 ± 0.22 kg/ha/hafta) aralığında hesaplanmıştır (Çizelge 5.21; Şekil 5.13).

Alyssum topluluğunda üç fark grubu oluşmuştur. En yüksek fark grubu Haziran-Temmuz (1.82 ± 0.06 kg/ha/hafta) inkübasyon aralığında, ikinci fark grubu Eylül-Kasım (0.39 ± 0.10 kg/ha/hafta) aralığında yer alırken, Ekim-Haziran (0.18 ± 0.05 kg/ha/ha), Temmuz-Ağustos (0.23 ± 0.07 kg/ha/hafta) ve Ağustos-Eylül (0.15 ± 0.06 kg/ha/hafta) aralıkları en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.21; Şekil 5.13).

Haftalık net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ -N verimi 5-15 cm'lik toprak katmanında tüm topluluklarda inkübasyon aralıkları arasındaki değişimi varyans analizine göre anlamlı bulmuş ($P < 0.05$) ve Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur (Çizelge 5.22; Şekil 5.13).

Tüm topluluklarda en yüksek verim Haziran-Temmuz döneminde ölçülmüştür. *Plantago* topluluğunda üç fark grubu oluşmuştur. Haziran-Temmuz (2.27 ± 0.26 kg/ha/hafta) aralığında saptanan en yüksek fark grubunu takiben, ikinci yüksek fark grubu Temmuz-Ağustos (1.15 ± 0.24 kg/ha/hafta) aralığında ve en düşük fark grubu ise Ekim-Haziran (0.45 ± 0.06 kg/ha/hafta), Ağustos-Eylül (0.64 ± 0.08 kg/ha/hafta) ve Eylül-Kasım (0.64 ± 0.16 kg/ha/hafta) aralıklarında yer almıştır (Çizelge 5.22; Şekil 5.13).

Çizelge 5. 22. Toprağın 5-15 cm'lik katmanındaki haftalık net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ -N kg/ha/hafta				
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR		
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
29.10.02/02.06.03	185	$0.45^c \pm 0.06$	$0.34^d \pm 0.08$	$0.28^b \pm 0.06$
02.06.03/03.07.03	31	$2.27^a \pm 0.26$	$2.81^a \pm 0.38$	$2.59^a \pm 0.27$
03.07.03/08.08.03	38	$1.15^b \pm 0.24$	$1.17^b \pm 0.28$	$0.43^b \pm 0.16$
08.08.03/20.09.03	43	$0.64^c \pm 0.08$	$0.79^c \pm 0.17$	$0.36^b \pm 0.18$
20.09.03/01.11.03	42	$0.64^c \pm 0.16$	$0.57^{cd} \pm 0.13$	$0.45^b \pm 0.11$

Juniperus topluluğunda topluluğunda dört fark grubu oluşmuştur, bir fark grubu iki fark grubu arasında yer almıştır. Haziran–Temmuz (2.81 ± 0.38 kg/ha/ha) en yüksek, Temmuz–Ağustos (1.17 ± 0.28 kg/ha/hafta) ikinci ve Ağustos–Eylül (0.79 ± 0.17 kg/ha/hafta) üçüncü fark grubunu oluştururken Ekim–Haziran (0.34 ± 0.08 kg/ha/hafta) en düşük fark grubunu oluşturmuştur. Eylül–Kasım (0.57 ± 0.13 kg/ha/hafta) aralığı ise üçüncü ile en düşük fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.22; Şekil 5.13).

Alyssum topluluğunda yüksek fark grubu Haziran–Temmuz (2.59 ± 0.27 kg/ha/hafta) inkübasyon aralığında saptanmıştır. Diğer inkübasyon aralıklarındaki değerler en düşük fark grubunu oluşturmuş ve en düşük verim Ekim–Haziran (0.28 ± 0.06 kg/ha/hafta) aralığında hesaplanmıştır (Çizelge 5.22; Şekil 5.13).

Toprağın 0-15'lik katmanında haftalık net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$ verimi, tüm topluluklarda inkübasyon aralıkları arasındaki fark anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve fark grupları oluşmuştur (Çizelge 5.23; Şekil 5.13).

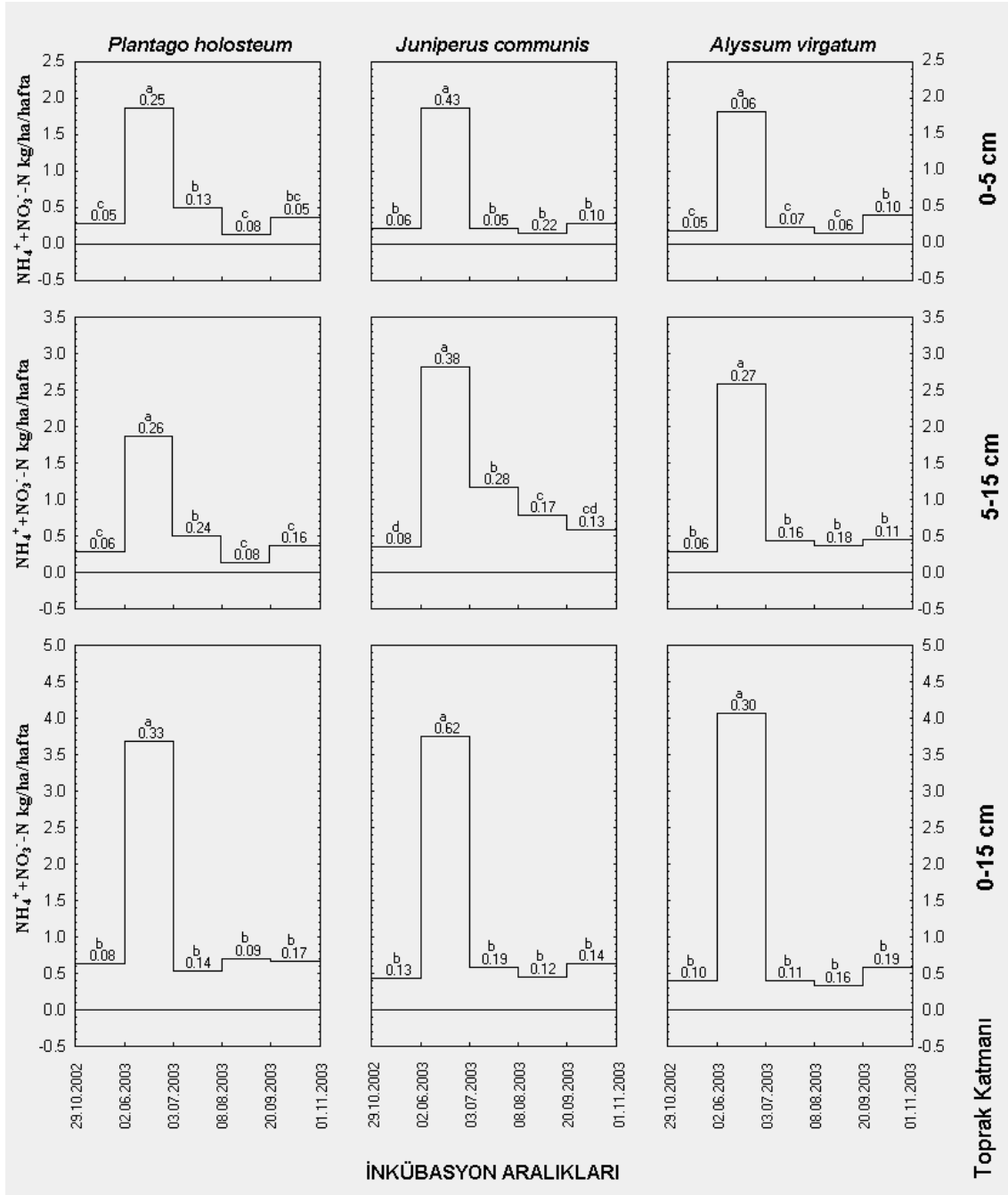
Plantago topluluğunda Haziran–Temmuz (4.13 ± 0.33 kg/ha/hafta) aralığı en yüksek fark grubunu oluşturmuştur. Temmuz–Ağustos (1.64 ± 0.30 kg/ha/hafta) aralığı ikinci yüksek fark grubunu, Ekim–Haziran (0.73 ± 0.09 kg/ha/hafta), Ağustos–Eylül (0.77 ± 0.08 kg/ha/hafta) ve Eylül–Kasım (1.01 ± 0.20 kg/ha/hafta) aralıkları net verim bakımından en düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.23; Şekil 5.13).

Juniperus topluluğunda Haziran–Temmuz (4.68 ± 0.68 kg/ha/hafta) aralığında en yüksek fark grubu, Ekim–Haziran (0.56 ± 0.14 kg/ha/hafta) aralığında en düşük fark grubu oluşmuştur. Temmuz–Ağustos (1.40 ± 0.29 kg/ha/hafta) ikinci yüksek grubu oluştururken Ağustos–Eylül (0.94 ± 0.34 kg/ha/hafta) ve Eylül–Kasım (0.86 ± 0.14 kg/ha/hafta) aralıkları en düşük fark grubu ile ikinci yüksek fark grubu arasında yer almıştır (Çizelge 5.23; Şekil 5.13).

Alyssum topluluğunda en yüksek fark grubu diğer topluluklarda olduğu gibi Haziran–Temmuz (4.41 ± 0.26 kg/ha/hafta) aralığında tespit edilmiştir. En düşük fark grubu Ekim–Haziran (0.46 ± 0.10 kg/ha/hafta) ve Ağustos–Eylül (0.51 ± 0.19 kg/ha/hafta) aralıklarında oluşmuş, Temmuz–Ağustos (0.67 ± 0.20 kg/ha/hafta) ve Eylül–Kasım (0.84 ± 0.17 kg/ha/hafta) ara fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.23; Şekil 5.13).

Çizelge 5. 23. Toprağın 0-15 cm'lik katmanındaki haftalık net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ -N veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama \pm Standart sapma; n = 9).

Net $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ -N kg/ha/hafta					
İnkübasyon aralıkları	Günler	TOPLULUKLAR			
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>	
29.10.02/02.06.03	185	0.73 ^c \pm 0.09	0.56 ^c \pm 0.14	0.46 ^c \pm 0.10	
02.06.03/03.07.03	31	4.13 ^a \pm 0.33	4.68 ^a \pm 0.68	4.41 ^a \pm 0.26	
03.07.03/08.08.03	38	1.64 ^b \pm 0.30	1.40 ^b \pm 0.29	0.67 ^{bc} \pm 0.20	
08.08.03/20.09.03	43	0.77 ^c \pm 0.08	0.94 ^{bc} \pm 0.34	0.51 ^c \pm 0.19	
20.09.03/01.11.03	42	1.01 ^c \pm 0.20	0.86 ^{bc} \pm 0.14	0.84 ^{bc} \pm 0.17	



Şekil 5.13. Araştırma alanlarının alan koşullarında toprağın 0-5, 5-15, 0-15 cm'lik katmanlarında saptanan haftalık net toplam mineral azot veriminin yıl içindeki değişimi (Ortalama ± Standart sapma; n = 9).

5. 4. 3. Alan Koşullarında Yıllık Net Mineral Azot Verimi

Farklı toprak katmanlarındaki yıllık net mineral azot veriminin topluluklar arasındaki değişimi, NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı ve Ellenberg (1977)'e göre nitrat veriminin toplam mineral azot verimi içindeki yüzde (NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N; *nitrifikasyon derecesi*) miktarları Çizelge 5.21'de verilmiştir. Toprağın tüm katmanlarında varyans analizine göre topluluklar arasındaki anlamlı bulunmuş ve Tukey testine göre fark grupları oluşmuştur (Çizelge 5.24).

Toprağın 0-5 cm'lik katmanında yıllık net NH_4^+ -N verimine göre *Plantago* (4 ± 0.9 kg / ha / yıl⁻¹) ve *Juniperus* (3 ± 0.5 kg / ha / yıl⁻¹) toplulukları yüksek fark grubunda *Alyssum* topluluğu (2 ± 0.7 kg / ha / yıl⁻¹) ise düşük fark grubunda yer almıştır. Aynı katmandaki NO_3^- -N verimi göre ise en yüksek fark grubunu *Plantago* topluluğu (18 ± 2.7 kg / ha / yıl⁻¹), en düşük fark grubunu *Juniperus* topluluğu (14 ± 3.1 kg / ha / yıl⁻¹) oluştururken, *Alyssum* topluluğu (15 ± 1.3 kg / ha / yıl⁻¹) iki fark grubu arasında yer almıştır. Toprağın bu katmanındaki toplam mineral azot veriminin (NH_4^+ + NO_3^- -N) en yüksek olduğu topluluk *Plantago* topluluğudur (22 ± 2.9 kg / ha / yıl⁻¹) ve yüksek fark grubunda yer almıştır. *Juniperus* (17 ± 3.5 kg / ha / yıl⁻¹) ve *Alyssum* (17 ± 1.4 kg / ha / yıl⁻¹) toplulukları aynı değerdeki yıllık ortalama net verim değerleri ile düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.24).

Toplulukların toprağının 5-15 cm'lik katmanında hesaplanan yıllık net NH_4^+ -N verimine göre topluluklar arasındaki farkı varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve yıllık ortalamalar arasında fark grupları oluşmuştur. Topluluklar arasında üç fark grubu oluşmuş ve *Juniperus* (12 ± 1.3 kg / ha / yıl⁻¹), *Plantago* (9 ± 1.1 kg / ha / yıl⁻¹) ve *Alyssum* (5 ± 0.9 kg / ha / yıl⁻¹) şeklinde sıralanmıştır. Toprağın bu katmanındaki NO_3^- -N veriminin topluluklar arasındaki değişimi varyans analizine göre anlamlı ($P > 0.05$) olup, en yüksek fark grubunda *Juniperus* topluluğu (28 ± 3.1 kg / ha / yıl⁻¹) yer alırken en düşük fark grubunu *Alyssum* (21 ± 3.3 kg / ha / yıl⁻¹) oluşturmuştur. *Plantago* topluluğu (24 ± 5.0 kg / ha / yıl⁻¹) iki fark grubu arasında yer almıştır. Yıllık net toplam mineral azot verimine göre *Plantago* topluluğu (37 ± 3.2 kg / ha / yıl⁻¹) ve *Juniperus* topluluğu (36 ± 5.9 kg / ha / yıl⁻¹) en

yüksek fark grubunda, *Alyssum* topluluğu (26 ± 3.3 kg / ha / yıl⁻¹) ise en düşük fark grubunda yer almıştır (Çizelge 5.24).

Çizelge 5. 24. Toprağın farklı katmanlarındaki yıllık net mineral azot veriminin (kg N_{min} / ha / yıl) topluluklar (*Plantago*, *Juniperus* ve *Alyssum*) arasındaki değişimi (aynı harfler aynı, farklı harfler fark gruplarını göstermektedir). Yıllık NO₃⁻-N veriminin NH₄⁺-N verimine oranı ve net NH₄⁺+NO₃⁻-N verimi içindeki NO₃⁻-N veriminin yüzde oranı (%) (Ellenberg 1977'e göre)

Toprak Katmanı	Mineral Azot	TOPLULUKLAR		
		<i>Plantago</i>	<i>Juniperus</i>	<i>Alyssum</i>
0-5 cm				
	NH ₄ ⁺ -N	4 ^a ± 0.9	3 ^a ± 0.5	2 ^b ± 0.7
	NO ₃ ⁻ -N	18 ^a ± 2.7	14 ^b ± 3.1	15 ^{ab} ± 1.3
	NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻ -N	22 ^a ± 2.9	17 ^b ± 3.5	17 ^b ± 1.4
	NO ₃ ⁻ -N / NH ₄ ⁺ -N oranı	4.5	4.7	7.5
	NO ₃ ⁻ -Nx100 / NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻ -N (%)	82	82	88
5-15 cm				
	NH ₄ ⁺ -N	9 ^b ± 1.1	12 ^a ± 1.3	5 ^c ± 0.9
	NO ₃ ⁻ -N	28 ^a ± 3.1	24 ^{ab} ± 5.0	21 ^b ± 3.3
	NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻ -N	37 ^a ± 3.2	36 ^a ± 5.9	26 ^b ± 3.3
	NO ₃ ⁻ -N / NH ₄ ⁺ -N oranı	3.1	2.0	4.2
	NO ₃ ⁻ -Nx100 / NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻ -N (%)	76	67	81
0-15 cm				
	NH ₄ ⁺ -N	13 ^b ± 1.5	15 ^a ± 1.7	7 ^c ± 0.8
	NO ₃ ⁻ -N	46 ^a ± 4.0	38 ^b ± 7.8	36 ^b ± 4.5
	NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻ -N	59 ^a ± 4.3	53 ^a ± 9.2	43 ^b ± 4.2
	NO ₃ ⁻ -N / NH ₄ ⁺ -N	3.5	2.5	5.1
	NO ₃ ⁻ -Nx100 / NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻ -N (%)	78	72	84

Toprağın 0-15 cm'lik katmanında yıllık net NH_4^+ -N verimine göre topluluklar arasındaki farkı varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve yıllık ortalamalar arasında üç fark grubu oluşmuştur. Amonyum verimine göre topluluklar *Juniperus* ($15 \pm 1.7 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$), *Plantago* ($13 \pm 1.5 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$) ve *Alyssum* ($7 \pm 0.8 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$) topluluğu şeklinde sıralanmıştır. Yıllık net nitrat verimi açısından topluluklar arasındaki fark varyans analizine göre anlamlı bulunmuş ($P < 0.05$) ve yıllık ortalamalar arasında iki fark grubu oluşmuştur. Buna göre *Plantago* ($46 \pm 4.0 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$) yüksek fark grubunu, *Alyssum* ($36 \pm 4.5 \text{ kg/ha/yıl}$) *Juniperus* ($38 \pm 7.8 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$) topluluğu düşük fark grubunu oluşturmuştur. Toplulukların toprağında hesaplanan yıllık toplam mineral azot verimine göre topluluklar arasındaki fark anlamlı ($P < 0.05$) olup iki fark grubu oluşmuş ve *Plantago* ($59 \pm 4.3 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$) ile *Juniperus* ($53 \pm 9.2 \text{ kg/ha/yıl}$) topluluğu yüksek fark grubunu, *Alyssum* topluluğu ($43 \pm 4.2 \text{ kg / ha / yıl}^{-1}$) düşük fark grubunu oluşturmuştur (Çizelge 5.24).

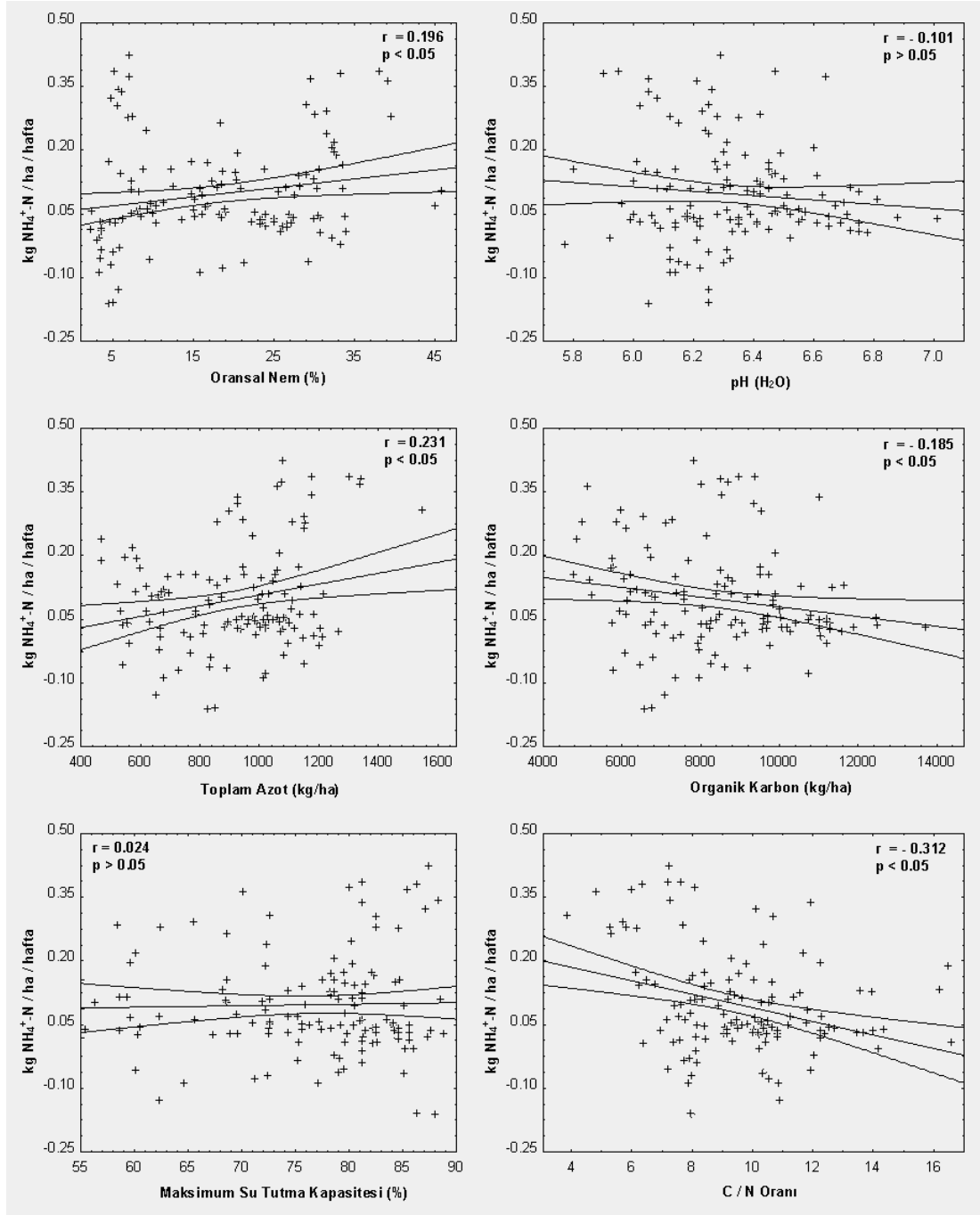
Toplulukların yıllık ortalama net mineral azot değerleri dikkate alınarak hesaplanan NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı ve Ellenberg (1977)'e göre nitrat veriminin toplam mineral azot verimi içindeki yüzdesi (NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N; *nitrifikasyon derecesi*) açısından tüm toprak katmanlarında *Alyssum* topluluğunda en yüksek hesaplanmıştır (0-5 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 7.5, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 88; 5-15 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 4.2, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 81; 5-15 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 5.3, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 84). Bu değerler *Juniperus* (0-5 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 4.7, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 82; 5-15 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 2.0, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 67; 5-15 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 2.5, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 72) ve *Plantago* (0-5 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 4.5, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 82; 5-15 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 3.1, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 76; 5-15 cm toprak katmanında NO_3^- -N / NH_4^+ -N oranı 3.5, NO_3^- -N x 100 / NH_4^+ + NO_3^- -N yüzde 78) topluluklarında birbirine daha yakın saptanmıştır (Çizelge 5.24).

5. 4. 5. Net Mineral Azot Verimi ve Bazı Ortam Etmenleri ile Arasındaki İlişki

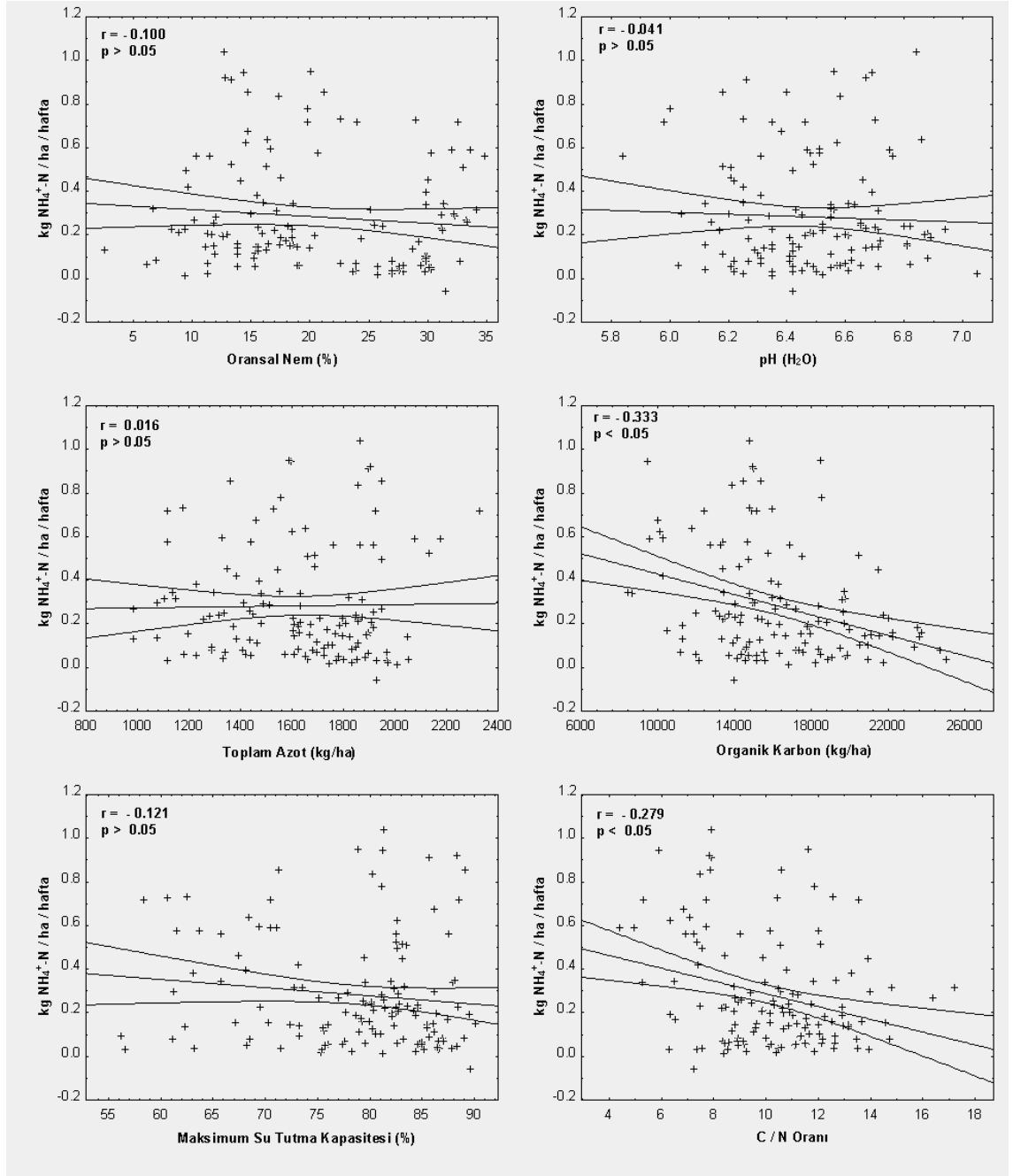
Net mineral azot (kg/ha/hafta) verimi ile bazı toprak özellikleri ile ilgili korelasyon sonuçları Çizelge 5.22-24 ve Şekil 5.14-19 gösterilmiştir. Net NH_4^+ -N verimi ile toprak nemi ve toplam azot arasında toprağın sadece 0-5 cm'lik katmanında anlamlı pozitif korelasyon ($P<0.05$; $r = 0.199$) saptanmıştır. Buna karşın net NH_4^+ -N verimi ile organik karbon (0-5 cm'de $P<0.05$, $r = -0,185$; 5-15 cm'de $P<0.05$, $r = -0.333$) ve C/N oranı (0-5 cm'de $P<0.05$, $r = -0,312$; 5-15 cm'de $P<0.05$, $r = -0.278$) arasında toprağın her iki katmanında da anlamlı negatif korelasyon bulunmuştur. Diğer durumlar için anlamlı korelasyon bulunmamıştır ($P>0.05$) (Çizelge 5.25; Şekil 5.14-15).

Çizelge 5.25. Toprağın 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanında net NH_4^+ -N verimi (kg/ha/hafta) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri ($n = 135$, $P<0.05$ anlamlı, $P>0.05$ anlamsız)

Toprak Katmanı	Parametreler	r	P	Y=a+bx
0-5 cm	Nem (%)	0.196	0.022	NH_4^+ -N= 0.0587 + 0.0021 x <i>Nem</i>
	pH (H ₂ O)	-0.101	0.244	NH_4^+ -N= 0.4216 - 0.0513 x <i>pH</i>
	Org. C (kg/ha)	-0.185	0.031	NH_4^+ -N= 0.1941 - 0.00001 x <i>Org C</i>
	Topl. N (kg/ha)	0.231	0.007	NH_4^+ -N= -0.020 + 0.0001 x <i>Topl N</i>
	C/N Oranı	-0.312	0.000	NH_4^+ -N= 0.2495 - 0.01597 x <i>C/N</i>
	MSK (%)	0.024	0.778	NH_4^+ -N= 0.0698 + 0.0004 x <i>MSK</i>
5-15 cm	Nem (%)	-0.100	0.249	NH_4^+ -N= 0.3480 - 0.0032 x <i>Nem</i>
	pH (H ₂ O)	-0.041	0.639	NH_4^+ -N= 0.5756 - 0.0452 x <i>pH</i>
	Org. C (Kg/ha)	-0.333	0.000	NH_4^+ -N= 0.6621 - 0.00002 x <i>Org C</i>
	Topl. N (Kg/ha)	0.016	0.847	NH_4^+ -N= 0.2581 + 0.00002 x <i>Topl N</i>
	C/N Oranı	-0.278	0.001	NH_4^+ -N= 0.5806 - 0.0293 x <i>C/N</i>
	MSK (%)	-0.121	0.163	NH_4^+ -N= 0.5789 - 0.0038 x <i>MSK</i>



Şekil 5.14. Tüm Toplulukların toprağının 0-5 cm'lik katmanında haftalık net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri ($n = 135$; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).

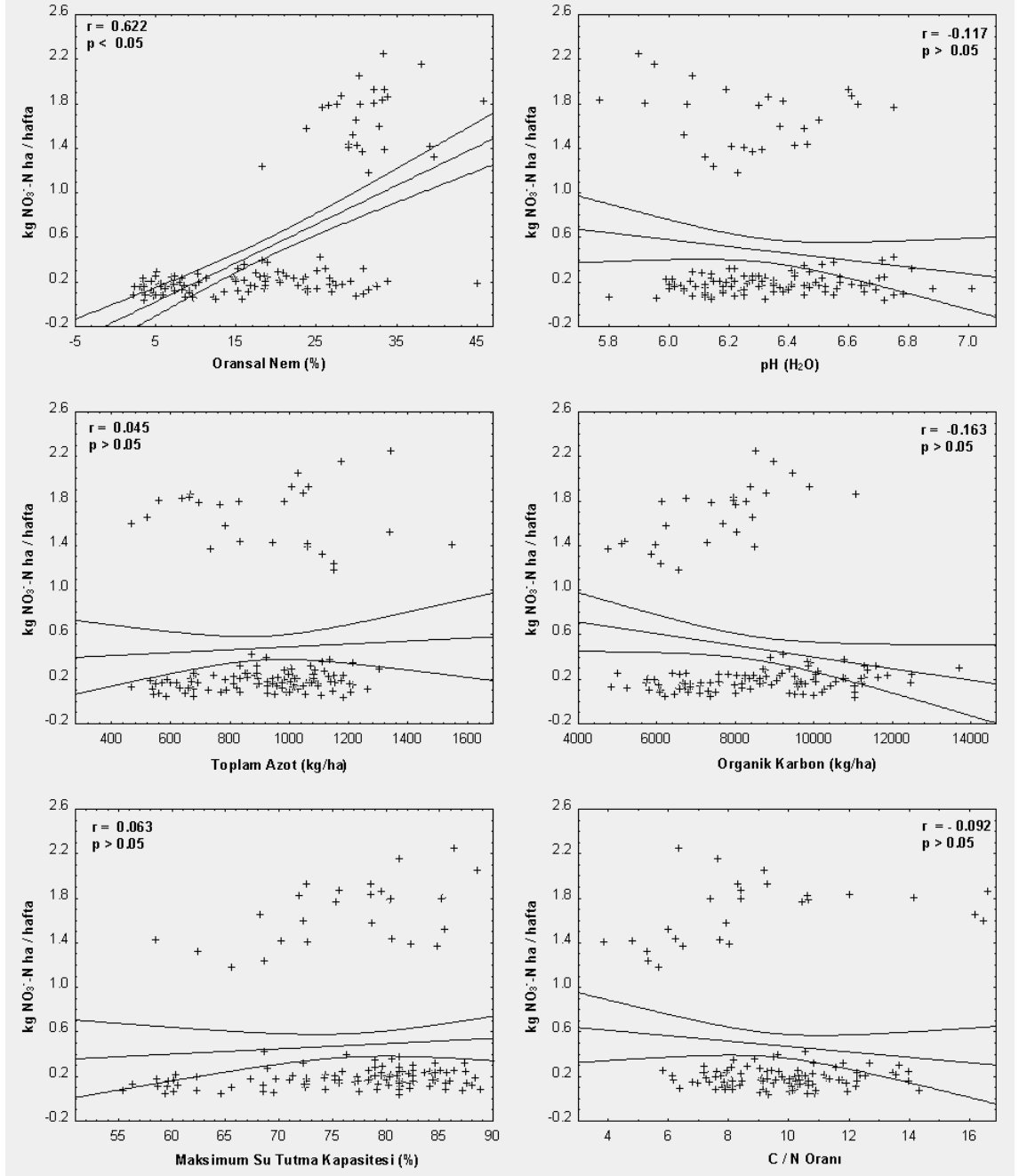


Şekil 5.15. Tüm Toplulukların toprağının 5-15 cm'lik katmanında haftalık net $\text{NH}_4^+\text{-N}$ verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri ($n = 135$; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).

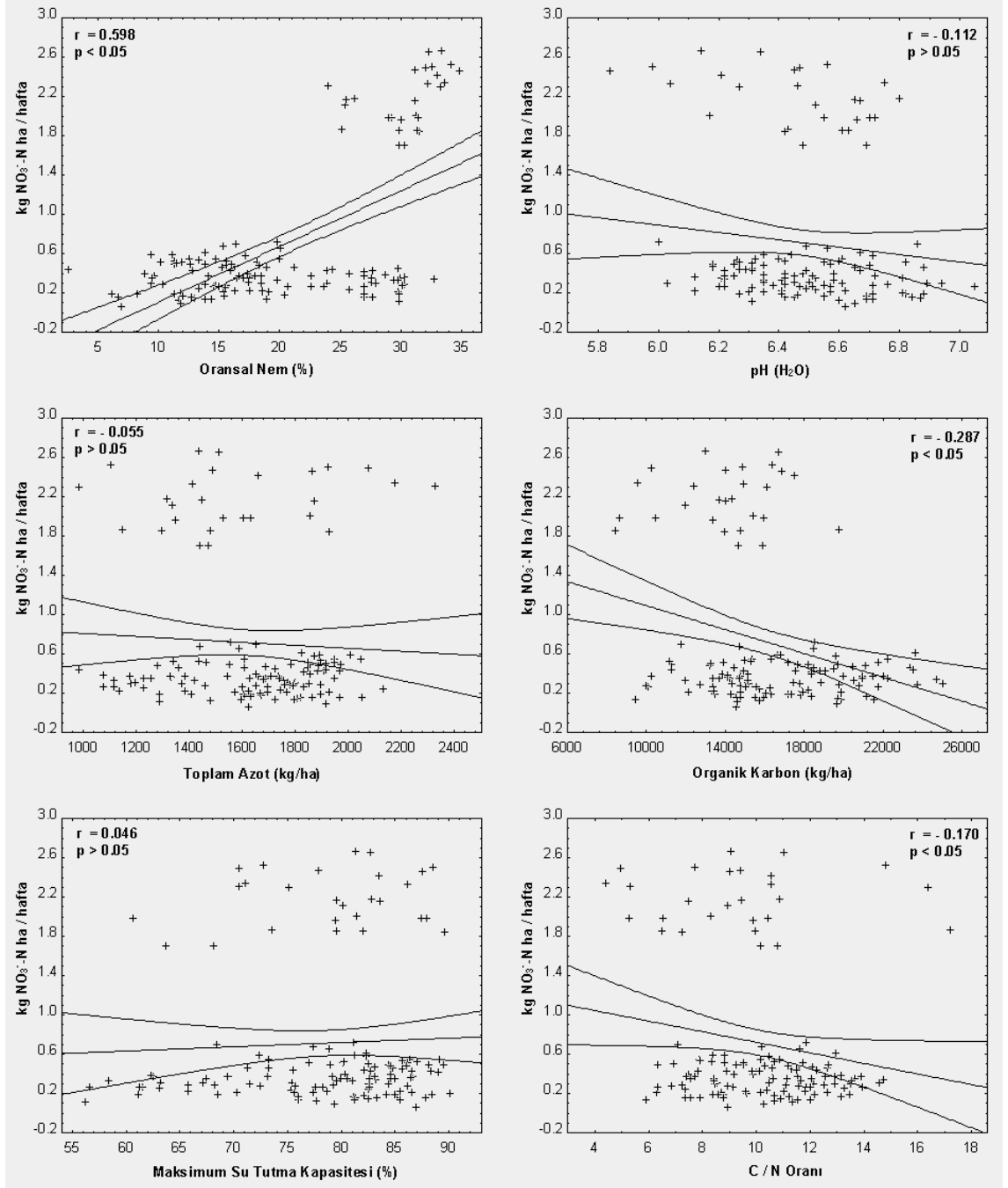
Net NO_3^- -N verimi ile toprak etmenlerinden oransal nem arasındaki korelasyon her iki katmanda da (0-5 cm'de $P<0.05$, $r= 0.622$; 5-15 cm'de $P<0.05$, $r = 0.598$) anlamlı pozitif olarak saptanmıştır. Ancak net NO_3^- -N verimi ile organik karbon ($P<0.05$, $r = -0,287$) ve C/N oranı (0-5 cm'de $P<0.05$, $r = -0,170$) arasında sadece 5-15 cm'lik toprak katmanında anlamlı negatif korelasyon bulunmuştur. Net nitrat verimi ile pH, toplan N, C/N oranı ve maksimum su tutma kapasitesi arasında korelasyon her iki katmanda da anlamsız ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 5.26; Şekil 5.16-17).

Çizelge 5.26. Toprağın 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanında net NO_3^- -N verimi (kg/ha/hafta) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri ($n = 135$, $P<0.05$ anlamlı, $P>0.05$ anlamsız)

Toprak Katmanı	Parametreler	r	P	Y=a+bx
0-5 cm	Nem (%)	0.622	0.000	NO_3^- -N= $-0.1487 + 0.0348 \times \text{Nem}$
	pH (H ₂ O)	-0.117	0.177	NO_3^- -N= $2.4277 - 0.3078 \times \text{pH}$
	Org. C (kg/ha)	-0.163	0.059	NO_3^- -N= $0.9239 - 0.00005 \times \text{Org C}$
	Topl. N (kg/ha)	0.045	0.601	NO_3^- -N= $0.3614 + 0.0001 \times \text{Topl N}$
	C/N Oranı	-0.092	0.291	NO_3^- -N= $0.7126 - 0.0243 \times \text{C/N}$
	MSK (%)	0.063	0.470	NO_3^- -N= $-0.1194 + 0.0047 \times \text{MSK}$
5-15 cm	Nem (%)	0.598	0.000	NO_3^- -N= $-0.4579 + 0.0566 \times \text{Nem}$
	pH (H ₂ O)	-0.112	0.194	NO_3^- -N= $3.1456 - 0.3758 \times \text{pH}$
	Org. C (kg/ha)	-0.287	0.001	NO_3^- -N= $1.7007 - 0.00006 \times \text{Org C}$
	Topl. N (kg/ha)	-0.055	0.522	NO_3^- -N= $0.9600 - 0.0002 \times \text{Topl N}$
	C/N Oranı	-0.170	0.048	NO_3^- -N= $1.2605 - 0.0538 \times \text{C/N}$
	MSK (%)	0.046	0.592	NO_3^- -N= $0.3710 + 0.0044 \times \text{MSK}$



Şekil 5.16. Tüm toplulukların toprağının 0-5 cm'lik katmanında haftalık net NO_3^- -N verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri ($n = 135$; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).

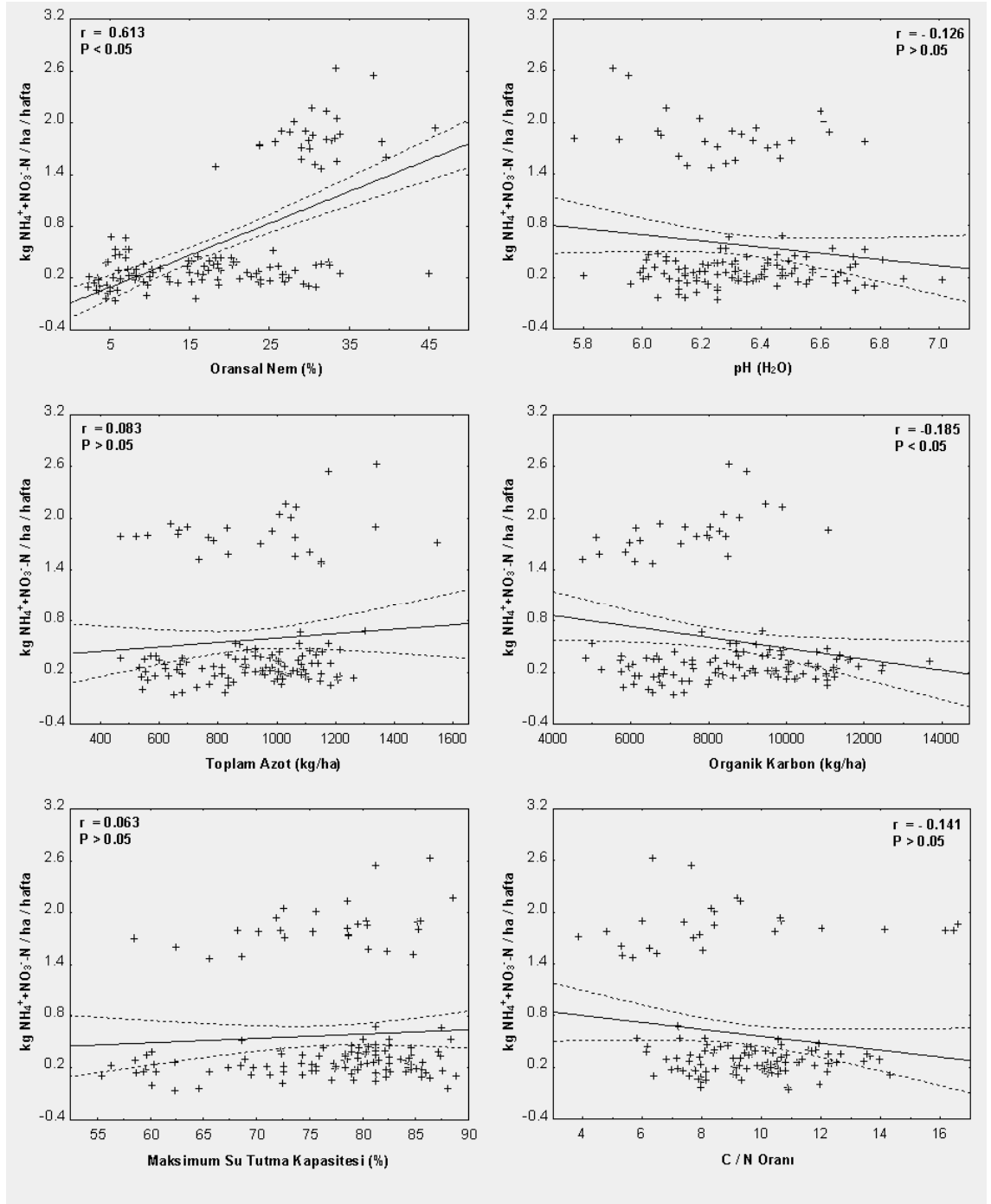


Şekil 5.17. Tüm toplulukların toprağının 5-15 cm'lik katmanında haftalık net NO_3^- -N verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri ($n = 135$; $P < 0.05$ ilişki anlamlı, $P > 0.05$ ilişki anlamsız).

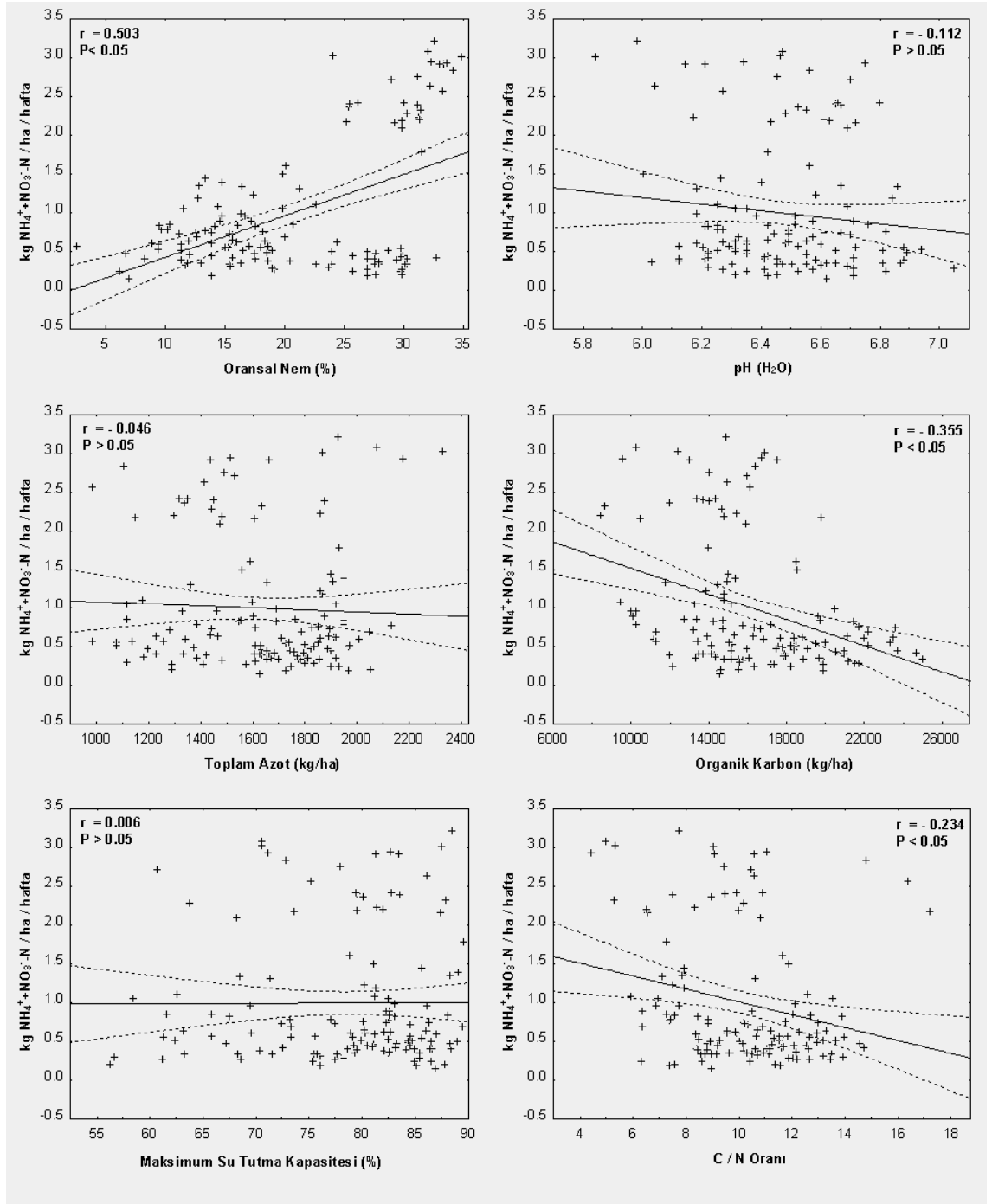
Net toplam mineral azot ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$) verimi ile toprak etmenlerinden oransal nem (0-5 cm'de $P < 0.05$, $r = 0.613$; 5-15 cm'de $P < 0.05$, $r = 0.503$) arasında her iki katmanda da anlamlı pozitif korelasyon saptanmışken, organik karbon (0-5 cm'de $P < 0.05$, $r = -0.185$; 5-15 cm'de $P < 0.05$, $r = -0.355$) arasındaki korelasyon her iki katmanda da anlamlı negatif olarak bulunmuştur. Ayrıca net toplam mineral azot verimi ile C/N oranı arasında sadece 5-15 cm'lik toprak katmanında anlamlı negatif korelasyon ($P < 0.05$, $r = -0.234$) bulunmuştur. Toplam N, pH, ve maksimum su tutma kapasitesi arasında korelasyon her iki katmanda da anlamsızdır ($P > 0.05$) (Çizelge 5.27; Şekil 5.18-19).

Çizelge 5.27. Toplulukların toprağının 0-5 cm ve 5-15 cm'lik katmanında net toplam mineral azot ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- - \text{N}$) verimi (kg/ha/hafta) ile toprak etmenleri arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri ($n = 135$, $P < 0.05$ anlamlı, $P > 0.05$ anlamsız)

Toprak Katmanı	Parametreler	r	P	Y=a+bx
0-5 cm	Nem (%)	0.613	0.000	Topl. $N_{\min} = -0.0901 + 0.0369 \times Nem$
	pH (H ₂ O)	-0.126	0.144	Topl. $N_{\min} = 2.8493 - 0.3591 \times pH$
	Org. C (kg/ha)	-0.185	0.032	Topl. $N_{\min} = 1.1180 - 0.0001 \times Org\ C$
	Topl. N (kg/ha)	0.083	0.336	Topl. $N_{\min} = 0.3414 + 0.0003 \times Topl\ N$
	C/N Oranı	-0.141	0.103	Topl. $N_{\min} = 0.9621 - 0.0403 \times C/N$
	MSK (%)	0.063	0.471	Topl. $N_{\min} = 0.1892 + 0.0051 \times MSK$
5-15 cm	Nem (%)	0.503	0.000	Topl. $N_{\min} = -0.1099 + 0.0535 \times Nem$
	pH (H ₂ O)	-0.112	0.195	Topl. $N_{\min} = 3.7212 - 0.4210 \times pH$
	Org. C (kg/ha)	-0.355	0.000	Topl. $N_{\min} = 2.3628 - 0.0001 \times Org\ C$
	Topl. N (kg/ha)	-0.046	0.608	Topl. $N_{\min} = 1.2182 - 0.0001 \times Topl\ N$
	C/N Oranı	-0.234	0.001	Topl. $N_{\min} = 1.8411 - 0.0832 \times C/N$
	MSK (%)	0.006	0.948	Topl. $N_{\min} = 0.9499 + 0.0006 \times MSK$



Şekil 5.18. Tüm toplulukların toprağının 0-5 cm'lik katmanında haftalık net toplam mineral azot verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; P<0.05 ilişki anlamlı, P> 0.05 ilişki anlamsız).



Şekil 5.19. Tüm toplulukların toprağının 5-15 cm'lik katmanında haftalık net toplam mineral azot verimi ile ortam etmenleri arasındaki ilişkinin basit korelasyon grafikleri ile gösterilmesi ve ilişkinin anlamlılık düzeyleri (n = 135; P<0.05 ilişki anlamlı, P> 0.05 ilişki anlamsız).

6. TARTIŞMA

Araştırma alanımızın yer aldığı bölgeye ait veriler çalışma alanımızda meteorolojik rasat istasyonu bulunmadığı için en yakın rasat istasyonunun bulunduğu Kütahya ilinin Gediz ilçesi ve Uşak ilindeki rasat istasyonunun verileri kullanıldı. Gediz ilçesinden (739 m) elde edilen sonuçlar enterpolasyon yöntemi uygulanarak çalışma alanımıza uyarlandı. Bölgede (Gediz) gerçekleşen yağışların büyük kısmının kış mevsiminde (221.9 mm) ve ilkbahar mevsiminde (160.2 mm) gerçekleştiği görüldü. En düşük yağış miktarının yaz mevsiminde (55.7 mm) olduğu da saptandı (Çizelge 3.8). Çalışma alanımızda aylık yağış ortalamaları incelendiğinde en yüksek yağış miktarının Aralık ayında (156.9 mm), en düşük yağış miktarının Temmuz ayında (81.5 mm) olduğu görülmektedir (Çizelge 3.4). yıllık ortalama hava sıcaklığı Gediz ilçesinde 12.4 °C olarak saptandı. Bu değer çalışma alanımıza dönüştürüldüğünde ortalama sıcaklığın 4.6 °C olduğu hesaplandı. Çalışma alanımızda Gediz istasyonunun verileri kullanılarak enterpolasyon yöntemi ile hesaplanan verilere göre en soğuk ayın Ocak (-4.1 °C) ve Şubat (-3.1 °C) ayları olduğu saptandı (Çizelge 3.8). Araştırma alanımızdaki toprak sıcaklıklarının periyotlar arasındaki maksimum ve minimum değişimleri toprağın 0-5 cm'lik derinliğine yerleştirilen maksimum-minimum termometreleri ile maksimum ve minimum değer olarak saptandı. Çalışma alanımızdaki en düşük toprak sıcaklıkları Ekim- Haziran periyoduna *Alyssum* topluluğu için -11 °C, *Plantago* ve *Juniperus* toplulukları için -10 °C olarak saptandı. En yüksek sıcaklıklar Temmuz-Ağustos periyodunda *Juniperus* topluluğu için 38 °C, *Plantago* topluluğu için 32°C ve *Alyssum* için 31 °C olarak saptandı (Çizelge 5.3 ve 5.4) örnek alma tarihlerinde saptanan toprak sıcaklığı değerleri örneklik alanların yüksekliklerinin birbirlerine yakın olmasının da etkisi ile oldukça yakın değerler olarak ölçüldü. Örnek alma anındaki en yüksek toprak sıcaklığı Temmuz ayında *Alyssum* 20 °C, *Juniperus* 19 °C ve *Plantago* 18 °C olarak ölçüldü. En düşük sıcaklık değerleri ise *Alyssum* 11 °C, *Plantago* 10 °C ve *Juniperus* için 9 °C olarak saptandı.

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 Güleriyüz 2002; Knoepp ve ark., 2000). Araştırmamızın konusunu oluşturan toplulukların organik madde, toplam azot, C/N oranı, oransal nem (%), MSK (%) ve pH açısından karşılaştırdığımızda oransal nem ve C/N oranı dışında anlamlı ($P < 0.05$) farklılık söz konusudur (Çizelge 5.1). *Plantago* topluluğu gerek organik C (%) gerekse toplam azot (%) açısından diğer iki topluluktan düşük değerlere sahiptir. Fakat C/N oranı açısından değerlendirildiğinde üç toplulukta birbirine yakın değerler hesaplanmıştır. Toplulukların toprak pH değerleri hafif asidik aralığında (pH 6.2-6.6) saptanmıştır. Oransal nem içeriği ise yıllık ortalamalar açısından topluluklarda birbirine yakın değerler şeklindedir (% 17-20). Nemin yıl içindeki değişimi sezon başında (Haziran) ve sezon sonunda (Eylül-Ekim) artış, vejetasyon mevsiminin ortasında (Temmuz-Ağustos) düşüş söz konusudur (Çizelge 5.5- Şekil 5.1). Ancak, yine önemli bir toprak özelliği olan maksimum su tutma kapasitesi açısından topluluklar arasında büyük farklar olmasa da *Plantago* (% 82- 84), *Alyssum* (% 77-79) ve *Juniperus* (% 71-73) şeklinde toplulukları sıralayabiliriz.

Murat dağı alpin kuşağındaki üç topluluğun toprağında örnek alma anında ölçülen mineral azot miktarlarına baktığımızda genel olarak amonyum değerlerinin Temmuz ve özellikle Ağustos ayında yüksek, sezon başı ve sonunda daha düşük olduğu (Çizelge 5.6-5.7; Şekil 5.2-5.4), buna karşın nitrat değerlerinin ise haziran döneminde daha yüksek, diğer aylarda nispeten daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 5.9-5.11; Şekil 5.5-5.7). Ölçüm anındaki mineral azot, organik maddenin parçalanmasında iş gören mikroorganizmalar ve bitkilerin kullandıklarından arta kalan kısmı ifade etmektedir.

Araştırmanın yapıldığı alanın yüksekliği yaklaşık olarak 1900-2100 m arasındadır. Ülkemizde bu yüksekliğe sahip alanlar alpin kuşak özellikleri göstermektedir. Alpin bölgede yapılan bu türdeki çalışmalarda alanın kış aylarında yoğun kar örtüsü ile kaplı olmasından dolayı çalışmalar vejetasyon periyodu boyunca incelenmekte ve bu değerler yıllık verim olarak kullanılmaktadır (Rehder, 1970, 1983; Güleriyüz ve Gökçeoğlu, 1994; Titrek, 2004). Mineral azot verimi üzerinde yapılan çalışmalarda yıllık verim alan koşullarında inkübasyon yöntemine göre belirlenmektedir (Ellenberg, 1964,1968; Gigon, 1968; Rehder, 1970, 1971, 1983; Runge, 1974, 1978;

Rehder ve Schäffer, 1978; Gökçeoğlu, 1988; Güteryüz ve Gökçeoğlu, 1994; Fisk ve Schmidt 1995; Makarow ve ark., 2003; Titrek, 2004)

Net mineral azot veriminin yıl içindeki değişimi inkübasyon aralıklarının farklı uzunlukta olmasından dolayı, değerler kg/ha/hafta şekline dönüştürüldükten sonra ortaya konulmuştur. *Plantago* ve *Juniperus* toplulukların genel olarak amonyum veriminin Haziran ve Ağustos aralığında arttığı; birim zaman aralığı olan hafta başına net mineral azot değerlerinin kış periyodu boyunca (Ekim-Haziran) ve sezon sonuna doğru düşüş gösterdiği görülmektedir (Çizelge 5.15-5.17; Şekil 5.11). Fakat *Alyssum* topluluğunda bu genel model pek geçerli olmayıp, en yüksek değer Eylül-Ekim aralığında, en düşük verim ise Ağustos-Eylül aralığında saptanmıştır. Ayrıca, amonyum verimi sadece *Plantago* topluluğunun 0-5 cm'lik katmanında Ağustos-Eylül aralığında negatif bulunmuştur (Çizelge 5.15-5.17; Şekil 5.11). Nitrat verimi açısından bakıldığında üç toplulukta da benzer bir mevsimsel değişim modeli görülmektedir. Tüm toprak katmanlarında Haziran-Temmuz arasındaki verim diğer periyotlara göre kat kat yüksek değerlere ulaşmaktadır (Çizelge 5.18-5.20; Şekil 5.11). En düşük değerler ise mevsim sonuna denk gelen Ağustos-Eylül döneminde ortaya çıkmakla birlikte gerek kış mevsimi olan Ekim-Haziran gerekse diğer iki periyotda (Temmuz-Ağustos ve Eylül-Kasım) tespit edilenden çok farklılık göstermektedir. Benzer değişim modelini toplam mineral azot verimi için de görebilmekteyiz (Çizelge 5.21-5.23; Şekil 5.12). Bu değişim modeli, Gerlach (1973)'in kış sonunda soğuk toprak materyalinin ısınmasının mineral azot konsantrasyonunda yoğun artışlar olduğu sonucuna benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Jaeger ve ark. (1999), alpin kuşakta bitkilerin büyüme mevsiminin ilk yarısı boyunca gerekli olan azotu tükettiklerini, buna karşın mikroorganizmaların sadece geç büyüme mevsiminde azotu alıkoyduğunu; azot için mikrobiyal rekabetin (1) mevsimsel olarak düşük sıcaklıklar ve buzun çözülme döngülerinin mikrobiyal gelişme üzerindeki baskıları ve (2) toprak mikroorganizmalarınca azot döngüsü üzerindeki etkilerinin bitki köklerine sınırlandırıldığı; büyüme mevsiminde bitkilerin büyüme sezonu başında, toprak mikroorganizmalarının ise bitkilerin senesense uğradıktan sonraki kış donmasından önceki periyotta daha fazla azot tüketerek kendi aralarında bir dağılım yaptıklarını; bu ardılığın etkisinin topraklar donmadığı periyotta, inorganik azotun biyotik unsurlardan birisine devamlı sağlanmasını garanti eden bu durumun azotun

sınırlı olduğu alpin ekosistemlerde azot alınımını sağlayabildi şeklindeki açıklamalarıyla da uymaktadır.

Yıllık net mineral azot verimi açısından topluluklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Toprağın 0-15 cm'lik katmanı dikkate alındığında yıllık net verim değerleri *Plantago* keçemsi topluluğunda $13 \text{ kg NH}_4^+-\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, $46 \text{ kg NO}_3^--\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, $59 \text{ kg NH}_4^++\text{NO}_3^--\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, *Juniperus* bodur çalı topluluğunda $15 \text{ kg NH}_4^+-\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, $38 \text{ kg NO}_3^--\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, $53 \text{ kg NH}_4^++\text{NO}_3^--\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ ve *Alyssum* otlak alan topluluğunda $7 \text{ kg NH}_4^+-\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, $36 \text{ kg NO}_3^--\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, $43 \text{ kg NH}_4^++\text{NO}_3^--\text{N} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ şeklindedir (Çizelge 5.24). Burada en düşük mineral azot verimi *Alyssum* otlak alan topluluğunda saptanmış olmakla beraber, nitrifikasyon yüzdesinin diğer iki topluluğa göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 5.24). Topluluklara ait örneklik alanların aynı ana madde üzerinden birbirine yakın alanlardan seçilmesine karşın bu farklılığın ortaya çıkması bitki topluluğu ile organik maddenin parçalanması arasındaki geri beslenme mekanizmasından kaynaklanabilmektedir. Zira bir çok araştırmacı bitki topluluklarının yapısında yer alan işlevsel özellikteki bitki tiplerinin kompozisyonu ve çeşitliliği topraktaki inorganik azot düzeylerini etkileyebildiğini (Naeem ve ark., 1994; Tilman ve ark., 1996; 1997; Hooper ve Vitousek 1997), buna karşın azotun alınabilirlik düzeylerinin de bitki topluluğunun yapısını etkileyebildiğini (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 açtığını (Pastor ve ark., 1987; Aerts ve Berendse, 1989; Wedin ve Tilman, 1990) bildirmektedirler.

Plantago keçemsi topluluğunda $59 \text{ kg N}_{\text{min}} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$, *Juniperus* bodur çalı topluluğunda $53 \text{ kg N}_{\text{min}} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ ve *Alyssum* otlakalan topluluğunda $43 \text{ kg N}_{\text{min}} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ olarak hesaplanan yıllık toplam mineral azot verimini dünyanın ve ülkemizin başka ekosistemleriyle karşılaştırdığımızda; İsviçre'nin yarı kurakçıl otsu vejetasyonla kaplı alanlarının $20\text{-}30 \text{ kg N}_{\text{min}} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ (Gigon, 1968), Amerika'nın kısa çayır düzlüklerinin $29 \text{ kg N}_{\text{min}} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ (Woodmansee ve ark., 1978), Avustralya Alp'lerinin silisli kayaları üzerindeki asidik topraklarda yer alan beş ağaçsız bitki birliğinin $0.48\text{-}1.23 \text{ kg} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ (Rehder ve Schäffer, 1978), Ege bölgesindeki volkanik topraklar üzerindeki orman topluluğunun $28 \text{ kg} / \text{ha} / \text{yıl}^{-1}$ (Gökçeoğlu, 1988),

Uludağ alpin kuşağının granit ve kalker ana kaya üzerindeki bodur çalı (*Juniperus*), nemli çayır (*Nardus*) ve sert yastık otlakalan (*Festuca*) topluluklarının 13-26 kg / ha / yıl⁻¹ (Gülyüz ve Gökçeoğlu, 1994), Amerika'nın Colorado Front Range bölgesinin alpin tundra toplulukların (*Kobresia*, *Acomastylis* ve *Carex* nemli çayır) 10-12 kg / ha / yıl⁻¹ (Fisk ve Schmidt, 1995), Kuzey Kafkasya'nın alpin ekosistemlerindeki bitki topluluklarının 6-19 kg / ha / yıl⁻¹ (Makarow ve ark., 2003) değerlerinden yüksektir. Buna karşın, Uludağ'ın subalpin ve alpin kuşağında granit ana materyalden türevlenen topraklar üzerindeki *Verbascum olympicum* ruderal alan topluluğunun 97 kg / ha / yıl⁻¹, Ege bölgesindeki volkanik topraklar üzerindeki otlak alan ve çalılık alan topluluklarının 66-75 kg / ha / yıl⁻¹ (Gökçeoğlu, 1988), Orta Avrupa'nın otlak alanlarının 64 kg / ha / yıl⁻¹ (Runge1978), Almanya'nın *Luzula-Fagetum* birliğinin 112 kg / ha / yıl⁻¹ (Runge, 1974) net mineral azot verim değerlerinden düşüktür.

Araştırma alanımızın serpantin ana kayaktan oluşan toprak örtüsü ile kaplıdır. Serpantine alanlar toprak koşullarının yarattığı olumsuzluk nedeniyle gerek bitki gerekse mikrobiyal popülasyonlar için stres yaratmaktadır. Serpantin alanlar yüksek konsantrasyonlu ağır metaller (Fe, Mg, Ni, Cr, ve Co) ile karakteristiktir. Bunun yanında düşük Ca, K ve P konsantrasyonuna sahiptirler (Krukeberg, 1984; Brooks 1987; Robinson ve ark., 1997; Proctor, 1999). Buna ilaveten kaba ve aşındırılmamış büyük kütleler halinde bulunmasından dolayı fiziksel olarak da bitki gelişimi için oldukça sığ yapıya sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı serpantin topraklarda bodur ve seyrek vejetasyon ve bununla birlikte düşük tür sayılı ve yüksek oranda serpantin endemiği gelişebilmektedir (Krukeberg 1954; Kitayama ve ark., 1998). Mineralleşmede rol oynayan en önemli biyotik unsur topraktaki mikrobiyal topluluklardır. Bu alanda oldukça az çalışma bulunmakta olup, Schipper ve Lee (2004)'e göre magnezyum, nikel ve krom ve diğer metaller topraktaki mikroorganizma popülasyonlarının yavaş gelişmesine neden olmaktadır. Ancak, serpantin alanların bu olumsuz toprak özelliklerine rağmen, Murat dağı alpin kuşakta serpantin ana materyal üzerindeki üç topluluk için belirlediğimiz net mineralleşme oranları, başka bölgelerdeki alpin kuşaklar dikkate alındığında oldukça yüksektir. Bulgularımız, Bogomolov ve ark., (1996) tarafından ağır metallerin mineralleşmeyi arttığı sonucuyla uyum gösterirken; Liang ve Tabatabai (1977), Dar ve Mishra (1994) ve Arslan ve ark. (2005) tarafından

mineralleşmenin ağır metallerce engellendiği bulgularıyla uyuşmamaktadır. Elde ettiğimiz yüksek mineralleşme oranları, bu olumsuz koşullara karşı mikroorganizmaların uyumsallığı ile açıklanabilir. Zira, Amir ve Pineau (1998) özelleşmiş mikroorganizma gruplarının serpantin topraklardaki metal konsantrasyonlarına tolerans gösterdiğini; serpantin topraklardan izole ettikleri fungus ve bakterilerin serpantin olmayan topraklardan izole edilenlere nazaran yüksek Ni konsantrasyonlarında geliştiklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışmayla, alpin kuşakta serpantin ana materyal üzerindeki bitki topluluklarında yıllık net mineral azot veriminin farklılık gösterdiği, azot mineralleşmesinin toprak nemin ile yüksek oranda pozitif ilişki gösterdiği, toprak organik karbon içeriği ile zayıf da olsa negatif ilişkisinin bulunduğu, yıl içindeki net mineral azot birikiminin vejetasyon başında (Haziran-Temmuz) en yüksek düzeyde olduğu ortaya konmuştur.

7. KAYNAKLAR

- 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
- AKA, H., C. DARICI. 2004. Carbon and Nitrogen Mineralization of Lead Treated Soils in the Eastern Mediterranean Region, Turkey. *Soil and Sediment Contamination* 13(3): 255- 265
- AKMAN, Y. 1990. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Palma Yayın Dağıtım, Ankara
- AMER, F.M., W.V. BARTHOLOMEW. 1951. Influence of oxygen concentration in soil air on nitrification. *Soil Science* 71: 215
- AMIR, H., R. PINEAU. 1998. Influence of plants and cropping on microbiological characteristics of some New Caledonian ultramafic soils. *Australian Journal of Soil Research* 36: 457–471
- ANTONOPOULUS, V.Z. 1999. Comparison of different models to simulate soil temperature and moisture effects on nitrogen mineralization in the soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 162 (6): 667-675
- ARSLAN, H., G. GÜLERYÜZ. 2002. Yüksek Bitkilerde Azotun Asimilasyonu, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 3:13-30
- ARSLAN, H., GÜLERYÜZ, G., KIRMIZI, S., Ş. GÜÇER. 2005. Nitrogen mineralization in mine waste-contaminated soils. *Fresenius Environmental Bulletin* 14(11): 900-906
- AYTAÇ, A.S. 2003. Murat dağı'nın milli park planlaması ve çevre eğitimi açısından değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- BÅÅTH, E. 1989. Effects of heavy metals in soil microbial processes and populations (a review). *Water, Air and Soil Pollution* 47:335–379

- BABICH, H., G. STOTZKY. 1985. Heavy metal toxicity to microbe-mediated ecologic processes: a review and potential application to regulatory policies. *Environment Research* 36:11-137
- BAKER A.J.M., J. PROCTOR, R.D. REEVES. 1992. *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- BARDGETT, R.D., STREETER, T.C., COLE, L., R.I. HARTLEY. 2002. Linkages between soil biota, nitrogen availability, and plant nitrogen uptake in a mountain ecosystem in the Scottish Highlands. *Applied Soil Ecology* 19:21-134
- BATIANOFF G.N., S. SINGH. 2001. Central Queensland serpentine landforms, plant ecology and endemism. *South Africa Journal of Science* 97:495-500
- 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 qCO_2 of microbial communities in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1269-1274
- BOGOMOLOV, D.M., CHEN, S.K., PARMELEE, R.W., SUBLER, S., C.A. EDWARDS. 1996. An ecosystem approach to soil toxicity testing: a study of copper contamination in laboratory soil microcosms. *Applied Soil Ecology* 4: 95-105
- BRADY, K.I., A.R. KRUCKEBERG, H.D. BRADSHAW (2005). Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 36:243–66
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie*.-3. aufl. Springer, Wien, New York
- BREMNER, J.M., D.R. KEENEY. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analalytica Chemica Acta* 32: 485-495
- BROOKS, R.R. 1987. *Serpentine and its vegetation: A multidisciplinary approach*. Dioscorides Press, Portland, OR, USA, pp.454
- CHAMBER, J.C. 2000. Restoring alpine ecosystems in the western United States: environmental constraints, disturbance characteristics, and restoration success. In K.M.

- Urbanska, N.G. Webb, P.J. Edwards (Eds.), *Restoration Ecology and Sustainable Development*. pp. 161-187. First paperback edition, Cambridge University Press
- CHANG, F.H., F.E. BROADBENT. 1982. Influence of trace metals on some soil nitrogen transformation. *Journal of Environmental Quality* 11:1-4
- CLARHOLM, M. 1981. Protozoan grazing of bacteria in soil-impact and importance. *Microbial Ecology* 7:343-350
- CLARHOLM, M. 1984. Heterotrophic, free-living Protozoa: neglected microorganisms with an important task in regulating bacterial populations. In: Klug M.L., Reddy C.A. (Eds.), *Current Perspectives in Microbial Ecology* American Society for Microbiology, Washington DC, pp. 321-326
- CLARHOLM, M. 1985. Possible roles of roots, Bacteria, Protozoa and Fungi in supplying nitrogen to plants. In: Fitter A.H., Atkinson D., Read D.J., Usher M.B. (Eds.), *Ecological Interactions in Soil*. Special Publication Number 4 of The British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, pp. 355-365
- COLLINS, Y.E., G. STOTZKY. 1989. Factors affecting the toxicity of heavy metals to microbes. In: Berevidge T.J., R.J. Doyle (Eds.), *Metal Ions and Bacteria*, John Wiley and Sons, New York, USA, pp. 31-90
- 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
- ÇIRPICI, A. 1985. Murat Dağı'nın (Kütahya, Uşak) flora ve vejetasyonu üzerinde gözlemler. *Doğa Bilim Dergisi* A2 9(1): 40-47
- ÇIRPICI, A. 1989. Murat Dağı'nın (Kütahya, Uşak) florası. *Doğa Türk Botanik Dergisi* 13(2): 157-222
- ÇIRPICI, A. 2005. Murat Dağı, B2 Kütahya/Uşak. Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. (Eds.), *Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı*. WWF Türkiye, İstanbul, 141-143
- DAR, G.H., M.M. MISHRA. 1994. Influence of cadmium on carbon and nitrogen mineralization in sewage-sludge amended soils. *Environmental Pollution* 84: 285-290

- DAVIS, P.H. (ed.) 1965-1985. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 1-9
Edinburgh University Press, Edinburgh
- DEGROOD, S.H., CLAASSEN V.P., K.M. SCOW. 2005. Microbial community composition on native and drastically disturbed serpentine soils. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 1427-1435
- DOELMAN, P. 1985. Resistance of soil microbial communities to heavy metals. In: Jensen, V., Kjölller, A., Sorensen, L.H. (Eds.), *Microbial Communities in Soil*. Elsevier, London, pp. 369-384
- DOELMAN, P., L. HAANSTRA. 1986. Short-term and long-term effects of heavy metals on urease activity in soils. *Biology and Fertility of Soils* 2:213-218
- EHRHARDT, F. 1961. Untersuchungen über den einfluss des Klimas auf die Stickstoffnachlieferung von Waldhumus in verschiedenen Höhenlagen der Trroler Alpen. *Forstwiss. Centalbl.* 80:193-215
- ELLENBERG, H. 1977. Stinckstoff als Standortfactor, insbensondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. *Oecologia Plantarum* 12:1-22
- 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
- ELLENBERG, H. 1988. *Vegetation Ecology of Central Europe*. 4th Ed., Cambridge University Pres
- ENO, F. 1960. Nitrate production in the field by incubating the soil in polyethylene bags. *Soil Science Society of America, Proceedings* 24: 277-279
- FISK, M.C., S.K. SCHMIDT. 1995. Nitrogen mineralization and microbial biomass nitrogen dynamics in 3 alpine tundra communities. *Soil Science Society of America Journal* 59:1036-1043
- FOCHT, D.D., W. VERSTRAETE. 1977. Biochemical ecology of nitrification and denitrification. *Advences in Microbial Ecology* 1:135-214

- FRECKMAN, D.W. 1988. Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. *Agriculture Ecosystems and Environment* 24: 195-217
- FRITZE, H. 1991. Forest soil microbial responses to emissions from an iron and steel smelter. *Soil Biology and Biochemistry* 23:151-155
- GERLACH, A. 1973. Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnetto-mineralisation. *Scr. Geobot (Göttingen)* 5
- GHILYAH, B.P. 1963. Influence of Tropical seasons on carbon and nitrogen transformation nitrit and nitrate formers and bacterial plate count. *Soil Science and Plant Nutrition* 9/2: 28-34
- GIGON, A. 1968. Stickstoff-und wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel. *Ber Geobot. Inst. Eidg. Tech. Hochsch. Stift. Ruebel*, 95-102
- 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 mineralisation in volcanic soil under grassland, scrup and forest vegetation in aegean region of Turkey. *Oecologia* 77:242-249
- GÖKÇEOĞLU, M., H. REHDER. 1977. Nutrient turnover studies in Alpine ecosystems. III. Communities of lower altitudes dominated by *Carex semperviens* Vill. and *Carex ferruginea* Scop. *Oecologia (Berl.)* 28: 317-331
- 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
- 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 Uludağ 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
- 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
- HATTORI, H. 1996. Decomposition of organic matter with previous cadmium adsorption in soil. *Soil Science and Plant Nutrition* 42:745-752
- HIROKI, M. 1992. Effects of heavy metal pollution on soil microbial population. *Soil Science and Plant Nutrition* 38:141-147
- HOBBIE, S.E. 1995. Direct and indirect effects of plant species on biogeochemical processes in arctic ecosystems. In: Chapin FS, Körner C., (Eds.), *Arctic and alpine biodiversity: patterns, causes and ecosystem consequences*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 213-224
- HOBBIE, S.E. 1992. Effects of plant species on nutrient cycling. *TREE* 7:336-9
- HOOPER, D.U., P.M. VITOUSEK. 1997. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science* 277:1302-1305
- INGMAN, R.E., TROFYMOW, J.A., INGMAN, E.R., D.C. COLEMAN. 1985. Intrections of Bacteria, Fungi and Nematode grazer: Effect on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs* 55/1:119-140
- INOUYE, R.S., D. TILMAN. 1995. Convergence and divergence of old-field vegetation after 11 yr of nitrogen addition. *Ecology* 76:1872-1887
- JAEGER, III C.H. MONSON, R.K., FISK, M.C., S.K. SCHMIDT 1999. Seasonal partitioning of nitrogen by plants and soil microorganisms in an alpine ecosystem. *Ecology* 80:1883-1891
- KITAYAMA, K., AIBA, S., LEE, N. M., M. OHSAWA. 1998. Soil nitrogen mineralization rates of rainforest in a matrix of elevations and geological substrates on Mount Kinabolu, Borneo. *Ecological Research* 13:301-312

- 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
- KNOPS J.M.H., BRADLEY K.L., D.A. WEDIN. 2002. Mechanisms of plant species impacts on ecosystem nitrogen cycling. *Ecology Letters* 5: 454-466
- KOSTOV, O., O. VAN CLEEMPOT. 2001. Nitrogen transformations in copper-contaminated soils and effects of lime and compost application on soil resiliency. *Biology and Fertility of Soils* 33:10-16
- KRUCKEBERG, A.R. 1954. The ecology of serpentine soils. III. Plant species in relation to serpentine soils. *Ecology* 35:267-274
- KRUCKEBERG, A.R. 1984. *California Serpentine: Flora, Vegetation, Geology, Soils and Management Problems*. University of California Press, Berkeley, California, USA pp.180
- KUIKMAN, P.J., J.A. VAN VEEN. 1989. The impact of protozoa on the availability of bacteria nitrogen to plant. *Biology and Fertility of Soils* 8:13-18
- LIANG, C.N., M.A. TABATABAI. 1977. Effect of trace elements on nitrogen mineralization in soils. *Environmental Pollution* 12:141-147
- 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
- LOVETT G.M., K.C. WEATHERS, M.A. ARTHUR, J.C. SCHULTZ. 2004. Nitrogen cycling in a northern hardwood forest: do species matter? *Biogeochemistry* 67:289-308
- MAKAROV, M.I., GLASER, B., ZECH, W., MALYSHEV, T.I., BULATNIKOVA I.V., 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
- MATEOS, J.L., DEL PINO, P.F., MAÑERO, F.J.G., PALOMINO M.R., COLÓN, J.J., GARCÍA, J.A.L., A. PROBANZA. 2000. Shifts in microbial communities, microbial biomass and organic matter mineralization for three Mediterranean soils contaminated by metals. *Chemistry and Ecology* 17:125-152
- 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
- NÖMMIK, H. 1981. Fixation and biological availability of ammonium on soil clay minerals. *In* Terrestrial Nitrogen Cycles. Eds. F E Clark and T Rosswall. *Ecological Bulletin (Stockholm)* 33:273-280
- ÖZTÜRK, M., M., PIRDAL, F. ÖZDEMİR. 1997. Bitki Ekolojisi Uygulamaları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:157, Bornova İzmir
- PASTOR, J., W.M. POST. 1986. Influence of climate, soil moisture, and succession on forest carbon and nitrogen cycle. *Biogeochemistry* 2:3-27
- PASTOR, J., STILLWELL, M.A., D. TILMAN. 1987. Little bluestem litter dynamics in Minnesota old fields. *Oecologia (Berl)* 72:327-330
- PAUL, A.E., F.E. CLARK. 1996. *Soil Microbiology and Biochemistry*. 2nd Edition. Academic Press, San Diego
- PERSSON, T. 1989. Role of soil animals in C and N mineralization. *Plant and Soil* 115: 241-245
- PLASTER, E.J. 1992. *Soil Science and Management*. 2nd edition. Delmar Publishers Inc., New York, pp.146-171
- POST, R.D., A.N. BEEBY. 1996. Activity of the microbial decomposer community in metal-contaminated roadside soils. *Journal of Applied Ecology* 33:703-709
- PROCTOR, J. 1999. Toxins, nutrient shortages and droughts: the serpentine challenge. *Trends in Ecology and Evolution* 14:334-335

- PROCTOR, J., S.R.J. WOODELL. 1975. The ecology of serpentine soils. *Advances in Ecological Research* 9:255-365
- RANKOW, Y. 1967. Effect of applying Gypson and Fertilizer an ammonification and nitrification in saline soils. *Microbiologie* 36: 144-149
- RASMUSSEN, P.E., DOUGLAS, C.L. JR., COLLINS, H.P., S.L. ALBRECHT. 1998. Long-term cropping system effects on mineralizable nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1829-1837
- REHDER, H. 1970. Zur Öcologie, insbesondere Stickstoffversorgung subalpiner und alpiner Pflanzengesellschaften im Nuturschutz-gebiet schachen (Wettersteingebirge). Diss. Bot. 6, Lehre Cramer
- REHDER, H. 1971. Zum Stickstoffhaushalt alpiner Rasengesell- schafen. *Ber Dtsch. Bot. Ges.* 84: 759-767
- REHDER, H. 1975. Phytomasse und Nährstoff-Verhältnisse einer alpinen Rasengesellschaften (*Caricetum firmae*). Sonderdruck: Verhandlungen des Gesellschaft für Öcologie, 93-99
- REHDER, H. 1983. Untersuchungen Zur Stickstoffversorgung der afroalpinen vegetation am Mount Kenya *Verh Ges Ökol* 11:311-327
- REHDER, H., A. SCHÄFFER. 1978. Nutrient turnover in alpine ecosystems. IV. Communities of the central Alps and comparatives survey. *Oecologia (Berl.)* 218:961-962
- REVEES, R.D., KRUCKEBERG, ADIGÜZEL N., KRÄMER, U. (2001). Studies on the flora of serpentine and other metalliferous areas of western Turkey. *South African Journal of Science* 97:513-517
- RIXON, A.J., B.J. BRIDGE. 1968. Respiratory quotient arisind from microbial activity in relation to matric suction and air filled pore space of soil. *Nature (London)* 218: 961-962
- ROBINSON, B., BROOKS, R., KIRKMAN, J., GREGG, P., H. ALVAREZ. 1997. Edaphic influences on a New Zealand ultramafic ('serpentine') flora: a statistical approach. *Plant and Soil* 188:11-20

- ROBINSON, C.H. 2002. Controls on decomposition and soil nitrogen availability at high latitudes. *Plant and Soil* 242:65-81
- RUNGE, M. 1965. Untersuchungen über die Mineralstickstoff-Nachlieferung an Nordwest Deutschen Waldstandorten. *Flora* 155:353-386
- RUNGE, M. 1970. Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff-Nachlieferung am stanfort. *Flora (Jena) Abt. B159*:233-257
- RUNGE, M. 1974. Die Stickstoff-mineralisation im Boden eines Sauerhumus-Buchenwaldes. I. Mineralstickstoff-Gehalt und Netto-Mineralisation. *Oecologia Plantarum* 9: 201-218
- 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: Lange O.L., Nobel P.S., Osmond C.B., Ziegler H. (Eds.), *Encyclopedia of plant physiology. New Series 12 C*, Springer, Berlin Heidelberg New York pp. 164-200
- SANCAR, M.S. 1980. Uşak "K-22c" Paftası Jeoloji Haritası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara
- SAS Institute 1984-1995. SAS/STATICA Version 6.0 SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina, USA
- SCHIPPER L.A., W.G. LEE. 2004. Microbial biomass, respiration and diversity in ultramafic soils of West Dome. New Zealand. *Plant and Soil* 262:151-158
- SINGER, M.J., N.M. DONALD. 1999. *Soils: An Introduction*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey
- STELTZER, H., W.D. BOWMAN. 1998. Differential influence of plant species on soil nitrogen transformations within moist meadow alpine tundra. *Ecosystems* 1:464-474
- 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
- TİTREK, 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
- TURITZEN, S.N. 1982. Nutrient limitation to plant growth in a California serpentine grassland. *American Midland Naturalist* 107:95-99
- TYLER, G. 1975. Effect of heavy metal pollution on decomposition and mineralization rates in forest soils. In: Hutchinson, T.C., Page, A.L., Loon, J.C. (Eds.). *Heavy Metals in the Environment*. Toronto, Canada, pp. 217-226
- 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
- VITOUSEK, P.M., R.W. HOWARTH. 1991. Nitrogen limitation on land and in the sea: How can it occur? *Biogeochemistry* 13:87-116
- WALTER, H., H. LIETH. 1960-1967. *Klimadiagramm-Weltatlas*. G. Fischer, Jena
- WEDIN, D.A., D. TILMAN. 1990. Species effects on nitrogen cycling: a test with perennial grasses. *Oecologia* 84:433-441
- WESTERMAN, R.L., T.C. TUCKER. 1974. Effect of salts and salts plus nitrogen-15-labelled ammonium chloride on mineralization of soil nitrogen, nitrification, and immobilization. *Soil Science Society of America, Proceedings* 38:602-605
- Whittaker, R.H. 1954. The ecology of serpentine soils: A symposium. I. Introduction. *Ecology* 35:258-59
- WITTICH, W. 1956. *Jahre Ebnath*. Forstwiss. Cbl. 75: 407
- 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

- 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
- ZÖTLL, H. 1958. Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation in Waldhumus durch den Brutversch. *Z. Pflanzenernahrung. Dueng. Bodenkd.* 81: 35-50
- ZÖTLL, H. 1960a. Metodische Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff-Nachlieferung des Waldbodens. *Forstwiss. Centrabl.* 79:72-90
- ZÖTLL, H. 1960b. Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldboden material. I. Beziehung Zwischen Bruttomineralisation und Nettomineralisation. *Plant and Soil* 13:166-182
- ZÖTLL, H. 1960c. Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldboden material. II. Einfluss des Stickstoffgehaltes auf die Mineralstickstoff-Nachlieferung. *Plant and Soil* 13:183-206
- ZÖTLL, H. 1960d. Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldboden material. III. PH-Wert und Mineralstickstoff-Nachlieferung. *Plant and Soil* 13:207-223

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez konusunun seçiminden tezin tamamlanmasına kadar tezde çok büyük emeği olan değerli hocam Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bilgi birikimlerinden istifade ettiğim değerli hocalarım Prof. Dr. Hulusi MALYER'e, Doç. Dr. Hülya ARSLAN'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasın her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme de sonsuz teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

29/09/1975 yılında Manisa ilinin Turgutlu ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini sırası ile İnkılap ilkokulu, Niyazi Üzmez Ortaokulu ve Turgutlu Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimini Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Bölümünde, Yüksek Lisansını Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Tamamladı. Halen Özel bir dershanede biyoloji öğretmeni olarak çalışmaktadır.