



**FARKLI KULLANIMLAR
ALTINDAKİ TOPRAKLARDA NEM VE
SICAKLIĞIN AZOT MİNERALİZASYONUNA ETKİSİ**

Fatma GÜLER

**Y. Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Doç. Dr. Rasim KOÇYİĞİT
2014
Her hakkı saklıdır**

T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KULLANIMLAR ALTINDAKİ TOPRAKLARDA NEM VE
SICAKLIĞIN AZOT MİNERALİZASYONUNA ETKİSİ

Fatma GÜLER

TOKAT
2014

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Rasim KOÇYİĞİT danışmanlığında, Fatma GÜLER tarafından hazırlanan bu çalışma 13.11.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Rasim KOÇYİĞİT (Danışman)

Üye: Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ

Üye: Doç. Dr. İrfan OĞUZ

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım

İmza

Yardımcı Doç. Dr. Cemal KAYA
Enstitü Müdürü V.

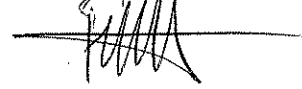
20/11/2014

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Fatma GÜLER

Tokat, 2014



ÖZET
Yüksek Lisans Tez

**FARKLI KULLANIMLAR ALTINDAKİ TOPRAKLARDA NEM VE SICAKLIĞIN
AZOT MİNERALİZASYONUNA ETKİSİ**

FATMA GÜLER

**Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

Azot mineralizasyonu topraktaki azot döngüsünün çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Toprak organik maddesinden inorganik azotun serbest bırakılması azot mineralizasyonudur. Bu süreç, toprak organik maddesinin kalitesi, mikrobiyal aktivite, toprak sıcaklığı ve nemi gibi birçok süreç tarafından kontrol edilmektedir. Bitkilerin kullanabildiği azot kaynakları farklı mikroorganizma gruplarının iş gördüğü mineralizasyon ile oluşur ve ekosistemin verimliliğinin sürekliliği için gereklidir. Toprakların mineralizasyon kapasiteleri ve bunu etkileyen toprak özelliklerinin bilinmesi, azotlu gübrelerin tarımsal etkinliklerinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, farklı kullanımlar (orman, mera ve tarım) altındaki topraklarda farklı sıcaklık ve nem değerlerinin organik N mineralizasyonuna etkisinin belirlenmesidir. Çalışma Tokat çevresinde doğal mera, orman ve tarıma açılmış alanlarda yürütülmüştür. Toprak örnekleri 0-5, 5-15 ve 15-30 olmak üzere 3 farklı derinliklerden alınmıştır. Alınan örnekler analize hazırlandıktan sonra tekstür, pH, hacim ağırlığı, organik madde, kireç, tarla kapasitesi, toplam N, organik N, mineralize N ve mikrobiyal biyokütle N değerleri tespit edilmiştir. Mineralizasyon çalışması iki farklı nem (tarla kapasitesi % 30 ve % 60) değerleri ve sıcaklıkta (20 °C ve 35 °C) yürütülmüştür. Çalışma alanında toprak pH' sı 7,6 ile 7,94 arasında değişim göstermiştir. Orman toprağında toplam N ve mikrobiyal N yüksek olmasına rağmen 20 °C sıcaklıkta mineralize N düşük bulunmuştur. Fakat, sıcaklığın 35 °C çıkmasıyla her iki nem koşulunda en yüksek mineralize N ormanda belirlenmiştir. Bu durum orman toprağının sıcaklıktaki artışa oldukça duyarlı olduğunu göstermektedir. Yüksek sıcaklıkta nem değerindeki artış tarım ve orman toprağında mineralize N değerinde önemli bir artışa neden olmuştur. Toprak nem değerindeki artış mineralize N miktarını en fazla yüzey toprağında artırmıştır. Sıcaklık ve nemin farklı arazi kullanımlarında mineralize N üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur (p<0,05). Gelecekte küresel ısınmayla sıcaklıktaki artışın özellikle en büyük organik madde deposuna sahip ormanda mineralizasyonun daha fazla artmasına neden olacaktır. Bu durum yer üstü ve yer altı su kaynaklarını inorganik N tarafından kirlenme potansiyelini artırmaktadır.

2014, 37 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Azot mineralizasyonu, sıcaklık, toprak nemi, toplam azot.

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF SOIL MOISTURE AND TEMPERATURE ON NITROGEN MINERALIZATION

FATMA GÜLER

**Gaziosmanpaşa University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

Supervisor: Assoc. Prof. Rasim KOÇYİĞİT

Nitrogen mineralization is an important part of nitrogen (N) cycle. The release of inorganic N from organic N is called N mineralization. Nitrogen mineralization in soil is controlled by the quality of soil organic matter, microbial activity, soil moisture and temperature. A variety of soil microorganism involves in N mineralization, which is important for plant available N and fertility of ecosystems. The increases of the effect of N fertilizers in agricultural ecosystem can depend on the mineralization capacity of soils and the factors affecting soil mineralization. The objective of this study is to determine the effects of moisture and temperature on mineralizable N content in soils under agriculture, forest and arable use. This study was conducted at arable land, forest and agricultural areas in Tokat province. Soil samples were taken from 0-5, 5-15, and 15-30 cm depths using a hand probe. After preparation of soil samples, texture, pH, bulk density, organic matter, lime content, water holding capacity, total N, organic N, mineralizable N and microbial biomass N were determined. Soil samples were incubated at three different moisture content (%30 and %60 water holding capacity) and temperatures (20 °C and 30 °C). Soil pH of study area ranged from 7.6 to 7.9. Mineralizable N content at 20 °C was lower in forest even with the higher total N and microbial biomass N. However, the greatest mineralizable N contents were obtained at 35 °C in both moisture contents of forest soil. This result indicates that forest soil is too sensitive to the increases of soil temperature. At higher temperature, the increases of soil moisture content resulted a greater mineralizable N content in agriculture and forest soils. The increases of mineralizable N content with moisture were greater at the surface soils. The effects of temperature and moisture on mineralizable N content was significant under different management systems ($p < 0,05$). Global warming will greatly increase mineralization especially in the greater organic matter stock of forest. Therefore, the high N mineralization has a greater potential for N contamination in surface and ground waters.

2014, 37 pages

Key Words: Nitrogen mineralization, temperature, soil moisture, total nitrogen.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmam boyunca benden bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Rasim KOÇYİĞİT'e, çok kıymetli hocam Doç. Dr. İrfan OĞUZ' a, her daim yanımda olan kuzenim Emine GÜLER'e, canım arkadaşım Hatice Nur PEKTAŞ'a ve ailesiyle birlikte manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili arkadaşım Melike ÇAKAR' a çok teşekkür ederim.

Desteği ve sevgisi ile her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, bugünlere gelmemde büyük emek sahibi aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatma GÜLER

Tokat, 2014

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Arazinin Tanımı ve Coğrafi Konumu	10
3.1.2. İklimi	10
3.1.3. Bitki Örtüsü.....	10
3.2. Metot	11
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması.....	11
3.2.2. Fiziksel Toprak Analizleri	11
3.2.3. Kimyasal Toprak Analizleri	11
3.2.4. Mikrobiyolojik Toprak Analizleri.....	12
3.2.5. İstatistikî Analiz	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	14
4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	14
4.2. Mikrobiyolojik Toprak Özellikleri	19
5. SONUÇ	29
6. KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa No

Çizelge 4.1. Tarım, mera ve orman topraklarının tanecik dağılımı ve tekstür sınıfları.....	14
Çizelge 4.2. Tarım, mera ve orman topraklarının pH ve hacim ağırlığındaki değişim.....	15
Çizelge 4.3. Tarım, mera ve orman topraklarında organik madde ve kireç içeriğindeki değişim.....	16
Çizelge 4.4. Tarla kapasitesi ve volumetrik nem içeriğinin arazi kullanımına ve derinliğe bağlı değişimi.....	18
Çizelge 4.5. Toplam N ve organik N'un arazi kullanımı ve derinliğe bağlı (0-5, 5-15 ve 15-30 cm) olarak değişimi.....	19
Çizelge 4.6. Mikrobiyal biyokütle N ve inorganik N'un arazi kullanımı ve derinliğe (0-5, 5-15 ve 15-30 cm) olarak değişimi.....	20
Çizelge 4.7. Tarım, mera ve orman topraklarının 20 °C sıcaklık ve tarla kapasitesinin (TK) %30 ve 60 nem değerlerinde mineralize N içeriğindeki değişim.....	22
Çizelge 4.8. Tarım, mera ve orman topraklarının 35 °C sıcaklık ve tarla kapasitesini (TK) %30 ve 60 nem değerindeki mineralize N içeriğindeki değişim.....	23

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 4.1. Toprakların 20 °C sıcaklık altında ve neme bağlı olarak (TK %30 ve 60) mineralize N içeriğindeki değişimi.....	25
Şekil 4.2. Toprakların 35 °C sıcaklık altında ve neme bağlı olarak (TK %30 ve 60) mineralize N içeriğindeki değişimi.....	26
Şekil 4.3. Toprakların TK %30 nem değeri ve 20 ve 35 °C sıcaklıklardaki mineralize N içeriğindeki değişim.....	27
Şekil 4.4. Toprakların TK %60 nem değeri ve 20 ve 35 °C sıcaklıklardaki mineralize N içeriğindeki değişim.....	28

1. GİRİŞ

İnorganik azotun bitkilerce ve mikroorganizmalarca özümlemesi karasal ekosistemlerde verimlilik ve üretiminin devamlılığı için esastır ve doğal ekosistemlerde verimliliği sınırlandıran önemli bir elementtir (Runge, 1983; Vitousek ve Howarth, 1991). Bitkilerin yapı ve fonksiyonlarında çok önemli rol oynayan azot, doğada bir döngü halindedir. Bitkiler azotu topraktan nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) halinde alabilirler. Toprakta azotun alınabilirliği toprağın kalitesini göstermede önemli bir özelliktir.

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

Mineralizasyon, nitrifikasyon ve amonifikasyon olmak üzere iki aşamada gerçekleşir (Saatçi, 1975; Atlas ve Bartha, 1987; Plaster, 1992). Canlı ve ölü olarak organik maddedeki azot formu indirgenmiş amonyum formunda bulunur. Amonifikasyon, organik bağlı azotun amonyağa dönüştürüldüğü bir safhadır. Birçok bitki, hayvan ve mikroorganizma bu süreci yürütme yeteneğindedir. Mineralizasyonun ileri aşaması olan nitrifikasyonda, amonyum iyonları nitrat iyonlarına yükseltgenir. Nitrifikasyon sınırlı sayıda ototrof bakterilerce yürütülür (Foch ve Verstraete, 1977). Nitrifikasyonun iki aşaması (nitritin ve nitratın oluşması) farklı iki mikrobiyal populasyon tarafından gerçekleştirilir. Ancak her iki işlev denge halinde yürür ve nitrit birikimi oluşmaz. Amonyumun nitrite, nitritin de nitrate yükseltgenmesi enerji 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 ürünler oluşur. Bu reaksiyon aynı zamanda hidrojen iyonlarını oluşturur ve reaksiyonun gerçekleştiği ortamın pH'sı düşer. Nitrifikasyonun ikinci aşamasında nitrat oluşumu için bir su molekülünden oksijen alınır. Nitrifikasyonun her iki aşaması da aerobik koşullarda gerçekleşir. Nitritin yükseltgenmesi nitrifikasyonun ayrı bir safhasını oluşturur. Bu aşama düşük miktarda enerji verimi ve nitrat oluşumu ile sonuçlanır (Atlas ve Bartha, 1987; Plaster, 1992).

Organik maddenin parçalanması sırasında, parçalanmada iş gören bakteriler bu süreçte enerji sağlarken, bunun sonucunda mineral azot ve diğer temel besinler serbest kalır. Bu besinler bakteriler tarafından da kullanılır (Freckman, 1988). Buna göre, organik bileşiklerin mineralizasyonu ile oluşan mineral azot, hem yüksek bitkiler hem de mikroorganizmalar tarafından kullanılmaktadır. Azot mineralleşmesi bürüt mineralleşmenin anahtar süreci ile amonyağın toprak yüzeyine adsorbsiyonu (Nömmik, 1981) ve parçalayıcı organizmalarca tekrar bağlanması (Robinson, 2002) arasındaki dengeyi yansıtmaktadır.

Doğal koşullarda bitki köklerine alınabilir inorganik azot miktarı toprağın tipi, iklim, enlem, mevsim ve mikrobiyal etkenlerine bağlı olmaktadır (Runge, 1983). Bu nedenle, toprakta azotun mineralizasyonu ve bitkilerce alınımı çeşitli ekosistemlerin verimliliğini belirlemede önemli bir indikatör olarak kullanılmaktadır.

Toprakta organik maddenin mineralleşmesi çeşitli faktörlerin etkisi altında gerçekleşir. Toprak faktörleri ve ayrıştırıcıların aktivitesi mineralleşme oranlarını kontrol eden temel faktörlerdir (Robertson ve Paul, 2000). Toprak pH'sı, toprağın nem içeriği ve su tutma kapasitesi, ölü materyalin C/N oranı toprakta azot mineralleşmesini etkileyen toprak özelliklerindedir (Köhler ve ark., 1995).

Toprak nemi mikrobiyal aktiviteyi etkileyerek azot mineralleşmesini etkiler. Singer ve Donald (1999)'a göre genel olarak bitki gelişimi için uygun olan toprak nem seviyesi

mikrobiyal aktivite için uygundur. Özellikle kurak ortamlarda artan su içeriğine bağlı olarak azot mineralleşmesi bir artış göstermesine rağmen, su içeriğinin optimum düzeyi aşması durumunda mineralleşme azalır (Runge, 1983; Güler, 1998). Toprağın tamamen neme doymuş hale gelmesi anaerobik şartlar oluşturacağı için organik maddenin parçalanması yavaşlar. Toprakta su içeriğinin artması mineralleşme sonucu oluşan nitratın hareketini arttırarak bitkilerin kullanımını arttırmasına karşın yıkanarak toprak-bitki sisteminden uzaklaşmasına da neden olabilir.

Toprak pH'ı toprak mikroflorasının aktivitesini ve kompozisyonunu ve buna bağlı olarak da net azot mineralleşmesini dengelemektedir. Azot mineralleşmesinin asidik toprakların pH'ını arttırdığını belirgin olarak göstermiştir. Toprak mikroflorası içerisinde yer alan Funguslar asite hoşgörülü mikroorganizmalar oldukları için, doğada asidik yapıya sahip 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 asidite amonyum lehine üstün olmaktadır.

Toprak sıcaklığı mikrobiyal aktiviteyi doğrudan etkileyerek azot mineralleşmesini etkilemektedir. Runge (1983) azot mineralleşmesinin 0-70 °C sıcaklık aralığında meydana geldiğini ancak çeşitli bölgelerde mineralleşmede görev alan mikrobiyal popülasyonların sıcaklık gereksinimlerinin farklı olması nedeniyle bitki gelişimi için uygun olan toprak sıcaklığının organik maddenin parçalanması için gerekli sıcaklığa benzer olduğunu ifade etmektedir (Myrold, 1987).

Organik maddenin parçalanmasını etkileyen en önemli toprak parametrelerinden birisi de ölü materyalin C/N oranıdır (Köhler ve ark., 1995). C/N oranı ile toprakta azot mineralleşmesinin ters orantılı olduğu ifade edilmesine karşın, Runge (1983) bu ilişkinin aynı humus tipi ve aynı parçalanma derecesine sahip topraklarda karşılaştırılabileceğini bildirmektedir. Topraktaki azot mineralleşmesi temel toprak özelliklerinin kontrolü altında gerçekleşmekle birlikte bitkilerin de bu süreçte önemli fonksiyonları vardır. Nitekim, belirli bir bölgedeki hakim bitki türleri azotun parçalanmasını etkileyerek ekosistemin verimliliğini kontrol etmektedir (Berendse,

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

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Ellenberg (1964, 1968), İsviçre orman topraklarında mineralize azot oluşumu üzerinde araştırmalar yaparak yıllık mineralize azot miktarının 50-200 kg ha⁻¹ olarak değiştiğini; mineralize azot oluşumunun toprak nemi ve sıcaklığına bağlı olarak arttığını fakat sıcaklığın 5 °C altına düşmesiyle ilişkinin sona erdiğini (mineral azot oluşumunun sıcaklığa ve neme bağlı olmadığını) bildirmiştir.

Runge (1965), Çeşitli orman örtüsüne sahip Kuzey Almanya ormanlarında mineralize azot oluşumu üzerine toprak ve organik maddenin nem ile ilişkisini göstermiştir. Araştırmacı mineral azot oluşumunun humus çeşidine bağlı olduğunu ve ham humusu çok olan toprakta en düşük seviyede olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmayla ormanı oluşturan türlerin, toprağın mineral azot verimine bağlı olarak gruplaştığını belirtmiş ve azot mineralizasyonu için optimum nemin maksimum su tutma kapasitesinin % 65'i olduğunu göstermiştir.

Vaughn 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 arasındaki ilişkinin sıcaklığa göre daha yüksek ($r = 0,494$) olduğunu bildirmişlerdir.

Gökçeoğlu (1988), Ege bölgesindeki otlak, çalı ve orman vejetasyonu altında bulunan volkanik toprakta yıllık net mineral azot verimini araştırmıştır. Sonuç olarak yıllık mineral azot veriminin otlakta 75 kg ha⁻¹ yıl, çalılık alanda 66 kg ha⁻¹ yıl ve ormanlık alanda 28 kg ha⁻¹ yıl olduğunu tespit etmiştir.

Jaeger ve ark. (1999), bitki azot özümlemesi ve mikrobiyal azot immobilizasyonunun mevsime bağlı dinamiklerini Amerika'nın Niwot Ridge, Colorado bölgesindeki alpin ekosistemlerde incelemişlerdir. Azot için mikrobiyal rekabet potansiyeli ve bitki ile mikrobiyal azot dağılımını zamana bağlı olarak araştırmışlardır. Araştırmacılar, alpin

bitkilerinin başka ekosistemlerdeki bitkilere nazaran mikrobiyal rekabete karşı daha yatkın olduğu sonucuna varmışlardır. Bitkilerin büyüme mevsiminin ilk yarısında gerekli olan azotu tükettiklerini, buna karşın mikroorganizmaların sadece geç büyüme mevsiminde azotu immobilize ettiği ve azot için mikrobiyal rekabetin mevsimsel olarak değişen sıcaklıklar ve buzların çözülme döngüsüne bağlı olduğu belirtilmiştir. Toprak mikroorganizmalarının azot döngüsü üzerindeki etkileri bitki köklerinde sınırlandırıldığı ve büyüme mevsiminde bitkilerin azotun büyük bir kısmını kontrol ettiği, toprak mikroorganizmalarının ise bitkilerin yaşlanmaya başladığı kış donlarından önceki periyotta daha fazla azot tüketerek kendi aralarında bir dağılım yaptıklarını ortaya koymuşlardır.

Güleryüz ve Gökçeoğlu (1994), Uludağ alpin bölgesinde bazı bitki topluluklarında azot mineralleşmesini bir yıl boyunca araştırmış ve yıllık mineral azot oluşumunun farklılık gösterdiğini ortaya koymuşlar. En yüksek verimin tipik alpin topluluğu olan *Festuca* (26 kg ha⁻¹ yıl), en düşük verimin ise subalpin bölgede yer alan *Nardus* (13 kg ha⁻¹ yıl) 'da bulunduğunu tespit etmişlerdir. Subalpin bölgesinin diğer topluluğu olan *Juniperus*'da 25 kg ha⁻¹ yıl ile *Festuca* topluluğuna yakın olduğunu tespit etmişlerdir.

Fisk ve Schmidt (1995), Amerika'nın Colorado Front Range bölgesinin alpin tundra topluluklarından *Kobresia*, *Acomastylis* ve *Carex* nemli çayır topraklarında yıllık mineral azot verimini 10- 12 kg ha⁻¹ yıl arasında hesaplamıştır. Nitrifikasyonun net azot mineralleşmesi içindeki oranının *Carex* nemli çayır topluluğunda % 10'dan daha az, *Kobresia* ve *Acomastylis* nemli çayır topraklarında ise % 25-90 arasında değiştiği; yıllık net mineralleşme oranlarında farklılık olmadığı, ancak net nitrifikasyon ve toprak özellikleri bakımından topluluklar arasındaki farklılığın bulunduğu rapor edilmiştir.

Güleryüz (1998), bazı otlak topraklarında kontrollü koşullarda (maksimum su tutma kapasitesinin % 60 ve 20 °C sıcaklıkta) mineral azot oluşumunu araştırmıştır. Mineral azot oluşumu ile bazı toprak etmenleri (pH, MSK, toplam azot ve organik karbon) arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu saptamıştır.

Titrek (2004), Uludağ'ın subalpin ve alpin kuşağında insan etkisiyle bozulmuş alanda toprakların yıllık net mineral azot miktarını 97 kg ha^{-1} yıl olarak hesaplamış ve bozulan alanlarda ikincil olarak gelişen bitki örtüsünün bulunduğu yerlerde mineral azot değerinin yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Yakut (2006), Uludağ kış sporları merkezinde kayak pistlerinin yapımı sırasında bozulmuş alanların ve bu alanlara komşu olan bozulmamış orman (*Abies bornmuelleriana*) topluluğunda azot mineralizasyon oranları ortaya konmuştur. Çalışmada kayak pisti açmak amacıyla bozulan alanlarda azot mineralleşmesinin olumsuz etkilendiği fakat bu alanlarda vejetasyonun yeniden gelişmesi ile mineralleşmenin artmaya başladığı belirlenmiştir.

Hafner ve Groffman (2005), yaptıkları çalışmada karışık bir ormanda kaba odunsu ölü örtü ile ince ölü örtü tabakasındaki azot mineralizasyonlarını araştırmışlardır. Kaba odunsu ölü örtünün yer aldığı toprakta toplam ve mikrobiyal biyokütle azotunun düşük, mikrobiyal biyokütle, karbon ve azot oranının yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada kaba döküntünün azot dinamiği üzerine gözle görülebilir önemli bir role sahip olduğunu ve ılıman ormanlarda azot kayıplarını etkileyebileceği ifade edilmiştir.

Ste-Marie ve Houle (2006), Quebec, Kanada da yaptıkları çalışmada üç orman (akçaağaç, göknar ve ladin) alanında N dinamiklerini incelemişlerdir. Net nitrifikasyonun ladin alanında çok düşük, akçaağaç alanında ise düşük pH'ya rağmen heterotrofik nitrifikasyon veya aside toleranslı ototrofik nitrifikasyon nedeniyle nitrat birikiminin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı ormanlarda azot dinamiklerindeki bu farklılığın büyük olasılıkla dominant bitki türlerinden kaynaklandığını ve akçaağaç alanında nitrifikasyonun yüksek olup bunu göknar ve ladin alanlarının takip ettiğini belirtmişlerdir.

Can (2007), Uludağ'ın alpin ve subalpin bölgesinin karakteristik bitki toplulukları olan bodur çalı (*Astragalus angustifolius*, *Vaccinium myrtillus*, *Juniperus communis* ve *Juniperus communis*) topraklarında (0-15 cm) azot mineralleşme potansiyelleri laboratuvar şartlarında standart inkübasyon yöntemi (% 60 su tutma kapasitesi ve $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

kullanılarak araştırmıştır. Çalışma sonucunda net mineral azot veriminin ($63 \text{ kg ha}^{-1} \text{ g}^{-1}$). *A. angustifolius* topluluğu toprağında en yüksek, *J. communis* topluluğunda en düşük olduğu ve bitki topluluğunun yapısını oluşturan farklı tür kompozisyonunun azot mineralleşmesini etkileyebileceği ortaya konmuştur.

nver (2007), Murat Dağı alpin ve subalpin bölgesinin bodur alı (*Juniperus communis*), keemsi (*Plantago holosteum*) ve otlak alanlarında (*Alyssum virgatum*) topraktaki yıllık mineral azot verimini araştırmıştır. Sonuç olarak yıllık net azot verimini *P. holosteum* topluluğunda $59 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yıl}$, *J. communis* topluluğunda $53 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yıl}$ ve *A. virgatum* otlak alanında $43 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yıl}$ olarak bulunmuştur. Toprak neminin azot mineralleşmesinde sınırlayıcı olduğu tespit edilmiştir.

Bellitürk ve ark. (2009), Tekirdağ bölgesinden alınan 20 adet toprak örneğindeki organik formda bulunan azotun mineralizasyonunu ve bunun toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile olan ilişkilerini belirlemişlerdir. Bu amaçla topraklar 28 günlük inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyonun 1.,7., 14. ve 28. günlerinde alınan toprak rnekleindeki inorganik N ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$) içerikleri tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan toprak rneklelerinin ortalama organik madde miktarı % 1,44, ortalama mineralizasyon kapasitesi ise 5,92 ppm N olarak belirlenmiştir. Toprak rneklelerinin kireç miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında $r= 0,321$ düzeyinde pozitif ilişki belirlemişler ve bu değeri istatistiki olarak önemli bulmuştur ($p<0,05$). Toprak rneklelerinin organik madde miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında $r= -0,327$ düzeyinde negatif ilişki belirlenmiş ve bu değer istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Toprakların pH, Ca, Mg, K, kil, silt ve kum içerikleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasında önemli ilişkiler bulunmamıştır.

Tahmaz (2011), Artvin-Tütüncüler yöresi farklı yaşlardaki saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde ve ayırık alanlarda azot mineralizasyonu, isimli çalışmasında laboratuvar koşullarında azot mineralleşmesini incelemiş, çalışma sonucunda bitki örtüsü farklılıklarının azot mineralleşmesi üzerinde etkili olduğunu bulmuştur. Aynı çalışmada inkübasyon periyodu sonunda en yüksek azot mineralleşmesini ayırık alanda bulmuştur.

Doğan (2012), Artvin-Kafkasör yöresi yaşlı ve gen ladin meşcerelerinde ve bitişiğindeki ayırık alanlardaki azot mineralizasyonunun belirlenmesi isimli alışmasında, laboratuar koşullarında farklı bitki örtüleri altındaki topraklardaki azot mineralizasyonunu incelemiş. *Alyssum virgatum* bitki örtüleri arasında azot mineralizasyonu bakımından farklılıklar görüldüğünü, en yüksek mineralizasyonun ayırık alanlarda belirlendiğini ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Arazinin Tanımı ve Coğrafi Konumu

Almus Orta Karadeniz Bölgesinde Tokat iline bağlı 36 km mesafede bir ilçedir. Yüzölçümü 750 km² olup 832 rakımlıdır. Çalışma alanının konumu Almus ilçesinin Pınarlı köyü yakınlarında 40° 21 dk kuzey, 36° 43 dk doğudadır.

3.1.2. İklimi

Karadeniz bölgesi iklimiyle İç Anadolu bölgesi iklimi arasında bir geçiş özelliği gösterir. Derin ve geniş vadilerin bulunması Karadeniz ikliminin etkilerinin iç kesimlere kadar sokulmasını sağlar. Güneye doğru gidildikçe, İç Anadolu ikliminin etkisi görülmektedir. Yükselti arttıkça iklim sertleşir. Kelkit Vadisi boyunca kışlar daha ılıman ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 442,4 mm, yıllık en düşük sıcaklık -23,4 °C, yıllık ortalama sıcaklık 12,7 °C'dir (Anonim).

3.1.3. Bitki örtüsü

Karadeniz Bölgesi istikametine ulaşılrken sık ormanlarla kaplı yüksek dağlarla çevrili, yeşil bitki örtüsünün bolca bulunduğu dik yamaçlı coğrafya göze çarpmaktadır. Ormanlar ilçenin kuzeyinde güney bölgesine göre daha fazladır. Toplam yüzölçümün % 43'ü orman örtüsüyle kaplıdır. Almus da ormanlar meşe, kayın, çam, ladin, sedir, ardıç başta olmak üzere çeşitlilik gösterir. Yüksek kesimlerde genellikle sarıçam, ladin ve göknar görülmektedir. Bölgede sanayi yatırımı olmamakla beraber orman ürünleri sanayi için oldukça yüksek bir rezerve sahiptir. Çevresinde bulunan yüksek tepelerde hayvancılığa elverişli yaylalar ve otlaklar mevcuttur. Ayrıca arıcılık için çok elverişli bitki ve çiçek dokusu bulunmaktadır.

3.2. Metot

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırma alanı tamamen gezilerek benzer topoğrafik koşullarda farklı kullanım alanları (tarım, mera, orman) tespit edilmiştir. Toprak örnekleri her bir kullanımda, araziyi iyi bir şekilde temsil edebilecek rastgele seçilmiş örnekleme noktasından 0–5, 5–15 ve 15–30 cm derinliklerinden el burgusu yardımıyla alınmıştır. Alınan bu örnekler analiz anına kadar 4°C sıcaklıkta bekletilmiştir. Toprak örnekleri 2 mm elekten geçirilerek kaba bitki materyali ve çakıllardan temizlenmiştir. Bu örneklerden 10 gr alınarak 105 °C de 24 saat kurutularak gravimetrik nem içerikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde tekstür, toprak reaksiyonu (pH), organik madde (%), kireç (%), tarla kapasitesi, toplam N, organik N, mineralize N ve mikrobiyal biyokütle azotu belirlenmiştir.

3.2.2. Fiziksel Toprak Analizleri

Toprak tekstürleri Bouyocous hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Bouyoucous, 1951). Bu yönteme göre, 40 gr toprak örneği alınarak 100 ml %10'luk sodyumhegzametafosfat ve 250 ml saf su ilave edilerek disperse olması için bir gece bekletilmiştir. Mikserde 5 dakika karıştırıldıktan sonra tekstür silindirlerine konarak hidrometre içinde iken saf su ile 1130 ml'ye tamamlanmış ve karıştırıcı ile süspansiyon homojen olarak karıştırılmış. Daha sonra 40. saniye ve ikinci saat hidrometre okumaları alınıp sıcaklıklar ölçülerek hesaplama yapılmıştır.

3.2.3. Kimyasal Toprak Analizleri

Toprak reaksiyonu (pH) 1:2,5 toprak:su (w:v) karışımında belirlenmiştir (Richards, 1954). Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik ince elekten elenmiş 10 gr toprak örneği 50 ml kapasiteli bir behere konur ve üzerine 25 ml saf su ilave edilmiştir. Bu karışım iyice karıştırıldıktan sonra pH metre ile okunmuştur.

Toprakların kireç içeriği 0,5 gr toprak örneği alınarak Scheibler kalsimetresinde karbondioksit çıkış hacmine göre kireç içeriği belirlenmiştir (Çağlar, 1949). 0,5 gr toprak örneği alınarak cam kavanoz içerisine konulmuş ve üzerine % 10'luk HCl çözeltisi küçük şişede yerleştirilmiştir. Tıpası kapatılan kavanoz 45°'lik bir açıyla sallanarak karbondioksit çıkışı ile kalsimetrede kireç içeriği belirlenmiştir.

Organik madde Walkley-Black metodu ile belirlenmiştir. Buna göre, 0,5 gr toprak örnekleri 500 ml'lik erlenmayerlere konularak üzerine 10 ml 1 N $K_2Cr_2O_7$ (potasyum dikromat) çözeltisi, 20 ml konsantre sülfürik asit konulup bir dakika süreyle karıştırılıp 30 dakika bekletildikten sonra 200 ml saf su ile 3-4 damla o-fenotrolin kompleks indikatörü katılarak $FeSO_4 \cdot H_2O$ (demirsülfatheptahidrat) çözeltisiyle ortamın rengi maviden kırmızıya dönene kadar titre edilerek belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

Tarla kapasitesi toprak örnekleri suyla doyurulduktan sonra 1 bar basınca tabi tutularak tartım yapılmış ve daha sonra 24 saat etüvde bekletilip tekrar tartım yapılarak belirlenmiştir (Klute, 1986).

Toplam N miktarı Kjeldahl asit digestion yöntemiyle belirlenmiştir (Robinson ve ark. 1996). Toprak örneklerindeki toplam organik N miktarını belirlemek için toprak örneklerindeki inorganik N' lar (NO_3^- ve NH_4^+) 1M KCl çözeltisiyle ekstrak edilerek destilasyonla belirlenmiştir. Belirlenmiş olan inorganik N' lar toplam N dan çıkarılarak örneklerdeki toplam organik N miktarı belirlenmiştir.

3.2.4. Mikrobiyolojik Toprak Analizleri

Mikrobiyal biyokütle fumigasyon, inkübasyon metoduyla belirlenmiştir (Horwarth ve Paul 1994). Bu yöntemde erlenmayerler içerisine 20 gr toprak örneği tartıldı, daha sonra bu erlenmayerler ağzı açık olarak içerisinde kloroform ($CHCl_3$) bulunan desikatöre yerleştirildi ve desikatör çeker ocak altında vakum edilerek 24 saat fümigasyona bırakıldı. Bu sürenin sonunda kloroform desikatör içerisinden alınarak desikatör bir vakuma bağlanmış ve toprak gözenekleri içerisindeki $CHCl_3$ buharı bir kaç kez yapılan vakumla tamamen uzaklaştırılmıştır. Bu yapılan işlemle topraktaki mikroorganizmaların % 90 'lık bir kısmı ölmüş ve % 10 ' luk kısmı hala canlı kalmıştır. Bu fumigasyon

örneklerine paralel olarak bir de fümige edilmemiş toprak örnekleri kontrol olarak hazırlanmıştır. Bu işlemlerin sonunda örnekler, içerisinde NaOH bulunan konserve kavanozlarına yerleştirilerek 10 gün süreyle 25 °C' de inkübe edilmiş ve CO₂ miktarı geri titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Bu fümige edilmiş ve fümige edilmemiş örnekler arasındaki fark mikrobiyal biyokütle C'ü vermiştir. Bu örneklerde mikrobiyal biyokütle N belirlemek için 2 M KCl çözeltisiyle ekstrakte edilmiş ve çözeltideki NO₃⁻ - N ve NH₄⁺ - N miktarları belirlenmiştir.

Mineralize N farklı sıcaklık ve nemin mineralize N üzerine etkisinin belirlenmesi için çalışmada iki farklı sıcaklık (20 ve 35°C) ve nem değeri (tarla kapasitesinin % 60 ve % 30) kullanılmıştır. 20 gr. toprak örneği alınarak belirtilen sıcaklık ve nem değerlerinde 28 gün süreyle laboratuvar inkübasyonu ile belirlenmiştir (Paul ve ark. 2001; Russell ve ark. 2004). İnkübasyon çalışması için 20 gr toprak örneği 100 ml erlenmayerler içerisine yerleştirilmiştir. Toprak örneklerinin nem içeriği tarla kapasitesinin % 60 ve % 30 değerlerine getirilerek 20 ve 35°C sıcaklıklarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işleminin sonunda toprak örneklerine 2 M KCl çözeltisi ilave edilerek toplam inorganik N miktarı yukarıda belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Başlangıç inorganik N konsantrasyonu ile inkübasyon sonunda ölçülen inorganik N konsantrasyonları arasındaki fark mineralize olan N miktarını vermiştir. Burada yapılan ölçümler farklı ile arazi kullanımları altındaki mineralize olan N miktarı ortaya konulmuştur.

3.2.5. İstatistik Analiz

Elde edilen veriler Varyans Analizi (ANOVA) ve en küçük ortalama fark testi yapılarak $\alpha = 0.05$ önemlilik düzeyine göre SAS (SAS Institute Inc., 1996) kullanılarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çizelge 4.1. Tarım, mera ve orman topraklarının tanecik dağılımı ve tekstür sınıfları.

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	% Kum	% Silt	% Kil	Tekstür Sınıfı		
Tarım	0-5	13,07 (1,77)	22,61 (2,91)	64,32 (2,00)	Killi		
	5-15	11,07 (1,77)	23,61 (5,37)	65,32 (5,14)	Killi		
	15-30	6,40 (1,16)	26,28 (1,00)	62,32 (4,17)	Killi		
Orman	0-5	30,40 (6,02)	28,61 (6,77)	43,32 (5,05)	Killi tn		
	5-15	23,07 (4,81)	23,28 (8,01)	53,65 (5,82)	Killi		
	15-30	27,07 (4,06)	24,61 (2,91)	48,32 (1,16)	Killi		
Mera	0-5	16,40 (1,16)	31,28 (8,02)	46,99 (8,20)	Killi		
	5-15	17,73 (1,33)	28,61 (4,81)	53,65 (5,34)	Killi		
	15-30	15,73 (3,53)	26,61 (1,33)	57,65 (1,33)	Killi		
Arazi Kullanımı		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
	Tarım	10,17 (1,71)	0,005	24,16 (3,13)	ns	63,98 (2,86)	0,017
	Orman	26,84 (1,84)		25,50 (2,90)		48,43 (3,09)	
	Mera	16,62 (1,71)		28,83 (3,13)		52,76 (2,86)	
Derinlik	0-5	19,95 (1,84)	ns	27,50 (3,13)	ns	51,54 (3,09)	ns
	5-15	17,28 (1,71)		25,17 (2,90)		57,54 (2,86)	
	15-30	16,40 (1,71)		25,83 (3,13)		56,09 (2,86)	
Arazi Kullanımı *Derinlik			ns		ns		ns

() parantez standart hatayı göstermektedir.

ns : istatistiksel olarak önemsiz

Toprak özelliklerinden tekstürün arazi kullanımı ve derinliğe bağlı değişimi Çizelge 1'de verilmiştir. Kum içeriğinin arazi kullanımına bağlı olarak değiştiği görülmektedir ($p<0,05$). En düşük kum içeriğinin tarım toprağında olduğu gözlenmektedir (% 6,40). En yüksek değer ise orman toprağında olduğu görülmektedir (% 30,40). Kil içeriğinin de arazi kullanımına bağlı olarak değiştiği görülmektedir ($p<0,05$). En yüksek kil içeriği tarım toprağında (% 65,32) ölçülürken en düşük kil içeriği (% 43,32) orman toprağında belirlenmiştir. Derinliğin tanecik dağılımı üzerine etkisi önemsiz

bulunmuştur. Arazi kullanımı ve derinlik arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli olmuştur. Arazi kullanımı ve derinliğe bağlı olarak toprakların tekstür sınıfları belirlenmiştir. Genel olarak topraklar kil tekstür sınıfında yer alırken, orman 0-5 cm derinlikte killi tın tekstür sınıfı olmuştur. Orman yüzey toprağında killi tın tekstürün bulunması yüksek organik madde ve humusun bir etkisidir

Çizelge 4.2. Tarım, mera ve orman topraklarının pH ve hacim ağırlığındaki değişim.

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	pH		Hacim Ağırlığı (gr cm ³)	
Tarım	0-5	7,81 (0,11)		1,77 (0,16)	
	5-15	7,82 (0,13)		1,30 (0,16)	
	15-30	7,64 (0,01)		1,81 (0,23)	
Orman	0-5	7,60 (0,11)		1,86 (0,12)	
	5-15	7,80 (0,06)		1,95 (0,24)	
	15-30	7,94 (0,07)		1,95 (0,20)	
Mera	0-5	7,76 (0,08)		1,96 (0,12)	
	5-15	7,81 (0,05)		1,91 (0,40)	
	15-30	7,82 (0,08)		2,04 (0,09)	
Arazi Kullanımı		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
	Tarım	7,75 (0,06)	ns	1,62 (0,14)	ns
	Orman	7,78 (0,06)		1,92 (0,12)	
	Mera	7,79 (0,05)		1,97 (0,13)	
Derinlik	0-5	7,72 (0,05)	ns	1,86 (0,14)	ns
	5-15	7,81 (0,05)		1,71 (0,12)	
	15-30	7,79 (0,06)		1,93 (0,13)	
Arazi Kullanımı*Derinlik			ns		ns

() parantez standart hatayı göstermektedir.

ns : istatistiksel olarak önemsiz.

Farklı kullanımlar altındaki toprakların pH değerlerinde önemli bir değişim görülmemiştir (Çizelge 2). Toprakların pH' ları 7,60 ile 7,94 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuç toprakların hafif alkali pH'ya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Derinliklere bağlı değişimlerine baktığımızda ise derinliğin pH üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmektedir ($p>0,05$). Karagül (1996), pH değeri bakımından farklı kullanım altındaki toprakların üst ve alt katmanlarında önemli farklılık görülmemiştir.

Çizelge 2’de verilen hacim ağırlığı değerlerine bakıldığında arazi kullanımında önemli farklılık görülmemiştir. En yüksek hacim ağırlığı 2,04 gr cm⁻³ olarak merada, en düşük değer 1,30 gr cm⁻³ olarak tarım arazisinde bulunmuştur. Orman ve merada hacim ağırlığının yüksek olması büyük ve küçük baş hayvanların toprağı sıkıştırmasının bir etkisidir. Derinliğe bağlı olarak hacim ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Arazi kullanımı ve derinlik arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Demir ve ark.(2012), farklı kullanım alanlarında yapmış oldukları çalışmada hacim ağırlığını, mera alanlarında 1,32-1,38 gr/cm³, tarım alanlarında 1,22-1,36 gr/cm³ ve orman alanlarında 0,99-1,24 gr/cm³ arasında bulmuşlardır.

Çizelge 4.3. Tarım, mera ve orman topraklarında organik madde ve kireç içeriğindeki değişim.

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	Organik Madde (%)		Kireç (%)	
Tarım	0-5	2,29 (0,20)		10,88 (1,65)	
	5-15	2,08 (0,32)		7,84 (1,71)	
	15-30	2,34 (0,11)		10,68 (2,44)	
Orman	0-5	5,34 (0,21)		12,00 (0,38)	
	5-15	3,20 (0,33)		6,60 (0,57)	
	15-30	2,23 (0,31)		11,71 (1,91)	
Mera	0-5	3,42 (0,61)		17,06 (1,36)	
	5-15	2,49 (0,26)		8,20 (2,33)	
	15-30	2,56 (0,16)		17,21 (4,31)	
Arazi Kullanımı		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
	Tarım	2,23 (0,18)	0,000	9,79 (1,01)	ns
	Orman	3,58 (0,19)		10,10 (1,10)	
Mera	2,82 (0,18)	14,16(1,24)			
Derinlik	0-5	3,68 (0,19)	0,000	13,31 (1,16)	0,021
	5-15	2,59 (0,18)		7,55 (1,09)	
	15-30	2,37 (0,18)		13,20 (1,09)	
Arazi Kullanımı*Derinlik			0,004		ns

() parantez standart hatayı göstermektedir.

ns : istatistiksel olarak önemsiz.

Organik madde miktarına bakıldığında değerlerin % 2,08 ve 5,34 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 3). Organik maddenin değişimi incelendiğinde ormanda tarım ve mera toprağından daha yüksektir. Mera toprağında organik maddenin 15-30 cm derinliğinin 5-15 cm derinliğine göre artış göstermesi alt katmanda bitki kök kalıntılarının kalmış olmasından olabilir. Topraktaki organik madde miktarı iklim, toprak tekstürü, topoğrafya, drenaj, toprağına ilave olan organik maddenin kalitesi ve toprağına uygulanan işlemlerle yakından ilgilidir. Ormanda organik maddenin yüksek olması toprağına ilave olan organik madde miktarının fazla olması ve ayrışmanın fazla olmamasının bir sonucudur. Tarım arazisinde organik madde miktarının daha düşük olmasının sebebi, yoğun toprak işlemenin havalanmayı arttırarak organik maddenin hızla ayrışmasına neden olması ve üretilen organik maddenin büyük bir kısmının ürün olarak topraktan uzaklaştırılmasıdır. Merada organik madde içeriğinin tarım toprağına göre fazla olmasının nedeni bitki kökleri tarafından fazla miktarda organik maddenin toprağına ilavesi ve düşük oksidasyondan dolayı organik maddenin ayrışmasının daha yavaş olmasının bir sonucudur. Topraktaki organik madde miktarı toprağına düşen ve toprakta ayrışan organik madde arasındaki dengenin bir sonucudur. İklim topraktaki mikroorganizma faaliyetlerine etki eder. Çayır ve mera gibi toprak işleminin yapılmadığı ve toprağın tamamen bitki örtüsü ile kaplı bulunduğu topraklarda yoğun bitki kökleri ve toprağına düşen bitki artıkları sayesinde organik madde içeriği yüksektir. Toprak işleme ile organik madde miktarı arasında ters bir ilişki vardır. Toprak işleme yapıldığı zaman organik madde kaybı artacaktır. Riezebos ve Loerts (1998) ve Jaiyeoba (2003), yapmış oldukları çalışmada tarıma açılan orman arazilerinde organik madde içeriğinin azaldığını ortaya koymuşlardır. Arazi kullanımı ve derinliğe bakıldığında organik madde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, arazi kullanımı ve derinlik etkileşimi önemli bulunmuştur ($p>0,05$) (Çizelge 3).

Farklı kullanımlar altındaki toprakların kireç içeriğindeki değişim Çizelge 3'de verilmiştir. Derinliğe bağlı olarak kireç içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek kireç % 17,21 olarak mera kullanımında tespit edilmiştir. Arazi kullanımına göre tarım ve orman benzer kireç içeriğine sahip olmuştur. Derinliklere göre değişime baktığımızda 0-5 ve 15-30 cm derinliklerinde kireç içeriği en yüksek bulunmuştur. Bütün arazi kullanımlarında 5-15 cm derinlikte kireç içeriği düşük çıkmıştır bu durum bu katmanın aşağı ve yukarıya iletim katmanı olduğunu

göstermektedir. Uçgun ve Şeker (2006), Eğirdir–Boğazova yöresinde gerçekleşen çalışmada 50 yıldır tarım yapılan ve yapılmayan toprak özellikleri karşılaştırılmıştır. Tarım yapılan topraklarda kireç içeriği % 6,07 iken tarım yapılmayan toprakların kireç içeriği % 6,86 olarak tespit etmiştir.

Çizelge 4.4. Tarla kapasitesi ve nem içeriğinin arazi kullanımına ve derinliğe bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Derinlik Cm	Tarla Kapasitesi (%)		Volumetrik Nem İçeriği (%)	
Tarım	0-5	61,25 (2,30)		29,30 (0,01)	
	5-15	58,83 (13,16)		20,18 (0,03)	
	15-30	61,50 (11,16)		28,77 (0,03)	
Orman	0-5	56,95 (1,20)		30,62 (0,01)	
	5-15	60,00 (4,63)		30,86 (0,03)	
	15-30	70,85 (4,39)		31,65 (0,02)	
Mera	0-5	69,10 (0,60)		32,17 (0,02)	
	5-15	61,97 (2,22)		30,94 (0,02)	
	15-30	61,93 (5,78)		33,63 (0,01)	
Arazi Kullanımı		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
	Tarım	60,52 (4,08)	ns	25,90 (0, 10)	ns
	Orman	62,60 (3,82)		31,97 (0,09)	
	Mera	64,33 (3,82)		33,23 (0,09)	
Derinlik	0-5	62,43 (4,33)	ns	30,91 (0,11)	ns
	5-15	60,26 (3,82)		28,07 (0,09)	
	15-30	64,76 (3,54)		31,98 (0,09)	
Arazi Kullanımı*Derinlik			ns		0,001

() parantez standart hatayı göstermektedir.

ns : istatistiksel olarak önemsiz

Farklı kullanımlar altındaki toprakların tarla kapasitesi değerlerine baktığımızda en düşük değer tarımda % 60,52 ve en yüksek değer ormanda % 64,33 olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Derinliklere göre değişimlerine baktığımızda en düşük 5-15 cm derinliğinde % 60,26 ve en yüksek değer 15-30 cm derinliğinde % 64,76 olarak tespit edilmiştir. Arazi kullanımı, derinlik ve arazi kullanımı ve derinlik interaksiyonunda önemli farklılıklar bulunmamıştır.

Gravimetrik olarak belirlenen nem içeriği hacim ağırlığı ile çarpılarak volumetrik nem içeriği olarak hesaplanmıştır. Toprakların nem içeriğinde arazi kullanımı ve derinlik interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

4.2. Mikrobiyolojik Toprak Özellikleri

Çizelge 4.5. Toplam N ve organik N'in arazi kullanımı ve derinliğe bağlı (0-5, 5-15, 15-30 cm) olarak değişimi.

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	Toplam N (gr N/kg)	Organik N (gr N/kg)		
Tarım	0-5	16,05 (9,5)	15,99 (9,5)		
	5-15	17,45 (6,9)	17,39 (6,9)		
	15-30	21,09 (5,3)	21,05 (5,3)		
Orman	0-5	14,14 (2,9)	14,10 (2,9)		
	5-15	21,28 (5,5)	21,25 (5,4)		
	15-30	13,53 (2,3)	13,48 (2,2)		
Mera	0-5	26,41 (5,8)	26,38 (5,8)		
	5-15	19,32 (7,7)	19,28 (7,7)		
	15-30	16,66 (0,4)	16,63 (0,4)		
Arazi Kullanımı		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
	Tarım	18,20 (3,5)	ns	18,77 (2,8)	ns
	Orman	16,32 (3,8)		20,15 (3,2)	
	Mera	20,80 (3,8)		17,10 (2,8)	
Derinlik	0-5	15,71 (3,2)	ns	18,14 (2,8)	ns
	5-15	17,12 (3,0)		16,82 (3,0)	
	15-30	17,10 (3,0)		21,06 (3,0)	
Arazi Kullanımı*Derinlik			ns		0,046

() parantez standart hatayı göstermektedir.
ns : istatistiksel olarak önemsiz

Toplam azot ve organik azot içerikleri en yüksek mera arazisinde 0-5 cm derinlikte ve en düşük ise orman arazisinde 15-30 cm derinlikte tespit edilmiştir (Çizelge 5). Organik azotun arazi kullanımı ve derinlik ile olan interaksyonu önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Toplam azotta arazi kullanım değerlerine baktığımızda en düşük değer

ormanda 16,32 gr N/kg ve en yüksek değer merada 20,80 gr N/kg olarak tespit edilmiştir. Toplam N içeriğinin mera toprağında fazla olmasının nedeni yüksek organik madde içeriğine bağlanabilir. Oğuz ve Acar (2011), farklı kullanım alanlarında yapmış oldukları çalışmada toplam azot mera alanlarında % 0,12-0,14, tarım alanlarında % 0,02-0,05, meyve bahçesi alanlarında % 0,16-0,22 ve orman alanlarında % 0,24-0,28 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.6. Mikrobiyal biyokütle N ve inorganik N'un arazi kullanımı ve derinliğe bağlı (0-5, 5-15, 15-30 cm) olarak değişimi.

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	Mikrobiyal biyokütle N (mg N/kg)	İnorganik N (mg N/kg)		
Tarım	0-5	0,163 (0,062)	64,48 (8,5)		
	5-15	0,138 (0,051)	68,63 (7,0)		
	15-30	0,102 (0,006)	47,13 (8,14)		
Orman	0-5	0,792 (0,110)	39,10 (0,2)		
	5-15	0,116 (0,029)	34,11 (6,8)		
	15-30	0,221 (0,004)	50,53 (2,9)		
Mera	0-5	0,252 (0,003)	45,28 (2,7)		
	5-15	0,225 (0,008)	37,59 (8,7)		
	15-30	0,159 (0,019)	26,46 (10,4)		
Arazi Kullanımı		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
	Tarım	0,135 (0,3)	0,001	60,08 (3,7)	0,001
	Orman	0,376 (0,2)		39,65 (3,7)	
	Mera	0,212 (0,2)		39,52 (4,0)	
Derinlik	0-5	0,402 (0,3)	0,001	48,03 (3,7)	ns
	5-15	0,160 (0,2)		46,78 (3,7)	
	15-30	0,161 (0,2)		44,44 (4,0)	
Arazi Kullanımı*Derinlik			0,001		ns

() parantez standart hatayı göstermektedir.

ns : istatistiksel olarak nemsiz

Arazi kullanımı ve derinliğin mikrobiyal biyokütle N üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$) (izelge 6). Derinliğe bağlı olarak da mikrobiyal biyokütle N içeriğindeki oransal azalma en fazla orman toprağında meydana gelmiştir. Bu durum orman toprağı yüzeyinde organik maddenin birikmesinin bir sonucudur. Arazi kullanımı mikrobiyal biyokütle N ortalaması en yüksek ormanda 0,376 mg N/kg, en dşuk ise tarımda 0,135 mg N/kg olarak tespit edilmiştir. Mikrobiyal N içeriğinin tarım

toprağında düşük olmasının nedeni sürümden dolayı mikrobiyal popülasyonun azalmasının bir sonucudur. Mikrobiyal biyokütle N için arazi kullanımı ve derinlik arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kayıkçıoğlu ve Okur (2012), tarafından farklı bitki örtüsü altındaki topraklarda mikrobiyal azot içerikleri 2009 Ekim ve 2010 Ocak, Nisan ve Temmuz aylarında alınan toprak örnekleri ile belirlenmiştir. Tüm aylarda çayır mera ile kaplı arazinin 0-15 ve 15-30 cm derinliklerinden alınan toprak örnekleri en yüksek mikrobiyal biyokütle N miktarlarına, buğday ekili alan ile zeytin bahçesinin 15-30 cm derinliğinden alınan toprak örnekleri ise en düşük mikrobiyal biyokütle N miktarlarına sahip olmuşlardır. Tüm toprak örneklerinin üst tabakasında, alt tabakaya oranla daha yüksek mikrobiyal biyokütle N miktarları saptanmıştır.

İnorganik N içeriği arazi kullanımı bakımından önemli derecede etkilenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 6). İnorganik N en fazla tarım arazisinde (60,08 mgN/kg) görülürken en düşük mera arazisinde (39,52 mgN/kg) gözlemlenmiştir. Orman toprağında inorganik N yüzeyden alt katmanlara doğru yıkanma eğilimi gösterirken bu durum mera toprağında görülmemiştir. Mera bitkilerinin yoğun kök sistemi ve azota olan yüksek ihtiyaçtan dolayı merada N hareketi görülmemiştir. İnorganik N'in derinliğe bağlı olarak düşüş göstermesi alt katmanlarda havalanmanın düşük olması nedeniyle azotun azot oksit gazlarına indirgenmesi ve organik N ve mineralizasyonun düşük olması söylenebilir.

Çizelge 4.7. Tarım, mera ve orman topraklarının 20 °C sıcaklık ve tarla kapasitesinin % 30 ve 60 nem değerlerinde mineralize N içeriğindeki değişim.

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	Mineralize N (mg N/kg) % 30 TK		Mineralize N (mg N/kg) % 60 TK	
		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
Tarım	0-5	40,26 (21,6)		42,41 (13,7)	
	5-15	52,39 (19,5)		69,40 (10,1)	
	15-30	32,29 (9,4)		46,38 (11,5)	
Orman	0-5	20,44 (5,4)		42,70 (12,6)	
	5-15	19,67 (1,7)		17,53 (1,3)	
	15-30	21,73 (0,1)		18,92 (4,8)	
Mera	0-5	53,78 (15,5)		47,17 (12,2)	
	5-15	41,29 (11,9)		45,66 (19,3)	
	15-30	68,96 (5,2)		45,87 (4,7)	
Arazi Kullanımı		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
	Tarım	41,65 (7,2)	0,011	63,83 (9,0)	0,032
	Orman	20,61 (7,2)		26,38 (9,7)	
Mera	54,68 (6,7)	46,23 (9,0)			
Derinlik	0-5	38,16 (7,2)	ns	55,20 (9,7)	ns
	5-15	37,78 (6,7)		44,19 (9,0)	
	15-30	40,99 (7,2)		37,06 (9,0)	
Arazi Kullanımı*Derinlik			ns		ns

() parantez standart hatayı göstermektedir.

ns : istatistiksel olarak önemsiz

Farklı kullanımlar altındaki topraklar 20 °C sıcaklık ve iki farklı nem koşullarında mineralize edilmiştir (Çizelge 7). Toprakların nem miktarı arttıkça mineralize olan N miktarıda artmıştır. Arazi kullanımının mineralize N üzerine olan etkisi 20 °C sıcaklıkta önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 7). Tarla kapasitesinin % 30 nem düzeyinde arazi kullanımına göre değişimine baktığımızda en düşük değer 20,61 mg N/kg olarak orman toprağın da bulunurken en yüksek değer 54,68 mg N/kg olarak mera toprağında tespit edilmiştir. Arazi kullanımının mineralize N üzerine olan etkisi 30 °C sıcaklıkta önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 7). Orman toprağında her iki nem koşulunda da düşük sıcaklıktan dolayı mineralize N değerleri düşük belirlenmiş olabilir. Güteryüz (2006), iki farklı bitki topluluğu olan *Plantago holosteum Scop.* ve *P. atrata Hoppe* üzerinde azot mineralleşmesini (% 60 maksimum su kapasitesi ve 20 °C) araştırmıştır.

Farklı topluluklar altındaki toprakların farklı azot mineralleşme oranlarına sahip olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın organik maddenin yüksek olduğu üst toprak katmanında (0-5 cm) daha belirgin olduğu bulunmuştur. Her iki topluluğun toprağında nitrifikasyonun meydana geldiği ancak *P. atrata Hoppe* topluluğunda nitrifikasyonun baskın olduğunu belirlemişlerdir. Toprakların 20 °C sıcaklık ve TK % 60 nem değerinde mineralize olan N'in arazi kullanımına göre değişimine baktığımızda en düşük değer 26,38 mg N/kg olarak orman toprağın da bulunurken en yüksek değer 63,83 mg N/kg olarak tarım toprağında tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 4.8. Tarım, mera ve orman topraklarının 35 °C sıcaklık ve tarla kapasitesinin % 30 ve 60 nem değerinde mineralize N içeriğindeki değişim.

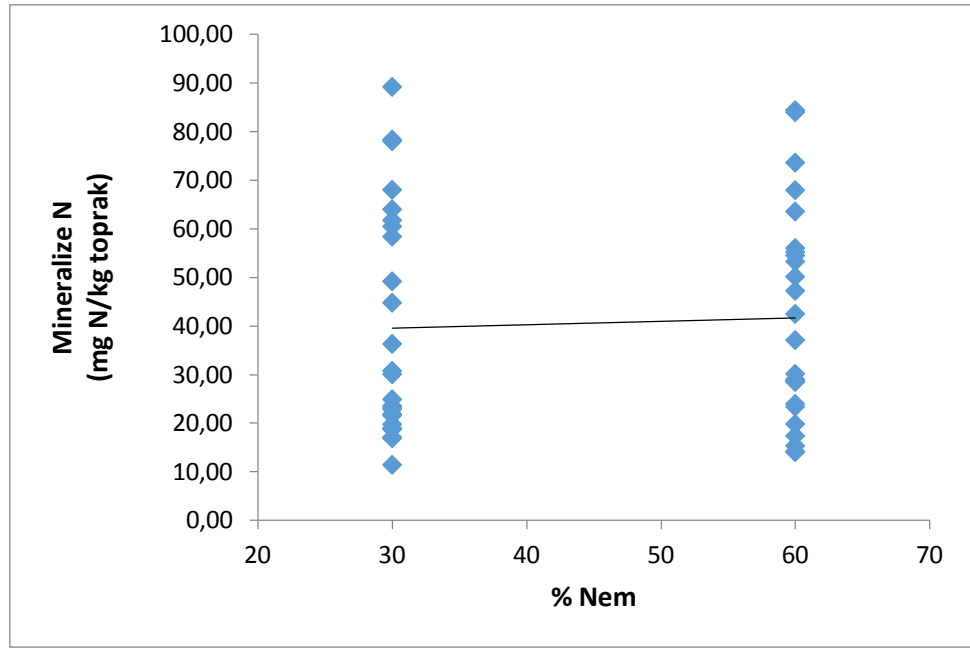
Arazi Kullanımı	Derinlik cm	Mineralize N %30 TK (mg N/kg)		Mineralize N %60 TK (mg N/kg)	
		Ortalama	P Değeri	Ortalama	P Değeri
Tarım	0-5	34,20 (2,9)		41,25 (16,9)	
	5-15	27,73 (5,8)		58,18 (7,4)	
	15-30	6,66 (2,1)		33,44 (4,3)	
Orman	0-5	162,69 (57,6)		394,01 (20,3)	
	5-15	73,89 (14,6)		92,15 (18,1)	
	15-30	138,77 (94,3)		84,87 (53,7)	
Mera	0-5	59,69 (14,2)		45,06 (21,6)	
	5-15	50,69 (10,4)		44,97 (6,4)	
	15-30	45,64 (4,4)		33,95 (5,1)	
Arazi Kullanımı					
	Tarım	22,86(18,2)	0,003	44,29 (14,1)	0,001
	Orman	125,12(18,2)		190,34 (15,0)	
Mera	52,01 (16,9)	41,33 (13,0)			
Derinlik	0-5	85,53 (16,9)	ns	160,11 (15,0)	0,001
	5-15	50,78 (16,9)		65,10 (14,1)	
	15-30	63,69 (19,5)		50,75 (13,0)	
Arazi Kullanımı*Derinlik			ns		0,001

() parantez standart hatayı göstermektedir.

ns : istatistiksel olarak önemsiz

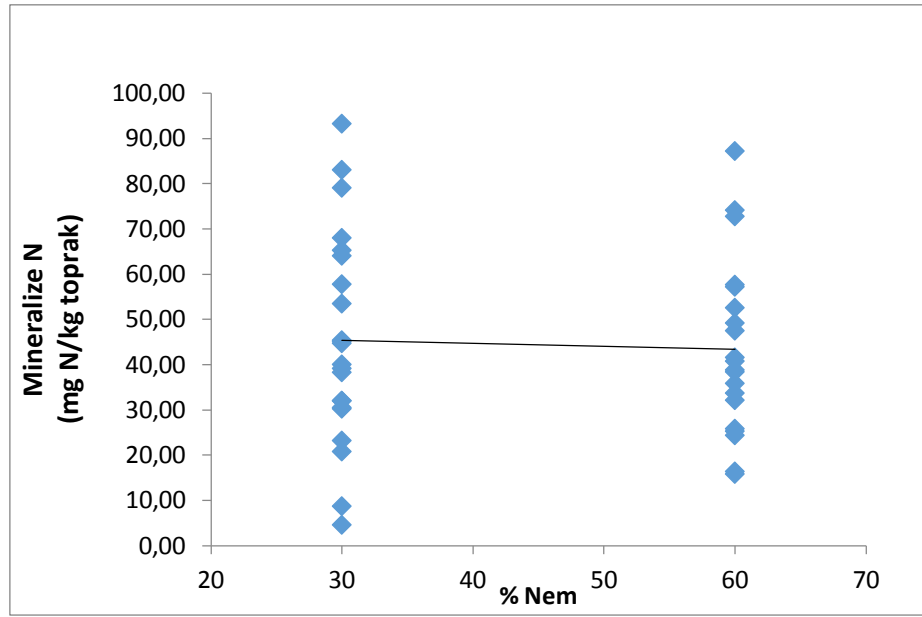
Toprak örnekleri 35 °C sıcaklık ve TK % 30 ve 60 nem değerlerinde inkübasyona tabii tutularak mineralize N değerleri belirlenmiştir (Çizelge 8). Toprak örneklerinin TK % 30 nem değerinde arazi kullanımına göre değişimine baktığımızda en düşük değer 22,86 mg N/kg olarak tarım toprağın da bulunurken en yüksek değer 125,12 mg N/kg olarak orman toprağında tespit edilmiştir. Arazi kullanımı her iki nem değerinde mineralize olan N üzerine önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kara (1998), laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmada, bitki hasat artıklarının toprağın azot mineralizasyonuna, toprağın biyolojik aktivitesine olan etkilerini ve bitki hasat artıklarının topraktaki ayrışma oranını belirlemiştir. Araştırma sonucunda bitki hasat artıklarının topraktaki ayrışması ile toprağın azot mineralizasyonu ve net mineralizasyona olan etkilerinin C/N oranına göre değiştiğini belirlemiştir. Ayrıca C/N oranı geniş olan organik materyalin ayrışmasının mineral azot ilavesi ile hızlandığı ortaya koymuştur.

Toprakların tarla kapasitesi % 60 nem düzeyinde mineralize olan N miktarı en düşük 41,33 mg N/kg olarak mera toprağın da bulunurken en yüksek değer 190,34 mg N/kg olarak orman toprağında tespit edilmiştir (Çizelge 8). Arazi kullanımı, derinlik ve arazi kullanımı ve derinlik arasındaki etkileşimde önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yüksek sıcaklıkta nem değerindeki artış tarım ve orman toprağında mineralize N değerinde önemli bir artış olmuştur. Guntinas ve ark. (2011), çayır, mera ve orman olmak üzere üç farklı kullarımdaki toprakların azot mineralizasyonunun sıcaklık ve neme bağılı olarak nasıl etkilendiğini araştırmış ve genel olarak azot mineralizasyonu için ideal sıcaklığın 25 °C, en uygun nem içeriğinin de % 80-100 arasında olduğunu saptamıştır.



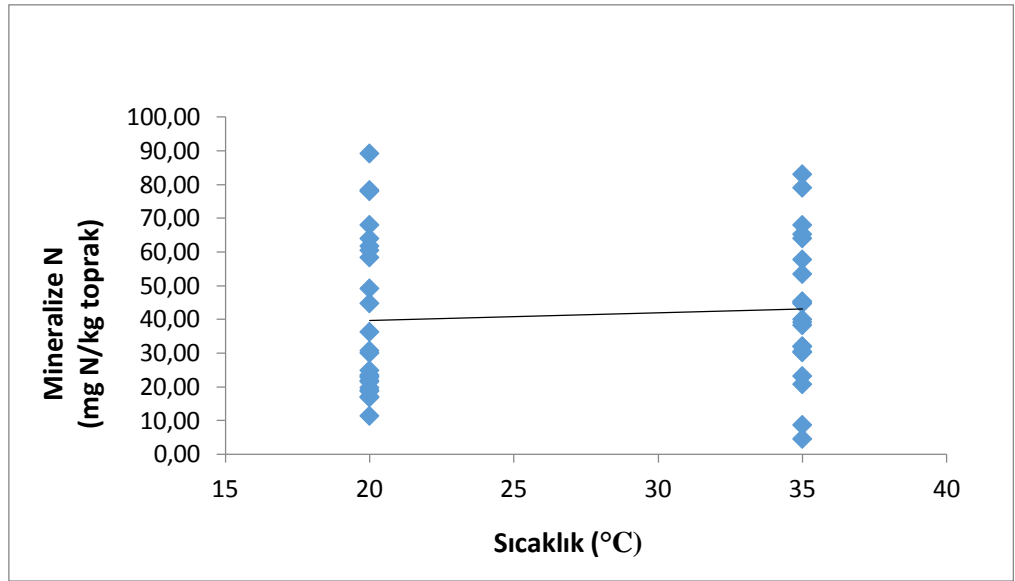
Şekil 4.1. Toprakların 20 °C sıcaklık altında ve neme bağlı olarak (TK % 30 ve % 60) mineralize N içeriğindeki değişim trendi.

Sabit sıcaklık altında (20 °C) toprakların neme bağlı olarak mineralize olan N içeriğindeki değişim Şekil 1’ de verilmiştir. Nem değeri arttıkça mineralize N değeri çok fazla olmamakla birlikte artış göstermiştir. Güteryüz ve Everest (2010), Orta Toros dağlarından üç iğne yapraklı orman ağacı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Abies cilicica* subsp. *cilicica*, *Cedrus libani*) topluluğunun topraklarında mineral azot ve toprak parametrelerini karşılaştırmış, mineral azot üretimi ile toprak etmenleri arasındaki ilişkileri basit korelasyon testi ile analiz etmiştir. Araştırılan bitki topluluklarının topraklarında mineral azot üretiminin toplam azot oranıyla kuvvetli ilişkili olduğunu saptamış.



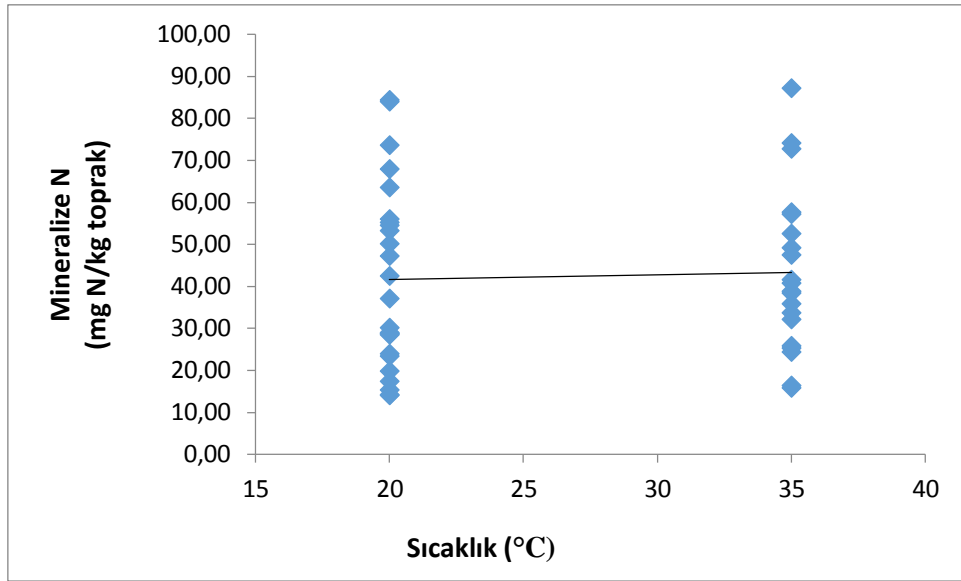
Şekil 4.2. Toprakların 35 °C sıcaklık altında ve neme bağlı olarak (TK % 30 ve TK % 60) mineralize N içeriğindeki değişim trendi.

Toprakların sabit sıcaklık (35°C) ve tarla kapasitesi % 30 ve 60 nem değerlerinde mineralize olan N miktarındaki değişim Şekil 2' de verilmiştir. Toprak nem miktarının tarla kapasitesi % 30'dan 60'a çıkması mineralize olan N üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Düşük sıcaklıkta (20 °C) nem miktarındaki artış mineralize olan N üzerine daha fazla bir etkiye sahip olurken 35 °C da bu etki görülmemiştir. Aynı zamanda düşük nem değerinde (TK % 30) arazi kullanımına bağlı olarak mineralize olan N miktarında değişkenlik fazla olmuştur. Nem miktarındaki artışa bağlı olarak mineralize olan N miktarındaki artışın sınırlı olması her iki nem değerinin de çok yüksek olmamasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda farklı kullanımlar altındaki toprakların nem ve sıcaklığa karşı gösterdikleri etkilerde farklılık göstermektedir. Bellitürk ve ark. (2009), Tekirdağ yöresinde yaptığı çalışmada toprak örneklerinin kireç miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında pozitif ilişki ($r= 0,321$) belirlemiş ve organik madde miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında negatif ilişki ($r= -0,327$) olduğunu belirlemiş.



Şekil 4.3. Toprakların TK % 30 nem değeri ve 20 ve 35 °C sıcaklıklardaki mineralize N içeriğindeki değişim trendi.

Toprakların tarla kapasitesi % 30 nem değerinde ve iki farklı sıcaklıkta mineralize olan N miktarındaki değişim Şekil 3' de verilmiştir. Topraklarda sıcaklık arttıkça mineralize N miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Doğan (2012), Artvin-Kafkasör yöresinde yapmış oldukları çalışmada farklı yaşlardaki ladin ormanlarında ve otlaklarda mineralize N miktarını belirlemişler ve mineralize olan N miktarını otlakta daha yüksek olduğu görülmüştür. Benzer durum bu çalışmada da görülmüştür. Bu durum organik materyalin kalitesinin bir sonucudur. Toprakta N mineralizasyonunu mevsimsel olarak da değişkenlik göstermektedir. Tayvan'ın güney ormanlarında yapılan bir çalışmada dağın yamaçlarındaki mineralize olan N miktarının Ağustos ayından ocağa göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tsui ve Chen, 2010).



Şekil 4.4. Toprakların TK % 60 nem değeri ve 20 ve 35 °C sıcaklıklardaki mineralize N içeriğindeki değişim trendi.

Tarla kapasitesinin % 60 nem düzeyinde sıcaklığın mineralize N üzerine olan etkisi tarla kapasitesi % 30 nem düzeyiyle benzerlik göstermiştir (Şekil 4). Sıcaklıktaki artış mineralize N miktarının artmasına neden olmuştur fakat bu artış oldukça sınırlı olmuştur. Farklı sıcaklık ve nem değerlerinde mineralize N miktarındaki bu değişkenlik farklı kullanımların bir etkisidir. Bu çalışmada sıcaklığın mineralize N üzerine olan etkisi neme göre yüksek bulunmuştur. Bu durum nem değerindeki artışın yetersiz olmasından kaynaklıdır. Küçük (2013), Artvin ili Seyitler mevkiinde gerçekleştirilen çalışmada iki eğim grubu iki bakı grubu ve meşe ve mera olmak üzere ikide bitki örtüsü seçilmiştir. Toprak özellikleri ve azot mineralleşmesini belirlemek için arazide 1 yıl boyunca 30 örnekleme yapılmıştır. Toprak özellikleri, solunum ve mineralizasyon üzerinde eğim bakı ve bitki örtüsü farklılığının etkisi görülmüştür. Özellikle nem ve pH değişimi azot mineralleşmesinde belirleyici faktör olmuştur.

5. SONUÇ

Topraklarda var olan mineralizasyon olayı bir çok ekosistemde özellikle doğal ekosistemlerde bitkilerin ihtiyaç duyduğu N'in sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Bu süreç, mikroorganizmalar tarafından sürdürüldüğü için çevresel etmenlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu etmenleri organik maddenin yapısı, toprağın nem içeriği ve maksimum su tutma kapasitesi, pH, sıcaklık, mikrobiyal biyokütle ve diğer besin elementlerinin miktarı etkilemektedir (Runge 1983; Singer ve Donalt 1999; Arslan ve Güteryüz 2002; Knoepp ve ark.2000).

Farklı kullanımlar altındaki topraklarda organik maddenin kalitesi ve korunumu farklılık gösterdiğinden mineralize olan N miktarında farklılık göstermektedir. Ormanda mikrobiyal N miktarının yüksek olmasına rağmen mineralize N miktarı genel olarak mera ve tarımda yüksek bulunmuştur. Bu durum ormandaki fiziksel korunmayla birlikte atığın C:N oranının yüksek olmasının bir sonucudur. Orman topraklarında ağaçların gölge oluşturmasından dolayı toprak sıcaklığı düşüktür ve bu da mineralize olan N değerini düşürebilir. Tarım toprağında toplam N miktarının düşük olmasına rağmen mineralize olan N miktarı oransal olarak yüksek bulunmuştur. Sürüm faaliyetleriyle birlikte organik maddenin korunmasız kalması mineralize N miktarını artırmaktadır. Mikrobiyal biyokütle N'in ormanda yüksek olması organik madde miktarının yüksek olması ve ekosistemde tahribatın sınırlı olmasının bir sonucudur. Yüksek sıcaklıkta (35 °C) nem miktarındaki artış orman ve tarım toprağında mineralize N miktarında önemli bir artışa neden olurken 20 °C de bu artış gözlemlenmemiştir. Her iki nem koşulunda sıcaklıktaki artış mineralize N miktarını en fazla orman toprağında artırmış ve en yüksek artış tarla kapasitesi % 60 nem düzeyinde belirlenmiştir. Bu durum ormanda mineralize olan N'in sıcaklığa oldukça duyarlı olduğunu gösteriyor. Gelecekte küresel ısınmayla beraber sıcaklıkların artması ormanda mineralize olan N miktarında önemli bir artışa sebep olabilir. Yüksek mineralize N miktarı yer üstü ve yer altı su kaynaklarının kirlenmesi için bir potansiyel risk oluşturmaktadır. Ormandaki amonifikasyon organizmalarının sıcaklıktaki artıştan çok fazla etkilendiğini göstermektedir. Gelecekte küresel ısınmayla beraber mineralize N düzeyinin sürdürülebilir yönetimi tüm ekosistemlerde önemli hale gelecektir.

6. KAYNAKLAR

- Aber, J.D., Melillo, J.M., Mcclaugherty, C.A., 1990. Predicting long-term patterns of mass loss, nitrogen dynamics, and soil organic matter formation from initial line litter chemistry in temperate forest ecosystems. *Canadian Journal of Botany*, 68:2201-2208.
- Aerts, R., Van Logtestijn, R.S.P., Karlsson, P.S., 2006. Nitrogen supply differentially affects litter decomposition rates and nitrogen dynamics of sub-arctic bog species. *Oecologia*, 146:652-658.
- Anonim, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Tokat_\(il\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Tokat_(il))
- Arslan, H., Güteryüz. G., 2002. Yüksek Bitkilerde Azotun Asimilasyonu, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3:13-30
- Atlas, R.M., Bartha, R., 1987. *Microbial ecology* 2nd edition, Benjamin/Cummings Publ. California, pp:333-342.
- Bellitürk K., Danışman, F., ve Sözübek, B., 2009. Tekirdağ yöresindeki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasındaki ilişkiler. *Akdeniz Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi* 22, 2:141-147.
- Berendse, F., Bobbink, R., Rouvenhorst, G., 1989. A comparative study on nutrient cycling in wet heathland ecosystems II: Litter decomposition and nutrient mineralization. *Oecologia*, 78:338-348
- Berendse, F. 1990. Organic matter accumulation and nitrogen mineralization during secondary succession in heathland ecosystems. *Journal of Ecology*, 78:413-427.
- Bouyoucous, G.J., 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Argon. Jour*, 43:434-438.
- Can, B., 2007. Uludağ'ın subalpin kuşağında yayılış gösteren bodur çalı topluluklarının topraklarında azot mineralleşmesi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Çağlar, K.Ö., 1949. *Toprak Bilgisi Ders Kitabı*, Ankara Üniv. Yayınları No:10, Ankara.

- Doğan, Y., 2012. Artvin-Kafkasör yöresi yaşı ve genç ladin meşcerelerinde ve bitişindeki çayırılık alanlardaki azot mineralizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, A.Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Demir, S., Kılıç, K., Aydın, M., 2012. Farklı Kullanım Altındaki Toprakların Kıvam Limitleriyle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (2): 63-71.
- Ehrenfeld, J.G, 2001. Plant and Soil Interactions. In: Levin, S. (Editor), Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press, San Diego, CA, p. 689-709.
- Ellenberg, H., 1964. Stickstoff-und wasserversorgung. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 77:82-92.
- Ellenberg, H., 1968. Zur stickstoff-und wasserversorgung ungedüngter und gedüngter feuchtwiesen-ein nachwort. Veroff. Geobot. Inst. EHT. Stift. Rubel, Zürich, 41:194-200.
- Fisk, M., Schmidt, S., 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., Verstraete, W., 1977. Biochemical ecology of nitrification and denitrification. advances in Microbial Ecology, 1:135-214
- Freckman, D.W. 1988. Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. Agriculture Ecosystems and Environment, 24:195-217.
- Gökçeoğlu, M., 1988. Nitrogen mineralization in volcanic soil under grassland, scrub and forest vegetation in aegeon region of Turkey, Oecologia, 77:242-249.
- Guntinas, M.E., Leiros, M.C., Trasar Cepeda, C., Gil Sotres, F., 2011. Effects of moisture and temperature on net soil nitrogen mineralization: A laboratory study. European Journal of Soil Biology, 48 : 73-80.
- Güteryüz, G., Gökçeoğlu, M., 1994. Uludağ (Bursa) Alpin Bölgesi bazı bitki topluluklarında mineral azot oluşumu ve yıllık verim, Turkish Journal of Botany, 18:65-72.

- Güleryüz, G. 1998. Nitrogen mineralization in the soils of some grassland communities in the alpine region of Uludag in Bursa-Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 22:59-63.
- Güleryüz, G., Kırmızı, S., Arslan, H., 2006. Nitrogen mineralization in the soils of alpine mat communities: An incubation experiment under laboratory conditions. Uludağ Ün. Faculty of Arts and Science, Department of Biology, Görükle 16059.
- Güleryüz, G., Everest, A., 2010. Nitrogen mineralization in the soils of the conifer forest communities in the eastern mediterranean. *Uludağ Ün. Ekoloji*, 19, 74 :51-59.
- Hafner, S.D., Groffman, P.M., 2005. Soil nitrogen cycling under litter and coarse woody debris in a mixed forest in New York State, *Soil Biology and Biochemistry*, 37:2159-2162.
- Hobbie, S.E. 1995. Direct and indirect effects of plant species on biogeochemical processes in arctic ecosystems. In F.S. Chapin, C. Körner (editors). *Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences*, Berlin, Springer-Verlag, p:213-24.
- Horwath, W.R., Paul, E.A., 1994. Microbial biomass. Pages 753-773 in R.W. Weaver, S. Angle, P. Bottomley, D. Bezdicek, S. Smith, A. Tabatabai, and A. Wollum, editors. *Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties*. Soil Science Society of America, Segoe, Wisconsin, USA.
- Jaiyeoba, I.A., 2003. Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid Savannah. *Soil and Tillage Research*, 70:91-98.
- Jaeger, III. C.H., Monson, R.K., Fisk, M.C., Schmidt, S.K., 1999. Seasonal partitioning of nitrogen by plants and soil microorganisms in an alpine ecosystem, *Ecology*, 80:1883-1891.
- Kara, E.E., 1998. Effects of some plant residues on nitrogen mineralization and biological activity in soils. Niğde Ün. Science Education Faculty, Biology Department, 51100.

- Karagül, R., 1996 Trabzon-Söğütödere havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı özellikleri ve erozyon eğilimlerinin araştırılması, Abant İzzet Baysal Ün. Tübitak, Tr. J. of Agriculture and Forestry. 23:53-68.
- Kayıkçioğlu, H.H., Okur, N., 2013. Farklı bitki örtüsü altındaki topraklarda mikrobiyal C, N ve P' un mevsimsel değişimi. Ege Ün. Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (1): 57-65.
- Klute, A., 1986. Water Retention: Laboratory methods. Methods of soil analysis. Part 1.2nd Ed. Agronomy 9. Am. Soc. Argon., 635-660, Madison.
- Knoepp, J.D., Coleman, D.C., Crossley, D.A., Clark, J.S., (2000). Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. Forest Ecol Manag, 138: 357-368.
- Köhler, H.R., Wein, C., Reiss, S., Storch, V., Alberti, G., 1995. Impact of heavy metals on mass and energy flux within the decomposition process in deciduous forests. Ecotoxicology, 4:114-137.
- Küçük, M., 2013. Farklı eğim ve bakı gruplarında bulunan meşe meşcerelerinde ve mera alanlarında azot mineralizasyonu ve toprak solunumunun belirlenmesi. Karadeniz Teknik Ün. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Krauss, T.E.C., Zasoski, R.J., Dahlgren, R.A., Horwath, W.R., Preston C.M., 2004. Carbon and nitrogen dynamics in forest soil amended with purified tannins from different plant species. Soil Biology and Biochemistry, 36:309- 321.
- Myrold, D.D., 1987. Relationship between microbial biomass nitrogen and a nitrogen availability index. Soil Science Society of American Proceeds, 51:1047-1049.
- 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, 33:273-280.
- Oğuz, İ., Acar, M., 2011. Tokat - Kazova koşullarında farklı arazi kullanım türlerinin bazı toprak özellikleri üzerine etkisinin araştırılması. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (2):171-178.

- Paul, E.A., Collins, H.P., Leavitt S.W., 2001. Dynamics of resistant soil carbon of midwestern agricultural soils measured by naturally occurring C-14 abundance. *Geoderma* 104: 239-256.
- Plaster, E., J., 1992. *Soil science and management*. 2nd edition. Delmar publishers Inc., New York, 146-171.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*, U.S.D.A. Handbook, No: 60. Tiedje, J.M. 1982. Denitrification. p. 1011-1026. In A.L. page (ed.). *Methods of soil analysis*. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. No. 9. Am. Soc. Agron., Madison. WI.
- Riezebos, H.T., Loerts, A.C., 1998. Influence of land use change and tillage practice on soil organic matter southern Brazil and eastern Paraguay. *Soil and Tillage Research* 49:271-275.
- Robertson, G.P., Paul, E.A., 2000. Decomposition and soil organic matter dynamics. In: Sala, O.E., Jackson, R.B., Mooney, H.A., Howarth, R.W. (Editors.), *Methods in ecosystem science*. Springer, New York, p:104-116.
- Robinson, S., Ashley, M., Haines, M., (1996). Attitudes of African-Americans regarding prostate cancer clinical trials. *Journal of Community Health*, 21(2):77-87.
- 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., 1983. Physiology and ecology of nitrogen nutrition, In: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, H. Ziegler (Editors), *Encyclopedia of Plant Physiology*, 164-200.
- Russel, A.E., Cambardella, C.A., Ewel, J.J., and Parkin, T.B., 2004. Species, rotation, and life-from diversity effects on soil carbon in experimental tropical ecosystems. *Ecol. Appl.* 14:47-60.
- SAS Institute Inc. 1996. *Forecasting examples for business and economics using the SAS System*, Cary, NC: SAS Institute Inc.

- Saatçi, F., 1975. Toprak ilmi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 214:153-180.
- Singer, M.J., Donald, N.M., 1999. Soils: An introduction. Prentice hall, inc. New Jersey.
- Ste-Marie, C., Houle, D., 2006. Forest floor gross and net nitrogen mineralization in three forest types in Quebec, Canada, Soil Biology and Biochemistry, 38:2135-2143.
- Tahmaz, B., 2011. Artvin-Tütüncüler yöresi farklı yaşlardaki saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde bitişindeki çayırılık alanlarda azot mineralizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Titrek, E., 2004. Uludağ'ın alpin ve subalpin kuşağındaki bozulmuş alanlarda gelişen *Verbascum olympicum* bitki topluluğunun toprağında azot dönüşümleri üzerinde araştırma. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy. Hiz. Gen. Müd. Ankara.
- Tsui, C.C., Chen, Z.S., 2010. Net nitrogen mineralization and nitrification of different landscape positions in a lowland subtropical rainforest in Taiwan. Department of agricultural chemistry, National Taiwan University, Taipei 106-17.
- Uçgun, K., Şeker, C., 2006. Eğirdir – Boğazova topraklarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü.
- Ünver, M. C., 2007. Murat Dağı (Uşak, Kütahya) alpin ve subalpin bölgesinin bazı bitki topluluklarında azot dönüşümleri üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Doktora Tezi, Bursa.
- Van Vuren, M.M.I., Aerts, R., Berendse, F., DE Visser, W., 1992. Nitrogen Mineralization in Heathland Ecosystems Dominated by Different Plant Species. Biogeochemistry, 16: 151-166.
- Vargas, D.N., Bertiller, M.B., Ares, J.O., Carrera, A.L., Sain, C.L., 2006. Soil C and N dynamics induced by leaf-litter decomposition of shrubs and perennial

- grasses of the patagonian monte. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 2401-2410.
- Vaughn, C.E., Center, D.M., Jones, M.B., 1986. Seasonal fluctuations in nutrient availability in some northern California annual range soils. *Soil Science*, 141/1:43-51.
- Vitousek, P.M., Howarth, R.W., 1991. Nitrogen limitation on land and in the sea: How can it occur? *Biogeochemistry*, 13:87-116
- Wedin, D.A., Tilman, D., 1990. Species effects on nitrogen cycling: A test with perennial grasses, *Oecologia*, 84:433-441.
- Yakut, E., 2006. Uludağ kış sporları merkezindeki kayak pistleri ve yanındaki bozulmamı *Abies Bornmuelleriana* orman topluluğunun toprağında azot dönüşümleri üzerinde araştırmalar, yüksek lisans tezi. U.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı :Fatma GÜLER
Doğum Tarihi ve Yer : 1990/Antalya
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
e-mail : fatmaguler.07@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	-
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2012
Lise	Atatürk Lisesi (YDA)	2008