

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

**YANGIN GÖRMÜŞ KARAÇAM MEŞCERELERİNDE AZOT
MİNERALLEŞMEPOTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilek TAŞDEMİR

Artvin-2016

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

**YANGIN GÖRMÜŞ KARAÇAM MEŞCERELERİNDE AZOT
MİNERALLEŞME**

POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilek TAŞDEMİR

**Danışman
Prof. Dr. Bülent SAĞLAM**

Artvin-2016

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

YANGIN GÖRMÜŞ KARAÇAM MEŞCERELERİNDE AZOT MİNERALLEŞME
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Dilek TAŞDEMİR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:11.08.2016

Tezin Sözlü Savunma Tarihi:11.07.2016

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bülent SAĞLAM

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK

Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'na belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 11/07/2016 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2016 tarih vesayılı kararı ile kabul edilmiştir..../.../2016

.../.../2016

Prof. Dr. Zafer ÖLMEZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Çorum Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde Osmancık Orman İşletme Şefliği, Sarıçiçek ve Kunduz Serilerinde Karaçam meşcerelerinde yangının azot mineralleşmesi üzerine etkileri konusunda yapılan bu araştırma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Entomolojisi ve Koruma Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusunun belirlenmesinde ve tüm aşamalarında bana destek olan danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Bülent SAĞLAM'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK'e ve Arş. Gör. Musa AKBAŞ'a teşekkür ederim.

Tezin arazi çalışmalarında yapmış oldukları yardımlarından dolayı Osmancık Orman İşletme Müdürlüğü Sarıçiçek Orman İşletme Eski Şefi Mustafa GÖZLER'e teşekkür ederim. Tez çalışması boyunca aileme gösterdikleri desteklerden dolayı teşekkür ederim. Tezin tamamını 2130193 numaralı proje ile destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederim. Bu çalışmanın ülkemiz ormancılığına ve araştırmacılara yardımcı olmasını dilerim.

Dilek TAŞDEMİR

Artvin-2016

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ	III
ÖZET	V
SUMMARY	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TABLolar DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1.Kaynak Araştırması.....	7
1.1.1. Bitki Türüne Göre Topraktaki Azot Mineralleşmesi:	7
1.1.2. Ağaç Türüne Göre Toprakta Azot Mineralleşmesi:.....	12
1.1.3. Toprakta Yapılan Azot Mineralleşmesiyle İlgili Çalışmalar:	19
2. MATERYAL YÖNTEM	22
2.1. Alanın Coğrafi Konumu.....	22
2.2. Alanın İklim Özellikleri	26
2.3. Alanın Toprak Yapısı.....	28
2.4. Alanın Bitki Örtüsü	29
2.4.1. Arazi Örneklemeşi	30
2.4.2. Laboratuvar Analizleri	32
2.4.2.1. Azot Mineralleşme Analizi	33
2.4.2.2. Toplam Azot Belirlemeşi	36
3. BULGULAR	39
3.1. Toprakta Mineralleşmeye Ait Bulgular	39
3.1.1. Mineralleşmenin Zamana Göre Değişimine Ait Bulgular	39
3.1.2. Mineralleşmenin Alanlara Göre Değişimine Ait Bulgular	42
3.1.3. Mineralleşmenin Eğim Gruplarına Göre Değişimine Ait Bulgular	44
3.1.4. Mineralleşmenin Yangın Şiddetine Göre Değişimine Ait Bulgular	45
3.1.5. Dönem Sonu Toplam Mineralleşmeye Ait Bulgular	46
4. TARTIŞMA	47
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	59

ÖZET

Bu çalışmada yanmış ve yanmamış karaçam meşcerelerindeki azot mineralleşme değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Çorum Orman İşletme Müdürlüğü, Osmancık Orman İşletme Şefliği karaçam ormanlarında düz (% 10) ve eğimli (% 60) arazilerde orta ve düşük şiddetli örtü yangınları uygulanmıştır. Bu alanların bitişiğindeki benzer alanlardan da kontrol parselleri alınmıştır.

Azot mineralizasyonunun belirlenmesi amacıyla yangından sonra 4 dönemde (Aralık'13, Temmuz'14, Kasım'14 ve Aralık'14) örnekleme yapılmıştır. Toprak örnekleri çelik kalıplar (15×15×15 cm) yardımıyla her bir grup için 3 örnek alan ve her bir alan için 3 tekrarlı olacak şekilde toplam 9 örnek alınmıştır. Alınan toprak örnekleri 4 mm'lik standart çelik elekten geçirilerek, hem toprağın taş ve bitki kısımlarından ayrılması sağlanmış olup hem de toprak partikülleri standart hale getirilmiştir. Elenmiş her toprak örneğinden yaklaşık 1200–1800 gr alınarak polietilen torbalarda laboratuvara getirilmiştir. Alınan bu toprak örnekleri hava kuru hale getirildikten sonra kese kâğıtları içerisinde oda koşullarında saklanmıştır. Elde edilen veriler üzerinde SPSS.11.0™ programı yardımıyla varyans, korelasyon ve regresyon analizi yapılmıştır.

Kontrollü olarak yakılan ve yakılmamış olan kontrol alanlarından alınan toprak örnekleri incelenerek azot mineralleşme potansiyelleri karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda yangının topraktaki azot mineralizasyonunu artıcı yönde etkisi olduğu; en fazla etkinin özellikle düz alandaki orta şiddetli yangın parsellerinde üst toprak kademesinde, en az etkinin ise eğimli alandaki düşük şiddetli yangın parsellerinin alt toprak kademesinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Azot Mineralleşmesi, Yangın Şiddeti, Toprak, Karaçam, Çorum

SUMMARY

DETERMINATION OF NITROGEN MINERALIZATION POTENTIAL IN BURNED AND UNBURNED BLACK PINE STANDS

The aim of this study is to determine the nitrogen mineralization change in burned and adjacent unburned soils of Black pine stands. For this purpose, medium and low intensity surface fires were conducted in flat (10%) and sloping (60%) areas of Black pine forests in the Osmancık Forest Enterprise, Çorum, Turkey. The prescribed burning was initiated at two level of fire intensity (low and medium) in each slope group. Control plots also were determined adjacent to these sites.

In order to determine the nitrogen mineralization on the burned and unburned areas, soil sampling was conducted at four different period; December'13, July'14, November'14 and December'14. The soil samples were taken with the help of steel bars (15×15×15 cm) and by thrice repetitive sampling in three sample plots chosen from each group, totally 9 samples were taken. Soil samples were passed from steel mesh (4 mm standard) and so soils separated from plant parts and stones as well as soil particles became standard. Soil samples was brought to the laboratory within polyethylene bags by taking about 1200-1800 grams of each sieved soils. The received soil samples were air-dried and stored in the paper bags at room conditions. Variance, correlation and regression analysis were performed on the obtained soil data using SPSS.11.0™ program.

Soil samples taken from burned and unburned areas were analyzed and nitrogen mineralization potentials were compared. The analysis results showed that the forest fire had an increasing effect on nitrogen mineralization potential. This positive effect was found maximum at the surface soil layer of the medium intensity fire sites in the flat areas and minimum at sub-surfaced soil layer of the low intensity fire sites in sloped areas.

Key Words: Nitrogen mineralization , Fire intensity, Soil, Black pine, Çorum

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Merzifon Meteoroloji İstasyonunun 1960-2013 yıllarına ait meteorolojik ölçüm değerleri.....	27
Tablo 3. Her İki Eğim Grubu ve Yangın Şiddetinde Yangın ve Kontrol Alanlarının Üst Toprakta Toplam Mineralleşmesinin Zamana Göre Değişimi	39
Tablo 4. Her iki eğim grubu ve yangın şiddetinde yangın ve kontrol alanlarının alt toprakta toplam mineralleşmesinin zamana göre değişimi	41
Tablo 5. Bir yıl sonrası tüm alanlarda üst toprakta amonyum ve nitrat mineralleşmesi ve toplamları.....	46
Tablo 6. Bir yıl sonrası tüm alanlarda üst toprakta amonyum ve nitrat mineralleşmesi ve toplamları.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Yangın üçgeni (Bilgili, 2004)	2
Şekil 2. Organik maddenin inorganik maddeye dönüşümü (Bilgihanesi, 2012)	3
Şekil 3. Karbonun döngüsü (Kaya, 2012).....	4
Şekil 4. Mineralizasyonun aşamaları (Başayığıt, 2011).....	6
Şekil 5. Azot döngüsü (Bilgihanesi, 2014)	6
Şekil 6. Çorum Orman İşletme Şefliği (OGM).....	23
Şekil 7. Sarıçiçek ve Kunduz serileri	23
Şekil 8. Kontrollü yakılan alan	29
Şekil 9. Araziden toprak örneklerinin alınması	30
Şekil 10. Silindirle alınan toprak örneklerinin çemberden çıkarılarak elekten geçirilmesi	31
Şekil 11. Polietilen torbalara konmak amacıyla çelik elekten elenen toprak örneği .	31
Şekil 12. Polietilen torbalara konularak gelen toprak örnekleri.....	32
Şekil 13. Tartma, çalkalama, süzdürme, süzüntü örnekleri	33
Şekil 14. Nitrat-Amonyum Belirlenmesi İçin Ölçümler	33

Şekil 15. Mikro-kjeldahl Cihazıyla Yapılan Ölçümler	35
Şekil 16. Amonyum-Nitrat Belirlenmesi	36
Şekil 17. İnoLab pH level I pH metre ile ölçüm yapılması.....	37
Şekil 18. Elde edilen ölçüm değerlerinin yazılması.....	37
Şekil 19. Düz (a) ve eğimli (b) alanlarda ve yangın şiddetinde ve kontrol alanlarının üst toprakta toplam mineralleşmesinin (kg/ha) zamana göre değişimi	40
Şekil 20. Düz (a) ve eğimli (b) alanlarda ve şiddetinde yangın ve kontrol alanlarının alt toprakta toplam mineralleşmesinin zamana göre değişimi	42
Şekil 21. 0-5 cm derinlikte toplam mineralleşmenin yangın ve kontrol alanlarına göre değişimi	43
Şekil 22. 5-10 cm derinlikte toplam mineralleşmenin yangın ve kontrol alanlarına göre değişimi.....	43
Şekil 23. Toplam mineralleşmenin üst toprakta eğim gruplarına göre değişimi	44
Şekil 24. Toplam mineralleşmenin alt toprakta eğim gruplarına göre değişimi	44
Şekil 25. Toplam mineralleşmenin yangın şiddetine göre üst toprakta değişimi	45
Şekil 26. Toplam mineralleşmenin yangın şiddetine göre alt toprakta değişimi	45

KISALTMALAR DİZİNİ

OGM : Orman Genel Müdürlüğü

Kg : Kilogram

Ha : Hektar

$C_6H_{12}O_6$: Glikoz

O_2 : Oksijen

CO_2 : Karbondioksit

H_2O : Su

P : Fosfor

S : Kükürt

K : Potasyum

Ca : Kalsiyum

Mg : Magnezyum

NO_3^- : Nitrat

NO_4^- : Amonyum

1. GENEL BİLGİLER

Orman, belirli yükseklikteki ve büyüklükteki ağaçlar, çalılar, otsu bitkiler, mantarlar, mikroorganizmalar ve çeşitli hayvanlarla, toprağın meydana getirdiği, aynı zamanda topluma çeşitli faydalar sağlayan bir ekosistemdir.

Orman kendisini meydana getiren bireylerin uzun yıllar karşılıklı etkileri sonucu yerleşmiş, biyolojik bir dengeye sahiptir. Bu denge ormanların sağlığı ve varlığı için şarttır. Bu denge olmadıkça, ormanların sağlığı ve varlığını korumak ve sürdürmek çok güç, hatta imkânsızdır. Ormanların sağlığını ve devamlılığını tehdit eden çok çeşitli faktörler vardır. Bu faktörlerden en önemlilerinden birisi de orman yangınlarıdır. Orman yangınları, orman ekosistemlerinin yapısında, bazen ekosistemin yapısını bozarak bazen de iyileştirerek çok önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu etkilerin farklılıkları hem ekosistemin yapısındaki farklılıklara hem de meydana gelen yangınların özelliklerine bağlıdır. Dolayısıyla yangınların etkilerinin ortaya konulabilmesi ekosisteminin yapısındaki değişimlerin açıklanabilmesi açısından son derece önemlidir. Ülkemiz Akdeniz coğrafyasında yer alması nedeniyle orman yangınlarına hassas ormanlık alanlara sahiptir.

Orman yangını, çevresi açık olması nedeniyle serbest yayılma eğiliminde olan ve ormandaki yanıcı maddeleri (çalı, kuru ve ince dal, kuru kütük, yaprak ile belirli oranda canlı ağaçları) yakan bir yangındır (Bilgili, 2002).

Genel olarak tüm yangınlar yanıcı madde, sıcaklık ve oksijenin uygun koşullarda ve yeterli miktarlarda bir araya gelerek kimyasal bir reaksiyon oluşturmasıyla yangın meydana gelir. Bu üç etkenin oluşturduğu reaksiyona yangın üçgeni Şekil 1'de gösterilmiştir.



Basitçe yanma olayı karbon ve oksijenin reaksiyona girmesi sonucunda karbondioksit ve ısı enerjisinin açığa çıkmasıdır.



Şekil 1. Yangın üçgeni (Bilgili, 2004)

Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre 2004 yılında 21.2 milyon hektar olan orman varlığımızın 2015 yılında 600 bin hektar artarak 22.3 milyon hektara ulaştığı bilinmektedir. Ormanlarımızın %58'i yani yaklaşık 120 milyon dönüm orman alanı yangına 1. ve 2. derecede hassas alanlardan oluşmaktadır (OGM, 2015).

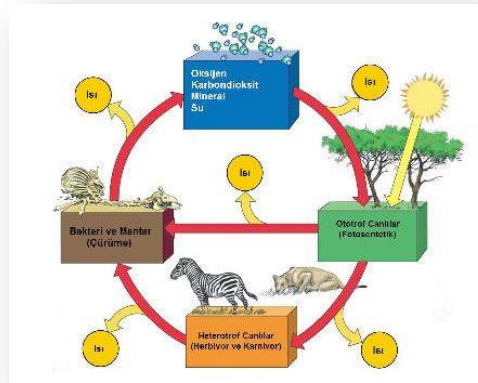
Orman yangınları sadece orman ağaçlarını yakmakla kalmaz, bütün orman ekosistemini değiştirir. Yangın ormanlara; vejetasyonu, tohumları, ölü örtüyü ve orman hayvanlarını yakmak suretiyle doğrudan zarar verebilmektedir. Bunun yanında dolaylı olarak ise biyotik (insan, hayvan, bitki, mikroorganizma), edafik (toprak özellikleri) ve iklimik faktörleri de değiştirmektedir. Bu nedenle orman yangınlarının zarar boyutu araştırılırken karşılaştırmalardan kaçınmak gerekmektedir. Zira vejetasyon tipi, toprak özellikleri, yangın mevsimi, yangını takip eden hava halleri, yangının tekrarlanma derecesi, süresi ve şiddeti yangının etkisini belirlemektedir (Çepel, 1975).

Orman yangınının vejetasyondan sonra en fazla zarar verdiği unsur orman toprağıdır. Yangın esnasında oluşan yüksek sıcaklık dereceleri orman toprağında çeşitli değişikliklere neden olmaktadır. Yangının toprağın fiziksel özelliklerine etkisi

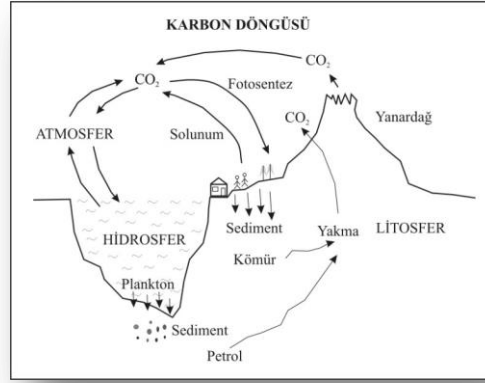
toprağın sıcaklığı, organik madde kaybı, mineral toprağın su ekonomisi ve strüktüründe meydana gelen değişimlerdir. Yangının topraktaki kimyasal etkileri ise toprağın besin maddeleri ve reaksiyonu üzerine etkileridir. En önemli etkisinin toprak organik maddesindeki besin elementlerinin yangın aracılığı ile açığa çıkarılmasıdır.

Organik maddenin temel bileşenleri belli bir döngü içerisinde sürekli olarak organik ve inorganik formlara dönüştürülür. Şekil 2’de gösterilmiştir. Bu olaylar sonucu açığa çıkan inorganik bileşiklerden karbondioksit, toprakta meydana gelen birçok kimyasal olaylarda ve bitki besin elementlerinin alınmasında önemli rol oynar.

Toprak içerisinde bulunan bitkisel ve hayvansal canlıların gereksinimi olan enerjinin büyük bir kısmı karbonun oksitlenmesinden elde edilir. Bu olay sonucunda devamlı olarak karbondioksit açığa çıkar. Bu elementin toprağın içinde ve dışında çeşitli değişimlere uğramasına ‘karbon döngüsü’ denir. Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 2. Organik maddenin inorganik maddeye dönüşümü (Bilgihanesi, 2012)



Şekil 3. Karbonun döngüsü (Kaya, 2012)

Bitki dokuları yaşamsal fonksiyonlarını kaybettiği zaman kalsiyum, magnezyum, potasyum ve diğer bazı mikrobesein elementleri hızla mineralizasyona uğrar ve hemen serbest hale geçer. Karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor ve kükürt ise organik moleküllere bağlı olup, ancak mikrobiyal aktiviteler sonucu zamanla yavaş bir şekilde serbest hale geçerler.

Organik materyallerin yapısında bulunan proteinlerin temel yapı taşı azottur. Proteinlerin parçalanması ile önce aminoasitler daha sonra da amonyak oluşur. Amonyak, mikrobiyal ayrışma ile açığa çıkan ilk basit azotlu bileşiktir. Amonyakın hidrolizi sonucu amonyum iyonları ortaya çıkar. Koşullar uygun olduğu takdirde ortaya çıkan amonyum iyonları, nitrit ve nitrat bakterileri tarafından okside edilir. Bu olay sonucu oluşan nitratlar, yüksek bitkiler için önemli bir azot kaynağı olmakla birlikte, topraktan kolaylıkla yıkanabilir.

Toprak organik maddesi, bitkisel ve hayvansal doku artıklarının toprağa düşüp ayrışmaya başlamasından mineralize oluncaya kadar geçen bütün aşamalardaki çeşitli organik bileşikler içerir. Bu olaylar ayrışma ve humuslaşmadır.

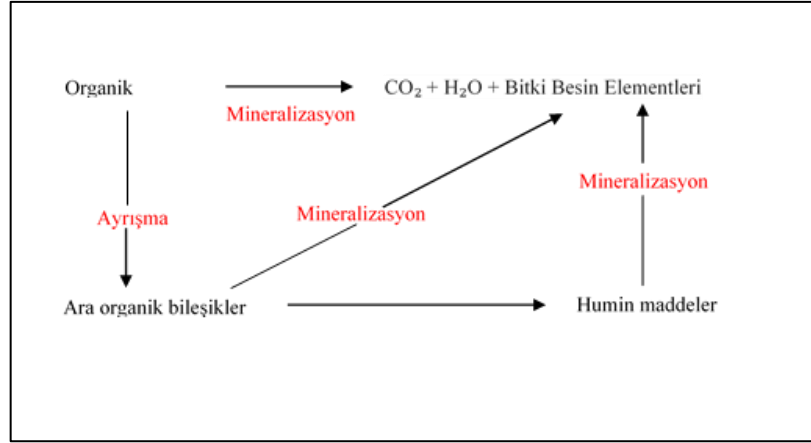
Organik maddenin ayrışması üç aşamada olmaktadır. Bunlardan birincisi biyokimyasal başlangıç aşamasıdır. Bu aşamada hücre doku yapısında bir değişim olmamaktadır. Bu aşamada bazı hidroliz ve oksidasyon olaylarının (renk değişimi

vs.) olduğu safhadır. İkinci aşama mekanik parçalanma ve üçüncü aşama ise mikrobiyal parçalanmadır.

Mikrobiyal parçalanma aşaması, enzimatik parçalanma (hücre dışında) ve yapı-enerji metabolizması (hücre içinde) şeklinde iki sınıftan oluşmaktadır. Bu aşamalar sonunda organik maddelerde tutulan enerjinin serbest bırakılmasıyla organik birleşiklerin bir kısmı CO₂ ve H₂O'ya kadar parçalanır. Bu sırada amonyak ve mineral maddelerin içerisindeki fosfor (P) fosfat halinde, kükürt (S) sülfid halinde, K, Ca, Mg ve mikro elementler ise bağlı iyonlar halinde serbest bırakılır, organik birleşikler inorganik birleşiklere dönüşürler. Mikroorganizmalar ayrıştırdıkları maddelerin bir kısmını yapı metabolizmasında kullanır, bir kısım mineral maddeleri de dışarı bırakarak bitkilerin ve canlıların hizmetine sunarlar.

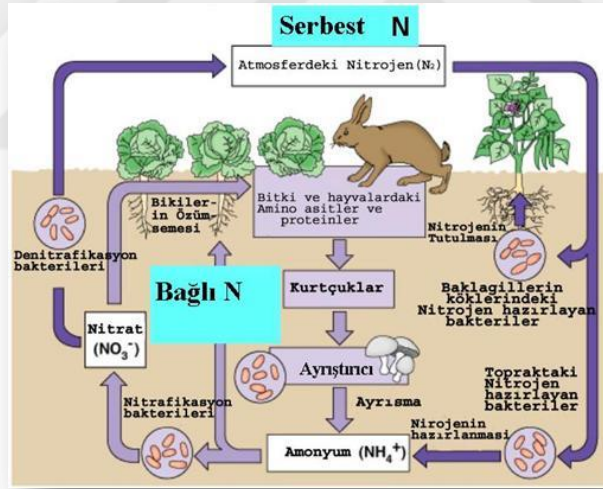
Organik maddenin ayrışmasındaki ilk iki aşama mekanik ve fiziksel olayları kapsamaktadır. Ancak topraklaşma olayı ayrışmanın son safhası olan mineralizasyon safhasında gerçekleşir.

Bitkisel ve hayvansal dokular, topraktaki canlılar tarafından parçalanır ve mineralizasyona uğrar. Böylece organik yapılarda bitkilerin kullanamadığı bileşikler bitkilerin yararlanabileceği forma dönüştürülmüş olur. Bu aşama ise mineralizasyon aşamasıdır. Şekil 4'te gösterilmiştir. Toprak mikroorganizmalarının çeşitliğinde ve sayısında meydana gelebilecek bir azalma toprak besin döngüsünde azalmaya sebep olabilir (Giller ve ark, 1998). Topraktaki azot mineralleşmesinin oranı laboratuarda ya da azot alınımında belirleyici bitkiler kullanılarak yapılabilir (Knoepp ve ark, 2000).



Şekil 4. Mineralizasyonun aşamaları (Başayığı, 2011)

Yüksek bitkiler azotu topraktan inorganik formda alabilirler. İnorganik azot topraktan 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.



Şekil 5. Azot döngüsü (Bilgihanesi, 2014)

Yangın ya da yakmadan sonra azot, özellikle azot bağlayabilen mikroorganizmalar yardımıyla tekrar kazanılabilen tek bitki besin maddesidir (Dunn and Debano, 1977). Toplam azot değerleri, organik madde değerleri ile çok yakın bir korelasyon göstermektedir (Neyişçi, 1989). Azot, doğal ekosistemlerde verimliliği sınırlandıran

elementtir (Runge, 1983; Vitousek ve Howarth, 1991). Bu bakımdan azot döngüsünün iyi anlaşılması ve düzgün çalışması son derece önemlidir. Şekil 5'te gösterilmiştir. Orman yangınlarından sonra azot değişiminin ortaya konulması ekosistemlerin verimliliğini ve bitki gelişmesini ortaya koymak açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, yangın görmüş karaçam meşcerelerinde azot mineralleşme potansiyelinin ortaya konulmasıdır. Bunun için ülkemizin önemli ağaç türlerinden biri olan ve orman yangınlarına karşı hassas olan karaçam seçilmiştir. Çalışma kapsamında düşük ve orta şiddetli kontrollü yangınlar yapılmış eğimli ve düz alanlardan ve bunlara bitişik aynı özellikteki kontrol alanlarında örneklemeler yapılarak çalışma yürütülmüştür.

1.1. Kaynak Araştırması

Ülkemizde yangın görmüş karaçam meşcerelerinde azot mineralleşme potansiyellerinin belirlenmesi konusunda çalışma yoktur. Azot mineralinin toprakta mineralleşmesi konusunda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Fakat yangın sahasında azot mineralleşmesi konusunda çalışma bulunmamaktadır. Yangından önce ve sonra topraktaki azot mineralleşmesindeki artış veya azalışın belirlenmesi ve yapılması gereken müdahaleyi belirleyebilmek için bu çalışma yapılmıştır.

1.1.1. Bitki Türüne Göre Topraktaki Azot Mineralleşmesi:

Abiven ve ark. (2005), tarafından subtropikal ortamlarda gelişen *Oryza sativa* (pirinç), *Sorghum* sp. (darı), *Soja hispida* (soya fasulyesi) ve *Brachiaria ruziziesens* (çim tohumu) türlerine ait kök, gövde ve yaprak kalıntılarının azot ve karbon mineralleşmesi ile bu bitki kısımlarının biyokimyasal özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bitki kısımlarının kimyasal analizi sonucu yapraklarda polifenolik bileşiklerin, köklerde ise lignin benzeri bileşiklerin yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Bu bitki kısımlarının mineralleşme oranları karşılaştırıldığında ise köklerin, yaprak

ve gövdeden yaklaşık % 20-30 daha az mineralleşme özelliğine sahip olduğu belirtilmiş ve köklerdeki düşük mineralleşme özelliğini bu organların yüksek lignin suberin içeriği ile ilişkilendirmişlerdir.

Altun ve ark. (2004), maki alanlarında yangından sonra orman alanlarındaki toprak besin maddesi, pH ve organik madde dinamiklerini incelemişlerdir. Toprak pH'sının, toprağın azot ve potasyum içeriğinin yangından sonra arttığını, daha sonra belirli bir azalma gösterdiğini belirlemişlerdir.

Can (2007), Uludağ'ın subalpin ve alpin bölgesinin karakteristik bitki toplulukları olan bazı bodur çalı topluluklarının *Astragalus angustifolius* (Keçi geveni), *Vaccinium myrtillus* (Yaban mersini), *Juniperus communis* (Adi ardıç) topraklarında (0-15 cm) azot mineralleşme potansiyelleri laboratuvar şartlarında standart inkübasyon yöntemi (% 60 maksimum su tutma kapasitesi, 20 °C) kullanılarak araştırmıştır. Net mineral azot verimi *Astragalus angustifolius* topluluğunun toprağında en yüksek *Juniperus communis* topluluğunda ise en düşük olduğunu ortaya koymuşlardır.

Dumantet ve ark. (1996), Akdeniz bölgesindeki kumul alanlarında yangınlardan sonra topraktaki besin içeriği ve mikrobiyal biyokütleyi incelemişlerdir. Yangının mikrobiyal biyokütle üzerindeki etkisini toprağın 0-5 cm deki yüzey tabakasında bulmuşlardır. Toprak yüzeyindeki karbon (C), azot (N)ve fosfor (P) içeriği yangından bir yıl sonra daha yüksek bulmuşlardır. Yangından on bir yıl sonra ise, topraktaki besin maddesi içeriği ve mikrobiyal biyokütle komşu yanmamış alanlardan daha düşük bulunmuştur. Yangının mikrobiyolojik özellikleri üzerinde uzun dönem etkilerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

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

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

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

Hubbert ve ark. (2005), Güney Kaliforniya'da gür step çalılık alanlarında kontrollü yakmanın toprak fiziksel özelliklerine ve toprak güç ısınabilirliğine etkileri adlı çalışmada, yangının toprağın hacim ağırlığını artırdığını yangından sonraki güç ısınabilirliğin, yangın görmemiş alandakinden daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca yangının toprağın hidrolojik özelliklerini değiştirdiğini belirlemişlerdir.

Makarov ve ark. (2003), dağlık bir kesimde yükseklik değişimine göre yaptıkları çalışmada orta yükseklikte yer alan alpin (ağaç yetişme sınırı üstünde görülen çayırliklar) otlak ve çayır topraklarında *Festuca varia* (çayır ve tarla bitkileri)ve

Geranium gymnocaulan (alpin liken çalı)otlağı, *Hedusarum caucasicum* (kar yatağı bitkisi topluluğu) alpin zonun en st alpin liken çalı ve en alt yamacında kar yatağı topluluğu ekstrem habitatlarında yer alan topraklara göre daha yüksek azot alınabilirliği, net azot mineralizasyonu ve nitrifikasyon saptamışlardır. Araştırmacılar bunu kontrol eden faktörlerin ise düşük toprak asiditesi, düşük karbon/azot oranı, uzun vejetasyon periyodu ve nispeten yüksek sıcaklık olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ekstrem ekolojik koşullarda, düşük sıcaklığın ve yüksek toprak asiditesinin sonucu olan düşük mikrobiyal aktivitenin, organik bileşiklerin yavaş mineralizasyonuna yol açtığı ve bu yüzden yüksek toplam azot içeriğine rağmen kullanılabilir inorganik azotun oldukça düşük konsantrasyonda gözlenmesine yol açtığını tespit etmişlerdir.

Mckinley ve ark. (2008), mineralize edilebilir organik azotun verimliliğinde yalnızca küçük bir değişimin sebep olduğu ayırkların iğne yapraklı ormanlara dönüştüğünü varsayarak, Kansas'ın kuzeydoğusundaki ayır alanları ve iğne yapraklı orman alanları arasında potansiyel toprak azotunda sadece küçük farklılıklar gözlemlenmiştir.

Michelsen ve ark. (2004), yangın görmüş tropikal ayır ve orman ekosistemlerinde mikrobiyal biyokütle, toprak solunumu ve karbon depolanmasının belirlenmesiyle ilgili yapmış oldukları çalışmada, 18 ay boyunca toprak solunumunu, toprak organik maddesini ve toprak mikro biyokütlesini araştırmışlardır. Araştırmacılar, toprak organik maddesinde uzun sürede çok önemli değişmeler olmadığını, fakat seyrek yangın görmüş alanlardaki toprak solunumunun, sık yangın görmüş alanlardakinden daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Rehder (1971), kalkerli Alp'lerin (Almanya) alpinik-subalpinik ayır 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 ve daha fazla

olarak değiştiğini, fakat çalışma alanı için ortalama 25-55 kg/ha/yıl olduğunu bildirmiştir.

Rehder ve Schaffer (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 bu kısımların içerdiği azotun yıllık artışını ise 16-25 kg/ha/yıl ve mineral azot verimini 0.48-1.23 kg/ha/yıl arasında hesaplamışlardır. Elde ettikleri mineral azot verimi değerinin Kuzey Alp'lerin ayır bitkilerine göre çok düşük bulmuşlar ve bitki birliklerinde bitkisel madde verimliliğinin artan yükseklik ile azaldığını belirlemişlerdir.

Titrek (2004), tarafından ülkemizde yapılan çalışmada ise Uludağ'ın bozulmuş alanlarında gelişen *Ruderal verbascum olympicum* (Sığır Kuyruğu topluluğu) toprağında azot mineralleşmesi bir yıl süren arazi inkübasyon yöntemi ile incelenmiştir. Uludağ'ın subalpin ve alpin kuşağında insan etkenliği ile bozulan alanların toprağında yıllık net mineral azot verimini 97 kg/ha/yıl olarak hesaplamış; bozulan alanlarda sekonder olarak gelişen bitki örtüsünün başlangıcında azot mineralleşmesinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Uri ve ark. (2008), Estonya'nın kuzeydoğusunda çevredeki ayırllarla karşılaştırıldığında, terk edilmiş tarım alanlarında 8 yıl kayın ağacı yetiştirdikten sonra; azot mineralizasyonun önemli derecede azaldığını gözlemlemişlerdir.

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

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

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

1.1.2. Ağaç Türüne Göre Toprakta Azot Mineralleşmesi:

Aerts ve ark. (2006), tarafından Kuzey İsveç' te subarktik bataklık bölgede farklı dört dominant türde yapılan çalışmada ilave azot miktarının yani azot gübrelemesinin ölü örtü net azot mineralizasyonuna hiçbir etkisinin olmadığı tespit edilmiş ve bu subarktik ekosistemlerdeki yüksek kimyasal ve mikrobiyal immobilizasyonun (saflaştırma) bir göstergesi olarak ifade edilmiştir. Başlangıçta düşük azot içeriğine sahip türlerde azot ilavesine tepki daha kuvvetli iken bazı türlerin azot ilavesine

negatif tepkisi yapılarındaki yoğunlaşmış tanenlerden kaynaklanan yüksek fenolik bileşiklere dayandırılmış ve döküntü ayrışımındaki farklılıkların her türün fenolik içeriğindeki farklılıklardan kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Arocena ve Opio (2003), kontrollü yakmanın subboreal (alt kuzey) orman topraklarında değişikliklere etkisi adlı çalışmada, yangın görmüş alanlarda pH, değişebilir azot (N), Magnezyum(Mg), potasyum(K), sodyum(Na) oranının yanmamış alanlara oranla daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Azot oranının her iki alanda çok büyük bir değişim göstermediğini belirtmişlerdir.

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

Arslantürk (2007), yangın görmüş ormanlarda azot buharlaşma kaybının %58-85 olduğu tespit edilmiştir. 200-300°C sıcaklıkta bu kaybın %50, 300-400°C sıcaklıkta %50-75, 400-500°C'de %75-100 ve 500°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda %100 olduğu tahmin edilmektedir. Kontrollü yangınlarda toprak yüzeyi kuru olduğu zaman toplam azotun %67'si, nemli olduğunda ise %25'i kaybolmaktadır. Buna rağmen alınabilir azotun yanmış alanlarda yanmamış alanlara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni hızlı mineralleşmedir. Kül kademeli mineralleşme için ana depoyu oluşturmakta ve alınabilir şekilde azotu serbest bırakmaktadır.

Cote ve ark. (2000), Kanada'nın karışık kuzey ormanlarında uzun süreli bir araştırma (282günde) yapmıştır. Karbon (C) ve azot (N) mineralizasyonunu incelemiştir. Toprak N ve C kalitesine orman kompozisyonunun etkisini belirleyebilmek için iki toprak tipi killi ve çakıllı toprak üzerinde yetişen, farklı yaşlı (50 yaş ve yangından sonra 124 yaş), üç farklı bitki türünü materyal olarak seçmişlerdir(*Populus tremuloides*-Titrek kavak, *Betula papyrifera*-Kağıt huşu ve konifer türleri, iğne

yapraklılar, *Abies balsamea*-Balsam göknarı ve *Picea glauca*-Ak ladin karışık olarak). Bir karbon kaynağı üzerinde yoğunlaştığında, yaprak dökenlerde ibrelilerden daha çok azot mineralizasyonu gözlemlenmiştir. Mineral toprak ve orman örtüsünün her ikisinde de çakıllı topraklarda killi toprağa göre ve yaşlı ağaçların mineral topraklarında genç olanlara göre daha yüksek bir azot mineralizasyonu gözlenmiştir. Karbon mineralizasyonu killi toprakların orman örtüsünde çakıllı topraklara göre daha yüksek olup mineral toprakta bunun tersi bulunmuştur. Mineralleşmiş karbonun mineralleşmiş azota oranı her iki toprak tabakasında da ibrelilerde yaprak dökenlerden daha fazla olup bu çam ağaçları altındaki organik maddenin daha az kaliteli olduğuna işaret etmektedir. Tüm bu sonuçlar arasında önemli farklılıklar olmasına rağmen, mineralize olmuş azot ve karbonun birikme boyutu toprak organik maddesinin kalitesi ve miktarı arasındaki ters ilişkiden dolayı farklı orman ve toprak tipleri arasında genel olarak önemli bir farklılık saptanamamıştır.

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

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

Gundale ve ark. (2005), Montana ormanlarındaki *Pinus brutia* Ten. (kızılçam) yeniden orman oluşturma faaliyetlerinin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkileri adlı çalışma üzerinde çalışmışlardır. Aralamanın, denetimli yakmanın ve her ikisinin birlikte uygulandığı işlemlerde organik karbon/azot oranının değiştiği hem yanmış hem de aralama ile yanmış alanın bir arada olduğu uygulamalarda olumlu yönde etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

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

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

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

Kutiel ve Naveh (1987), İsrail’ de Halep çamı ile meşe karışık ormanlarında yanmış ve yanmamış alanlardaki toprak özelliklerini araştırmışlardır. Yangından on dört ay sonra organik madde ve besin maddesi düzeyinin yangın görmüş alanlarda, görmemiş alanlara oranla daha düşük, fosfor düzeyinin ise yanmış alanlarda daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Meşe altındaki topraklarda çam altındaki topraklara göre daha fazla azot olduğunu ifade etmişlerdir.

Neyişçi (1989), Kızılçam orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkilerini incelemiş, organik maddenin yangından hemen sonra azaldığını daha sonra eski seviyesine geldiğini, toprak asitliğinin ilk başta azaldığını daha sonra ise arttığını belirlemiştir

Owen ve ark. (2003), Tayvan'ın Kuzeydoğusunda çayır ve ormanlardaki yıllık net azot mineralizasyonunu sırasıyla 10.5-33.5 kg/ha/yıl şeklinde değerlendirmişlerdir.

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 birlikte oluşturan türlerin, toprağın mineral azot verimine bağlı olarak gruplaştığını belirtmiş ve azot mineralizasyonu için toprağın optimal neminin %65 maksimum su tutma kapasitesinde olduğu gösterilmiştir.

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 horizonsunda 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 olarak saptamıştır.

Smolander ve Kitunen (2002), Kuzey Finlandiya'da orijinal olarak benzer topraklar üzerinde yetişen *Betula pendula* (Adi Huş), *Picea abies* (Avrupa Ladini) ve *Pinus sylvestris* (Sarıçam)'in dominant olduğu birbirine komşu 70 yıllık ağaçlarda çalışılmıştır. Yapılan çalışmada toprak organik maddesinin en yüksek karbon/azot oranının *Pinus*'ta olduğunu, inkübasyon denemelerinde hem karbon mineralizasyon oranı hemde net azot mineralizasyonunun *Betula ve Picea* topraklarında *Pinus*'a göre çok daha yüksek olduğunu, çözünmüş organik karbonun çözünmüş organik azota oranının *Betula ve Picea*'da benzer olup *Pinus*'ta daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Ste-Marie ve Houle Quebec'te (2006), Kanada'da yaptıkları çalışmada üç orman (şeker akçaağacı, göknar ve ladin) toprağındaki azot dinamiklerini incelemişlerdir. Net nitrifikasyonun ladin alanında çok düşük, şeker akçaağacı alanındaki humus

tabakasında düşük bir pH'a rağmen muhtemelen heterotrofik nitrifikasyon veya aside toleranslı ototrofik nitrifikasyon nedeniyle nitrat birikiminin olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı orman alanlarının azot dinamiklerindeki bu farklılığın çok büyük olasılıkla dominant bitki türlerinden kaynaklandığını ve şeker akçağacı alanlarında inorganik azot dönüşümlerinin yüksek olup bunu göknar ve ladin alanlarının takip ettiğini belirtmişlerdir.

Tahmaz (2011), yapmış olduğu çalışmada ortalama organik madde (%) miktarının yüksek olduğu çayırılık alan topraklarında net azot mineralizasyonu veriminin yüksek, ortalama organik madde (%) miktarının düşük olduğu genç sarıçam meşceresi topraklarında ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu ilişki yüksek organik madde içeren toprakların düşük organik madde içeren topraklara oranla daha fazla azotun mineralleşmesini göstermektedir.

Tripathi ve Singh (2009), toprak kullanımındaki değişimlerin kuru tropikal orman bölgelerinde toprak azotuna çarpıcı etkisi olabileceğini göstererek, Hindistan'da belirli dönemlerde dökülen ormanların çayırılara, tarlalara ve maden artıklarına dönüşmesini takip ederek net azot mineralizasyonunda % 33, 46 ve 70 oranında azalma gözlemlemişlerdir.

Wag ve ark.(2012), karbon ve azotun toprak verimliliğine etkisini araştırmıştır. Yangın önemli derecede topraktaki toplam azot miktarını arttırmıştır. Topraktaki organik karbon, mikrobiyal biyomas karbon, solunum ve azot mineralizasyonunu azaltmıştır. Yangın şiddeti ve oranı arttıkça, toprağın verdiği tepki yangının, ormanın ve bölgenin tipine göre değişir. Geniş yapraklı ve Akdeniz bölgesindeki makiliklerde azot ve karbon oluşumu fazla, iğne yapraklılarda ise azdır. Genel olarak topraktaki karbon, mikrobiyal karbon, çözülmüş toplam azot ve azot mineralizasyonu toprağın derinliği arttıkça azalmıştır. Yangının karbon ve azotun varlığını arttırdığı, mikrobiyal aktiviteyi artırdığını ve mineralizasyonu azalttığını belirtmişlerdir.

Wang ve ark. (2014), orman karbon ve azot minerallerinin küresel dönüşümlerinde önemli rol oynar. Yangın birçok orman ekosisteminde meydana gelen küresel bir

olgudur, yangının çevresel ve ekolojik etkileri vardır. Bu derleme orman ekosistemlerinde yangının toprak azot dönüşümlerine etkisini incelemektir. Bu çalışmada yangının brüt azot dönüşümlerine etkisini araştırmak için 15 azot havuzu seyreltme yöntemi kullanılarak yayınlanmış çalışmalar gözden geçirilmiştir. Orman yangınlarında kısa vade de brüt azot mineralizasyon oranının arttığı ve etkisinin iki yıl sonra kaybolduğu belirlendi. Yangınların kısa vadede azot mineralleşmesini azalttığı ve altı ay sonra mineralleşme oranının normal seyrine geri döndüğü belirlenmiştir. Orman ekosistemlerinde brüt azot mineralleşmesini başta orman tipi, yoğunluğu ve yangınların sıklığı olmak üzere fiziksel, kimyasal, mikrobiyal, ekolojik karakterizasyonu ile azot mineralleşmesi konusunda daha kapsamlı bilgiler geliştirmek gerekmektedir.

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

Wüthrich ve ark. (2002), Güney İsviçre’deki kestane ormanlarında yangın sonrası toprak solunumu adlı çalışmalarında iki farklı yoğunlukta yangın görmüş alanlardaki toprak solunumu ve mikrobiyal biyokütlesini incelemişlerdir. Düşük yoğunlukta yangın görmüş alanlarda toprak solunumu ve mikrobiyal biyokütleye yangının belirgin bir etkisini bulamamışlardır. Fakat yüksek yoğunlukta yangın görmüş alanlarda toprak solunumunun arttığını ve birkaç ay yüksek kaldığını bulmuşlardır. Toprak mikrobiyal biyokütlenin yanmamış alanlara nazaran yavaş bir şekilde azaldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca mikrobiyal biyokütlenin besin maddesi kayıplarının sınırlanmasında çok önemli rolünün olmadığını da ifade etmişlerdir.

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

Zöttl (1960 a, c, d), Almanya’nın ladin ve çam ormanı topraklarında yıllık mineral azot veriminin hektar başına 31 kg olabileceğini rapor etmiştir. Ayrıca inkübasyon yöntemiyle bulunduğu mineral azot değerleri ile ladin ve çam ağaçlarının iğne yapraklarının azot içeriği arasında yakın ilişki olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı

mineral azot oluşumu ile toprak karbon/azot oranı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve karbon/azot oranıyla ters bir korelasyon bulmuştur.

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.

1.1.3. Toprakta Yapılan Azot Mineralleşmesiyle İlgili Çalışmalar:

Holt ve ark. (1990), kök solunumunun toplam toprak solunumuna katkısı konulu yaptıkları çalışmada; toprak solunumu ile topraktan çıkan yıllık karbonu 3800 kg/ha/yıl iken, kök solunumu ile çıkan karbon miktarını 1500 kg/ha/yıl olarak bulmuşlardır. Toprak solunumu üzerine sıcaklığın nemden daha fazla etki ettiğini ve bunun sonucunda kısa geçen yağışlı mevsimlerde solunum aktivitelerinin kurak mevsimlere nazaran daha fazla olduğunu ifade etmektedirler.

Karhu ve ark. (2015), yangınların sera gazı emilimini etkilediğini bildirmişlerdir. Karbondioksit (CO₂) ve azotdioksit (NO₂) toprağın organik maddesini etkiler ve iklim değişimine yol açar. Bu sera gazları dolaylı yoldan toprağın biyolojik ve kimyasal değişimine neden olurlar. Yangından sonra topraktaki mineral NO₂ artması azotun emilimini artırdığından bir risk oluşturur. Azotun üretimiyle ilgili yapılan çalışmalar halen daha sayıca azdır. Bu çalışma İspanya'daki makilik alanda hem yanmış hem de yanmamış alanda azot mineralleşmeleri incelenmiştir. Bu ölçümler yangından önce ve yangından altı ay sonra tekrarlanmış ve yangının azot emilimini artırdığı gözlemlenmiştir. Azot oranının %3 ile 30 kat yanmış alanda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yangından sonra azot dönüşüm oranları artmıştır. Bu nedenle yükselen azot dioksit azot mineralizasyonu ile ilgili değildir. Ancak burada mevcut küllerdeki organik maddeden kaynaklanabilir. Yanmış toprak yükselmiş pH

ve bitkilerin yok olmasına sebep olduğundan dolayı karbon ve azot kaynaklarının yok olmasında etkili olabildiği belirtilmiştir.

Laval ve Chau (1999), Hong Kong'ta tepe yangınlarının topraklara etkileri adlı çalışmada yeni ve eski yanmış alanlarda çalışmışlardır. Toprak reaksiyonunda(pH), 0.27-0.33 arasında artış gözlemlenmiştir. Değişebilir hidrojen ve potasyum oranında %100 artış, organik madde oranında ise %86 azalma olduğunu belirlemişlerdir. Aynı şekilde yangının etkisiyle katyon değişim kapasitesinin %85-90 oranında azaldığını bulmuşlardır. Yangından altı yıl sonra bu toprak özelliklerinin bu değerlerinin eski seviyesine ulaştığını ifade etmişlerdir.

Maestrini ve ark. (2014), yanıcı organik maddeler azotlu ve azotsuz ortamda deney edilerek azot mineralizasyonuna etkileri araştırılmıştır. İlk 18 günde toplam azotu ve net azotu azalttığını, 158 gün sonucunda ise yanıcı organik maddeyi ve mikrobiyal biyokütleyi artırdığını belirtmişlerdir. Azotun organik maddeyi etkilemediğini ve azot mineralizasyonunu artırdığını bulmuşlardır.

Pardini ve ark. (2004), İspanya'da yangının toprak özellikleri ve erozyon eğilimleri üzerine etkileri adlı çalışmalarında, sıkça yangın görmüş alanlarda yangından sonra toprak özellikleri, erozyon ve besin maddesi düzeylerinin değiştiğini açıklamışlardır. İlgili çalışmada ayrışabilen organik maddenin, yüksek bir farklılık gösterdiğini bulmuşlardır.

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 kg/ha/yıl, yamaç birliğinin ise 40 kg/ha/yıl olduğunu hesaplamıştır.

Runge (1970), inkübasyon yöntemi ile mineral azot oluşumunu toprakları polietilen torbalara koyarak alan koşullarında incelemiştir. 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.

Stephan ve ark. (2012), yangın şiddetinin arttıkça azot konsantrasyonunu artırdığını bulmuşlar ve bu konuda çalışmışlardır. Sulak alan deltalarında normal yanma oranıyla azot yanma oranı doğru orantılıdır. Yüksek yerlerdeki bitkiler yangından sonra inorganik azotun artmasını sağlar. Bu çalışma sonucunda akarsu deltalarındaki yosunlarda yangından sonra azotun mineralizasyon oranının ilk 1 yıl azaldığını daha sonraki 3 yıl kadarki dönemde zamanla arttığını ve bu süre sonunda %40 daha fazla azot mineralizasyonunun arttığını belirtmişlerdir.

Yakut (2006), çalışmada kayak pisti açmak amacıyla bozulan alanlarda azot mineralleşmesinin olumsuz etkilendiği fakat bu alanlarda vejetasyonun yeniden gelişmesi ile mineralleşmenin uyarıldığı belirlenmiştir. Dünyada azot mineralleşmesi üzerinde yapılan çalışmalar öncelikle azot mineralleşmesi ile toprak etmenleri arasındaki ilişkileri irdeleyen çalışmalar olmakla birlikte bitki örtüsünün de bu süreçte etken olduğu çeşitli araştırmalarda belirtilmiştir.

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

2. MATERYAL YÖNTEM

2.1. Alanın Coğrafi Konumu

Araştırma alanı olarak kullanılan saha, Orta Karadeniz bölgesindedir. Çorum il sınırları içerisinde kalan saha, 1/25000 ölçekli memleket haritasında, Sinop F₃₃, C₃, B₃paftasında yer almaktadır. Deneme alanları güneşli bakıda olup, yükseklik ortalama 760 m'dir. Alanlar eğim bakımından düz ve eğimli alanlar şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Düz alanda eğim % 0-10 arasında, eğimli alanda ise % 50-60 arasında değişmektedir. Kontrollü yangın her iki eğim grubunda düşük ve orta şiddetli örtü yangını şeklinde uygulanmıştır. Yangın parsellerinin hemen bitişiğinde seçilen kontrol parselleri, kontrollü yangının uygulandığı alanlarla aynı özellikleri taşımaktadır.

Yangın görmüş karaçam meşcerelerinde ve bitişiğindeki kontrol alanlarında azot mineralizasyon değişiminin belirlenmesi için yapılan bu çalışma, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Çorum Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde Sarıçiçek Orman İşletme Şefliği, Sarıçiçek ve Kunduz Serilerinde Karaçam meşcerelerinde kontrollü yangınlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 6 ve 7'de gösterilmiştir.

Orta şiddetli örtü yangına maruz kalan iki tabakalı sahalarda alt tabakanın yaşı 5-15 arasında iken, üst tabakanın yaşı ise ortalama 80'dir. Düşük şiddetli kontrollü yangına maruz bırakılan tek tabakalı karaçam meşceresinin yaşı ortalama 80'dir. İşletme şefliğinin alanı 82459,60ha olup bu alanın 45688,40 ha'ı ormanlarla kaplıdır. Yangın için yakılan alan yaklaşık 1 hektardır. Çalışma alanının bu bölgede seçilmesinde; yanıcı maddenin aynı yapıda ve arazi üzerinde homojen dağılım göstermesi ve olası tehlike durumunda kontrol imkânlarının yüksek olması gibi faktörler etkili olmuştur.

Kontrollü yangınlarının yapıldığı çalışma, düz ve eğimli sahip orta yamaçlardaki yaşlı karaçam meşcerelerinde planlanmıştır. Her bir eğim grubunda düşük ve orta şiddetli örtü yangınları öngörülmüştür. Düşük şiddetli örtü yangınları için seçilen

parsellerde ara ve alt tabakada diri örtünün bulunmadığı daha çok ölü örtüden oluşan yanıcı maddenin hâkim olduğu parseller belirlenmiştir. Orta şiddetli örtü yangınları için ise, ara ve alt tabakada diri örtünün bulunduğu yanıcı madde miktarının daha yoğun olduğu parseller belirlenmiştir.



Şekil 6. Çorum Orman İşletme Şefliği (OGM)



Şekil 7. Sarıçiçek ve Kunduz serileri

Böylece, farklı yangın şiddetlerinin elde edilmesi planlanmıştır. Yaşlı karaçam meşcerelerinde doğal dal budanması sebebiyle canlı dalların yerden yüksekliği 7-8 m civarında olduğundan yakma esnasında örtü yangını tepe yangınına dönüşmemiştir. Kontrollü yangınlar 12 adet parselde (2 eğim sınıfı× 2 yangın şiddeti×3 tekrar = 12 adet) uygulanmış, bitişiğindeki yangın görmemiş parseller de kontrol parselleri olarak alınmıştır.

Deneme parsellerinde yangın şiddeti hesaplamalarında kullanılmak üzere yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi için örnek alanlar alınmıştır. Buna göre yangın öncesinde, orta şiddetli örtü yangını yapılacak her bir parselde 3x3 m boyutlarında 3 adet örnek alan alınarak alandaki yanıcı maddelerin tümü ölü (kuru) ve canlı olmak üzere ayrı ayrı, dal çapları itibariyle 0-0.5, 0.6-1, 1.1-2.5, 2.6-7.5 ve 7.5cm den büyük olmak üzere beş gruba ayrılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Benzer şekilde, düşük şiddetli örtü yangını olarak planlanan parseller için ise (bu parsellerde sadece ölü örtü bulunmaktadır) 50x50 cm boyutlarında 5'er tane örnek alan alınarak yukarıdaki gibi çap kademelerine göre ayrı ayrı yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Yaş ağırlıkların belirlenmesinde 0.01 gr hassasiyetinde elektronik terazi kullanılmıştır.

Arazide yaş ağırlıkları belirlenen yanıcı maddelerin her birinden, laboratuvarında kurutma fırınlarında 105 °C'de 24 saat ya da ağırlıklarında bir değişme olmayıncaya kadar kurutulduktan sonra tartılarak fırın kurusu ağırlıklarını belirlemek üzere örnekler alınmıştır. Alınan örneklerin nem içerikleri, alanda ölçülen yaş ağırlıkları ve fırın kurusu ağırlıkları dikkate alınarak kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Böylece, her parsel için yanıcı madde miktarları belirlenmiştir. Elde edilen değerler yangın şiddeti ve yanıcı madde tüketimi hesaplamalarında kullanılmıştır.

Deneme yangınları, yangın esnasındaki mevcut hava hallerine ve özellikle rüzgâr hızı ve yönüne göre şeritler halinde ve kısmen de kademeli karşı ateş uygulaması şeklinde yapılmıştır. Yangın öncesinde alana kurulan meteoroloji istasyonu ile yangın esnasındaki hava halleri verileri ölçülmüştür. Yangın şiddeti Byram'ın (1959) aşağıdaki yangın hattı şiddeti formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

$$I = H * W * r \quad (1)$$

Burada;

I=Yangın şiddeti (kW/m)

H =Yanma ısısı (kJ/kg) (~18.000 kJ/kg)

w =Yangın sonucu tüketilen yanıcı madde miktarı (kg/m²)

r = Yangın yayılma oranını (m/sn) göstermektedir.

Yangın sonrası ölçümler, yangın öncesinde yanıcı madde miktarlarının belirlenmesi için yapılan ölçümlerden sonra, yanıcı madde tüketiminin belirlenmesi için alanda yangından sonra tekrar yanıcı madde ölçümleri yapılmıştır. Her bir parselde yanmayıp alanda kalan yanıcı maddelerden 3'er adet 3×3 m'lik alanlarda ölçümler yapıp yukarıdaki ifade edildiği şekilde her bir çap kademesindeki yanıcı madde miktarları belirlenmiştir. Yine örneklerin fırın kurusu ağırlıkları belirlenerek yangın öncesi ve yangın sonrası yanıcı madde miktarlarının farkları kullanılarak yanıcı madde tüketimi ortaya konulmuştur. Bu miktarlar yangın şiddeti hesaplamalarında kullanılmıştır.

Yangın şiddeti hesaplamalarında kullanılan yangının yayılma oranını belirlemek amacıyla, yangının ilerlediği hat boyunca parselin her iki tarafında olacak şekilde 2m'lik aralıklarla direkler dikilmiş, yangının bu direklere ulaşma zamanları kaydedilerek yangın yayılma oranı belirlenerek yangın şiddeti hesaplamalarında kullanılmıştır.

Yangın anında yapılan ölçümler, en uygun yakma zamanının belirlenmesi için bölgenin geçmiş meteorolojik verileri incelenmiştir. Bugüne kadar yapmış olduğumuz incelemeler neticesinde en uygun zamanın Kasım ayı içerisinde olacağı düşünülmüş ve yangınlar 14 ve 15 Kasım 2013 tarihlerinde yapılmıştır. Alanların belirlenmesinden sonra sürekli meteorolojik verilerin alınması için, alana başka bir

proje kapsamında alınmış olan meteoroloji istasyonu kurulmuştur. Bu istasyon ile günlük verilerden sıcaklık, nispi nem, yağış miktarı, rüzgâr hızı ölçülüp kaydedilmiştir. Deneme yangınları sırasında meteorolojik ölçümler kaydedilerek, yangın esnasında 15 sn aralıklarla rüzgâr okumaları yapılmıştır.

Kontrollü yangınlar sırasında, yangının diğer alanlara sıçramasını önlemek ve gerektiğinde sıçrama olması durumunda söndürmek için alanda iki adet arazöz ve yangın ekibi hazır bulundurulmuştur. Bu konuda, bu güne kadar yapılan bütün çalışmalara destek olan ve bu projeyi de destekleyen Orman Genel Müdürlüğü gerekli katkıyı sağlayarak tedbirleri almıştır.

Deneme yangınları en az bir adet video kamera ile baştan sona kaydedilerek, belirli aralıklarla fotoğrafları çekilmiştir. Kayıtlar daha sonra büroda izlenerek yangınların detaylı analizleri yapılmıştır.

2.2. Alanın İklim Özellikleri

Araştırma alanında, alanın iklim özelliklerinin incelenmesini sağlayacak uygun meteorolojik istasyon yoktur. Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu Amasya'nın Merzifon İlçesinde (759 m) bulunmaktadır. Çalışma alanının iklim değerlerinin belirlenmesinde alana kurulan seyyar meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Bu istasyona ait uzun dönem (1960-2013) ölçüm değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Merzifon Meteoroloji İstasyonunun 1960-2013 yıllarına ait meteorolojik ölçüm değerleri

AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Ortalama
Ortalama sıcaklık(°C)	0.9	2.3	6.1	11.3	15.4	18.7	21.2	21.2	17.6	13.0	7.3	3.0	11.5
En yüksek sıcaklık(°C)	18	21.0	28.4	32.3	33.9	37.5	42.6	39.8	37.5	34.0	25.3	21.5	31.0
En düşük sıcaklık(°C)	-2.5	-1.7	1.2	5.7	9.3	12.3	14.7	14.7	11.4	7.6	3.0	-0.3	6.3
Ortalama yağış(mm)	37.9	28.7	35.6	52.6	55.1	45.9	17.2	14.0	21.7	31.8	31.8	43.3	415.6
Ortalama bağıl nem	75.9	72.6	67.5	64	64.4	62.9	60.3	60.5	63.2	66.7	72	76.5	67.2
En düşük bağıl nem	19	17	9	11	7	14	8	8	7	12	19	11	11,8
Kar yağışlı gün	7.9	6.6	5.2	1.0	-	-	-	-	-	0.1	1.7	5.2	27.7
Karla örtülü gün	8.8	5.8	1.8	-	-	-	-	-	-	-	0.6	4.1	21.3
En yük kar. Örtüsü(cm)	28	39	14	11	-	-	-	-	-	2	7	27	-
Ortalama Rüzgâr	1	1.3	1.5	1.6	1.5	1.7	2.2	2.1	1.6	1.2	0.9	1.0	1.5
Fırtınalı gün	0.3	0.4	0.9	1.1	0.8	0.9	1.3	0.9	0.7	0.3	0.3	0.3	-
Sisli gün	2.5	0.8	0.7	0.3	0.2	0.1	-	-	0.1	0.4	1.1	2.3	-
Dolulu gün	-	0.2	0.3	0.6	0.9	0.5	0.1	0.1	-	0.2	-	-	2.9
Ortalama güneşlenme	3.0	3.3	3.8	4.5	5.6	8.5	13.1	15	11.7	9.2	6.1	3.1	7.2

Araştırma alanındaki iklim analizleri için aynı havza içerisinde yer alan meteoroloji istasyonundan yapılmış olan ölçümlerden ortalama sıcaklıklar ve yağışlar araştırma alanının ortalama yükseltisine (1250 m) enterpole edilmiş ve bulunan değerler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Merzifon Meteoroloji İstasyonunun 1250 m yükseltideki çalışma alanına enterpole edilen değerleri

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Ortalama
Ortalama sıcaklık (°C)	-1.4	0.4	3.8	9.0	13.1	16.4	18.9	18.9	15.3	10.7	5.0	9.2	11.5
Ortalama Yağış (mm)	58.2	49	55.9	72.9	75.4	66.2	37.5	34.3	42	52.1	52.1	63.6	659.14

2.3. Alanın Toprak Yapısı

Jeolojik yapı itibarıyla, orta karadeniz yöresi bazalt, andazit, granit gibi volkanik kayalardan oluşmaktadır. Toprak türü genellikle kumlu, killi topraktır (Anonim, 2014).

Granit tertibinde kuvarstan dolayı, oldukça hafif, havalandırma ve drenajı iyi toprakları verir. Meydana getirdiği toprakta yörenin etkisi vardır. Açık ve dik eğimli sahalarda, granit anataşı üzerinde sığ topraklar teşekkül eder. Granit ana taşında balçıklı kum, kumlu balçık ve bazen de balçık türünde hafif topraklar meydana gelir.

Bazalt; genel olarak bazaltın ayrışmasından koyu kahverenkli killi, sığ, taş ve çakıllar bakımından zengin topraklar meydana gelir. Bu topraklar besin maddelerince zengin, fakat fiziksel özelliği bilhassa suyu geçirme bakımından o kadar iyi değildir (Çepel, 1966).

Toprak özellikleri olarak, Karadeniz bölgesinin güney ve güneydoğuya bakan yamaçlarında esmer orman toprakları, kuzey ve kuzeydoğuya bakan yamaçlarında ise podsölsü esmer orman toprakları bulunmaktadır (Kantarıcı, 1995).

2.4. Alanın Bitki Örtüsü

Tabii bitki örtüsü bakımından orman alanı içinde olması gereken yöre, büyük ölçüde tahrip fakir görülmektedir. Kestane rengi toprakların kapladığı yörede alüvyal toprakların payı büyüktür. Aksögüt ağaçları yaygın olarak yer alır. Ormanların kapladığı alan yaklaşık 40.000 hektar civarındadır. Genellikle 400 m'ye kadar olan yüksekliklerde makiler görülür. Daha sonraki yüksekliklerde ise kızılçam, meşe, gürgen ve kayın ağaçları görülür. İlçe'nin etrafını kaplayan Kunduz ve Tavşan dağlarının yamaçları sık ormanlık alanlarla kaplıdır.



Şekil 8. Kontrollü yakılan alan

Azot mineralleşmesi potansiyellerini belirlemek amacıyla inceleme alanı üç bölgeye ayrılmıştır. Bu alanlar yanmış, yanmamış ve kontrol alanlarıdır. Şekil 8'de gösterilmiştir. Her seçilen alandan eğimli ve düz olmak üzere üçerli olarak birbirini takip eden belirli aralıklarla düşük şiddetli ve orta şiddetli olarak örnekler alınmıştır. Her örnek alımında 0-5, 5-10 ve 10-30 cm derinliklerinden örnekler alınmıştır. Şekil 9'da gösterilmiştir.

2.4.1. Arazi Örneklemesi

Toprak örnekleri çelik kalıplar (15×15×15 cm) yardımıyla her bir grup için 3 örnek alan ve her bir alan için 3 tekrarlı olacak şekilde toplam 9 örnek alınmıştır. Alınan toprak örnekleri 4 mm'lik standart çelik elekten geçirilerek, hem toprağın taş ve bitki kısımlarından ayrılması sağlanmış olup hem de toprak partikülleri standart hale getirilmiştir. Elenmiş her toprak örneğinden yaklaşık 1200–1800 gr alınarak polietilen torbalarda laboratuvara getirilmiştir. Şekil 10'da gösterilmiştir. Alınan bu toprak örnekleri hava kurusu hale getirildikten sonra kese kâğıtları içerisinde oda sıcaklığı koşullarında saklanmıştır. Şekil 11 ve 12'de gösterilmiştir.



Şekil 9. Araziden toprak örneklerinin alınması



Şekil 10. Silindirle alınan toprak örneklerinin çemberden çıkarılarak elekten geçirilmesi



Şekil 11. Polietilen torbalara konmak amacıyla çelik elekten elenen toprak örneği



Şekil 12. Polietilen torbalara konularak gelen toprak örnekleri

2.4.2. Laboratuvar Analizleri

Toprak örneklerinde öncelikle nem (%) tayini yapılmıştır. Bu amaçla belirli bir miktar toprak örneğinin ağırlığı belirlendikten sonra örnekler etüvde ağırlıkları sabitleninceye kadar (105°C’de 24 saat) kurutulmuştur. İlk ve son ağırlık değerleri arasındaki fark toprağın su içeriğini göstermektedir. Bu fark kuru ağırlığa oranlanarak nem oranları hesaplanmıştır.

Maksimum su tutma kapasitesi (MSK, %) suya doyurulmuş taze toprak örneklerinin yaş ağırlık değerleri ile etüvde ağırlıkları sabitleninceye kadar kurutulmaları ile elde edilen kuru ağırlık değerleri kullanılarak. Şekil 13 ve 14’te gösterilmiştir.

Toprakların pH tayinleri, HI 1131 cam elektrotlu Hanna 211 dijital pH-metresi ile yapılmıştır (Karaöz 1989). Organik karbon (%) tayini yaş yakma yöntemi Walkley-Black, toplam azot ise Kjeldhal yöntemi ile tayin edilmiştir. Nelson ve Hava kuru toprak örnekleri (100 g) çift polietilen torbaya konmuş ve nem kapasiteleri %60 olacak şekilde distile su ilave edildikten sonra 9 hafta (63 gün) inkübasyona bırakılmıştır (25°C).

Çalışma süresince mineral azot tayinleri toprakların inkübasyona bırakıldıktan sonra inkübasyonun 21, 42 ve 63. günü olmak üzere üç defa mikrodestilasyon yöntemi ile yapılmıştır (Bremner ve Keeney 1965, Gerlach 1973, Sommers 1982).



Şekil 13. Tartma, çalkalama, süzdürme, süzüntü örnekleri



Şekil 14. Nitrat-Amonyum Belirlenmesi İçin Ölçümler

2.4.2.1. Azot Mineralleşme Analizi

Toprakta mineral azot tayininde Mikrodestilasyon yöntemi (Bremner ve Keeney, 1965; Gerlach, 1973; Gülyüz 1992) kullanılmıştır. Mineral azot tayini iki aşamadan oluşmaktadır; ilk aşamada topraktaki amonyum (NH_4^+) miktarı, ikinci

aşamada da nitrat (NO_3^-) tayini yapılmaktadır (Öztürk ve ark. 1997). Bu yöntemde, önce 40 gr taze toprak alınarak 500 ml erlen içerisinde konulduktan sonra üzerine 100 ml % 1'lik $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ çözeltisi ilave edilmiştir. Sonra düşey dönerli çalkalama cihazında 7 dakika/devir hızda 30 dakika çalkalanmıştır daha sonra siyah bantlı Whatman süzme kâğıdı ile süzülerek gerekli süzüntü elde edilmiştir. Süzüntünün içerisinde mikrobiyal aktivitenin engellenmesi için bir miktar thymol kristali ilave edilmiştir ve buzdolabına kaldırılmıştır.

Elde edilen toprak süzüntüsünden 20'şer ml alınarak mikro-kjeldahl cihazının iki ağızlı balonuna konmuştur ve balonlar destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Şekil 15'te gösterilmiştir. Çözeltinin bazikleşmesi için içlerine balonların yan kapakçıkları aracılığı ile 0.2 gr MgO ilave edilmiştir. Daha sonra cihazın kapağı kapatılarak çözelti ortamına buhar gönderilmiştir ve çözeltideki amonyumun amonyağa dönüşmesi, bunda geri soğutucudan geçirilerek 200 mikrolitre karışık indikatör bulunan % 2'lik 5 ml borik asit tarafından amonyum borat olarak tutulması sağlanmıştır. Bu damıtma işlemi 100 ml'lik taksimatlı erlen mayerde 50 ml amonyum borat çözeltisi birikinceye kadar devam edilmiştir.

Altlıkta biriken amonyum borat çözeltisinden NH_4^+ -N tayin edilmiştir. Bundan sonra soğutucu altına ikinci bir altlık yerleştirilmiştir ve yan kapakçıklardan balondaki aynı çözeltiye 0.2 gr metal tuzu (Devardas Reagnez: % 50 Cu, % 45 Al, % 5 Zn) konmuştur. Bazikleşen bu ortamda NO_2^- ve NO_3^- şeklindeki azotun amonyağa dönüşmesi sağlanmıştır. Metal ilavesinden sonra buhar muslukları kapatılarak NO_2^- ve NO_3^- tayini için damıtma işlemi yapılmıştır ve içinde 200 mikrolitre karışık indikatör ile % 2'lik 5 ml borik asit bulunan altlıkta amonyum borat şeklinde tutulması sağlanmıştır. Geri soğutucunun altındaki 100 ml'lik altlıkta biriken (50 ml) ve azot miktarına göre yeşilden turuncuya dönüşen solüsyonlar 0.005 N H_2SO_4 ile geri titre edilmiştir ve titrasyon sırasında harcanan miktardan hareketle mineral azot tayini hesaplamaları ($\text{mg N}_{\text{min}}/100 \text{ g kuru toprak}$) yapılmıştır.



Şekil 15. Mikro-kjeldahl Cihazıyla Yapılan Ölçümler

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

$$f = 1,225 * \frac{(S-K)}{K} + 0,875 \quad (2)$$

S= Nemli toprak ağırlığı

K= Kuru toprak ağırlığı

$$X = A * f \quad (3)$$

X= Mineral azot (mg N_{min}/100 g kuru toprak)

A= Titrasyonda harcanan 0.005 N H₂SO₄ (ml)

Mineral azotun kg/ha cinsinden hesaplanması:

$$Nm \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{A*B*0,444}{100} \quad (4)$$

$$\text{Net Kuru Toprak Ağırlığı} = \frac{\text{Net Yaş Ağırlığı}}{\%Nem+100} * 100 \quad (5)$$

A: 15x15x15 cm ölçekte alınmış hacimsel toprağın kuru ağırlığı

B: $\text{mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ g kuru toprak}$ 0.444: g /cm^2 'lik alana sahip kalıbın içerdiği toprak ağırlığının kg/ha birimine dönüştürülmesi için hesaplanan katsayı değeridir.

2.4.2.2. Toplam Azot Belirlemesi

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. Şekil 16'da gösterilmiştir. Amonyum borat 0.1 N H_2SO_4 ile geri titre edilerek harcanan H_2SO_4 hacminden toplam azot oranı hesaplanmıştır.



Şekil 16. Amonyum-Nitrat Belirlenmesi

Toplam azotun hesaplama formülü (Öztürk ve ark., 1997)

$$\text{Toplam N (\%)} = \frac{a \cdot 0,14 \cdot d}{b} \quad (6)$$

a: Titrasyonda harcanan 0.1 N H_2SO_4 (ml)

b: Yakılan Toprak örneğinin ağırlığı (g)

d: Kjeldahl balonundaki çözeltinin bölünme faktörü

Toplam N (%)’un kg/ha değerine dnstrlmesi:

$$\text{Toplam N} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Toplam N}(\%) * \text{Kuru Ağırlık} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^2} \right)}{100} * 444 \quad (7)$$

Toprak reaksiyonu ise, 1 / 2,5 toprak-su karışımında cam elektrot kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra bu karışımlar İnoLab pH level I pH metresi ile llmştr. şekil 17 ve 18’de gsterilmiştir. (Glur, 1974).



şekil 17. İnoLab pH level I pH metre ile lm yarıması



şekil 18. Elde edilen lm değerlerinin yazılması

Toprak örneklerinin maksimum su tutma kapasiteleri (MSK, %) hacim silindiri ile alınan toprak örneklerinin suya doyurularak yaş ağırlıkları ve takibinde ağırlıkları sabitleşinceye kadar etüvde (24 saat 105 °C) kurutulduktan sonraki kuru ağırlıklarının belirlenmesiyle birlikte yaş ve kuru ağırlıklar arasındaki farktan hareketle MSK (%) saptanmıştır.



3. BULGULAR

3.1. Toprakta Mineralleşmeye Ait Bulgular

3.1.1. Mineralleşmenin Zamana Göre Değişimine Ait Bulgular

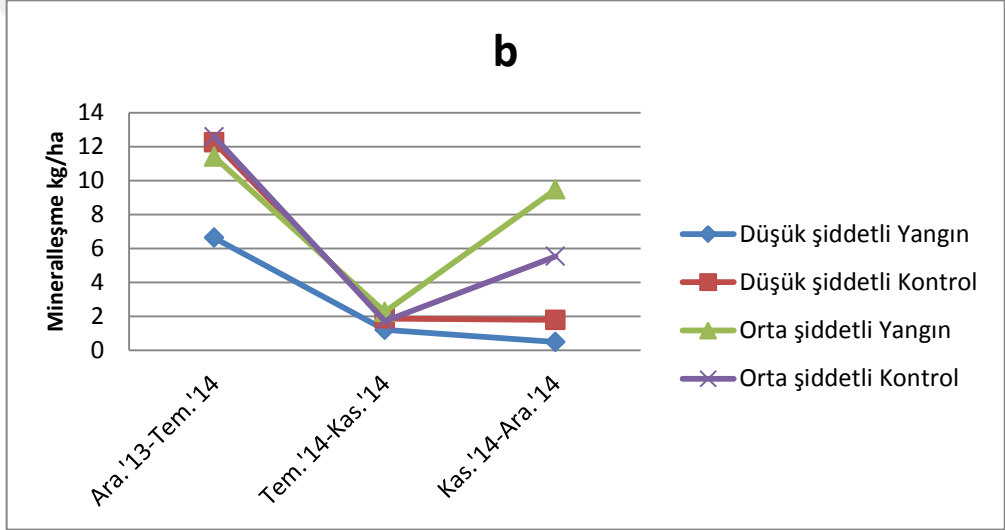
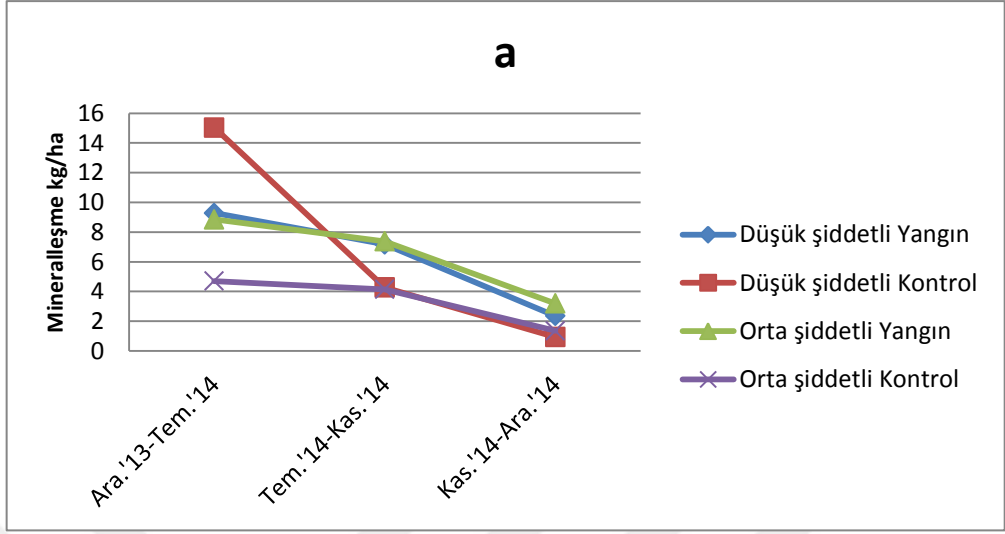
Toplam mineralleşme Şekil 19 a ve b’de gösterildiği gibi üst toprakta en fazla düz alanın düşük şiddetli kontrol alanında Aralık’13-Temmuz’14 döneminde görülmüştür. Alanların üst toprağında en yüksek mineralleşme miktarları Aralık’13-Temmuz’14 dönem aralığında görülmekle beraber diğer dönem aralıkları boyunca, eğimli şiddetli yangın ve kontrol alanları hariç; tüm alanlarda mineralleşme miktarları azalmıştır. Eğimli şiddetli yangın ve kontrol alanlarında ise Temmuz’14-Aralık’14 aralığında mineralleşmede artış olmuştur. Tablo 3’de gösterilmiştir.

Zamanın amonyum ve toplam mineralleşme üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkisi yangın alanında 0-5 cm toprak derinliğinde bulunmuştur ($P<0.05$)

Toprağın 5-10 cm derinlik kademesinde ise nitrat ve toplam mineralleşme üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkisi bulunmuştur.

Tablo 2. Her İki Eğim Grubu ve Yangın Şiddetinde Yangın ve Kontrol Alanlarının Üst Toprakta Toplam Mineralleşmesinin Zamana Göre Değişimi

0-5 cm derinlik			Toplam mineralleşme(kg/ha)		
Eğim durumu	Yangın şiddeti	Yanma durumu	Ara.'13-Tem.'14	Tem.'14-Kas.'14	Kas.'14-Ara.'14
Düz	Düşük	Yangın	9.29	7.17	2.36
		Kontrol	15.04	4.28	0.93
	Orta	Yangın	8.85	7.38	3.2
		Kontrol	4.71	4.14	1.35
Eğimli	Düşük	Yangın	6.63	1.2	0.49
		Kontrol	12.25	1.87	1.79
	Orta	Yangın	11.4	2.26	9.47
		Kontrol	12.57	1.71	5.53



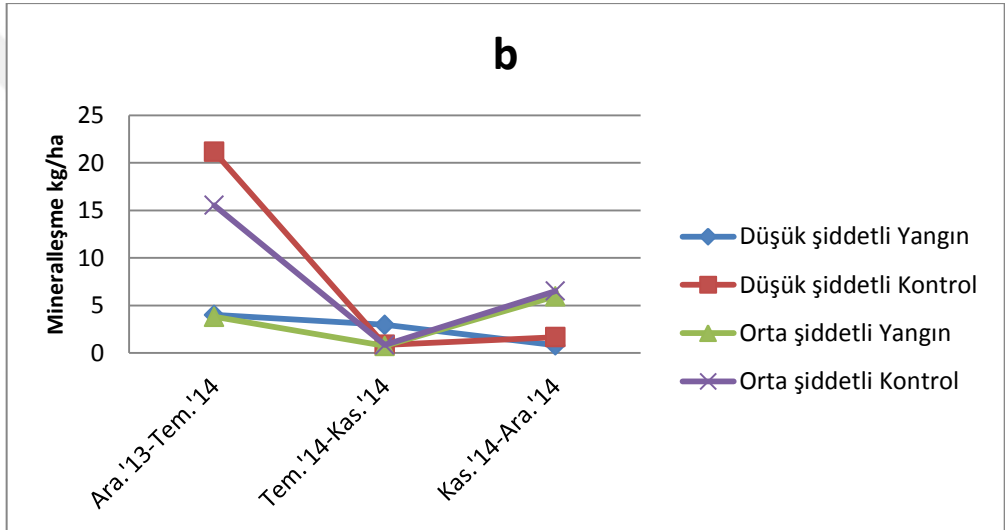
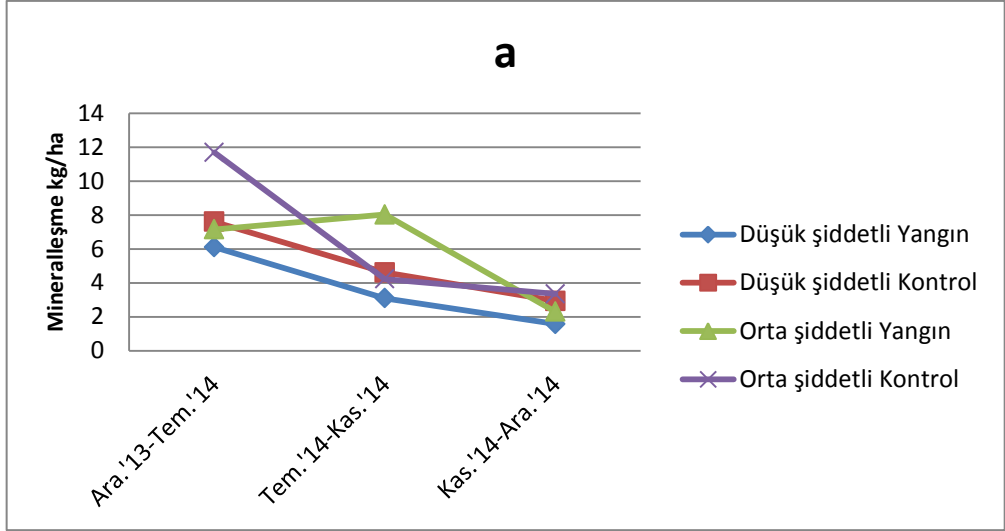
Şekil 19. Düz (a) ve eğimli (b) alanlarda ve yangın şiddetinde ve kontrol alanlarının üst toprakta toplam mineralleşmesinin (kg/ha) zamana göre değişimi

Toplam mineralleşme Şekil 20 a ve b'de görüldüğü gibi üst toprakta en fazla eğimli düşük şiddetli kontrol alanında yine Aralık'13-Temmuz'14 döneminde görülmüştür. Tablo 4'te gösterilmiştir. Alanların üst toprağında en yüksek mineralleşme miktarları düz-orta şiddetli yangın sahası hariç Aralık'13-Temmuz'14 dönem aralığında görülmekle beraber diğer dönem aralıkları boyunca, eğimli-orta şiddetli yangın ve kontrol alanları hariç; tüm alanlarda mineralleşme miktarları azalmıştır. Eğimli

şiddetli kontrol, yangın ve kontrolü yangın alanlarında ise Temmuz'14-Aralık'14 aralığında mineralleşmede artış olmuştur. Düz- orta şiddetli yangın alanında ise en yüksek mineralleşme Temmuz'14-Kasım'14 periyodunda görülmüştür. Kontrol sahalarında her iki derinlik kademelerinde de amonyum, nitrat ve toplam mineralleşme üzerinde önemli düzeyde etkisi bulunmuştur. (P<0.05)

Tablo 3. Her iki eğim grubu ve yangın şiddetinde yangın ve kontrol alanlarının alt toprakta toplam mineralleşmesinin zamana göre değişimi

5-10 cm derinlik			Toplam mineralleşme kg/ha		
Eğim durumu	Yangın şiddeti	Yanma durumu	Ara.'13- Tem.'14	Tem.'14- Kas.'14	Kas.'14- Ara.'14
Düz	Düşük	Yangın	6.11	3.1	1.58
		Kontrol	7.61	4.62	2.94
	Orta	Yangın	7.15	8.03	2.31
		Kontrol	11.69	4.23	3.35
Eğimli	Düşük	Yangın	4	2.96	0.81
		Kontrol	21.15	0.85	1.66
	Orta	Yangın	3.8	0.73	5.96
		Kontrol	15.53	0.83	6.51

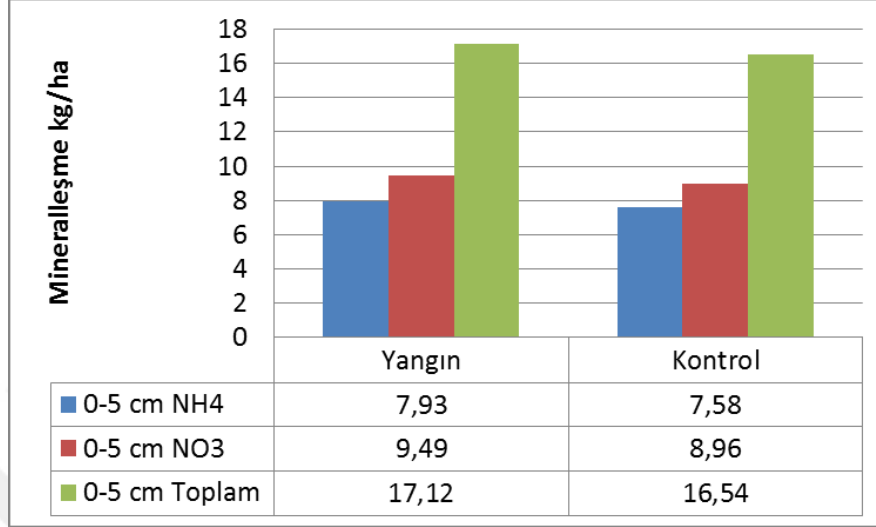


Şekil 20. Düz (a) ve eğimli (b) alanlarda ve şiddetinde yangın ve kontrol alanlarının alt toprakta toplam mineralleşmesinin zamana göre değişimi

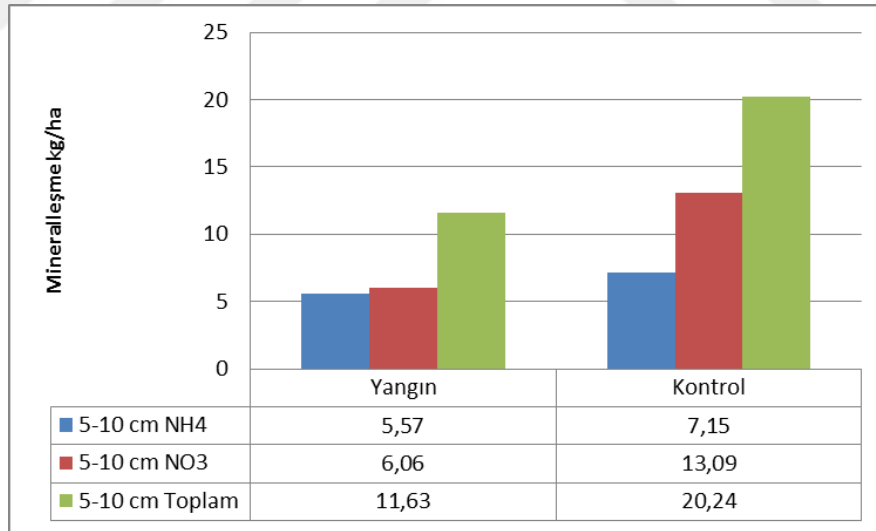
3.1.2. Mineralleşmenin Alanlara Göre Değişimine Ait Bulgular

Toplam mineralleşme yangın alanlarının üst topraklarında kontrol alanlarınıninkinden önemsiz düzeyde fazla olmuş, yanan alanların alt topraklarında ise kontrol alanların alt topraklarından önemli düzeyde düşük olmuştur. Şekil 21 ve 22’de gösterilmiştir.

Yangının 0-5cm derinlik kademesinde etkisi bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak 5-10 cm derinlik kademesinde nitrat ve toplam mineralleşme üzerinde etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).



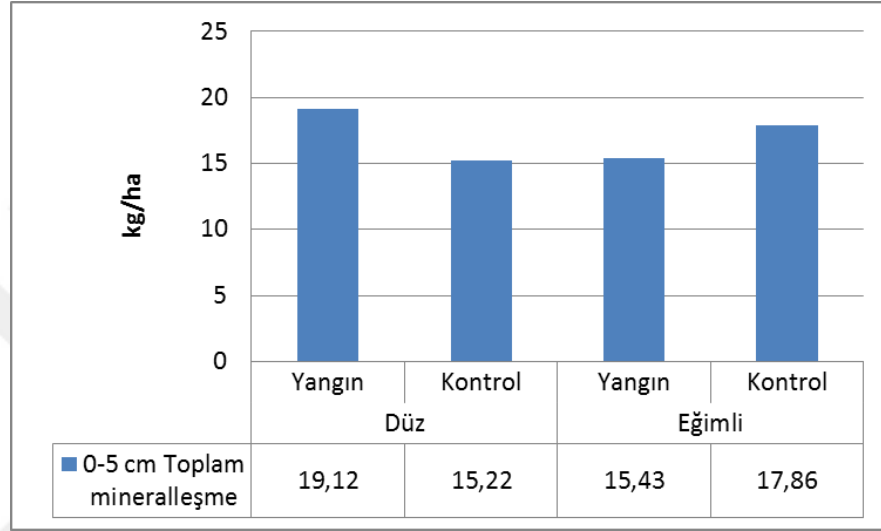
Şekil 21. 0-5 cm derinlikte toplam mineralleşmenin yangın ve kontrol alanlarına göre değişimi



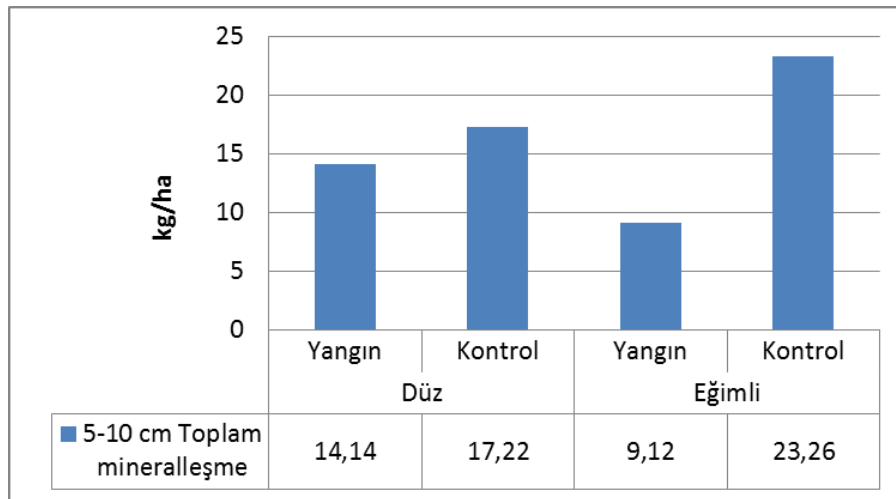
Şekil 22. 5-10 cm derinlikte toplam mineralleşmenin yangın ve kontrol alanlarına göre değişimi

3.1.3. Mineralleşmenin Eğim Gruplarına Göre Değişimine Ait Bulgular

Toplam mineralleşme eğim gruplarına göre düz alanların yangın alanlarında üst toprakta, eğimli alanların kontrol parsellerinin alt toprağında görülmektedir. Şekil 23 ve 24'te gösterilmiştir. Eğimin yangın alanında 0-5 cm derinlikteki üst toprak kademesinde amonyum üzerinde etkisinin olduğu diğer özellikler üzerinde etkisinin olmadığı bulunmuştur.



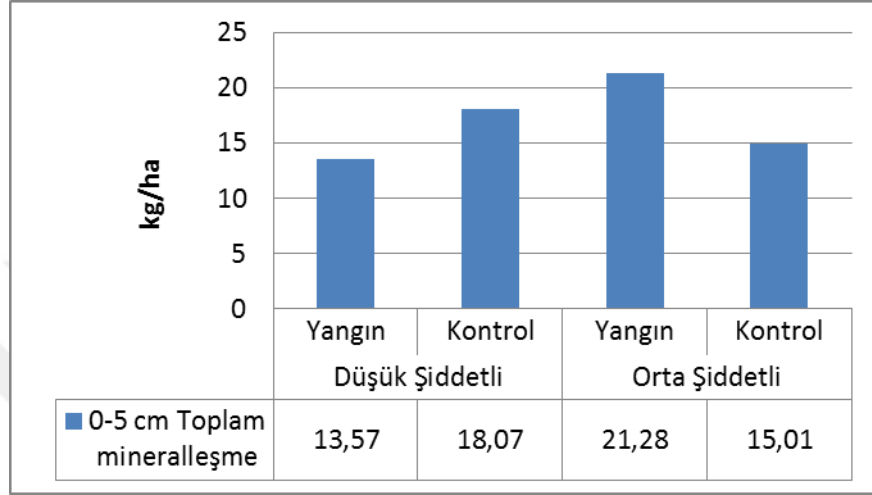
Şekil 23. Toplam mineralleşmenin üst toprakta eğim gruplarına göre değişimi



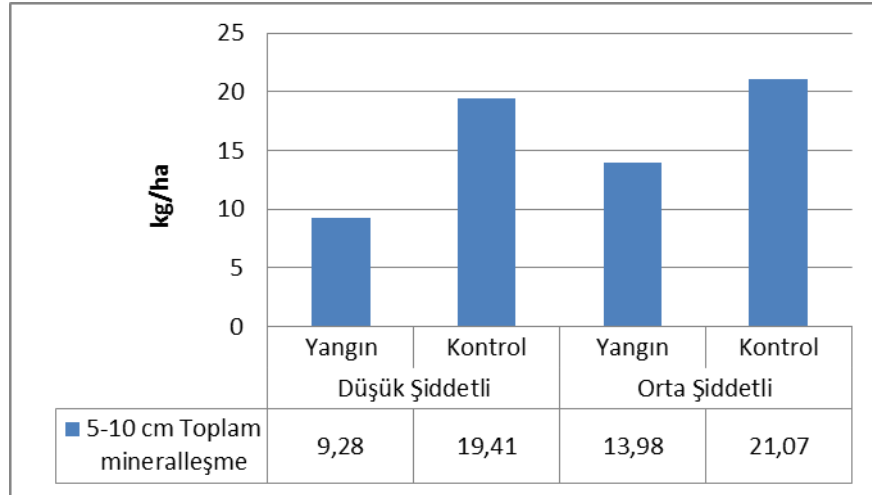
Şekil 24. Toplam mineralleşmenin alt toprakta eğim gruplarına göre değişimi

3.1.4. Mineralleşmenin Yangın Şiddetine Göre Değişimine Ait Bulgular

Toplam mineralleşme yangın şiddetine göre en fazla her iki derinlik kademesinde şiddetli yangın uygulamasında görülmektedir. Şekil 25 ve 26'da gösterilmiştir. Yangın şiddeti her iki derinlik kademesinde de mineralleşme üzerinde istatistiksel düzeyde etkisi belirlenememiştir ($P>0.05$).



Şekil 25. Toplam mineralleşmenin yangın şiddetine göre üst toprakta değişimi



Şekil 26. Toplam mineralleşmenin yangın şiddetine göre alt toprakta değişimi

3.1.5. Dönem Sonu Toplam Mineralleşmeye Ait Bulgular

Bir yıllık periyodun sonunda mineralleşme miktarlarının yangın sonrası değişimine bakıldığı zaman 0-5 cm derinliğindeki üst toprağın her iki eğimdeki şiddetli yanan alanları hariç ve 5-10 cm deki alt toprağın tüm alanlarında yangının mineralleşmeyi azaltıcı etkisi görülmektedir. Yangın sonrası artışın da görülebildiği çalışmamızda en fazla %47 oranında düz alanın şiddetli yangın parsellerinde üst toprakta görülmektedir. Yangın sonrası azalış ise en fazla %67 oranında eğimli alanın düşük şiddetli yangın parsellerinde alt toprağında görülmüştür. Tablo 5 ve 6'da gösterilmiştir.

Tablo 4. Bir yıl sonrası tüm alanlarda üst toprakta amonyum ve nitrat mineralleşmesi ve toplamları

0-5 cm			Kg/ha		
Eğim durumu	Yangın şiddeti	Yanma durumu	NH4	NO3	Toplam
Düz	Düşük	Yangın	7.79	11.03	18.82
		Kontrol	7.77	12.48	20.25
	Orta	Yangın	6.48	12.95	19.43
		Kontrol	3.67	6.52	10.2
Eğimli	Düşük	Yangın	6.03	2.29	8.32
		Kontrol	7.35	8.55	15.9
	Orta	Yangın	11.43	11.71	23.14
		Kontrol	11.53	8.29	19.82

Tablo 5. Bir yıl sonrası tüm alanlarda üst toprakta amonyum ve nitrat mineralleşmesi ve toplamları

5-10 cm			Kg/ha		
Eğim durumu	Yangın şiddeti	Yanma durumu	NH4	NO3	Toplam
Düz	Düşük	Yangın	5.7	5.1	10.8
		Kontrol	8.24	6.93	15.17
	Orta	Yangın	6.07	11.42	17.49
		Kontrol	5.62	13.65	19.27
Meyilli	Düşük	Yangın	2.84	4.93	7.77
		Kontrol	5.98	17.68	23.66
	Orta	Yangın	7.69	2.8	10.48
		Kontrol	8.76	14.11	22.87

4. TARTIŞMA

Yangın azot mineralleşmesini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Bitki besin maddelerinin ana deposunu oluşturan külün mikroorganizma faaliyetlerini artırdığı belirtilmektedir. Yapılan birçok araştırmada topraktan bitkiler aracılığı ile alınan besin maddelerinin yangının etkisi ile serbest hale geçtikleri ve bitkiler için kullanılabilir hale geldikleri belirlenmiştir. Bu nedenle yangından sonra birkaç vejetasyon dönemi boyunca topraktaki mikroorganizma faaliyetleri sonucu azot mineralizasyonu miktarı artmaktadır.

Vejetasyonun yenilenmesinin mineralleşmeyi artırdığı, bitki örtüsünün ve toprak elementlerinin azot mineralleşmesini etkilediği belirlenmiştir (Yakut, 2006). Yanan alanın toprağındaki mikroorganizma faaliyetleri artar ve besin elementleri bu nedenle toprakta fazla miktardadır. Özellikle üst topraktaki bu besin maddesi değişimi mikroorganizmaların yapmış olduğu faaliyetlerin sonucudur. Bu faaliyetlerin olabilmesi için toprağın uygun şartlara sahip olması gerekmektedir. Azot mineralizasyonunun %90'ının bitki büyüme döneminde olduğu belirlenmiştir (Zhang, 2008).

En yüksek azot mineralleşmesinin %60 maksimum su tutma kapasitesi ve 20 °C'de olduğunu belirlenmiştir (Zötl, 1960 a). Bozuk alanlarda sekonder yenilenme başlangıcında azot mineralizasyonunun artması ve daha sonra azalması da bu duruma örnek teşkil etmektedir (Titrek, 2004).

Vejetasyon başlangıcından sonuna kadar bitki besin maddeleri topraktan sağlanmaktadır. Bu sırada topraktaki organik maddeler bitkilerin kullanabileceği inorganik formlara dönüştürülür. Ayrışan yani mineralize olan bitki besin elemanları toprağın mineralleşme oranını artırır. Bitkilerin büyümesinde sınırlayıcı olan azot elementinin alınması için ise toprakta mineralize olarak bulunması gerekmektedir.

Bitki örtüsünün artması ile kullanılan azot miktarı fazlalaşarak azalma göstermektedir. Bu nedenle yangından hemen sonra külün etkisiyle alandaki azot mineralleşmesi fazla, birkaç vejetasyon mevsimi sonrası azalma ve yıllar sonra ise eski seyrine geri dönmektedir. Yangın sonrası toprağın pH'sı ve toprağın besin maddesi içeriği artmıştır ve daha sonra azalmıştır (Altun ve ark, 2004).

Yangın topraktaki mineralizasyonu kısa dönemde önemsiz denecek kadar az oranda etkilemiştir. Bunun nedeni yanan toprak üstü organik yapının küle dönerek mikroorganizma denem ayrıştırıcılar yardımıyla daha hızlı inorganik yapıya dönüştürülerek serbest halde bulunmasıdır. Serbest haldeki mineral besin maddeleri hem bitkiler tarafından kolayca alınabilir hem de yağış, rüzgâr, vs. ile yıkanıp taşınabilir durumdadır. Buradan kolayca çıkarılabilecek sonuç ise yangından sonra azot mineralizasyonunun artmasının sebebi serbest haldeki azotun işlenmesidir. Zaman ile bu besin maddeleri bitkiler tarafından alınarak kullanılır, yağışlarla yıkanır, rüzgâr ile taşınır vs. toprağın besin maddesi zamanla azalacağından içeriğindeki azot ve azot mineralizasyonu da azalır ve eskiden olduğu gibi normal seyrine döner.

Total azot bakımından yangının belirli bir etkisi saptanamamıştır. Bazı araştırmacılar yangından sonra topraktaki özellikle faydalanabilir azotun arttığını, bazıları ise azotun az da olsa azaldığını bulmuşlardır.

Altun (2004), Dumantet(1996), Titrek(2004), Arslantürk(2007) ve Maestrini(2014) gibi araştırmacılar çalışmalarında yangından sonra azot mineralizasyonunun bazı nedenlerden dolayı arttığını belirtsele de; Arocena ve Opio (2003) yaptıkları çalışmada bir değişime rastlayamadıklarını belirtmişlerdir. Neyişçi(1989), Wag (2012) ve Yakut (2006) ise yangında sonra azot mineralizasyonunun azaldığını belirlemişlerdir. Fakat bu araştırmalara dayanarak yangınlardan sonra azot kayıpları meydana gelse bile bunların önemli olmadığı söylenebilir.

Yangından sonra nitrifikasyonun artmasından dolayı, nitrat azotunun fazlalaşması nedeniyle azot ekonomisinde fazla bir değişim meydana gelmeyeceği ve bu gerçeğe

dayanarak pratik bir önem taşıdığı için kontrollü yangınların özel durumlarda silvikültürel bir uygulama olarak kullanılabilceği bulunmuştur. Yangınların toprağa yaptığı total zarar çok azdır. Özellikle azot kaybı bakımından orman yangınlarının etkisi düşünöldüğünden çok daha azdır.

Ancak yapılan çalışmaların ortak bir noktası vardır ki buda doğanın kendini yenilemesidir. Bütün çalışmaların sonunda göröldüğü gibi mineralizasyon olumlu veya olumsuz seyretse de orman yangınından sonra mineralizasyon eski seyrine dönüştüğü belirlenmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Yangının 0-5 cm derinliğindeki üst kademesinde mineralleşme verileri üzerinde etkisi önemsiz düzeyde çıkarken, 5-10 cm derinlik kademesinde amonyum, nitrat ve toplam mineralleşme üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P<0.05$).
- Yangın şiddetinin yangın alanında 0-5 cm derinlik kademesinde nitrat ve mineralleşme üzerinde, 5-10 cm derinlik kademesinde ise toplam mineralleşme üzerinde önemli düzeyde etkili olmuştur. Kontrol alanlarında herhangi bir etkisi bulunmamıştır ($P>0.05$).
- Eğimin yangın ve kontrol alanlarında her iki derinlik kademesinde de etkisinin istatistiksel düzeyde önemli olmadığı bulunmuştur ($P>0.05$).
- Derinlik kademesi olmaksızın 0-10 cm derinlikte yangının nitrat ve toplam mineralleşme üzerinde istatistiksel düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).
- Yangın şiddetinin yangın alanında nitrat ve toplam mineralleşme üzerinde önemli düzeyde etkisinin olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).
- Kontrol alanında ise bu etkinin önemsiz düzeyde olduğu bulunmuştur ($P>0.05$).
- Yangın alanında eğimin amonyum, nitrat ve toplam mineralleşmeye etkisi bulunmazken, kontrol alanında sadece toplam mineralleşme üzerinde etkisi olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).

Yaptığımız çalışmalar sonucunda gözle görülür derecede artış veya azalışın olmamasının asıl nedeni yangından sonra kısa süredeki verilerin incelenmesinden kaynaklanmaktadır. Araştırmanın devam etmesi halinde uzun dönemdeki seyrinin daha belirleyici olacağı birçok çalışmada belirtilmiştir. Bu sonuçların belirlenmesi yıllar alabilir ya da farklı tür bitkiler, toprak yapıları, hava halleri, ölü örtü tipi ve kalınlığı, nem ve benzeri nedenlerden dolayı farklı sonuçlara da ulaşılabilir. Bu konuda daha kapsamlı neticelerin alınabilmesi için bu çalışmaların farklı alanlarda ve farklı yangın şiddetlerinde yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abiven, S. Recous, V. Reyes ve R. Oliver, 2005. Mineralization of C and N from Root Stem, and Leaf Residues in Soil and Role of their Biochemical Quality Biol Fertil Soils
- Aerts, R. S.P. Van Logtestijn ve P.S. Karlsson, 2006. Nitrogen Supply Differentially Affects Litter Decomposition Rates and Nitrogen Dynamics of Sub Arctic Bog Species Oecologia
- Altun, L. Acar C. Acar ve H. Kurdoğlu, An Assessment Of Turkish Deltaic Landscapes Regarding Environmental Conservation And Sustainable Management Case Study Of The Kizilirmak Delta, Journal of Environmental Biology
- Altun, L. Bilgili, E. Sađlam, B. Kűcűk, . Yılmaz, M. ve Tűfekiođlu, A. 2004. Soil organic matter soil pH and soil nutritient dynamics in forest stands after fire International Soil Congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development Erzurum
- Arocena, J. M. ve Opio, C. 2003. Prescribed fire induced changes in properties of subboreal forest soils. Geoderma
- Arslan, H. ve Gűleryűz, G. 2002 Yűksek Bitkilerde Azotun Asimilasyonu Anadolu niversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi
- Arslantűrk, N. 2007. Mehmet Akif Ersoy niv Fen Fak Biyoloji Bl Botanik A.B.D. Burdur. Sayı 2S KONYA
- Bernardo, Maestrini Anke, M. Herrmann, Paolo Nannipieri, Micahel W.I.Schmidt, Samuel, ve I, Abiven Ryegrass, derived pyrogenic organic matter changes organic carbon and nitrogen mineralization in a temperate forest soil
- Bilgili, E. Terziođlu, S. Kűcűk,  Sađlam, B ve Bařkaya, ř 2002. Yangın grműř meřcerelerde bitki sűksesyonu KT Arařtırma Fonu Projesi Bio Science

- Can, B. 2007. Uludağ'ın Subalpin Kuşağında Yayılış Gösteren Bodur Çalı Topluluklarının Topraklarında Azot Mineralleşmesi Üzerinde Araştırmalar Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Bursa
- Cote, L. Brown, S. Pare, D. Fyles, J. ve Bauhus, J. 2000. Dynamics of Carbon and Nitrogen Mineralization in Relation to Stand Type Stand Age and Soil Texture in the Boreal Mixewood Soil Biol Biochem
- Dumontet, S. et al. Post fire soil microbial biomass and nutrient of pin forests soil from dunal mediterranean environment Soil Biological Biochemistry
- Duncan, C. Mckinley, Charles W. Rice ve John M. Blair Conversion of grassland to coniferous woodland has limited effects on soil nitrogen cycle processes
- Ellenberg, H. 1964. Stickstoffund Wasserversorgung Ber Dtsch. Bot Ges Ellenberg, ve H. Zur Stinckstoffund Wasserversorgung ungedüngter and gedüngter Feuctwiesenein Nachwort. Veroff. Geobot. Inst. EHT. Stift. Rubel, Zürich
- Gelfand, I. ve Yakir, D. 2008. Influence of nitrite accumulation in association with seasonal patterns and mineralization of soil nitrogen in a semiarid pine forest Soil Biology and Biochemistry
- Gigon, A. 1968. Stickstoffund wasserversorgung von Trespen Halbtrockenrasen Mesobromionim Jura bei Basel Ber Geobot. Inst. Eidg. Tech. Hochsch. Stift. Ruebel
- Gionanni, Pardini Maria Gispert, ve Gemma Dunjo Relative influence of wildfire on soil properties and erosion processes in different Mediterranean environments in Spain
- Gundale, M. J. T. H. Deluca, C. A. Fiedler, P. W. Ramsy, M. G. Harrington ve J. E. Gannon. Restoration treatments in a Montana ponderosa pine forest: Effect on soil physical, chemical and biological properties. Forest Ecolog and Managament Volume 213, Issues 1-3 July, P
- Güleryüz, G. ve Everest, A. 2010. Nitrogen Mineralization in the Soils of the Conifer Forest Communities in the Eastren Mediterranean Ekoloji

- Güteryüz, G. Guçel, S. ve Öztürk, M. 2010. Nitrogen Mineralization in a high altitude ecosystem in the Mediterranean phytogeographical region of Turkey
Journal of Environmental Biology
- Güteryüz, G. ve M. Gökçeoğlu. 1994. Uludağ (Bursa) Alpin Bölgesi Bazı Bitki Topluluklarında Mineral Azot Oluşumu ve Yıllık Verim Turkish Journal of Botany
- Hafner, S.D. ve P.M. Groffman. 2005. Soil Nitrogen Cycling Under Litter and Coarse Woody Debris in a Mixed Forest in New York State Soil Biology and Biochemistry
- Heneghan, L. F. Fatemi, L. Umek, K. Grady, K. Fagen ve M. Workman 2006. Ortabatı Amerikan ormanlık toprak özelliklerini *Rhamnus cathartica* L. değiştirir Uygulamalı Toprak Ekolojisi
- Holt, R.D. 1990. Birds under selection. Review of Evolutionary Dynamics of a Natural Population by B.R. Grant ve P.R. Grant Science
- Holt, R.D. 1990. The microevolutionary consequences of climate change Trends in Ecology and Evolution
- Hubbert, K. R. H. K. Preisler, P. M. Wohlgemuth, R. C. Graham, ve M. G. Narog, 2005. Prescribed burning effects on soil physical properties and soil water repellency in a step chapparal watershed, southern California, USA. Geoderma, Article in pres Corrected proff.
- Ilyan, Gelfand, ve Dan Yakir Influence of nitrite accumulation in association with seasonal patterns and mineralization of soil nitrogen in a semiarid pine forest
- Zhang, J X Wang, Z Hao, J Ye, ve Blix YaoÇin Changbai 2008. Dağları tür bolluk ve geniş yapraklı Kore çamı (*Pinus koraiensis*) mekânsal dağılım paterni karışık orman arasındaki ilişkiler
- Jeffrey, S. Owen, Ming Kuang Wang, Chung Ho Wang, Hen Biau King, ve Hai Lin Sun Net N mineralization and nitrification rates in a forested ecosystem in northeastern Taiwan

- Karhu, K. M. Dannenmann, ve B. Kitzler Volume 82, March 2015. Fire increases the risk of higher soil N₂O emissions from mediterranean macchia ecosystems, Pages 44-51
- Karhu, K. M. Dannenmann, B. Kitzler, E. Diaz-Pines, J. Teledor, D.A. Ramirez, A. Parra, V. Resco de Dios, J.M. Moreno, A. Rubio, L. Guimaraes-Povoas, S. Zechmeister-Boltenstern, K. Butterbach-Batl, ve P. Ambus Fire increases the risk of higher soil N₂O emissions from Mediterranean Macchia ecosystems
- Kirsten Stephan, Kathleen L. Kavanagh, ve Akihiro Koyama Effects of spring prescribed burning and wildfires on watershed nitrogen dynamics of central Idaho headwater areas
- Kutiel, P. ve Naveh, Z. 1987. a Soil properties beneath *Pinus halepensis* and *Quercus calliprinos* trees on burnt ve unburnt mixed forest on Mt. Carmel, Israel For. Ecol. Manag
- Kutiel, P. ve Naveh, Z. 1987. b The effect of fire on nutrients in a pine forest soil Plant ve Soil
- Laval, M. M. ve K. C. Chau. 1999. Effect of hill fire on upland soil in Hong Kong Forest Ecology ve Managament Volume 120
- Lin Yang, Li Fu Suo Zhang, Ren Zhao Mao, Xiao Tang Ju, Xiao Bu Cai, ve Ya Hai Lu Conversion of Natural Ecosystems to Cropland Increases the Soil Net Nitrogen Mineralization and Nitrification in Tibet
- Makarov, M.I. L. Haumaier, W. Zech, ve T.I. Malysheva Organic phosphorus compounds in particlesize fractions of mountain soils in the northwestern Caucasus
- Maestrini, B. Abiven, S. Singh, N. Kuş, J. Torn, MS ve Schmidt, MWI 2014. Doğal ve artan N birikimi altında orman toprakta piroliz ve orijinal ahşap karbon kayıpları Biogeosciences tartışmalar
- Makarov, M.I. B. Glaser. T.I. Malysheva. I.V. Bulatnikova. ve A.V. Volkov. 2003 Nitrogen Dynamics in Alpine Ecosystems of the Northern Caucasus. Plant and Soil

- McKinley, Duncan C. Charles W. Rice, ve John M. Blair. Conversion of grassland to coniferous woodland has limited effects on soil nitrogen cycle processes
Soil Biology and Biochemistry
- Michael, J. Gundale, Thomas H. Deluce, Carl E. Fiedler, Philip W. Ramsey, Michael G. Harrington, ve James E. Gannon Restoration treatments in a Montana ponderosa pine forest: Effects on soil physical, chemical and biological properties
- Michael, N. Weintraub, ve Joshua P. Schimel Seasonal protein dynamics in Alaskan arctic tundra soils
- Michelsen, A. M. Andersson, M. Jensen, A. Kjoller ve M. Gashew. 2004. Carbon stocks, soil respiration and microbial biomass in fire prone tropical grassland, woodland and forest ecosystems. Soil Biology and biochemistry
- Neyişçi, T. 1989. Kızılcım orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 205, 56 sayfa Ankara
- Owen, J.S. Wang, M.K. Wang, C.H. King, ve H.B. Sun, H.L. 2003. Net N mineralization and nitrification rates in a forested ecosystem in northeastern Taiwan. Forest Ecology and Management
- Pardini, G. M. Gispert ve G. Dunjo.2004. Relative influence of wildfire on soil properties and erosion process in different Mediterranean environments in Spain. Science of the Total Environment
- Paul, Grogan, Anders Michelsen, Per Ambus, ve Sven Jonasson Freeze–thaw regime effects on carbon and nitrogen dynamics in sub-arctic heath tundra mesocosms
- Qingkui, Wang, Micai Zhong, ve Silong Wang A meta-analysis on the response of microbial biomass, dissolved organic matter, respiration, and N mineralization in mineral soil to fire in forest ecosystems
- Rehder, H. 1971. Zum Stickstoffhaushalt alpiner Rasengesell- schafen. Ber Dtsch. Bot. Ges

- Rehder, H. 1983. Untersuchungen Zur Stickstoffversorgung der afroalpinen vegetation am Mount Kenya Verh Ges Ökol
- Rehder, H. A. Schäffer 1978. Nutrient turnover in alpine ecosystems. Communities of the central Alps and comparatives survey. Oecologia (Berl.) 218:961-962
- Runge, M. 1965. Untersunhungen über die Mineralstickstoff-Nachlieferung an Nordwest Deutschen Waldstandorten. Flora
- Runge, M. 1970. Untersunhungen zür Bestimmung der Mineral stickst off Nachlieferung am stanfort. Flora (Jena) Abt
- Runge, M. 1974. Die Stickstoff-Mineralisation in Boden Eines SauerhumusBuchenwaldes Mineralstickstoff-gehalt und Netto-Mineralisation. Oecologia Plant
- Sasha, D. Hafner, ve Peter M. Groffman Soil nitrogen cycling under litter and coarse woody debris in a mixed forest in New York State
- Smolander, A.J. J. Lojonen. K. Suominen. ve V. Kitunen. 2002. Organic Matter Characteristics and C and N Transformations in the Humus Layer Under Two Tree Species, *Betula pendula* and *Picea abies*. Soil Biology and Biochemistry
- Ste-Marie, ve C. D. Houle. 2006. Forest Floor Gross and Net Nitrogen Mineralization in Three Forest Types in Quebec, Canada. Soil Biology and Biochemistry
- Tahmaz, Betül 2011. Artvin-Tütüncüler yöresi farklı yaşlardaki saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde ve bitişiğindeki çayırılık alanlarda azot mineralizasyonu
- Titrek, E. 2004. Uludag Alpin ve Subalpin Kuşağındaki Bozulmuş Alanlarda Gelişen *Verbascum olympicum* Bitki Topluluğunun Toprağında Azot Dönüşümleri Üzerinde Arastırmalar Yüksek Lisans Tezi
- Tripathi, N. ve Singh, R, S, 2009. Influence of Different Land Uses on Soil Nitrogen Transformations After Conversion From an Indian Dry Tropical Forest. Catena

- Uri, V. Lohmus, K. Kund, ve M. Tullus, H. 2008. The effect of land use type on net nitrogen mineralization on abandoned agricultural land: silver birch stand versus grassland. *Forest Ecology and Management*
- Ünver, M.C. 2007. Murat Dağı (Uşak, Kütahya) Alpin ve Subalpin Bölgesinin Bazı Bitki Topluluklarında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırmalar Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bursa
- Vargas, D.N, M.B. Bertiller, J.O. Ares A.L, ve Carrera C.L. Sam. 2006. Soil C and N Dynamics Induced by Leaf-litter Decomposition of Shrubs and Perennial Grasses of the Patagonian Monte. *Soil Biology and Biochemistry*
- Veiko, Uri, Krista Lohmus Merit Kund, Hardi Tullus The effect of land use type on net nitrogen mineralization on abandoned agricultural land: Silver birch stand versus grassland
- Wang, Qingkui, Micai Zhang, ve Silong Wag volume 271-1 May 2012. Pages 91-97 A meta-analysis on the response of microbial biomass, dissolved organic matter, respiration, and N mineralization in mineral soil to fire in forest ecosystem
- Wang, Gangsheng, et al. 2014. Microbial dormancy improves development and experimental validation of ecosystem model *The ISME journal*
- Wang, Xuhui, et al. A two-fold increase of carbon cycle sensitivity to tropical temperature variations
- Weintraub, M, N. ve Schimel, J. P, 2005. Nitrogen Cycling and the Spread of Shrubs Control Changes in the Carbon Balance of Arctic Tundra Ecosystems
- Wittich, W. 1956. *Jahre Ebnath. Forstwiss*
- Wütrich, C. D. Schaub, M. Weber, p. Marxer ve M. Condera. 2002. Soil respiration and soil microbial biomass after fire in a sweet chestnut forest in southern switzerland. *Catena*
- Yakut, E. 2006. Uludağ Kış Sporları Merkezindeki Kayak Pistleri ve Yanındaki Bozulmamış *Abies bornmuelleriana* Orman Topluluğunun Toprağında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırmalar Yüksek Lisans Tezi

Zöttl, H. 1960. a. Metodische Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff
Nachlieferung des Waldbodens Forstwiss Centrabl

Zöttl, H. 1960. b. Dynamik der Stickstoff mineralisation im Organischen
Waldbodenmaterial Beziehung Zwischen Brutommine-ralisation und
Nettomineralisation. Plant and Soil

Zöttl, H. 1960. c. Dynamik der Stickstoff mineralisation im Organischen Waldboden
material. II Einfluss des Stickstoffgehaltes auf die Mineral sticst off
Nachlieferung Plant and Soil

Zöttl, H. 1960. d. Dynamik der Stickstoff mineralisation im Organischen Waldboden
material. PH-Wert und Mineralstickstoff-Nachlieferung. Plant and Soil

URL-1

[http://www.google.com.tr/search?q=belgeci+2012+organik+maddenin+inorganik+fo
rm](http://www.google.com.tr/search?q=belgeci+2012+organik+maddenin+inorganik+form)

URL-2

[http://www.google.com.tr/search?q=belgeci+2012+organik+maddenin+karbon+döngü
üsü](http://www.google.com.tr/search?q=belgeci+2012+organik+maddenin+karbon+döngü)

URL-3

<http://www.google.com.tr/search?q=belgeci+2012+organik+maddenin+azot+döngüsü>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TAŞDEMİR, Dilek
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 31/01/1990-Artvin
Medeni hali : Bekar
e-mail : tasdemirdilek@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	AÇÜ/Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2016
Lisans	AÇÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	2013
Lise	Artvin Lisesi	2007

Yabancı Dil

İngilizce