



**DİKİMLE OLUŞTURULMUŞ KAYIN, KIZILAĞAÇ VE KAYIN-KIZILAĞAÇ
SAHALARINDA TOPRAK AZOT MİNERALİZASYONU VE MİKROBİYAL
SOLUNUM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ**

Kübra COŞKUN

**Yüksek Lisans Tezi
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÜÇÜK**

2018

Artvin

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

**DİKİMLE OLUŞTURULMUŞ KAYIN, KIZILAĞAÇ VE KAYIN-KIZILAĞAÇ
SAHALARINDA TOPRAK AZOT MİNERALİZASYONU VE MİKROBİYAL
SOLUNUM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kübra COŞKUN

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÜÇÜK**

Artvin-2018

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

DİKİMLE OLUŞTURULMUŞ KAYIN, KIZILAĞAÇ VE KAYIN-KIZILAĞAÇ
SAHALARINDA TOPRAK AZOT MİNERALİZASYONU VE MİKROBİYAL
SOLUNUM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Kübra COŞKUN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08.06.2018

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 18.07.2018

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÜÇÜK

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafındantarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2018 tarih vesayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2018

Doç. Dr. Hilal TURGUT
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Artvin ili Arhavi ilçesi Konaklı Köyünde dikimle oluşturulmuş Kayın, Kızılağaç ve Kayın - Kızılağaç sahalardaki mikrobiyal solunum konusunda yapılan bu araştırma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yapılacak olan çalışmanın, konunun belirlenmesinde ve tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr Üyesi Mehmet KÜÇÜK'e teşekkür ederim. Araştırma alanının Tez çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Ahmet DUMAN'a, teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecince her zaman yanımda olan anneme, aileme ve arkadaşım Derya'ya gösterdikleri sabır ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Yaptığımız çalışmanın; gelecekte bilimsel ve teknik açıdan yapılacak diğer çalışmalara yardımcı olmasını umuyorum.

Kübra COŞKUN

Artvin – 2018

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Dikimle Oluşturulmuş Kayın, Kızılağaç Ve Kayın-Kızılağaç Sahalarında Toprak Azot Mineralizasyonu Ve Mikrobiyal Solunum Potansiyelinin Belirlenmesi ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÜÇÜK’ ün sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. .../08/2018

Kübra COŞKUN

İmza

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	II
TEZ BEYANNAMESİ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler.....	1
1.2. Kızılağacın Özellikleri.....	7
1.3. Kayının Özellikleri	8
1.4. Kaynak Araştırması	9
2. MATERYAL VE YÖNTEM	17
2.1. Materyal.....	17
2.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı.....	17
2.1.1.1. Coğrafi Konum	17
2.1.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	19
2.1.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri ve Jeolojik Yapısı	21
2.1.1.4. Araştırma Alanın Bitki Örtüsü Özellikleri.....	21
2.2. Yöntem.....	22
2.2.1. Arazi Yöntemleri	22
2.2.1.1. Örneklilik Alanların Belirlenmesi.....	22
2.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması.....	22
2.2.1.3. Azot Mineralleşmesi İçin Örnekleme Yapılması.....	22
2.2.1.4. Mikrobiyal Solunum Örnekleme.....	23
2.2.2. Laboratuvar Yöntemleri.....	23
2.2.2.1. Örneklerin Analize Hazır Hale Getirilmesi	23
2.2.2.2. Mekanik (Tekstür) Analizi.....	23
2.2.2.3. Toprak Reaksiyonu (pH) Analizi.....	23

2.2.2.4.	Organik Madde Analizi	24
2.2.2.5.	Toplam Azot Analizi	24
2.2.2.6.	Karbon/Azot Oranı	24
2.2.2.7.	Elektriksel İletkenlik.....	24
2.2.2.8.	Toprak Nemi	25
2.2.2.9.	Mineral Azot Tayini.....	25
2.2.2.10.	Mikrobiyal Solunum Analizi	28
2.2.3.	İstatistiksel Yöntemler	30
3.	BULGULAR.....	31
3.1.	Toprak Tekstürü.....	31
3.2.	pH.....	33
3.3.	Organik Madde	33
3.4.	Azot.....	34
3.5.	Karbon Azot Oranı.....	35
3.6.	Elektriksel İletkenlik.....	36
3.7.	Toprak Nemi	37
3.8.	Azot Mineralleşmesi	38
3.9.	Mikrobiyal Solunum	43
4.	TARTIŞMA.....	45
4.1.	Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma.....	45
4.2.	Mineralleşmeye İlişkin Tartışma	47
4.3.	Mikrobiyal Solunuma İlişkin Tartışma.....	48
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
	KAYNAKLAR	52
	ÖZGEÇMİŞ.....	61

ÖZET

DİKİMLE OLUŞTURULMUŞ KAYIN, KIZILAĞAÇ VE KAYIN-KIZILAĞAÇ SAHALARINDA TOPRAK AZOT MİNERALİZASYONU VE MİKROBİYAL SOLUNUM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada rehabilitasyon alanında farklı bitki türlerinin genel toprak özelliklerine, azot mineralleşmesine ve mikrobiyal solunuma etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma Arhavi Orman İşletme Müdürlüğü Merkez Orman İşletme Şefliğinde 213 numaralı bölgede rehabilitasyon sahasında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmayı yürütmek için 3 adet kayın, 3 adet kızılağaç 3 adet kayın+kızılağaç dikim sahaları ile 3 adet dikim yapılmamış sahalardan toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri 0-5 cm, 5-10 cm derinlik kademelerinden alınarak genel toprak analizleri, azot mineralleşmesi ve mikrobiyal solunum analizlerinde kullanılmıştır. Azot mineralleşme çalışması laboratuvar inkübasyonu yöntemine göre yapılmıştır. Toprak örneklerinde mikrobiyal solunum ile azot mineralleşmesi ölçümleri yapılmıştır.

Çalışmadaki örnekleme dikimden 30 aylık olması sebebi ile bitki örtüsü dikim farklılığının toprak özellikleri üzerinde etkisinin olduğunun fakat bu etkinin çoğu toprak özelliğine istatistik bakımdan anlamlı çıkmadığı belirlenmiştir. Aynı zaman kızılağaç dikiminin çalışma alanlarının iyileştirilmesinde önemli katkılarının olduğu ilerde bu katkının dahada belirginleşeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Rehabilitasyon, mikrobiyal solunum, azot mineralizasyonu, labaratuvar inkübasyonu, kızılağaç, Arhavi.

SUMMARY

DETERMINATION OF SOIL NITROGEN MINERALIZATION AND MICROBIAL RESPIRATION POTENTIAL IN BEECH, ALDER AND BEECH- ALDER FIELDS FORMED BY PLANTING

In this study, general soil characteristics, nitrogen mineralization and microbial respiration effects of different plant species in rehabilitation area were investigated. This study was carried out on the rehabilitation site in the district 213 in Arhavi Forest Management Directorate of the Central Forestry Administration.

To carry out the work, 3 beech, 3 alder, 3 beech + alder planting fields and 3 soil samples were taken from the areas that were not planted. Soil samples were taken from 0-5 cm, 5-10 cm depth ranges and used in general soil analyzes, nitrogen mineralization and microbial respiration analyzes. Nitrogen mineralization study was carried out according to laboratory incubation method. Microbial respiration and nitrogen mineralization measurements were made in soil samples.

It was determined that the plant sample planting variability had an effect on the soil characteristics because the study sample was 30 months old from the sowing but this effect did not make most soil characteristics statistically significant. At the same time, it is thought that this contribution will become more evident in the future when the alder planting has important contributions to the improvement of the working areas.

Keywords: Rehabilitation, microbial respiration, nitrogen mineralization, laboratory incubation, red alder, Arhavi

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Hopa meteoroloji istasyon verileri (33 m).....	19
Tablo 2. Araştırma alanının enterpole iklim verileri (950m).....	20
Tablo 3. Ortalama Kum, Kil ve Toz verileri.....	31
Tablo 4. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama pH verileri.....	33
Tablo 5. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama organik madde verileri.....	34
Tablo 6. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama azot verileri.....	35
Tablo 7. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama C/N oranı verileri..	35
Tablo 8. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama Ec verileri	36
Tablo 9. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama toprak nemi verileri	37
Tablo 10. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama anlık azot mineralleşme verileri.....	39
Tablo 11. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net azot mineralleşme verileri.....	41
Tablo 12. 0-10 cm derinlik kademesindeki azot mineralleşme hızı ve nitrifikasyon oranları	43
Tablo 13. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama mikrobiyal solunum verileri	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye’deki yeri.....	18
Şekil 2. Çalışma alanının orman amenajmanı meşcere haritası.....	18
Şekil 3. Walter yöntemine göre Arhavi yöresinin iklim diyagramı.....	20
Şekil 4. Walter yöntemine göre araştırma alanının walter iklim grafiği.....	21
Şekil 5. İnkübe edilmiş toprak numunelerinin tartılması ve çalkalanması.....	27
Şekil 6. İnkübe edilmiş toprak numunelerinin süzdürülme işlemi.....	27
Şekil 7. Mikro destilasyon cihazında toprak örneklerinin destilasyonu.....	27
Şekil 8. Destile edilen örnekler üzerinde titrasyon işlemi.....	28
Şekil 9. Mikrobiyal solunum yapılırken görüntüler.....	30
Şekil 10. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama kum değerleri değişimi.....	32
Şekil 11. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama kil değerleri değişimi.	32
Şekil 12. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama toz değerleri değişimi	32
Şekil 13. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama pH değerleri değişimi	33
Şekil 14. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama organik madde değerleri değişimi.....	34
Şekil 15. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama azot değerleri değişimi.....	35
Şekil 16. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama C/N oranı değişimi	36
Şekil 17. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama Ec değerleri değişimi.	37
Şekil 18. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama Ec değerleri değişimi.	38
Şekil 19. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama anlık NH ₄ değerleri değişimi.....	39
Şekil 20. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama anlık NO ₃ değerleri değişimi.....	40
Şekil 21. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama anlık NH ₄ +NO ₃ değerleri değişimi.....	40
Şekil 22. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net NH ₄ değerleri değişimi.....	42

Şekil 23. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net NO_3 değerleri değişimi.....	42
Şekil 24. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ değerleri değişimi.....	42
Şekil 25. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama mikrobiyal solunum değişimi.....	44



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

N: Azot

C/N : Karbon azot oranı

Kn: Kayın

Kz: Kızılağaç

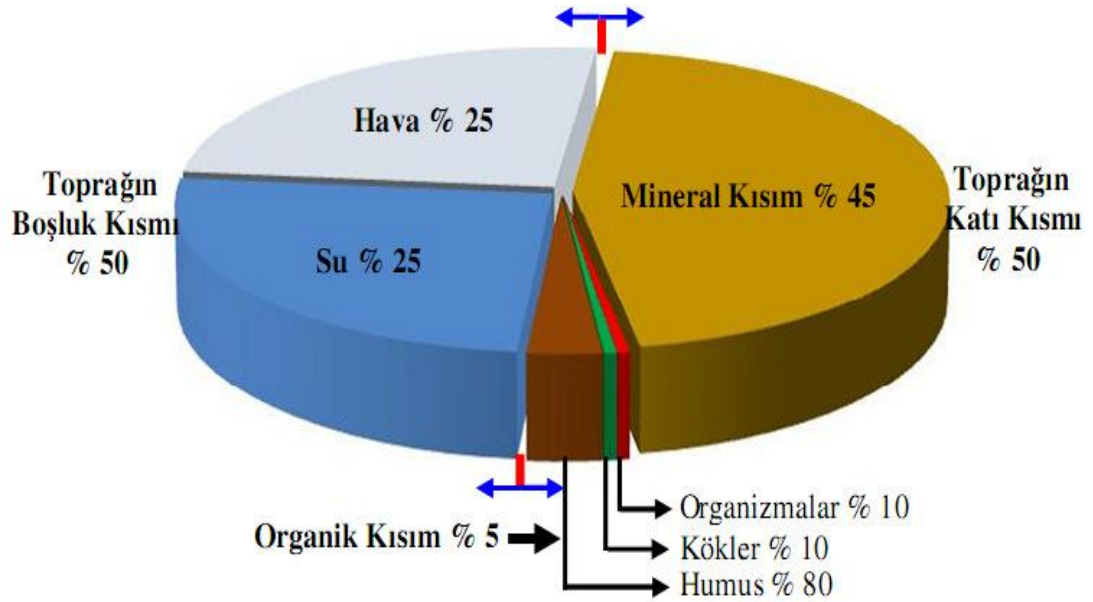
NH₄: Amonyum

NO₃: Nitrat

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Toprak karasal ekosistemlerin işlevlerini yapabilmek için gerekli fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenler arasındaki istikrarı sağlayan, devam ettiren bir popülasyondur. Toprak oluşumu yavaş yavaş ilerlemektedir. Bunun sonucunda 100 ila 400 yıl arasındaki zaman diliminde ancak 1 cm'lik yüzey toprağı oluşabilmektedir. Sayılabilen beş ana faktör yani iklim, zaman, bitki örtüsü, yeryüzü şekli ve anakayanın etkileşimi sonucu toprak oluşumu gerçekleştirmektedir. Toprağın ana elemanlarını; kum, kil ve toz, ayrılmış bitki ve toprak biyotasından meydana gelen etkin ve stabil şekildeki organik maddeler, gazlar (CO₂, O₂, N₂, NO_x, ve CH₄), canlılar (solucan, böcek, bakteri, mantar, alg, nematodlar gibi yaşayan organizmalar) ve su oluşturmaktadır (Jenny, 1980; Lal 1994; Atalay, 2006; Luo ve Zhou, 2006). Toprağı oluşturan elemanlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Toprağı Oluşturan Asıl Unsurlar (Brady, 1990; Pidwirny, 2006).

Toprak oluşum sürecini etkileyen unsurlar olarak; mineralojik bileşimi, minerallerin boyut yapısı, killi kumlu gevşek katı oluşu ve anakayanın trde gösterilebilir. Oluşum sürecindeki farklılıkların bir nedeni de toprak oluşma sürecinde ki etkili olan faktrelerin farklı özellikteki anakayaları etkilemesidir. Bunun sonucunda bazı faktörler diğer faktörlere göre fazla öneme sahiptirler. Mesela, toprak yapan anakaya toprak oluşunun etkenleri arasında önemli bir yere sahiptir. Yalnız toprak gelişiminde olan aktifliği göz önüne alınırsa anakaya bölgesel olarak farklılıklar göstermektedir. Özellikle soğuk ve nemli iklimin etkisi altındaki bölgeler ile sıcak ve nemli iklim etkisi altında olan bölgelerde, toprak gelişimi göz önünde bulundurulursa iklime göre anakayanın cinsi daha az etkili olmaktadır. Yani şöyle söylemek gerekirse, farklı iklimlerden benzer anakayadan farklı toprak tipleri oluşabilir. İklimin güçlü bir şekilde etki ettiği yerlerde de farklı anakayalardan meydana gelimiş toprak tiplerinde benzerlik veya genetik ilerlemeler gözlemlenmiştir (Kantarıcı, 2000; Atalay, 2006).

Toprak oluşumu süreci tamamlandıktan sonra, toprak içinde veya üzerinde yaşayan bir çok canlı için besin maddesi gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bitki besin maddesi oluşum süreci fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma şeklinde sınıflandırılır. Organik maddenin parçalanması bitki besin maddesi olarak azotun alınabilirliği kimyasal ve biyolojik ayrışma süreçleri içine girmektedir. Yine mikroorganizma faaliyetleri sonucunda meydana gelen solunum ile birlikte CO₂ açığa çıkması biyolojik ayrışma süreci içinde yer almaktadır.

Topraktan azot alınabilirliği toprağın niteliğinin önemli bir ayıracıdır. ‘Azot mineralleşmesi’, toprak organik maddesinden inorganik azotun serbest bırakılmasıdır. Bu süreç toprağın organik maddesinin niteliği, mikrobiyal biyomas, mikrobiyal etkinlik, toprak sıcaklığı ve nemi gibi birçok süreç tarafından gözden geçirilmektedir. Topraktaki azot mineralleşmesinin oranı laboratuvarıda ya da azot alınımında sonuç getiren bitkiler kullanılarak yapılabilir (Knoepp ve ark., 2000).

Organik maddenin mineralleşmesi sonucunda azot bitkiler aracılığıyla kullanılabilir duruma gelir. Fakat mineralleşme sonucunda oluşan mineral azotun tümü bitkiler tarafından kullanılamaz. Zira meydana gelen mineral azotun bir kısmı mineralleşme

sürecinde etken olan mikroorganizmaların kendi gereksinimleri için kullanılır. Dolayısıyla mikrobiyal çalışmalar için kullanılan mineral azotun dışında kalan mineral azot bitkiler için esas azot kaynağını oluşturur. Bu nedenle toplam mineral azot üretimi için 'Brüt Mineralizasyon', mikrobiyal ihtiyaçlar dışında kalan üretim için 'Net Mineralizasyon' kavramları önerilmektedir (Zöttl, 1958; Runge, 1983).

Toprakta organik maddenin mineralleşmesi çeşitli faktörlerin etkisi altında gerçekleşir. Toprak faktörleri ve ayrıştırıcıların aktivitesi mineralleşme oranlarını kontrol eden temel faktörlerdir (Robertson ve Paul, 2000). Toprak pH'sı, toprağın nem içeriği ve su tutma kapasitesi, ölü materyalin C/N oranı toprakta azot mineralleşmesini etkileyen toprak özelliklerindedir (Runge, 1974, 1983; Köhler, 1995). Mineral Azot oluşumunu çevresel etmenler, bitki türleri, toprak yapısında bulunan hayvan ve diğer mikroskobik canlılar da etkilemektedir.

Toprak pH'sı toprak mikroorganizmalarının faaliyetlerini ve miktarını (Blagodatskaya ve Anderson, 1998), buna bağlı olarak da net azot mineralleşmesini dengelemektedir (Zeller ve ark., 2000). Nitekim Curtin ve ark. (1998), azot mineralleşmesinin asidik toprakların pH'sı arttırıldığında belirgin olarak arttığını göstermişlerdir. Toprak pH'sı organik maddenin parçalanmasını sağlayan mikroorganizmaların etkenliğini belirleyerek azot mineralleşmesinde etkili olmaktadır. Genel olarak hafif asit ve hafif alkali (pH 6,0-8,0) topraklarda nitrat oluşurken, artan asiditeye bağlı olarak amonyum artışı görülür (Zöttl, 1960; Runge, 1974).

Runge (1983), ekstrem olan asidik topraklarda nitrat oluşumundan sorumlu olan organizma ve süreçler için 3 olasılık önermektedir:

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

Buna karşın, azotun alınabilirlik düzeyleri de bitki topluluğunun yapısını etkileyebilmektedir (Aerts ve de Caluwe, 1994; Inouye ve Tilman, 1995; Mamolos ve ark., 1995). Dolayısıyla azotun alınabilirliği ile bitki topluluğu arasındaki karşılıklı etkiler bitki topluluklarının kararlılığını sağlayıcı pozitif geri beslemeye yol açmaktadır (Pastor ve ark., 1987; Aerts ve Berendse, 1989; Wedin ve Tilman, 1990).

Toprakta biyokimyasal süreçle meydana gelen mineralleşme üzerinde bitki türlerinin etkisi bulunmaktadır (Hobbie, 1992). Bitki türleri, azot dönüşümleri üzerinde döküntü kalitesi ve miktarını belirleyerek topraktaki mikrobiyal aktiviteyi dolaylı yoldan etkilemektedir (Hobbie, 1995). Bitki türlerinin döküntü kalitesi üzerindeki yaptığı etkiden dolayı azot mineralleşmesiyle bağlantılı olan toprak organik maddesinin kompozisyonunda değişimlere yol açmaktadır (Hassink, 1994). Genel olarak, besince fakir ortamlarda gelişen bitki türlerinin döküntüsü daha düşük azot konsantrasyonuna ve parçalanmaya dayanıklı kimyasal bileşiklerin daha yüksek konsantrasyonuna sahip olduğundan, besince zengin ortamlardaki bitki türlerinin döküntüsüne oranla parçalanmaya daha dirençli olmaktadır (Berendse, 1990; Wedin ve Tilman, 1990).

Bitki örtüsü toprak yüzeyinde belirli bir aşamaya gelene kadar kendine özgü bir mikro-klima oluşturmaktadır. Bitki örtüsü topraktaki oluşum ve gelişim sonucu olarak orman ve otlak alanlarında topraklarda farklılıklara sebebiyet vermektedir. Bu sebeple ormanın gelişmesine yardımcı topraklarla otlakların bulunduğu topraklar birbirlerinden ayrı ayrı özellikleri ile ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle otlak ve orman toplumundaki belirli özellikleriyle benzer iklim etkisi ve anakayadan elde edilmiş toprakların farkları bulunmaktadır. Hatta ağaç ile çalı tiplerinin varyasyonu toprak nitelikleri bakımından doğal ve klimaks bitki toplumu özyapısında ki ormanlardan ise önemli bir etkiye sebebiyet vermektedir. Farklı topoğrafya üzerinde gelişme gösteren topraklar değişik özellikleri ile ortaya çıkar. Bunun sebebi ise arazi şeklinin topraktaki çoğu özellikte değişikliğe sebep olmasıdır. O değişiklikler ise eğim ve bakı, suyun hareketi ve rejimi, toprağın yıkanması, toprak derinliği, toprak rengi, materyal taşınımı ve tipi, toprak reaksiyonu ve toprak sıcaklığı olarak gözlenmektedir (Kantarıcı, 2000; Coyne ve Thompson, 2006; Atalay, 2006). Mikrobiyal biyokütle, biyokütlenin yapısı, ekosistemde görülen besin döngüsü ve

toprak enzim aktivitesi gibi benzeri olayları etkileyen sebep olarak bitki türleri görülmüştür (Dornbush, 2007).

Fakat bitki türleri ve etkileri bakımından yapılan bu çalışmalar ve sonuçları göz önüne alındığında yeterli olmadığı ve anlaşılmadığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, mikroorganizmalar ve bitki örtüsünün etkileşimleri neticesine bakacak olursak toprak içerisinde önceden çözümlendiğimiz olaylar görülmektedir. Örneğin, toprağın sıcaklığı, pH'sı, nemi, toprak üzerinde olan ölü örtü miktarı, bitki besin alınabilirliği bitki ile bitki içinde bulunduğu ortamlara göre değişiklik göstermekte ve etki yapmaktadır. Yapılan çalışmalara bakarsakta sonuç olarak oluşan değişikliklerden mikrobiyal biyokütle varlığı olarak etkilenmektedir (Paul ve Clark, 1996).

Toprakta organik maddenin parçalanarak mineralleşmesi bitkilerin azot beslenmesini şekillendirerek ekosistemin verimliliği ve sürekliliğini belirler (Runge, 1983). Toprakta mikroorganizmaların sayısında ve çeşitliliğinde oluşabilecek azalmalar besin döngüsünde azalmasına sebebiyet verebilecektir. Bu da gösteriyorki toprak organiklerinin ayrışmasında ki önemli etken mikroorganizmalardır (Giller ve ark., 1998). Toprakta organik maddenin parçalanması humifikasyon, amonifikasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon olmak üzere dört aşamada gerçekleşir (Atlas ve Bartha, 1987; Plaster, 1992). Organik madde parçalanmasının ilk aşaması olan humifikasyon aşamasında oluşan humusun yapısında bulunan organik bağlı azot amonifikasyon ve nitrifikasyon aşamaları sonucunda amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve nitrate ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) dönüşür. Bitkiler tarafından kullanılabilen inorganik azot formlarını oluşturması nedeniyle bu aşamalar toprakta azot mineralleşmesi sürecini meydana getirirler.

Mikrobiyal biyokütlenin tahriri ve sayısı göz önüne alınırsa toprakta ki fiziki ve kimyevi niteliklerde ki değişikliklere karşı hassastır. Yani şöyle de diyebiliriz toprak tekstürü, sıcaklık, arazi kullanma şekli, toprak nemi, pH ve organik maddenin niteliğine göre mikrobiyal biyokütle ölçüsünde farklılık görülmektedir. C ve N ölçüsünün farklı orman yörelerinden etkilenecek hatta orman rantabilitesinin artmasıyla toprak mikrobiyal biyokütlenin de oransal artış gösterdiği gözlemlenmiştir (Sparling, 1997; Bauhus ve ark, 1998; Kara ve Bolat, 2008). Araştırmacılar tarafından gözlemlendiği üzere toprak rantabilitesi ve mikrobiyal topluluğun

üzerinde ağaç tiplerinin de tesiri olduğu gözlemlenmiştir (Dickinson ve Pugh, 1974; Swift ve ark, 1979). Bu yüzden, toprak mikrobiyal biyokütle C'u, öncelikle mikrobiyal C/organik C yüzdesi, orman topraklarının C içeriği üzerinde mikroorganizmaların fonksiyonlarını yansıtmaktadır (Insam ve Domsch, 1988; Kara ve ark, 2008).

Mevsimsel değişiklikler toprak sıcaklığı, kök etkinliği, toprak nemi, kök dolayında toplanan ve bitkilerden bırakılan ölü örtü ayrışması neticesinde toprağa karışan organik madde ölçüsü mevsimsel değişikliklerden etkilemekte ve böylelikle toprak içinde dalgalanmalara sebebiyet vermektedir (Kramer ve Green, 2000). Oluşan varyasyonlar belirli değişikliklere sebep olmaktadır. Bunlar; toprak tipini, arazideki bitki örtüsünün çeşidini ve ölçüsünü, araziden yararlanma ve idaresi gibi etmenlerde değişiklikler gözlemlenmiştir (Chen ve ark, 2003).

Toprak içerisindeki biyolojik çalışmalar derinliği birkaç cm'den 30 cm'ye kadar değişiklik gösteren üst toprakta yoğunlaşmıştır. Üst topraktaki canlılar bütün toprak hacminin % 5 gibi çok küçük bir parçasını oluşturur ve toplam organik maddenin de % 10'undan daha düşük bir parçasını oluşturarak meydana getirmektedirler. Toprağın canlı kesimi büyük bir ekseriyetle toprak mikroorganizmalarından meydana gelmiştir. Mikroorganizmalar toprağın çok küçük bir kısmını oluşturmasına rağmen azot, fosfor ve kükürt döngüleri ile organik artıkların ayrıştırılması işlemlerini gerçekleştiren en önemli canlı grubudur. Topraktaki mikroorganizma faaliyetleri toprak özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bundan dolayı, mikroorganizmalar yerkürenin karbon ve bitki besin elementi döngüsünü sağlayan en önemli grubudur (Pankhurst ve ark, 1997).

Mikrobiyal solunum küresel karbon döngüsünde önemli bir evredir. Mikrobiyal solunumunun toprak sıcaklığına ve toprak nem içeriğine yanıt verme işlevlerinin tam bilinmesi toprak karbon döngüsünün güvenilebilen tahminleri için önemlidir (Bauer ve ark, 2011)

Organik bileşiklerin biyolojik ayrışmasıyla ilgili olan mikro floranın topraktaki etkinliğini mikrobiyal solunum arttırmaktadır. (Brohon ve ark, 2001, Jiang ve ark, 2009).

Ayrıştırıcı olan mikroorganizmalar ekosistem ilerlemesi gibi besin döngüsünü, bitki üretkenliğini, organik madde ayrışmasını ayrıştırırlar (Pandey ve Singh, 2004, Devare ve ark, 2007, Eisenhauer ve ark, 2009).

Karasal ekosistemlerdeki CO₂ akışının asıl süreci olan organik maddesinn mikrobiyal ayrıştırılması iklim varyasyonuna geri besleme olarak sebep olmaktadır. Geri beslemenin büyüklüğü karbon örneklerinin ve ikliminin atmosferdeki sıcaklık artışının topraktaki CO₂'nin serbest kalacağına bilinmesine rağmen belirsizdir. Mikroorganizmaların sıcaklık üzerinde gösterdiği duyarlılıkta organik maddenin ayrışmasında belirlilikten olmaktadır (Suseela ve ark, 2012).

Mikrobiyolojik etkinliğin vaziyetini bilmek önemlidir. Çünkü mobilizasyon, çözünme, mineralizasyon ve besin varlığı toprağın mikrobiyolojik etkinliği için esastır (Borie ve ark., 1999, Johnson ve ark., 2003, Canizales-Paredes ve ark, 2012).

Mikrobiyal etkinlik kuvvetli şekillerde topraklara ve topraktaki organik madde popülasyonuna bağlıdır. Bundan sebebi olarak organik karbon dinamiklerinde kilit nokta toprak taneciklerindeki mikroorganizmaların gruplaşmasıdır. Bunun sebebi ayrışma da organik maddeye erişim için önşarttır bu da mikrobiyal etkinliği teşvik eden şey kısmen ayrılmış organik materyalin varlığıdır (Lagomarsino ve ark, 2012).

Bu çalışmanın amacı, Artvin ili Arhavi bölgesindeki dikimle oluşturulmuş kayın, kızılğaç ve kayın-kızılğaç sahalarında mikrobiyal solunum ve azot mineralleşme potansiyelini arazi koşullarında belirlemektir.

1.2. Kızılğacın Özellikleri

Kızılğaç genellikle sahilde dere içlerinde, yükseltisi 1800m olan yerlerde ve nemli-serin yamaçlarda büyümektedir. Kızılğacın dere kenarı, bataklık, durgun su olan yörelerde, yamaçayaklarında, derelerde rutubet olan yerlerde yetişir ve bunun büyük sebebi de nem arzusunun yüksek olmasıdır (Yaltırık 1993). Bu alanlarda yüksek bir üreme potansiyeline ve mekanik hasarlara karşı belirgin bir toleransa sahiptir (Müller 1998).

Kızılağaç türünün kumlu topraklarda büyüme yapması için taşkın yerlerinde millenme ve gübrelemeye gerek olmaktadır; fakat yeterli neme sahip balçık topraklar üstünde doğal olarak yetişmektedir (Ürgenç 1986).

Kızılağacın oksijen dayanıklılığı yüksek olarak bilindiği kökleri yüzünden ıslak, bataklık ve drenajı güç sahalarda yetişebilir, kıyı ve yakın çevrelerinde uygun yetişebilir. Kızılağaç drenajı ve tutabilirliği yüksek olduğundan dolayı sahillerdeki dolgu araziler için önerilir ve stabilize edilmesinde önemli oranda kullanılır (Ürgenç 1992).

Kızılağaç yapraklarını dökerek topraktaki organik maddeyi zenginleştirir. Köklerinde ki drenaj sayesinde hava azotunu bağlayıcı yumruların bulunması sebebiyle nemli fakir kumlu yetişme ortamlarında öncü ağaç olarak kullanılabilir (Yalıtık 1993). Optimal ilerlemelerini nemli, taze ve organik madde bakımından zengin balçık topraklarında öne çıkarıp göstermektedirler. Açık alanlarda tutabildiği alanlarda kullanılma sebebi de aynıdır, yani ham topraklarda iyi tutunur ve hızlı büyürler (Yılmaz 1996). Heyelan veya aşınımına uğramış topraklar üzerinde öncü ağaç olarak yerleşmekte, kolay ve hızlı gelişerek bu sahaların iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. İklim kriterleri bakımından su açığının bulunmadığı, yoğun sis oluşumunun bitkilerin su ihtiyacını karşılayacak düzeyde olduğu alanlarda varlığını göstermektedir (Akyüz 1998).

1.3. Kayının Özellikleri

Balkanlar'dan başlayarak Türkiye, Kafkasya ve kuzey İran üzerinden Kırım'a kadar yayılış gösteren doğu kayını, Türkiye'de yoğun olarak Karadeniz, Marmara ve az miktarda Karadeniz ardı, Ege ve Doğu Akdeniz'de bulunur (Atay, 1990; Yalıtık, 1998). Doğu Kayını 30-40 m ye kadar boyu olan, 1 m'nin üstünde çap yapabilen düzgün gövdeli I. sınıf odun üretebilen bir ağaç türümüzdür (Anonim, 1985). Işık istekleri bakımından ışık isteği çok olmayan bir ağaç türü olan kayın, gölgeli bakılarda yayılış gösterir (Anonim, 1985; Atay, 1987; Atay, 1990). Verimli yetişme ortamlarında yaklaşık 25-30 yıl gölgeye dayanıklılık gösterebilen (Atay, 1987) kayın genelde % 60'a kadar eğime sahip yamaçlarda verimli, geçirgenliği ve havalanma kapasitesi iyi, orta- ve derin topraklarda (30-100 cm) iyi gelişme gösteren bir ağaç

türüdür (Atay, 1987; Atalay, 1992). Kayın ormanları yaklaşık 1.7 milyon hektar alanda yayılış göstermekte olup Türkiye orman alanlarının % 8 ini oluşturmakta ve ağaç türleri arasında da 4. yayılış alanına sahiptir. Türkiye’de her yıl yaklaşık 70 bin ha kayın ormanı gençleştirilmekte ve bu yapılan gençleştirme çalışmaları sırasında 2.2 milyon m³ eta alınmaktadır. Bu yüzden kayın ormanlarından elde edilip üretilen odun miktarı Türkiye’deki tüm ağaç türlerinden elde edilen odun miktarının beşte biri gibi çok önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2006). Yarı doğal olarak belirtilen kayın ormanlarının üst tabakasında çoğunlukla ekonomik idare süresi dolmuş yaşlı kayın ağaçları, alt tabakada ise tamamen orman gülü bulunmaktadır. Türkiye’deki kayın ormanlarında gençliğin alana gelmesini ve büyüme şansını yükseltmek için doğal gençleştirme sırasında alanın hazırlanması amacıyla diri-örtü temizliği yapılmakta ve ileriki yıllarda ise sınırlı olarak sıklık bakımı yapılmaktadır. Bu bakımdan Grigal’ın tanımına göre Türkiye’deki kayın ormanlarında emek-yoğun ve emek-az arası bir işletmecilik uygulanmaktadır.

Kayın ormanlarının yer aldığı alanlarda toprak reaksiyonu 5-5,5 dolayındadır. Bu ise toprakların şiddetli asit reaksiyonu gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Kayın mineral besin madde içeriği bakımından isteği orta derecede olan ağaçlar arasındadır. Granit anataşı üzerinde bulunun topraklarda daha iyi yetiştirilebildiği görülmektedir.. Toprakta yeterli su bulunması halinde mineral besin maddeleri miktarı önemli bir sorun yaratmayacaktır. Çünkü, bitkilerin topraktan aldıkları mineral besin maddeleri yaprak ve diğer organik atıklar içinde tekrar toprağa dönmektedir (Anonim, 1985).

1.4. Kaynak Araştırması

Türkiyede rehabilitasyon alanlarında azot mineralleşmesi üzerine çalışmalar pek yapılmamıştır. Fakat toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine ağaçlandırma çalışmalarının etkisinin araştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Yine mineralleşme ile ilgili ülkemizde özellikle bitki örtüsü farklılığı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yine yurt dışında rehabilitasyon çalışmalarının ve diğer ormancılık faaliyetlerinin azot mineralleşmesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çok çalışma yapılmıştır. Ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda sıralanmıştır

Kızılağaç, silvikültür ve odun endüstrisindeki çok yönlü kullanımı nedeniyle orman ağacı türleri arasında önemli yer kaplamaktadır. Kullanıldığı alanda hızlı adapte olabilen ve alanı iyileştirebilen bir türdür. Aynı zamanda kök nodüllerinde bulunan simbiyotik aktinomisetler (*Frankia alni*) sayesinde toprakta azotu tutar ve toprağı besin maddesine zenginleştirirler (Kajba ve Gračan, 2003).

Bakteri havadaki azotu alıp bitkinin kullanabileceği forma dönüştürür. Aynı zamanda bu bakteri, ağaçla birlikte ortak olarak kendi yaşamsal faaliyetini de sürdürür. Kızılağacın bu bakteriler sayesinde toprağı verimli hale getirmesi özelliğı nedeniyle özellikle rehabilitasyon çalışmalarında tercih edilmektedir. Kızılağaç türleri su kenarlarında fazla görülür, aynı zamanda su besin durumunu kontrol etmede, taşkın ve selleri engellemede önemli bir destek görevi görür (Schwencke ve Caru, 2001).

Kızılağacın temel avantajı frankian bakterisi sayesinde azot fiksasyonu yapmasıdır (Benson, 1982). Kızılağaç, birlikte yetiştirildiğı karışık meşcerelerinde, geniş bir şekilde toprak verimliliğinin ve toprak üstü biyoması artırmıştır (Binkley ve ark, 1992, Hart ve ark, 1997, Rothe ve ark, 2002, Binkley, 2003).

Azot bağlama özelliğı olmayan bitkilerin azot bağlayan bitkilerle birlikte dikimlerinin yapılması halinde azot bağlama özelliğı olmayan bitkilerin büyümelerinde artışların meydana geldiğı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Pseudotsuga menziesii (Mirb. Franco.)'nin %59 oranında *Alnus rubra* (Bong.) içeren plantasyonunda saf *Pseudotsuga menziesii* plantasyonuna göre daha iyi gelişim gösterdiği belirlenirken (Tarrant, 1961; Miller ve Murray 1978), benzer şekilde, %50 oranında *Alnus rubra* içeren 2 yaşındaki *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray) plantasyonunda saf *Populus trichocarpa* plantasyonuna göre daha iyi gelişim gösterdiği ortaya konmuştur (DeBell ve Radwan 1979). Karışık plantasyonun saf plantasyona göre toplam ürün miktarı bakımından %50 daha fazla ürün verdiği belirtilmektedir. Bazı yapraklı ve ibreli türlerde boy büyümesinde %4 ten %50 ye kadar gelişim sağlayabilmek için plantasyonlarına %50 oranında *Alnus glutinosa* (L.)'nin bulunması gerektiğı ifade edilmektedir (Dale, 1963; Plass 1977). Özellikle kavak plantasyonlarında meşcere altına kızılağacın tesis edilmesinin kavaklarda hem boy hem de çap gelişimini artırdığı vurgulanmaktadır (Van der Maiden, 1961).

Kızılağacın bulunduğu plantasyonlarda büyümelerde söz konusu artışların kızılağacın azot bağlama özelliğinden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Nitekim Dawson ve Hansen (1983) tarafından yapılan çalışmada kavak ve kızılağaç köklerinin temas ettiği noktalarda tespit edilen azot konsantrasyonu fazlalığı ve kavaklarda görülen büyüme artışları, kızılağaçlara göre hızlı büyüyen kavakların kızılağaçları rekabet stresine sokarak daha fazla azot bağlamalarına neden olmalarına dayandırılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, sıkışmış topraklarda kızılağaç dikimi yapılmış ve bu alanlarda yapılan araştırma sonucunda hacim ağırlığı, havalanma durumu, pH, organik madde, toplam azot, % karbon ve karbon azot oranı gibi özellikler incelenmiştir. Hacim ağırlığının dikim yapılan alanlarda daha düşük seviyede yine havalanmanın daha iyi seviyelere ulaştığı belirtilmiştir. Yine pH, karbon, azot gibi kimyasal özellikleri de dikimle oluşturulan sahalarda daha yüksek bulmuşlardır. Buna göre kızılağacın toprakların iyileştirilmesinde kullanılması gereken türlerden olduğunu belirtilmiştir (Meyer ve ark.2014)

Aynı şekilde Sharma ve ark. (1985), yapmış oldukları çalışmada, kızılağaç dikimi yapılan alanlarda bazı toprak özelliklerini belirlemişler. Çalışma sonucunda, meşcere yaşı ile organik madde, yarayışlı fosfor, pH ve toplam azot içeriğinin arttığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre kızılağaç ile oluşturulan topraklarda, zamanla toprak verimliliğinin ve toprak kalitesinin arttığını ifade etmişlerdir.

Bir başka çalışmada Sitka kızılağacı ve sarıçam meşcerelerinden bir karışım oluşturulmuştur. Bu çalışma sonucunda özellikle ölü örtü özelliklerinde ciddi farklılıklar ortaya çıkmıştır. Azot, fosfor, kükürt, kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi besin maddeleri kızılağaç yapraklarında, çam ibrelerine göre 3-10 kat arasında daha fazla çıkmıştır. Bu sonuç kızılağaçla birlikte yetiştirilmesi ile sarıçamlarda daha iyi beslendiğinin göstermiştir (Sanborn ve ark.1997).

Wood ve arkadaşları (1992) bitki kommünitesinin yapısındaki değişikliklerin toprak besin konsantrasyonları ve varlığını değiştirebileceğini göstermek amacıyla otsu bitki-sert odunlu bitki-çam ağacı, otsu bitki-çam ağacı, sert odunlu bitki-çam ağacı ve sadece çam ağacından oluşan 4 bitki kommünitesinin 7 yıllık büyüme ve gelişme evresinden sonra yüzey topraklarının (0-5, 5-10, 10-20 cm) N ve C

konsantrasyonlarını ve potansiyel mineralizasyonunu incelemiş olup 7 yıl sonunda toprak organik azotunun bitki komüniteleri arasında değişiklik gösterdiğini bulmuşlardır. Toprak organik azotu çam komünitesinde otsu bitki içeren komünitelere göre daha düşüktür. Laboratuvar inkübasyonlarında, solunum ve N mineralizasyonunun çam komünitesi topraklarında otsu bitki-sert odunlu bitki-çam ağacı ve otsu bitki-çam komünitelerine göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Orman örtüsünün C/N oranı ve N mineralizasyonunun bir göstergesi olarak substrat kalitesinin diğer komünitelerle kıyaslandığında çam komünitesinde daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Güleryüz ve Gökçeoğlu (1994) tarafından yapılan çalışmada *Festuca* sert yastıkçık, *Juniperus* bodur çalı ve *Nardus* nemli çayır topluluklarının toprağında azot mineralleşmesi arazi inkübasyonu yöntemi ile bir yıl boyunca araştırılmıştır. Senelik olarak verimin mineral azotta topluluklarca farklı olduğu; en yüksek verim *Festuca* (25,61 kg/ha) topluluğunun en düşük verim ise *Nardus* (12,91 kg/ha) topluluğunun toprağında tespit edilmiştir. *Nardus* topluluğundaki düşük mineralleşmenin ise bu topluluktaki aşırı miktardaki toprak neminden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

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

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

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.

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

Toprakta mikrobiyal solunum ile ilgili çalışmalar ülkemizde fazlaca yer almamaktadır. Mikrobiyal solunum hakkında yapılan literatür araştırmaları aşağı da özetlenerek belirtilmiştir.

Bolat (2011) tarafından araştırılmış olan “Kayın, Gök nar ve Gök nar-Kayın Meşcerelerinde Üst Toprak ve Ölü Örtüdeki Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}), Azot (N_{mic}), Fosfor (P_{mic}) ve Mikrobiyal Solunumun Mevsimsel Değişimi” adlı doktora tezinde mikrobiyal solunumunda incelemiş ve mevsimlere göre mikrobiyal solunumunda belirli değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur.

Akburak (2013) tarafından yapılan araştırmalarda “Meşe ve Gürgen Meşcerelerinde Aralamanın Toprak Solunumu ve Mikrobiyal Solunum Üzerine Etkileri” adlı doktora tezinde topraktaki mikrobiyal solunumu incelemiştir. İki yıl olarak yapılan çalışmada bütün yıllar göz önüne alınarak hem meşe hem de gürgen aralama alanlarında kontrol alanlarına nazaran topraktaki mikrobiyal solunumun daha yüksek olmasına rağmen anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur.

Küçük (2013) tarafından yapılan araştırmalarında “Farklı Eğim ve Bakı Gruplarında Bulunan Meşe Meşcerelerinde ve Mera Alanlarında Azot Mineralizasyonu ve Toprak Solunumunun Belirlenmesi” isimli doktora tezinde eğim, bakı ve bitki örtüsü farklılığı toprak özellikleri, solunum ve mineralizasyon üzerinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle azot mineralleşmesinde nem ve pH varyasyonu belirleyici etkiye sahip olduğu da belirtilmiştir.

Kayıkçıoğlu ve Okur (2013) tarafından yapılan çalışmada Ekim, Ocak, Nisan ve Temmuz aylarında alınan toprak örneklerinde; toprak solunumu, mikrobiyal biyokütle-C, N ve P’ u, mineralize azot formları ve alınabilir fosfor miktarları saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; en yüksek mikrobiyal biyokütle çayır mera arazisinden alınan toprak örneklerinde, en düşük mikrobiyal biyokütlenin ise buğday ekili araziden alınan toprak örneklerinde olduğu mevsimsel olarak bakıldığında en

yüksek mikrobiyal biyokütlenin Nisan ayına ait topraklarda en düşük ise Ocak ayına ait topraklarda olduğu tespit edilmiştir.

2016 yılında yapılan bir çalışmada, belediye katı atık uygulamasının killi ve kumlu topraklarda mikrobiyal solunumun artımına sebep olduğu ve killi topraklardan daha yüksek artım meydana getirdiği neticesi ortaya çıkmıştır (Yazdanpanah ve ark, 2016).

Chao Ju ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir çalışmada miklobütanil oranı (04 mg kg^{-1} , 1.2 mg kg^{-1} ve 4 mg kg^{-1}) farklı 3 çeşit toprakta mikrobiyal solunum incelenmiştir. Çalışma sonucunda 04 mg kg^{-1} , 1.2 mg kg^{-1} oranının topraktaki mikrobiyal solunum üzerinde kısa dönemde etkili olduğu, uzun dönemde ise etkili olmadığı tespit edilmiştir. Buna karşın 4 mg kg^{-1} oranının ise kısa ve uzun dönemde etkili olduğu ortaya konulmuştur (Ju ve ark, 2016).

Cook ve Orchard, (2008) yapmış oldukları çalışmada mikrobiyal solunum ile toprak neminin ters orantılı ve toprak solunumu ile doğru orantılı olduğunu belirlemişlerdir.

Suseela ve arkadaşları (2012) Amerika Birleşik Devletleri Boston'daki iklim deneylerinde mikrobiyal solunumun sıcaklık duyarlılığı ve oranını ısınma ve değişen yağışla nasıl etkileyeceğini araştırmıştır. Yapılan bu araştırma sonucunda da; mikrobiyal solunumunun hem yıllık olarak hem de vejetasyon denemi süresince kuraklıkla azalmış olduğunu ve sıcaklık artışının sadece ilkbaharın başında mikrobiyal solunumu yükselttiğini açıklamışlardır. Mikrobiyal solunumun yaz süresince en yüksek olduğu, toprak nemine hassasiyeti ve eşik değerler bulunmuştur. Mikrobiyal solunumun toprak nemi % 15 altına düştüğünde ya da % 26 üzerine çıktığı zaman hızlı bir şekilde azalmış olduğu ortaya konulmuştur.

Mariani ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir araştırmada ise toprak mikrobiyal solunum, C, N, C/N, Cmic ve Nmic parametrelerinin birbirleriyle pozitif bağları olduğunu fakat C/N ve N arasındaki bağın negatif olduğunu ortaya koymuşlardır.

Zimmermann ve Frey (2002) ladin ormanlarında yaptığı odun külü uygulaması ile toprağın mineral kısmındaki mikrobiyal solunumun değişimini izlemişler ve

uygulamayla birlikte pH artışına paralel olarak solunum oranının da arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca bu artışın uygulamadan sonraki ilk günlerde toplam azot ve organik karbondaki azalmayı takiben muhtemel olarak mineralizasyondaki artışla ilişkili olabileceği konusu üzerinde durmuşlardır.

CanizalesParedes ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan araştırmada 10 cm toprak derinliğinde yaklaşık 1/50 nispetinde mikrobiyal solunumun azalmış olduğunu ortaya konulmuştur.

Ananyeva ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan bir araştırmada Avrupa Rusya'sında farklı ana toprak tiplerinde (gleyic Cryosols, umbric Albeluvisols, albic Luvisols, luvic Chernozems ve Kastanozems) mikrobiyal solunumu incelemiş ve toprakların 0-5 cm derinliğinde mikrobiyal solunumun toprak organik karbonu ve azot içeriği ile bağlantılı olduğu ortaya konulmuştur.

Fernandes ve arkadaşları (2005) yaptıkları araştırmada solunum değerlerinin ilk 10 cm'de 10-20 cm toprak derinliğindekinden daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Jiang ve arkadaşları (2009) tarafından değişik zamanlarda terkedilmiş alanlarda yapılan araştırmada alanlar arasında toprak mikrobiyal solunumunun önemli olarak değiştiğini ve en düşük değeri iki yıl önce terkedilmiş alanın üst toprağında ve en yüksek değeri doğal mera alanlarının üst toprağında olduğunu belirlemişlerdir.

Zornoza ve arkadaşları (2007) tarafından yapılan bir araştırmada mikrobiyal solunumun indirgenmemiş orman ve mera alanlarında indirgenmiş mera ve orman alanlarından daha yüksek değere sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Chen ve arkadaşları tarafından 2003 yılında yapılan araştırmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra Arnold.* ve *Pinus ponderosa Dougl.*) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris L.*) ait üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal solunum miktarı belirlenmiştir. Karışık çam ormanına ait toprakların bazal solunumu 0,17-0,65 (ortalama 0,43) $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değiştiği tespit edilmiştir. Mera alanına ait toprakların bazal solunum değerleri ise 0,11-0,84 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişiklik göstermektedir. Bazal solunum, her iki

alanda da zaman ile artış göstererek ilkbahar mevsiminin sonunda en yüksek noktaya ulaşmış daha sonra bir azalışa geçerek sonbahar ve kış mevsiminde en düşük seviyeye inmiştir.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

2.1.1.1. Coğrafi Konum

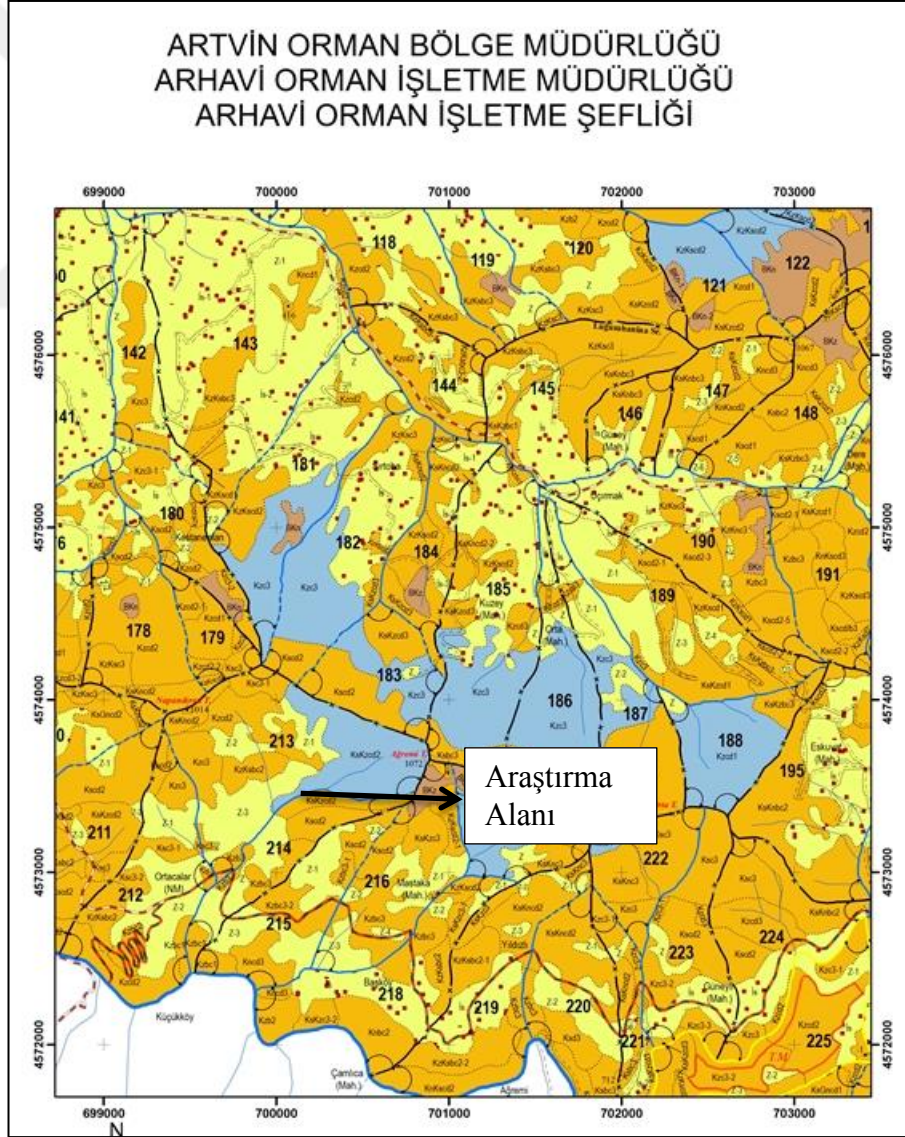
Araştırma alanı Arhavi Merkez Orman İşletme Şefliği Konaklı Köyü sınırları içerisinde kalmaktadır. Alanın Genel Özellikleri aşağıdaki gibidir.

Bölge Müdürlüğü	: Artvin
İşletme Müdürlüğü	: Arhavi
İşletme Şefliği	: Arhavi
Mevkii	: Konaklı
Bölme No	: 213
Meşcere Tipi	: KzKscd2
Yükseltisi	: 950 m
Bakısı	: Kuzeydoğu
Eğimi	: %30-40
Büyüküğü	: 2 ha

Bu saha Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) izni ile TUBİTAK 1140661 numaralı Kapsamlı Araştırma Projesi kapsamında araştırma amaçlı olarak tahsis edilmiştir. Alanın Türkiye Haritasındaki konumu Şekil 1'de orman amenajmanı meşcere haritasındaki yeri Şekil 2.'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye'deki yeri



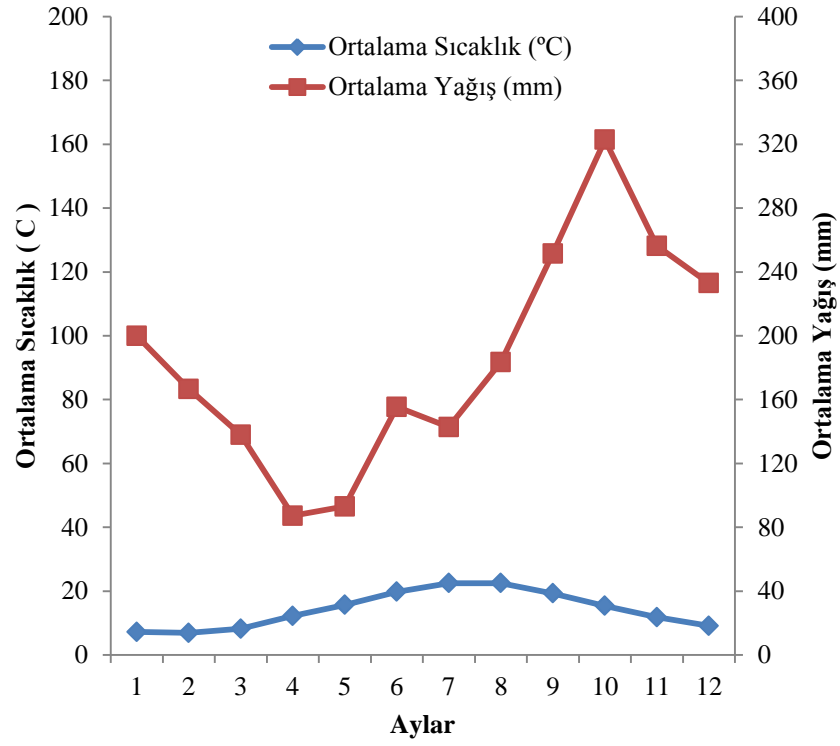
Şekil 2. Çalışma alanının orman amenajmanı meşcere haritası

2.1.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Araştırma alanı, Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içinde nemli iklim tipine sahip olarak yer almaktadır. Bu iklim tipi kışların ılık, yazları sıcak ve çok yüksek yağışlara sık rastlanmaktadır (Çepel 1983). Doğu Karadeniz Bölümünü deniz etkisini alan ve almayan arazi arasında ve dağların deniz üzerinden gelen rüzgarlara göre konumuna bağlı olarak önemli iklim farklılıkları oluşmuştur. Deniz etkisini alan arazinin iklim değerleri incelendiğinde, temelde dört farklı grup ayırt edilmektedir. I. Grup Rize-Pazar-Hopa sınıfı olup, yıllık ortalama yağışı 1990 – 2357 mm arasında değişmektedir. II. Grup Tirebolu-Of sınıfının yağış miktarı 1680 – 1760 mm'dir. III. Grup Ünye-Ordu-Bulancak-Giresun sınıfının yağış miktarı 1090-1300 mm'dir. IV. Grup Trabzon-Akçaabat sınıfının yağış miktarı ise 680-830 mm'dir (Kantarıcı, 1995) Araştırma alanına ait iklim analizleri Hopa (33m) meteoroloji istasyonunun 1975-2005 yılları arasındaki ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Arhavi için 950 m yükseltiye enterpole edilerek Walter yöntemi ile yapılmıştır. Hopa meteoroloji istasyonuna ait veriler Tablo 1 de ve araştırma alanına ait enterpole edilen veriler ise Tablo 2 de verilmiştir. Hopa meteoroloji istasyonu ve araştırma alanına ait Walter iklim grafikleri Şekil 3 ve Şekil 4 de verilmiştir.

Tablo 1. Hopa meteoroloji istasyon verileri (33 m)

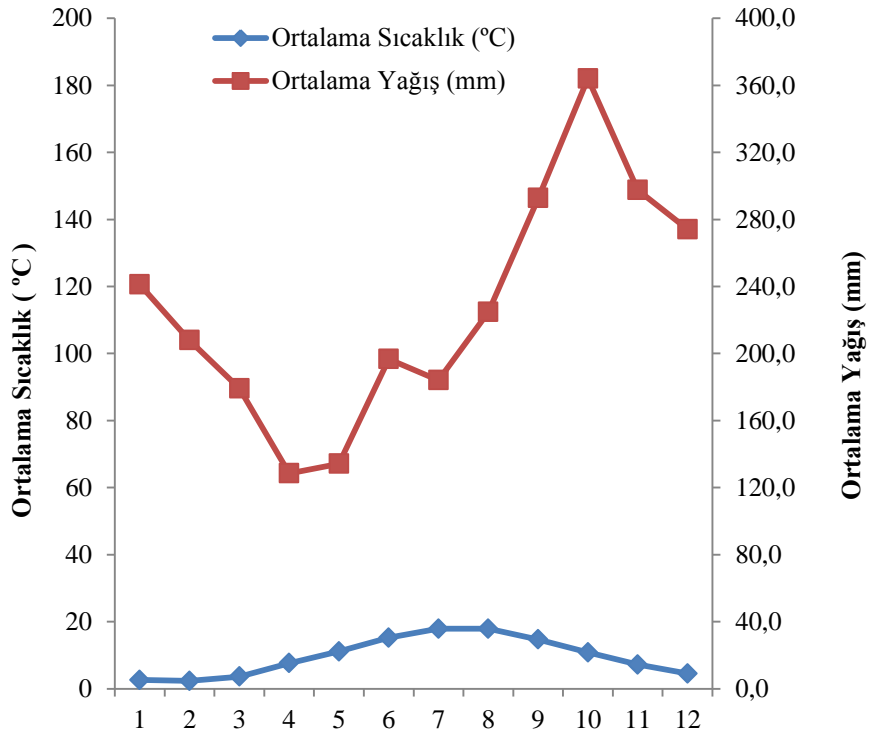
Meteorolojik Elemanlar	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	7,2	6,9	8,2	12,2	15,7	19,8	22,5	22,5	19,3	15,4	11,8	9,1	14,2
Ortalama Yağış (mm)	199,9	166,7	138	87,2	93	155,4	142,8	183,5	251,5	322,8	256,3	232,9	2230



Şekil 3. Walter yöntemine göre Arhavi yöresinin iklim diyagramı

Tablo 2. Araştırma alanının enterpole iklim verileri (950m)

Meteorolojik Elamanlar	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,6	2,3	3,6	7,6	11,1	15,2	17,9	17,9	14,7	10,8	7,2	4,5	8,1
Ortalama Yağış (mm)	241,2	208,0	179,3	128,5	134,3	196,7	184,1	224,8	292,8	364,1	297,6	274,2	2725



Şekil 4. Walter yöntemine göre araştırma alanının walter iklim grafiği

2.1.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri ve Jeolojik Yapısı

Alanın genel toprak özelliği kumlu killi balçık içeriğinde olup jeolojik yapısı ise Türkiye Jeoloji haritasından incelendiğinde araştırma alanı jeolojik bakımdan mezozoik dönemde yer almakta olup Arhavi de bazaltik-andezitik volkanitler bulunmaktadır.

2.1.1.4. Araştırma Alanın Bitki Örtüsü Özellikleri

Araştırma alanının bulunduğu mevkide Doğu kayını, Anadolu Kestanesi, Sakallı Kızılağaç, Adi gürgen türlerinden oluşan orman toplulukları bulunmaktadır. Yörenin aşırı yağışlı olmasından dolayı ağaç topluluklarının zemini özellikle böğürtlenler, orman gülleri ve eğreltiler ile kaplı vaziyettedir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi Yöntemleri

2.2.1.1. Örneklik Alanların Belirlenmesi

Arhavi Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği 213 numaralı rehabilitasyon bölgesinde 20m x10m boyutlarında 200 m² büyüklüğünde toplam 24 adet deneme alanı tesis edilmiştir. Deneme alanları 2014 yılı Kasım ayında tesis edilip dikim yapılmıştır. 2017 yılı nisan ayında çalışma alanına gidilip, 3adet doğu kayını, 3 adet sakallı kızılbaş, 3 adet sakallı kızılbaş + doğu kayını ve 3 adet kontrol olmak üzere toplamda 12 adet deneme parseli kurulan alanlardan deneme alanları seçilmiştir.

2.2.1.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri deneme alanlarında arazi hazırlığı yapıldıktan hemen sonra parseller üzerinden 10 cm lik silindir ile 0-5 cm, 5-10 cm derinlik kademelerinden toprak örnekleri alınmıştır. Deneme alanlarının iyi temsil edilmesi için, her bir parselin orta noktasından toprak çukuru seçilerek toprak örnekleri alınmıştır. Alınan topraklar naylon torbalara etiketleri ile birlikte konularak analizler için laboratuvara taşınmıştır. Toplam 36 adet toprak örneği alınmıştır. Sonrasında laboratuvara getirilen toprak örnekleri kâğıtlar üzerine serilerek hava kuru olana kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler havanlarda usulüne uygun öğütülür. 2 mm 'lik eleklerden elendikten sonra tekrar etiketlenerek torbalara konular ve analize uygun hale getirilmiş olur.

2.2.1.3. Azot Mineralleşmesi İçin Örnekleme Yapılması

Azot mineralleşmesi için laboratuvar inkübasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde 10 cm çapında ve 5 cm derinliğinde silindirler toprağa 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerinde çakılmak suretiyle yapılmıştır. Alınan örnekler taş ve köklerden ayrıştırılmıştır. Bu örneklerden etiketlenip poşetlenerek aktif ve net mineral azotu belirlemek için etiketlenip laboratuvara getirilmiştir. Bu örnekler +4°C de buzdolabında süzdürme için bekletilmiştir. Yine azot mineralleşmesi için 2017 Nisan

ayında toprak örnekleme yapılmıştır. Çalışma için iki derinlik kademesinden toplam 72 adet örnek üzerinde mineralleşme çalışması yapılmıştır

2.2.1.4. Mikrobiyal Solunum Örnekleme

Mikrobiyal solunum için yine laboratuvar inkübasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde 10 cm çapında ve 5 cm derinliğinde silindirler toprağa 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerinde çakılmak suretiyle yapılmıştır. Alınan örnekler taş ve köklerden ayrıştırılmıştır. Bu örneklerden etiketlenip poşetlenerek mikrobiyal solunum belirlemek için laboratuvara getirilmiştir. Bu örnekler +4 C de buzdolabında süzdürme için bekletilmiştir. Yine mikrobiyal solunum için 2017 nisan ayında toprak örnekleme yapılmıştır. Çalışma için iki derinlik kademesinden toplam 72 adet örnek üzerinde mikrobiyal solunum çalışması yapılmıştır

2.2.2. Laboratuvar Yöntemleri

2.2.2.1. Örneklerin Analize Hazır Hale Getirilmesi

Araştırma alanlarındaki örnek alanlardan alınan toprak örnekleri laboratuvarda kurutma dolaplarında hava sirkülasyonu sağlanacak şekilde kâğıtlar üzerine serilerek hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen toprak örnekleri, porselen havanda öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek naylon torbalara doldurulup analize hazır hale getirilmiştir.

2.2.2.2. Mekanik (Tekstür) Analizi

Tekstür analizini yani kum, kil, toz oranlarını bulabilmek için; 2 mm'den ince kısım ile analize yapmaya hazır duruma gelmiş toprak örneklerini Bouyoucos'un hidrometre metodu ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan metot sonucu ortaya çıkan verilerle toprak tekstürü sınıf ayrımını yapmak için özel uluslararası tekstür üçgeni (E.C. Tommerup'a) kullanılmıştır (Gülçur, 1974)

2.2.2.3. Toprak Reaksiyonu (pH) Analizi

Cam elektron metoduyla ve İnoLab pH level I pH metresi aracılığıyla toprak

örneklerinin reaksiyonları (pH) tayin edilmiştir. Edimsel asitlik için yapılan analizler arı suda 1/2,5 oranında yapılmıştır (Gülçur, 1974).

2.2.2.4. Organik Madde Analizi

Toprak organik maddesini, ıslak yakma yöntemi olan Walkley - Black yöntemine göre belirlenmiştir (Gülçur 1974, Kaçar, 2009).

2.2.2.5. Toplam Azot Analizi

Toplam azot tayini için Kjeldahl yaş yakma metodu (Steubing, 1965) kullanılmıştır. Bu metodla organik bağlı azot sülfürik asitle amonyum sülfata dönüşmekte ve amonyum sülfattan bazik ortamda oluşan amonyak, borik asitle amonyum borat olarak yakalanmaktadır. Amonyum borat 0,1 N H₂SO₄ ile geri titre edilerek harcanan H₂SO₄ hacminden toplam azot miktarı hesaplanmıştır.

Toplam azotun hesaplama formülü (Öztürk vd., 1997)

$$\text{Toplam N (\%)} = a \cdot 0.14 \cdot d / b \quad (1)$$

a: Titrasyonda harcanan 0.1 N H₂SO₄ (ml)

b: Yakılan Toprak örneğinin ağırlığı (g)

d: Kjeldahl balonundaki çözeltinin bölünme faktörü

0.14= Azotun molekül ağırlığının % olarak oranı

2.2.2.6. Karbon/Azot Oranı

Yüzde olarak ölçülen organik karbon ve organik azotun birbirlerine oranıdır.

$$C/N = \% C / \% N$$

2.2.2.7. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik ölçümü saturasyon çamurunda yapılmış ve Ec metre ile cm/mhols biriminde ölçülmüştür (Richards, 1954; Gülçur, 1974)

2.2.2.8. Toprak Nemi

Toprak nemi ölçümü gravimetrik yöntemle göre ölçülmüştür. Araziden alınan örneklerin bir kısım nemli ağırlıkları ölçülmüştür. 105° C de kurutulduktan sonra nemli ağırlık ile kuru ağırlık farkından toprak nemi ölçümü yapılmıştır. Hesaplamalar % cinsinden üretilmiştir (Gülçur, 1974).

2.2.2.9. Mineral Azot Tayini

Mineral azot tayini için laboratuvarında 63 günlük bekletmek sürati ile inkübasyon yöntemi kullanılmıştır. Örneklerin anlık mineralleşme verileri ölçülmüş ve araziden alındıkları nem ile birlikte 63 gün sonra net mineralleşme değerleri ölçülmüştür.

Toprakta mineral azot tayininde Mikrodestilasyon metodu (Bremner ve Keeney, 1965; Gerlach, 1973; Güteryüz, 1992) kullanılmıştır. Mineral azot tayini iki evreden oluşmaktadır; ilk evrede topraktaki amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) miktarı, ikinci evrede de nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) tayini yapılmaktadır (Öztürk ve ark., 1997). Bu yöntemde, önce 40 gr taze toprak alınarak 500 ml erlen içerisine konulduktan sonra üzerine 100 ml % 1'lik $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ çözeltisi ilave edildikten sonra düşey dönerli çalkalama cihazında 7 dakika/devir hızda 30 dakika çalkalanmıştır sonrasında siyah bantlı Whatman süzme kağıdı kullanılarak süzülüp gerekli süzüntü elde edilmiştir. Süzüntünün içerisinde mikrobiyal aktivitenin engellenmesi için bir miktar thymol kristali eklenmiş ve buzdolabına kaldırılmıştır. Elde edilen toprak süzüntüsünden 20'şer ml alınarak mikro-kjeldahl cihazının iki ağızlı balonuna konulmuş ve balonlar destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Çözeltinin bazikleşmesi için balonların içerisine yan kapakçıkları aracılığı ile 0,2 gr MgO ilave edilmiştir. Daha sonra cihazın kapağı kapatılarak çözelti ortamına buhar gönderilmiş ve çözeltideki amonyumun amonyağa dönüşmesi, bunun da geri soğutucudan geçirilerek 200 mikrolitre karışık indikatör bulunan % 2'lik 5 ml borik asit tarafından amonyum borat olarak tutulması sağlanmıştır. Bu damıtma işleme 100 ml'lik taksimatlı erlenmayerde 50 ml amonyum borat çözeltisi birikinceye kadar devam edilmiştir. Altlıkta biriken amonyum borat çözeltisinden $\text{NH}_4^+\text{-N}$ tayin edilmiştir. Bundan sonra soğutucu altına ikinci bir altlık yerleştirilmiş ve yan kapakçıklardan balondaki aynı çözeltiye 0,2 gr metal tuzu (DevardasReagnez: % 50 Cu, % 45 Al, % 5 Zn) konulmuştur. Bazikleşen bu ortamda NO_2^- ve NO_3^- şeklindeki azotun amonyağa dönüşmesi sağlanmıştır.

Metal ilavesinden sonra buhar muslukları kapatılarak NO_2^- ve NO_3^- tayini için damıtma işlemi yapılmış ve içinde 200 mikrolitre karışık indikatör ile % 2'lik 5 ml borik asit bulunan altlıkta amonyum borat şeklinde tutulması sağlanmıştır. Geri soğutucunun altındaki 100 ml'lik altlıkta biriken (50 ml) ve azot miktarına göre yeşilden turuncuya dönüşen solüsyonlar 0,005 N H_2SO_4 ile geri titre edilmiş ve titrasyon sırasında harcanan miktardan hareketle mineral azot tayini hesaplamaları yapılmıştır (mg N_{min} /100 g kuru toprak).(Şekil 5, 6, 7, 8)

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

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

$$X = A \times f$$

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

A= Titrasyonda harcanan 0.005 N H_2SO_4 (ml)

S= Nemli toprak ağırlığı

K= Kuru toprak ağırlığı

Mineral azotun kg/ha cinsinden hesaplanması:

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

A: 15x15x15 cm ölçüyle alınmış hacimsel toprağın kuru ağırlığı

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

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

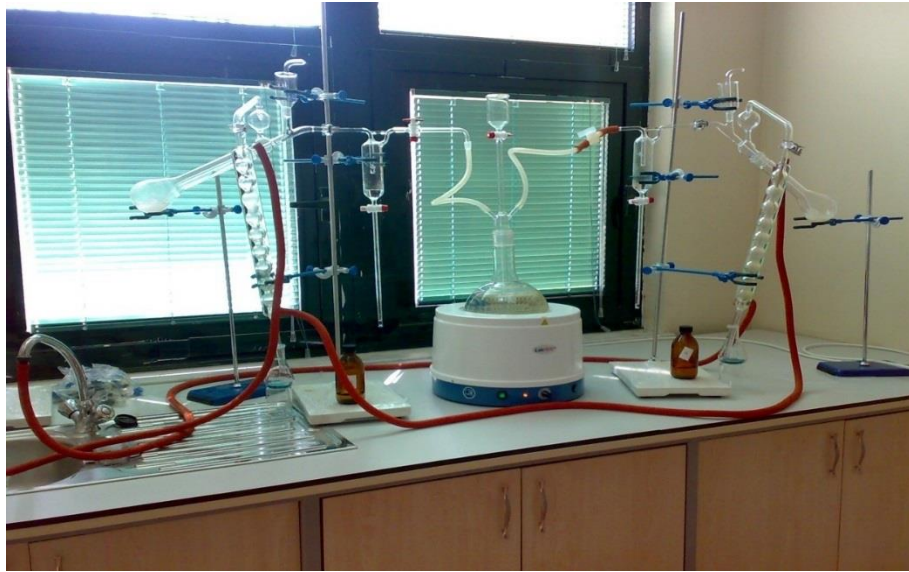
0.444: g / cm^2 'lik alana sahip kalıbın içerdiği toprak ağırlığının kg / ha birimine dönüştürülmesi için hesaplanan katsayı değeridir.



Şekil 5. İnkübe edilmiş toprak numunelerinin tartılması ve çalkalanması



Şekil 6. İnkübe edilmiş toprak numunelerinin süzdürülme işlemi



Şekil 7. Mikro destilasyon cihazında toprak örneklerinin destilasyonu



Şekil 8. Destile edilen örnekler üzerinde titrasyon işlemi

2.2.2.10. Mikrobiyal Solunum Analizi

Mikrobiyal çalışmaların araştırılmasında en eski ve hala geçerli olan metot toprak solunumu metodudur. Bu metotla 7 gün bekletilmek üzere toprak örnekleri parafilmle sarılmış kavanozlarla inkübasyona bırakılır. Diğer bir deyişle de kapalı yöntemle inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon boyunca topraktan yayılan CO₂'in miktarı 10 ml 1 M sodyum hidroksit (NaOH) ile ortaya konularak mikrobiyal faaliyet (solunum) belirlenir. Karbon dioksit (CO₂) sodyum hidroksit çözeltisi yardımıyla belirlenir, sonrasında da sodyum hidroksit çözeltisi hidroklorik asit ile titre edilir ve açığa çıkan CO₂ miktarı hesap edilip ortaya sonuç çıkartılır (Rowell 1994; Alef 1995).

Metotda toprak örnekleri 500 ml'lik cam kavanozlar içine 2 mm'lik elekten geçirilmiş 30 gr taze toprak konularak oluşturulur. Su tutma kapasitesinin de %50-55 arasında olması gereklidir. 10 ml 1 M sodyum hidroksiti de 25 ml'lik beher içerisine konulur. Beheri kavanozun içerisine altında toprak olmayacak şekilde ortasına yerleştirilir. Kavanozun kapağı sıkıca kapatılır ve sonrasında önceden de dendiği gibi

parafilm yardımıyla hiç hava akışı sağlanmayacak şekilde kavanoza sarılır. Kontrol amaçlı yapılan 2 tane boş kavanoza yani içinde toprak olmayan yalnızca 10 ml 1 M sodyum hidroksit konulan beherlere de aynı işlem yapıp hava akışı sağlanmaz. Şekil 9’da üst toprak örneklerinde yapılan inkübasyon işlemi gösterilmiştir.

Hazırlanan örnekler etüve dikkatli bir şekilde yerleştirilir. Cam kavanozlar etüvde 25 °C’de, 7 gün tutulacak ve 7 gün sonunda işlem görecektir eğer daha fazla etüvde tutmaya sebep olursak anaerobik şartlar oluşabilir. Süre bitip 7 gün dolunca cam kavanozlar etüvden çıkarılarak dikkatli bir şekilde parafilm ve kapakları açılır. Açılınca beherlerde bulunan 10 ml 1 M sodyum hidroksit 100 ml’lik erlenlere boşaltılır. Boşalttığımız 100 ml’lik erlenlerdeki sodyum hidroksit eriyinin üzerine 0,5 M baryum kloritten (BaCl₂) 5 ml eklenir. Karıştırılarak bulunan çözeltiliye 10 damla fenol fitaleyin indikatöründen damlatılarak çözeltili rengini mavimsi pembe elde etmeye çalışılır. Karıştırılarak elde edilen çözeltinin rengi yani son hali renksiz oluncaya kadar 1 N hidroklorik asit ile dijital büret yardımıyla titrasyon yapılır. Renk dönünce döndüğü anda bakılarak harcanan sarfiyat kayda geçer. (Alef 1995).

Ölü örtü veya topraktaki solunum aşağıdaki formül (esitlik 3) yardımıyla µg CO₂-C g⁻¹ ölü örtü (toprak) h⁻¹ olarak hesaplanır (Alef 1995).

$$\text{CO}_2 (\mu\text{g}) \text{ SW}^{-1} \text{ f}^{-1} = \frac{(V_o - V) \times N \times 2,2 \times 1000}{d_{\text{wt}} \times h} \quad (3)$$

Burada;

SW = Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

t = İnkübasyon süresi (saat = h)

V_o = Titrasyonda kör için harcanan hidroklorik asitin (HCl) hacmi (ml)

V = Titrasyonda örnek için harcanan hidroklorik asitin (HCl) hacmi (ml)

2,2 = Çevirme katsayısı (1 ml 0,1 M NaOH = 2,2 mg CO₂)

N = Hidroklorik asitin (HCl) gerçek normalitesi

1000 = miligramı mikrograma çevirme katsayısı

d_{wt} = nemli toprağın kuru ağırlığı (g)

h = İnkübasyon süresi (saat)



Şekil 9. Mikrobiyal solunum yapılırken görüntüler

2.2.3. İstatistiksel Yöntemler

Elde edile veriler üzerinde SPSS 16.0 versiyonu kullanılmıştır. Bitki örtüsü ve zamansal farklılıkları göstermek için tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) kullanılmıştır. Toprak özelliklerinin birbiri ile ilişkilerini belirlemek için ise korelasyon analizi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Toprak Tekstürü

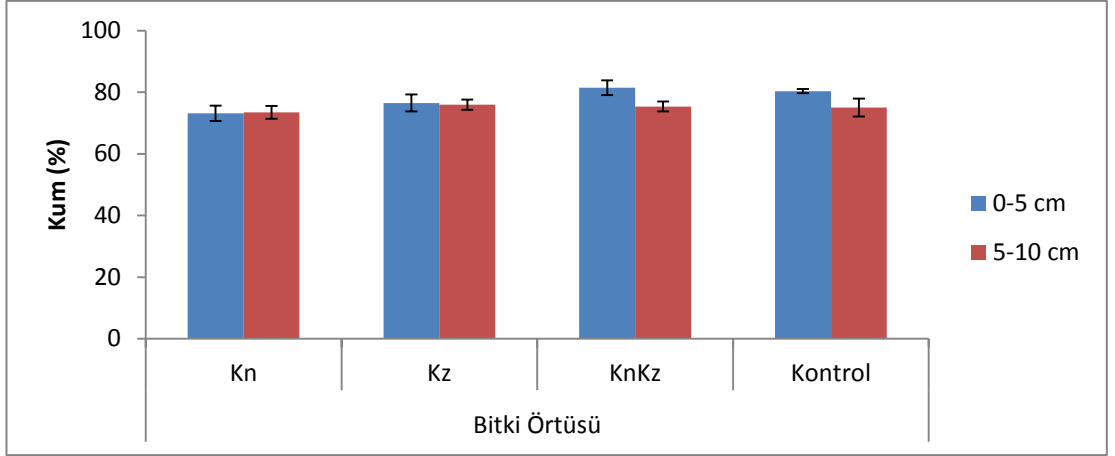
2017 Nisan ayında alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda 0-5 cm derinlik kademesinde ortalama kum miktarı en fazla KnKz alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise Kz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki kum içeriği % 62,4 ile 91,0 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında kum bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). Kum miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 3' te değişim grafikleri ise Şekil 10 da verilmiştir.

Ortalama kil miktarı en fazla 0-5 cm derinlik kademesinde Kn alanlarında, 5-10 cm derinlik kademesinde ise kontrol alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki kil içeriği % 0,6 ile 16,3 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında kil bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). Kil miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 3' te değişim grafikleri ise Şekil 11 da verilmiştir.

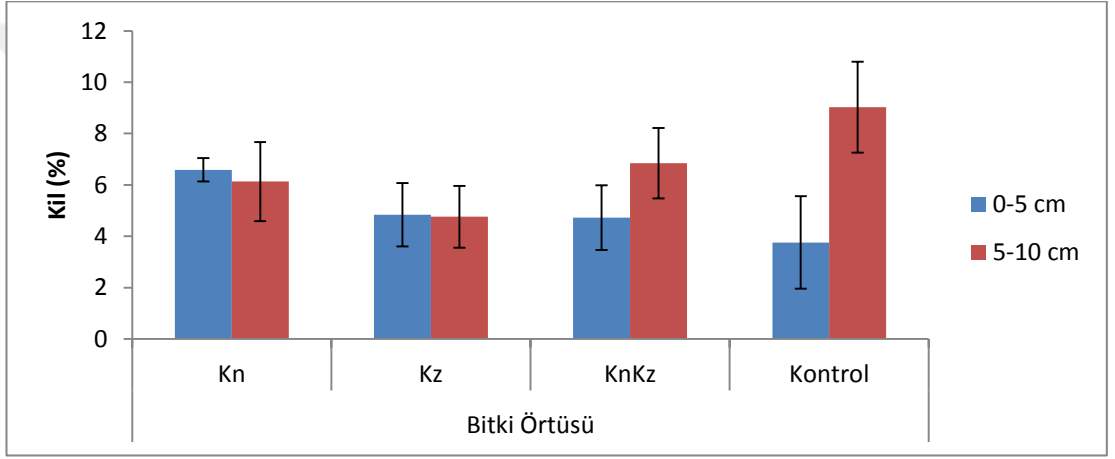
Ortalama toz miktarı her iki derinlik kademesinde de en fazla 0-5 cm Kn alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki toz içeriği % 8,44 ile 30,3 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında toz değerleri bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). Toz miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 3' te değişim grafikleri ise Şekil 12 de verilmiştir.

Tablo 3. Ortalama Kum, Kil ve Toz verileri

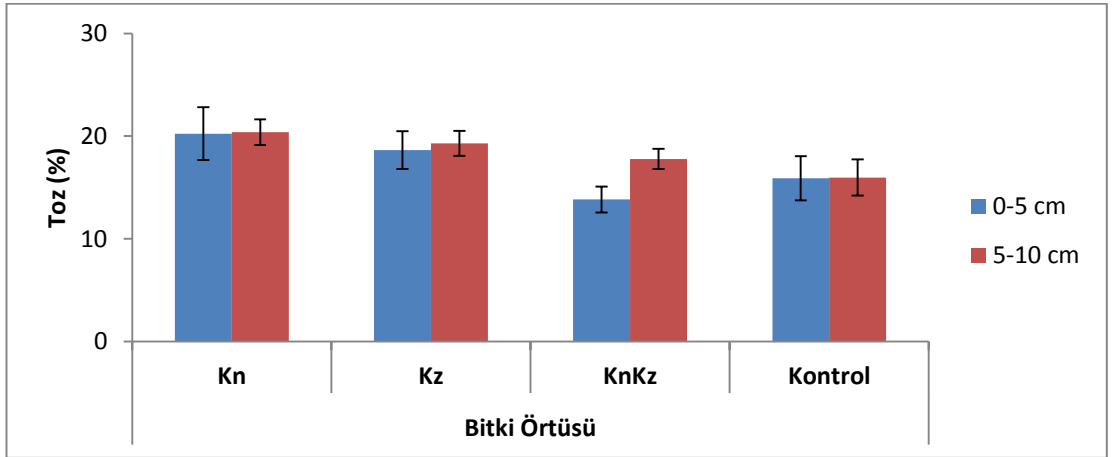
Derinlik	Kum (%)				Kil (%)				Toz (%)			
	Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	73,2 _a	76,5 _a	81,4 _a	80,3 _a	6,6 _a	4,8 _a	4,7 _a	3,7 _a	20,2 _a	18,6 _a	13,8 _a	15,9 _a
5-10 cm	73,5 _a	75,9 _a	75,4 _a	75,0 _a	6,1 _a	4,8 _a	6,8 _a	9,0 _a	20,4 _a	19,3 _a	17,8 _a	16,0 _a



Şekil 10. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama kum değerleri değişimi



Şekil 11. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama kil değerleri değişimi



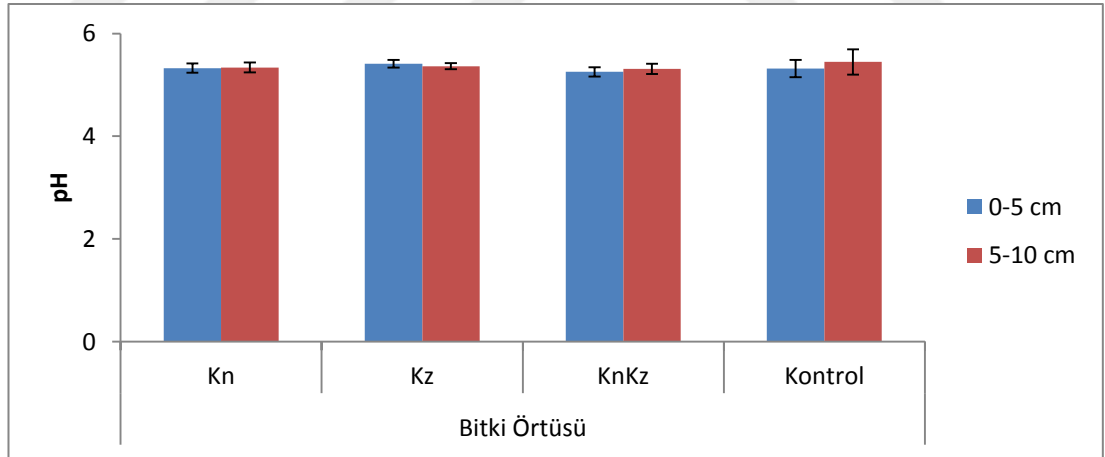
Şekil 12. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama toz değerleri değişimi

3.2. pH

2017 Nisan ayında alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda 0-5 cm derinlik kademesinde ortalama pH değeri en fazla Kz alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise kontrol alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki pH değeri 4,97 ile 5,94 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında pH bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($p>0,05$). pH değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 4’ te değişim grafikleri ise Şekil 13 de verilmiştir.

Tablo 4. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama pH verileri

Derinlik	pH			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	5,33 _a	5,41 _a	5,25 _a	5,32 _a
5-10 cm	5,34 _a	5,36 _a	5,31 _a	5,45 _a



Şekil 13. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama pH değerleri değişimi

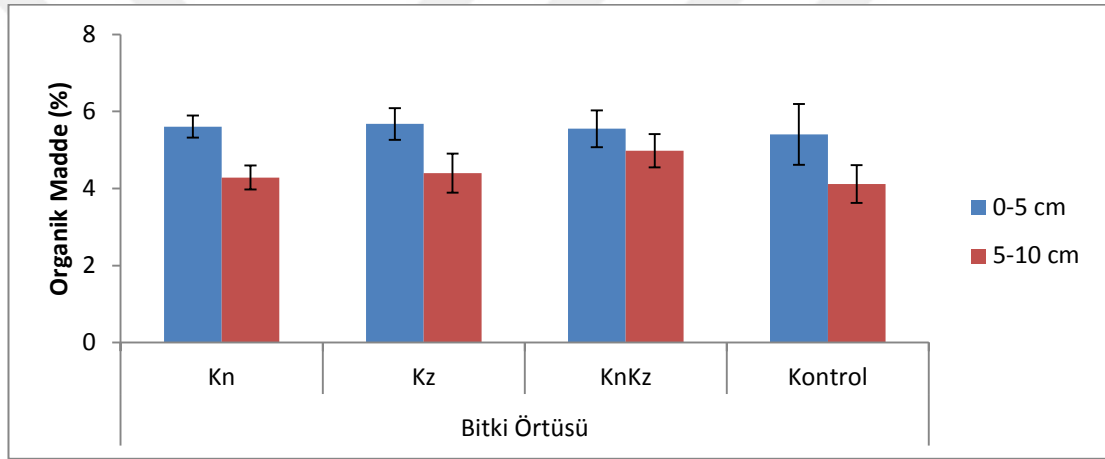
3.3. Organik Madde

Alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda 0-5 cm derinlik kademesinde ortalama organik madde içeriği en fazla Kz alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise KnKz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki organik madde miktarı % 1,51 ile 6,39 arasında değişmiştir. Dikim

sahaları arasında organik madde içeriği bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). Organik madde değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 5’ te değişim grafikleri ise Şekil 14 de verilmiştir.

Tablo 5. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama organik madde verileri

Derinlik	Organik Madde			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	5,61 _a	5,67 _a	5,55 _a	5,40 _a
5-10 cm	4,29 _a	4,40 _a	4,98 _a	4,12 _a



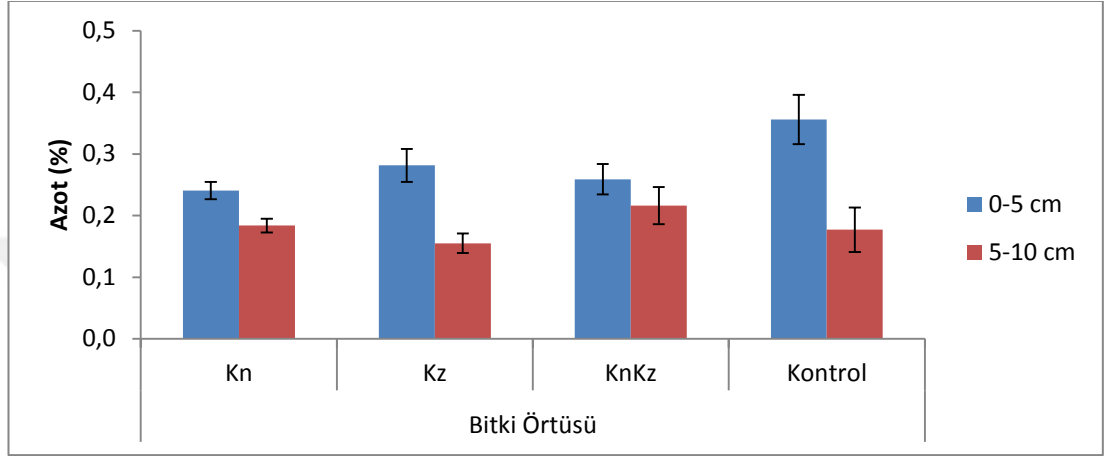
Şekil 14. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama organik madde değerleri değişimi

3.4. Azot

Yapılan analizler sonucunda ortalama azot içeriği, 0-5 cm derinlik kademesinde en fazla kontrol alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise KnKz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki azot içeriği % 0,07 ile 0,48 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında azot bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). Azot değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 6 da değişim grafikleri ise Şekil 15 de verilmiştir.

Tablo 6. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama azot verileri

Derinlik	Azot			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	0,24 _a	0,28 _a	0,26 _a	0,36 _a
5-10 cm	0,18 _a	0,16 _a	0,22 _a	0,18 _a



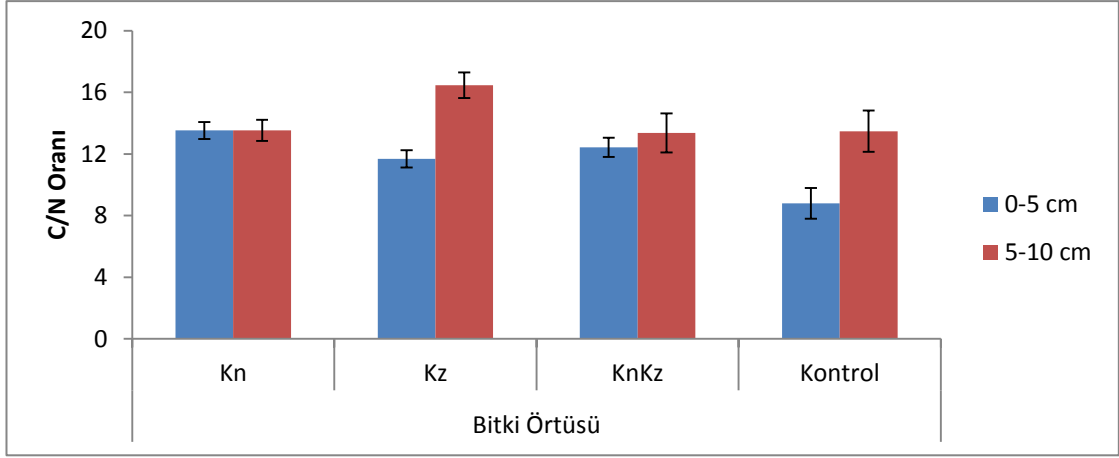
Şekil 15. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama azot değerleri değişimi

3.5. Karbon Azot Oranı

Yapılan analizler sonucunda ortalama C/N oranı, 0-5 cm derinlik kademesinde en fazla Kn alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise Kz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki C/N oranı 7,4 ile 15,6 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında C/N bakımından farklılık değerlendirildiğinde 0-5 cm derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkarken ($P < 0,05$), 5-10 cm derinlik kademesinde çıkmamıştır ($P > 0,05$). C/N oranı değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 7’ de değişim grafikleri ise Şekil 16 da verilmiştir.

Tablo 7. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama C/N oranı verileri

Derinlik	Karbon Azot Oranı			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	13,5 _a	11,7 _{ab}	12,4 _a	8,8 _b
5-10 cm	13,5 _a	16,5 _a	13,4 _a	13,5 _a



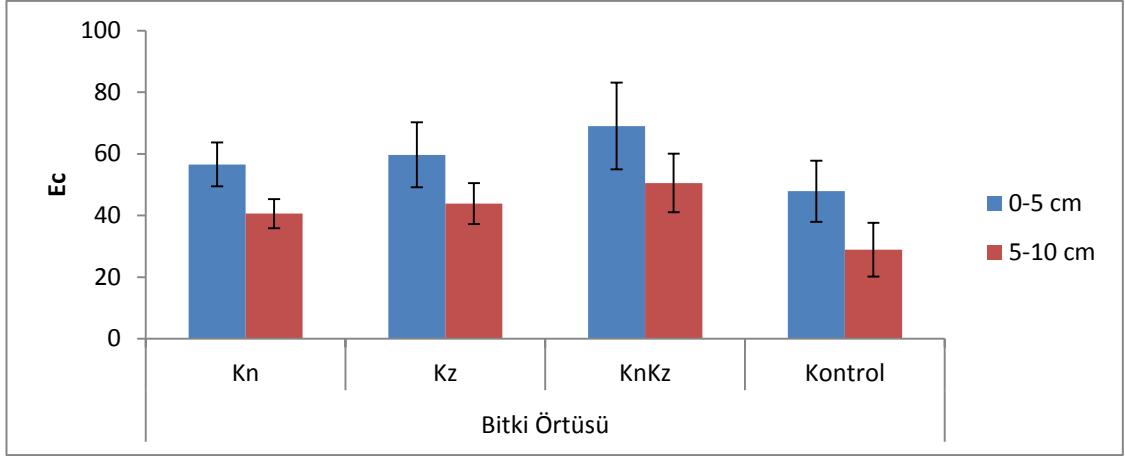
Şekil 16. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama C/N oranı değişimi

3.6. Elektriksel İletkenlik

Yapılan analizler sonucunda ortalama E_c değeri, her iki derinlik kademesinde en fazla KnKz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki E_c değeri 11,9 ile 182 cm/mhols arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında E_c bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık kademesinde çıkmamıştır ($P>0,05$). E_c değerlerine ilişkin elde edilen veriler Tablo 8 te değişim grafikleri ise Şekil 17 da verilmiştir.

Tablo 8. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama E_c verileri

Derinlik	E_c			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	56,6 _a	59,7 _a	69,0 _a	47,9 _a
5-10 cm	40,6 _a	43,8 _a	50,6 _a	28,9 _a



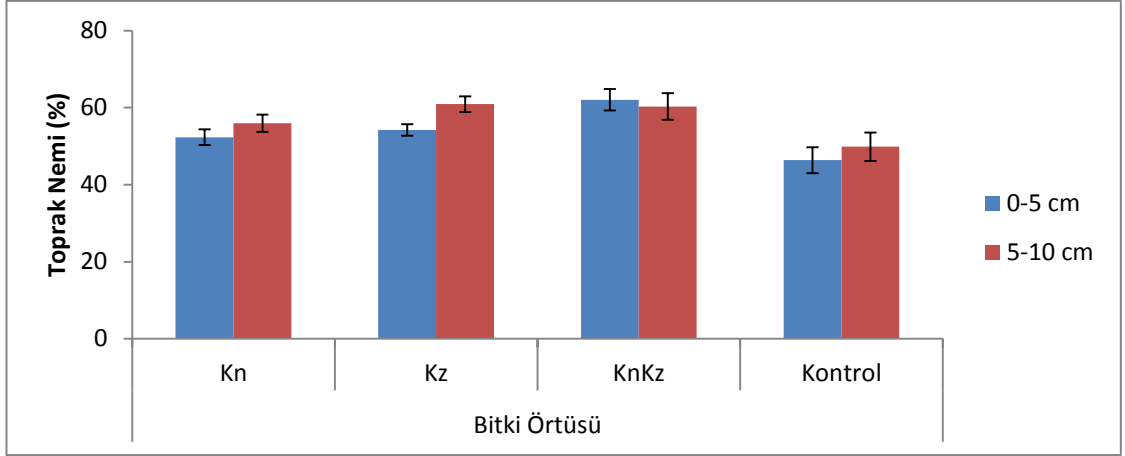
Şekil 17. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama Ec değerleri değişimi

3.7. Toprak Nemi

Yapılan analizler sonucunda ortalama toprak nemi, 0-5 cm derinlik kademesinde en fazla KnKz alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise Kz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki toprak nemi % 34,8 ile 81,8 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında toprak nemi bakımından farklılık değerlendirildiğinde 0-5 cm derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık tespit edilirken ($P < 0,05$), 5-10 cm derinlik kademesindeki farklılık anlamlı çıkmamıştır ($P > 0,05$). Toprak nemi değerlerinde ilişkin elde edilen veriler Tablo 9 da değişim grafikleri ise Şekil 18 de verilmiştir.

Tablo 9. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama toprak nemi verileri

Derinlik	Toprak Nemi (%)			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	52,3 _a	54,2 _{ab}	62,0 _b	46,4 _a
5-10 cm	56,0 _a	60,9 _a	60,3 _a	49,9 _a



Şekil 18. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama Nem değerleri değişimi

3.8. Azot Mineralleşmesi

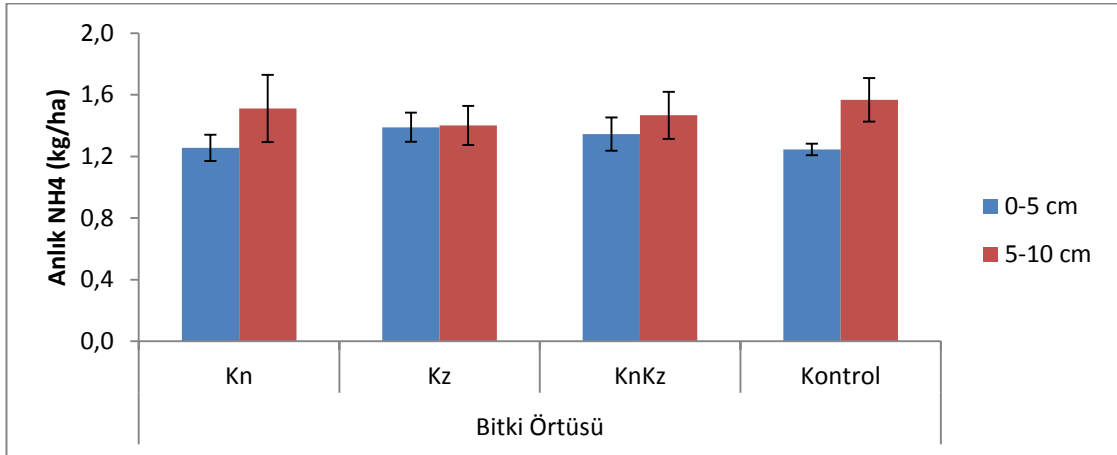
2017 Nisan ayında alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda 0-5 cm derinlik kademesinde ortalama anlık NH_4 miktarı en fazla Knkz alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise kontrol alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki anlık NH_4 miktarı 0,7 ile 2,6 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında anlık NH_4 bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). 0-10 cm derinlik kademesindeki anlık NH_4 değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Yine 0-10 cm derinlik kademesinde dikim sahaları arasında anlık NH_4 bakımından istatistik düzeyde anlamlı farklılık çıkmamıştır. Anlık NH_4 miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 10 da değişim grafikleri ise Şekil 19 da verilmiştir.

Ortalama anlık NO_3 miktarı her iki derinlik kademesinde de en fazla Knkz alanlarında çıkmıştır. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki anlık NO_3 miktarı 2,0 ile 5,5 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında anlık NO_3 değerleri bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). 0-10 cm derinlik kademesindeki anlık NO_3 değeri en fazla Knkz sahalarında çıkmıştır. 0-10 cm derinlik kademelerindeki NO_3 bakımından farklılık istatistik düzeyde önemsiz seviyede çıkmıştır ($P>0,05$). Anlık NO_3 değerlerine ilişkin veriler Tablo 10 da ve değişim grafikleri Şekil 20 de verilmiştir.

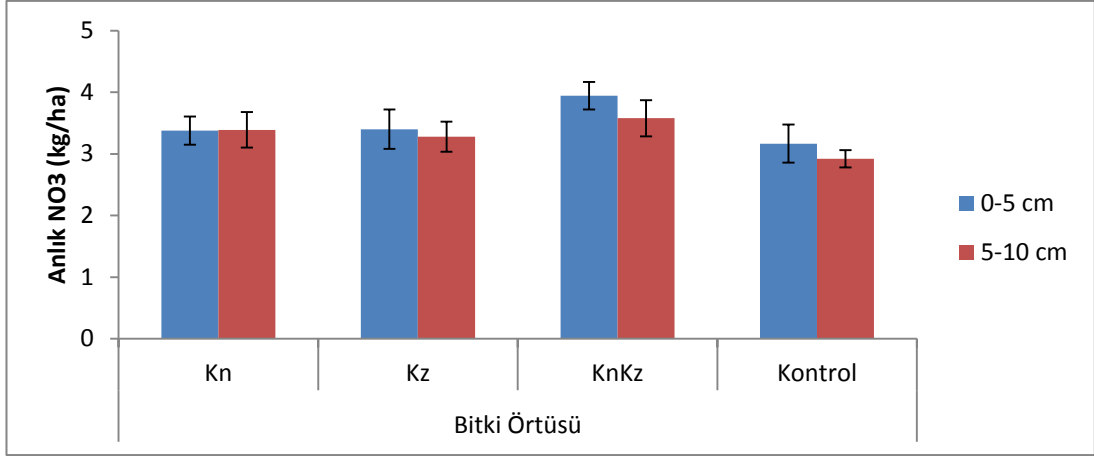
Ortalama anlık $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ miktarı her iki derinlik kademesinde de en fazla KnKz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki anlık $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ miktarı 3,1 ile 7,1 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında anlık $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ değerleri bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). 0-10 cm derinlik kademesindeki anlık $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ değeri en fazla KnKz sahalarında tespit edilmiştir. Yine 0-10 cm derinlik kademesinde dikim sahaları arasında anlık $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ bakımından istatistik düzeyde anlamlı farklılık çıkmamıştır. anlık $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 10' da değişim grafikleri ise Şekil 21 de verilmiştir.

Tablo 10. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama anlık azot mineralleşme verileri

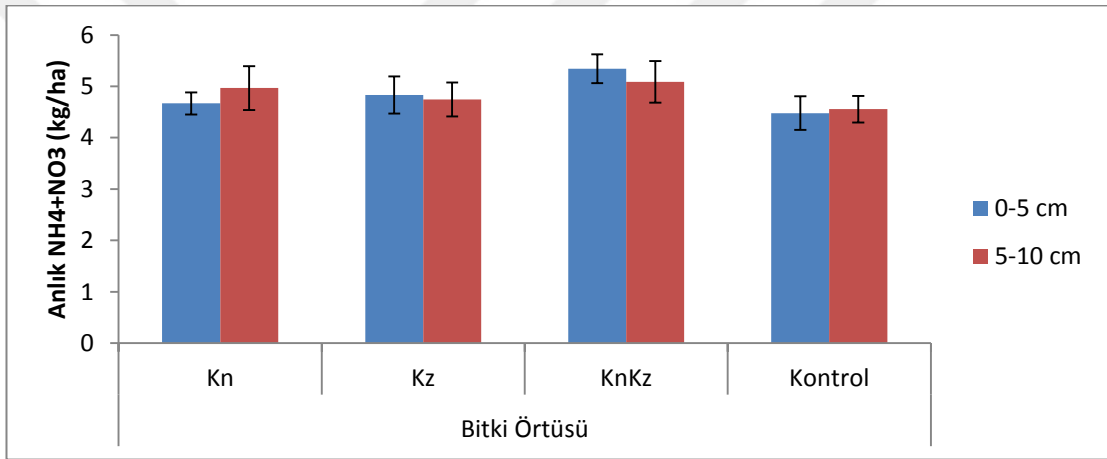
Derinlik	Anlık NH_4				Anlık NO_3				Anlık $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$			
	Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	1,26 _a	1,39 _a	1,34 _a	1,24 _a	3,38 _a	3,40 _a	3,94 _a	3,17 _a	4,67 _a	4,83 _a	5,34 _a	4,48 _a
5-10 cm	1,51 _a	1,40 _a	1,47 _a	1,57 _a	3,39 _a	3,28 _a	3,58 _a	2,92 _a	4,97 _a	4,74 _a	5,09 _a	4,56 _a
0-10 cm	2,77 _a	2,79 _a	2,81 _a	2,81 _a	6,77 _a	6,68 _a	7,52 _a	6,09 _a	9,64 _a	9,57 _a	10,43 _a	9,04 _a



Şekil 19. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama anlık NH_4 değerleri değişimi



Şekil 20. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama yıllık NO_3 değerleri değişimi



Şekil 21. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama yıllık NH_4+NO_3 değerleri değişimi

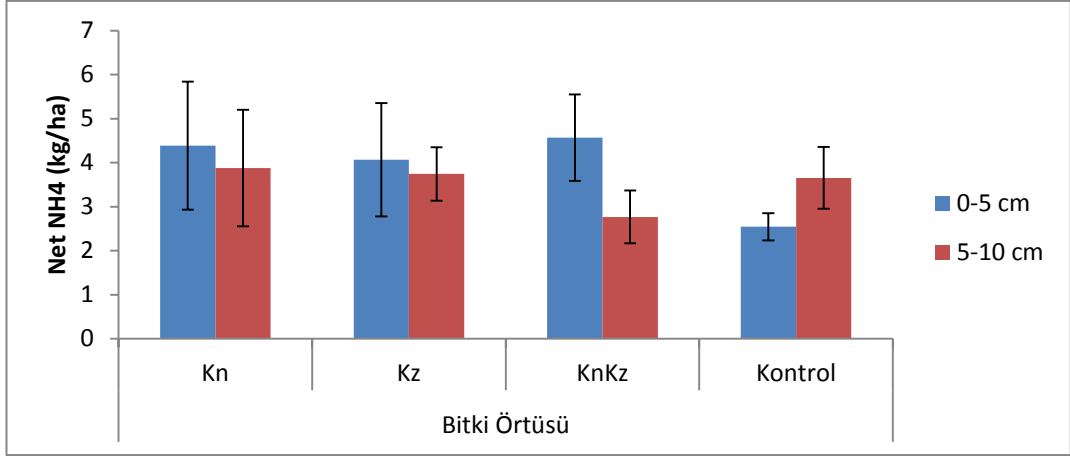
Toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda 0-5 cm derinlik kademesinde ortalama net NH_4 miktarı en fazla Knkz alanlarında çıkarken 5-10 cm derinlik kademesinde ise Kn alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki net NH_4 miktarı 0,6 ile 15 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında net NH_4 miktarı bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmamıştır ($P>0,05$). 0-10 cm derinlik kademesinde net NH_4 miktarı en fazla Kn alanlarında bulunmuştur. Net NH_4 bakımından dikim alanları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Net NH_4 miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 11’de değişim grafikleri ise Şekil 22 de verilmiştir.

Ortalama net NO₃ miktarı her iki derinlik kademesinde de en fazla Kz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki net NO₃ miktarı 1,6 ile 26,0 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında net NO₃ değerleri bakımından farklılık değerlendirildiğinde 0-5 cm derinlik kademesinde de istatistik bakımından anlamlı farklılık çıkarken, 5-10 cm derinlik kademesindeki farklılık anlamlı bulunmamıştır (P>0,05). 0-10 cm derinlik kademesinde net NO₃ miktarı en fazla Kz alanlarında bulunmuştur. Net NO₃ bakımından dikim alanları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Net NO₃ miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 11 de değişim grafikleri ise Şekil 23 de verilmiştir.

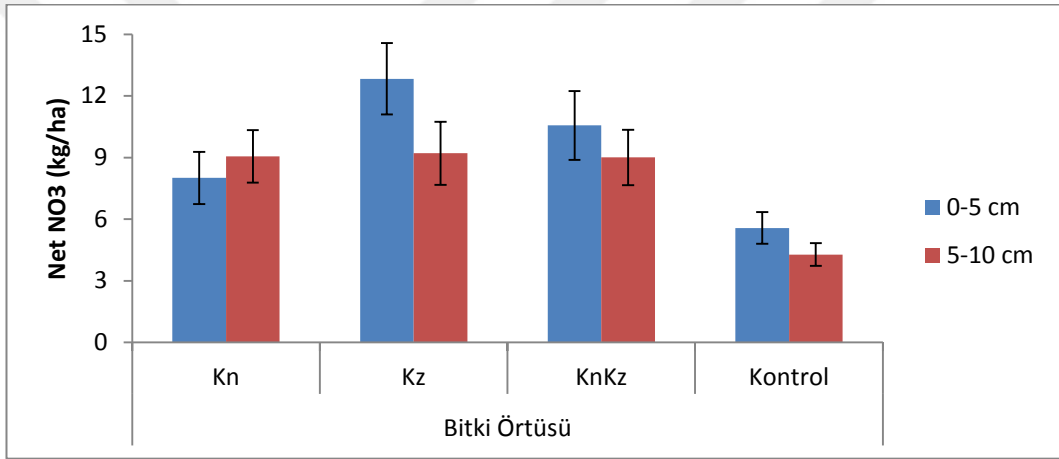
Ortalama net NH₄+NO₃ miktarı her iki derinlik kademesinde de en fazla Kz alanlarında çıkmıştır. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki net NH₄+NO₃ miktarı 2,1 ile 32,1 kg/ha arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında net NH₄+NO₃ değerler bakımından farklılık değerlendirildiğinde 0-5 cm derinlik kademesinde de istatistik bakımından anlamlı farklılık çıkarken, 5-10 cm derinlik kademesindeki farklılık anlamlı bulunmamıştır (P>0,05). 0-10 cm derinlik kademesinde net NH₄+NO₃ miktarı en fazla Kz alanlarında bulunmuştur. Net NH₄+NO₃ bakımdan dikim alanları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Net NH₄+NO₃ miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 11 de değişim grafikleri ise Şekil 24 de verilmiştir.

Tablo 11. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net azot mineralleşme verileri

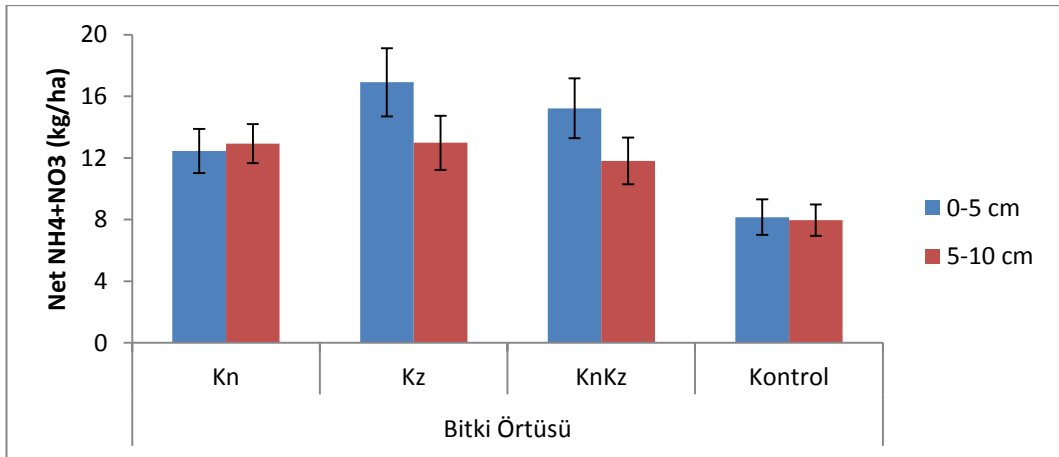
Derinlik	Net NH ₄ (kg/ha)				Net NO ₃ (kg/ha)				Net NH ₄ +NO ₃ (kg/ha)			
	Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü				Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	4,39 _a	4,07 _a	4,57 _a	2,54 _a	8,01 _{ab}	12,83 _a	10,56 _{ab}	5,57 _a	12,45 _{ab}	16,91 _a	15,22 _{ab}	8,15 _a
5-10 cm	3,88 _a	3,74 _a	2,77 _a	3,66 _a	9,05 _a	9,21 _a	9,00 _a	4,28 _a	12,92 _a	12,98 _a	11,80 _a	7,96 _a
0-10 cm	8,27 _a	7,81 _a	7,34 _a	6,20 _a	17,06 _{ab}	22,04 _a	19,56 _a	9,85 _b	23,57 _{ab}	29,89 _a	27,02 _a	16,11 _b



Şekil 22. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net NH₄ değerleri değişimi



Şekil 23. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net NO₃ değerleri değişimi



Şekil 24. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama net NH₄ + NO₃ değerleri değişimi

Amonyum, nitrat ve toplam mineralleşme verileri ile nitratin amonyum verimine ve toplam verime oranları tablo12 e verilmiştir. Bu verilere göre net amonyum hızı Kn ve Kz sahalarında en fazla çıkarken, nitrat ve toplam mineralleşme hızı ise en fazla Kz sahalarında çıkmıştır. Nitrat veriminin amonyum oranı en fazla Kn sahalarında çıkarken, toplam mineralleşme verimine oranı ise en fazla Kz alanlarında tespit edilmiştir.

Tablo 12. 0-10 cm derinlik kademesindeki azot mineralleşme hızı ve nitrifikasyon oranları

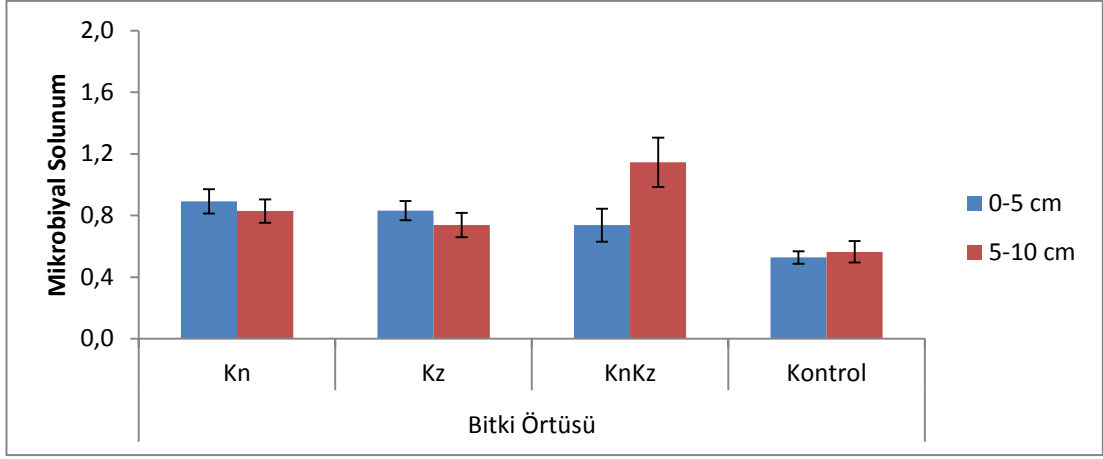
Değişkenler	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
Net NH4 Hızı (kg/ha/gün)	0,13	0,13	0,12	0,10
Net NO3 Hızı (kg/ha/gün)	0,27	0,35	0,31	0,16
Net NH4+NO3 Hızı (kg/ha/gün)	0,40	0,48	0,43	0,26
NO3/NH4	4,5	3,2	4,0	1,8
NO3/NH4+NO3	68	74	71	60

3.9. Mikrobiyal Solunum

Ortalama mikrobiyal solunum değerleri 0-5 cm derinlik kademesinde en fazla Kn alanlarında çıkarken, 5-10 cm derinlik kademesinde ise KnKz alanlarında tespit edilmiştir. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki mikrobiyal solunum değeri 0,32 ile 1,45 arasında değişim göstermiştir. Dikim sahaları arasında mikrobiyal solunum değerleri bakımından farklılık değerlendirildiğinde her iki derinlik kademesinde de istatistik bakımdan anlamlı farklılık çıkmıştır. Mikrobiyal solunum miktarına ilişkin elde edilen veriler Tablo13 de ve değişim grafikleri şekil 25 de verilmiştir.

Tablo 13. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama mikrobiyal solunum verileri

Derinlik	Mikrobiyal Solunum			
	Bitki Örtüsü			
	Kn	Kz	KnKz	Kontrol
0-5 cm	0,89 _a	0,83 _a	0,74 _{ab}	0,53 _b
5-10 cm	0,83 _a	0,74 _{ab}	0,56 _b	0,56 _b



Şekil 25. 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki ortalama mikrobiyal solunum değışimi

4. TARTIŞMA

4.1. Toprak Özelliklerine İlişkin Tartışma

Dikimden 30 ay sonra alanda yapılan ölçüm sonucunda dikim faaliyetlerinin kum içeriğinde istatistiksel düzeyde anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin dikim zamanının yeni olması, alandaki örtme derecelerinin tam olarak oluşmaması olduğu söylenebilir. Ortalama kum değerleri incelendiğinde dikim ile birlikte toprakların kum içeriğinde bir azalma görüldüğü tespit edilmiştir. Yapılan bir çok çalışmadaki literatür bilgilerinde ağaçlandırma çalışmalarının kum miktarı üzerinde azaltmaya yönelik etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Özel, 2008, Çepel 1985, Tolay ve ark, 1982, Kantarcı 1982, Korkanç, 2014).

Ağaçlandırma faaliyetlerinin Kil içeriğine etkisi incelendiğinde ise yine kum içeriğinde olduğu gibi istatistik olarak önemsiz seviyede çıkmıştır. Çünkü dikim zamanı daha yeni olması fidan köklerinin gelişimi yavaş olmasından dolayı olduğu söylenebilir. 30 aylık bir süre kil birikimi için yeterli bir süre değildir. Bu yüzden ağaçlandırmanın kil içeriği üzerindeki etkisinin istatistiksel anlamda etkili olmaması beklenen bir durumdur. Çalışmamızda kil miktarında kontrol alanlarına nazaran dikim alanlarında bir artış gözlenmiştir. Ağaçlandırma çalışmalarının kil miktarını artırıcı faaliyetlerinin kil miktarı üzerinde artırıcı etkisinin olduğu yapılan birçok çalışmada ifade edilmiştir (Özel, 2008; Özalp ve ark, 2015, Yüksek ve Ark. 2010, Akdağ, 2016).

Toz miktarındaki değişim yine kum ve kil içeriğinde olduğu gibi istatistiksel olarak önemi düzeyde değişimi olmamıştır. Toz içeriğinde dikimden sonra her iki derinlik kademesinde de artış görülmüştür.

Toprak pH değerleri değerlendirildiğinde, üst toprakta genelde bir artış görülürken, alt toprakta ise azalma olmuştur. Dikim türlerindeki farklılığın pH üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Fakat yapılan birçok araştırmalarda ağaçlandırma faaliyetlerinin toprak pH değerini değiştirdiği yönünde sonuçlar ortaya çıkmıştır (Özel, 2008, Özalp ve ark 2015, Boucher ve

Ark,2007, Korkanç, 2014). Toprak pH değeri asidik karakterde olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin arazi hazırlanmasından kaynaklandığı da düşünülmektedir. Arazi hazırlığı ile birlikte toprak üzerindeki organik maddenin uzaklaşması ve bölgedeki yağışların fazla olması ile birlikte toprakta yıkanma ortaya çıkmaktadır. Buda toprak pH değerini düşürmektedir.

Dikim alanlarında organik madde içeriği değişimi, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmamıştır çıkmamıştır. Dikim yapılan alanlarda kontrol alanlarına nazaran az da olsa yüksek bir organik madde olduğu tespit edilmiştir. Fidanlardaki yeterli miktardaki yapraklanmanın olmayışı organik maddenin geri dönüşümü konusunda engellemelere sebep olacaktır. Ağaçlandırma faaliyetlerinin uzun süreçte organik madde içeriğini artırdığı, özellikle makinalı toprak işleme yapılan yerlerde kısa vadede azalttığı yapılan bir çok araştırmada ifade edilmiştir (Özel, 2008, Çepel, 1995,; Ayık ve ark,1985 Sutinen ve ark, 2006, Akdağ, 2016).

Toplam azot miktarı, kızılâğaç ve kayın+kızılâğaç sahalarında kayın alanlarına göre daha fazla bulunmuştur. Fakat kontrol alanlarındaki azot miktarı üst toprakta(0-5 cm) yüksek çıkarken, 5-10 cm derinlik kademesinde ise birbirine yakın değerler ortaya çıkmıştır. Dikim farklılığının azot üzerindeki etkisi istatistik bakımından anlamlı seviyede çıkmamıştır. Bu farklılığın ileriki zamanlarda daha belirgin olacağı düşünülmektedir. Kızılâğacın azot bağlama özelliğinden dolayı diğer dikim alanlarına oranla az da olsa topraktaki azot içeriğini artırdığı tespit edilmiştir Dikimden sonra geçen süre yalnızca 30 aylık bir süre olduğu için dikim sahaları arasında belirgin farklılıkların görülmemesinin beklenen sonuç olduğu söylenebilir.

Karbon azot oranı değerlendirildiğinde ise, her iki derinlik kademesinde de dikim alanlarındaki C/N oranının kontrol alanlarına nazaran daha fazla olduğu belirlenmiştir. 0-5 cm derinlik kademesinde dikimdeki tür farklılığının C/N oranı üzerindeki etkisi istatistik düzeyde anlamlı bulunurken 5-10 cm derinlik kademesinde ise anlamlı çıkmamıştır. Bu sonuç 30 aylık sürecin hem azot bağlamada hem de organik maddenin değişimi de az olmasından ileri gelmektedir. Çünkü dikimin yeni olması uyum sürecinin olması ve ilk aşamada topraktaki var olan organik maddeyi ve azotu kullanmaları beklenmektedir.

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde ise her iki derinlik kademesinde de ağağlandırma çalışmalarının Ec değerlerini artırdığı görülmüştür. Fakat bu değişim önemli düzeyde çıkmamıştır. Elektriksel iletkenlik değerlerinin artmasının nedeni olarak ağağlandırma çalışmalarında katyon birikimin artmaya başlamasından ileri gelmesi söylenebilir.

Toprak nemi değerleri, dikim alanlarında daha yüksek çıkmıştır. kontrol alanlarında daha düşük çıkmıştır. Dikim alanlarındaki kil içeriğinin yüksek olması toprak neminin de yüksek olmasına neden olacaktır. Benzer Şekilde organik maddenin su tutma özelliğinden dolayı organik maddenin yüksek olduğu alanlar olan dikim alanlarında toprak nemi daha yüksek çıkmıştır. Diğer taraftan toprakta diri örtünün olmaması ile birlikte yüzeysel akışın kontrol alanlarda fazla olması nedeni ile toprakta tutulan su kontrol alanlarında düşük çıkmıştır.

4.2. Mineralleşmeye İlişkin Tartışma

30 ay sonunda 0-10 cm derinlik kademesinde Mineralleşmiş Amonyum kayın alanlarında, mineralleşmiş nitrat ve toprak mineralleşme miktarı en fazla kayın +kızılağaç alanlarında olduğu tespit edilmiştir. Nitrat mineralleşmesi amonyum mineralleşmesine göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebepleri olarak anlık mineralleşme verileri organik madde miktarı azot içeriği ile topraktaki nem ve sıcaklık değerlerinin farklılığı gösterilebilir. Toprak sıcaklığı ve nemin değişimi amonyum değişimini direkt olarak etkileyen özelliklerdendir (Küçük,2013). Azot mineralleşme sonuçları değerlendirmeye alındığında 0-5 cm derinlik kademesinde nitrat ve toplam mineralleşme değerleri bakımından, 0-10 cm derinlik kademesinde yine nitrat ve toplam mineralleşme verileri bakımından dikim alanları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 5-10 cm derinlik kademesinde mineralleşme verilerinin değişimi önemli düzeyde farklı çıkmamıştır. Buna sebep olarak dikimin daha yeni olmasına bağlayabiliriz. st toprakta köklenmenin olması fakat bu köklenmenin alt toprakta daha yavaş olması buna sebep olmaktadır. nk özellikle kıızılağaç köklerinde bulunan frankia alni bakterisinin azot bağlama bakımından önemli olduğu ve azot mineralleşme potansiyelini artırma konusunda önemli rol oynadığı yapılan araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur

(Dawsen ve Hanse,1983, binkley ve ark,1992, Roethe ve ark 2002, Meyer ve ark. 2014)

Çalışmada dikimden 30 ay sonra alınan örneklerde yapılan 63 günlük inkübasyon çalışmasında toplam mineral azot verimi, 0-10 cm derinlik kademesinde, kayın dikim alanlarında 23,6 kg/ha, kızılâğaç dikim alanlarında, 29,9 kg/ha, kayın+kızılâğaç dikim alanlarında 27,0 kg/ha ve kontrol alanlarında ise 16,1 kg/ha olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre toplam mineralleşme bakımından kızılâğaç dikim alanlarında mineralleşmenin daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Yine kayın kızılâğaç dikim alanları da kayının tek başına olduğu alandan yüksek çıkmıştır. 30 ay sonundaki veriler azot mineralleşme bakımından aylık sonuca göre alanın kızılâğaçta uygun olduğu ifade edilebilir. Azot mineralleşmesinin kayın + kızılâğaç alanlarında fazla bulunması gelecek zamanda bu tür alanlarda kızılâğaç destekli bir orman oluşturma yönünde müdahaleler yapılması gerektiği düşünülebilir. Literatür çalışmalarında, araştırmacılar kızılâğacın kullanıldığı alanlarda toprak verimliliğini arttırdığını ve karışım halinde kullanımı ile daha iyi ormanlar oluşturduğunu ifade etmişlerdir (DeBell ve Radwan 1979; Dale, 1963; Plass 1977; Van der Maiden, 1961; Meyer ve ark.2014; Sharma ve ark. 1985; Sanborn ve ark.1997).

Günlük mineralleşme hızı değerleri incelendiğinde dikim alanlarındaki amonyum mineralleşme hızı, kontrol alanlarına göre yüksek çıkmıştır. Nitrat ve toplam mineralleşme hızı ise diğer alanlara göre kızılâğaç alanlarında daha fazla çıkmıştır. dikim alanlarındaki mineralleşme hızları kontrol alanlarına nazaran yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre kızılâğacın azot bağlama özelliğinin diğer türlere göre daha fazla olduğu söylenebilir. Kızılâğaç türünün köklerinde bulunan azot bağlayıcı bakteriler nitrat verimini artırmaktadır. Bakterilerin fazla olması nitrat miktarının artmasına neden olmaktadır. Nitrifikasyon oranının % 70' ler düzeyinde olduğu bunu destekler niteliktedir.

4.3. Mikrobiyal Solunuma İlişkin Tartışma

Yapılan çalışma sonucunda, dikimle birlikte mikrobiyal solunum değerlerinin arttığı görülmüştür. Bunun nedeni organik madde miktarı, pH değerleri, azot içeriği ve toprak nemindeki farklılıktan ileri gelmektedir.

Yapılan bazı araştırmalar sonunda toprakta ki mikrobiyal solunumun organik madde miktarıyla artması ile doğru orantılı olduğu ifade edilmektedir (Bolat, 2011; Jenkinson, 1988). Jenkinson'a (1988) göre, organik madde miktarının hem toprak mikrobiyal biyokütlesinin miktarı hemde faaliyeti üstünde etkisinin büyük olduğunu belirlenmiştir.

Akburak 2013 yılında yaptığı doktora tezinde, pH değeri ile mikrobiyal solunum doğru orantılı olarak değiştiğini ifade etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada dikim alanlarındaki pH değerlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Topraktaki organik C, mikrobiyal biyokütle C ve N muhtevaları farklı toprak ve iklim tiplerine göre değişiklik gözlenmektedir. Genellikle sıcak ve kurak bölgelere kıyasla soğuk ve nemli iklim bölgelerinde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. (Sparling, 1997). Değişik toprak ve iklim çeşitlerine göre toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri değişkenlik gösterebilmektedir. Genellikle kurak bölgelere göre nemli iklim bölgeler daha yüksektir (Bolat, 2011). Çalışmamızda toprak neminin artması ile birlikte mikrobiyal solunumun arttığı grlmştir. Bunun nedeni mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri dikim alanlarında daha fazla olduğu düşünülmektedir. Böylelikle mikrobiyal faaliyetlerin daha yüksek olması nedeniyle bu dönemlerde mikrobiyal solunum değerleri daha yüksek çıkmış olabilir. Mikrobiyal solunum ile mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal faaliyet arasında doğrusal bir ilişki olduğu ifade edilmektedir (Bolat, 2011).

Küçük (2013) ve Luo ve arkadaşları (1996) yılında gerçekleştirdikleri araştırmalarda toprak nemi ile toprak solunumu arasında pozitif korelasyon olduğu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan toprak solunum ile doğrusal bir bağıntısı olan mikrobiyal solunum olduğu belirlenmiştir (Akburak, 2013). Yapılan çalışmada toprak nemi değerleri dikim alanlarında kontrol alanlarına göre daha yüksek çıkmış olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmamızın sonunda elde ettiğimiz bilgilere göre ölçmüş olduğumuz toprak özellikleri mineralleşme ve mikrobiyal solunum verilerinin türler arasında 30 aylık sürede bazı özelliklerde önemli düzeyde farklılık çıkarken, çoğu özelliklerde önemli düzeyde bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Genel değerlendirmeye göre elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Dikim yapılan alanlarındaki kum içeriği kontrol alanlarına nazaran azalmıştır
- Ağaçlandırma çalışmaları ile birlikte kil içeriği artmıştır.
- Toz miktarında yine kil miktarında olduğu gibi dikim alanlarında kontrol alanlarına nazaran fazla çıkmıştır
- Toprak pH değeri, bütün alanlarda dikimden yaklaşık 30 ay sonra üst toprakta belirgin şekilde değişmezken, alt toprakta dikimle beraber azalma eğiliminde olduğu bulunmuştur
- Yine dikim faaliyetleri ile birlikte organik madde miktarı az da olsa artış göstermiştir.
- Toplam azot miktarı üst toprakta kontrol alanlarında yüksek çıkarken alt toprakta ise karışık dikim yapılan alanlarda yüksek tespit edilmiştir.
- C/N oranı 0-15 cm derinlik kademesinde kn sahalarında 5-10 cm derinlik kademesinde ise kıvılağaç sahalarında daha yüksek bulunmuştur. Kontrol alanlarındaki C/N oranı düşük çıkmıştır.
- Ec değerleri kayın+kıvılağaç sahalarında en yüksek çıkmıştır.
- Toprak nemi kayın+kıvılağaç karışım alanlarında diğer alanlara nazaran daha yüksek çıkmıştır.
- Mineralleşme verileri bakımından nitrat mineralleşmesi amonyum mineralleşme verilerine göre fazla bulunmuştur. Kıvılağaç türünün dikildiği

alanlarda toplam mineralleşme verimi diğer alanlara göre daha fazla çıkmıştır.

- Mikrobiyal solunum miktarı, her iki derinlik kademesinde de kayın alanlarında yüksek çıkmıştır. yine dikim alanlarındaki mikrobiyal solunum diğer alanlara oranla daha yüksek çıkmıştır.

Bu çalışma sonucuna göre 30 aylık dikim sonrasında kızılğaç ile birlikte dikim faaliyetlerinin toprak özelliklerini iyileştirmede olumlu etkilediği düşünülmektedir. Fakat özellikle kızılğacın etkisinin daha net ortaya konması için bu çalışmaların dikimden 5 yıldan sonra çalışmalardan daha net sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçları elde etmek için bu araştırmanın uzun vadede sürdürülmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çünkü dikimfaaliyetleri üzerinden 30 ay geçmiş olmasından dolayı toprak özelliklerindeki değişimlerin yavaş olacağı aşikârdır. Uzun vadeli çalışmalarda bu tür alanlarda kızılğacın kayın veya başka orman ağacı ile kullanılmasının gerekliliği daha net ortaya konulabilir. Kısa sürede özellikle kızılğaç türünün tek başına dikilen alanlarda yerde daha verimli sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu sonuca göre alanın kızılğaç meşçeresi olarak kullanılması önerilebilir. Fakat orman oluşturmadaki amaç, saf kayın ormanı oluşturmak ise ve kızılğacında toprağı iyileştirmesi çalışma sonucunda daha açık ortaya koyulduğu için kayın +kızılğaç dikim sahalarının kurulması önerilmelidir.

KAYNAKLAR

- Aerts, R. and De Caluwe, H., 1994. Effects of Nitrogen Supply on Canopy Structure and Leaf Nitrogen Distribution in Carex Species, *Ecology* 75, 1482-1490.
- Akburak, S., 2013. Meşe ve Gürgen Meşcerelerinde Aralamanın Toprak Solunumu ve Mikrobiyal Solunum Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Alef, K., 1995. Soil respiration. In: *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. eds. K. Alef and P Nannipieri, Academic Press, London, pp. 214–218.
- Akyüz, M., 1998. Kızılağacın Odun Özellikleri ve Kullanım Özellikleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mülkiyet Sorunları Sempozyumu, 6-8 Ekim 1998, (Poster Bildiri), Trabzon.
- Ananyeva, N. D., Susyan, E. A., Chernova, O.V. and Wirth, S., 2008. Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia. *European Journal of Soil Biology*, 44, 2: 147-157.
- Anonim, 1985. Kayın, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi:1, Muhtelif Yayınlar Serisi:42, Ankara.
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Atalay, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırması ve Coğrafyası. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, Meta Basım Matbaacılık, Ankara.
- Atalay, İ., 1992. Kayın Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Açısından Bölgelere Ayrımı. The Ecology of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests and their regioning interms of seed transfer. The Improvement Institute of Forest Trees and Seeds, Forest Ministry Pub. No. 5, Ankara.
- Atay, İ. 1987. Doğal Gençleştirme Yöntemleri I-II. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.Ü. Yayın No: 3461, F.B.E. Yayın No: 1.
- Atay, İ. 1990. Silvikültür II Ders Kitabı, Silvikültürün Tekniği. İ.Ü. No: 3599, Orman Fakültesi No: 405. İstanbul, Türkiye.
- Atlas, R.M. and Bartha. R., 1987. *Microbial Ecology* 2nd Edition, Benjamin/Cummings Publ. California,pp.333-342.
- Bauer, J., Weihermüller, L., Huisman, J. A., Herbst, M., Graf, A., Séquaris, J. M., and Vereecken, H., 2011. Inverse determination of heterotrophic soil respiration

- response to temperature and water content under field conditions. *Biogeochemistry*, 108, 1-3: 119-134.
- Bauhus J.D., Pare, D. and Cote, L., 1998. Effects of tree species, stand age, and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1077–1089.
- Benson, D.R., 1982. Isolation of Frankia strains from alder actinorhizal root-nodules. *Appl. Envir. Microbiol.* 44,461–465
- Sanborn, P., Brockley, R, Preston, C. 1997. Ecological Roles of Sitka Alder in a Young Lodgepole Pine Stand. Prince George Forest Region. Forest research&Practices Team. Research Note.
- Berendse, F. 1990. Organic Matter Accumulation and Nitrogen Mineralization During Secondary Succession in Heathland Ecosystems. *Journal of Ecology*, 78: 413-427.
- Binkley, D., 2003. Seven decades of stand development in mixed and pure stands of conifers and nitrogen-fixing red alder. *Can. J. For. Res.* 33, 2274–2279.
- Binkley, D., Bell, R., Pollins, S., 1992. Soil nitrogen trnasformations in adjacent conifer and alder/conifer stands. *Canadian journal of forest*. In press.
- Blagodatskaya, E.V. and T.-H. Anderson. 1998. Interactive effects of pH and substrate quality on the fungal-to-bacterial ratio and qCO₂ of microbial communities in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1269-1274.
- Bremner, J., M., and Keeney, D., R., 1965. Steam Distillation Methods for Determination of Ammonium, Nitrate and Nitrite. *Analalytica Chemica Acta*, 32, 485-495.
- Canizales-Paredes, N., Tolon-Becerra, A., Lastra-Bravo, X. and Ruiz-Dager, F., 2012. Evaluation of the Effects of Soil Depth on Microbial Activity in Three Agroecosystems in Venezuela. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43, 9: 1273-1290.
- Chen, C.R., Condrón .LM., Davis M.R. and Sherlock R.R., 2003. Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 177: 539-557.
- Coyne, M.S. and Thompson J.A., 2006. *Fundamental Soil Science*. Delmar Learning, Clifton Park, New York, 403 pp.
- Cook, F. J. and Orchard , V.A., 2008. Relationships between soil respiration and soil moisture. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 5: 1013-1018.
- Curtin, D., Campbell, C. and Jalil, A., 1998. Effects of Acidity on Mineralization: pH-Dependence of Organic Matter Mineralization in Weakly Acidic Soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 30, 57–64.

- Çepel, N., 1985. Ağaçlandırma çalışmalarında uygulanan toprak işlemesine ilişkin mekanizasyonun ekolojik sonuçları. In: Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği I. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 8-12 Temmuz 1985, Bolu, 250-278.
- Çepel, N., 1995 Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Matbaası, No: 426, İstanbul.
- Çepel, N., Dündar M., Günel A., 1977. Türkiye'nin önemli yetişme bölgelerinde saf sarıçam ormanlarının gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik etkenler arasındaki ilişkiler. Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumu (TÜBÝTAK) Basımevi, Ankara.
- Dale, M. E. 1963. Interplant alder to increase growth in strip-mine plantations. USDA Forest Serv. Res. Note CS-14, 4 p.
- Dawson, J.O. and Hansen, E.A., 1983. Effect of *Alnus glutinosa* and hybrid populus growth and soil nitrogen concentration in a mixed plantation, in: Intensive plantation culture: 12 years research. Gen. Tech. Rep. NC-91. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station: 29-34.
- DeBell, D. S., and Radwan, M. A., 1979. Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantations. Bot. Gaz. 140: \$97-SI01.
- Devare, M., Londonor, L. and Thies, J. 2007. Neither transgenic Bt maize (MON863) nor tefluthrin insecticide adversely affect soil microbial activity or biomass: a 3- year field analysis. Soil Biology and Biochemistry, 39, 8: 2038-2047.
- Dickinson, C.H. and Pugh G.J.F., 1974. Biology of Plant Litter Decomposition, Vol. 1-2. Academic Press, London. 175 pp.
- Dornbush, M.E., 2007. Grasses, litter, and their interaction affect microbial biomass and soil enzyme activity. Soil Biology and Biochemistry, 39: 2241-2249.
- Eisenhauer, N., Klier, M., Partsch, S., Sabais, A.C.W., Scherber, C., Weisser, W.W. and Scheu, S. 2009. No interactive effects of pesticides and plant diversity on soil microbial biomass and respiration. Applied Soil Ecology, 42, 1: 31-36.
- Fernandes, S.A.P., Bettiol, W. and Cerri, C.C., 2005. Effect of sewage sludge on microbial biomass, basal respiration, metabolic quotient and soil enzymatic activity. Applied Soil Ecology, 30, 1: 65-77.
- Gelfand, I. and Yakir, D., 2008. Influence of nitrite accumulation in association with seasonal patterns and mineralization of soil nitrogen in a semi-arid pine forest. Soil Biology and Biochemistry 40, 415-424.
- Gerlach, A. 1973. Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnetto-mineralisation. Scripta Geobotanica, Bd., 5, Göttingen,

Goltze.

- Giller, K.E., Witter, E. and Mcgrath. S.P., 1998. Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1389-1414.
- Gross, K., L., Pregitzer, K., S. and Burton. A., J., 1995. Spatial Variability in Nitrogen Availability in Three Successional Plant Communities, *Journal of Ecology*, 83, 357-367.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No, 201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, S. 225.
- Gülyüz, G. ve Gökçeoğlu, M., 1994. Uludağ (Bursa) Alpin Bölgesi Bazı Bitki Topluluklarında Mineral Azot Oluşumu ve Yıllık Verim, *Turkish Journal of Botany*, 18, 65-72.
- Gülyüz, G., 1998. Nitrogen Mineralization in the Soils of Some Grassland Communities in the Alpine Region of Uludag in Bursa-Turkey, *Turkish Journal of Botany*, 22, 59-63.
- Hart, S.C., Binkley, D., Perry, D.A., 1997. Influence of redalder on soil nitrogen transformations in two conifer forests of contrasting productivity. *Soil Biol. Biochem.* 29, 1111–1123.
- Hassink, J. 1994. Effects of soil texture and grassland management on soil organic C and N and rates of C and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry* 26:1221-1231.
- Hobbie, S.E. 1992. Effects of plant species on nutrient cycling. *TREE* 7:336–9.
- Hobbie, S.E. 1995. Direct and Indirect Effects of Plant Species on Biogeochemical Processes in Arctic Ecosystems. In F.S. Chapin, C. Körner (editors). *Arctic and Alpine Biodiversity: Patterns, Causes and Ecosystem Consequences*, Berlin, Springer-Verlag, p.213-24.
- Hooper, D., U. and Vitousek. P., M., 1997. The Effects of Plant Composition and Diversity on Ecosystem Processes, *Science*, 277, 1302-1305.
- Inouye, R.S. and Tilman, D., 1995. Convergence and Divergence of Old-Field Vegetation After 11 Year of Nitrogen Addition, *Ecology*, 76, 1872-1887.
- Insam, H. and Domsch, K.H., 1988. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, 15: 177–188.
- Jiang, J., Xiong, Y., Jiang, H., YE, D., Song, Y.J. and Li, F. M., 2009. Soil microbial activity during secondary vegetation succession in semiarid abandoned lands of Loess Plateau. *Pedosphere*, 19, 6: 735-747.

- Johnson, D., Booth, R. E., Whiteley, A.S., Bailey, M.J., Read, D.J., Grime, J.P. and Leake, J. R. 2003. Plant community composition affects the biomass, activity and diversity of microorganisms in limestone grassland soil. *European Journal of Soil Science*, 54, 4: 671-678.
- Ju, C., Xu, J., Wu, X., Dong, F., Liu, X. and Zheng, Y., 2016. Effect of Myclobutanil on Soil Microbial Biomass, Respiration, and Soil Nitrogen Transformation, *Environmental Pollution*, 208: 811-820.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın dağıtım. Genişletilmiş 2. Baskı. 467 Sayfa.
- Kajba D., Gracan J., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 4 pages
- Kantarcı M. D., 2000. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Matbaası. Yayın No: 4261/462, İstanbul.
- Kara Ö., Bolat İ., Çakıroğlu K ve Öztürk M, 2008. Plant canopy effects on litter accumulation and soil microbial biomass in two temperate forests. *Biology and Fertility of Soils*, 45(2): 193–198.
- Kayıkcıoğlu, H.H. ve Okur, N., 2013. Farklı Bitki Örtüsü Altındaki Topraklarda Mikrobiyal C, N ve P' un Mevsimsel Değişimi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50, 1: 57-65.
- Knoepp, J., D., Coleman, D., C., Crossley, Jr. D.A. and Clark, J.S. 2000. Biological Indices of Soil Quality: An Ecosystem Case Study of Their Use. *Forest Ecology and Management*, 138, 357-368.
- Köhler, H.R., C. Wein., S. Reiss., V. Storch. ve G. Alberti. 1995. Impact of Heavy Metals on Mass and Energy Flux Within the Decomposition Process in Deciduous Forests. *Ecotoxicology*, 4: 114-137.
- Kramer, S. and Green D.M., 2000. Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 179–188.
- Küçük, M., 2013. Farklı eğim ve bakı gruplarında bulunan meşe meşcerelerinde ve mera alanlarında azot mineralizasyonu ve toprak solunumunun belirlenmesi. Doktora Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Lagomarsino, A., Grego, S. and Kandeler, E., 2012. Soil organic carbon distribution drives microbial activity and functional diversity in particle and aggregate-size fractions. *Pedobiologia*, 55, 2: 101-110
- Lockaby, B. G., Miller, J. H. and Clawson, R., G., 1995. Influences of Community Composition on Biogeochemistry of Loblolly Pine (*Pinus Taeda*) Systems, *American Midland Naturalists* 134, 176-184.

- Luo, Y., and Zhou, X., 2006. Soil Respiration and The Environment. Academic Press Elsevier Publications; 1 edition, 328 pp. San Diego, U.S.A.
- Mamolos, A. P., Veresoglou, D., S. and Barbayiannis, N., 1995. Plant Species Abundance and Tissue Concentrations of Limiting Nutrients in Low-Nutrient Grasslands: A Test Of Competition Theory, *Journal of Ecology*, 83, 485-495.
- Mariani, L., Chang, S. X. and Kabzems, R., 2006. Effects of tree harvesting, forest floor removal, and compaction on soil microbial biomass, microbial respiration, and N availability in a boreal aspen forest in British Columbia. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 7: 1734-1744.
- Marks, P., C. and Bormann, F., H., 1972. Revegetation Following Forest Cutting: Mechanisms for Stability in Northern Hardwood Ecosystems, *Science*, 176, 914-915.
- Meyer, C., Lüscher, P., Schulin, R. 2014. Recovery of forest soil from compaction in skid tracks planted with black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). *Soil and Tillage Research*. 143.7-16.
- Müller H., 1998. Dilek/Güroluk Hidroelektrik Projesi, Fırtına Deresi Havzası, Rize İli; D.H.K.D. Adına Mayıs 1998’de Yapılan Gezi Raporu ve ÇED’in Bazı Yönlerinin Analizi, Amden.
- Naeem, S., Thompson, L., J., Lawler, S., P., Lawton, J., H. and Woodfin, R., M., 1994. Declining Biodiversity can Alter the Performance of Ecosystems, *Nature*, 368, 734-737.
- Öztürk, M., Pirdal, M., ve Özdemir F., 1997. Bitki Ekolojisi Uygulamaları, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No, 157, Bornova, İzmir.
- Pandey, S. and Singh, D.K., 2004. Total bacterial and fungal population after chlorpyrifos and quinalphos treatments in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) soil. *Chemosphere*, 55, 2: 197-205.
- Pankhurst, C.E., Doube, B.M. and Gupta, V.V.S.R., 1997. Biological Indicators of Soil Health: Synthesis, In: *Biological Indicators of Soil Health*. Pankhurst, C. E., Doube, B. M., and Gupta, V. V. S. R. (eds.), CAB International,. 419–435.
- Paul, E.A. ve Clark F.E., 1996. *Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, New York, NY, 273 pp..
- Pastor, J. and Post, W. M., 1986. Influence of Climate, Soil Moisture, and Succession on Rest Carbon and Nitrogen Cycle, *Biogeochemistry*, 2, 3-27.
- Pastor, J. and Stillwell, M., A., Tilman, D., 1987. Little bluestem Litter Dynamics in Minnesota Old Oields. *Oecologia*, 72, 327-330.
- Pidwirny M., 2006. *Introduction to Soils. Fundamentals of Physical Geography*, 2nd Edition.

- Plaster, E., J., 1992. Soil Science and Management. 2nd Edition. Delmar Publishers Inc., New York, 146-171.
- Robertson, G.P. and E.A. Paul. 2000. Decomposition and Soil Organic Matter Dynamics. In: Sala, O.E., Jackson, R.B., Mooney, H.A., Howarth, R.W. (Editors.), Methods in Ecosystem Science. Springer, New York, p. 104-116.
- Rothe, A, Huber, C.,Kreutzer, K., 2002. Deposition and soil leaching in stands of Norway spruce and european beech: Results from the Hoglewald research in comparision with other European case Studies. Plant Soil. 240:33-45
- Rowell, DL., 1994. Soil Science Methods and Applications. Longman Scientific and Technical, Singapore, 350 pp.
- Runge, M. 1974. Die Stickstoff-Mineralisation in Boden Eines Sauerhumus-Buchenwaldes. I. Mineralstickstoff-Gehalt und Netto-Mineralisation,Oecologia Plant, 9, 201-208.
- Runge, M., 1983. Physiology and Ecology of Nitrogen Nutrition, In: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, H. Ziegler (Editors), Encyclopedia of Plant Physiology,164-200.
- Sanborn, P., Brockley, R. and Preston, C., 1997. Effects of Sitka alder retention and removal on the growth of young lodgepole pine in the Central Interior of British Columbia. Establishment Report. B.C. Ministry of Forests. 66 p.
- Schwencke, J., Caru, M. 2001. "Advances in actinorhizalsymbiosis: Host plant-Frankia interactions, biology, and application in arid land reclamation: A review". Arid Land Research and Management 15 (4): 285–327.
- Sharma, J.S., Dabral, B.G. and Singh, K. 1985. Edaphic and microclimatological studies with reference to regeneration of sal (*Shorea robusta*). Indian For. 111, 396–409.
- Sparling, G.P., 1997. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: Biological indicators of soil health, eds. C Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, Wallingford, pp. 97-119.
- Steubing, L. 1965. Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin-Hamburg, Parey.
- Suseela, V., Conant, R.T., Wallenstein, M. D. and Dukes, J.S., 2012. Effects of soil moisture on the temperature sensitivity of heterotrophic respiration vary seasonally in an old-field climate change experiment. Global Change Biology, 18, 1: 336-348.
- Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson JM., 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell, Oxford. 371 p.
- Tarrant, R. F., 1961. Stand development and soil fertility in a Douglas-fir-red alder plantation. Forest Sci. 7:238-246.

- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P. and Ritchie Siemann, M., E., 1997. The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes, *Science*, 277, 1300-1302.
- Titrek, E. 2004. Uludağ'ın Alpin ve Subalpin Kuşağındaki Bozulmuş alanlarda Gelişen *Verbascum olympicum* Bitki Topluluğunun Toprağında Azot Dönüşümleri Üzerinde Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ürgenç S., 1992. Ağaç ve Süs Bitkileri - Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği – İ.Ü. Üniversite Yayın No: 3676, Fakülte Yayın No: 418, İstanbul.
- Ürgenç S., Ağaçlandırma Tekniği, İ. Ü. Orman Fakültesi R. No. 3314, F. No. 375, 1986, İstanbul.
- Van Der Meiden, Ho Ao 1961. De els in populierenbeplantingen. (Alder in mixture with poplar.) *Nederlands bosbouw tijdschrift* 33:168-171.
- Wedin, D.A., and Tilman, D., 1990. Species Effects on Nitrogen Cycling: A Test With Perennial Grasses, *Oecologia*, 84, 433-441.
- Wood, C.W., Mitchell, R.J., Zutter, B.R. and Lin, C.L., 1992. Loblolly Pine Plant Community Effects on Soil Carbon and Nitrogen. *Soil Science* 154: 410-419.
- Yaltrık, F.1998. Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı tohumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın no: 4104, O.F. yayın no: 420, s.109-114.
- Yaltrık, F. 1993. Dendroloji Ders Kitabı I, *Gymnosparmae (Açık Tohumlular)*, 2. Baskı, İ. Ü. O. F. Yay., No: 386, 320s.
- Yazdanpanah, N., Mahmoodabadi, M. and Cerda, A., 2016. The Impact of Organic Amendments on Soil Hydrology, Structure, and Microbial Respiration in Semiarid Lands, *Geoderma*, 266: 58-65.
- Yılmaz, M., Artvin-Rize Yöresindeki Kızılağaç Orman Ekosistemlerinin Verimliliği ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1996, Trabzon.
- Zeller, V., Bahn, M., Aichner and M., U. Tappeiner. 2000. Impact of land-use change on nitrogen mineralization in subalpine grasslands in the Southern Alps. *Biology and Fertility of Soils* 31:441–448.
- Zimmermann, S. and Frey, B., 2002. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 11: 1727-1737.
- Zornoza, R., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Arcenegui, V., García-Orenes, F., and Mataix-Beneyto, J., 2007. Assessing the effects of air-drying and rewetting pretreatment on soil microbial biomass, basal respiration, metabolic quotient

and soluble carbon under Mediterranean conditions. *European Journal of Soil Biology*, 43, 2: 120-129.

Zöttl, H., 1960. Dynamik der Stickstoffmineralisation im Organischen Waldbodenmaterial. I. Beziehung Zwischen Brutommineralisation und Nettomineralisation. *Plant Soil*, 13, 166-182.

Zöttle, H., 1958. Die Bestimmung der Stickstoffmineralisation in Waldhumus Durch den Brutversch. *Z. Pflanzenernahrung. Dueng. Bodenkd.* 81: 35-50.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : COŞKUN, Kübra
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri :20.10.1994-Artvin
Medeni hali :Bekar
Yabancı Dili :İngilizce
Telefon :05418178708
e-posta :kubra_coskun08@hotmail.com

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans

Orman Mühendisliği

2016