



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



**FARKLI DOZLARDA PİRİNA VE
PİRİNA BİYOKÖMÜRÜ UYGULAMASININ,
KUMLU TOPRAKLARDAN
NİTRAT YIKANMASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Seda BODUR

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI DOZLARDA PİRİNA VE
PİRİNA BİYOKÖMÜRÜ UYGULAMASININ,
KUMLU TOPRAKLARDAN
NİTRAT YIKANMASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Seda BODUR

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 07/09/2016

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

ÇANAKKALE

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU

Seda BODUR tarafından Prof. Dr. Yasemin KAVDIR yönetiminde hazırlanan ve **07/09/2016** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulamasının, Kumlu Topraklardan Nitrat Yıkanması Üzerine Etkileri**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

.....

Başkan

Prof. Dr. Hüseyin EKİNCİ

.....

Üye

Yard. Doç. Dr. Orhan YÜKSEL

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Seda BODUR

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde ve yüksek lisans çalışmalarım boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, yüksek lisans eğitimim süresince projesinde benim de yer almama imkan veren saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Yasemin KAVDIR'a teşekkür eder, sonsuz saygılarımı sunarım.

Yüksek Lisans çalışmalarım boyunca sabırla bütün sorularıma cevap veren ve her zaman desteklerini hissettiğim sayın hocalarım Doç. Dr. Ali SUNGUR, Arş. Gör. Dr. Remzi İLAY, Arş. Gör. Gizem AKSU, Doç. Dr. Kürşad DEMİRER, Arş. Gör. Dr. M. Burak BÜYÜKCAN, Arş. Gör. Dr. Okan ERKEN, Arş. Gör. Dr. Seçkin KAYA ve Nurten ÜNAL'a teşekkür ederim.

Tezimin çeşitli aşamalarında bana destek ve yardımcı olan arkadaşım Erdem TEMEL'e çalışma süresince kendi çalışması gibi tüm zorlukları benimle göğüsleyen, geç saatlere kadar çalışmalarımnda beni yalnız bırakmayan, arkadaşım S.Tuğçe EREN'e, ne zaman ihtiyacım olsa yardımına koşan arkadaşlarım Orhun Berk GÜVEN, Şevket SEVİM, Hüseyin BAŞTEPE, Ahmet BORAN'a ve yüksek ziraat mühendisleri Ece COŞKUN ve Sema Deniz ÖZEL'e teşekkür ederim.

Destegiyle gücüme güç katan kankacım Burak SARIAYDIN'a ve hayatımın her evresinde bana maddi manevi her konuda destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Seda BODUR
Çanakkale, Eylül 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
$\mu\text{mhos cm}^{-1}$	Elektriksel kondüktivite birimi
C	Karbon
Cd	Kadmiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
dk	Dakika
EC	Elektriksel Kondüktivite
FDR	Elektromanyetik yansıma frekansı prensibiyle ölçüm yapan
g	Gram
H	Saat
KCl	Potasyum Klorür
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
me	miliequivalan
mg	Miligram
Mhz	devir/saniye
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Azot
NaCl	Sodyum Klorür
NO_3^-	Nitrat
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
PVC	Polivinil Klorür
Rpm	Devir/dakika sensörler
SN	Solma Noktası
TK	Tarla Kapasitesi
V	Volt
Zn	Çinko

ÖZET

FARKLI DOZLARDA PİRİNA VE PİRİNA BİYOKÖMÜRÜ UYGULAMASININ, KUMLU TOPRAKLARDAN NİTRAT YIKANMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Seda BODUR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

07/09/2016, 36

Bu çalışmanın amacı, kumlu topraklardan nitrat yıkanmasını, pirina ve pirinanın 300°C’de pirolizi sonucu oluşan pirina biyokömürü kullanarak azaltmaktır. Tarım arazilerinde yaygın olarak kullanılan azotlu gübreler yağmurlar ve sulama ile yıkanarak yeraltı sularını kirletmekte ve insan sağlığı açısından sorun teşkil etmektedir. Kirleticilerin temizlenmesi için birçok yöntem geliştirilmiş olsa da en güvenilir olanı çevreye zarar vermeyen, ekonomik çözümlerdir. Kendisi de tarımsal atık olan ve uygulanması oldukça ekonomik olan pirina ve pirina biyokömürünün, toprağa uygulanan azotlu gübrelerin tutulumunu arttırarak yeraltı suyunun kirlenmesini azaltması bu çalışmanın özgün yanıdır. Bunun için laboratuvarında kolon denemesi kurulmuş ve amonyum nitrat ile gübrelenmiş olan kolonlarda , yöresel yağışlar taklit edilerek yıkama çalışması yapılmıştır. Haftalık olarak toplanan yıkanma sularında iyon kromatografisi ile nitrat içerikleri belirlenmiştir.Yıkama çalışması sonucunda alınan toprak örneklerinin amonyum ve nitrat içerikleri belirlenmiştir. Haftalık alınan yıkanma sularında düzenli olarak, pH ve EC ölçümleri yapılmış saatlik nemleri FDR sensörleri ile ölçülüp, veriler kaydedilmiştir. Sonuç olarak gerek pirina ve gerekse pirina biyokömürü uygulaması topraktan nitrat yıkanmasını azaltmıştır.

Anahtar sözcükler: Pirina, Biyokömür, Nitrat Yıkanması, Azot, Kumlu Toprak

ABSTRACT

EFFECTS of DIFFERENT LEVELS OF OLIVE POMACE AND OLIVE POMACE BIOCHAR on NITRATE LEACHING FROM SANDY SOILS

Seda BODUR

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Soil Science and Plant Nutrition

Advisor: Prof. Dr. Yasemin KAVDIR

07/09/2016, 36

The aim of this study was reduction of nitrate leaching from sandy soil by using different rates of olive pomace and olive pomace biochar that was produced by pyrolysis of pomace at 300°C. Nitrogenous fertilizers are commonly used in Turkey and they can be easily leached and contaminate groundwater. Since many methods have been developed for the removal of contaminants, the most reliable methods should be both economic and environmentally friendly. Olive pomace and biochars are agricultural wastes and to use these to reduce the pollution of groundwater increases the originality of this research. For this purpose, laboratory column studies have been established and columns have been fertilized with ammonium nitrate. Columns have been leached with pure water imitating local rainfall. Nitrate contents of leachates have been collected weekly and their nitrate concentrations have been determined by ion chromatography. Soils within the columns were removed after 8th weeks and their total nitrogen, carbon, ammonium and nitrate contents have been determined. leachates pH and EC measurements have been measured weekly and soil water contents have been determined hourly basis by using FDR sensors. As a results both olive pomace and biochar application reduced nitrate leaching from soil.

Keywords: Olive Pomace, Biochar, Nitrate Leaching, Nitrogen, Sandy Soil

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT	8
3.1. Materyal	8
3.1.1. Denemede Kullanılan Materyallerin Özellikleri	8
3.1.2. Denemede Kullanılan Alet ve Ekipmanlar	9
3.2. Metot	10
3.2.1. Kolon Düzeneklerinin Kurulması.....	10
3.2.2. Yıkama Çalışması.....	11
3.2.3. Analiz Yöntemleri	13
BÖLÜM4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	15
4.1. Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Nitrat Yıkınması	15
4.2. Farklı Dozlarda Pirina ve Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Elde Edilen Yıkınma Sularının EC Değerlerinin Değişimi	17
4.3. Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Elde Edilen Yıkınma Sularının pH Değerlerinin Değişimi.....	20
4.4. Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Elde Edilen Yıkınma Suyu Miktarları.....	22
4.5 Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Toprakların Toplam Azot ve Karbon İçerikleri	24
4.6 Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Toprakların NH_4^+ ve NO_3^- İçerikleri	26

4.7.Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardaki Toprakların KDK (Kasyon Değişim Kapasitesi) Değişimi.....	28
4.8.Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardaki Toprakların Nem Değişimi	29
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	I



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. FDR sensör ve HOB0 veri kaydediciler	9
Şekil 2. HOB0 yazılım programı ekran görüntüsü	9
Şekil 3. a)Denemede kullanılan pH ve EC metre, b) denemede kullanılan basınçlı kaplar, c) denemede kullanılan distilasyon cihazı, d) denemede kullanılan iyon kromotoğrafisi	10
Şekil 4. Kolon düzeneğinin kurulması.....	11
Şekil 5. (a) Kolonların doldurulması, (b) dolu kolonlar, (c) kolonların kurulması, (d) amonyum nitrat tartılması, (e) amonyum nitratin uygulanması, (f) damlaticıların ayarlanması, (h) sekiz haftanın sonunda kolonların boşaltılıp topraktan örnek alınması	12
Şekil 6. Pirina kolonlarını haftalık yıkanma sularının kümülatif Nitrat (mg) miktarı	15
Şekil 7. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında kümülatif nitrat miktarları (mg).	16
Şekil 8. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$) değerleri	18
Şekil 9. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$) değerleri	19
Şekil 10. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında pH değerleri	21
Şekil 11. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında pH değerleri	21
Şekil 12. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlardan haftalık yıkanma sularının miktarı	22
Şekil 13. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan toplanan haftalık yıkanma sularının miktarı.....	23
Şekil 14. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan kolonlara ait toprakların KDK değişim grafiği (n=4, standart hata çubukları).....	29
Şekil 15. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlara ait toprakların nem değişim grafiği .	29
Şekil 16. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlara ait toprakların nem değişim grafiği.....	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1. Deneme materyallerinin analiz sonuçları	8
Çizelge 2. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında haftalık yıkanan nitrat miktarlarına (mg) ait varyans analiz tablosu ($p<0.05$).	17
Çizelge 3. Farklı dozlarda pirina ve pirina byokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında EC değerlerine ait $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ varyans analiz tablosu ($p<0,05$)	20
Çizelge 4. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında miktara (ml) ait varyans analiz tablosu ($p<0.05$).	24
Çizelge 5. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak toplam karbon içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları	25
Çizelge 6. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam karbon içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları	25
Çizelge 7. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak toplam azot içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları	25
Çizelge 8. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam azot içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları	25
Çizelge 9. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan toprakların NO_3^- (mg/kg) değerlerine ait varyans analiz tablosu ($p<0.05$).	26
Çizelge 10. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan toprakların NH_4^+ (mg/kg) değerlerine ait varyans analiz tablosu ($p<0.05$).	27
Çizelge 11. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak NH_4^+ içeriklerinin etkisinin istatistik analiz sonuçları	27
Çizelge 12. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam NH_4^+ içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları	27
Çizelge 13. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak NO_3^- içeriklerinin ait istatistik analiz sonuçları	28
Çizelge 14. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam NO_3^- içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları	28

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ülkemizde yoğun ve bilinçsiz yapılan tarımsal ilaçlama ve gübreleme gibi tarımsal faaliyetler havada, toprakta ve suda kirliliğe sebep olmaktadır (Özdemir, 2006). Tarımsal kaynaklı kirliliklerin etki alanı endüstriyel kaynaklı kirliliğe göre çok daha geniş ve önlenmeleri de oldukça zordur. Bunlardan biri N (Azot) bileşiklerinin kolaylıkla su ile toprak altına sızarak ve yer altı sularına karışarak sebep olduğu kirliliktir. Azotlu bileşiklerin yer altı sularında en sık karşılaşılan formu Nitrat (NO_3^-)'tır (Süenal ve ark., 2012). Aerobik ortamda bakteriler amonyağı nitrit (NO_2^-) veya nitrat (NO_3^-) iyonuna dönüştürürler. Nitrit (NO_2^-) iyonu ise oksijen gibi yükseltgen maddelerin bulunduğu ortamlarda kararsız olup, yükseltgenerek nitrat (NO_3^-) iyonuna dönüşürler. Ülkemizde yapılan yağlık zeytin üretimi son yıllarda ortalama 1.300.000 ton/yıldır (Anonim, 2014). Bu zeytinlerin yağı alındıktan sonra geriye kalan katı kısım olan pirina (zeytin yağı katı atığı) bertaraf edilmesi yerine organik maddesi düşük olan topraklarımıza faydalı bir organik toprak düzenleyici olarak kullanılabilir.

Son yıllarda popülerliği artan ve araştırmacıların ilgisini çeken biyokömür karbonca zengin materyallerin çok düşük oksijen ya da oksijensiz koşullarda yüksek sıcaklıkta (300-700 °C) yakılmasıyla (piroliz) elde edilen karbonca zengin bir materyaldir (Lehmann ve ark., 2006). Bu piroliz sonucu elde edilen biyokömür toprak düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca biyokömür zengin karbon içeriğiyle atmosferik karbonu toprağa hapsederek karbonun toprakta yüzlerce yıl kalmasını sağlayarak sera etkisini azaltarak küresel ısınmaya engel olabileceği düşünülmektedir. Biyokömür uygulanan tarlalarda sera gazları olan Nitroz oksit ve Metan salınımı da % 80 engellediği görülmüştür. Farklı tarımsal atıklardan biyokömür yapılabilir (Ippolito ve ark., 2012). Zeytin yağı katı altığı (pirina), organik karbon içeriği yüksek olan atık materyaldir. Genellikle yakıt olarak değerlendirilmekle beraber son yıllarda yürütülen çalışmalarla, kompost olarak tarımda da kullanılabilir (Kavdır ve Killi, 2008; İlay ve ark., 2013; Killi ve ark., 2014). Zeytin pirinası ülkemizde oldukça fazla bulunan tarımsal atık materyallerden olması, ağır metallerin ve katyonların biyoyararlılığını azaltması ve zeytin biyokömürünün adsorbsiyon özelliğinin fazlaca çalışılmamış olması nedeni ile çalışma materyali olarak seçilmiştir. Biyokömür, yeraltı ve yerüstü sularının kalitesi üzerine gübre yıkanmalarının olumsuz etkisini azaltmaya yönelik uzun vadeli materyal olarak öne sürülmüştür (Lehmann ve ark., 2003; Steiner ve ark 2008). Biyokömür su ve topraktaki kirleticileri

tutabileceği gibi, toprağa ilave edildiğinde toprakta karbon tutulmasını da arttırmaktadır (Cao ve ark., 2009). Bu maddeler topraktan nitrat ve amonyum yıkanmasını azalttığı taktirde hem toprak karbonu artacak, hem de evre kirliliği azalacaktır.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Azot bitki gelişimi için mutlak gerekli bir elementtir. Topraklarda azot organik olarak veya mineral olarak bulunabilir. Biyokömürün toprağa eklenmesinin, azot döngüsünü etkilediği ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Organik azotun amonyuma dönüşmesine amonifikasyon denilmektedir. Organik azotun (hetetrofik organizmalarla) veya amonyum azotunun nitrata dönüşmesine nitrifikasyon denilmektedir (Leininger ve ark., 2006). Odun biyokömürünün ormanlara uygulanması nitrifikasyonu arttıran bir eğilim göstermektedir, bununla birlikte tarımsal atıkların tarım alanlarına uygulanması ise nitrifikasyonu azaltmaktadır (De Luca ve ark., 2015).

Biyokömür, ısı enerjisi için kullanılan bir materyal olmasıyla birlikte toprak verimliliğinin ve toprakların organik madde içeriğinin iyileştirilmesi, atmosferik karbonu toprağa bağlaması, gaz emisyonlarını azaltması, toprakta yüzlerce yıl korunması ve toprakları düzenlemesi özellikleri ile önemli bir materyal olarak değerlendirilmektedir (Ni ve ark., 2006; Lehmann, 2007). Biyokömür üzerine yoğunlaşan araştırmacılar tarafından, öncelikle hangi piroliz yöntemi ve parametrelerinin biyokömür verimi üzerinde daha etkili olduğu üzerine çalışmalar yürütmüşler ve bu amaç için çeşitli biyokütlelere, çoğunlukla 300-700 °C arasındaki belirli sıcaklıklarda hızlı ve yavaş piroliz yöntemini uygulamışlardır. Rapor edilen araştırma sonuçlarına göre biyokütle çeşidi ve uygulama parametrelerine bağlı farklılıklar olmakla birlikte, biyokömür verimini arttırmak için yavaş piroliz yönteminin gerekliliği bildirilmiştir ve yavaş piroliz ile yaklaşık %50 oranına kadar biyokömür üretilbildiğini bildirilmiştir (Laird, 2008). Mena ve ark., (2014), bambu bitkisinin laboratuvar koşullarında çelik bir reaktor (200 g kapasiteli) kullanılarak yavaş pirolizini (300-600 °C, 10 °C dk⁻¹, 15 dakika) gerçekleştirmişler ve en yüksek biyokömür veriminin 300 °C piroliz sıcaklığında elde edildiğini, sıcaklık artışı ile biyokömür veriminin azaldığı, bio-yağ ve gaz veriminin ise arttığını bildirmişlerdir. Piroliz süreci sonunda biyokömür, biyoyağ ve biyogaz ortaya çıkar. Biyokömür oluşturma sıcaklığı, süresi, istenilen sıcaklığa ulaşma süresi, kullanılan materyalin türü ve boyutu değiştikçe bir çok özelliği de değişmektedir. Örneğin sıcaklık arttıkça elde edilen biyokömür miktarı azalırken, biyogaz miktarı artmaktadır. Literatüre göre biyokömür verimi ile kimyasal ve fiziksel özellikleri, üretimde kullanılan biyokütlenin doğal yapısına (odunsu, otsu, hayvansal), boyutuna, piroliz sıcaklığına, yakma süresine ve ısıtma hızına bağlı olarak değişmektedir. Bu parametrelerin değişmesi, oluşan biyokömürün elementel

analiz sonuçlarına, porozitesine, por dağılımına, yüzey alanına, yüzey kimyasal özelliklerine, su ve iyon adsorbsiyonuna, pH ve üniformitesine, fiziksel strüktürüne etki etmektedir (Maschio ve ark., 1992; Baldock ve Smernik, 2002; Antal ve Gronli, 2003; Downie ve ark., 2009; Chan ve Xu, 2009).

Topraklara çok fazla ahır gübresi uygulandığında özellikle toprak kaba bünyeli ise azotun nitrat olarak ortamdaki yıkandığı belirtilmiştir. Uzoma ve ark. (2011), sürdürülebilir tarım için kumlu toprakların en büyük sıkıntısının, su ve besin maddesi tutma kapasitesinin düşük olması ve içerdiği organik maddenin çok hızlı mineralize olması olduğunu bildirmişlerdir. Aşırı azotlu gübreleme yapılan arazilerden, nitrat (NO_3^-) yağmur ve sulamadan sonra topraklardan yıkanıp, yeraltı suyu kirlenmesine neden olabilmektedir. Dünya çapında yürütülen çalışmalarda gübre uygulanması ya da uygulanmaması farketmeksizin sadece yıkanmayla meydana gelen azot kayıplarının, yıllık dekara 0,1-50 kg azot olduğu tespit edilmiştir (Fried ve Broeshart 1967). Bu sebeple özellikle Avrupa Ülkelerinde ahır gübresinin sonbaharda toprağa uygulama miktarları “Nitrate Directive 91/676/EEC” düzenlemesi ile kurala bağlanmıştır. Ayrıca nitrat yıkanmasını önlemek için gübreler ile beraber nitrat inhibitörü kullanılabileceği de belirtilmiştir (Fangueiro ve ark., 2009). Özellikle nitrat yıkanmasını azaltmak için azotlu gübrenin uygun oranlarda uygun zamanlarda verilmesi gerektiği, topraklarda mutlaka azotlu gübre ihtiyacı testinin yapılması,, bitkinin gözlemlenmesi, bitki rotasyonunun değiştirilmesi, aynı bitkinin ekilmemesi, özellikle kış döneminde toprak yüzeyinin kaplı olması, azaltılmış toprak işleme ya da sıfır toprak işleme gerektiği, gerekirse nitrifikasyon inhibitörleri azotlu gübrelerle birlikte verilmesi belirtilmiştir (Dinnes ve ark., 2002). Fakat inhibitör kullanımı maliyeti arttırabilmektedir. Diğer bir seçenek de toprağa azot bağlama kapasitesi fazla olan organik materyal ve atıkların karıştırılmasıdır. Bunlara örnek olarak yüksek C/N oranı olan materyaller verilebilir (Chaves ve ark., 2005). Pirina yüksek C/N oranına sahip (Kavdır ve Killi, 2008) olduğu için ve atık olarak özellikle Ege ve Akdeniz Bölgelerimizde çevre sorununa yol açabilecek bir atık olduğundan bu amaç için kullanılması düşünülmüştür.

Biyokömür, yapıldığı materyalin organik C strüktürünü birebir taşımamaktadır ve daha az oksijen ve hidrojen içermektedir. Biyokömür üzerine yoğunlaşan araştırmacılar, öncelikle hangi proliz yöntemi ve parametrelerinin biyokömür verimi üzerinde daha etkili olduğu üzerine çalışmalar yürütmüşler ve bu amaç için çeşitli biyokütlelere, çoğunlukla 300-700 °C arasındaki belirli sıcaklıklarda hızlı ve yavaş piroliz yöntemini uygulamışlardır. Sonuç olarak biyokömür verimini arttırmak için yavaş piroliz yönteminin

gerekliliği bildirilmiştir. Laird (2008), yavaş piroliz ile yaklaşık %50 oranına kadar biyokömür üretilebildiğini bildirmiştir.

Yılđın ve ark., (2005), meşe, çam ve kavak gibi odun türlerinin hızlı pirolizi ile elde edilen sıvı ve diğer ürünlerin verimine sıcaklığın (400, 500 ve 600 °C), tane boyutunun (8, 10 ve 12 mm) ve odun türünün etkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Piroliz sıcaklığındaki artış ile sıvı ürün miktarının arttığı, katı ürün miktarının ise azaldığı saptanmıştır.

Noor ve ark. (2012), manyok (cassava) bitkisinin kök ve saplarının piroliz tekniği ile biyokömüre dönüştürölmesi üzerine, 2 farklı sıcaklık (400-600 °C) ve 5 farklı ısıtma hızında (5- 25 °C dak⁻¹) laboratuvar denemeleri yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, sıcaklık ve ısıtma hızlarındaki artışın biyokömür verimini azalttığını bildirmişler ve yüksek biyokömür üretimi için düşük sıcaklıklarda ve düşük ısıtma hızında (5 °C dak⁻¹) yavaş piroliz tekniğinin kullanılmasını önermişlerdir. Selülozik biyokütlelerden yavaş piroliz ile biyokömür üretimi üzerine farklı araştırmacılar tarafından benzer eğilimler saptanmıştır (Williams ve Besler, 1996; Çağlar, 2004; Demirbaş, 2004; Demirbaş, 2006; Tiftik ve ark. 2006).

Çam ağacı biyokömürü toprağa 0,5, 2,5, ve 10 (%) oranlarında karıştırılarak ve toprağa 10kg/da olacak şekilde amonyum nitrat karıştırılarak 6 hafta boyunca her hafta yıkama yapılan çalışmada %10 biyokömür uygulaması, amonyum yıkanmasını %86, nitrati %96 azaltmıştır (Sika ve Hardie, 2014).

Biyokömür olarak kullanılan materyal zararlı ağır metaller içermemelidir. Tarımsal atıkların direkt olarak kullanılarak sulu çözeltilerden katyonların ve ağır metallerin uzaklaştırılması ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Örneğin şeker pancarı posası kullanarak bakır absorblanması (Aksu ve Isoğlu, 2005), zeytin çekirdeği ile Cd absorbsiyonu (Calero ve ark. 2009), çeltik posası ile ağır metal absorbsiyonu (Taha ve ark. 2011), portakal ve muz kabuğu ile Cu, Zn, Co absorbsiyonu (Annadurai ve ark., 2003) çalışmaları yapılmıştır.

Ceviz kabuğu biyokömürünün topraktan nitrat yıkanmasını 25 ve 67 gün arasında azalttığı bulunmuştur (Novak ve ark. 2010). Ayrıca biyokömür içindeki uçucu maddelerin mikrobiyal aktiviteyi arttırarak, yarayışlı azot içeriğini azalttığı da belirtilmiştir (Deenik ve ark. 2010).

Biyokömür eklenen topraklarda (5 ve 50 ton/ha alan) biyokömürün toprak tuz stresini azalttığı bulunmuştur (Thomas ve ark. 2013). Pirolizi 378°C'de yapılan talaş biyokömürü toprak yüzeyine 50 ton/ha olacak şekilde uygulandığında 30 g/m² NaCl

eklenen topraktaki bitkilerin ölüm oranını azaltmıştır. *P.vulgaris* (fasülye) bitkisinin verimi de %50 artmıştır.

Biyokömür ayrıca doğayı kirleten atık miktarını azaltmakta ve toprağa karbon bağlamaktadır. Özellikle bahçe atıkları, hayvan gübresinin uzak lokasyonlara taşınarak bertaraf edilmesi yerine, yerinde biyokömüre dönüştürülmesi Avrupa ve ABD’de daha revaçtadır.

Piroliz sıcaklığı artmasına bağlı olarak biyokömür verimi düşebilir. Fakat toplam Ca , K, Mg, pH ve yüzey alanı artmaktadır. Bununla beraber KDK düşmektedir. Düşük sıcaklıkta pirolizde daha fazla N, S, yarayırlı P, Ca, KDK, Mg artmaktadır. Son 10 yılda mısır, buğday, arpa, çeltik atığı, fıstık, ve ceviz kabuğu şeker kamışı küspesi, odun atıkları, tavuk ve çiftlik gübresi biyokömürü yapımı artış göstermiştir. Genel olarak , bitkiye dayalı biyokömürler ahır gübresine göre daha fazla karbon, daha az besin maddesi içerirler. Biyokömür, besin maddelerini elektrostatik adsorbsiyonla ve suda çözünmüş besin maddesi olarak tutarlar (Güerena ve ark., 2013). Daha spesifik olarak yüksek yüzey alanları, fazla miktardaki fonksiyonel grupları ve yüksek poroziteleriyle besin maddelerini tutabilirler. Yapılan bazı çalışmalar biyokömürün anyon değişim kapasitesi olduğunu da göstermektedir (Laird ve ark., 2008). Bununla birlikte nitratin biyokömür içerisinde fiziksel olarak tutulduğu da belirtilmiştir. (Case ve ark., 2012) özellikle biyokömürün içindeki boşluklardaki çözeltilerin nitrati fiziksel olarak tuttuğu bulunmuştur.

Toprağa atılan kimyasal ve organik gübreler besin maddelerinin yıkanma potansiyelini arttırmaktadır. Ayrıca besin maddelerinin yıkanması biyolojik döngüler tarafından da etkilenmektedir. İklim toprak tekstürü, organik madde ve kil içeriği evapotranspirasyon yıkanmayı etkileyen faktörlerdendir. Biyokömürün yıkanma üzerine etkisi toprak fiziksel özelliklerinden kuru hacim ağırlığı, porozite, permabilite ve su tutma özelliklerini etkilemesinden dolayıdır. Kimyasal özelliklerden de toprağın pH, katyon değişim kapasitesi, anyon değişim kapasitesini değiştirerek yıkanmayı etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada (Altland ve Locke, 2012) turba yosunu biyokömürler %0, %1, %5 ve %10 oranında karıştırılmıştır. Üzerine NPK çözeltisi dökülerek birkaç kez yıkanmıştır. Oniki yıkamadan sonra kontrol ve biyokömür eklenmiş topraklarda toplam nitrat miktarı arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Yaklaşık %47’si yıkanmıştır. Fakat nitrat pikinin yüksekliği azalırken ortaya çıkma zamanı biyokömür uygulama oranı ile birlikte gecikmiştir. Bu da biyokömürün nitrati tutarak çözeltiliye daha yavaş saldıgının göstergesidir.

Bu çalışmanın amacı, atık olarak Çanakkale ilinde fazlaca buluna pirina ve pirinadan

elde edilen biyokömürün kumlu topraklarda nitrat yıkanması üzerine etkilerinin belirlenmesidir.



BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Denemede Kullanılan Materyallerin Özellikleri

Pirinanın 300°C’de yakılması ile elde edilen biyokömür, BİOTAR firmasından temin edilmiştir.

Ham pirina Ezine Altın Damla Zeytinyağı Fabrikası’ndan temin edilmiştir.

Deneme toprağı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) arazisinden 0-30 cm derinlikten alınmıştır.

Deneme toprağının, ham pirinanın ve pirina biyokömürünün bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları aşağıda Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme materyallerinin analiz sonuçları

	Deneme Toprağı	Ham Pirina	Pirina Biyokömürü
pH 1:2,5	7,69	6,54	6,08
pH 1:10	---	6,64	6,30
EC($\mu\text{mhos cm}^{-1}$) 1:2,5	161,2	2155	1651
EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$) 1:10	---	2270	2560
Tekstür	Tınlı Kum	---	---
Kireç (%)	4,46	---	---
Organik Madde (%)	1,26	---	---
Kuru Hacim Ağırlığı (gr/cm^3)	1,3	---	---
Solma Noktası (%)	6,75	29,77	21,12
Tarla Kapasitesi (%)	36,09	40,76	28,37
C(%)	1,074	41,475	58,200
N(%)	0,047	1,035	1,411
KDK(me/100gtoprak)	15,90	80,41	130

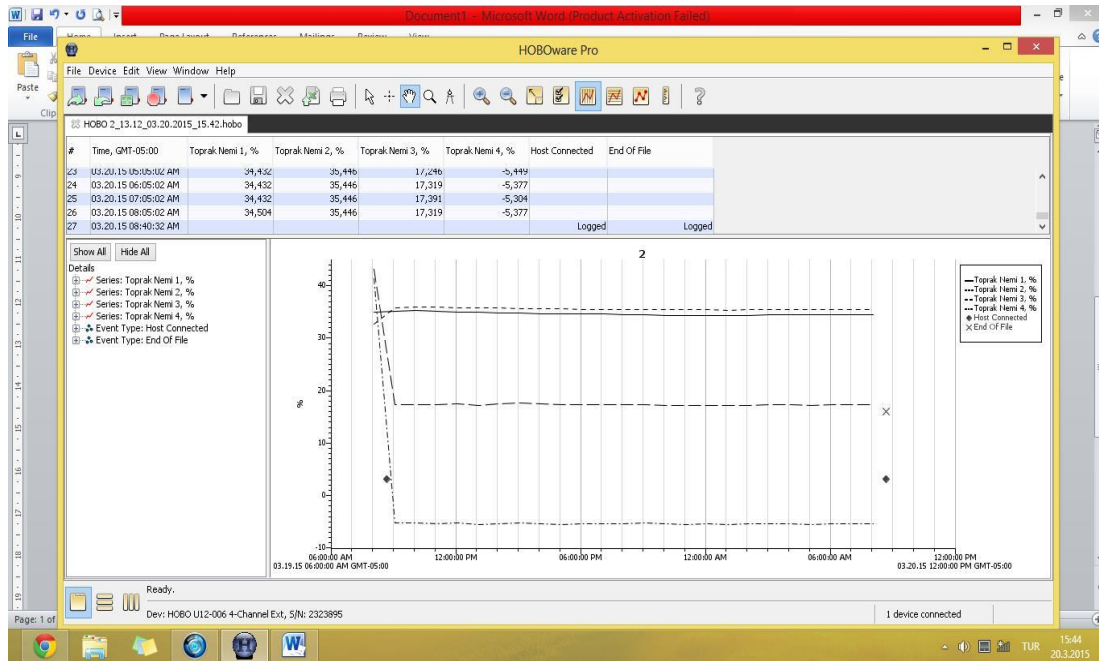
3.1.2. Denemede Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

3.1.2.1. Nem Sensörleri ve Veri Kaydediciler

Toprak nem içeriğini belirlemek amacıyla, elektromanyetik yansıma frekansı prensibiyle ölçüm yapan sensörler (FDR) (ECH2O, Decagon) kullanılmıştır. Bu sensörler 70 MHz frekansta, 2,5 V enerji kullanarak -40 °C ile +50 °C sıcaklıkları arasında ölçüm yapabilmekte ve yaklaşık $\pm 1-3$ oranında toprağın hacimsel su içeriğini belirleyebilmektedir (Decagon, 2011). Sensörlerden ölçülen verileri sürekli izlemek için HOBO veri kaydediciler kullanılmıştır. Veri kaydedicilerde depolanan veriler USB aracılığıyla HOBO yazılım programı kullanılarak bilgisayara aktarılmıştır.



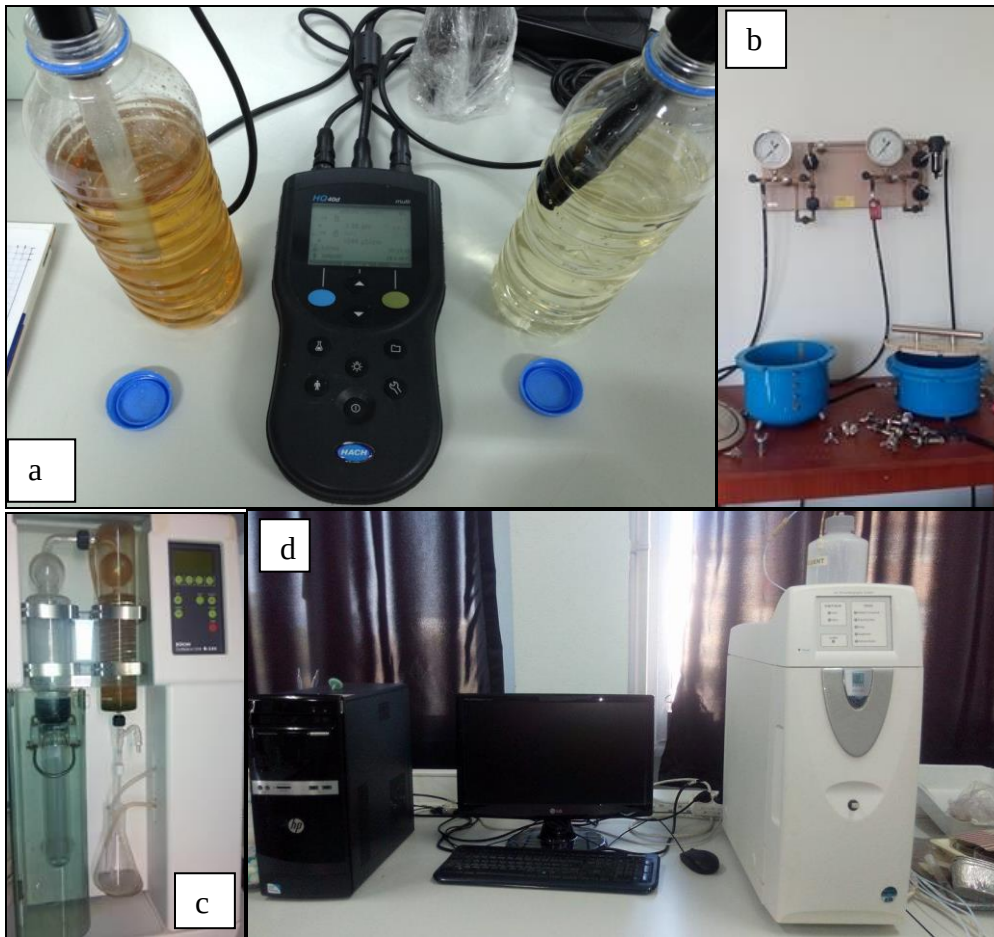
Şekil 1. FDR sensör ve HOBO veri kaydediciler



Şekil 2. HOBO yazılım programı ekran görüntüsü

3.1.2.3. Analiz Cihazları

Dememe materyallerinin tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) değerlerini belirlemek için basınçlı kaplar (Soil Moisture Equipment Corp, USA) , C ve N değerlerini belirlemek için LECO Truspec CN2000 marka karbon azot tayin cihazı, pH ve EC ölçümleri için Hach marka HQ40d model pH ve EC metre kullanılmıştır. Ekstrakte edilebilir amonyum ve nitrat miktarlarını belirlemek için Buchi kjeldahl distilasyon cihazı kullanılmıştır. Haftalık yıkanma sularının nitrat miktarını belirlemek için Dionex 1100 IC marka iyon kromatografisi kullanılmıştır. Kolonlardaki toprak karışımının nem içeriğini belirlemek için Decagon (ECH2O) nem sensörleri kullanılmıştır.



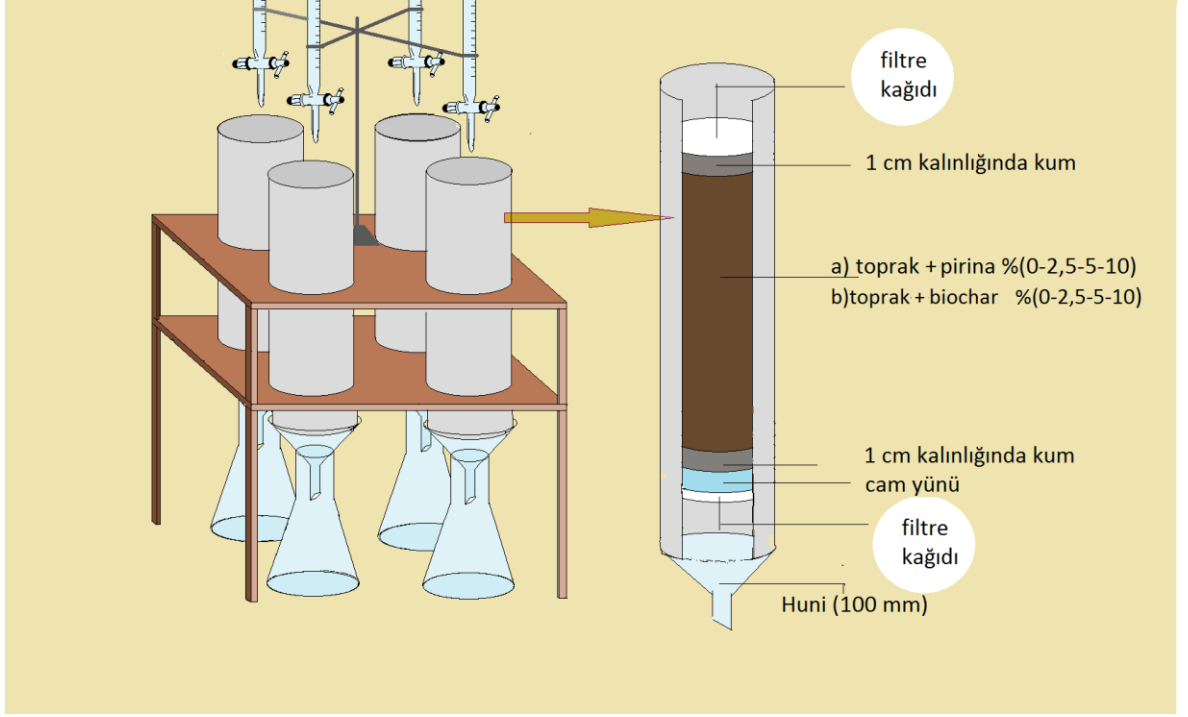
Şekil 3. a)Denemede kullanılan pH ve EC metre, b) denemede kullanılan basınçlı kaplar, c) denemede kullanılan distilasyon cihazı, d) denemede kullanılan iyon kromatografisi

3.2. Metot

3.2.1. Kolon Düzenekinin Kurulması

Çapı 7.5 cm ve boyu 25 cm uzunluğunda olan PVC boruların alt kısmına kaba filtre kağıdı kesilmiş, tülbentle sarılarak lastikle sabitlenmiştir. Filtre kağıdının üstüne

toprak kaybına engel olmak için 1 cm kalınlığında cam yünü, 1 cm kalınlığında da yıkanmış kaba kum yerleştirilmiştir. Su akışının boru kenarlarından olmasını önlemek amacıyla PVC boruların iç kısmı PVC boya ile boyanarak deneme toprağı ile kaplanmıştır. Toprak+biyokömür ve toprak+pirina karışımları kolonda bir miktar nemlendirildikten sonra kuru hacim ağırlıkları 1.3 g cm^{-3} oluncaya kadar sıkıştırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Kolon düzeneğinin kurulması

Deneme üç pirina biyokömürü dozu uygulaması (%2,5, %5,0 ve %10,0), 3 pirina dozu uygulaması (%2,5, %5,0 ve %10,0) ve kontrolden (sadece kumlu toprak), 4 tekerrürlü olarak ve pirina biyokömürü uygulaması ile pirina uygulaması farklı zamanlarda olmak üzere 32 kolon ile kurulmuştur.

3.2.2. Yıkama Çalışması

3.2.2.1. Sulama Suyunun Belirlenmesi

Kolonlar oda koşullarında Çanakkale ilinin yıl içinde alabileceği en yüksek yağışı taklit etmek için günde ortalama 111,7 mm/gün (Aralık ayı) (Anonim, 2015) olacak şekilde tasarlanmıştır. Yıkama işlemi sekiz hafta boyunca haftada bir tekrar edilmiştir. Bu her bir yıkama suyu miktarı, sütun boyutlarına göre 493,2 ml ye eşdeğerdir. Su, her kolonun üst orta noktasına yerleştirilen bir damlatıcı ile ilave edilmiştir.

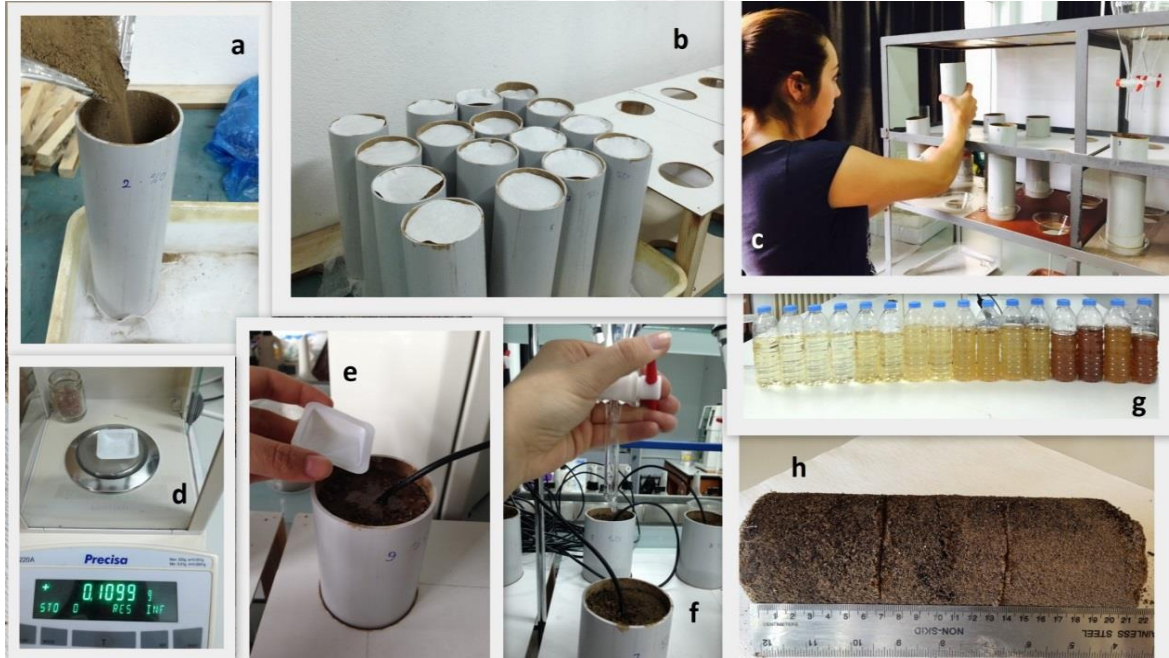
3.2.2.2. Azot Miktarının Belirlenmesi

Her bir kolona, 109,9 mg Amonyum Nitrat (NH_4NO_3) denemenin ilk gününde eklenmiştir. (Buğday için dekara 10 kg azot olacak şekilde).

3.2.2.3. Yıkama Çalışmasının Sonlandırılması

Serbestçe drene olan yıkanma suyu huni yardımı ile buharlaşmayı azaltmak için parafilm kaplı erlenmayerlerin içerisine toplanarak ve buzdolabında saklanmıştır. Haftalık toplanan yıkanma sularının haftalık olarak miktarı, pH ve EC değerleri ölçülmüştür. Ayrıca haftalık yıkanma suyu filtre kağıdı ile süzildükten sonra Nitrat (NO_3^-) içerikleri belirlenmiştir.

Sekiz hafta sonunda, her bir kolonun içindeki toprak karışımından örnek alınarak 2'şer paralelli olarak 20 gram örnek tartılıp, 100 ml, 2N KCl ile 1:5 oranında çözelti hazırlanmış ve çözelti iki saat 200 rpm'de çalkalanıp, Whatman 42 numaralı filtre kağıdından süzülüp, Kjeldahl distilasyon ünitesi kullanılarak titrasyon metodu ile değişebilir inorganik N (NH_4^+ ve NO_3^-) miktarı belirlenmiştir (Mulvaney, 1996).



Şekil 5. (a) Kolonların doldurulması, (b) dolu kolonlar, (c) kolonların kurulması, (d) amonyum nitrat tartılması, (e) amonyum nitratin uygulanması, (f) damlaticıların ayarlanması, (h) sekiz haftanın sonunda kolonların boşaltılıp topraktan örnek alınması

3.2.3. Analiz Yöntemleri

Pirina ve pirina biyokömüründe pH ve EC: Adsorban ve su (1:10) karışımında hidrojen iyonu konsantrasyonunun pH-metre ile potansiyometrik olarak ölçülmesi ile EC ise elektriksel iletkenliğe bağlı kondaktivite metodu ile yapılmıştır(Richards, 1954).

Toprakta pH ve EC:Toprak-su karışımında (1:2,5) hidrojen iyonu konsantrasyonunun pH-metre ile potansiyometrik olarak ölçülmesi ile EC ise elektriksel iletkenliğe bağlı kondaktivite metodu ile yapılmıştır (Richards, 1954).

Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK): Materyaller önce sodyum ve daha sonra amonyum ile doyurulup, açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresinde belirlenmiştir (Chapman, 1965).

Toplam karbon (C) miktarı: Örnekler kurutulup, 0.5 mm'lik elekten elendikten sonra kuru yakma metoduna göre (Kirsten, 1983) C/N elementer analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Toplam azot (N) miktarı: Örnekler kurutulup, 0.5 mm'lik elekten elendikten sonra kuru yakma metoduna göre (Kirsten, 1983) C/N elementel analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır.

C:N oranı: Toplam karbon miktarının, toplam azota oranından hesaplanmıştır.

%Nem (M): Öğütülmüş ve 0,25 mm'lik elekten elenmiş biyokömür örneğinde ASTM 3173 (kömür) ve ASTM D1762 (odun kömürü) metoduna göre yapılmıştır. Ağırlığı 1 g olan örnekler fırında 105 °C de 2 saat kurutulduktan sonra desikatörde soğutulup tartılmıştır.

$$\% \text{ Nem} = \frac{a - b}{a} \times 100 \quad (3.1)$$

a=Başlangıçtaki biyokömür miktarı (g)

b=Fırın kuru biyokömür miktarı (g)

Ekstrakte Edilebilir Amonyum ve Nitrat: Pirina biyokömür örneği 2 M KCl çözeltisi kullanılarak ekstrakte edilmiş ve örnekler kjeldahl distilasyon ünitesi kullanılarak titrasyon metodu ile NO_3^- ve NH_4^+ içerikleri belirlenmiştir (Mulvaney, 1996).

Su tutma kapasitesi: Biyokömür örnekleri altına 2 kat tülbent geçirilip lastikle sabitlenen küçük silindir kaplara doldurulduktan sonra su dolu kabın içerisine oturtulup ve yüzeyleri buharlaşmayı önlemek amacı ile kapatılarak örnekler 48 saat sature edilmiştir.

Doyurulmuş örnekler tabanında daha önceden ıslatılıp drene edilmiş kum bulunan başka bir kaba alınmıştır. Örnekler 48 saat sonra tartılıp fırında 105°C’de 24 h kurutulmuş ve tekrar tartılarak pirina biyokömürünün su tutma kapasitesi % olarak ağırlık hesabı ile belirlenmiştir (Anonim, 1988).

Toprak tekstürü: Toprak tane büyüklük dağılımı (toprak tekstürü) bozulmuş toprak örneklerin 2 mm’lik elekten elenmiş, 2 paralelli olarak Bouyoucos tarafından belirtilen esaslara göre hidrometre yöntemiyle yapılmıştır. (Gee ve Bauder, 1986)

Toprak kuru hacim ağırlığı: Hacim ağırlığı, 100 cm³ hacimli silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneklerinin fırın kuru ağırlıklarının toplam hacme bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Toprak gravimetrik ve volumetrik nemi: Toprak örnekleri 105°C’ de 24 saat kurutulduktan sonra meydana gelen ağırlık azalması baz alınarak hesaplanmıştır. Volumetrik nem ise gravimetrik nem yüzdesinin toprakların hacim ağırlıkları ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır.

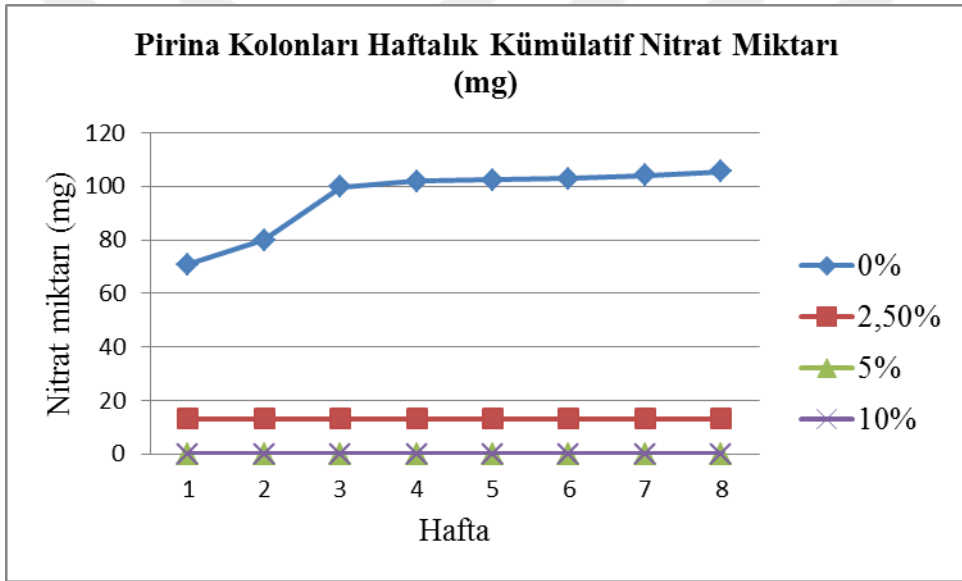
Yıkanma suyu nitrat analizi: Toplanan sulardaki ve NO₃⁻ iyonları haftalık olarak filtre edildikten sonra Dionex 1100 IC ile belirlenmiştir.

BÖLÜM4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Nitrat Yıkanması

Yıkama çalışması 19 Mart 2015 - 26 Ağustos 2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Amonyum nitrat (NH_4NO_3) verilen her bir kolona 8 hafta boyunca her hafta 493,2 ml saf su verilmiş ve haftalık olarak yıkanma suları toplanmıştır. Toplanan yıkanma sularındaki nitrat (NH_4^+) miktarı, iyon kromatografisi ile belirlenmiştir. Aşağıda Şekil 6 ve Şekil 7’de pirina ve pirina biyokömürü kolonlarının haftalık kümülatif nitrat miktarları ve Çizelge 2’de istatistik sonuçları verilmiştir.



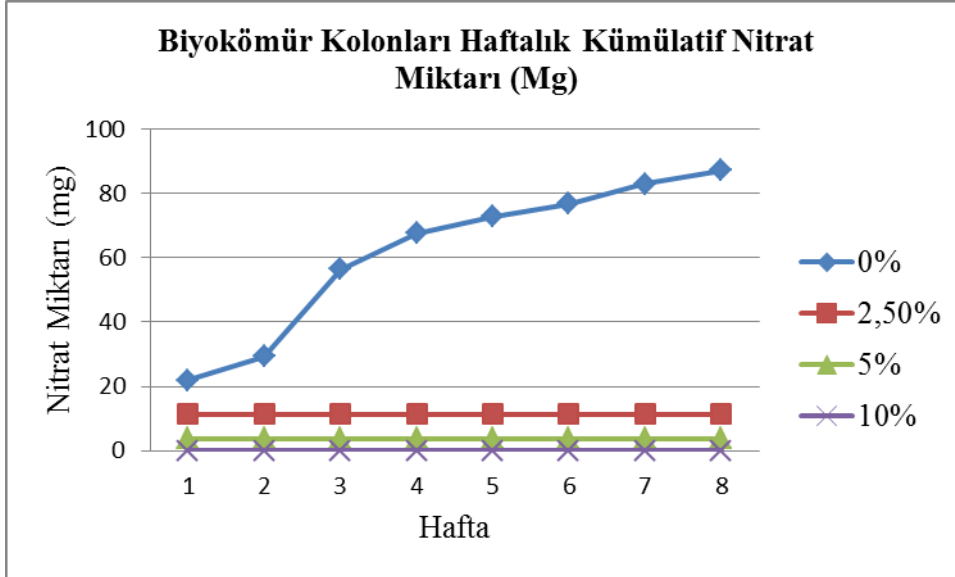
Şekil 6. Pirina kolonlarının haftalık yıkanma sularının kümülatif Nitrat (mg) miktarı

Pirina uygulanmayan kontrol topraklarında 8 hafta boyunca yıkanma sularında nitrat yıkanması olduğu bulunmuştur. Pirina dozu %2,5 olan kolonda ise sadece ilk hafta nitrat yıkanması (13,2 mg) olup, 8 hafta süresince bu değer artmamıştır. Ayrıca %5 ve %10 pirina dozlarında yıkanma sularında nitrata rastlanmamıştır (Şekil 6).

Diğer araştırmacılara göre, toprağa uygulanan pirina toprakta mineral azotu immobilize etmektedir. Ayrıca pirina içerisindeki fenolik bileşikler mikroorganizmalar üzerine negatif etkisinden dolayı azot mineralizasyonunu azaltmaktadır (De Neve ve ark., 2004). Pirina ile ilgili yapılan çalışmalarda özellikle ilk 5 gün ve 1 hafta immobilizasyonun arttığı fakat uzun dönemde N mineralizasyonunu olduğu bulunmuştur. Özellikle ilk haftalarda yüksek

azot isteyen bitkiler yetiştirilirken bu duruma dikkat edilmesi gereklidir.

Kavdır ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada pirina kompostunun pirinaya göre yaklaşık iki kat daha fazla NO_3^- mineralizasyonuna neden olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 7. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında kümülatif nitrat miktarları (mg).

Pirina biyokömürü katılmamış kontrol topraklarında 8 hafta boyunca nitrat yıkanması tespit edilmiştir ve toplam yıkanan NO_3^- miktarı 105,41 mg olmuştur. Bununla birlikte pirina biyokömürü ilavesi NO_3^- yıkanmasını önemli ölçüde azaltmış, %2,5 ve %5 dozlarında sadece ilk hafta yıkanma sularında nitrata rastlanmıştır, diğer haftalarda ise yıkanma sıfır olmuştur. İlk hafta %2,5 ve %5 dozlarında sırası ile 11,3mg, 3,7mg NO_3^- yıkanması tespit edilmiş olup diğer haftalarda ve %10 uygulamasında yıkanma sularında nitrata rastlanmamıştır (Şekil 7).

Çizelge 2. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında haftalık yıkanan nitrat miktarlarına (mg) ait varyans analiz tablosu ($p < 0.05$).

Etki	Num SD	Den SD	F Değeri	Pr > F
Hafta	7	21	69.70	<.0001
Materyal	1	24	0.56	0.4607
Hafta* Materyal	7	24	5.23	0.0010
Doz	3	72	58.10	<.0001
Hafta*Doz	21	72	10.90	<.0001
Materyal *Doz	3	93	0.51	0.6736

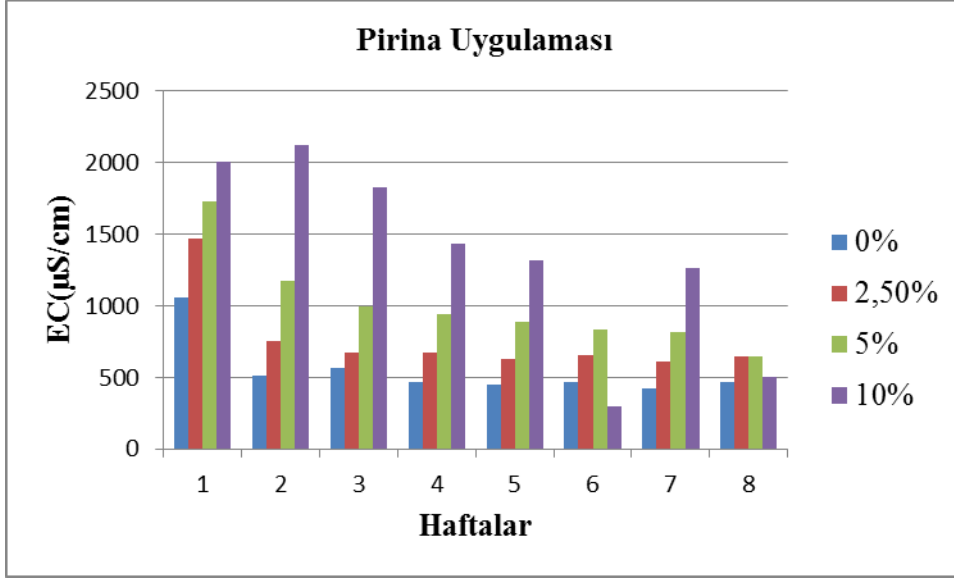
Çizelge 2’te görüldüğü üzere, örnekleme zamanının ($p < .0001$), uygulama dozunun ($p < .0001$) yıkanan NO_3^- üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Fakat materyalin cinsinin istatistik olarak NO_3^- yıkanması üzerine etkisi bulunmamaktadır. Gerek pirina ve gerekse pirina biyokömürü NO_3^- yıkanmasını benzer oranda azaltmıştır. Nitrat miktarı açısından ayrıca hafta*doz ve hafta*materyal interaksyonu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Uzoma ve ark. (2011), farklı sıcaklıklarda elde ettikleri akasya ağacı (*Robinia pseudoacacia* L) biyokömürünü farklı oranlarda kolonlara karıştırmışlar ve nitrat yıkanmasını belirlemişlerdir. Biyokömür uygulaması bu çalışmada olduğu gibi yıkanma suyu NO_3^- miktarını azaltmıştır. 300°C de elde edilen biyokömür uygulaması yapılan topraklarda kümülatif nitrat yıkanması, 400 ve 500°C den elde edilen biyokömür uygulamasına göre daha az olmuştur.

Farklı piroliz sıcaklığında elde edilen biyokömürün pH ve C/N oranını değiştirmekte bu da tutulan NO_3^- miktarını etkilemektedir. 500°C de üretilen biyokömürün pH’sı daha yüksektir ve nitrifikasyonu arttırmaktadır. Azalan toprak pH’sı, yıkanan NO_3^- miktarını azaltmaktadır (Kemmitt ve ark., 2005). Yıkanma suyu pH değerlerine bakıldığında (Şekil 10 ve 11), pirina ve pirina biyokömür karıştırılan örneklerin yıkanma suyu pH değeri daha düşüktür bu da yıkanan NO_3^- miktarının azalmasında etkili olabilmektedir.

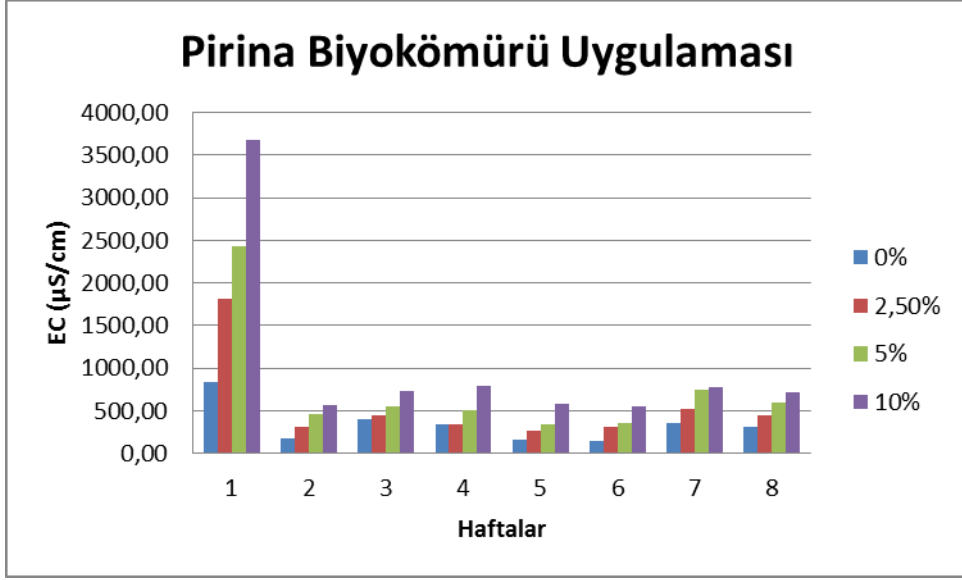
4.2. Farklı Dozlarda Pirina ve Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Elde Edilen Yıkanma Sularının EC Değerlerinin Değişimi

Yıkama çalışmasının olduğu sekiz hafta boyunca toplanan yıkanma sularında okunan EC değerleri aşağıdaki Şekil 8 ve Şekil 9’da gösterilmiştir ve Çizelge 3’de EC ye bağlı istatistik sonuçları verilmiştir.



Şekil 8. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$) değerleri

Kontrol örneklerinde en düşük EC değerleri elde edilirken, %10 pirina uygulamasında en yüksek değerler elde edilmiştir. İlk hafta kontrol dozunda yıkanma suyu EC değeri $1054,5 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ iken %10 dozunda $2006,5 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Pirina uygulamasının %10 dozunun, kontrole kıyasla EC değerini ilk hafta %90,3 oranında arttırdığı görülmüştür. Son hafta ise kontrol uygulamasında EC değeri $466,25 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ iken %10 uygulamasında $500 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Pirinanın %10 uygulamasındaki son hafta yıkanma suyu EC değeri, son hafta kontrol uygulaması yıkanma suyu EC değerinden %7,23 daha fazladır. (Şekil 8).



Şekil 9. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında EC ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$) değerleri

Elektriksel ilekenlik (EC) suda çözünmüş tuzların veya iyonların toplam miktarını tahmin eder. Bu nedenle EC belirlemesi ayrıca yıkama suyunun içinde çözünmüş amonyum veya bazik iyonların varlığını göstermekte ve yer altı suyu kirliliği riskini de ölçebilmektedir (Ding ve ark., 2010).

Pirina uygulanan topraklarda yıkanma suyu EC değeri de nitrat gibi her hafta kademeli olarak düşüş gösterirken, pirina biyokömürü uygulamasında ilk hafta tüm uygulamalardaki yıkanma sularında en yüksek EC değerleri elde edilmiş, ikinci haftadan sekizinci haftaya kadar değerler benzer bulunmuştur (Şekil 9). Buradaki yüksek EC'nin nedeni hem biyokömürün EC değerinin yüksek olmasından ($2560 \mu\text{mhos cm}^{-1}$) hem de uygulanan NH_4NO_3 tuzunun EC değerinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca biyokömür içindeki bazik anyonlar da ilk hafta yıkanmıştır. İlk hafta pirina biyokömür uygulaması yıkanma suyu kontrol dozunda EC değeri $835,25 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ iken %10 pirina biyokömür dozunda $3675 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur ve bu değer kontrole göre %340 artmıştır. Bu değer pirina uygulanan topraktan sızan sularda ölçülen ilk hafta değerinden %45 daha fazladır. Son hafta ise kontrol uygulamasında EC değeri $307,48 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ iken %10 uygulamasında $722 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Son hafta %10 dozunun yıkanma suyu EC değeri, kontrole göre %134 daha fazla bulunmuştur.

Yapılan araştırmalar pirina biyokömürü uygulamasının toprakların EC değerlerini arttırabildiğini göstermiştir. Bu nedenle ilk hafta yıkanan örneklerde pirina biyokömürü arttıkça, yıkanma suyu EC değeri artmıştır (Hossain ve ark., 2010).

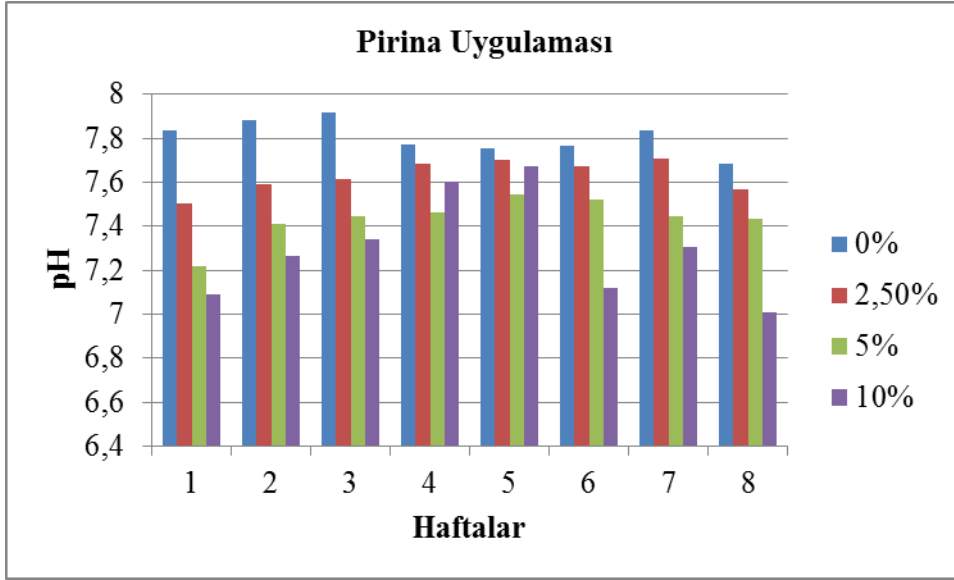
Çizelge 3. Farklı dozlarda pirina ve pirina byokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında EC değerlerine ait $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ varyans analiz tablosu ($p<0,05$)

Etki	Num	Den SD	F Değeri	Pr>F
	SD			
Hafta	7	21	139.60	<.0001
Materyal	1	24	107.96	<.0001
Hafta* Materyal	7	24	31.63	<.0001
Doz	3	72	160.33	<.0001
Replikasyon	3	21	0.27	0.8483
Hafta*Doz	21	72	6.42	<.0001
Materyal *Doz	3	85	5.08	0.0028

EC değerleri açısından hafta, uygulama, hafta* materyal interaksyonu, doz, hafta*doz interaksyonu ve Materyal *doz interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmasıyla birlikte replikasyon önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

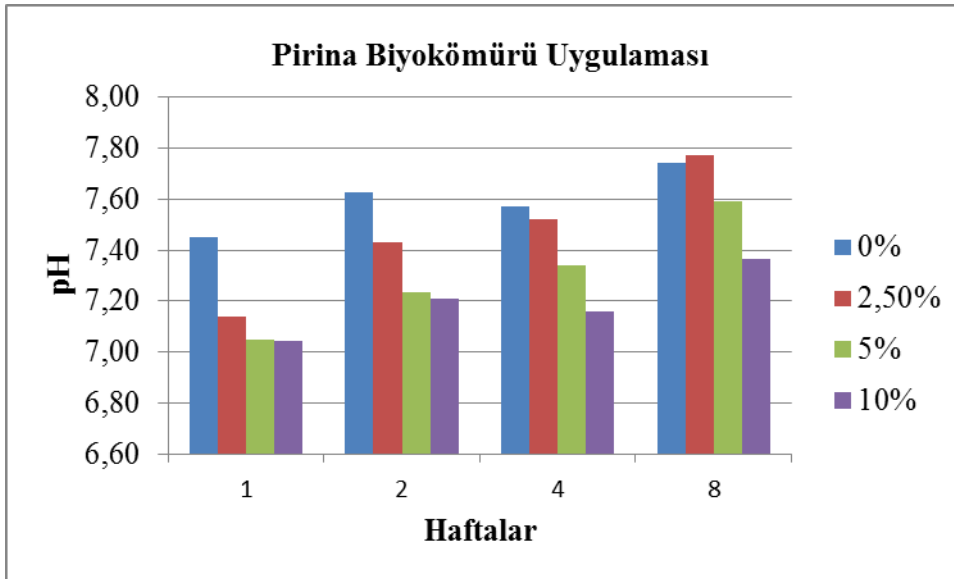
4.3. Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Elde Edilen Yıkanma Sularının pH Değerlerinin Değişimi

Yıkama çalışmasının olduğu sekiz hafta boyunca toplanan yıkanma sularında okunan pH değerleri aşağıdaki Şekil 10 ve Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 10. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında pH değerleri

Başlangıç yıkanma suyunda kontrol uygulamasında pH değeri ortalama 7,84 iken %10 uygulamasında 7,09 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Pirina uygulamasının %10 dozunda ilk haftada toplanan yıkanma suyunun EC'si kontrol dozuna göre %9,5 azalmıştır. Pirinanın pH değeri de 6,59 olduğundan yıkanma sularında pH düşmüştür. Sekizinci haftada kontrol uygulamasında EC değeri 7.68 iken %10 uygulamasında 7.01 olarak bulunmuştur (%8.7 düşmüştür). Pirina uygulaması yıkanma suyu pH değerini düşürmüştür. pH değerleri 5. Haftaya kadar yükselmiş sonra düşüş göstermiştir (Şekil 10).

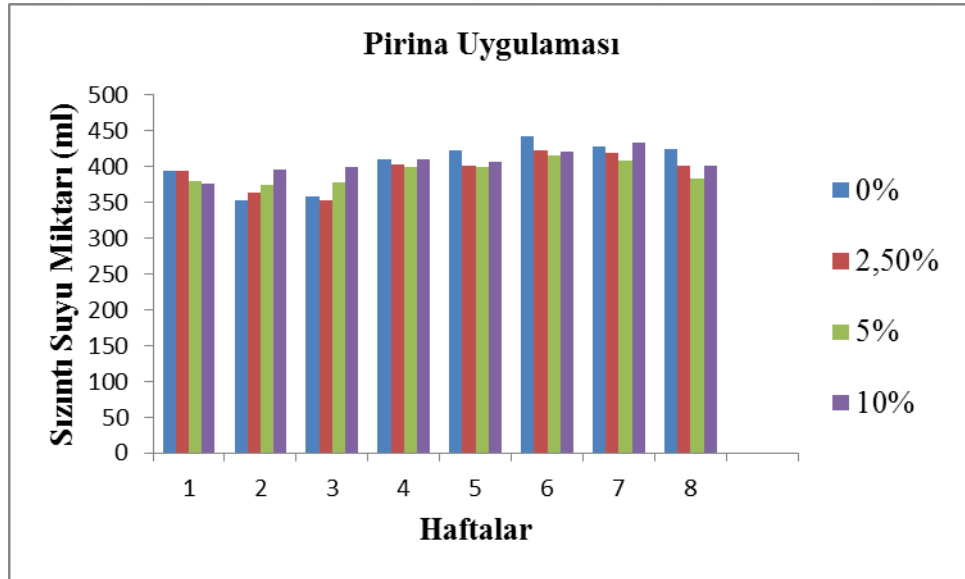


Şekil 11. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında pH değerleri

İlk hafta elde edilen yıkanma suyu pH değeri kontrol uygulamasında ortalama 7.45 iken %10 uygulamasında 7,05 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ olarak bulunmuştur ve yaklaşık kontrole göre su pH'sı %5,4 azalmıştır. Sekizinci haftada kontrol uygulamasında pH değeri 7,74 iken %10 uygulamasında 7,37 olarak bulunmuştur. Pirina biyokömürü uygulaması yıkanma suyu pH değerini düşürmüştür (Şekil 11).

4.4. Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardan Elde Edilen Yıkanma Suyu Miktarları

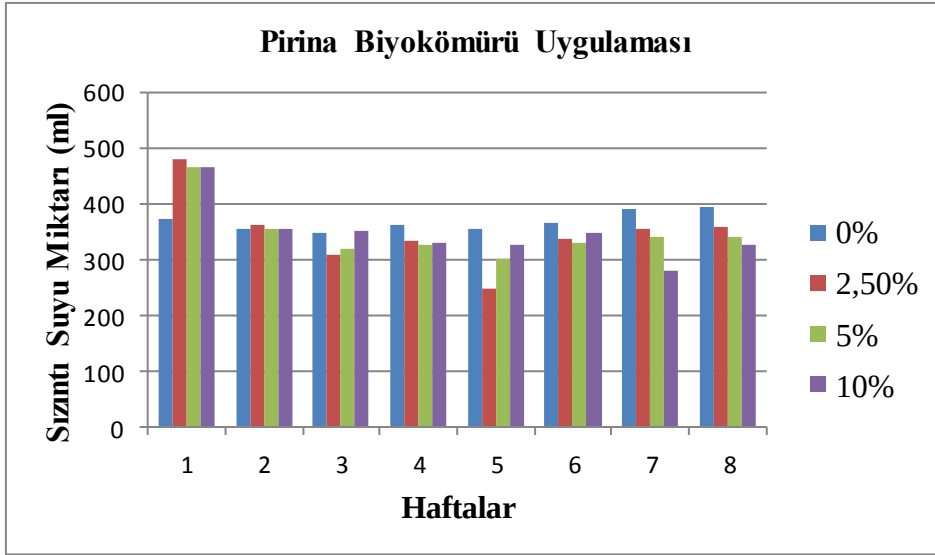
Yıkama çalışması boyunca haftalık toplanan yıkanma sularının miktarı ölçülmüştür. Her kolona 493,2 ml saf su verilmiştir. Aşağıya geçen miktar her hafta ölçülerek toplanmıştır.



Şekil 12. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlardan haftalık yıkanma sularının miktarı

Toplam yıkanma suları miktarları hesaplandığında 8 hafta süresinde kontrolden 3119.23 ml, %2.5 dozundan 3156.66 ml, %5 dozundan 3136.68 ml ve %10 pirina dozundan 3241.5 ml yıkanma suyu toplanmıştır (şekil 12).

En fazla yıkanma suyu en yüksek doz olan %10 dozundan toplanmıştır. Çalışma sırasında yapılan gözlemlerde ise suyun toprak yüzeyinde kalma süresi en yüksek doz olan %10 dozunda en fazla olduğu görülmüştür. Dozlar arasındaki fark, %2,5, %5 ve %10 dozlarında kontrole göre sırasıyla 37, 17 ve 122 ml olarak ölçülmüştür.



Şekil 13. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan toplanan haftalık yıkanma sularının miktarı

Yapılan araştırmalar (Uzoma ve ark., 2011), kumlu toprakların hidrolik özellikleri iyileştirilmek isteniyorsa biyokömürün 500°C'de üretilmesi gerektiği yönündedir. Biyokömürün yüzey alanları ve porozitesi ne kadar fazla ise yıkanma suyu önce bu alanları doldurmaya çalışacak ve bu sayede biyokömür eklenen toprakların su permeabilitesi düşecektir. Bununla birlikte biyokömür uygulanan toprakların hidrolik iletkenlikleri ile ilgili birbiri ile çelişen çalışmalar mevcuttur ve bu durum biyokömürün fiziksel özellikleri ile ilgilidir. Asai ve ark., Yaptıkları çalışmada 2 farklı tekstüre sahip ve çeltik yetiştirilen topraklara farklı oranlarda ve odun artıklarından elde edilmiş ticari biyokömürü ilave etmişlerdir. Artan doz ile birlikte hidrolik iletkenlik değişimi lineer bulunmamıştır. Bir doz Ksat değerini arttırırken diğeri azaltmıştır.

Toplam yıkanma suları miktarları hesaplandığında 8 hafta süresinde kontrolden 2939.49 ml, %2.5 dozundan 2778.15 ml, %5 dozundan 2778.38 ml ve %10 dozundan 2781.16 ml yıkanma suyu toplanmıştır. Dozlar arasındaki fark, %2,5, %5 ve %10 dozlarında kontrole göre sırasıyla 161, 161, ve 158 ml daha az ölçülmüştür (Şekil 13).

Çizelge 4. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan kolonlardan elde edilen haftalık yıkanma sularında miktara (ml) ait varyans analiz tablosu ($p<0.05$).

Etki	Num SD	Den SD	F Değeri	Pr>F
Hafta	7	21	6.06	0.0006
Materyal	1	24	45.34	<.0001
Hafta* Materyal	7	24	7.46	<.0001
Doz	3	72	0.88	0.4564
Replikasyon	3	21	1.66	0.2052
Hafta*Doz	21	72	1.14	0.3334
Materyal *Doz	3	91	0.83	0.4797

Yıkanma suyu miktarı açısından hafta, materyal ve hafta*materyal istatistiksel olarak önemli bulunmuş ancak doz, replikasyon, hafta*doz, materyal *doz önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4).

4.5 Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Toprakların Toplam Azot ve Karbon İçerikleri

Yıkama çalışması sekiz hafta sonunda sonlandırılmıştır. Her bir kolonun içindeki topraklar boşaltılmış, hava kuru olarak kurutulmuş ve topraklardan yaklaşık 50g örnek alınarak havanda ezerek öğütülmüş, 0,5 mm'den elendikten sonra toplam karbon ve toplam azot değerleri LECO CN 2000 elementel analiz cihazında belirlenmiştir.

Pirinaya ait %C değeri 41 ve %N değeri 1, pirina biyokömürüne ait %C değeri 58 ve %N değeri 1 olarak bulunmuştur (Çizelge 1).

Değerlere ait istatistik analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 5, Çizelge 6, Çizelge 7 ve Çizelge 8'de gösterilmiştir

Çizelge 5. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak toplam karbon içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları

Duncan gruplama	Ortalama (%)	N	Materyal
A	0.14	16	Pirina biyokömürü
A	0.12	16	Pirina

Kolonlardaki toprakların karbon değerleri üzerine materyalin etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemsizdir (Çizelge 5).

Çizelge 6. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam karbon içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları

Duncan gruplama	Ortalama (%)	N	Doz
A	0.17	8	%10
B	0.13	8	%5
B	0.12	8	%2.5
B	0.10	8	%0

En fazla toprak karbonu %10 dozundadır (%0.17). Kolonlardaki toprakların karbon değerleri üzerine dozun etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemli olup %10 dozu diğer dozlardan istatistiki olarak yüksektir (Çizelge 6).

Çizelge 7. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak toplam azot içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları

Duncan gruplama	Ortalama (%)	N	Materyal
A	1.7	16	Pirina biyokömürü
B	0.94	16	Pirina

Kolonlardaki toprakların toplam azot değerleri üzerine materyalin etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Pirina biyokömürü uygulamasında ortalama N %1.7 iken pirina uygulamasında %0,94 'tür (Çizelge 7).

Çizelge 8. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam azot içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları

Duncan gruplama	Ortalama (%)	N	Doz
A	2.50	8	%10
B	1.33	8	%5
BC	0.96	8	%2.5
C	0.57	8	%0

En fazla toprak azotu %10 dozunda bulunmuştur (%2.5). Kolonlardaki toprakların

toplam N değerleri üzerine dozun etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. %10 dozu en yüksek ortalamaya sahiptir ve diğer dozlardan istatistiki olarak yüksektir (Çizelge 8). %10 ve %5 dozu istatistiksel olarak kontrol topraklarından daha fazla N içeriğine sahiptir.

4.6 Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Toprakların NH_4^+ ve NO_3^- İçerikleri

Sekiz haftanın sonunda, her bir kolonun içindeki topraklar boşaltılmış, hava kuru olarak kurutulmuştur. Toprakların bir kısmı nem analizi için tartılıp $105\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki fırına koyulurken, diğer kısmından yaklaşık 20g örnek alınarak, 100 ml 2N KCl ile karıştırılmış. Yukarıda açıklanan metoda göre ekstraktlar çıkarıldıktan sonra Kjeldahl buhar distilasyon cihazı ile amonyum (NH_4^+) ve Nitrat (NO_3^-) içerikleri belirlenmiştir. İstatistik sonuçları aşağıdaki Çizelge 9’da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan toprakların NO_3^- (mg/kg) değerlerine ait varyans analiz tablosu ($p<0.05$).

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri	P
Model	4	45.197	11.29	7.39	0
Hata	26	39.724	1.52		
Düzeltilmiş Toplam	30	84.911			
					.0004

Çizelge 9’da görüldüğü üzere, uygulama dozunun ve materyalin toprakta NO_3^- içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 10. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan toprakların NH_4^+ (mg/kg) değerlerine ait varyans analiz tablosu ($p<0.05$).

Kaynak	SD	Kareler		F Değeri	Pr >F
		r ² toplamı	Kareler ortalaması		
Model	4	4.21	1.05	0.7639	0.5616
Hata	26	36.08	1.39		
Düzeltilmi					
Ş	30	40.30			
Toplam					

Çizelge 10'da görüldüğü üzere, uygulama dozunun ve materyalin toprakta NH_4^+ içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 11. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak NH_4^+ içeriklerinin etkisinin istatistik analiz sonuçları

Duncan gruplama	Ortalama (mg/kg)	N	Materyal
A	5.76	16	Pirina
A	5.47	15	Pirina biyokömürü

Kolonlardaki toprakların toplam amonyum değerleri üzerine materyalin etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemsiz bulunmuştur. Biyokömür uygulamasında ortalama NH_4^+ 5,47 iken pirina uygulamasında 5,76mg/kg'dır (Çizelge 11).

Çizelge 12. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam NH_4^+ içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları

Duncan gruplama	Ortalama (mg/kg)	N	Doz
A	6,05	8	%2,5
A	5,81	8	%5
A	5,38	7	%0
A	5,22	8	%10

Kolonlardaki toprakların toplam NH_4^+ değerleri üzerine dozun etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemsiz bulunmuştur (Çizelge 12).

Çizelge 13. Pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının toprak NO_3^- içeriklerinin ait istatistik analiz sonuçları

Duncan gruplama	Ortalama (mg/kg)	N	Materyal
A	1,84	16	Pirina
B	0,54	15	Pirina biyokömürü

Kolonlardaki toprakların toplam nitrat değerleri üzerine materyalin etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Pirina uygulamasında ortalama NO_3^- 1,84 mg/kg iken pirina biyokömürü uygulamasında 0,54 mg/kg'dır (Çizelge 13).

Çizelge 14. Farklı dozlardaki uygulamaların toprak toplam NO_3^- içeriklerine ait istatistik analiz sonuçları

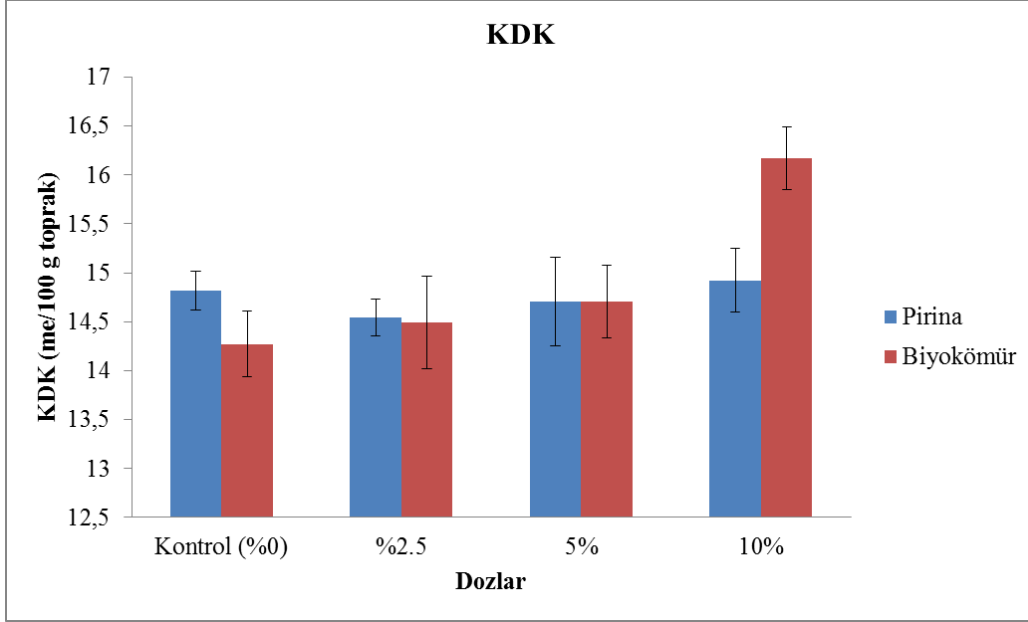
Duncan gruplama	Ortalama (mg/kg)	N	Doz
A	6,05	7	%0
B	5,81	8	%5
B	5,38	8	%2,5
B	5,22	8	%10

Kolonlardaki toprakların toplam NO_3^- değerleri üzerine dozun etkisi istatistik olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur ve dozlar arasında en fazla NO_3^- kontrol (%0) dozunda (ortalama 6,05 mg/kg) bulunmuştur (Çizelge 14).

4.7.Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardaki Toprakların KDK (Kasyon Değişim Kapasitesi) Değişimi

Sekiz hafta boyunca yıkama yapılan kolonlar yıkama işlemi bittikten sonra boşaltılıp içerisinden toprak örnekleri alınmış ve 2mm'den elenmiştir. Alınan örneklerden fırın kuru ağırlık esasına göre 4 g örnek olacak şekilde tartımlar yapılmış, santrüfuj tüpüne konulmuştur. Örnekler önce sodyum ve daha sonra amonyum ile doyurulup, açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresinde okunmuş ve KDK'ları yukarıda açıklanan metoda göre belirlenmiştir. Ayrıca deneme toprağının, pirinanın ve pirina biyokömürünün KDK değerleri de belirlenmiştir.

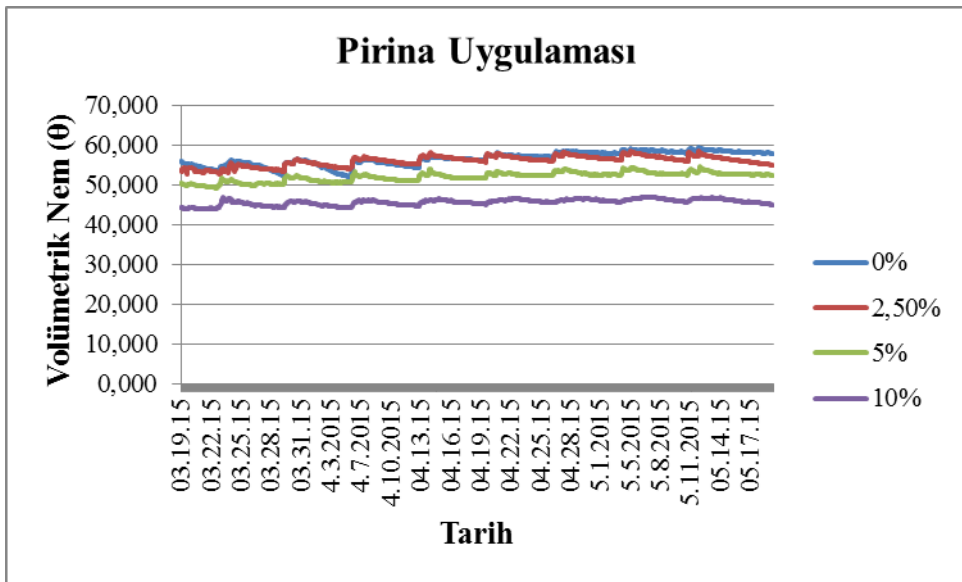
Pirinaya ait KDK değeri 80,41 (me/100g), Deneme toprağına ait KDK değeri 15,90 (me/100g) ve biyokömüre ait KDK değeri 130 (me/100g) (Çizelge 1).



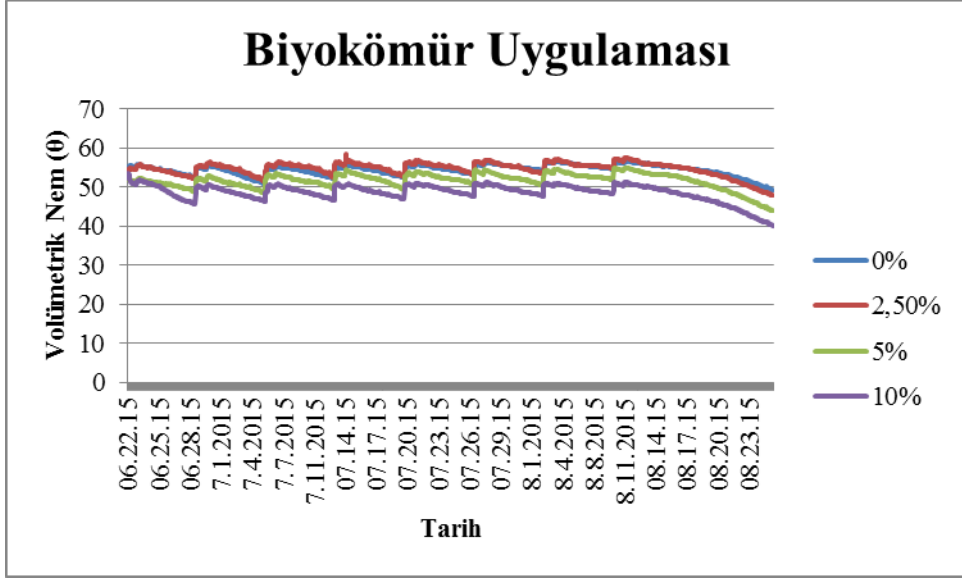
Şekil 14. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulanan kolonlara ait toprakların KDK değişim grafiği (n=4, standart hata çubukları)

Şekil 14 incelendiğinde artan pirina ve biyokömür miktarı toprağın KDK değerini %10 dozuna kadar istatistiki olarak önemli oranda değiştirmemiştir. % 10 biyokömür uygulaması KDK değerini önemli ölçüde arttırmıştır.

4.8.Farklı Dozlarda Pirina ve Pirina Biyokömürü Uygulanan Kolonlardaki Toprakların Nem Değişimi



Şekil 15. Farklı dozlarda pirina uygulanan kolonlara ait toprakların nem değişim grafiği



Şekil 16. Farklı dozlarda pirina biyokömürü uygulanan kolonlara ait toprakların nem değişim grafiği

Şekil 15 ve 16 incelendiğinde dozlar arttıkça 10 cm’de tutulan nemin azaldığını görmekteyiz. Bunun başlıca nedeni artan düzeyde organik materyal uygulaması toprak yüzeyinde damlatıcılardan bırakılan suyun göllenmesine neden olmasıdır (hidrofobisite). Bu nedenle %10 biyokömür veya pirina uygulamasında 10 cm’nin üzerinde daha fazla su olmasına rağmen, altına geçen su miktarı daha azalmıştır. Artan düzeyde biyokömür uygulaması kumlu topraklarda su permeabilitesini azaltmış ve bitkinin gereksinim duyduğu toprağın üst kısımlarındaki su içeriğini arttırmıştır. Toprağın 10 cm derinlikteki nem değerleri çalışma boyunca %40 ile %60 arasında değişmiştir. (Şekil 15 ve 16)

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının, kumlu topraklardan azot yıkanması üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda , hem pirinanın hem de pirina biyokömürünün kumlu topraklardan nitrat yıkanmasına engel olduğu görülmüştür. Nitrat yıkanması açısından önemli materyaller olduğu anlaşılan pirina ve pirina biyokömürü en düşük dozları olan %2,5 dozu bile nitrat yıkanmasına önemli derecede engel olmakla birlikte etkisi %5 ve %10 dozları ile arasındaki fark nitrat yıkanması açısından önemsiz çıkmıştır. Yani en düşük doz olan %2,5 dozu ekonomik açıdan daha az masraflı olacağı için önerilmektedir. Bu da yaklaşık olarak dekara 6 ton pirinaya denk gelmektedir.

Pirina ve pirina biyokömürü ayrıca toprağa azot ve karbon kazandırmış ve pH ve EC üzerine de etkili olduğu görülmüştür. Nitrat tutulumunun organik madde açısından fakir olan topraklarımıza pirina ve pirina biyokömürü gibi materyaller ilave ederek organik maddeyi arttırması dolayısıyla KDK'yı da arttırarak sağlandığı düşünülebilir.

Yıkanmanın kolaylıkla ve sıkça gerçekleştiği bu kumlu topraklara pirina ve pirina biyokömürü ekleyerek nitrat yıkanmasına engel olarak çevre ve tarımsal arazilerin kirlenmesine engel olabilir ve azotun toprakta tutulumunu arttırarak azotlu gübrelerin daha az kullanılmasını sağlayarak hem çevreye hem de ekonomiye katkıda bulunabiliriz.

KAYNAKLAR

- Aksu, Z., İšoğlu, İ. A., 2005. Removal of Copper (II) İons from Aqueous Solution by Biosorption onto Agricultural Waste Sugar Beet Pulp. *Process Biochemistry*, 40(9), 3031-3044.
- Altland, J. E., Locke, J. C., 2012. Biochar Affects Macronutrient Leaching From a Soilless Substrate. *HortScience*, 47(8), 1136-1140.
- Annadurai, G., Juang, R. S., Lee, D. J., 2003. Adsorption of Heavy Metals from Water Using Banana and Orange Peels. *Water Science ve Technology*, 47(1), 185-190.
- Anonim 2014. http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1073. Erişim tarihi: 21 Şubat 2014
- Anonim 2015. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilcelerstatistik.apx?m=CANAKKALE#sfB>. Erişim tarihi: 15 Ağustos 2015.
- Anonim 1988. Nature and Management of Tropical Peat Soils. <http://www.fao.org/docrep/x5872e/x5872e06.htm> #4.2.2 Moisture relationships. Erişim tarihi: 10 Ocak 2016
- Antal, M.J., M. Grolni., 2003. The Art Science and Technology of Charcoal Production. *Ind. Eng. Chem. Res.* 42:1619-1640. Application Pyrolysis, 72: 243-248.
- Asai, H., Samson, B. K., Stephan, H. M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Inoue, Y., Shiraiwa, T. And Horie, T., 2009. Biochar Amendment Techniques for Upland Rice Production in Northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research*, 111(1), 81-84.
- Baldock, J.A., ve R.J. Smernik., 2002. Chemical Composition and Bioavailability of Thermally Altered Pinus Resinosa (Red Pine) Wood. *Org. Geochem.* 33: 1093-1109.
- Calero, M., Hernáinz, F., Blázquez, G., Martín-Lara, M. A., Tenorio, G., 2009. Biosorption Kinetics of Cd (II), Cr (III) And Pb (II) in Aqueous Solutions by Olive Stone. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 26(2), 265-273.
- Cao, X., Ma, L., Gao, B., & Harris, W., 2009. “Dairy-Manure Derived Biochar Effectively Sorbs Lead and Atrazine ”. *Environmental Science and Technology*, 43(9), 3285-3291.
- Case, S. D., McNamara, N. P., Reay, D. S., & Whitaker, J., 2012. The Effect of Biochar Addition on N₂O And CO₂ Emissions from a Sandy Loam Soil–The Role of Soil Aeration. *Soil Biology and Biochemistry*, 51, 125-134.
- Chan, K.Y., ve Z. Xu., 2009. Biochar: Nutrient Properties and Their Enrichment. 67-84. In

- J. Lehmann and S. Joseph (eds.) Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan, London.
- Chaves, B., De Neve, S., Boeckx, P., Van Cleemput, O., & Hofman, G., 2005. Screening Organic Biological Wastes for Their Potential to Manipulate the N Release from N-Rich Vegetable Crop Residues in Soil. *Agriculture, Ecosystems & environment*, 111(1), 81-92.
- Chapman, H. D., 1965. Cation-Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, (Methodsofsoilanb)*, 891-901. Çağlar A., 2004. Çay Atığının Katalitik Pirolyzi: Sıvı Ürün Verimi Üzerine Katalizörlerin Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi* 385-392.
- Decagon, 2011. EC-5 Soil Moisture, Small Area of Influence. (n.d). Retrieved August 5, 2011, from, <http://www.decagon.com/products/sensors/soil-moisture-sensors/ec-5-soil-moisture-small-area-of-influence>
- DeLuca, T. H., Gundale, M. J., MacKenzie, M. D., Jones, D. L., 2015. Biochar Effects On Soil Nutrient Transformations. *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*, 421-454.
- Demirbas, A., 2004. Effects of Temperatures and Particle Size On Biochar Yield From Pyrolysis of Agricultural Residues. *Journal of Analytical Applied Pyrolysis*, 72:244-248.
- Demirbas, A., 2006. Effect of Temperature On Pyrolysis Products From Four Nut Shells. *Journal of Analytical Application Pyrolysis*, 76: 285-289.
- De Neve S, Sáez SG, Chaves Daguiar B, Sleutel S, Hofman G., 2004. Manipulating N Mineralization from High N Crop Residues Using On- And Off-Farm Organic Materials. *Soil Biol. Biochem.*, 36, 127–134. doi:10.1016/j.soilbio.2003.08.023
- Deenik, J.L., T. McClellan, G. Uehara, M.J. Antal, S. Campbell., 2010. Charcoal Volatile Matter Content Influences Plant Growth and Soil Nitrogen Transformations *Soil Sci Soc Am J*, 74 (2010), 1259–1270
- Ding, Y., Liu, Y. X., Wu, W. X., Shi, D. Z., Yang, M., ve Zhong, Z. K., 2010. Evaluation Of Biochar Effects On Nitrogen Retention and Leaching in Multi-Layered Soil Columns. *Water, Air, Soil Pollution*, 213(1-4), 47-55..
- Dinnes, D. L., Karlen, D. L., Jaynes, D. B., Kaspar, T. C., Hatfield, J. L., Colvin, T. S., ve Cambardella, C. A., 2002. Nitrogen Management Strategies to Reduce Nitrate Leaching in Tile-Drained Midwestern Soils. *Agronomy journal*, 94(1), 153-171.
- Downie, A., A. Crosky, P. Munroe., 2009. Physical properties of biochar. 13-32. In J.

- Lehmann and S. Joseph (eds.) Biochar for Environmental Management: Science and technology. Earthscan, London.
- Fangueiro, D., Fernandes, A., Coutinho, J., Moreira, N., Trindade, H., 2009. Influence of Two Nitrification Inhibitors (DCD and DMPP) on Annual Ryegrass Yield and Soil Mineral N Dynamics After Incorporation with Cattle Slurry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(21-22), 3387-3398.
- Fried, M., H. Broeshard., 1967. *The Soil-Plant System in Relation to Inorganic Nutrition*. Academic Press. New York, London
- Gee, G.W. Bauder J.W., 1986. Particle-Size Analysis. In *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*. Klute, A., Ed. Agronomy Monograph, ASA, SSSA, Madison, WI. 383-411.
- Güereña, D., Lehmann, J., Hanley, K., Enders, A., Hyland, C., Riha, S. (2013). Nitrogen Dynamics Following Field Application of Biochar in a Temperate North American Maize-Based Production System. *Plant and Soil*, 365(1-2), 239-254.
- Hossain, M. K., Strezov, V., Chan, K. Y., Nelson, P. F., 2010. Agronomic Properties of Wastewater Sludge Biochar and Bioavailability of Metals in Production of Cherry Tomato (*Lycopersicon Esculentum*). *Chemosphere*, 78(9), 1167-1171.
- Ippolito, J.A.; Laird, D.A.; Busscher, W.J., 2012. "Environmental Benefits of Biochar ". *J. Environ. Qual.* 41, 967–972.
- İlay, R., Y. Kavdır , A. Sumer., 2013. The Effect of Olive Oil Solid Waste Application on Soil Properties and Growth of Sunflower (*Helianthus Annuus L.*) and Bean (*Phaseolus Vulgaris L.*) *International Biodeterioration ve Biodegradation* 85:254-259. (SCI, Doçentlik sonrası)
- Kavdır, Y. Killi D., 2008. "Influence of Olive Oil Solid Waste Applications on Soil pH, Electrical Conductivity, Soil Nitrogen Transformations, Carbon Content and Aggregate Stability ". *Bioresource Technology* 99, 2326-2332.
- Kavdır, Y., İlay, R., Killi D., 2010. Changes in Soil Quality Properties Following Olive Oil Solid Waste and Compost Applications. *International Soil Science Congress on "Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality"*. May 26th-28th 2010, p:333. Samsun-Turkey..
- Kemmitt, S. J., Wright, D. Jones, D. L., 2005. Soil Acidification Used as a Management Strategy to Reduce Nitrate Losses from Agricultural Land. *Soil Biology and Biochemistry* 37:867-875.
- Killi, D. Kavdir, Y. Haworth M., Anlauf, R., 2014. Assessing the Impact of Agro-

- Industrial Olive Wastes in Soil Water Retention: Implications for Remediation Of Degraded Soils and Water Availability for Plant Growth. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 94:48-56.
- Kirsten, W.J., 1983. *Organic Elemental Analysis*. Academic Press, New York, NY.
- Laird, D. A., 2008. The Charcoal Vision: A Win–Win–Win Scenario for Simultaneously Producing Bioenergy, Permanently Sequestering Carbon, While Improving Soil and Water Quality. *Agronomy*. 100: 178-181.
- Lehmann, J., da Silva, J.P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. & Glaser, B., 2003. Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol and a Ferralsol of The Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant and Soil*, 249, 343–357.
- Lehmann, J. Joseph S., 2009. *Biochar for Environmental Management*. ISBN 978-1-84407-658-1
- Lehmann, J., 2007. A Handful of Carbon', *Nature* 447, 143-144.
- Lehmann, J., da Silva, J.P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. Glaser, B., 2003. Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant and Soil*, 249, 343–357.
- Lehmann, J., Gaunt, J., Rondon, M., 2006. “Bio-Char Sequestration in Terrestrial Ecosystems - a Review ” *Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change*, 11(2), 403–427
- Leininger, S., Urich, T., Schlöter, M., Schwark, L., Qi, J., Nicol, G W., Prosser, J. I., Schuster, S. C. And Schleper, C., 2006 ‘Archaea Predominate Among Ammonia-Oxidizing Prokaryotes in Soils’, *Nature*, vol 442, 806-809
- Maschio, G., Koufopoulos, C., Lucchesi, A., 1992. Pyrolysis, a Promising Route for Biomass Utilization. *Bioresource Technology*, 42(3), 219-231.
- Mena L.E.H., Pécoraa A.A.B., Beraldo A.L., 2014. *Slow Pyrolysis of Bamboo Biomass: Analysis of Biochar Properties*. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 37, ISBN 978-88-95608-28-0; ISSN 2283-9216
- Mulvaney, R. L., 1996. Nitrogen-Inorganic Forms. in *Methods of Soil Analyses Part 3- Chemical Methods* p:1123-1184
- Ni M., Leung D. Y. C., Leung M. K. H., Sumathy K., 2006. An Overview of Hydrogen Production From Biomass, *Fuel Processing Technology*, vol. 87. 461-472.
- Noor N.M., Shariff A., Abdullah N., 2012. Slow Pyrolysis of Cassava Wastes for Biochar Production and Characterization. *Iranica Journal of Energy & Environment* 3

- (Special Issue on Environmental Technology): 60-65, 2012 ISSN 2079-2115.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Watts, D. W., Laird, D. A., Ahmedna, M. A., Niandou, M. A., 2010. Short-Term CO₂ Mineralization After Additions of Biochar and Switchgrass to a Typic Kandudult. *Geoderma*, 154(3), 281-288.
- Özdemir, T., 2006. “Nitratin Çeşitli Topraklardaki Adsorpsiyon ve Taşınımının İncelenmesi”, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*: Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture Handbook 60, 160 p.
- Sika, M. P., Hardie, A. G., 2014. Effect of Pine Wood Biochar on Ammonium Nitrate Leaching and Availability in a South African Sandy Soil. *European Journal of Soil Science*, 65(1), 113-119.
- Steiner, C., Glaser, B., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Blum, W.E.H. Zech, W., 2008. Nitrogen Retention and Plant Uptake on a Highly Weathered Central Amazonian Ferralsol Amended With Compost and Charcoal. *Journal of Plant Nutrition Soil Science*, 171, 893–899.
- Sünal, S. ve Erşahin, S., 2012. “Türkiye’de Tarımsal Kaynaklı Yeraltı Suyu Nitrat Kirliliği.”, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5 (2): 116-118
- Taha, M.,F., Kiat, C.,F., Shaharun, M.,S., Raml, A., 2011. “Removal of Ni(II), Zn(II) and Pb(II) Ions from Single Metal Aqueous Solution Using Activated Carbon Prepared from Rice Husk ”, *World Academy of Science, Engineering and Technology* 60.
- Thomas, S. C., Frye, S., Gale, N., Garmon, M., Launchbury, R., Machado, N., Winsborough, C., 2013. Biochar Mitigates Negative Effects of Salt Additions on Two Herbaceous Plant Species. *Journal of environmental management*, 129, 62-68.
- Tiftik B.E., Yağmur E., Şimşek E.H., Toğrul T., 2006. Çay Fabrikası Atığının Pirolyzi. *Yedinci Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir*.
- Uzoma, K. C., Inoue, M., Andry, H., Zahoor, A., Nishihara, E., 2011. Influence of Biochar Application on Sandy Soil Hydraulic Properties and Nutrient Retention. *J. Food Agric. Environ*, 9(3-4), 1137-1143.
- Williams, P.T. and S. Besler, 1996. The Influence of Temperature and Heating Rate on the Slow Pyrolysis of Biomass. *Renewable Energy*, 7(3):233-250.
- Yılgin M., Duranay N.D., Pehlivan P., 2005. Odunun Flash Pirolyzi. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Mersin.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Seda Bodur

Doğum Yeri :Eskişehir

Doğum Tarihi : 02.08.1988

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Önlisans Öğrenimi: Manisa Celal Bayar Üniversitesi- Alaşehir Meslek Yüksek Okulu- Tarımsal Laboratuvar Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (Orta)

İLETİŞİM

E-posta Adresi :bodurseda@hotmail.com

Tel: 054344095