T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FISTIK DIŞ KABUĞU BİYOKÖMÜRÜNÜN TINLI TOPRAKLARDA NİTRAT ve AMONYUM YIKANMASI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet DEMİRHAN

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Prof. Dr. Salih AYDEMİR danışmanlığında, Mehmet DEMİRHAN'ın hazırladığı **"Fıstık dış kabuğu biyokömürünün tınlı topraklarda nitrat ve amonyum yıkanması üzerine olan etkisinin belirlenmesi"** konulu bu çalışma 24 /12 /2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Salih AYDEMİR

Üye : Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN

Üye : Prof.Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 19182

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ÇİZELGELER DİZİNİ iv
ŞEKİLLER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.1.1. Deneme ortamı 9
3.1.2. Denemede kullanılan materyaller 9
3.2. Yöntem 10
3.2.1. Kolon sisteminin kurulması 10
3.2.2. Sulama suyunun belirlenmesi 10
3.2.3. Ön yıkama işlemi 12
3.2.4. Denemenin yürütülmesi 12
3.2.5. Amonyum ve nitrat miktarının belirlenmesi 13
3.2.6. Toprak analizleri 14
3.2.7. Biyokömür analizleri 15
3.2.8. Verilerin değerlendirilmesi 16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 17
4.1. Yıkama süzüklerinin pH ve EC değerleri 17
4.2. Yıkama süzüklerinin azot (NO_3^- ve NH_4^+) konsantrasyonları 18
4.5. Yıkama sonrası kolonlarda kalan toprakların azot ($NO3^-$ ve $NH4^+$) konsantrasyonları 21
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 26
5.1. Sonuçlar 26
5.2. Öneriler 26
KAYNAKLAR 28
ÖZGEÇMİŞ 32

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FISTIK DIŞ KABUĞU BİYOKÖMÜRÜNÜN TINLI TOPRAKLARDA NİTRAT ve AMONYUM YIKANMASI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet DEMİRHAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Salih AYDEMİR
Yıl: 2020, Sayfa:32

Azotlu gübrelerin kök etki alanının altına yıkanarak yeraltı sularına karışmasını engellemek, azotlu gübrelerin kullanım etkinliği ve yeraltı sularında nitrat kirliliğinin azaltılması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma orta bünyeli bir toprağa farklı dozlarda fıstık dış kabuğu biyokömürü uygulamasının, topraklardan nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) yıkanmalarına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. İki farklı dozda (%1.5 ve %3) fıstık dış kabuğu biyokömürü ve kontrol uygulamasını kapsayan yıkama çalışması 3 tekerrürlü olarak 35 cm uzunluğundaki PVC borularda yapılmıştır. Çalışmamızda azotlu gübreleme her kolon için Amonyum Nitrat gübresi ile 16 kg/da olarak uygulanmıştır. Sulama damla şeklinde ve 6 defa da verilmiştir. Her sulama sonunda sızan su 1 hafta süreyle toplanmış ve bunlarda NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonları ile pH ve EC değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, haftalık sızan suyun NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonu biyokömür uygulamalarında kontrol uygulamasına kıyasla önemli düzeyde düşmüştür ve aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Nitrat ve amonyum yıkanmasını en fazla azaltan uygulama, tüm yıkama dönemleri için %3 biyokömür dozu olmuştur. Yıkamalar sonunda kolonlarda ki en yüksek nitrat konsantrasyonu kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Yıkamanın ilk haftasından son haftasına doğru tüm uygulamalarda pH ve EC değerinin düştüğü gözlenmiş ve 6 hafta sonunda yıkanan tüm süzüklerin pH ve EC değerlerinin ortalamasına göre uygulamalar arasında fark görülmemiştir. Çalışma sonuçları genel olarak göstermiştir ki, fıstık dış kabuğu biyokömür uygulamaları orta bünyeli topraklardaki azotlu gübre uygulamalarından kaynaklı nitrat yıkanma kayıplarını yaklaşık % 46 oranında düşürebilme potansiyeline sahip olmaktadır. Buna karşın amonyum kayıpları önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Nitrat, Amonyum, Biyokömür, Tınlı Toprak, Yıkanma

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECT OF PISTACHIO OUTER SHELL BIOCHAR ON NITRATE AND AMMONIUM LEACHING IN LOAMY SOILS

Mehmet DEMİRHAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Deparment of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Salih AYDEMİR
Year: 2020, Page:32

Preventing nitrogen fertilizers from entering groundwater by washing under the root effect area is very important in terms of the effectiveness of nitrogen fertilizers and reducing nitrate pollution in groundwater. This study was conducted to determine the effect of the application of different doses of peanut outer shell biocomper on the washing of nitrate (NO_3^-) and ammonium (NH_4^+) from soils in a medium soil. Two different doses (1.5% and 3%) of peanut outer shell biocompatible and control application covering the washing work was done in 35 cm long PVC pipes with 3 repetitions. In our study, nitrogen fertilization was applied for each column with ammonium nitrate fertilizer as 16 kg/da. Irrigation is given in the form of drops and 6 times. At the end of each irrigation, the leaking water was collected for 1 Week and NO_3^- and NH_4^+ concentrations and pH and EC values were determined. According to the results of the study, the concentration of NO_3^- and NH_4^+ of weekly leaked water decreased significantly in biocomper applications compared to control applications, and the difference between them was statistically significant. The application that reduced nitrate and ammonium washing the most was a 3% biocomper dose for all wash periods. At the end of the washes, the highest nitrate concentration in the columns was determined in the control application. From the first week to the last week of washing, pH and EC values were observed to decrease in all applications, and no difference was observed between applications according to the average pH and EC values of all filters washed at the end of 6 weeks. Research results have generally shown that peanut outer shell biocomper applications have the potential to reduce nitrate washout losses caused by nitrogen fertilizer applications in medium-sized soils by about 46%. However, ammonium losses did not have a significant effect.

KEY WORDS: Nitrate, Ammonium, Biochar, Loamy Soil, Leaching

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden sonuçlanmasına kadar her adımında yardımını esirgemeyen, fikir ve katkılarıyla beni yönlendirmesini sağlayan danışmanım Sayın Prof. Dr. Salih AYDEMİR'e desteği ve anlayışı için teşekkürlerimi sunarım.

Tüm yaşamım boyunca olduğu gibi, akademik öğrenimim boyunca da yardım ve desteğini benden esirgemeyen, her türlü fedakarlığı yapan Ailem'e teşekkürlerimi sunarım.

Denememin kurulum aşamasından sonuçlanmasına kadar yardıma ihtiyaç duyduğum yerlerde benden yardım ve önerilerini esirgemeyen yüksek lisans arkadaşım Ferhat UĞURLAR'a teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Fıstık Dış Kabuğu (FDK) biyokömürüne ait tanımlayıcı özellikler 10
Çizelge 3.2. Fıstık Dış Kabuğu (FDK) biyokömürünün makro ve mikro besin elementi içerikleri 10
Çizelge 3.3. Deneme toprağına ait kimyasal özellikler 10
Çizelge 3.4. Deneme toprağına ait fiziksel özellikler 10
Çizelge 3.5. Deneme planı 12
Çizelge 4.1. Fıstık dış kabuğu uygulaması ile kolonlardan her sulama ile yıkanan çözeltilerin ortalama pH ve EC değerleri 17
Çizelge 4.2. Fıstık dış kabuğu uygulaması ile kolonlardan her sulama ile yıkanan çözeltilerdeki Nitrat ve Amonyum miktarı 18

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü laboratuar alanı 9
Şekil 3.2. Kolon düzeneğinin görünümü 11
Şekil 3.3. Deneme çalışmasından görünümler 13
Şekil 4.1. Kolonlardan sulama ile yıkanan çözeltilerdeki toplam nitrat (NO_3^-) konsantrasyonları 20
Şekil 4.2. Kolonlardan sulama ile yıkanan çözeltilerdeki toplam nitrat (NH_4^+) konsantrasyonları..... 21
Şekil 4.3. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca farklı derinliklerde kalan nitrat miktarı 22
Şekil 4.4. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca bulunan toplam nitrat miktarı 23
Şekil 4.5. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca farklı derinliklerde kalan nitrat miktarı 24
Şekil 4.6. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca bulunan toplam amonyum miktarı 25

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
EC	Elektriksel İletkenlik
g	Gram
H_2S	Hidrojen Sülfit
Kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
ppm	Parts per million (milyonda bir)
%	Yüzde birim
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
NO_3^-	Nitrat
NH_4^+	Amonyum
SG	Sera Gazı
M	Molar
KCl	Potasyum Klorür
STK	Su Tutma Kapasitesi
Fe	Demir
Mn	Mangan
P	Fosfor

1. GİRİŞ

Çevre üzerinde olumsuz etki oluşturmasından dolayı tarım arazilerinin bünyesindeki besin elementlerinin yıkanması dünyada önemli bir sorun olarak teşkil etmektedir. Genel olarak tarımsal üretimlerde en yaygın kullanılan besin elementlerinin ilk sırasında azot gelmektedir. Özellikle ekonomik geliri yüksek olan bitkilerin yetiştiriciliğinde, üreticiler daha fazla ürün elde edebilmek adına azotlu gübreleri daha fazla kullanmaktadırlar (Fernández-Escobar ve ark., 2004).

Organik veya inorganik formdaki azot, toprakta mikroorganizmalar tarafından nitrifikasyon ile nitrata dönüşür ve nitratın negatif yüklü olması nedeniyle yıkanarak taban suyuna ulaşır (Atılgan, 2007). Nitrat yapısı dolayısıyla hareketli bir anyon olması, kil miktarı düşük olan kaba ve orta bünyeye sahip topraklarda yıkanma miktarlarının daha fazla olmasına sebep olmaktadır (Kanhle ve ark., 2016). Toprağın zemininden itibaren başlayıp, toprak gözeneklerinden yeraltına sularına ulaşan nitratın, doğal olarak tutulması, seyrelmesi, hem denitrifikasyon yoluyla hem de bitkilerin kendi bünyesine alıp tüketilmesi ile sağlanır. Fakat bu seyrelme nitratın konsantrasyonlarını düşürmesine etki etmektedir lakin kesin bir giderme sağlamamaktadır. Denitrifikasyon nitratın temel giderme ölçüsü olmasına karşın sadece belirli koşullarda gerçekleşmektedir. Bu bilgilere ek olarak, nitratın bitkiler yoluyla tüketilmesi ise bitkilerin büyümeye karşı gösterdikleri hıza göre sınırlıdır (Hill, 1996).

Normal koşullarda dahi toprağa uygulanması yapılan azotlu gübrelerin %50'ye yakını ancak bitkiler aracılığıyla tüketildiği, %3-20'sinin sıcaklık gibi nedenlerden dolayı buharlaşarak kaybedilmekte, %10-25'inin ağır bünyeli (killi) topraklarda bulunan organik formundaki bileşikler ile birleşmekte ve son % 1-10'luk kısmı ise toprak gözeneklerinden yer altın sularına karıştığı söylenilmektedir (Korkmaz, 2007). Nitrat yıkanması tarımsal üretim alanlarında topraktan azot kaybına yol açmakta ve yeraltı sularına karışarak kirliliğe neden olmaktadır. Bu nedenle topraktan nitrat yıkanması şeklinde gerçekleşen azot kaybına bir çözüm üretilmelidir.

Bu bağlamda biyokömürün pozitif yük kaynağı taşıması sebebiyle topraktan nitrat yıkanmasını önlemesi öngörülmektedir.

Son zamanlarda popüleritesi artan ve araştırmacıların dikkatini çeken biyokömürler karbon içeriği olarak zengin bir yapıya sahip olmaları, oksijen miktarının çok az olduğu ya da oksijenin olmadığı koşullarda (200-700 ^{0}C) gibi yüksek sıcaklıklarda yakılması sonucu (piroliz) elde edilen materyallerdir (Lehmann ve ark., 2006). Piroliz sonucunda elde edilmiş olan biyokömür materyalleri toprağa sağladığı faydalardan dolayı toprakta düzenleyici olarak kullanılması ön görülmektedir. Buna ek olarak biyokömürler içerik bakımından zengin karbon içeriğine sahip olmasından dolayı atmosferdeki karbonu toprak bünyesine hapsedip uzun yıllar boyunca kalmasını sağlayıp, hem sera etkisini azaltıp hem de küresel ısınmayı önleyebileceği ön görülmektedir. Tarım uygulamaları yapılan tarlalarda sera gazı etkisi oluşturan Nitroz oksit ve metan gazlarının yayılımını % 70-80 oranlarında engellediği saptanmıştır (Lehmann ve Joseph, 2009; Verheijen ve ark., 2009).

Çeşitli tarımsal ürün artıklarının kullanılması ile farklı çeşitlerde biyokömür materyalleri yapılabilmektedir.(Ippolito ve ark., 2012).

Biyokömürler farklı metot yöntemlerinin kullanılması sonucu elde edilen materyallerdir. Bu materyaller genellikle tarımsal amaçlı kullanılmakta olup, toprağı iyileştirici yönünden ele alındığında toprağa sağladığı faydalar genelde şu şekilde sıralanmaktadır; Biyokömür materyalleri Katyon Değişim Kapasitesini (KDK) arttırır, besin elementlerinin yıkanmasını engeller, toprağa uygulanan biyokömür materyallerinin bünyesindeki özelliklerine bağlı olarak topraktaki su tutma kapasitesini arttırıcı ve toprak pH'sını değiştirici yönde etkileri bulunmaktadır (Lehmann ve Rondon, 2006; Kolb ve ark.,2009).

Biyokömür materyalleri suda ve toprakta bulunan kirletici maddeleri tutabileceği gibi, toprağa uygulandığında da topraktaki karbonların tutulumunu da arttırıcı özelliğine sahiptirler. Bu biyokömür materyalleri toprakta bulunan nitrat ve amonyumun yıkanımını düşürdüğü taktirde hem toprak bünyesinde ki karbon

miktarında artış gösterecek, hem de çevre kirliliği azaltılması sağlanacaktır (Cao ve ark., 2009).

Antep fıstığının üretimi yoğun olarak ülkemizde Şanlıurfa, Gaziantep, Siirt, Adıyaman illerinde üretimi yapılmaktadır. Bu üretimlerin % 90 oranında mevcut bu illerimiz sağlamaktadır. 2015 yılı verilerine göre dünyada antepfıstığının toplam üretim miktarları 1.023.000 ton olup, İran ve Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra Türkiye Cumhuriyeti üretim miktarı bakımından 144.000 ton üretim sağlayarak dünyada en fazla üretim oranına sahip üçüncü ülke konumundadır (TUİK, 2015). Antepfıstığının üretim miktarlarının artmasına bağlı olarak üründeki artıklarda da doğru orantılı olarak artış sağlanmaktadır. Bu sebeple, mevcut bölgede yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan antepfıstığı dış kabuğundan arda kalanların Biyokömür materyallerine dönüşümü sağlanarak tarımsal arazilerde kullanılması ve bu elde edilen organik artıkların üretime eklenmesi hem tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilmesini hem de desteklenmesine katkı sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasının amacı; fıstık dış kabuğu biyokömürünün tınlı topraklarda nitrat ve amonyum yıkanması üzerine etkisi incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Azot tarımsal üretimin yapıldığı arazilerde kullanımı ve noksanlığı en fazla görülen elementtir. Azot bitkilerin dokularında yüksek oranda bulunup, içeriğinden dolayı ağırlık bakımından % 1-5 oranında değişim göstermektedir (Güzel ve ark., 2002).

Azot, bitkilerin hücrelerindeki biyokimyasal olayların meydana gelmesinde görev alıp, bitkilerin ana maddesini oluşturan proteinlerin yapısında da bulunmaktadırlar (Marschner, 1997; Kaçar, 2002).

Toprakta bitkilerin faydalanabileceği inorganik formda mevcut olan azot bileşikleri; öncelikli olarak nitrat topraktaki mevcut su ile birlikte hareket sağladığından dolayı yıkanarak ortamdan yeraltı sularına karışmaktadır. Azotun topraktan yıkanması sonucu meydana gelen kayıpların yılda 131 kg/ha seviyelerine kadar yükseldiği belirtilmiştir (Brohi ve ark, 1994).

Son zamanlarda nitratın yeraltındaki ve yüzey sularındaki birikmesi sonucunda çocukların sağlıkları üzerinde ki etkileri dünyanın dikkatini çeken bir konu haline gelmiştir (Fletcher, 1991). Özellikle küçük yaşlardaki çocuklarda, kanda bulunan hemoglobinin nitrit tarafından methomoglobine dönüşümü oksijenin vücuttaki taşınımına engel olmaktadır. Küçük ve genç çocukları etkileyen bu olaya mavi bebek sendromu denilmektedir. Bu sendrom içme sularında nitratın yüksek oranda bulunmasından kaynaklanmaktadır (Ray ve Jain, 1999).

Tarımsal üretim yapılan alanlarda ki yer altı suyu numunelerinde nitrat derişimi kent ve orman bölgelerinden daha yüksek seviyelerdedir. Tarım alanlarındaki uluslararası içme sularının mevcut standartı olan 10 ppm'lik sınırın aşıldığı belirtilmiştir (Anonymous, 2004).

Son zamanlarda ayrışma kısmı fazla olan materyallerin yerine daha kararlı, yüksek karbon içerikli, kömürleştirilme işlemleri tamamlanmış, bitkisel materyaller kullanılmıştır. Bu materyallerin başında toprakta uzun süre devamlılığını sağlayan karbon içerikleri yüksek biyokömürler yer almaktadır (Ozcımen ve Karaosmanoglu, 2004).

Doğada en yaygın olan ve üretimi yapılan biyokömür, odun kömürüdür. Türkiye'de mangal kömürü üretimi oldukça fazladır. Bu kömür çeşidi meşe ağaçlarından üretilmektedir. Bu işlemlerin yapılmasında düzenli bir şekilde toplanan materyallerin üzeri topraklar ile kaplatılıp, kısmi yakma sonucu karbonlaşması sağlanır. Sanayi bakımından üretimler için ise farklı şekillerde üretim çeşitlerinde geliştirilmektedir (Meyer ve ark., 2011; Tripathi ve ark., 2016; Yang ve ark., 2014; Agirre ve ark., 2013).

Biyoçarlar yüksek oranda oksijen içeriğine sahip oldukları için yüksek düzeyde asit-baz fonksiyonel faaliyetler gösterirler. Bu özelliklerinden dolayı topraktan fosfor ve azot gibi bitkilerin ihtiyaçlarının yüksek olduğu elementlerinin kolayca alınmasını sağlayarak toprak için birer besin kaynağı olurlar (Glaser ve ark., 2014).

Günal (2017), domateslerin hasadından arda kalan biyoçarın orta bünyeye sahip toprağa uygulanması sonucunda nitratın yıkanmasını düşürdüğünü, kayda değer bir kısmının ise toprakta tutulduğunu bildirmiştir.

Biyokömürler hidrojen sülfür (H_2S) gibi gazların tutulmasını sağlayan özelliklerinin olduğunu yapılan araştırmalarda göstermişlerdir (Shang ve ark., 2013; Xu ve ark., 2014). Hidrojen sülfür oksijenin olmadığı koşullarda, çöp bölgelerinde ve biyogaz oluşması esnasında meydana gelen bir gaz çeşididir. Bunlara ek olarak petrollerin arıtılmasının yapıldığı tesislerde, doğal gaz ve kömürlerin gaz haline gelme işlemlerinde tali ürün olarak meydana gelmektedir.

Son zamanlarda gelişim sağlayan reaktörlerin kömürleşmesi, maddelerin içten yanması ve minimal oksijen ile oluşmaktadır. Ozcımen ve Karaosmanoglu (2004) 500 ^{0}C'ye kadar küçük reaktör yardımı ile dıştan yakmalı şeklinde bioçar ürettiklerini ifade etmişlerdir.

Topraktaki organik karbonun toprağın işlenmesinden dolayı ayrışıp miktarının azaldığı ön görülmektedir. Ayrıca toprağın biyoenerji kaynağı olan sap, saman ve kök gibi materyallerin ortamdan kaybolması ile toprakta bulunan organik maddelerin miktarları, suya dayanaklılık sağlayan agregatlar ve mikrobiyal faaliyetlerin azaldığı pek çok kez rapor edilmiştir (Stetson ve ark. 2012).

Toprakta mevcut olan organik karbon miktarı toprağın fiziksel ve biyolojik olarak verimliliğine etki etmektedir. Toprakta mevcut olan organik karbon ve mikoriza hifleri toprak parçacıklarının birleşmesini sağlayarak (Caravaca ve ark. 2002; Wılson ve ark. 2009), makro ve mikro yapısını düzenlediklerini (Sıngh ve ark. 2009) belirtmişlerdir.

Rastgele seçilen bir biyokömür çeşidinin toprağın özelliklerine olan etkisi, uygulanması yapılan biyokömür materyalinin karakteristik özellikleri, uygulanması yapılan toprağın özellikleri ve denemede kullanılan bitkilerin çeşidine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Prapagdee ve Tawinteung, 2017).

Lin ve ark. (2015) tınlı bir tekstüre sahip olan toprağa ilave edilen 16 mg ha^{-1} mısır koçanı biyokömürü uygulaması buğdayda verim yönünden yükselme gösterildiği rapor edilirken, buna benzer bir uygulamanın soya fasulyesinin gelişimine etkisinin yansımadığını tespit etmişlerdir.

Tarım alanlarında biyokömürlerin kullanılması besin maddelerinin ve suyun tutulmasını arttırır aynı zamanda toprak kayıplarının azalmasını sağlayarak sera gazı emisyonunu azaltıcı yönde etki etmektedir. Bu sera gazlarının azalması dikkate alındığında zehirli maddeler, ağır metaller ve pestisitleri fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından bağlayıcı olması beklenilmektedir. Yüksek yüzey alanına

sahip, kömürleştirilmiş karbon kaynakları olan bioçarların besin elementleri ve su tutma kapasiteleri de oldukça üst seviyelerdedir. Case ve ark. (2012) biyokömürlerin uygulandığı tarım arazilerinde toprağın hacim ağırlığını düşürücü yönde etki ettiğini ve su tutma kapasitelerini arttırıcı yönde etki ettiklerini raporlarında belirtmişlerdir.

Biyokömürler ürünlerin verimine negatif veya hiç etki etmemesini genellikle tropikal bölgelerde rastladıklarını rapor eden Jeffery ve ark. (2017), pH'sının yüksek olmasından dolayı biyoçarların bu tarz topraklarda kireçlenmeyi arttırıcı etkisi ile pH'nın olması gerektiğinden daha fazla yükselmesine neden olduğunu ve bunun sonucunda demir, fosfor, mangan gibi bitki besin elementlerinin alınımını da engelleyebileceğini belirtmişlerdir.

Biyokömürlerin toprağa ilave edilmesi ile toprağı düzenleyici özelliğinden dolayı bitkilerin gelişimlerinin artması, bitki besin elementlerinin kullanım etkinliğinin iyileşmesi, toprağın kimyasal ve mikrobiyal özelliklerindeki arttırıcı etkilerin yanında besin maddelerinin yıkanmasının düşürülmesi ile de ilişkilendirilir (Gul ve ark., 2015).

Yeni zellanda ülkesinde mısır koçanı, söğüt ve taze çam gibi biyokömür materyalleri iki farklı tekstüre sahip topraklarda (ince kumlu ve ince tınlı) mısır bitkisinin çimlenmesi üzerine olan etkileri tespit edilmek için kullanılması uygun görülmüştür (Free ve ark., 2010). Uygulama toprak derinliğine 20 cm derinlik olacak şekilde 0, 2.5, 5.0, ve 10 ton ha^{-1} şeklinde biyokömürlerin uygulanması yapılmıştır. Araştırmacılar denemenin bitiminde uygulanan farklı biyokömürlerin ve dozların mısır tohumun çimlenmesini kontrole göre daha önemli miktarda etki edildiğini göstermiş ve bu biyokömürlerin topraktaki karbonu kontrol altına aldığını ve toprağın kalitesini arttırması gibi etkilerinin olduğunu saptamışlardır.

Kıshımoto ve Sugıura (1985) yüksek derecelerde (400 ^{0}C ile 1000 ^{0}C) ısıtılması sağlanan materyallerin yüzey alanlarının tahmini olarak 200 ile 1400 $m^2 g^{-1}$ belirtmişlerdir. Bu oran yaklaşık olarak organik maddenin iki katı kadar bir yüzey alanına eşdeğerdir.

Biyokömürlerin doğrudan kullanılması ile su çözeltilerdeki katyon ve ağır metallerin ortamdan uzaklaştırılması ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Örnek olarak bakırın absorblanması için şeker pancarı posasının kullanılması (Aksu ve Isoğlu, 2005).

Sika ve Hardie (2014) yılında yaptıkları bir araştırmada yer fıstığının gövdesi, bambu, şeker kamışı posası, ve Brezilya biber ağacı gibi 13 tane farklı biyoçar çeşidini test etmişlerdir. Bu biyoçarlardan çoğunluğu nitratı ve fosfatı absorbe edememiş fakat fıstık kabuğu kumlu topraklarda besin elementlerini tutucu özellik göstermiştir. Brezilya biber ağacı biyoçarı nitratı %34, amonyumu %34.7, fosfatı ise %20.6 oranında düşürmüş olup, fıştık kabuğuda nitratı %34, amonyumu %14 oranında düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Sika ve Hardie (2014) Çam ağacı biyoçarını toprağa % (0.5, 2.5, ve 10) oranında 3 farklı dozda karıştırılıp, toprağa 100 kg/ha olacak şekilde amonyum nitrat (AN) karışımı yapılarak 6 hafta boyunca yıkanma işlemi yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda %10 biyoçar uygulamasının nitrat yıkanmasını %96, amonyumu ise % 86 civarlarında azalttığını belirtilmiştir.

Novak ve ark. (2010) yaptıkları bir araştırmada ceviz kabuğu biyokömürü uygulanmasının toprakta nitratın yıkanmasını 25 ve 67 gün aralığında azalttığını tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme ortamı

Çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Sekil 3.1.'de çalışmanın yapıldığı düzenekten bir görünüm verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü laboratuvar alanı

3.1.2. Denemede kullanılan materyaller

Yapılan araştırma denemesinde biyokömür materyali olarak fıstık dış kabuğu kullanılmıştır. Biyokömür materyaline ait fiziksel ve kimyasal özeller Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Fıstık Dış Kabuğu (FDK) biyokömürüne ait tanımlayıcı özellikler

Biyokömür	Su tutma Kapastesi (%)	KDK (cmol/kg^{-1}) (%)	Toplam N (%)	Toplam C (%)	Toplam H (%)
Fıstık Dış Kabuğu	3.92	31.05	0.33	59.14	2.45

Çizelge 3.2. Fıstık Dış Kabuğu (FDK) biyokömürünün makro ve mikro besin elementi içerikleri

Biyokömür	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn
	----------mg kg^{-1}----------									
Fıstık Dış Kabuğu	0,57	1064,46	0,35	311,96	556,8	163,56	3,41	89,15	18,81	13,31

Deneme toprağı olarak Adıyaman ilinin merkeze bağlı tarımsal üretim yapılan bir arazinin 0-30 cm derinliğinden alınan orta bünyeli topraklar kullanılmıştır. Kullanılan toprağa ait özellikler Çizelge 3.3 ve 3.4'te verilmiştir. Gübre çeşidi olarak ise amonyum nitrat (AN %33) kullanıldı.

Çizelge 3.3. Deneme toprağına ait kimyasal özellikler

pH (1:2.5)	EC (1:2.5) (dS/m)	Su tutma Kapasitesi (%)	Gravimetrik nem (%)	Volumetrik nem (%)	KDK (cmol/kg)
8,874	101	5,03	7,41	11,11	44,4

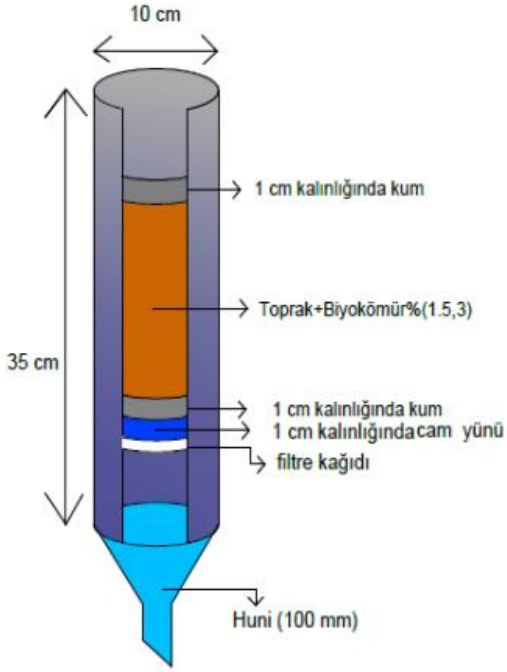
Çizelge 3.4. Deneme toprağına ait fiziksel özellikler

Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür
45	22.5	32.5	L

3.2. Yöntem

3.2.1. Kolon sisteminin kurulması

Denemede Boyutları 10 cm çapında ve 35 cm uzunluğunda olan PVC borular kullanılarak yapılmıştır. Şekil 3.2



Şekil 3.2. Kolon düzeneğinin görünümü

Yukarıda ki şekil 3.2'de görüldüğü gibi PVC boruların alt kısmına kaba filtre kağıdı kesilip, boruların ebadına uygun şekilde metal elek yerleştirilip, plastik kelepçe ile sabitleştirilmiştir. Filtre kağıdının üstüne toprak kaybına engel olmak için 1 cm kalınlığında cam yünü ve onun üstüne de 1 cm kalınlığında yıkanmış kaba kum yerleştirilmiştir. Kolonların kenarından su akışını engellemek için her bir kolonun iç yüzeyi kaba zımpara kâğıdı ile yatay pozisyonda iyice zımparalanmıştır. Kolonlara 20 cm aralığında toprak ve biyokömür materyali homojen olarak karıştırılıp hacim ağırlığı 1.5 g/cm^3 olunca dek sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan kısmın üst kısmına amonyum gübresi homojen olarak ilave edilip, en üst kısmına tekrardan 1 cm kalınlığında yıkanmış kaba kum ilave edilerek deneme yıkanmaya hazır hale getirilmiştir. Çalışmamızda azot uygulaması pamuk tarımı baz alınarak (16 kg/da) her bir kolona 116 mg amonyum nitrat ve 3 farklı dozda fıstık dış kabuğu (%0 - %1.5 - %3) biyokömürü uygulanmış olup deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme planı Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme planı

UYGULAMA	FDK (%)	AN (kg/da)
AN	0	16
AN+FDK1	1.5	16
AN+FDK2	3	16

3.2.2. Sulama suyunun belirlenmesi

Kolonlar laboratuvar koşullarında Şanlıurfa ve Adana ilinin (Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yayım, Haberleşme, Araştırma ve Uygulama Merkezi ve Gap Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü) ortalamalarını baz alınacak şekilde tasarlanmıştır. Yıkama işlemi 6 hafta sürecek olup, haftada bir tekrar edilmiştir. Her bir kolon için yıkama suyu miktarı sütunun boyutlarına göre 750 ml'ye eşdeğerdir. Verilecek olan su, kolonların çapına uygun şekilde homojen delikli duş başlığına benzer alet ile verilmiştir.

3.2.3. Ön yıkama işlemi

Deneme hazırlıkları bitirildikten sonra kolonlarda var olduğu tahmin edilen amonyum (NH_4^+) ve nitratın (NO_3^-) uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla önce ön yıkama çalışması yapılmıştır. Yapılan ön yıkama çalışması kolonlarda suyun iyice süzülmesi gerçekleşene kadar yaklaşık 24 saat sürmüştür.

3.2.4. Denemenin yürütülmesi

Yıkama sonucunda kolonlardan serbest bir şekilde drene olan yıkanma sularının, kolonlara uygun şekilde yerleştirilen parafilm kaplı huni yardımı ile buharlaşması engellenmek istenmiştir. Bu şekilde yıkanan sular erlenmayerlerin içerisine toplanarak buzdolabında muhafazası sağlanmıştır. Haftalık toplanan yıkanma sularının her hafta düzenli olarak EC (elektriksel iletkenlik) ve pH değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın kurulumu ve yürütülmesine ait bazı görseller Şekil 3.3'te verilmiştir. Denemenin sonucunda planlanan analizlerin yapılması için kolonlardaki topraklar 3 farklı derinlikte (0-7cm,7-14cm,14-20cm) alınıp -20 derecede soğuk odaya alınmıştır.



Şekil 3.3. Deneme çalışmasından görünümler

3.2.5. Amonyum ve nitrat miktarının belirlenmesi

Deneme sonucunda kolonlarda bulunun toprak+biyokömür karışımından 3 farklı derinlikte (0-7cm,7-14cm,14-20cm) 10 g karışım alınıp, karışımlar 30 dakika boyunca karıştırıcıda bırakıldıktan sonra filtre kağıdı ile süzüldü. Süzülen karışımların üzerine 1 ml standart çözeltisi, 5.5 ml tampon çözeltisi, 4 ml salisilat / nitroprussid çözeltisi, 2 ml hipoklorit eklenip, her bir çözelti eklenmesi aşamasında hafifçe çalkalanma işlemi yapılıp, vorteks ile karıştırıldı. Karıştırma işlemleri bittikten sonra 25 ^{0}C'de 45 dakika dinlenmeye bırakılıp, 2 saat içerisinde 650 nm'de spektrofotometre ile amonyumun absorbans değerleri okundu (Baethgen we, Alley mm, 1989).

Nitrat analizi için tekrardan 10 g toprak + biyokömür karışımı tartılıp, 30 dakika karıştırıcıda bırakıldıktan sonra filtre kâğıdı ile süzülme işlemi yapıldı. 1 ml standart çözeltisi altı düz bir cam beherin üzerine koyulup, üzerine 0.5 ml TRI solüsyonu eklenip hafifçe çalkalandı. Daha sonra 200-230 ^{0}C'ye kadar ısıtılmış

hotplate kullanılarak örneklerin tamamen kurutulup, soğuması sağlandı. Soğuyan örneklerin üzerine 1 ml H_2SO_4 eklenip, soğuması için birkaç dakika bekletildi. Soğuyan örneklerin üzerine 5 ml saf su eklenip tekrardan soğumaya bırakıldı. Son olarak 5 ml %40 NaOH eklenip, okunmaya hazır hale getirilmesi için soğumaya bırakıldı. Son olarak spektro multi-küvetlere örnekler koyulup, 410 nm'de spektrofotometre ile nitrat absorbans değerleri okundu (Yang ve ark., 1998).

3.2.6. Toprak analizleri

Toprak pH ve EC: Su ve toprak karışımında (1:2.5) oranında pH ve EC metre ile ölçümleri yapılmıştır (Richards, 1954).

Toprak tekstürü: Toprak tesktüründeki tane irilik dağılımı 2 mm'lik elekten elenerek, bozulan toprak numunelerinde 2 paralelli olarak Bouyoucos tarafından belirtilen esaslara göre hidrometre yöntemine uygun olarak yapılmıştır (Gee ve Bauder, 1986).

Toprak gravimetrik ve volumetrik nemi: Toprak numuneleri 105 ^{0}C' de 24 saat kurutma işlemi yapıldıktan sonra meydana gelen ağırlık değişimi baz alınarak hesaplanmıştır. Volumetrik nem ise gravimetrik nem yüzdesinin, toprağın hacim ağırlığı çarpılması sonucu bulunmuştur.

Drenaj suyu nitrat ve amonyum Analizi: Yıkama sonucunda toplanan süzüklerde ki yıkama suyunun NH_4^+ ve NO_3^- iyon kromotografisi ile belirlenmiştir.

Su tutma kapasitesi: Toprak numunelerinin alt kısmına 2 kat tülbent geçirip lastik ile sabitleyip, küçük silindir şeklindeki kaplara koyarak yüzeyleri buharlaşmayı engellemek maksadı ile kapalı tutulmuş ve 48 saat sature edilmiştir. Numuneler 48 saat sonra tartılıp, fırında 105 ^{0}C'de 24 saat kurutulup tekrardan tartılmıştır. Su tutma kapasitesi % ağırlık hesabına göre belirlenmiştir (Anonim 1988).

3.2.7. Biyokömür analizleri

Katyon değişim kapasitesi (KDK): Analizde kullanılan biyokömür materyali önce sodyum ve sonrasında amonyum ile doyularak, açığa çıkan sodyum miktarı alev fotometresinde belirlenmiştir (Chapman, 1965).

Toplam karbon (N): Biyokömür örnekleri kurutulup, 0.5 mm'lik elekten geçirildikten sonra kuru yakma ile TERMO C/N analiz cihazı kullanılarak ASTM D5373 metoduna göre yapılmıştır (ASTM, 2007).

Toplam azot (N): Biyokömür örnekleri kurutulup, 0.5 mm'lik elekten geçirildikten sonra kuru yakma ile TERMO C/N analiz cihazı kullanılarak ASTM D5373 metoduna göre yapılmıştır (ASTM, 2007).

Ekstrakte edilebilir amonyum ve nitrat: Biyokömür örnekleri 2 M potasyum klorür (KCl) çözeltisi kullanılarak ekstrakte edilip, örnekler kjeldahl distilasyon ünitesi kullanılarak titrasyon metodu ile amonyum ve nitrat içerikleri belirlenmiştir (Mulvaney, 1996).

Su tutma kapasitesi: Toprak numunelerinin alt kısmına 2 kat tülbent geçirip lastik ile sabitlendi, küçük silindir şeklindeki kaplara koyarak yüzeyleri buharlaşmayı engellemek maksadı ile kapalı tutulmuş ve 48 saat sature edilmiştir. Numuneler 48 saat sonra tartılıp, fırında 105 ^{0}C'de 24 saat kurutulup tekrardan tartılmıştır. Su tutma kapasitesi % ağırlık hesabına göre belirlenmiştir (Anonim 1988).

Elementel içerikleri: Biyokömür örneklerinin Ca, Na, Mg, K, P, Fe, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Co, Cr, Mn içerikleri yaş yakma (HNO_3 + H_2O_2) kullanılıp çözündürüldükten sonra okunmaya hazır hale getirilen örnekler ICP cihazı ile belirlenmiştir (Enders ve Lehmann, 2012).

3.2.8. Verilerin değerlendirilmesi

Çalışma sonucunda elde edilen verilerde 3x3 faktöriyel deneme desenine göre ANOVA analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda gözlemlenen parametrelerin ortalamaları ve standart hata değerleri belirlenmiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar ($P \leq 0,05$) Duncan testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar grafikler halinde verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1.Yıkama Süzüklerinin pH ve EC değerleri

Fıstık dış kabuğu biyokömürü uygulamasının nitrat yıkanmasına etkisini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada, farklı uygulamaların kolonlardan yıkanan çözeltilerin pH ve EC değerlerini etkisi Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.Fıstık dış kabuğu uygulaması ile kolonlardan her sulama ile yıkanan çözeltilerin ortalama pH ve EC değerleri

	pH			EC (µS m^{-1})		
	AN	**AN+FDK %1.5**	**AN+FDK %3**	**AN**	**AN+FDK %1.5**	**AN+FDK %3**
1.Hafta	8,28bc	8,15bc	8,21ab	920,50c	1073,33ab	993,00bc
2.Hafta	8,25ab	8,30ab	8,21ab	1185,00a	712,67d	1086,00ab
3.Hafta	8,47d	8,41ab	8,34ab	546,33e	578,00e	731,33d
4.Hafta	7,51de	7,81d	7,86d	529,67e	565,67e	621,00de
5.Hafta	7,83e	7,64de	7,89cd	514,67e	520,67e	570,33e
6.Hafta	7,64e	7,79d	7,89cd	506,50e	502,33e	530,33e
Ortalama	7,99a	8,01a	8,07a	700,44a	658,78a	755,33a

Topraktan süzülen suyun pH değerleri incelendiğinde 6 hafta boyunca yıkanan süzüklerde ki en yüksek pH değeri, yüksek doz biyokömür uygulamasında rastlanmıştır. Biyokömür materyalinin yüksek pH'ya (8.9) sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Deneme sonunda 6 haftada sızan suların ortalama pH değerleri tüm kolonlarda hemen hemen eşitlenmiştir (Çizelge 4.1.). Uygulanan biyokömürün etkileri zaman içerisinde artmaktadır. Cheng ve Lehmann (2009), 12 ay süren kontrollü koşullarda aerobik ortamda biyokömüre dönüştürülen meşe parçalarının yüzeyinde fonksiyonel grupların, pH'nın ve negatif yüklerin arttığını tespit etmişlerdir.

Sızan suların EC değerlerinin en yüksek olduğu uygulama 2. hafta yıkaması hariç denemenin tamamında en yüksek biyokömür dozu %3' te olmuştur. Bunu sırası ile %1.5 ve kontrol uygulaması takip etmiştir. EC değeri 2. Hafta yıkamasında en yüksek değere ulaşmış ve ilerleyen haftalarda ise düşüşe geçmiştir. 6 haftalık

yıkanmanın ortalaması alındığında ise uygulamalar arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

Deneme sonunda, uygulanan biyokömür materyalinin yüksek pH'sının (biyokömür pH: 8.9) etkisinden dolayı doz artışı ile birlikte pH'nın da arttığı görülmektedir. Benzer biçimde doz artımı ile birlikte EC değerlerinde artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, biyokömürün kül fraksiyonunun inorganik bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Sika ve Hardie, 2014; Yuan ve ark., 2011). Denemede kullanılan biyokömürün önemli düzeyde ca (1064.46 mg kg^{-1}), k (556.8 g/kg) ve mg (163.56 mg kg^{-1}) konsantrasyonuna sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2).

4.2.Yıkama Süzüklerinin Azot (NO_3^- ve NH_4^+) Konsantrasyonları

AN ile gübrelenmiş tınlı topraklara farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası kolonlardan yıkanan çözeltilerin nitrat ve amonyum içeriğine ait veriler Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.Fıstık dış kabuğu uygulaması ile kolonlardan her sulama ile yıkanan çözeltilerdeki Nitrat ve Amonyum miktarı

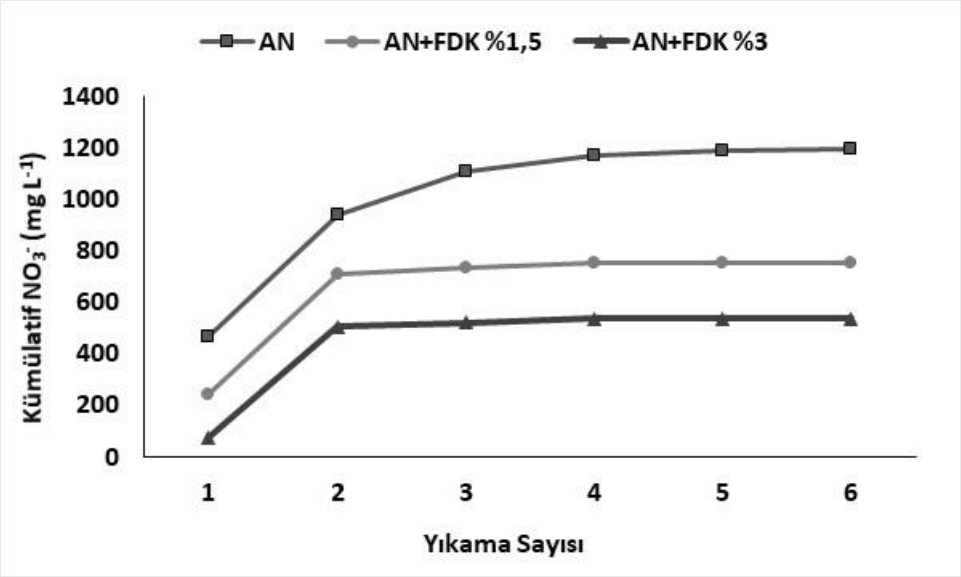
	NO_3^- (mg L^{-1})			NH_4^+ (mg L^{-1})		
	AN	**AN+FDK %1.5**	**AN+FDK %3**	**AN**	**AN+FDK %1.5**	**AN+FDK %3**
1.Hafta	466,83a	240,21b	75,70d	1,21a	1,09a	0,39b
2.Hafta	472,51a	464,68a	427,12a	0,34bc	0,03f	0,03f
3.Hafta	166,33c	28,04ef	17,48ef	0,31bd	0,17df	0,15ef
4.Hafta	61,97de	16,01ef	14,11ef	0,21ce	0,15ef	0,12ef
5.Hafta	21,86ed	2,07f	1,27f	0,20ce	0,11ef	0,10ef
6.Hafta	6,97f	1,28f	0,95f	0,18ef	0,12ef	0,11ef
Ortalama	199,41a	125,38a	89,44a	0,41a	0,28a	0,15a

Tarım arazilerinde uygulanan azotlu (N) gübrelerin önemli bir kısmının NO_3^- şeklinde yıkanması ile bitkisel üretimde kullanılamadığı, yüzey ve yüzey altı sularında kirlenmeye neden olduğu bildirilmiştir (Tian ve ark., 2018). Dolayısıyla nitrat yıkanması dünya çapında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyokömür ilavesi ile nitrat yıkanmasının nasıl etkileneceğini belirlemek amacıyla yaptığımız bu araştırmada 1. hafta yıkamasında sadece AN ile gübrelenmiş

kolonlardan süzülen çözeltilerdeki Nitrat konsantrasyonu 466,83 ppm iken, AN+FDK %1,5 ve AN+FDK %3 muamelelerinde sırasıyla %48,5 ve %83,8 oranında daha düşük Nitrat konsantrasyonu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). 1. hafta yıkamasında en düşük nitrat konsantrasyonu yüksek doz fıstık dış kabuğunda belirlenmiş olup muameler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak (P≤0,05) önemli bulunmuştur. 2. Hafta yıkamasında tüm konularda Nitrat konsantrasyonu maksimum seviyede gözlemlenmiş ve tüm muameleler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. 3. hafta yıkanmasından alınan süzüklerdeki nitrat konsantrasyonu AN, AN+FDK %1,5, AN+FDK %3 konularında sırasıyla %65, %94 ve %96 oranında düşmüş ve bu düşüş sonraki haftalarda da devam etmiştir. 6. hafta sonunda tüm konularda minumum seviyede nitrat yıkanması gerçekleşmiş ve muameleler arasında istatistiksel olarak bulunmamıştır. 6 hafta boyunca yıkanan çözeltilerin nitrat konsantrasyonlarının ortalamasını karşılaştırdığımızda en yüksek nitrat konsantrasyonu AN muamelesinde belirlendi. AN+FDK %1,5 ve AN+FDK %3 muamelelerinde AN muamelesine kıyasla sırasıyla %37 ve %55 oranında daha düşük nitrat konsantrasyonu belirlendi. AN+FDK %3 muamelesi tüm konulardan daha düşük nitrat konsantrasyonuna neden olmuş ancak muameleler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak (P≤0,05) önemli bulunmamıştır. Günal ve ark., (2017), domates hasat atığı biyokömürünün topraktan amonyum ve nitrat yıkanmasına etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, %6 biyokömür uygulamasının topraktan nitrat yıkanmasını önemli ölçüde azalttığı ve nitratın daha uzun süre toprakta tutunabildiğini bildirmiştir. Bu bağlamda sonuçlarımız önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

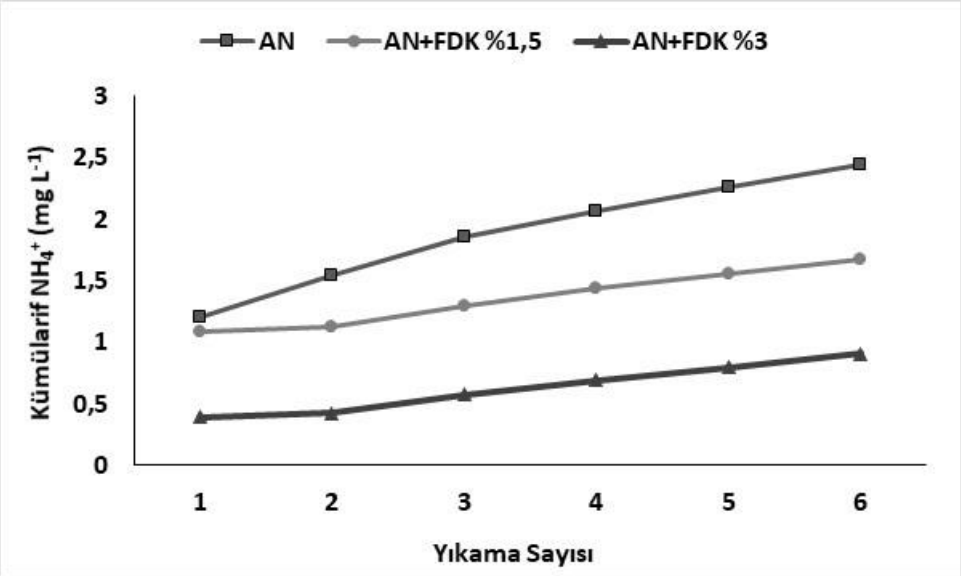
Çizelge 4.2. incelendiğinde AN gübrelenmiş kolonlardan süzülen amonyum konsantrasyonu 1,21 ppm iken, AN+FDK %1,5 ve AN+FDK %3 muamelelerinde sırasıyla %10 ve %68 oranında daha düşük amonyum konsantrasyonu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). 2. Hafta itibariyle alınan süzüklerdeki amonyum konsantrasyonu tüm konularda düşmüştür ve diğer haftalarda da devam etmiştir. 6 hafta boyunca yıkanan çözeltilerin amonyum konsantrasyonlarının ortalamasını karşılaştırdığımızda en yüksek amonyum konsantrasyonu AN muamelesinde, en düşük amonyum

konsantrasyonu ise AN+FDK 1,5 muamelesinde belirlendi ve tüm konular istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.1. Kolonlardan sulama ile yıkanan çözeltilerdeki toplam nitrat (NO_3^-) konsantrasyonları

6 hafta boyunca yıkanan kolonlardan alınan çözeltilerdeki toplam Nitrat miktarının gösterildiği grafik Şekil 4.1.'de verilmiştir. Kümülatif NO_3^- konsantrasyonunun verildiği grafikleri incelediğimizde, 6 hafta sonunda AN, AN+FDK %1,5 ve AN+FDK %3 konularında sırasıyla 1196,46 ppm, 752,29 ppm ve 536,64 ppm nitrat konsantrasyonu belirlenmiştir. FDK %1,5 ve FDK %3 uygulamalarında AN muamelesine kıyasla sırasıyla %37 ve %55 daha düşük nitrat yıkanması gerçekleşti. Bu bağlamda en olumlu sonuç AN+FDK %3 ile elde edildi. Yüksek doz biyokömür uygulaması azotlu gübrelemeden kaynaklanan nitrat yıkanmasını önemli düzeyde düşürmüştür.

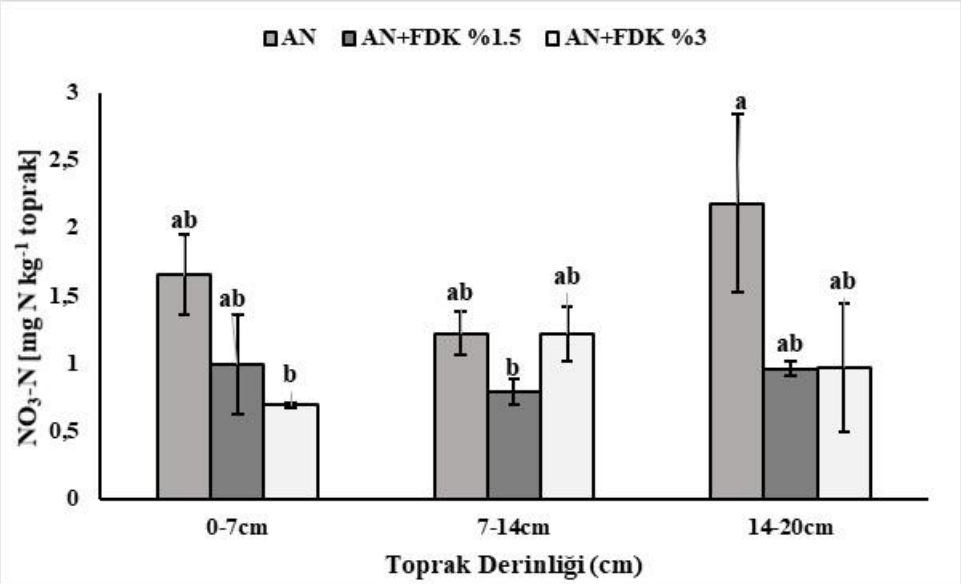


Şekil 4.2. Kolonlardan sulama ile yıkanan çözeltilerdeki toplam amonyum (NH_4^+) konsantrasyonları

6 hafta boyunca yıkanan kolonlardan alınan çözeltilerdeki toplam amonyum miktarının gösterildiği grafik Şekil 4.2.'de verilmiştir. Kümülatif NH_4^+ konsantrasyonunun verildiği grafikleri incelediğimizde, 6 hafta sonunda AN, AN+FDK %1,5 ve AN+FDK %3 konularında sırasıyla 2,44 ppm, 1,68 ppm ve 0,91 ppm amonyum konsantrasyonu belirlenmiştir. FDK %1,5 ve FDK %3 uygulamalarında AN muamelesine kıyasla sırasıyla %31 ve %63 daha düşük amonyum yıkanması gerçekleşti. AN+FDK %3 muamelesi ile en düşük amonyum yıkanması belirlendi.

4.3.Yıkama Sonrası Kolonlarda Kalan Toprakların Azot (NO_3^- ve NH_4^+) Konsantrasyonları

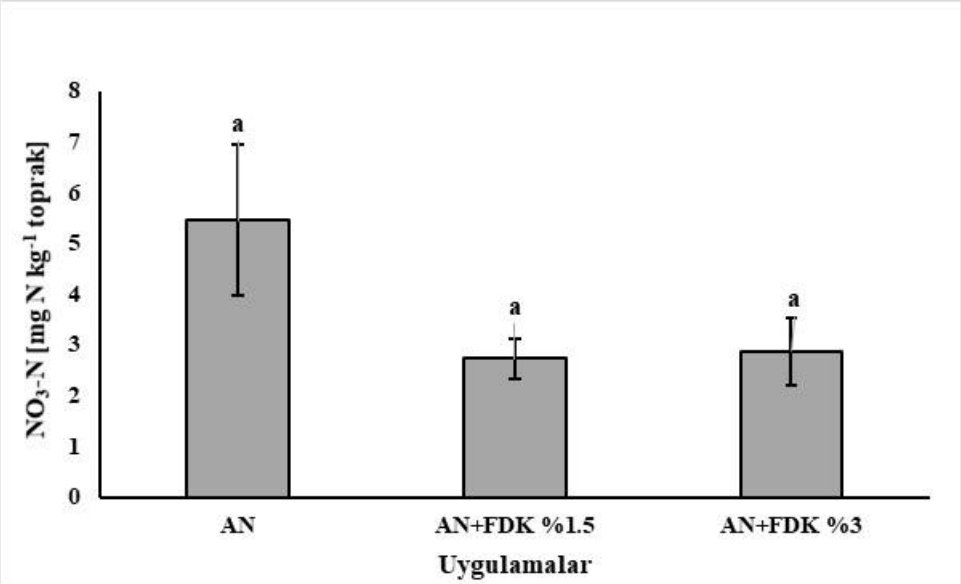
Farklı dozlarda fıstık dış kabuğu biyokömürü uygulamasının tınlı topraklardan nitrat yıkanmasına etkisi belirlemek amacıyla yapılan çalışma sonunda kolonların farklı derinliklerindeki nitrat miktarı belirlenmiş ve Şekil 4.3.'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca farklı derinliklerde kalan nitrat miktarı

Yıkama kolonlarının 0-7 cm derinliğinde AN nitrat uygulamasında diğer konulara göre daha yüksek nitrat konsantrasyonuna rastlanmış olup AN+FDK %1.5 muamelesiyle istatistiki olarak aynı grupta yer almış olup, en düşük nitrat miktarı %3 muamelesinde belirlenmiştir. 7-14 cm derinlikteki nitrat miktarları bakımından incelendiğinde bu derinlikte en düşük nitrat miktarı FDK%1.5 dozunda belirlenmiş olup, diğer muamelelerde istatistiki olarak ayrılmıştır. 14-20 cm derinlikte en yüksek nitrat miktarı AN uygulanmasında belirlenmiştir. Her iki biyokömür dozu ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak AN uygulamasına göre daha düşüktür. Hangi muamele ile en yüksek nitrat miktarının belirlendiğini anlamak için Şekil 4.4. teki kolon boyunca biriken toplam nitrat miktarlarının verildiği grafiği incelemek gerekmektedir.

Yıkama kolonu boyunca toplam nitrat miktarına ait veriler Şekil 4.4.'te verilmiştir.

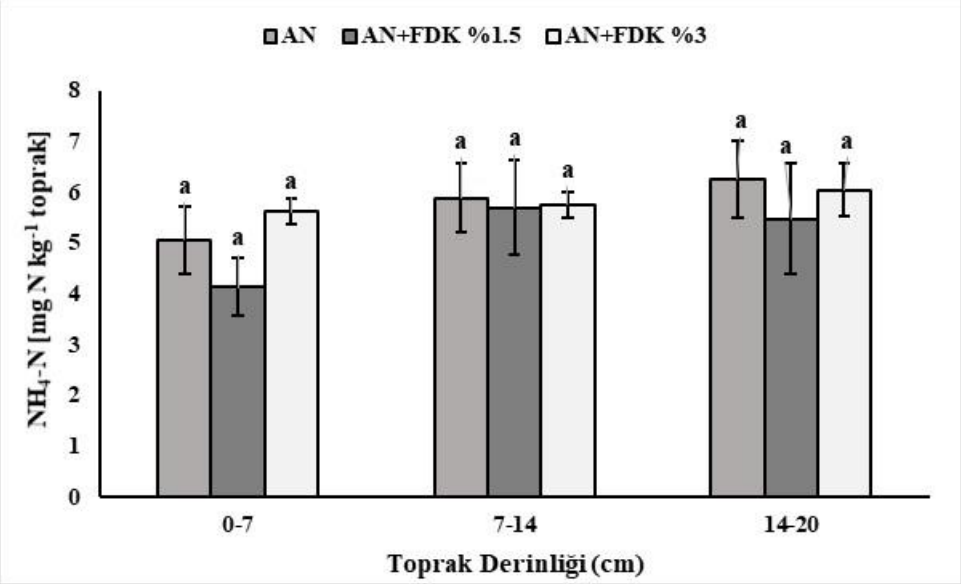


Şekil 4.4. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca bulunan toplam nitrat miktarı

Yıkama kolonu boyunca toplam nitrat miktarı bakımından en yüksek değer AN uygulamasında belirlenmiştir. Buna karşılık FDK%1.5 ve FDK% 3 uygulamalarında, AN uygulamasına kıyasla sırasıyla %49.7 ve %47.2 daha düşük nitrat miktarına saptanmıştır. Biyokömürün katyonları tutabildiği belirlenmiş olmasına karşın (Laird ve ark., 2010), nitrat anyonunu tutabilmesi konusu yeterince bilinmemektedir. Bu konuda ortaya atılan 3 farklı mekanizma ifade edilmektedir. Bu teoriler ilave edilen biyokömür ile toprağın anyon değişim kapasitesinin artması (Knowles ve ark., 2011), Biyokömürün sahip olduğu mikrobiyal aktiviteyi arttıran uçucu özellikteki maddeler ile immobilizasyonun artması (Deenik ve ark., 2010) ve daha yüksek sıcaklıklarda meydana gelen piroliz işlemi sırasında bazik olan fonksiyonel grupların asidik yüzey fonksiyonel gruplara dönüşmesi ile anyon değiştirme kapasitesinin artması (Al-Wabel ve ark., 2013) şeklinde bildirilmiştir. Kameyama ve ark. (2012) nitrat anyonunun rizosferde kalma süresinin, üretilen biyokömürün piroliz olma süresi ile bağlantılı olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar yüksek sıcaklıkta elde edilen biyokömürün nitratı kök bölgesinde daha uzun süre tuttuğunu göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda biyokömür uygulamalarında kontrole kıyasla daha düşük nitrat miktarının belirlenmesi, nitratın biyokömürün gözenekleri tarafından tutulması ve analiz sırasında nitratın suya geçmesi için yapılan işlemin yetersiz kalmasından ya da

biyokömür materyalinin toprak mikroorganizma aktivitesini arttırması nedeniyle nitratın denitrifikasyona uğraması ve bu nedenle azotun topraktan uzaklaşmasından kaynaklanıyor olabilir. Kolonlardan yıkanan süzükler incelendiğinde biyokömür uygulamalarında kontrole oranla daha düşük nitrat konsantrasyonunun belirlenmesi nitratın biyokömür materyali tarafından tutulduğunu göstermektedir.

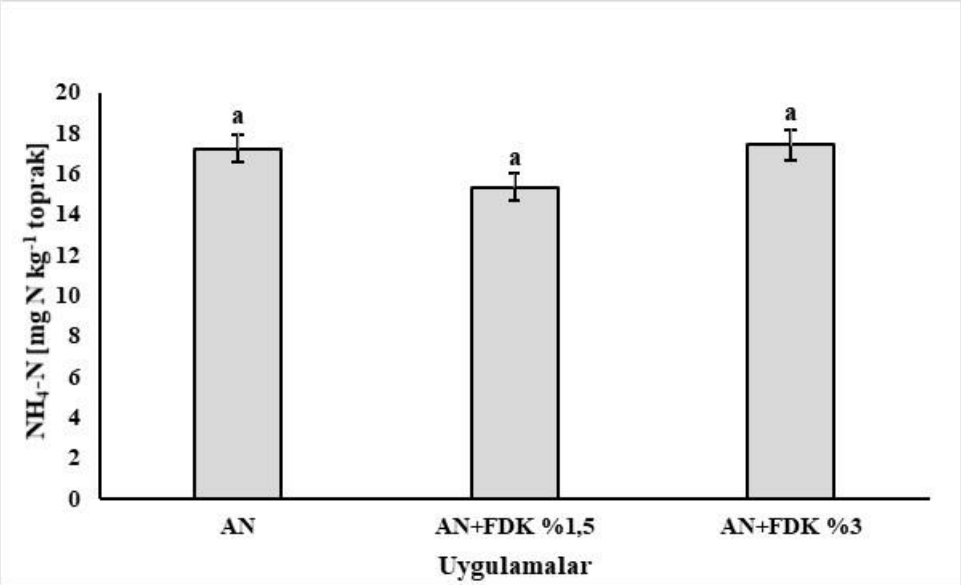
Farklı dozlarda fıstık dış kabuğu biyokömürü uygulaması sonrası kolonların farklı derinliklerindeki amonyum miktarı belirlenmiş ve Şekil 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca farklı derinliklerde kalan nitrat miktarı

Yıkama kolonu boyunca farklı derinliklerde biriken amonyum miktarının verildiği grafik incelendiğinde uygulamalar arasında önemli farklılıklar bulunmamış ve tüm konular istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

Yıkama kolonu boyunca toplam amonyum miktarına ait sonuçlar Şekil 4.6.'de verilmiştir. Yıkama kolonları boyunca biriken toplam amonyum miktarı bakımından uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.6. Farklı dozlarda biyokömür uygulaması sonrası yıkama kolonu boyunca bulunan toplam amonyum miktarı

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Çalışma sonuçları; lokal olarak temin edilmesi mümkün olan fıstık dış kabuğu biyokömürün orta bünyeye sahip bir toprağa uygulanmasının topraktan nitrat yıkanmasını artan biyokömür dozuna bağlı olarak önemli ölçüde engellediği belirlenmiştir. Nitrata oranla daha düşük konsantrasyonda yıkanan NH_4^+'un miktarı da nitratla benzer şekilde artan biyokömür uygulamaları ile birlikte düşmüştür. Biyokömür uygulamaları, nitrat yıkanmasında % 46 oranında bir azaltma sağlar iken amonyum yıkanmasına önemli bir etki göstermemiştir.

Biyokömürün denitrifikasyona katkısından dolayı, nitrat topraktan gaz halinde kaybolmuş olabilir. Buna ek olarak biyokömürün gözenekli yapıya sahip olmasından dolayı nitrat serbest kalarak analiz esnasında elde edilen süzüklere geçmesi engellenmiş olabilir. Analiz esnasında yapılan işlem ve metot yetersizliğinden kaynaklanmış olabilir. Bu neden ile kontrol uygulamasındaki nitrat miktarı diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur.

5.2. Öneriler

Biyokömür uygulamalası tarım arazilerinden azotun nitrat formunda yıkanmasını önemli ölçüde düşürebilmektedir. Dolayısıyla biyokömüre dönüştürülmedikleri takdirde, üretici tarafından yakılarak veya çürümeye terk edilen hasat atıklarının çevreye dost bir ürüne dönüştürülmesi ile üreticinin uyguladığı azotlu gübreden daha etkin faydalanması sağlanabilecektir.

Biyokömür, farklı özellik ve içeriğe sahip olmaları nedeniyle elde edildiği materyale bağlı olarak farklı sonuçlar verebilir. Dolayısıyla farklı materyallerden ve elde edilen biyokömür materyalinin nitrat yıkanmasına etkileri incelenebilir. Ayrıca daha yüksek dozlarda biyokömür uygulamaları ile en uygun biyokömür dozu tespit

edilebir. Kontrollü ve laboratuar koşullarında gerçekleştirilen biyokömürün nitrat yıkanmasına etkisinin belirlenmesi çalışması tarla koşullarında test edilerek ekonomik analiz yapılabilir.

KAYNAKLAR

CHENG, C., and LEHMANN, J., 2009. Ageing of black carbon along a temperature gradient. Chemosphere, 75:1021–1027.

TİAN, X., Lİ, C., ZHANG, M., WAN, Y., XİE, Z., CHEN, B., and Lİ, W., (2018) Biochar derived from corn straw affected availability and distribution of soil nutrients and cotton yield. PloS One, 13(1): 1-19.

GÜNAL, E., ERDEM, H., and KAPLAN, A., (2017). Biyokömür ilavesinin toprakta nitrat ve amonyum yıkanmasına etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(1):73-83

LAİRD, D., FLEMİNG, P., WANG, B., HORTON, R., and KARLEN, D., 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma, 158: 436–442.

KNOWLES, O.A., ROBİNSON, B.H., CONTANGELO, A., and CLUCAS, L., 2011. Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids. Sci. Total Environ, 409: 3206–3210.

DEENİK, J.L., MC CLELLAN, T., UEHARA, G., ANTAL, M.J., and CAMPBELL, S., 2010. Charcoal volatile matter content influences plant growth and soil nitrogen transformations. Soil Sci. Soc. Am. J., 74: 1259–1270.

Al-WABEL, M.I., Al-OMRAN, A., El-NAGGAR, A.H., NADEEM, M., and USMAN, A.R.A., 2013. Pyrolysis temperature induced changes in characteristics and chemical composition of biochar produced from conocarpus wastes. Bioresour. Technol, 131: 374–379.

KAMEYAMA, K., MİYAMOTO, T., SHİONO, T., and SHİNOGİ, Y., 2012. Influence of sugarcane bagasse-derived biochar application on nitrate leaching in calcaric dark red soil. Journal of Environmental Quality, 41(4): 1131-1137.

SİKA, M.P., and HARDİE, 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.

YUAN, J. H., XU, R. K., and ZHANG, H., 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresource technology, 102(3): 3488-3497.

FERNANDEZ-ESCOBAR, R., BENLLOCH., M., HERRARA, E., and GARCİA-NOVELO, J.M., 2004. Effect of traditional and slow-release N fertilizers on growth of olive nursery plants and N losses by leaching. Sci. Hortic., 101:39–49.

ATILGAN, A., 2007. Seralarda Aşırı Gübre Kullanımı Çevreyi Tehdit Ediyor. Ekoloji Dergisi, 15(62): 37-47.

KANTHLE, A. K., LENKA, N. K., LENKA, S., and TEDİA, K., 2016. Biochar impact on nitrate leaching as influenced by native soil organic carbon in an Inceptisol of central India. Soil and Tillage Research, 157, 65-72.

HİLL, A.R., 1996. "Nitrate removal in stream riparian zones". J. Environmental Quality, 25: 743- 755.

KORKMAZ, K., 2007. Küresel ısınma ve tarımsal uygulamalara etkisi. Alatarım, 6(2): 43-49.

LEHMANN, J.,GAUNT, J., and RONDON, M., 2006. Bio-Char Sequestration in Terrestrial Ecosystems - a Review. Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change, 11(2): 403–427.

LEHMANN, J., and JOSEPH, S., 2009. Biochar for Environmental Management. ISBN, 978-1: 84407-658-1.

IPPOLİTO, J.A., LAİRD, D.A. and BUSSCHER, W.J., 2012. Environmental Benefits of Biochar . J. Environ. Qual., 41: 967–972.

KOLB, S.E., FERMANİCH, K.J., and DORNBUSH, M.E., 2009. Effect of Charcoal Quantity on Microbial Biomass and Activity in Temperate Soils. Soil Science Society of America Journal, 73(4): 1173-1181.

CAO, X., MA, L., GAO, B., and HARRİS, W., 2009. Dairy-Manure Derived Biochar Effectively Sorbs Lead and Atrazine. Environmental Science and Technology, 43(9): 3285- 3291.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)., 2015. Türkiye'nin antep fıstığı üretimi.

GÜZEL, N., GÜLÜT, Y.K., ve BÜYÜK, G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayınları No: 246 Ders Kitapları Yayın No: A – 80, s: 206-207 Adana.

MARSCHNER, H., 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2th Edition. Academic Press, London p.231.

BROHİ, A., AYDENİZ, A., KARAMAN, M.R., ve ERŞAHİN, S., 1994. Bitki Besleme. Gazi Osman Paşa Üniv., Ziraat Fak. Yayınları: 4 Kitaplar Serisi: 4, Tokat.

FLETCHER, D.A., 1991. A national perspective. R.F. Follet et al. (eds). Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability. SSSA, Madison, WI., 9-18.

RAY, C., and JAIN, R.K., 1999. Nitrate pollution of wells: pollution prevention policy options. Environ Engg and Policy, 1: 165-173.

ANONYMOUS, 2004. Nitrate in Farmland Streams and Groundwater. http://www.heinzctr.org/ecosystems/2002report/pdf_files/frmlnd_ntrt_strms.pdf

OZCIMEN, D., ve KARAOSMANOGLU, F., 2004. Production and characterization of bio-oil and biochar from rapeseed cake. Renewable Energy, 29: 779-787.

MEYER, S., GLASER, B., and QUİCKER, P., 2011. Technical, Economical and Climate Related Aspects of Biochar Production Technologies: A Literature Review. Environmental Science & Technology, 45: 9473–9483.

TRİPATHİ, M., SAHU, J.N., and GANESAN, P., 2016, "Effect of Process Parameters on Production of Biochar from Biomass Waste Through Pyrolysis : A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews. 55: 467–481.

YANG, Y., BRAMMER, J.G., MAHMOOD, A.S.N., and Hornung, A., 2014. Intermediate Pyrolysis of Biomass Energy Pellets for Producing Sustainable Liquid, Gaseous and Solid Fuels. Bioresource Technology, 169: 794–799.

AGİRRE, I., GRİESSACHER, T., RÖSLER, G., and ANTREKOWİTSCH, J., 2013. Production of Charcoal as an Alternative Reducing Agent from Agricultural

Residues using A Semi-Continuous Semi-Pilot Scale Pyrolysis Screw Reactor. Fuel Processing Technology, 106: 114–121.

GLASER, B., WEİDNER, K., and SEELİG, S., 2014. Biochar Organic Fertilizers from Natural Resources as Substitute for Mineral Fertilizers. Agron. Sustain. Dev, 35:667–678.

GÜNAL E., ERDEM H., ve KAPLAN A., 2017. Biyokömür İlavesinin Toprakta Nitrat ve Amonyum Yıkanmasına Etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(1):73-83.

SHANG, G., SHEN, G., LİU, L., CHEN, Q., and XU, Z., 2013. Kinetics and Mechanisms of Hydrogen Sulfide Adsorption by Biochars. Bioresource Technology, 133: 495–499**.**

XU, X., CAO, X., ZHAO, L., and SUN, T., 2014. Comparison of Sewage Sludge- and Pig Manure-derived Biochars for Hydrogen Sulfide Removal. Chemosphere, 111: 296–303.

OZCIMEN, D., and KARAOSMANOGLU, F., 2004. Production and characterization of bio-oil and biochar from rapeseed cake. Renewable Energy, 29: 779-787.

STETSON, S.J., OSBORNE, S.L., SCHUMACHER, T.E., EYNARD, A., CHILOM, G., RICE, J., NICHOLS, K.A., and PIKUL, J.L., 2012. Corn Residue Removal Impact on Topsoil Organic Carbon in a Corn-Soybean Rotation. Soil Science Society of America Journal, 76: 1399-1406.

CARAVACA, F., HERNANDEZ, T., GARCIA, C., and ROLDAN, A., 2002. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. Geoderma, 108: 133- 144.

WILSON, G.W.T., RICE, C.W., RILLIG, M.C., SPRINGER, A., and HARTNETT, D.C., 2009. Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi: results from long-term field ex- periments. Ecology Letters, 12: 452-461.

SINGH, S., MISHRA, R., SINGH, A., GHOSHAL, N., and SINGH, K.P., 2009. Soil Physicochemical Properties in a Grassland and Agroecosystem Receiving Varying Organic Inputs. Soil Science Society of America Journal, 73: 1530-1538.

CASE, S.D.C., MCNAMARA, N.P., REAY, D.S., and WHITAKER, J., 2012. The effect of biochar addition on N_2O and CO_2 emissions from a sandy loam soil - The role of soil aeration. Soil Biology & Biochemistry, 51: 125-134.

SİKA, and HARDİE, 2014. Effect of pine wood biochar on ammonium nitrateleaching and availability in a South African sandy soil European. Journal of Soil Science, January, 65: 113 – 119.

NOVAK, J. M., BUSSCHER, W. J., WATTS, D. W., LAİRD, D. A., AHMEDNA, M. A., and NİANDOU, M. A., 2010. Short-Term CO_2 Mineralization After Additions of Biochar and Switchgrass to a Typic Kandiudult. Geoderma, 154(3): 281-288.

PRAPAGDEE, S., and TAWİNTEUNG, N., (2017) Effects of biochar on enhanced nutrient use efficiency of green bean, Vigna radiata L. Environmental Science and Pollution Research, 24(10): 9460-9467.

LİN, X.W., ZİE, Z.B., ZHENG, J.Y., LİU, Q., BEİ, Q.C., and ZHU, J.G., (2015) Effects of biochar application on greenhouse gas emissions, carbon

sequestration and crop growth in coastal saline soil. European Journal of Soil Science, 66: 329–338.

FREE, H.F., MCGILL, C.R., ROWARTH, J.S., and HEDLEY, M.J., (2010) The effect of biochars on maize (Zea mays) germination. New Zealand Journal of Agricultural Research, 53(1): 1-4.

JEFFERY, S., ABALOS, D., PRODANA, M., BASTOS, A.C., VAN GROENİGEN, J.W., HUNGATE, B.A., and VERHEİJEN, F., 2017. Biochar boosts tropical but not temperate crop yields. Environmental Research Letters, 12(5): 053001.

GUl, S., WHALEN, J.K., THOMAS, B.W., SACHDEVA, V., and DENG, H., 2015. Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: mechanisms and future directions. Agriculture, Ecosystems & Environment, 206: 46-59.

KISHIMOTO, S., and SUGIURA, G., 1985. Charcoal as a soil conditioner. Int Achieve Future, 5: 12-23.

AKSU, Z. and ISOGLU, I.A., 2005. Removal of Copper (II) Ions from Aqueous Solution by Biosorption onto Agricultural Waste Sugar Beet Pulp. Process Biochemistry, 40: 3031-3044.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet DEMİRHAN

Uyruğu : T.C

Doğum Yeri ve Tarihi : ŞANLIURFA/21.01.1993

Telefon : (0) 545 544 69 68

E-mail : demirhan368@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	BitirmeYılı
Lise	: Yahya Kemal Beyatlı Lisesi Haliliye/Şanlıurfa	2010
Üniversite	: Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Haliliye/Şanlıurfa	2016
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Haliliye/ Şanlıurfa	2020