T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOKÖMÜRÜN (BIOCHAR) TOPRAĞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Osman ALTUN

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2017

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOKÖMÜRÜN (BIOCHAR) TOPRAĞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Osman ALTUN

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2017

Prof. Dr. Salih AYDEMİR danışmanlığında Osman ALTUN'un hazırladığı "**Biyokömürün (Biochar) Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi**" konulu bu çalışma 12/07/2017 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. Cengiz KAYA …….…….

Üye :Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ …….……..…

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

Prof. Dr. H. Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 14032

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
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
2.1. Biyokömürün Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkisi 7
3. MATERYAL ve YÖNTEM 10
3.1. Materyal 10
3.1.1. Çalışmada kullanılacak toprağın bazı özellikleri 10
3.2. Yöntem 10
3.2.1. Çalışmada kullanılacak biyokömür materyallerinin hazırlanması 10
3.2.2. Tarla denemesinin kurulması 10
3.3. Çalışmada Yapılacak Toprak Analizleri ve Ölçümleri 13
3.3.1. Organik madde 13
3.3.2. Agregat stabilitesi 13
3.3.3. Hacim ağırlığı 13
3.3.4. Özgül ağırlık tayini 14
3.3.5. Yüzde porozite 14
3.3.6. Tarla kapasitesi 14
3.3.7. Solma noktası 15
3.3.8. Su tutma kapasitesi 15
3.3.9. Hidrolik iletkenlik 15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 16
4.1. Araştırmada Yapılan Toprak Analizleri ve Sonuçları 16
4.1.1. Organik madde 16
4.1.2. Agregat stabilitesi 18
4.1.3. Hacim ağırlığı 20
4.1.4. Özgül ağırlık tayini 22
4.1.5. Yüzde porozite 24
4.1.6. Tarla kapasitesi 25
4.1.7. Solma noktası 27
4.1.8. Su tutma kapasitesi 28
4.1.9. Hidrolik iletkenlik 30
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 32
KAYNAKLAR 34
ÖZGEÇMİŞ 37

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİYOKÖMÜRÜN (BIOCHAR) TOPRAĞIN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Osman ALTUN

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

Danışman: Prof. Dr. Salih AYDEMİR
Yıl: 2017, Sayfa: 37

Biyokömür, temini kolay olan tarımsal, hayvansal atıklar vb organik maddelerin tamamen oksijensiz veya oksijenin çok az bulunduğu ortamda yakılma işlemi sonrasında oluşan, karbon ve mineral maddece zengin olan, içerisindeki porlar sayesinde toprağın havalanmasını ve bitki kök gelişimini kolaylaştıran organik materyallerdir. Çalışmada, GAP Bölgesinde yoğun olarak üretimi yapılan ürünlerin artıkları olan ve hasat sonrası karbonizasyon yöntemi ile biyokömüre dönüştürülen tarımsal artıkların (pamuk sapı, mısır koçanı ve fıstığın dış kabuğu) tarla koşullarında parsellere uygulanması sonucu toprağın bazı fiziksel özellikleri (organik madde, agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite, tarla kapasitesi, daimi solma noktası, su tutma kapasitesi, hidrolik iletkenlik) üzerindeki muhtemel etkileri araştırılmıştır. Çalışmada mısır koçanı (MK) fıstığın dış kabuğu (FDK) ve pamuk sapı (PS) biyokömürlerine ait, %0, % 0,2 % 0,4 dozları uygulanmış, parsellere tarla kapasitesinin %65 ve % 100 oranlarında sulama su verilmiştir. Araştırma kapsamında tarladaki parsellerden biyokömür uygulaması öncesinde ve hasat sonrasında alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, biyokömür uygulamalarının her üç materyal için de uygulama öncesine göre çalışılan parametrelerde artan dozlara bağlı olarak göreceli bir artış olduğu belirlenmiştir. Organik madde, agregat stabilitesi, tarla kapasitesi, daimi solma noktası, hidrolik iletkenlik ve özgül ağırlık parametrelerini incelediğimizde belirgin farklılığın pamuk sapı ve mısır koçanın % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir. Parametreleri incelediğimizde % 65 ve % 100 sulamada dozlar arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($p<0,05$). organik madde, agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, özgül ağırlık, porozite, tarla kapasitesi, daimi solma noktası, su tutma kapasitesi, hidrolik iletkenlik açısından hem dozlar arasında ve hem de materyaller arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

ANAHTAR KELİMELER: Harran ovası, Biyokümür, Biochar, Toprağın Fiziksel Özellikleri

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMİNATİON OF BİOCOAL (BIOCHAR) EFFECT ON SOİL PHYSİCAL PROPERTİES

Osman ALTUN

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

Supervisor: Prof. Dr. Salih AYDEMİR
Year: 2017, Page: 37

Biochar is made out of agricultural residues by burning in oxygen free or with semi-oxygen free environment. In the end of burning process product is consist of rich in carbon and mineral. This burned organic matter, porosity in product enabling increase in soil aeration and improve plant root development. In this study, biochar was made out of most common cultivated crop residues (cotton straw, corncob and pistachio shell) comety in GAP region by carbonization method. In order to understand affect of biochar (made out of cotton straw, corncob and pistachio shell) in field conditions biochar were applied to crop parcels. Some soil physical properties were investigated. These are organic matter, aggregate stability, bulk density, specific weight, porosity, field capacity, permanent wilting point, water retention capacity and hydraulic conductivity. 0%, 0,2%, and 0,4% doses of corncob (MK), pistachio shell (FDK) and cotton straw (PS) biochars applied to the soil. Parcels were irrigated at 65% and 100% of field capacity. Within the scope of research, before application of biochar and post application degraded and non-degraded soil samples taken from selected test parcels. Based on results, corncob biochar, pistachio shell bochar and cotton straw biochar applications obtained positive results. Studied parameters increased by increasing biochar doses. When we examine organic matter, aggregate stability, field capacity, permanent wilting point, hydraulic conductivity and specific weight, it's seen that significant difference 0,4% dose in cotton straw and corncob biochar. Statistically significant difference was ovserved between 65% and 100% doses irrigation ($p<0.05$). With regards to soil organic matter, aggregate stability, bulk density, specific weight, porosity, field capacity, permanent wilting point, water retention capacity and hydraulic conductivity, statistically significant difference acquired with not only between doses but also agricultural residues ($p<0.05$).

KEY WORDS: Harran Ovası, Biochar, Soil Physical Properties

TEŞEKKÜR

Tez Çalışmam boyunca bana destek olan yönlendiren bilgi birikim ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam sayın Prof. Dr. Salih AYDEMİR hocama, çevirilerinden faydalandığım doktora öğrencisi Ebru Pınar SAYGAN'a, projede benimle birlikte çalışan yüksek lisans öğrencisi İbrahim AKPİRİNÇ'e, proje boyunca birlikte çalıştığım Mehmet Emin UÇAR'a, benimle birlikte Şanlıurfa'da yazın sıcağında arazide çalışan tüm sıtaj öğrencilerine, istatistiksel verilerin hazırlanmasında bana yardımcı olan araştırma görevlisi Hamza YALÇIN'a,ve adını sayamadığım emeği geçen tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Organik ham materyal ve biyokömür görünümü. 3
Şekil 3.1. Denemenin parselasyon ölçüleri. 12
Şekil 3.2. Tarla denemesinin iki farklı sulama oranına göre dizaynı ve uygulama 12
Şekil 4.1. Organik madde analizinin yapılışı. 17
Şekil 4.2. Agregat analizinden bir görüntü 19
Şekil 4.3. Bozulmamış Toprak örneği alma 21
Şekil 4.4. Özgül ağırlık analizi. 23
Şekil 4.5. Basınçlı tencere görünümü. 26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Biyokömür yapımında kullanılan ham materyal ve biyokömürün toplam C (%), toplam N (%) ve toplam H (%) sonuçları. 5
Çizelge 2.2. Biyokömürün EC, pH ve yarayışlı P sonuçları. 5
Çizelge 2.3. Farklı dozlarda biyokömür uygulamalarının örnekleme zamanına bağlı olarak (DCa+2, DK+, DMg+2, DNa+) (cmol kg-1) analiz sonuçları..... 5
Çizelge 4.1. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası organik madde (%) miktarına olan etkisi. 16
Çizelge 4.2. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası agregat stabilitesi (%) üzerine olan etkisi..... 18
Çizelge 4.3. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası hacim ağırlığı (g/cm^3) üzerine olan etkisi..... 20
Çizelge 4.4. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası özgül ağırlık (g/cm^3) üzerine olan etkisi..... 22
Çizelge 4.5. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası yüzde porozite (%) üzerine olan etkisi..... 24
Çizelge 4.6. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası tarla kapasitesi (%) üzerine olan etkisi..... 25
Çizelge 4.7. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası solma noktası (%) üzerine olan etkisi..... 27
Çizelge 4.8. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası su tutma kapasitesi (%) üzerine olan etkisi..... 28
Çizelge 4.9. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası hidrolik iletkenlik (m/gün) üzerine olan etkisi(-log10)..... 30

1. GİRİŞ

Biyokömür her yerde kolaylıkla temin edilebilir materyaller den meydana gelmektedir. Yakıt üretiminde, kimyasal madde üretiminde, elektrik üretiminde ve bitki gelişiminde önemli bir kaynaktır (Özçimen ve Ersoy-Meriçboyu, 2009; OGM, 2009). Biyokömür son yıllarda tarım alanında da büyük bir önem kazanmış ve bu konuda birçok bilimsel çalışma yapılmaya başlanmıştır. Böylece Biyokömür'ün dünya da ve ülkemizdeki rolü ve önemi artmıştır.

Piroliz, Galzifikasyon ve Karbonizasyon işlemlerinden birinin uygulanması sonucu elde edilen, tarımsal alanda da kullanılma olanağı sunan bu materyallerin katı formlarına biyokömür adı verilmektedir. Tarımsal atıkların oksijensiz veya oksijen bakımından fakir ortamlarda yakılması sonucu elde edilen karbonca (C) zengin, gözenekli materyallerdir (Sohi ve ark., 2009; Lehmann, 2007). Biyokömür, organik atık materyallerinin yüksek sıcaklığa maruz bırakılarak yakılması sonucu elde edilen materyallerdir (Bracmort, 2009).

Piroliz; oksijenli veya oksijenin az olduğu, farklı sıcaklıklarda organik materyallerin yakılması ile biyokömür elde edilmesidir (Sohi ve ark., 2009). Gazifikasyon; Bu yöntemde ısı ve hava kullanılarak 800-1400 °C'deki yanma işlemi gerçekleştirilerek Biyokömür elde edilmektedir (Williams, 2005; Brown, 2009). Karbonizasyon; Karbonizasyon, piroliz sistemine göre hem daha ucuza hem de daha kolay ve basit bir yöntemdir. Bu sistem pirolizin katı ürünlerinde en iyi şekilde kullanılmaktadır (Okimori ve ark., 2003; Ogawa ve ark., 2006)

İlimizde ve bölgemizde yoğun olarak tarla tarımı yapılmaktadır, ayrıca ilimiz fıstık yetiştiriciliği bakımında ülkemizin ilk sıralarında yer almaktadır. İlimizde ve bölgemizde tarla ve bahçe tarımından yaklaşık olarak yılın her mevsiminde tarımsal atıklar elde edilmektedir. Tabi ki tarımın bu denli yoğun yapıldığı yerlerde bitkisel atıkların elde edilmesi son derece kolay ve çoktur. Fakat bölgemizde ki üreticilerin çoğu bu organik materyali değerlendirmeyip tahrip etmektedirler. Tarla tarımından

elde edilen anızları arazide yakmaktalar, fıstık kabuğu, badem kabuğu, zeytin posası vb organik materyallerde ya fırınlarda yakıt olarak kullanılmaktalar veya sobalarda ısınma amacıyla yakıt olarak kullanılmaktadır. Oysa bu tür organik materyalin farklı teknolojilerden geçirilerek farklı şekillerde kullanıma sunulması hem bölgemiz hem de ülkemiz açısından daha kârlı birer materyal haline getirecektir.

Bu çalışmadaki amacımız hasat sonrası biyokömür dönüştürülen tarımsal artıkların (tütün sapı, pamuk sapı, mısır koçanı, zeytin posası ve fıstığın dış kabuğu) tarla koşullarında uygulandığında toprakların fiziksel değişimini izlemeyi hedefledik. Çalışmamıza konu olan değerler farklı dozlardaki biyokömür uygulaması sonucu toprakların bazı fiziksel özelliklerindeki (organik madde, su tutma kapasitesi, tarla kapasitesi, solma noktası, hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı vb) özelliklerindeki değişimi gözlenmek amacıyla yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biyokömür hammaddesi olarak kabuklu bitkilerin dış kabuğu (fıstık, ceviz, çeltiğin dış kabuğu) (Demirbas, 2006; Demirbas ve ark., 2006). Biyokömür; odun, ağaç kabukları, tarımsal ürün kalıntıları, organik atıklar ile yağ atıklarından meydana gelmektedir (Yaman, 2004). Ayrıca tavuk kemikleri (Das ve ark., 2008), ahır gübresi ve katı atıklardan da elde edilmiştir (Shinogi ve ark., 2002). Şekil 2.1.'de farklı materyaller ve biyokömür örnekleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Organik ham materyal ve biyokömür görünümü.

Farklı biyokömür elde edilmesi için kısa rotasyonlu odunsu bitkiler (sögüt v.b) (Volk ve ark., 2004), çim (e.g. *Miscanthus* spp) (Brown, 2009) ve otsu bitkiler (Kamm, 2004) ile çalışılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu biyokömür kaynakları olarak orman atıkları, kentsel atıklar, tarımsal atıkları gibi materyallerden oluşturulabileceği saptanmıştır (Lehmann ve ark., 2006). Biyokömür meydana getirilmesinde bazı materyaller ile çalışılmıştır. Kısacası biyokömür üretimi için insan aklına gelebilecek bütün organik atıklar kullanılabilmektedir. Ancak daha çalışılma alanında araştırılıp, incelenmeyi bekleyen sayısızca materyal bulunmaktadır. Biyokömür uzun yıllar araştırılacak ve incelebilecek bir bilim konusudur. Bu konuda henüz çok az çalışma yapılmış, bu nedenle yeteri literatür bulunmamaktadır. Dünya genelinde biyokömür üzerine çalışmalar yapılmış olup,

yapılan çalışmalarda farklı materyallerde farklı metotlar uygulanarak biyokömür elde edilmiş, elde edilen bu biyokömürler tarımsal anlamda toprak iyileştirici olması yönüyle incelenilmiştir. Dünya genelinde biyokömür üzerine de yapılan çalışmalara bakıldığında genel olarak toprakta pozitif etkilerinin görüldüğü belirlenmiştir. Yapılan araştırmalara bakıldığında biyokömür toprağa sağladığı olumlu etkileri şu şekilde sıralamak mümkündür; Topraklara biyokömür uygulanması ile toprakların katyon değişim kapasitesinin (KDK) arttığı, bitki besin maddelerinin yıkanmasının engellendiği belirlenmiş, kullanılan biyokömürün içeriğine bağlı olarak toprakta pH'ı etkilemiş, toprağın su tutma kapasitesini ve topraktaki biyolojik aktivitesinin arttırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, hemen hemen bütün topraklarda biyokömür uygulamasının toprak iyileştirici özelliğinin bulunduğunu belirlemişler. Topraklardaki besin elementlerinin bitki gelişimi için yetersiz, yağmurların az olduğu topraklarda biyokömür uygulanmasının faydalı olacağını savunulmuştur. Biyokömür uygulaması ile bu topraklardaki iyileştirmeler daha üst düzeylere ulaştırılacağı bildirilmiştir (IBI, 2008). Biyokömürün yüzey alanı toprakların yüzey alanına göre daha geniştir. Topraklara biyokömür uyguladığında toprağın toplam yüzey alanının artmasını sağlamaktadır (Downie ve ark., 2009). Tropikal bölgelerde yüksek dozlarda biyokömür uygulandığında fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), çinko (Zn) ve bakır (Cu)'ın gibi bitki besin elementlerinin bitkiye alımının arttığı gözlenmiştir. (Lehmann ve Rondon., 2006). Biyokömür kimyasal gübrelerin tersine selenyum (Se) benzeri yarayışlı elementleri bünyesinde bulundurmaktadır. Biyokömürün tarım alanlarına uygulanması bitki gelişimini arttırdığı gözlenmiştir (Steiner ve ark., 2003).

Antepfıstığının dış kabuğundan yapılan biyokömür çalışması sonucunda bitokömürün toprak iyileştirme konusunda oldukça önemli olabileceği kanısına varmışlar. Çalışmada inkübasyon başlangıçtan itibaren 15 gün 60 gün 120 gün ve 180 günlerde toprak örneklemesi yapılarak analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında toprakların inkübasyonda kalma süreleri ve biyokömürün uygulama dozularının artışına bağlı olarak topraktaki iyileşmenin oransal bir artışın olduğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmadaki biyokömürlerin pH, EC fosfor (P)

değişebilir katyonlar (DK) katyon değişim kapasitesi (KDK) parametreleri incelenmiştir (Çizelge 2.1-2.2).

Çizelge 2.1. Biyokömür yapımında kullanılan ham materyal ve biyokömürün toplam C (%), toplam N (%) ve toplam H (%) sonuçları.

Fıstığın dış kabuğu (FDK)	Toplam C (%)	Toplam N (%)	Toplam H (%)
Ham materyal	42.97	0.58	6.20
Biyokömür	75.94	0.70	2.70

Çizelge 2.2. Biyokömürün EC, pH ve yarayışlı P sonuçları.

Materyal	EC (dS m-1)	pH	Yarayışlı P (mg kg-1)
Biyokömür (FDKB)	4.54	9.72	200.24

İnkübasyon çalışmasındaki uygulamaların analiz sonuçlarından değişebilir katyonlardan (DCa+2, DK+, DMg+2, DNa+) değerlerini incelediğimizde doz artışlarına bağlı olarak ve zamana bağlı olarak değerlerinin arttığı gözlenmektedir (Çizelge 2.3) (Saygan ve Aydemir, 2016).

Çizelge 2.3. Farklı dozlarda biyokömür uygulamalarının örnekleme zamanına bağlı olarak (DCa+2, DK+, DMg+2, DNa+) (cmol kg-1) analiz sonuçları.

Dozlar		**15 gün**	**60 gün**	**120 gün**	**180 gün**
DCa+2	0%	27.87±0.07	29.79±0.08	29.85±0.06	30.79±0.13
	0.2%	29.89±0.01	31.10±0.12	31.38±0.07	31.33±0.13
	0.4%	35.30±0.07	32.33±0.02	31.59±0.15	33.51±0.14
	0.6%	36.48±0.10	33.44±0.08	32.32±0.14	34.00±0.05
	1.2%	37.03±0.17	34.58±0.10	35.94±0.09	34.80±0.12
	2.4%	37.53±0.12	35.34±0.12	35.8±0.07	37.74±0.19
DK+	0%	0.63±0.02	0.76±0.01	0.62±0.02	0.72±0.05
	0.2%	1.08±0.01	0.92±0.01	0.98±0.01	1.08±0.07
	0.4%	1.16±0.01	0.99±0.01	1.09±0.01	1.23±0.02
	0.6%	1.24±0.03	1.16±0.03	1.17±0.02	1.37±0.04
	1.2%	1.4±0.01	1.49±0.02	1.34±0.03	1.53±0.03
	2.4%	1.63±0.04	1.71±0.03	1.65±0.02	1.99±0.07
DMg+2	0%	0.99±0.05	1.60±0.00	1.16±0.06	1.57±0.06
	0.2%	1.77±0.01	1.71±0.02	1.65±0.01	1.75±0.03
	0.4%	1.80±0.00	1.73±0.00	1.69±0.01	1.81±0.01
	0.6%	1.84±0.02	1.75±0.01	1.71±0.00	1.84±0.00
	1.2%	1.88±0.00	1.77±0.01	1.72±0.01	1.90±0.04
	2.4%	1.89±0.01	1.79±0.01	1.74±0.01	2.31±0.21
DNa+	0%	0.02±0.00	0.01±0.00	0.00±0.00	0.01±0.00
	0.2%	0.00±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.03±0.00
	0.4%	0.00±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.03±0.00
	0.6%	0.00±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.04±0.00
	1.2%	0.00±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.07±0.01
	2.4%	0.02±0.00	0.02±0.00	0.05±0.00	0.12±0.02

Glaser ve ark. (2001), 1980 ve 1990 yılları arasında biyokömür uygulaması ile incelemelerde bulunmuştur. Araştırmacının biyokömür üzerinde yaptığı araştırmalar sonucunda düşük dozlardaki biyokömür uygulamalarının (0,5 t ha^1) etkisinin olumlu olduğunu, yüksek dozlardaki biyokömür uygulanmasının ise bitki gelişimini olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Tropikal amazon topraklarında ve Avustralya'nın yarı-kurak topraklarında yaptığı çalışmalarda biyokömür uygulamasının yanında NPK gübrelemesinin bitki gelişimini arttırdığını belirtmiştir. Brezilya da amazonlarının terra preta anthropogenik koyu renkli topraklarındaki biyokömür uygularında papaya ve mango gibi ürünlerin gelişmesinde ve toprak verimliliğinde biyokömür olumlu sonuçlarının olduğu gözlenmiştir. Bu bölge topraklarında biyokömür uygulamasından sonra genellikle düşük verimli topraklarda verim artışının normalinden yaklaşık 3 kat daha fazla olduğu izlenmiştir (Smith, 1999). Fasulye üzerinde yapılan bir çalışmada, biyokömür 60 t C ha^1 uygulandığında fasulye gelişiminin arttığının gözlemlemişler (Rondon ve ark., 2007). Endonezya'da yapılan çalışmada çeltik kavuzunda karbonizasyon yöntemi ile elde edilen biyokömür, soya fasulyesine ve mısıra farklı dozlarda magnezyum, fosfor ve kireç ile birlikte uygulandığı araştırmada bitki köklerinde nodül oluşumunda, bitki gelişiminde ve verimde artışın olduğu gözlemlenmiştir (Igarashi, 1996). Yapılan farklı bir çalışmada yine biyokömür bitki gelişimi üzerindeki etkisi üstünde durulmuş ve çalışmada tarla denemesine mısır bitkisi ekilmiştir. Bu çalışmada toprağa sadece NPK ve NPK + biyokömür uygulanmıştır. Biyokömürün mısır bitkisi üzerindeki gelişim farkı (Şekil 2.2)'te gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi mısıra NPK ve NPK + biyokömür birlikte uygulandığı mısır gelişiminde bariz bir fark bulunmaktadır (Best, 2008).



Şekil 2.2. Biyokömür+NPK ve NPK uygulanmasının mısır bitkisindeki gelişimi.

2.1. Biyokömürün Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkisi

Biyokömürün toprağın fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri toprağın su tutma kapasitesi, şişme büzülme, geçirgenlik, agregasyon gibi özellikleri arttırıcı etkisinin olduğunu söylemek mümkündür. Biyokömür yüzey alanın fazla olması, biyokömürün uygulandığı toprakların toplam yüzey alanının artmasına neden olduğun toprağın fiziksel özellikleri üzerinde etkisi bulunmaktadır (Downie ve ark., 2009).

Gerek orman yangınları ve gerekse arazilerde hasattan sonra yakılan anız yakma olayından sonra bu yerlerdeki topraklarda su tutma kapasiteleri arttığı gözlemlenmiştir. Bu farklılığın sebebinin toprağın fiziksel özelliklerindeki değişmelerin toprağa katılan kül ve ufalan bitki dokularından kaynaklandığını ve bu parçacıkların topraktaki gözenekleri doldurması sonucu infiltrasyon hızının yavaşlaması neticesinde oluştuğu savunulmuştur (Collison ve ark., 2009). Doerr ve ark., (2000) Topraklardaki organik yapının toprak parçacıklarını kaplaması sonucu toprağın su tutma kapasitesinin arttığı belirtmiştir. Biyokömür uygulanan ince tekstürlü topraklarda agregasyonun geliştiği gözlemlenmiştir (Kolb, 2007).



Şekil 2.3. Kırmızı turp ile yapılan araştırma.

Biyokömür uygulaması ile kırmızıturp üzerinde yapılan çalışmada farklı topraklar kullanılmış ve farklı biyokömür dozları uygulanmıştır. Araştırmacılar bitkinin en iyi gelişim gösterdiği biyokömür dozunu toprağın %33'ü ile yapılan uygulama olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmada daha yüksek dozlardaki biyokömür uygulamasının bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini görmüşlerdir. Yine bitkinin en az gelişiminin ise %100 biyokömür uygulamasında olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2.3) (Kaufmann, 2008). Kümes hayvanlarının gübresi, mısır koçanı ve odun peletleri atıklarından elde edilen biyokömür ile yapılan bir çalışmada araştırmacılar toprakta su tutma kapasitesi üzerinde en iyi artışın mısır kocanı biyokömürü tarafından sağladığını gözlemlemişlerdir (Lin ve ark., 2012). Bu çalışmada uygulama dozlarına göre yüksek dozlarda toprağın hacim ağırlığının azaldığı, porozitenin ise arttığı gözlemlenmiştir. Toprağın su tutma kapasitesinin kontrollere göre %9,6 daha fazla arttığı görülmüştür (Eastman, 2011). Farklı bir çalışmada tınlı kumlu ve siltli tınlı topraklardaki biyokömür uygulamasında ise farklı biyokömürler kullanılarak bu biyokömürler; yer fıstığı kabuğu, pekan ceviz kabuğu, tavuk gübresi, switchgrass ve odun biyokömürü karıştırılarak karışım hazırlanmış ve topraklara %2 biyokömür uygulanmıştır. Uygulama sonucunda topraklarda su tutma kapasite %2- %10,3 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Novak ve ark., 2009).

Mısır sapının atıkları kullanılarak piroliz yöntemi ile biyokömür elde edilmiştir. Bu biyokömür elde edilirken iki farklı sıcaklıkta (350 °C ve 550 °C)

biyokömür elde edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda üretilen biyokömürler ile yapılan çalışmada Typic Fragiaqualf (TK) ve Typic Hapludand (EG) topraklarda kullanılmış ve deneme inkübasyon şartlarında yapılmıştır. 350 °C de elde edilen biyokömürden 11.3 t ha^{-1} uygulanmış ve 550 °C sıcaklıkta elde edilen biyokömürden ise 10 t ha^{-1} uygulanarak deneme kurulmuştur. Kurulan inkübasyon denemesinde 295. Günde toprak örnekleri alınarak incelenmişler, biyokömür uygulanan her iki topraktada agregat stabilitesinin arttığı gözlenmiştir. Typic Fragiaqualf (TK) topraklarında 550 °C sıcaklık ile oluşturulan biyokömür ile yapılan uygulamada agregat stabilitesi etkisi belirgin iken, Typic Hapludand (EG) topraklarda ise 350 °C sıcaklıkta üretilen biyokömür uygulamasında agregat stabilitesinin daha belirgin olduğu gözlenmiştir (Jones ve ark., 2010; Oguntunde ve ark., 2008; Teixeira ve Martins., 2003).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılacak olan materyaller GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) bölgesinde üretimi yaygın olarak yapılan bazı ürünlerin atıklarından elde edilen biyokömür kullanılmıştır. Bu ürünler fıstığın dış kabuğu, pamuk sapı, tütün sapı ve mısır koçanıdır.

3.1.1. Çalışmada kullanılacak toprağın bazı özellikleri

İkizce Serisi, etek arazilerin koluviyal ana materyalli, düz ve düze yakın eğimli, orta derin, derin topraklardan oluşmaktadır. İkizce serisinde pH değerleri 7,3–7,4 arasında değişim göstermektedir. Bu toprakların KDK değerleri 27–46 $cmol_c/kg$ aralığında değişim gösterirken, organik madde oranları yüzeyde %1,1 civarında, toprağın derinliklerine inildikçe organik madde değeri azalım göstermektedir. (Dinç ve ark., 1988).

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışmada kullanılacak biyokömür materyallerinin hazırlanması

Pamuk sapı, fıstığın dış kabuğu ve mısır koçanından karbonizasyon yöntemi ile elde edilmiş olan biyokömür materyalleri 2 mm’ lik elekten geçirilerek tarla denemesine hazır hale getirilmiş ve tarlada belirlenen parsellere uygulanmıştır.

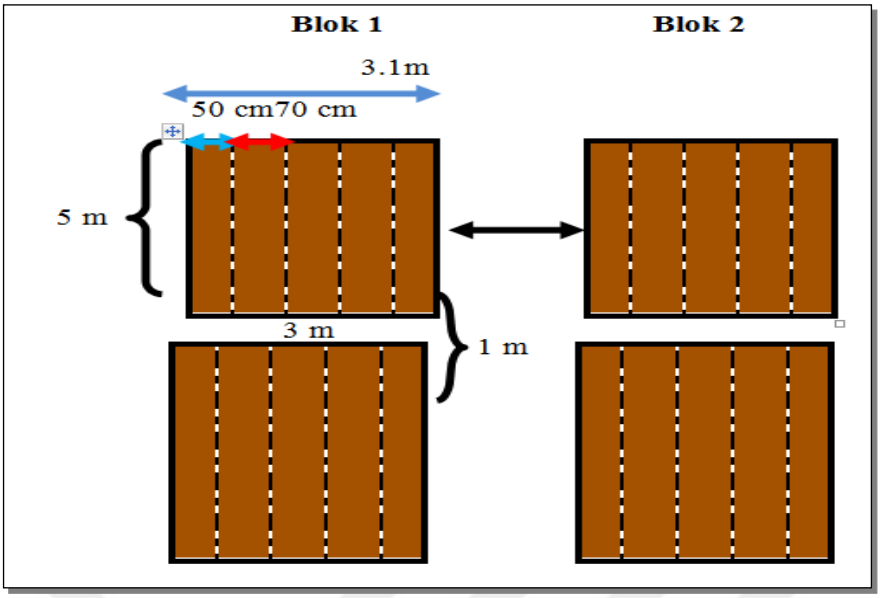
3.2.2. Tarla denemesinin kurulması

Deneme alanı olarak Ziraat Fakültesi deneme alanı seçilmiş ve burada belirlenen araziye kurulmuştur. Denemede 3 biyokömür materyali ve bu materyallere ait %0, %0,4 ve %0,6 dozları kullanılmıştır. Denemede mısır bitkisi kullanılmıştır.

Deneme parsellerinde her bir parselin uzunluğu 5 metre, her parselde 4 sıra ve her sıra arası 70 cm olacaktır. Her parsel ile kenar parselleri arasında 50 cm' lik boşluk bırakılmıştır. Bu şekilde her bir parsel 5x3.1 m= 15,5 m^2'lik bir alana sahiptir (Şekil 3.1).

Tarla denemesinin yapısı yaklaşık olarak şu şekilde kurulmuştur; 1 (bitki) x 3 (biyokömür uygulaması) x 3 (biyokömür dozu) x 2 (sulama oranı, yaklaşık tarla kapasitesinin %65 ve %100'ü) x 3 (tekerrür) olarak belirlenmiş olup toplam da 54 parselden oluşmaktadır. Deneme tesadüf bloklarına göre, bölünen, bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Deneme deseniyle ilgili detaylı bilgi şekil 4.2.' de verilmiştir. Şekil 3.1.' de biyokömür adları ve dozları verilmiştir. Denemede kullandığımız biyokömür ve dozları %0,2 ve %0,4 olarak belirlenmiştir. Tarla denemesinde tohumlar ve belirlenen dozlardaki biyokömür hazırlana parsellere serpme olarak homojen bir şekilde uygulanmış ve 0-15 cm derinlik geçilmeyecek şekilde ekilmiştir. Haziran ayının sonunda mısır tohumları hazırlanan parsellere 4 er sıra şeklinde parsel mibzeri ile ekilmiştir. Mısır bitkisi için denemede NPK uygulamaları olarak azot N (azotlu gübre (25kg/da amonyum nitrat uygulandı) şeklinde deneme deseni gösterilmiştir (Şekil 3.2). Uygulanan N dozunun $^1/_2$' si ekim ile toprağa uygulanmış kalanı ise bitki boyu 30-40 cm olduğunda verilmiştir. Potasyum (K) ve fosfor (P) gübreleri; 8 kg/da K_2O (potasyum oksit) ile 8 kg/da P_2O_5 (TSP) ekimden önce bütün parsellere uygulanmış.

Çalışmada sulama zamanı; daha önce bu alanda mısır bitkisi ile yapılan çalışmalardaki uygulama ile alanda iklimsel parametrelere (sıcaklık ve buharlaşma) bağlı olarak ortalama 5 gün olan sulama zamanına göre yapılmıştır. Mısır bitkisi tarla kapasitesinde ortalama 5 günlük sulama periyodunda sulanmıştır. Bunun için tarla kapasitesinin %65'i için her 5 günde bir tarla kapasitesinin %65'i oranında sulama yapılmış, ikinci sulama ise tarla kapasitesinin %100' ü olup her 5 günde bir tarla kapasitesinde sulama suyu uygulandı. Çalışma boyunca sulama suyu 100 kPa basınç ile damlama sulama yöntemi ile verildi.



Şekil 3.1. Denemenin parselasyon ölçüleri.

Sulama oranı, Tarla kapasitesi (~%65)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
B K_{z0}	B $K_{t0.5}$	B K_{f0}	B $K_{z0.6}$	B $K_{f0.6}$	B $K_{t0.4}$	B $K_{f0.4}$	B K_{t0}	B $K_{z0.4}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
D $K_{t0.4}$	D $K_{f0.5}$	D $K_{z0.4}$	D K_{f0}	D $K_{0.6}$	D $K_{f0.4}$	D K_{z0}	D $K_{z0.6}$	D K_{t0}

1	2	3	4	5	6	7	8	9
B $K_{t0.6}$	B K_{f0}	B $K_{f0.4}$	B K_{z0}	B $K_{f0.6}$	B K_{t0}	B $K_{z0.4}$	B $K_{z0.6}$	B $K_{t0.4}$

Sulama oranı, Tarla kapasitesi (~%100)

1	2	3	4	5	6	7	8	
B K_{z0}	B $K_{t0.4}$	B $K_{t0.4}$	B K_{t0}	B $K_{0.6}$	B $K_{z0.4}$	B $K_{z0.6}$	B K_{f0}	B $K_{t0.6}$

1	2	3	4	5	6	7	8	
B $K_{z0.4}$	B $K_{f0.6}$	B $K_{t0.6}$	B $K_{f0.4}$	B K_{z0}	B $K_{t0.4}$	B $K_{z0.6}$	B K_{f0}	B K_{t0}

1	2	3	4	5	6	7	8	
B $K_{f0.5}$	B $K_{t0.4}$	B K_{f0}	B $K_{z0.4}$	B K_{t0}	B $K_{z0.6}$	B $K_{t0.6}$	B $K_{f0.4}$	B K_{z0}

Şekil 3.2. Tarla denemesinin iki farklı sulama oranına göre dizaynı ve uygulama

3.3. Çalışmada Yapılacak Toprak Analizleri Ve Ölçümleri

3.3.1. Organik madde

Topraklar hava kuruda kurutulup 2 mm' lik elekten eledi. 0.5 gr toprak 500 ml' lik erlenin içerisine konudu. Üzerine 10 ml potasyum dikromat eklendi. Toprak iyice ıslandıktan sonra üzerine 20 ml derişik sülfürik asit eklendi ve soğutulur daha sonra 180 °C de 1 dakika ısıtıldı. Sonra tekrar soğutuldu. Soğuduktan sonra üzerine 200 ml su eklendi iyice karıştırıldı soğuduktan sonra 3-5 damla indikatör eklendi ve demir sülfat heptahidrat çözeltisi ile titre edildi (Walkley ve Black,1934).

3.3.2. Agregat stabilitesi

Hava kuru topraklar 2 mm' lik elekten elendi ve 4 gr tartıldı. Toprak Agregatlarına su serpilerek ıslatıldı ve aletteki eleğin altındaki kaba saf su doldurudu. Daha sonra kaba gelen topraklardan su buharlaştırılarak uzaklaştırıldı. Örnek hava kuru duruma getirildi. Toprak pH derecelerine bağlı olarak ya Na-Hekza-Meta-P (pH >7) ya da NaOH (pH <7) ile işleme tutuldu. Tekrardan düzenek yardımıyla, 3 dakikalık eleme sonunda elek üstünde kalan toprak materyalinin hazırlanan bu çözelti içerisinde elenmesi işlemine devam edildi. Elemenin sonlandırılması için belirlenmiş bir süre bulunmamakla beraber, elek üstünde dayanıklı kum tanecikleri ve bitki kökleri kalana kadar elemeye devam edildi. Burada amaç, dayanıklı toprak agregatlar'ının dağılmasının sağlanmasıdır (Black, 1965).

3.3.3. Hacim ağırlığı

Bozulmamış örnek alma seti ile araziden toprak örneği alındı, alınan toprak örnekleri laboratuvara getirildi. Burada çelik silindirin her iki tarafı bıçak yardımı ile tıraş edildi. Yaş ağırlığı tartıldı daha sonra örnekler 24 saat etüvde kurutuldu ve tekrar ağırlıkları ölçüldü (Black, 1965).

3.3.4. Özgül ağırlık tayini

Topraklar 2 mm elekten geçirildi ve iyice karıştırıldı. Topraklar fırında 105 ^{o}C de bir gece kurutularak fırın kuru hale getirildi. İçerisinde $CaCI_2$ bulunan desikarörde soğutuldu ve kullanıma hazır hale getirildi. Toprak örnekleri her bir piknometreye yaklaşık 20-25 gr fırın kuru toprağı konuldu ve tartıldı. Piknometre yarıya kadar su ile doldurulup desikatöre konuldu. Desikatörde 30-40 dk bekletildi ve her 10 dk da bir hafifçe karıştırılarak topraktaki içerisindeki hava alındı. Daha sonra piknometre kaynatılıp soğutulan safsu ile içinde hava kalmayacak bir şekilde dolduruldu ve tartıldı. Piknometre kaynatılmış soğutulmuş saf su ile doldurulup ve sıcaklığı ölçülüp tartıldı (Yeşilsoy ve Güzeliş, 1966).

3.3.5. Yüzde porozite

Toprak hacminin tanecikler tarafından dolmamış kısmının yüzdesidir. Toprağın özgül ağırlığından ve hacim ağırlığının sonuçlarından belirlenmiştir (Richards, 1954).

3.3.6. Tarla kapasitesi

Toprağın tutuğu suyun yerçekimi etkisi ile toprağı terk etmesi sonucu toprakta kalan su miktarına denir. Laboratuvar ortamında ise doymuş topraktan 1/3 atm basınç ile topraktan atılan sudan sonra topraktaki nem miktarıdır. Toprak 2 mm' lik elekten elendikten sonra seramik levhanın üzerine numune tutucu lastik halkaları yerleştirildi bu halkalara, 20-35 g toprak örneği koyuldu. Bu halkalardaki toprak bir tıpa ile hafifçe bastırıldı ve düzeltildi, toprak saf su ile satüre edildi. Pleytin üstü iyice ıslanmalıdır sora üstü kapatılarak bir gece bekletildi. Sonraki gün 1/3 atm' de basınç tenceresine konuldu. Su çıkışı bittikten 2-3 saat sonra tencerenin havası yavaş yavaş alındı. Toprak örneklerini yaş ağırlığı tartıldı örnekler 105 oC' de bir gece etüvde bekletildi. Daha sonra fırın kuru ağırlığı tartılarak belirlenmiştir (Colman 1947).

3.3.7. Solma noktası

Topraktaki suyun 15 atm basınç altında topraktan uzaklaştırıldıktan sonra toprakta kalan nem miktarına solma noktası denilir. Toprak 2 mm' lik elekten elendikten sonra seramik levhanın üzerine numune tutucu lastik halkaları yerleştirildi bu halkalara, 20-35 g. toprak örneği konuldu. Bu halkalardaki toprak bir tıpa ile hafifçe bastırılarak düzeltildi ve toprak saf su ile satüre edildi. Pleytin üstü iyice ıslatıldı sora üstü kapatılarak bir gece bekletildi. Sonraki gün 15 atm' de basınç tenceresine konuldu. Su çıkışı bitene kadar beklendi. Su çıkışı bittikten 2-3 saat sonra tencerenin havası yavaş yavaş alındı. Toprak örneklerini yaş ağırlığı tartıldı ve örnekler 105 ^{o}C' de bir gece etüvde bekletildi. Daha sonra fırın kuru ağırlığı tartılarak belirlenmiştir (Colman 1947).

3.3.8. Su tutma kapasitesi

Bitkiler tarafından alınabilir durumdaki en son su seviyesine denir. Su tutma kapasitesinin belirlenmesi, tarla kapasitesi ile solma noktası arasında ki farkından belirlenmiştir (Colman 1947).

3.3.9. Hidrolik iletkenlik

Bozulmamış örnek alma seti ile araziden toprak örneği alıdı, çelik silindirin her iki tarafı bıçak yardımı ile tıraş edildi. Örnekler tartıldı ve sistemde suyla dolgunlaştırılarak tekrar tartıldı (Klute ve Dirksen, 1986).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırmada Yapılan Toprak Analizleri ve Sonuçları

Yaptığımız araştırmada biyokömürün tarlaya uyguladıktan sonra bir yıl mısır ekimi yapıldı. Mısırın vegetatif döneminde her 5 günde bir sulama yapılıp her sulamada 27 parsele tarla kapasitesinin % 65 ve geriye kalan 27 parsele ise tarla kapasitesinin % 100 oranların da su verilmiştir.

4.1.1. Organik madde

Çalışmada yapılan toprak analizlerinin numuneleri tarlaya biyokömür uygulaması yapılmadan önce yapılmış ve hasattan sonra tekrar toprak analizi yapılarak (Şekil 4.1) uygulama öncesi ve biyokömür uygulaması sonrası organik madde değeri kıyaslanmıştır.

Çizelge 4.1. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası organik madde (%) miktarına olan etkisi.

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	OM	Standart sapma	OM	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	1,27	0,01	1,35	0,02
		0,2	1,27	0,02	1,35	0,02
		0,4	1,25	0,02	1,36	0,02
	MK	0	1,33	0,03	1,38	0,02
		0,2	1,29	0,03	1,38	0,01
		0,4	1,27	0,02	1,30	0,05
	PS	0	1,26	0,02	1,27	0,01
		0,2	1,32	0,02	1,38	0,01
		0,4	1,31	0,01	1,39	0,02
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	1,52	0,04	1,59	0,05
		0,2	1,47	0,04	1,55	0,02
		0,4	1,50	0,04	1,59	0,05
	MK	0	1,52	0,03	1,60	0,03
		0,2	1,42	0,02	1,54	0,02
		0,4	1,35	0,02	1,49	0,05
	PS	0	1,34	0,03	1,42	0,03
		0,2	1,40	0,02	1,52	0,02
		0,4	1,35	0,05	1,48	0,05

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan analizleri incelediğimizde en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 100 sulama oranı ile MK olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 65 sulama oranı ile PS de olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0 dozunda olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Organik madde analizinin yapılışı.

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait organik madde ortalaması 1,29, uygulama sonrasına ait ortalama ise 1,35 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait organik madde ortalaması 1,43, uygulama sonrasına ait ortalama ise 1,53 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

4.1.2. Agregat stabilitesi

Çizelge 4.2. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası agregat stabilitesi (%) üzerine olan etkisi

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	44	0,01	48	0,04
		0,2	46	0,01	57	0,02
		0,4	46	0,02	59	0,01
	MK	0	46	0,02	52	0,03
		0,2	49	0,02	62	0,03
		0,4	46	0,03	63	0,07
	PS	0	48	0,01	53	0,04
		0,2	50	0,05	57	0,03
		0,4	51	0,05	60	0,02
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	49	0,01	68	0,03
		0,2	48	0,00	71	0,02
		0,4	45	0,10	70	0,01
	MK	0	47	0,11	63	0,03
		0,2	49	0,02	67	0,01
		0,4	43	0,03	68	0,01
	PS	0	56	0,10	68	0,01
		0,2	49	0,02	71	0,03
		0,4	45	0,02	69	0,01

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelediğimizde (Şekil 4.2) agregat stabilitesi en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 100 sulama oranı ile MK olup biyokömür uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 65 sulama oranı ile PS ve FDK da olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0 dozlarında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).



Şekil 4.2. Agregat analizinden bir görüntü

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait agregat stabilitesi ortalaması 0,47, uygulama sonrasına ait ortalama ise 0,56 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait agregat stabilitesi ortalaması 0,47, uygulama sonrasına ait ortalama ise 0,68 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

4.1.3. Hacim ağırlığı

Çizelge 4.3. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası hacim ağırlığı (g/cm^3) üzerine olan etkisi.

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	1,24	0,05	1,24	0,01
		0,2	1,24	0,02	1,22	0,02
		0,4	1,24	0,02	1,21	0,02
	MK	0	1,25	0,07	1,23	0,01
		0,2	1,23	0,02	1,22	0,01
		0,4	1,24	0,01	1,22	0,02
	PS	0	1,24	0,01	1,24	0,02
		0,2	1,24	0,03	1,23	0,02
		0,4	1,24	0,02	1,23	0,02
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	1,23	0,02	1,23	0,02
		0,2	1,25	0,02	1,23	0,02
		0,4	1,23	0,02	1,23	0,00
	MK	0	1,24	0,02	1,24	0,02
		0,2	1,25	0,02	1,23	0,02
		0,4	1,23	0,02	1,22	0,01
	PS	0	1,23	0,01	1,23	0,01
		0,2	1,24	0,02	1,22	0,03
		0,4	1,24	0,02	1,21	0,02

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelediğimizde (Şekil 4.3) hacim ağırlığında her iki sulama durumunda da çok fazla bir farklılık görülmemekle birlikte genel olarak biyokömür uygulamalarında önemsizde olsa biraz değişim olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Bozulmamış Toprak örneği alma

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait hacim ağırlığı ortalamaları 1,24, uygulama sonrasına ait ortalama ise 1,22 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,035$).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait hacim ağırlığı ortalaması 1,24, uygulama sonrasına ait ortalama ise 1,23 olup %95 güven aralığında uygulama öncesi ve uygulama sonrası hacim ağırlık ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır (Çizelge 4.3) ($p<0,05$).

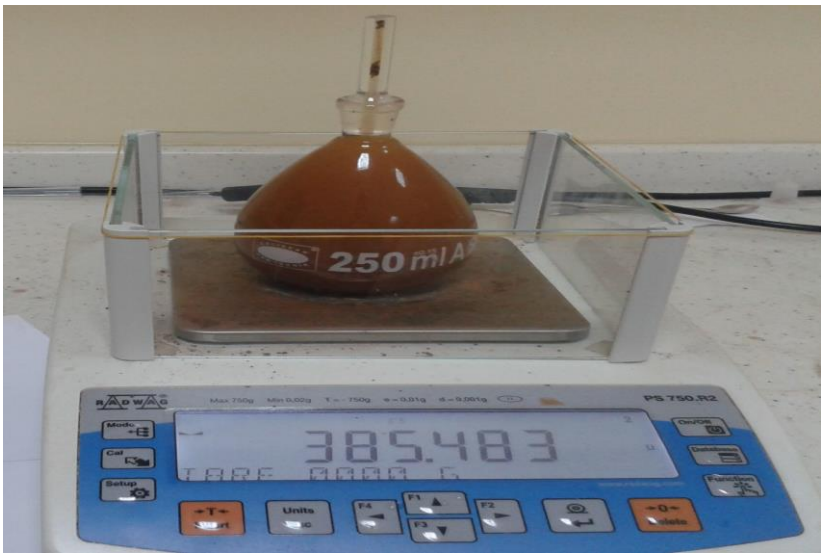
4.1.4. Özgül ağırlık tayini

Çizelge 4.4. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası özgül ağırlık (g/cm^3) üzerine olan etkisi.

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	2,82	0,14	3,04	0,10
		0,2	2,84	0,19	3,06	0,24
		0,4	2,83	0,20	3,02	0,20
	MK	0	2,86	0,15	2,81	0,14
		0,2	2,87	0,13	2,87	0,07
		0,4	2,49	0,39	3,01	0,13
	PS	0	2,49	0,16	2,55	0,07
		0,2	2,86	0,04	3,02	0,20
		0,4	2,74	0,00	2,98	0,18
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0,3	2,68	0,02	2,93	0,06
		0,32	2,68	0,00	3,00	0,16
		0,34	2,64	0,10	2,87	0,12
	MK	0,36	2,68	0,03	2,69	0,12
		0,38	2,67	0,02	2,95	0,29
		0,4	2,66	0,01	2,88	0,09
	PS	0,42	2,66	0,01	2,80	0,24
		0,44	2,55	0,14	2,82	0,11
		0,46	2,66	0,03	2,83	0,07

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelemede (Şekil 4.4) özgül ağırlığın bakımdan en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 100 sulama oranı ile FDK olup biyokömür uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,2 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 65 sulama oranı ile MK da olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0 dozunda olduğu görülmektedir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına öncesi 27 tekerrüre ait özgül ağırlığı ortalaması 2,75, uygulama sonrasına ait ortalama ise 2,93 olup %95 güven aralığında uygulama öncesi ve uygulama sonrası özgül ağırlık ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).



Şekil 4.4. Özgül ağırlık analizi.

Yapılan analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına öncesi 27 tekerrüre ait özgül ağırlığı ortalaması 2,65, uygulama sonrasına ait ortalama ise 2,86 olup %95 güven aralığında uygulama öncesi ve uygulama sonrası özgül ağırlık ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır (Çizelge 4.4) ($p<0,05$).

4.1.5. Yüzde porozite

Çizelge 4.5. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası yüzde porozite (%) üzerine olan etkisi.

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	55,92	2,97	59,19	1,50
		0,2	56,22	2,66	59,97	2,91
		0,4	56,05	3,78	59,83	2,33
	MK	0	56,63	2,94	56,13	1,78
		0,2	56,99	2,29	57,38	1,25
		0,4	49,28	8,70	59,41	2,13
	PS	0	49,96	3,71	51,46	0,59
		0,2	56,65	1,83	59,10	2,26
		0,4	54,83	0,82	58,68	2,20
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	56,63	2,94	57,87	1,38
		0,2	56,99	2,29	58,87	2,47
		0,4	49,28	8,70	57,09	1,81
	MK	0	53,64	1,09	53,84	2,82
		0,2	53,25	0,65	58,13	3,64
		0,4	53,67	0,79	57,42	1,87
	PS	0	53,66	0,58	55,66	4,19
		0,2	51,21	1,87	56,51	2,48
		0,4	53,59	0,29	57,09	1,70

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelemede yüzde porozite sonucuna baktığımızda en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 65 sulama oranı ile MK olup biyokömür uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 65 sulama oranı ile MK da olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0 dozunda olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait yüzde porozite ortalaması 54,72, uygulama sonrasına ait ortalama ise 57,90 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama

öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait yüzde porozite ortalaması 53,54, uygulama sonrasına ait ortalama ise 56,94 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

4.1.6. Tarla kapasitesi

Çizelge 4.6. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası tarla kapasitesi (%) üzerine olan etkisi.

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	23,80	1,33	36,23	1,09
		0,2	22,09	0,85	36,52	0,50
		0,4	22,55	1,76	37,78	0,10
	MK	0	23,04	1,26	34,62	1,01
		0,2	23,10	0,74	36,15	0,14
		0,4	22,67	1,64	37,20	1,07
	PS	0	22,50	1,74	34,60	1,03
		0,2	22,99	1,11	36,25	0,90
		0,4	22,27	1,07	37,02	0,27
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	24,58	1,08	37,24	0,53
		0,2	23,93	1,32	37,45	0,35
		0,4	24,35	1,24	38,84	0,85
	MK	0	24,17	1,79	36,38	0,62
		0,2	24,19	1,54	38,27	0,73
		0,4	23,47	1,19	38,62	1,13
	PS	0	24,55	1,45	36,25	1,36
		0,2	23,92	1,65	37,07	0,59
		0,4	24,20	1,22	38,23	0,38

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelemede (Şekil 4.6) tarla kapasitesi

sonucuna baktığımızda en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 65 sulama oranı ile FDK olup biyokömür uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 65 sulama oranı ile MK da olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0 dozunda olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6).



Şekil 4.5. Basınçlı tencere görünümü.

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait tarla kapasitesi ortalaması 22,78, uygulama sonrasına ait ortalama ise 36,26 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait tarla kapasitesi ortalaması 24,15, uygulama sonrasına ait ortalama ise 37,59 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

4.1.7. Solma noktası

Çizelge 4.7. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası solma noktası (%) üzerine olan etkisi.

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	22,10	0,78	23,41	1,10
		0,2	19,73	0,75	21,94	0,44
		0,4	20,33	1,49	23,19	0,82
	MK	0	21,53	1,58	22,88	1,30
		0,2	21,82	0,60	23,90	0,36
		0,4	20,65	0,84	23,43	1,07
	PS	0	21,03	1,37	21,92	1,54
		0,2	21,30	0,91	22,83	1,23
		0,4	21,00	1,54	22,85	1,74
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	22,43	1,01	23,41	1,39
		0,2	21,37	1,04	22,49	0,37
		0,4	21,73	1,41	23,87	1,33
	MK	0	22,41	1,44	23,56	1,74
		0,2	21,68	1,89	23,56	1,56
		0,4	21,39	1,53	24,21	2,05
	PS	0	22,22	1,80	22,84	1,91
		0,2	21,78	1,12	23,80	1,53
		0,4	21,46	1,39	24,33	1,74

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelemede (Şekil 4.7)solma noktası sonucuna baktığımızda en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 100 sulama oranı ile PS olup biyokömür uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 100 sulama oranı ile PS da olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0 dozunda olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7).

Çalışmada biyokömür uygulaması sonrasında tarla kapasitesinin % 65 oranında sulanan parsellerde uygulanan biyokömür materyalinin solma noktası üzerinde

biyokömür materyali, Doz grupları ve Materyal*Doz etkileşimi istatistiki olarak anlamlı bulunamamıştır ($p<0,05$).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait solma noktası ortalaması 21,83, uygulama sonrasına ait ortalama ise 23,56 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

4.1.8. Su tutma kapasitesi

Çizelge 4.8. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası su tutma kapasitesi (%) üzerine olan etkisi.

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	1,71	0,61	12,83	1,39
		0,2	2,36	0,52	14,59	0,94
		0,4	2,22	0,49	14,59	0,74
	MK	0	1,50	0,47	11,74	1,25
		0,2	1,28	0,39	11,41	1,00
		0,4	2,02	0,84	13,76	0,90
	PS	0	1,46	0,42	12,68	0,64
		0,2	1,68	0,56	13,42	0,88
		0,4	1,27	0,57	13,41	2,26
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	2,16	0,08	13,83	1,32
		0,2	2,57	0,44	14,96	0,42
		0,4	2,62	0,21	14,97	1,28
	MK	0	1,76	0,59	12,81	1,95
		0,2	2,51	0,42	14,72	1,89
		0,4	2,08	0,42	12,77	2,43
	PS	0	2,33	0,42	13,41	2,97
		0,2	2,14	0,73	13,27	1,98
		0,4	2,74	0,59	13,90	1,44

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelemede (Şekil 4.8) su tutma

kapasitesi sonucuna baktığımızda en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 100 sulama oranı ile FDK olup biyokömür uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,2 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 65 sulama oranı ile MK da olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,2 dozunda olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait su tutma kapasitesi ortalaması 1,75, uygulama sonrasına ait ortalama ise 13,25 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır. ($p<0,05$).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait su tutma kapasitesi ortalaması 2,32, uygulama sonrasına ait ortalama ise 13,83 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

4.1.9. Hidrolik iletkenlik

Çizelge 4.9. Biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası hidrolik iletkenlik (m/gün) üzerine olan etkisi (-log10).

			Biyokömür Uygulama Öncesi		Biyokömür Uygulama Sonrası	
	Materyal	Doz (%)	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Tarla Kapasitesinin %65 Oranında Sulama	FDK	0	3,30	0,01	3,31	0,10
		0,2	3,31	0,04	3,43	0,06
		0,4	3,28	0,01	3,47	0,22
	MK	0	3,36	0,02	3,42	0,04
		0,2	3,36	0,01	3,46	0,04
		0,4	3,36	0,23	3,52	0,11
	PS	0	3,34	0,02	3,36	0,56
		0,2	3,34	0,04	3,42	0,03
		0,4	3,34	0,02	3,45	0,03
Tarla Kapasitesinin % 100 Oranında Sulama	FDK	0	3,31	0,05	3,32	0,04
		0,2	3,34	0,02	3,42	0,12
		0,4	3,34	0,02	3,44	0,04
	MK	0	3,33	0,00	3,33	0,14
		0,2	3,36	0,01	3,37	0,04
		0,4	3,38	0,02	3,43	0,06
	PS	0	3,31	0,01	3,31	0,06
		0,2	3,42	0,02	3,51	0,43
		0,4	3,40	0,04	3,58	0,42

Araştırmada biyokömür uyguladıktan sonra tarla kapasitesinin % 65 ve % 100 oranında sulama yapılan parsellerde yapılan incelemede su tutma kapasitesi sonucuna baktığımızda en yüksek ortalamaya sahip olan materyal, % 65 sulama oranı ile FDK olup biyokömür uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir. En düşük farklılığın ise % 65 sulama oranı ile PS ve MK da olup uygulama öncesi ve sonrası arasında ki fark % 0 dozlarında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.9).

Analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %65 oranında sulamasına ait uygulama öncesi 27 tekerrüre ait hidrolik iletkenlik ortalaması 3,33, uygulama sonrasına ait ortalama ise 3,42 olup, %95 güven aralığında biyokömür uygulama öncesi ve uygulama sonrası analiz sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı derecede fark vardır ($p<0,05$).

Yapılan analiz sonuçlarına göre, tarla kapasitesinin %100 oranında sulamasına öncesi 27 tekerrüre ait hidrolik iletkenlik ortalaması 3,35, uygulama sonrasına ait ortalama ise 3,41 olup %95 güven aralığında uygulama öncesi ve uygulama sonrası hidrolik iletkenlik ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan çalışma neticesinde elde edilen sonuçları incelediğimizde biyokömür uygulamalarının toprağın fiziksel özellikleri (organik madde, agregat, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası, su tutma kapasitesi hidrolik iletkenlik ve özgül ağırlık) üzerinde bazı olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Biyokömür uygulamalarının toprakta organik madde artışı sağladığı görülmüştür. Toprağın agregat yapısını iyileştirdiği görülmüş ve tarla kapasitesi üzerinde artan dozlara bağlı olarak arttırdığı görüldü.

Çalışmada araştırdığımız parametrelere bakıldığında organik madde ve agregat satabilitesindeki değişimi incelediğimizde doz artışına bağlı bir artış izlenirken özellikle mısır koçanı ve pamuk sapının % 0,4 dozunda ve tarla kapasitesinin % 100 oranındaki sulamada en büyük artışın olduğu görülmektedir.

Porozite üzerinde en belirgin etkinin fıstığın dış kabuğunda olduğu bunu pamuk sapı takip etmektedir. Pamuk sapı ve fıstığın dış kabuğu her iki sulama oranında da % 0,4 dozunda bir fark oluşturduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Tarla kapasitesi ve daimi solma noktası verileri incelendiğinde genel bir farklılık görülmekle beraber en belirgin farkın tarla kapasitesinin % 100 oranında yapılan sulama alanına uygulanan mısır koçanı ve pamuk sapının % 0,4 dozunda olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Araştırmaya göre biyokömürün toprağın fiziksel yapısında genel olarak iyileştirici olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda biyokömürün kullanılmasını bitki gelişimi üzerinde etkisinin olabileceği kanaatine varılmıştır. Biyokömür uygulamasının bitki gelişimi yanında toprak yapısı üzerinde de anlamlı farklılıklar oluşturduğu görülmektedir.

Çalışma sonucunda varılan bir diğer nokta ise hem ülkemiz ve hem de dünya genelinin problemi olan erezyon sorununa karşı çözüm niteliğinde çalışmadaki biyokömür uygulamalarının önemli etkilerinin olmasıdır ki bu durum; biyokömür uygulaması ile birlikte topraklarda porozitenin arttığı görülmüş, bununla birlikte toprakların agregat stabilitesinde iyileşme olduğu görülmüştür. Bu düzelmelerin oluşması sonucunda topraklarda ki porların artışına bağlı olarak infiltrasyonun arttıracağından yüzey akışı azalacak ve böylece toprak erezyonunu azaltılmış olmaktadır.

Çalışma sonuçlarını genel olarak incelediğimizde toprağın çalışılmış olan fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilemesi bakımından en yüksek dozun uygulanması önerilebiliri

KAYNAKLAR

ANTAL, M.J., and GRONLI, M., 2003. The Art, Science, and Technology of Charcoal Production. Industrial Engineering and Chemical Research, 42: 1619-1640.

BLACK, C.A., 1965. Methods of soil analysis. Part I, Physical and mineralogical properties. American society of agronomy, madison, wisconsin. USA, 1572

BEST 2008. BEST Pyrolysis Inc., http://www.garnautreview.org.au/CA25734E0016A131/WebObj/D0820706ResponsetoIssuePaper1. (Erişim tarihi 12. 01. 2017).

BRACMORT, K.S., 2009. Biochar examination of an emerging concept to mitigate climate change. Analyst in agricultural conversation and natural resources policy, 7: 72-83.

BROWN, R., 2009. Biochar production technology. In: Biochar for environmental management: Science and technology (eds. Lehmann J., and Joseph S). Earthscan Ltd, London, 658: 40-63.

COLMAN, E.A. 1947. A laboratory procedure for determining the field capacity of soils. Soil science dept of agriculture-USA., 63 (4): 277-284.

COLLİSON, M., COLLİSON, L., SAKRABANİ, R., TOFİELD, B., and WALLAGE, Z. 2009. Biochar and Carbon Sequestration: Norwich, UK: The Low Carbon Innovation Centre, University of East Anglia. A report prepared for East of England Development Agency (EEDA), DA1 Carbon Reduction Ref. No: 7049.

DAS, K.C., GARCIA-PEREZ, M., BIBENS, B., and MELEAR, N., 2008. Slow pyrolysis of poultry litter and pine woody biomass: Impact of chars and bio-oils on microbial growth. journal of environmental science and health: Part A., 43: 714-724.

DEMIRBAS, A., 2006. Production and characterization of bio-chars from biomass via pyrolysis. Energy sources, Part A., 28: 413-422.

DEMIRBAS, A., 2008. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. Energy conversion and management, 49: 2106-2116.

DEMIRBAS, A., PEHLIVAN, E., and ALTUN, T., 2006. Potential evolution of turkish agricultural residues as bio-gas, bio-char and bio-oil sources. International journal of hydrogen energy, 31: 613-620.

DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİLSOY, M. Ş., YEĞINGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖGÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K.Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi toprakları I. Harran ovası TÜBİTAK-TOAG güdümlü araştırma projesi kesin raporu, Proje no: TOAG 534, Ankara.

DOERR, S.H., SHAKESBY, R.A., and WALSH, R.P.D., 2000. soil water repellency: Its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. Earth science reviews, 51: (1-4) 33-65.

DOWNIE, A., CROSKY, A., and MUNROE, P., 2009. Physical properties of biochar. In: Biochar for environmental management: Science and technology (eds. Lehmann J., and Joseph S). Earthscan Ltd. London, 13-32.

EASTMAN, C. M., 2011. Soil physical characteristics of an Aeric Ochraqualf amended with biochar (Doctoral dissertation, The Ohio State University), 45-75.

GLASER, B., HAUMAIER, L., GUGGENBERGER, G. ve ZECH, W., 2001. The 'terra preta phenomenon: A Model for sustainable agriculture in the humid tropics. Naturwissenschaften, 37-41.

IGARASHI, T., 1996. Soil improvement effect of FMP and CRH in Indonesia. JICA Report, Japan International Cooperation Agency, Tokyo. P., 30.

INTERNATIONAL BIOCHAR INITIVATIVE (IBI), 2008 http://www.biochar-international.org., (Erişim tarihi 04.05. 2016).

JONES, B.E.H., HAYNES, R.J., PHİLLİPS, I.R., 2010. Effect of amendment of bauxite processing sand with organic materials on its chemical, physical and microbial properties. Journal of Environmental Management, 91 (11): 2281–2288.

KAMM, J., 2004. 'A new class of plants for a biofuel feedstock energy crop', applied biochemistry and biotechnology, 113–116: 55–70.

KAUFMANN, B., 2008. Effects of varied soil composition (char, sand, potting mix) on the growth of radish starts. (Alıntı: AYDEMİR, S., SAYGAN, E.P., BİLGİLİ, A.v. ve Sönmez, O. 2011. Biyokatilarin (biyochar) toprak iyileştirici olarak kullanimlari. GAP VI. Tarım Kongresi, 09–12 Mayıs 2011, Şanlıurfa)

KOLB, S., 2007. Understanding the mechanisms by which a manure-based charcoal product affects microbial biomass and activity. PhD thesis. University of Wisconsin, Green Bay, USA, 22-35.

KLUTE, A. DİRKSEN, C. 1986. Hydraulic Conductivity and diffusivity: Laboratory methods. In : Klute(ed.) method of soil analysis. Part 1. Physical and mineralocigal methods, 5: 68-72.

LEHMANN, C.J., and RONDON, M., 2006a. Bio-char soil management on highly-weathered soils in the tropics. In: Uphoff, N.T. (Ed.), biological approaches to sustainable soil systems. CRC Press, boca raton, pp., 517-530.

LEHMANN, J., GAUNT, J., and RONDON, M., 2006b. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems – A review. Mitigation and adaptation strategies for global change, 11: 403-427.

LEHMANN, J., 2007a. A Handful of carbon, Nature, 447: 143-144

LEHMANN, J., 2007b. Bio-energy in the black. frontiers in ecology and the. Environment, 5: 381-387.

LİN, Y., MUNROE, P., JOSEPH, S., ve HENDERSON, R. 2012. Migration of dissolved organic carbon in biochars and biochar-mineral complexes. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 47 (5): 677-686.

NOVAK, JM, LİMA, I., XİNG, B., GASKİN, J.W., STEİNER, C., DAS, KC, AHMEDNA, M., REHRAH, D., WATTS, DW, BUSSCHER, WJ , SCHOMBERG, H. 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. Annals of environmental Science, 3 (1): 195-206.

OKIMORI, Y., OGAWA, M., TAKAHASHI, F., 2003. Potential of CO_2 emission reductions by carbonizing biomass waste from ındustrial tree plantation in south sumatra, ındonesia. mitigation and adaptation strategies for global change, 8: 261-280.

OGUNTUNDE, P.G., ABİODUN, B.J., AJAYİ, A.E., ve GİESEN, N., 2008. Effects of charcoal production on soil physical properties in Ghana. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 171: 591–596.

OGAWA, M., OKIMORI, Y., TAKAHASHI, F., 2006. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: three case studies. Mitigation and adaptation strategies for global change, 11: 429-444.

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (OGM), 2009. Türkiye'de odunsu biyokütleden temiz enerji üretimi. Biyoenerji çalışma grubu. Ankara, 82.

ÖZÇIMEN,D. ve ERSOY-MERIÇBOYU, A., 2009. Fındık kabuğu karbonizasyon sonuçlarının ıstatistiksel değerlendirilmesi. ITÜ dergisi, 8: 116-124.

RİCHARDS, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils U.S.Dept.of Agr. Hand book, 60

RONDON, M.A., LEHMANN, J., RAMIREZ, J., HURTADO, M., 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (phaseolus vulgaris l.) ıncreases with bio-char additions. Biology and fertility of soils, 43: 699-708.

SAYGAN, E.P., ve AYDEMİR, S., 2016. Harran Ovası Kireçli Killi Toprak Özellikleri Üzerine Antepfıstığı Dış Kabuğu Biyokömür Uygulamasının Etkisi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi dergisi, 20 (4): 25-32.

SMITH, N.J.H., 1999. The amazon river forest: A natural history of plants, animals, and people. Oxford University press, New York. OUP catalogue.

STEINER, C., TEIXEIRA, W., LEHMANN, J., ZECH, W., 2003. Microbial response to charcoal amendments of highly weathered soils and amazonian dark earths in central amazonia– preliminary results. In: Lehmann, J., Kern, D.C., Glaser, B., Woods, W.I. (Eds.), Amazonian dark earths: origin, properties, management. kluwer academic publishers, Dordrecht, 195-212

SHINOGI, Y., YOSHIDA, H., KOIZUMI, T., YAMAOKA, M. ve SAITO, T., 2002. Basic characteristics of low-temperature carbon products from waste sludge. Advances in environmental research, 7: 661-665.

SOHI, S., LOPEZ-CAPEL, E., KRULL, E., and BOL, R., 2009. Biochar, climate change and soil: a review to guide future research. CSIRO land and water science report, 05/09: 7-36.

TEİXEİRA, W.C., MARTİNS, G.C., 2003. Soil physical characterization. In: Lehmann, J., Kern, D.C., Glaser, B., Woods, W.I. (Eds.), Amazonian Dark Earths Origin Properties Management. Kluwer Academic, Dordrecht, pp., 271–286.

VOLK, T.A., VERWIJST, T., THARAKAN, P.J., ABRAHAMSON, L.P. and WHITE, E.H., 2004. 'Growing fuel: a sustainability assessment of willow biomass crops', frontiers in ecology and the environment, 2: 411–418.

WILLIAMS, P.T., 2005. Waste treatment and disposal. John Wiley & Sons, Ltd. England, 171-244

WALKLEY, A., ve BLACK, I.A., 1934. An examination of the degtjareff method for determining organic carbon in soils: effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil sci., 63:251-263.

YAMAN, S., 2004. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. Energy conversion and management, 45: 651-671.

YEŞİLSOY, M. Ş., ve GÜZELİŞ, İ., 1966. Toprakta özgül ağırlık ve hacim ağırlığı tayin metodları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları, 15.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Osman ALTUN
Uyruğu	TC
Doğum Yeri ve Tarihi	Şanlıurfa 1983
Telefon	544 557 9352
e-mail	urfa_28@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İl	Yıl
Orta Öğretim	Atatürk Lisesi	Giresun	2002
Üniversite (Lisans)	Harran Üniversitesi	Şanlıurfa	2011
Üniversite (Yüksek Lisans)	Harran Üniversitesi	Şanlıurfa	2017

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Kurum	Görevi
2009-2010	Osmanlı Toprak Analiz Laboratuvarı	Yardımcı Mühendis
2011-2011	ÇE-KA LTD.ŞTİ.	Laboratuvardan Sorumlu Müdür
2012-2012	AR-GE Toprak Analiz Laboratuvarı	Laboratuvardan Sorumlu Müdür
2013-2015	Harran Üniversitesi	Burslu
2015-2017	ALT Danışmanlık	Proje Koordinatörü
2017	Polen Tohumculuk LTD. ŞTİ.	Bölge Satış Sorumlusu

YABANCI DİL

İngilizce