T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI BIOCHAR (BİYOKÖMÜR) MATERYALLERİNİN TOPRAK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN PARSEL BAZINDA ARAŞTIRILMASI

Ramazan SARİ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI BIOCHAR (BİYOKÖMÜR) MATERYALLERİNİN TOPRAK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN PARSEL BAZINDA ARAŞTIRILMASI

Ramazan SARİ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN danışmanlığında, Ramazan SARİ'nin hazırladığı **''Farklı Biochar (Biyokömür) Materyallerinin Toprak Kalitesi Üzerine Etkisinin Parsel Bazında Araştırılması''** konulu bu çalışma 01/03/2018 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 : Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN ……..

Üye : Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ ……..

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÇELİK ……..

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

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 17031

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
SİMGELER DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Biyokömürün Toprak Üzerinde Amenajmanın Önemi 13
2.2. Biyokömür'ün Toprağa Olan Etkisi 14
2.3. Biyokömür'ün Toprak Kalitesi Üzerine Etkisi 15
3. MATERYAL ve YÖNTEM 18
3.1. Materyal 18
3.1.1. Biyokömür üretilmesinde kullanılan materyaller 18
3.1.2. Parsel bazında deneme alanlarının toprak özellikleri 19
3.1.3. Çalışmada kullanılan biochar (biyokömür) hammaddesinin hazırlanması 20
3.1.4. Saha denemesinin kurulması 20
3.2. Yöntem 24
3.2.1. Toprak numunelerinde yapılan analizler ve uygulama metotları 24
3.2.2. Toprak reaksiyonu (pH) 25
3.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC) 25
3.2.4. Organik madde 26
3.2.5. Kireç ($CaCO_3$) 26
3.2.6. Tekstür (Bünye) 27
3.2.7. Agregat stabilitesi 28
3.2.8. Hacim ağırlığı 29
3.2.9. Bitkiye yarayışlı su 29
3.2.9.1. Tarla kapasitesi 30
3.2.9.2. Daimi solma noktası 31
3.2.10. Hidrolik iletkenlik 32
3.2.11. Penetrometre 32
3.2.12. İstatistiksel analizler 33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 34
4.1. Toprağın Fiziksel Özellikleri 35
4.1.1. Agregat stabilitesi 35
4.1.2. Hacim ağırlığı 37
4.1.3. Tekstür (Bünye) 38
4.1.4. Bitkiye yarayışlı su 40
4.1.4.1. Tarla kapasitesi 41
4.1.4.2. Solma noktası 42
4.1.5. Hidrolik iletkenlik 43
4.1.6. Penetrasyon direnci 44
4.2. Toprağın Kimyasal Özellikleri 45
4.2.1. Organik madde 45
4.2.2. Kireç ($CaCO_3$) 46
4.2.3. Toprak reaksiyonu (pH) 46
4.2.4. Elektriksel iletkenlik (EC) 47
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 50
KAYNAKLAR 52
ÖZGEÇMİŞ 58

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI BIOCHAR (BİYOKÖMÜR) MATERYALLERİNİN TOPRAK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN PARSEL BAZINDA ARAŞTIRILMASI

Ramazan SARİ

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

Danışman: Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN
Yıl: 2018, Sayfa: 58

Bu araştırmanın amacı, toprağa uygulanmış farklı biyokömür materyalleri (Fıstığın dış kabuğu, pamuk sapı ve mısır koçanı) killi bünyeli toprağa ilave edilmesinin zamana bağlı olarak toprağın organik madde, pH hidrolik iletkenlik, elektriksel iletkenlik (dSm^{-1}), hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, daimi solma noktası, kireç, agregat stabilitesi ve penetrasyon biyokömürün toprak kalite üzerine etkilerini ve aralarındaki ilişkilerini belirlemektir. Araştırma, Harran Ovasından (İkizce serisi) 27 farklı parselden 0-30 cm derinlikte parsel bazında toprak kalite üzerinde çalışılmıştır. Topraklara fıstığın dış kabuğu (<2mm), mısır koçanı (<2mm) ve pamuk sapı biyokömürün (<2mm) 3 farklı dozda (%0, %0.2, ve %0.4) uygulanmıştır. Denemede tarla kapasitesinin %65 oranında sulama yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre toprağa biyokömür materyalleri ilave edilen düzeylerine bağlı olarak toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin amenajmanın yanı sıra biyokömürün toprak kalitesi üzerine de etkisini göstermiştir. Elektriksel iletkenlik (dSm^{-1}), agregat stabilitesi (%) ve hidrolik iletkenlik (cm/saat), değerleri artmış doz ve materyaller arasında pozitif ilişkiler tayin edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Biyokömür, Toprak kalitesi, Agregat Stabilitesi, Hidrolik iletkenlik, elektriksel iletkenlik (EC)

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATE THE EFFECT OF DIFFERENT BIOCAHAR TYPES ON SOIL QUALITY AT PARCEL

Ramazan SARİ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN
Year: 2018, Page: 58

The purpose of study was investigate the effect of adding different biochar materials on (outer shell of the pistachio, cotton stalk and corn cob) applied to soil to clay loam soil depending on the time, organic matter, pH, hydraulic conductivity, electrical conductivity (dSm^{-1}) , volume weight, field capacity, permanent fading point, lime, aggregate stability and penetration, biochemical properties, and their relationship to soil quality. The research has been carried out on 27 different plots in the Harran Plain (İkizce series) and 0-30 cm depth parcel-based soil quality. The soil was applied in 3 different biochar doses (0%, 0.2% and 0.4%) in the outer shell of the pistachio (<2mm), corn cob (<2mm) and cotton stalk (<2mm). the, 65% of the field capacity was irrigated. According to the results of the research, depending on the levels of biochar materials added to the soil, the physical and chemical properties of the soil were affected not only by the doses but also by the biochar types soil quality. Positive relationships between electrical conductivity (EC), aggregate stability, and hydraulic conductivity values were determined for increased doses and materials.

KEY WORDS: Biochar, Soil quality, Aggregate Stability, hydraulic conductivity, Electrical Conductivity (EC)

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her türlü bana desteğini sağlayan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN'e, her konuda bilgisinden ve tecrübelerinden destek aldığım Sayın Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ'ye ve Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'ndeki tüm değerli hocalarıma, sağladıkları desteklerinden ötürü teşekkürlerimi ve saygılarımı bir borç olarak bilirim.

Deneme parselinde farklı biyokömür materyallerinin kullanımında emeği geçen ve araştırmamda kullanabilmem için katkı sağlayan Sayın Prof. Dr. Salih AYDEMİR 'e teşekkür ederim.

Kurulmuş olan deneme sahasında toprak numunesini almamda yardımcı olan Mehmet Şah TUNÇ, Ziraat Yüksek Mühendisi Burak AVCI, Osman ALTUN 'a ve ismini sayamadığım emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yapılan çalışmalarım sırasında desteğini, sabrını ve anlayışını esirgemeyen Araştırma Görevlisi meslektaşım Hamza YALÇIN 'a, ve Yüksek Ziraat Mühendisi Tajdin SARIYILDIZ 'a ve Harun ASLAN'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca hep yanımda olup kocaman sevgileriyle maddi manevi desteğini benden esirgemeyen annem Ayşe SARİ 'ye, babam Abbas SARİ 'ye abilerime, yengelerime Isparta'da Elektrik ve Elektronik Mühendisliğini okuyan kardeşim Zübeyir'e, canımdan çok sevdiğim kız kardeşlerim Güller, Fatma Yeter ve kız arkadaşıma da kocaman sevgilerimle teşekkür ederim. Kıbrıs'ta çalışan aileme buradan saygılarımı ve sevgilerimi iletiyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Organik ham materyal ve biyokömür görünümleri (Saygan Ayaydın, 2016) 18
Şekil 3.2. Denemenin parselasyon ölçüleri (Saygan Ayaydın, 2016) 23
Şekil 3.3. Vakumlama aletinde alınan toprağın pH süzükleri 25
Şekil 3.4. Toprağın EC (dSm^{-1}) süzük okumaları 25
Şekil 3.5. Organik madde tayini 26
Şekil 3. 6. Kalsimetrede kireç okuması 27
Şekil 3. 7. Toprakta tekstür (bünye) analizi 27
Şekil 3. 8. Topraktaki agregat stabilite analizi 29
Şekil 3. 9. Bozulmamış örnekte toprağın hacim ağırlığı tayini 29
Şekil 3. 10. 1/3 atm tarla kapasitesinin tayini 30
Şekil 3. 11. 15 atm daimi solma noktası tayini 31
Şekil 3. 12. Topraktaki hidrolik iletkenlik tayini 32
Şekil 3. 13. Topraktaki penetrasyon direnç ölçümü 33
Şekil 4.1. Toprak agregatı için farklı materyal ve doz grafikleri 35
Şekil 4.2. Toprakta hidrolik iletkenlik farklı materyaller ve doz grafikleri 43
Şekil 4.3. Toprak EC (dSm^{-1})'si için farklı materyal ve doz grafikleri 47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Deneme kurulmadan alana ait bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri 20
Çizelge 3.2. Tarla denemesinin %65 sulama oranına göre dizaynı ve uygulaması 24
Çizelge 4.1.Araştırma Alanının Genel Toprak Özellikleri 33
Çizelge 4.2. Araştırma Alanının Genel Toprak Özellikleri 33
Çizelge 4.3. Toprak agregatına ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları 35
Çizelge 4.4. Toprak agregatına ait Dunkan çoklu karşılaştırma sonuçları 36
Çizelge 4.5. Hacim ağırlığı için ANOVA sonuçları 38
Çizelge 4.6. %Kum için ANOVA sonuçları 39
Çizelge 4.7. % kil için ANOVA sonuçları 39
Çizelge 4.8. % Silt için ANOVA sonuçları 40
Çizelge 4. 9. Bitkiye yarayışlı su ANOVA sonuçları 40
Çizelge 4.10. Toprak Hidrolik İletkenliğe ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları 43
Çizelge 4.11. Hidrolik iletkenliğin Tukey interaksiyon çoklu karşılaştırma sonuçları 43
Çizelge 4.12. Toprakta penetrasyon direncine ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları 45
Çizelge 4.13. Toprak Organik maddeye ait ANOVA sonuçları 45
Çizelge 4.14. Toprakta kireç ($CaCO_3$) ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları 46
Çizelge 4.15. Toprak pH'sı için ANOVA sonuçları 46
Çizelge 4.16. Toprak EC'sine ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları 47
Çizelge 4.17. Toprak EC'sine ait Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları 48

SİMGELER DİZİNİ

dS	Desi Siemens
m	Metre
mm	Milimetre
EC	Elektriksel iletkenlik
%	Yüzde
SD	Serbestlik Derecesi
KT	Kareler Toplamı
KO	Kareler ortalaması
Na	Sodyum
K	Potasyum
P	Fosfor
pH	Toprak reaksiyonu
$CaCO_3$	kalsiyum karbonat
FDK	Fındık Dış Kabuk
PS	Pamuk Sapı
MK	Mısır Koçanı
t	Zaman
Sn	Saniye
Q	Debi
°C	Santigrad Derece
Atm	Atmosfer
$NaPO_3$	Sodyum Polifosfat
H_2SO_4	Sülfürik Asit
K_2Cr_2O	Potasyum Dikromat

1. GİRİŞ

Toprağın çeşitli tanımları vardır. Burada biyokömürün toprak kalitesi üzerine etkisi şöyle tanımlayabiliriz: Toprak, yeryüzünde mevcut olan mineral ve organik maddeler, toprakta yer alan canlılar, hava ve suyu bünyesine alan üç boyutlu bir karışımdır (Yeşilsoy, 2009). Aynı zamanda içerisinde bulunduran milyonlarca mikroorganizma doğal ve canlı bir varlıktır. 1 cm toprak oluşabilmesi için arada yaklaşık olarak bin yıl geçmekte olup, bu da hayatımızda toprağın ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir.

Toprakların insan yaşamında çok önemli bir yeri olduğu için özellikle bitkisel üretim ortamı olarak sağladığı yararlar ile önemi daha da iyi anlaşılmaktadır. Sağlıklı bir toprak sağlıklı bir bitki gelişme ortamı demektir, bu da yetiştirilen bitkilerin daha sağlıklı olması anlamına gelmektedir. Yetiştirilen bitkilerin sağlıklı olması, verim ve kalite özelliklerinin korunması ve sürdürülebilir olması için toprağın kendisinde var olan özelliklerin korunması gerekmektedir. Bu özelliklerin çoğu, toprak kalitesi ile ilgili olup, toprak kalitesinde yer alan bazı özelliklerin sürdürülebilirliği ya da geliştirilebilmesi ile ilişkilidir (Aygün, 2015).

Toprak kalitesine ilişkin yapılan birçok tanımlama vardır. Toprak kalitesi sürdürülebilir toprak yönetiminin en uygun göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır. Toprak kalitesi aslında toprağın fonksiyon gösterme kapasitesini ifade etmektedir. Toprak kalitesi, toprağın sahip olduğu karakteristik özelliklerin bitkisel üretime ne kadar katkı sağlayabildiği ve toprağın doğasında var olan bu özelliklere hangi oranda sahip olduğunu ifade etmektedir (Karlen ve ark., 1997; Shukla ve ark., 2006).

Bitkisel üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması ya da ürün veriminde artış sağlanabilmesi için toprak özelliklerinin bir işlevi olarak ortaya çıkmaktadır. Toprak ne kadar bitkisel üretime elverişli olup ve ürün verimini ne kadar arttırma kapasitesine mevcutsa o kadar kaliteli ve üretkendir. Bir toprağın üretkenliği ile verimliliği birbirinden ayrılmaz bir bütündür. Her toprak üretken özelliktedir fakat

her toprak verimli olmayabilir. Toprakların verimlilik özelliği büyük ölçüde bitkisel üretime ne kadar katkı sağladığı ile ilişkilidir.

Her bitkinin en iyi şekilde gelişebileceği toprak özellikleri farklılık göstermekte ve her bitkinin gelişmesi için ihtiyacı olan temel besin maddelerini topraktan sağlamaktadır. Bitkisel üretimde ürünlerin kalitesi ve toprak özellikleri arasında yakın bir ilişki vardır. Diğer bir ifadeyle toprak üzerinde yetişen bitkinin gelişmesi için ne kadar materyal ya da besin elementi ve bitkinin istediği fiziksel koşulları sağlayabilirse bitkisel üretim o kadar fazla ve kaliteli olmaktadır.

Biyokömür organik materyalin oksijenin düşük olduğu bir ortamda ısıtılması ile üretilmiş olan hacmi düşük yoğunluğa sahip karbonca zengin ve toprağın granüllü bir yapıya sahip olmasını sağlayan kaliteli bir son üründür. Tarımsal amaçlı kullanımlara uygun olup toprak amenajmanın materyali olarak son zamanlarda ülkemizde ve bölgemizde de toprak ıslahında kullanılmaya başlanmıştır. Farklı materyallerden farklı metotlar kullanılarak elde edilen biyokömür tarımsal amaçlı toprağın amenajman yönüyle değerlendirilmiş toprakları baz alarak dünyanın farklı ülkelerinde çalışmalar yürütülmüştür.

Türkiye'de sürdürülebilir tarım arazileri zaman geçtikçe verim ve kalite bakımından düşüşe doğru gitmektedir. Özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin toprakları vertisol ve simektit olmasıyla beraber aşırı sulama sonucuyla buharlaşma fazla olup topraklar sodikleşmeye (çoraklaşmaya) neden olmaktadır. Aynı zamanda topraktaki sıkışmadan dolayı agregat yapısı bozularak bitkinin kök bölgesine infiltre olan suyun hızı azalmaktadır. Bu sorunun ortadan kaldırılması için bir takım çalışmalara başlanmalıdır. Biyokömür'ün farklı materyallerden oluşan (Pamuk sapı, Mısır koçanı ve Fıstığın dış kabuğu) ve bu materyallerin farklı dozlarda toprağa uygulayarak toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmaktır. Bu çalışmaları baz alarak aşırı sulamadan kaçınılmalı ve toprağın suya ihtiyaç duyduğu kadar su verilmelidir. Aynı zamanda toprağa bilinçsizce uygulanan gübreleme ve ilaçlamadan kaçınılmalıdır. Böylece toprağın fiziksel özelliklerinin yapısına bağlı olarak yani çeşitlilik bakımından yapılan araştırmalar, yorumlar ve örnekleme

metotları ile analiz sonuçları ele alınıp kıyaslama sonucu toprağın ihtiyaç duyduğu kadar sulama ve gübreleme işlemi yapılmalıdır. Toprak kalitesini korumak için toprağın gereksinimden fazla verilen materyaller toprağın agregat yapısını bozarak toprağın verimsizleşmesine neden olmaktadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin topraklarında vertisol 2-1 (simektit) ve 1-1 (kaolinit) tip kil mineralleri mevcuttur. Vertisol topraklar Şanlıurfa Harran ilçesi ve çevresinde kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) ana materyalin dispersi sonucunda oluşmaktadır. Aşırı kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) bulunan toprak ıslahında biyokömür kullanım alanları artmıştır.

Toprak fiziğini kullanarak ve arazilerin genellikle toprakların kalıtsal özelliklerini (topoğrafik özellikler, agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, hidrolik iletkenlik ve bünye vs.) dikkate alarak bitkisel verimliliğe ve kök gelişimine de önem kazanmaktadır. Toprak kalite indeksleri, farklı topraklar için toprak ve bitki amenajman uygulamalarının sürdürülebilirliğini değerlendirmede faydalı araçlar olarak değerlendirilmişlerdir (Karlen ve ark., 2003). Toprak kalitesinin belirlenmesinde 3 temel amaç vardır; 1) Farklı toprak yönetim sistemleri sonucu oluşan farklılıkları karşılaştırmak, 2) Aynı yerdeki toprak kalitesindeki değişimleri ve eğilimleri kıyaslamak 3) Bir yerdeki problemli ve problemli olmayan alanların kıyaslanmasıdır (Seybold ve ark., 2001). Toprak kalitesi dinamiklerinin farklı toprak yönetimlerine vereceği cevapları görebilmek için denemelerin kurularak değişimlerin takip edilmesi gerekmektedir.

Toprak verimlilik kalitesini ve tarımsal üretkenliği arttırmak için parsel bazında farklı biyokömür ana materyallerinin ilavesi sonucunda yapılan araştırma bulgularına göre toprağın hidrolik iletkenlik, elektriksel iletkenlik (EC dSm^{-1}) ve agregat stabilitesi umut veren bir araştırma olup, biyokömürün toprak yapısını, toprak sağlığını ve doğurganlığı iyileştirme potansiyelini göstermiştir.

İnsan nüfusunun gelecek yüzyılda iki katına çıkacağı, toprak ve diğer doğal kaynakların azalmasının hızlanacağı düşünülmektedir. Bu nedenle toprakların

korunması ve kalitesinin arttırılması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Doran ve Zeiss, 2000).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biswas ve ark. (1970), yaptıkları bir çalışmada; ahır gübresi, yeşil gübre ve yer fıstığı küspesi gibi organik atıkların alüviyal toprak üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; toprakta dayanıklı agregat oranı, su geçirgenliği ve tarla kapasitesinde artış olduğunu ve en fazla artışın yeşil gübre uygulamasında meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Khaleel ve ark. (1981), kaba ve ince bünyeli dokuz farklı toprak örneği kullanarak yürüttükleri çalışmada; kullanılan organik madde miktarının artması ile hacim ağırlığında doğrusal bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Organik madde içeriği düşük olan toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri zayıftır. (Gupta ve ark. 1988). Durak ve Brohi (1986)'ye göre, toprağa uygulanan tütün atığının organik madde ve besin elementi içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Demiralay, (1992), hava kuru ağırlık esasına göre % 0, 1, 2 ve 4 dozlarında arpa samanı ve korunga sapını killi bir toprağa uyguladığı çalışmasının sonucunda; agregat stabilitesinin, artan organik madde düzeyi ile arttığını saptamıştır.

Özbek ve ark. (1993), ayrışmış organik maddenin yüzey toprağında yeterli miktarlarda bulunması halinde; toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olacağını ileri sürmüşlerdir. Yaptıkları inceleme sonucunda; toprak fiziksel özelliği üzerine organik atıkların ayrışması sonucunda oluşan humusun pozitif etkisi bütün topraklarda görülmesine rağmen, özellikle kumlu ve killi topraklarda etkinin daha fazla olduğunu tayin etmişlerdir. Toprakta organik düzenleyiciler toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve dayanıklı bitki örtüsü gelişimini kolaylaştırmak için gereklidir.

Guggenberg ve ark. (1998), toprağın fiziksel özellikleri ile organik madde arasındaki ilişkileri araştırdıkları bu çalışmada; farklı bitkisel kalıntıları kullanmışlardır. Organik küçük bitki materyallerinin ve mikrobiyal kaynaklı atıkların mineral yüzey ile olan etkileşimlerini, agregatların iç kısmında bulunan mikrobiyal kaynak ve bitkisel materyallerin korunmasını ve makro agregatların bozulması sonucundaki agregatların dağılış oranını incelemişlerdir.

Brandsma ve ark. (1999), siltli tınlı tekstüre sahip çeşitli topraklarda 4 farklı ticari organik düzenleyicinin (Soil-Text, Humus Agri SC ve Kiwi Green) toprak dayanıklılığına etkisini araştırdıkları bu çalışmalarında sonuç olarak; Soil Text ve Kiwi Green'in toprağa uygulanması ile toprakta kabuk oluşumunun engellendiğini, Agri SC'nin toprağın agregat dayanıklılığını artırdığı, bu gibi organik madde düzenleyicilerin toprağın yapısı olarak olumlu yönde etkilediklerini ortaya koymuşlardır

İrget ve ark. (1999), Düzce yöresinde yetiştirilen Virginia (Flue Cured) tütünlerinin beslenme durumlarını ve yetiştirilen bu tütünlerin yetiştirildiği toprakların verimlilik özelliklerini araştırmışlardır. Toprakların pH, eriyebilir toplam tuz, $CaCO_3$, bünye ve organik madde ve bünye açısından uygun olduğu teyit etmişlerdir. Toplam N açısından toprak örneklerinin büyük çoğunluğunun yeterli düzeyde olduğu, örneklerin yaklaşık yarısının alınabilir P, büyük çoğunluğu ise alınabilir K bakımından yetersiz durumda olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca toprakların alınabilir Mg, Na, Ca ve mikro elementler (Fe, Mn, Zn ve Cu) açısından yeterli düzeyde olduğu belirlemişlerdir.

Aggelides ve Londra, (2000), yaptıkları çalışmada tınlı ve killi tekstüre sahip iki toprağa 75, 150 ve 300 m^3 ha^{-1}'lık organik madde (kompost) uygulamışlardır. Çalışma neticesinde; killi toprakta % 55.3, % 97.4 ve % 168.4 ve tınlı toprakta ise doygun hidrolik iletkenlik % 32.5, % 53 ve % 95.5, oranında artış gösterdiğini belirtmişlerdir ayrıca organik madde ilavesinin toprakların organik madde içeriğini, toprağın pH'sı, elektriksel iletkenlik (EC) ve katyon değişim kapasitesini artırdığını ortaya koymuşlardır.

Anikwe, (2000), killi bir toprağa 0, 1.5, 3.0, 4.5 ve 6.0 t ha^{-1} düzeylerinde çeltik kavuzu uyguladığı bu çalışmasında; toprağa 4.5 t ha^{-1} çeltik kavuzu uygulamasının toprakta hidrolik iletkenlik ve toprak gözenekliliğini artırdığını, penetrasyon ve hacim ağırlığı azalttığını bildirmiş ve çeltik kavuzunun bu dozunu en etkili doz olarak tavsiye etmiştir.

Kütük ve ark. (2000), 7 farklı sıvı humik asitin 3 farklı dönemde bazı toprak özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları bu çalışma sonucunda; uygulama dönemine bağlı olarak suya dayanıklı agregat oranının azaldığını, sıvı humik asit uygulamasının büyük agregatların oluşumuna katkı sağladığını tespit etmişlerdir.

Carcava ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada; iki yıl süreyle toplam 60 g kg^{-1} olmak üzere kil boyutundaki kısımda % 1 organik karbon içeren strüktürü bozulmuş semiarid bir bölgede iki toprağa yıllık % 3 taze ve kompost halinde organik atık uygulamasının, sera koşullarında agregat stabilitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Suya karşı dayanıklı agregat stabilisine etkisi bakımından, taze organik atığın ilavesi sonucu % 17, kompost halindeki organik atığın toprağa uygulanmasıyla kil oranı fazla olan toprakta, agregat stabiltesinde % 13 oranında artış meydana geldiğini, topraklara kompost ilavesiyle birlikte ince silt tanecik boyutundaki organik karbon ve humin içeriğinde artış meydana geldiğini teyit etmişlerdir.

Özenç ve Çalışkan, (2001), bu çalışmada; sığır gübresi, fındık zurufu kompostu, ve mineral gübreyi fındık ağaçlarına uygulamışlar ve toprak özellikleri ve yapraklardaki besinler üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; zuruf kompostunun, toprak ve yaprak organik madde oranını, potasyum ve fosfor içeriğini ve toprağın biyolojik aktivitesini önemli derecede artırdığını tayin etmişlerdir.

Sidiras ve ark. (2001), toprak hacim ağırlığı, gözeneklilik, toprağın penetrasyon direnci, ortalama ağırlık çapı ile bitkide kök gelişimi arasında önemli ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Barzegar ve ark. (2002), şeker kamışı kompostu ve ahır gübresini toprağa karıştırdıkları bu araştırma sonucunda; uygulama niceliğinin artmasıyla toprakta hidrolik iletkenlik kontrole oranla önemli derecede arttığını göstermişleridir.

Baran ve Zeytin, (2003), plastik kaplarda laboratuvar ortamında 25±5 °C'de 45 ve 90 gün süreyle yürüttükleri çalışmada; killi tınlı ve kumlu tınlı toprakların fındık zurufu ile bazı fiziksel özelliklerin düzeltilmesini, toprak örnekleri ile fındık zurufunu % 0, % 1, % 2, % 4 ve % 8 ağırlık oranında karıştırarak araştırmışlardır. Bu çalışmanın neticesinde; kompostlanmış fındık zurufunun agregat stabilitesini, hidrolik iletkenlik, toplam gözenek ve makropor yüzdesini hem killi tın hem de kumlu tın toprakta inkübasyon süresince ve agregat boyutuna bağlı olarak artırdığı tayin edilmiştir.

Edmeades, (2003), ürün verim kalitesi ve toprak özelliklerine çiftlik gübresi, atık çamuru, yeşil gübreleme ve suni gübrelemenin verim üzerine olan etkisini araştırdıkları bu çalışma neticesinde; atık çamuru, çiftlik gübresi, ve yeşil gübreleme uygulanan topraklarda ticari gübreden daha fazla organik madde ve mikro fauna bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Xiying ve ark. (2003), hayvan gübresi olarak uygulanan topraklarda 25 yıl süresince toprak organik karbon ve toplam azot içeriğini araştırdıkları bu çalışma neticesinde; toplam azot ve organik karbon içeriğinin yüksek oranda arttığını tayin etmişlerdir

Garcia ve ark. (2004), yaptıkları bu çalışmada; toprakların kümeleşmesi, pH, elektriksel iletkenlik, toplam organik karbon ve karbon fraksiyonları, mikrobiyal biyomas karbon, toprak solunumu, dehidrogenaz, fosfataz, β-glikosidaz ve üreaz özellikleri üzerine çeşitli bitkilerin etkilerini 6 yıl boyunca araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; toprak agregat stabilitesi, toprak solunumu, dehidrogenaz, üreaz ve fosfataz aktivitelerinin bitki yetiştirilen topraklarda daha fazla gerçekleştiğini; pH (7.5-8.0) ve elektriksel ($ECdSm^{-1}$) seviyelerinin kontrole göre daha düşük olduğunu,

rizosfer bölgesinde toplam organik karbon ve mikrobiyal biyomas karbonun kontrol uygulamasına göre yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Leaungvutivirog ve ark. (2004), yapılan çalışmada, toprağa çiftlik gübresi, kompost, yeşil gübre, suni gübre, ve çeltik samanı uygulamışlardır. Sonuç olarak toprağa kompost, çiftlik gübresi ve çeltik samanı ilavesi ile kimyasal gübre ilavesinin etkilerini karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda; organik gübre uygulamasının, organik madde miktarını kimyasal gübre uygulamasından daha fazla artırdığını tayin etmişlerdir.

Özenç ve ark. (2005), kompostlanmış fındık zurufunun bazı kimyasal toprak özellikleri ve toprak humik asiti üzerine etkilerini belirlemek amacıyla ele aldıkları bu araştırmada, kompost uygulamasının toprak organik madde içeriğini 3 yıl süresince % 3.18'den % 3.89'e kadar artırdığını ve kompost uygulamadan önce 5.37 olan toprak pH'sının, uygulamadan sonra 5.61'e yükseldiğini tespit edilmişlerdir.

Ferreras ve ark. (2006), bazı organik materyallerin toprak organik madde içeriği ve agregat stabilitesine etkisini araştırdıkları bu çalışmada, katı evsel atıkları, tavşan, at gübresi karışımını 10 mg ha^{-1}, tavuk gübresini 20 mg ha^{-1} olarak uygulanmışlardır. Çalışma sonucunda; stabil toprak agregatları 20 mg ha^{-1} dozunda her materyal uygulamasında önemli bir farkla ($P<0.05$) yüksek çıkmıştır.

Marinari ve ark. (2006), İtalya'da biri organik, diğeri geleneksel tarım yöntemleriyle yönetilen iki farklı arazide, bu iki tarım sisteminin toprak kalite indikatörlerine etkilerini belirlemek maksadıyla yürüttükleri çalışmalarında; toprak kalite indikatörleri olarak seçilen kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri 5-20 cm ve 20-35 cm toprak derinliğinde olmak üzere ölçüm yaparak, organik yönetim altındaki arazinin önemli derecede daha iyi toprak besin içeriği ve mikrobiyolojik ortamına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, artan miktarlarda toplam azot, nitrat, yarayışlı fosfor, mikrobiyal biyokütle içeriği, enzim aktivitesi (asit fosfataz, proteaz ve dehidrogenaz) ve toplam organik karbon teyit etmişlerdir.

Özenç ve ark. (2006a), fındık zurufu kompostu, turba, çiftlik gübresi ve tavuk gübresini fındık bitkisine 0, 25, 50, 100, 150 ve 200 kg ocak^{-1} düzeyinde uygulamak suretiyle gerçekleştirdikleri bu çalışmada; 3 yıl boyunca toprak pH'sı, yarayışlı fosfor içeriği ve toprağın katyon değişim kapasitesindeki (KDK) değişimi gözlemlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; tavuk ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprak pH'sı ve yarayışlı fosfor içeriği üzerinde toprakta en fazla etkili, zuruf kompostu ve turba materyallerinin ise bu özellikler üzerinde en az etkili uygulamalar olduğu belirtmişlerdir.

Özenç ve ark. (2006b), fındık yetiştirilen yerlerin toprak özellikleri, verim ve kalitesi üzerine fındık zurufu kompostu, çiftlik gübresi, turba, tavuk gübresinin etkilerini araştırdıkları bu çalışma neticesinde; kimyasal ve fiziksel toprak özellikleri üzerine organik madde uygulamasının etkilerinin ilk yıl ikinci yıldan daha net görüldüğünü, tavuk gübresi ve çiftlik gübresinin temelde toprağın kimyasal özelliklerini etkilerken, fındık zurufu kompostu ve turbanın genellikle toprağın fiziksel özelliklerini daha fazla etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Chivenge ve ark. (2011), farklı kalitede organik kaynaklar ve azotlu gübreler ile agragat dinamikleri, toprak organik karbonu ve toprak azotu arasındaki ilişkileri araştırdıkları bu çalışmada; Tithonia diversifolia (yüksek kalite), Calliandra calothyrsus (orta kalite) ve Zea mays (mısır; düşük kalite) türlerine kontrol uygulamasına göre 4 Mg ha^{-1} olacak şekilde C uygulamışlardır. Her bitkiye 120 kg N ha^{-1} olacak şekilde $(NH_2)2CO$ uygulanmış ya da hiç gübre uygulanmamıştır (kontrol). Toprak örneklerini 1. 2. 5. ve 8. aylarda almışlardır. Çalışmada 4 farklı agregat boyutu fraksiyonunda ve toprakların tamamında azot ve organik karbon analizleri yapılmışlardır. Çalışma sonucunda; toprağa organik materyal eklenmesinin kontrole göre ve yalnız azot gübrelemesine göre toprak kümeleşmesi, toprak organik karbonunun tamamını ve toprak azotunu artırdığını, farklı kalitede organik kaynaklar arasında toprak organik karbon ve azot içeriği bakımından farklılık olmadığını tayin etmişlerdir.

Wei ve ark. (2011), çeltik arazisinde, uzun dönem gübre denemesine dayalı agregat boyutundaki fraksiyon üzerinde suya dayanıklı agregatların büyüklük dağılımı ve toprak karbon, azot ve fosfor derişimini araştırdıkları bu çalışma neticesinde; en büyük suya karşı dayanıklı agregatların (>5 mm) en fazla oranda (% 38.3), en küçük suya karşı dayanıklı agregatların (<0.25 mm) ikinci sırada (% 23.3) bulunduğunu bildirmişlerdir. Yine organik materyal uygulamasının suya dayanıklı agregatların ortalama ağırlık çapında artışa neden olduğu ve suya dayanıklı büyük agregatların (>2 mm) oranını artırdığı ve suya dayanıklı küçük agregatların (<1 mm) oranını azalttığı tespit etmişlerdir.

Mahmoud ve ark. (2012), zeytin katı atığının 5-15 yıl boyunca toprak agregat stabilitesini artırdığını belirtmişlerdir.

Namazov ve Babayev, (2013), Geleneksel tarımdan organik tarıma geçiş yapan bir arazide 3 yıl süre ile yürüttükleri bu çalışmada, 8 farklı uygulama (1. kontrol, 2. konvansiyonel, 3. sığır gübresi, 20 t ha^{-1}; 4. Sığır gübresi, 30 t ha^{-1}; 5. çiftlik gübresi, 10 t ha^{-1}; 6. çiftlik gübresi 15 t ha^{-1}; 7. humus 3 t ha^{-1}; 8. humus 5 t ha^{-1}) seçmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; organik gübre uygulaması ile toprakta yüksek kalite elde etmenin ve rantabl üretim yapmanın mümkün olduğu belirlenmiştir.

Yan-jun ve ark. (2014), farklı gübre uygulamalarının toprak organik karbonu ve suya karşı dayanıklı agregatlara etkisini 23 yıl süresince araştırdıkları bu araştırma sonucunda; toprakta organik karbon derişimi ve suya karşı dayanıklı agregatlar da organik karbon konsantrasyonu kontrole göre artmıştır. Toprak organik karbon kazanımı ve organik karbon girdisi arasında pozitif korelasyon ($r=0.92$, $P<0.05$) bulunmuştur. <2 mm boyutundaki suya dayanıklı agregatlardaki organik karbon miktarı organik karbon girdisi ile artış göstermiştir. < 0.053 mm boyutlu suya dayanıklı agregat fraksiyonunun 0.25-2 mm boyutundaki suya dayanıklı agregat fraksiyonlarından 1.2 kat ve 0.053-0.25 mm aralığındaki suya dayanıklı agregat fraksiyonlarından ise 2.6 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Mondal ve ark. (2015), Hindistan Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde belediye kanalizasyon atığının börülce-buğday ekim sisteminde kumlu tınlı bir toprağın fiziksel kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine kısa dönem etkisini araştırmışlardır. Çalışmada toprağa % 100 NPK (azot, fosfor, potasyum) ve 5, 10, 15 t ha^{-1} kanalizasyon atığı uygulamışlardır. Çalışma sonucunda; yüzey toprağında hacim ağırlığı(g cm^{-1}) yaklaşık % 21 civarında azalmış, ortalama ağırlık çap, porozite, dehidrogenaz aktivitesi ve mikrobiyal biyomas karbon miktarı artmıştır. Organik karbon ile agregatlar, mikroagregatlara (<0.25 mm) göre makroagregatlar ile (>0.25 mm) daha fazla birleşmiştir. Kanalizasyon atığında 15 t ha^{-1} uygulamasının, üst 15 cm'lik yüzey toprağında en belirgin etkiyi ürettiğini belirtmişlerdir.

Pan ve ark. (2015), buğday-mısır rotasyonunda her mevsim bitkiye saman atığı (SA), biyogaz atığı (BA), şarap atığı (ŞA), mantar atığı (MA), domuz gübresi (DG), mineral gübre (MG) ve kontrol uygulaması yaptıkları bu çalışmalarında; organik materyalleri karbona eşit değerde ve 150 kg ha^{-1} N, 26 kg ha^{-1} P ve 124 kg ha^{-1} K oranında mineral gübreler ile karıştırmışlardır. Toprakta organik karbon, azot, suya karşı dayanıklı agregatlar ve agregatlarla birleşen organik karbon ve azot miktarını araştırdıkları bu çalışma sonucunda; toprağa organik materyal olarak eklemesinin toprak kümeleşmesini artırdığı tespit etmişlerdir. Yine toprak makroagregat oranının % 14, mikroagregat oranının % 3 ve ortalama ağırlıklı çapın yaklaşık % 20 civarında arttığı ve toprak organik karbonunun sırasıyla en fazla DG > ŞA > MA > BA >SA > kontrol >MG ve en yüksek azot içeriğinin ise ŞA > DG > MA > BA > SA > MG >kontrol uygulamalarında bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Saygan Ayaydın ve Aydemir, (2016), yaptıkları çalışmada, Antepfıstığı dış kabuğu biyokömürü (FDKB) uygulamalarının, toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla, Harran Ovası İkizce serisi toprağı ve FDKB kullanılarak 180 günlük bir inkübasyon çalışması kurulmuştur. Bu kapsamda, biyokömür materyalleri % 0 % 0.2 % 0.4 % 0.6 % 1.2 ve %2.4 doz oranında olmak üzere toprak örneği ile homojen bir şekilde karıştırılmış ve tarla kapasitesinin % 65'i düzeyinde sulama yapılmıştır. İnkübasyon süresince toprak numuneleri 15, 60, 120 ve 180. günlerde yapılmıştır. Toprağın pH'sı, toplam azot (TN), organik madde

(OM), toplam karbon (TC), değişebilir katyon (DK), yarayışlı fosfor (P), katyon değişim kapasitesi (KDK), ve çözünebilir katyonların (ÇK) değerleri belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre; Toprak pH 'sı 7.9, TN % 0.29-1.47 OM % 0.92-2.43, TC % 12.5541.87, DK+ 0.63-1.63 cmol kg^{-1}, P 2.73-13.47 mg kg^{-1}, KDK 31-42 cmol kg^{-1}, ÇCa^{+2} 3.72-27.23 me l^{-1}, ÇK^{+} 0.45-1.53 me l^{-1}, ÇMg^{+2} 0.39-2.62 me l^{-1}, ÇNa^{+} 0.84-11.61 me l^{-1}, DCa^{+2} 27.87-37.74 c mol kg^{-1}, DMg^{+2} 0.99-1.89 c mol kg^{-1}, DNa 0-0.02 c mol kg^{-1} değerleri arasında değiştiği Harran Ovası kireçli killi toprak özellikleri üzerine antepfıstığı dış kabuğu ana materyalleri olan biyokömür toprağın bazı kimyasal özelliklerine olan etkisini teyit edilmişlerdir.

Sümer ve ark. (2016), Türkiye'de tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyeli teorik olarak belirlenmiş. Toplam biyokömür potansiyelinin %77'sini hayvansal atıklar, %0.6'sını tarla tarımı atıklarını ve %22.5'ini ise bahçe ve bağ budama atıklarını oluşturulmuş ve ülkemiz koşulları için biyokömüre dönüştürülme olanaklarını değerlendirilmiş ve geleceğe yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

Erdem ve ark. (2017), Biyokömür ilavesinin toprakta nitrat ve amonyum yıkanmasına etkilerini orta bünyeye sahip bir toprağa farklı dozlarda ilave edilen domates hasat atıklarını elde ederek 500 °C'de yavaş piroliz edilmesi ile hazırlanmış biyokömür materyallerinin, nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) yıkanmalarına etkilerini araştırmışlar.

2.1. Biyokömürün Toprak Üzerinde Amenajmanın Önemi

Biyokömür, özelliklerini iyileştirmek için toprağa kasıtlı olarak uygulanan termal olarak ayrışan biyokütle bir materyaldir (Lehmann ve Joseph, 2009). Biyokömür, kömürle büyük oranda ilişkilidir, ancak ikincisi yakıttır ve bir toprak iyileştirmesi değildir. Biyokömür ve odun kömürü için üretim yöntemleri aynı şekilde, birincisi, temiz, yenilenebilir enerji üretimi ve biyokömürü bir çözüm üretmek için tasarlanmış teknolojik olarak gelişmiş süreçleri kapsar (Bridgwater, 2006).

Verheijen ve ark. (2010)'ına göre vertisol (killi) topraklarında, biyokömürün karbonu sımsıkı tutmak ve toprak üretim fonksiyonunu (örneğin, mahsul verimi) korumak veya iyileştirmenin yanı sıra toprakların düzenleme işlevi ve yaşam alanı fonksiyonunu iyileştirmek için toprağa uygulanması fikrine yol açmıştır. Biyokömürün farklı uygulama hızlarının topraklara etkisini göstermek için kontrollü deneyler yapılmıştır. Biyokömür yükleme kapasitesi toprak türleri arasında değişip değişmediğini ve topraktaki yetiştirilen ekin çeşidinden etkilenip etkilenmediğini belirlemek önemlidir. Toprağa farklı toprak işlevleri üzerinde olumsuz etki yapmadan depolanabilecek olan biyokömür miktarını en üst düzeye çıkarmak için, bölgeye özgü farklı çevre ve iklim koşullarına maruz kalan farklı toprakların biyochar yükleme kapasitesi, farklı biyokömür türleri için etkisini göstermiştir. Biyokömürün, karakteristikleri yanı sıra biyolojik toprağın fiziksel ve kimyasal karakterlerin toprak fonksiyonları üzerindeki etkilerini belirler. Biyokömür toprağın özelliklerini, süreçlerini ve işleyişini iyileştirmek için veya en azından olumsuz etkilerden kaçınmanın bir aracı olarak yapabileceği katkıyı iyi anlamak, büyük oranda biyokömür etkileşimlerinin kapsamını ve tüm etkilerini ve toprak sistemi içindeki zaman değişimleri bilmeye dayanır.

2.2. Biyokömür'ün Toprağa Olan Etkisi

Biyokömürün toprağa uygulanması, özellikle iki küresel önemi olan konular iklim değişikliği ve sürdürülebilir toprak yönetimi için (Chan ve ark., 2007) potansiyel olarak önemlidir. Çünkü iki temel özelliği CO_2'yi sadeleştirmekte ve toprak özelliklerini iyileştirmektedir. Bu işlevlerin her ikisinin de gerçekleştirilmesinin yanı sıra, muhtemelen biyolojik karbonun sadece bir kez ya da ara sıra araziye uygulanması gerektiği düşünülmektedir, zira esas olarak CO_2'ye kolayca indirgenmeyen kararlı aromatik organik karbon formlarından oluşur. Biyokömürün kimyasal ve mikrobik bozulmaya karşı direnci, yüzyıllar boyunca çevrede kalma potansiyeline sahip olduğu anlamına gelir (Glaser ve ark., 2001). Biyokömürün en önemli özelliği, çok yüksek oranda gözenekli yapı olması ve bunun toprak su tutma kabiliyetini geliştirme potansiyelinin nedeni olduğu düşünülmektedir.

Biyokömürün fiziksel özellikleri, toprak gözenek boyutu dağılımı, su tutma oranı, sızdırma paternleri ve akış yollarını değiştirme potansiyeline sahip olduğunu önermektedir (Major ve ark., 2009).

Biyokömür, kök büyümesinin yanı sıra suyun ve çözünebilir besin maddelerinin toplanması ve tutulmasının yanı sıra, fiziksel özelliklerin iyileştirilmesiyle toprak kimyasal ya da fiziksel özelliklerinde iyileştirmeler yoluyla bitki üretimini artırabilir (Sohi ve ark., 2009).

Biyokömür toprağa uygulandığında, doku, yapı, gözeneklilik, yüzey alanı ve gözenek büyüklüğü dağılımı gibi toprak fiziksel özelliklerini etkileyebilir. Bu değişiklikler daha sonra bitki gelişimine etki edecek, çünkü köklerin derinliği ve kök bölgesi içindeki hava ve suyun mevcudiyeti büyük oranda toprak fiziksel özellikleri ile belirlenmektedir (Downie ve ark., 2009). Biyokömür, tarım topraklarında toprak su tutma kapasitesini artırabiliyorsa, sulama sıklığını veya hacmini azaltmak mümkün olabilir. Bununla birlikte, su tutma oranının artması biyokömür, kaba dokulu topraklarda, çok sayıda makro gözenekli topraklarda veya büyük miktarda biyokömür uygulandığında ortaya çıkabilir (Verheijen ve ark., 2009).

2.3. Biyokömür'ün Toprak Kalitesi Üzerine Etkisi

Toprak kalitesi "toprağın doğal veya yönetilen ekosistem içerisinde bitkisel ve hayvansal üretimi sürdürebilme, su ve hava kalitesini artırabilme ve insan sağlığına uygun bir yaşam ortamını oluşturma fonksiyonlarının tamamını sağlayabilme kapasitesi" olarak tanımlanmıştır (Karlen ve ark., 1997). Tanımdan da anlaşıldığı gibi, toprak kalitesi sadece verimlilikle ilgilenmez, üretim, devamlılık ve çevrenin korunması arasında denge oluşturmayı hedefler (Haberern, 1992; Karlen ve ark., 2003). Toprak kalitesinin, rantabl tarımın önemli bir faktörü olduğu kabul edilmiştir (Warkentin, 1995).

Rantabl tarımsal bir faaliyet prodüktivitesi yüksek bir toprak ile ayrılmaz bir bütündür. Toprak kalitesini anlamak demek, mevcut optimal fonksiyonları ile

gelecekteki kullanımları için bozulmasını önlemede toprağı okumak ve yönetmek demektir (Doran ve ark., 1996)

Toprak kalitesinin yorumlanmasında minimum veri seti olarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerden fayda sağlanır. İşleme ve ürün alınması topraktaki organik maddenin azalmasına sebep olmaktadır. Tarımda sürdürülebilirlik ve toprak kalitesi birbiriyle ilişkilidir. Bu nedenle sürdürülebilir tarım ve toprak kalitesi için toprak organik maddesinin fonksiyonları da çok önemlidir (Lal ve Kimble, 1997). Düzenli olarak gübre ilavesi toprak organik maddesi üzerine büyük etki yapmaktadır (Khaleel ve ark., 1981).

Toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile bir bütün olup ve toprak davranışına tüm bu özellikler, değişik seviyelerde etki eder ve bir bütün olarak toprak kalitesini belirler. Son 20 yıla kadar toprak kalitesini belirlemek için toprağın sahip olduğu bireysel fiziksel ve kimyasal özellikler kullanılmakta idi. Ancak fiziksel ve kimyasal özellikler toprak kalitesini yansıtmada tek başına her zaman sağlıklı veriler vermemektedir ve toprak biyolojik özelliklerinin bulunmadığı değerlendirme sistemleri eksik kalmaktadır. Zira toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bazıları arazi kullanımı, ağır metal kirliliği, amenajman pratikleri gibi çeşitli faktörler tarafından çok az etkilenmekte veya etkilenmemektedir. Örneğin derin, orta bünyeli düz, iyi drenajlı ve tuzsuz bir toprak klasik değerlendirme sistemlerinde I. sınıf bir arazi olarak değerlendirilmektedir. Hâlbuki bu toprakta bitkisel üretimi kısıtlayan ağır metal kirliliği gibi faktörlerin bulunması toprak kalitesini düşürücü bir faktördür ve sadece fiziksel ve kimyasal özelliklerin kullanıldığı değerlendirme sistemlerinde toprak kalitesi sağlıklı bir şekilde ortaya çıkarılamamaktadır. Biyokimyasal toprak özellikleri çeşitli şekillerde toprak kalitesini değerlendirmek için son yıllarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak biyokimyasal özellikler hala etkili bir teşhis aracı olarak kullanılamamakta, genel kullanımlar için geçerli değerler ortaya koyamamaktadır. Zira çok farklı metodolojik yaklaşımların bulunması, kabul edilmiş standart analiz metotlarının bulunmaması, örnek toplamada, depolamada, analiz öncesi işlemlerde ve enzim aktivitesini etkileyen sıcaklık, subsrat konsantrasyonu, inkübasyon zamanı gibi kritik işlemlerde standart bir protokolün bulunmaması, farklı

kişilerin farklı zamanlarda elde ettiği verilerin karşılaştırılmasında güçlükler doğurmaktadır. Dahası biyokimyasal özellikler mevsimsel ve yerel olarak büyük oranda değişikler göstermekte, bu da karşılaştırmalar için referans değerlerin ortaya konmasına imkan vermemektedir.

Bu metodolojik problemler ve toprak sisteminin kompleksliliği, bir veya iki biyokimyasal özelliğin kullanılarak ya da basit indeksler ile toprak kalitesinin tahmininde sağlıklı bilgiler vermemektedir. Kompleks indeksler bu konuda daha sağlıklı görünmektedir. Ancak bilim adamları belirli toprak özelliklerinin davranışları ve birbirleriyle ilişkileri ve ayrıca bozulmuş ve kullanılmamış toprakların fonksiyonlarındaki rolleri üzerinde daha çok araştırma yapmalı, yeterli veri tabanı kurulmalı, üniversal standart metotlar ve referans değerler oluşturulmalıdır. Oluşturulan biyokimyasal kalite parametreleri toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri ile kombine edildiğinde toprak kalitesi daha sağlıklı ve doğru bir şekilde ortaya konabilecektir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Biyokömür üretilmesinde kullanılan materyaller

Bu çalışmada kullanılan fıstık dış kabuğu, pamuk sapı ve mısır koçanı gibi farklı materyaller aracılığıyla az oksijenli veya oksijensiz ortamda (250-300 °C) karbonizasyon yöntemiyle biyokömür elde edilmiştir. Elde edilen bu biyokömür materyalleri farklı dozlarda (%0, %0.2 ve %0.4) parsel bazında toprağa homojen olarak uygulanmıştır (Saygan Ayaydın, 2016).



Şekil 3.1. Organik ham materyal ve biyokömür görünümleri (Saygan Ayaydın, 2016)

Çalışma alanında öncelikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Şanlıurfa ilinin tarım üretiminde fıstık, pamuk ve mısır ürün yetiştiricilikte ön planda olup, bu

ürünlerinin fabrika işlevlerinden sonra geri kalan bitkisel atıklar pamuk sapı, fıstık dış kabuğu ve mısır koçanından geri dönüşümü sağlayarak toprağa biyokömür materyali olarak uygulanmıştır. Elde edilen biyokömür ana materyallerinin hem toprağın canlılığını hem de çiftçi cebinden tasarruf sağlanmış olarak hedeflenmektedir.

3.1.2. Parsel bazında deneme alanlarının toprak özellikleri

Araştırma alanı olarak seçilen bölge kurak ve yarı kurak bir iklim özelliğine sahip olup, İkizce Serisi etek arazilerinin koluviyal bir yapıya sahip olan ana materyali, sığ olmayan düz ve düze yakın eğimli ve kalsiyum karbonat değeri yüksek olan topraklardan oluşmaktadır. Araştırma deneme arazisindeki parsellere, biyokömür materyalleri uygulanmadan önce alınan toprak örneklerinde, bazı fiziksel ve kimyasal toprak özeliklerini aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Deneme kurulmadan önce alandan alınan farklı toprak örnekleri laboratuvara getirilerek, Toprak reaksiyonu (pH), Elektriksel iletkenlik (EC) (dSm^{-1}), Kireç kapsamı ($CaCO_3$) (%), Organik madde (%) , % kil, % silt, % kum, tekstür sınıfı, Hacim ağırlığı, (g/cm^{-3}), Agragat stabilitesi (%), Tarla kapasitesi (%), Daimi solma noktası (%) ve Hidrolik iletkenlik (cm/saat) analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları aşağıda Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme kurulmadan alana ait bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri (Altun, 2017)

Toprak Özelliği	Değeri	Toprak Özelliği	Değeri
Toprak reaksiyonu (pH)	7,38	Organik madde (%)	1.14
Elektriksel iletkenlik (dSm^{-1})	0.54	Hacim ağırlığı (g/cm^3)	1.24
Kireç kapsamı(% $CaCO_3$)	24	Agragat stabilitesi (%)	0.47
%kil	59.2	Tarla kapasitesi (%)	23.08
%silt	23.3	Daimi solma noktası (%)	21.05
% kum	17.5	Biyoyarayışlı su	2.03
Tekstür sınıfı	Kil (C)	Hidrolik iletkenlik (cm/saat)	3.33

Deneme kurulmadan önce alandan alınan toprak örneklerinde, Toprak reaksiyonu (pH) nötr, Elektriksel iletkenlik 0.54 (dSm^{-1}), Kireç kapsamı ($CaCO_3$) % 24, Organik madde % 1.14, tekstür sınıfı killi, Hacim ağırlığı 1.24 g/cm^3, Agragat stabilitesi % 0.47, Tarla kapasitesi % 23.08, Daimi solma noktası % 21.05 ve Hidrolik iletkenlik 3.33 cm/saat olarak bulunmuştur (Altun, 2017).

3.1.3. Çalışmada kullanılan biochar (biyokömür) hammaddesinin hazırlanması

Biyokömürün üretimi çeşitli yolardan elde edilir**.** Araştırmada farklı materyaller kullanarak fıstığın dış kabuğu, mısır koçanı ve pamuk sapından piroliz yöntemi ile biyokömür elde edilmiştir. Bu da mevcut biyokütlenin (bitkiler veya hayvansal atıkların) moleküllerinin çok yüksek ısıda (250 ºC – 300 ºC), oksijensiz veya az oksijenli olarak termo-kimyasal şekilde ayrıştırılması veya çözülmesi yöntemidir. Endüstride atıklardan çeşitli gaz, sıvı veya katı ürünler elde etmek için kullanılmaktadır. Ekolojik çiftliklerde ise farklı malzeme ve büyüklüklerde sobalarla gerçekleştirilmektedir (Saygan Ayaydın, 2016).

Karbonizasyon yöntemi ile farklı materyallerin sonucunda elde edilmiş olan biyokömür materyalleri 2 mm'lik elekten geçirilerek kurulan saha denemesinde belirlenen farklı dozlarda ve belirlenen parsellere uygulanmıştır.

3.1.4. Saha denemesinin kurulması

Bu araştırmada kurulmuş olan deneme sahasında 2013-2014 yılları arasında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eyyübiye kampüsü araştırma uygulama alanında

kurulan 54 parselden oluşmaktadır**.** Araştırmada 3 farklı biyokömür materyali ve bu materyallere ait her bir parsele farklı dozlarda (% 0, % 0,2 ve % 0,4) biyokömür uygulanmıştır. Parselde deneme alanında mısır bitkisi yetiştirilmiştir (Saygan Ayaydın, 2016).

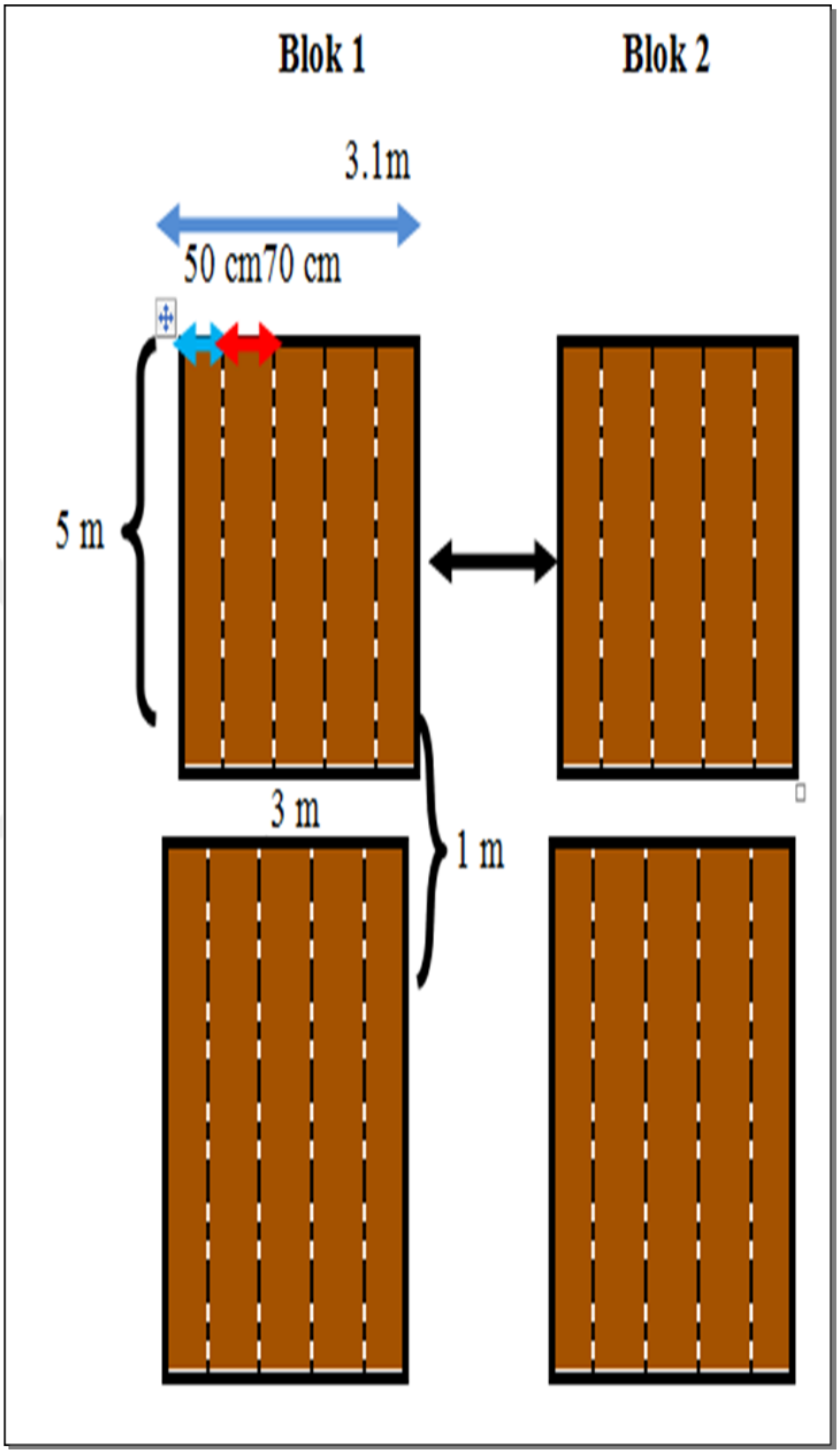
Kurulan deneme parsellerinde her bir parselin uzunluğu 5 metre, her parselde 4 sıra ve her sıra arası 70 cm olarak hesaplanmıştır. Her parsel ile kenar parselleri arasında 50 cm' lik mesafe bırakılmıştır. Bu şekilde her bir parsel 5 m x 3.1 m= 15,5 m^2'lik bir alana sahiptir (Saygan Ayaydın, 2016).

Saha denemesinin parsel bazında yaklaşık olarak tasarımı şu şekilde dizayn edilmiştir. 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 saptanmış olup toplamda 54 parselden oluşmaktadır. Deneme tesadüf bloklarına göre, bölünen, bölünmüş parseller deneme desenine göre tatbik edilmiştir. Deneme deseniyle ilgili ayrıntılı bilgi Şekil 3.2.'de verilmiştir. Şekil 3.2.'de biyokömür materyalleri ve dozları gösterilmiştir. Araştırma, denemede kullandığımız biyokömür ve dozları %0, % 0,2 ve % 0,4 olarak belirlenmiştir. Tarla denemesinde belirlenen dozlardaki biyokömür hazırlanan parsellere serpme olarak homojen bir şekilde toprağa karıştırılmış ve 0-15 cm derinlik geçilmeyecek şekilde mısır tohumu ekilmiştir. Haziran ayının sonunda mısır tohumları hazırlanan parsellere 4'er sıra şeklinde parsellere mibzer aracılığıyla mısır tohumu ekilmiştir (Saygan Ayaydın, 2016).

Mısır bitkisi için denemede NPK uygulamaları olarak azot N (azotlu gübre (25kg/da amonyum nitrat uygulandı) şeklinde deneme deseni Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir. 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 sülfat) ile 8 kg/da P_2O_5 (TSP) ekimden önce tüm parsellere uygulanmıştır (Saygan Ayaydın, 2016).

Çalışmada sulama zamanı; daha önce bu alanda mısır bitkisi ile yapılan çalışmalardaki uygulama ile alanda klimatik parametrelere (sıcaklık ve buharlaşma)

bağlı kalarak ortalama 5 gün olan sulama zamanına göre belirlenmiştir. Mısır bitkisi tarla kapasitesinde ortalama 5 günlük sulama aralığında 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 uygulanmıştır. Çalışma boyunca sulama suyu 100 kPa basınç ile damlama sulama metodu ile verilmişti (Saygan Ayaydın, 2016).



Şekil 3.2. Denemenin parselasyon ölçüleri (Saygan Ayaydın, 2016)

Çizelge 3.2. Tarla denemesinin %65 sulama oranına göre dizaynı ve uygulaması (Altun, 2017)

Sulama oranı, Tarla kapasitesi (~%65)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
BK_{p0}	$BK_{m0,2}$	$BK_{f0,4}$	$BK_{p0.4}$	BK_{f0}	$BK_{m0.4}$	$BK_{f0.2}$	$BK_{p0,2}$	BK_{m0}

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$BK_{f0.4}$	BK_{m0}	$BK_{f0,2}$	$BK_{p0,4}$	$BK_{m0,4}$	$BK_{p0.2}$	BK_{f0}	BK_{p0}	$BK_{m0,2}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$BK_{p0.4}$	$BK_{m0,4}$	BK_{p0}	BK_{m0}	BK_{f0}	$BK_{m0,2}$	$BK_{f0.4}$	$BK_{p0.2}$	$BK_{f0,2}$

3.2. Yöntem

2013-2014 yıllar arasında Ebru PINAR SAYGAN AYAYDIN tarafından Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eyyübiye Kampüsü Araştırma Uygulama Alanında kurulmuş olan Doktora Çalışması 54 parselden oluşmaktadır**.** Yapılan araştırmada 3 farklı biyokömür materyali ve bu materyallere ait her bir parsele farklı dozlarda (% 0, % 0,2 ve % 0,4) biyokömür uygulanmıştır. Çalışmamızda %65 oranında sulama yapılan 27 parselinde toprak kalitesini tespit etmek için bozulmuş ve bozulmamış örnekleme yapılmıştır.

3.2.1. Toprak numunelerinde yapılan analizler ve uygulama metotları

Tarla denemesinde 0-30 cm derinlikte alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak numunelerini normal şartlarda hava kuru hale gelinceye dek güneşi görmeyen temiz bir zemine serilmesi ve içlerinde kaba bitkisel atıklar ve çakıl taşları temizlendikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilip etiket numarasına göre toprak saklama kaplarına konularak böylece topraklar analizlere hazırlanmış olur.

3.2.2. Toprak reaksiyonu (pH)

2 mm (10 mesh)'lik elekten elenmiş hava kuru topraktan 100 g toprak alınarak dereceli büretle toprak taneciklerinin arasındaki hava boşlukları tamamını suyla sature hale getirilmiştir. Yapılan bu saturasyon çamuru bir gece (24 saat) laboratuvar koşullarında bekletildi. Ertesi gün vakumlama sistemiyle süzük alındı. Alınan süzükten cam elektrotlu pH-metre cihazıyla toprak reaksiyonun (pH) ölçümü yapılmıştır (Black, 1965).



Şekil 3.3. Vakumlama aletinde alınan toprağın pH süzükleri

3.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC)

2 mm (10 mesh)'lik elekten elenmiş hava kuru topraktan 100 g toprak alınarak dereceli büretle toprak taneciklerinin arasındaki hava boşlukları tamamını saf suyla sature hale getirilmiştir. Yapılan bu saturasyon çamuru bir gece (24 saat) laboratuvar koşullarında bekletildi. Ertesi gün vakumlama sistemiyle süzük alındı. Alınan süzükten cam elektrotlu EC-metre cihazıyla toprağın elektriksel iletkenliği (EC) ölçümü yapılmıştır (Black, 1965).



Şekil 3.4. Toprağın EC (dSm^{-1}) süzük okumaları

3.2.4. Organik madde

Havada kurutulmuş ve 0.5 mm (35 mesh)'lik elekten elenmiş 0.5 g toprak örneği geniş ağızlı ve 500 ml kapasiteli Erlenmayere konulur. Üzerine 10 ml 1 N Potasyum Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) çözeltisi eklendi. Toprak ile çözeltinin iyice karışması için Erlenmayer hafif hafif karıştırıldı. Daha sonra Erlenmayerdeki süspansiyona 20 ml sülfürik asit (H_2SO_4) eklendi. Toprak ile iyi bir karışım sağlanabilmesi için zaman yitirilmeden Erlenmayer önce yavaş yavaş sonra hızlı bir şekilde karıştırıldı. Asbest tabaka üzerinde 30 dakika beklendikten sonra soğutmaya bırakılır. Soğuduktan sonra üzerine 200 ml saf su eklenerek ve iyice karıştırıldı. Soğuduktan sonra 11-12 damla Baryum difenilamin sülfonat (indikatör) eklendi ve demir sülfat heptahidrat ($Fe_2SO_4.7H_2O$) çözeltisi ile titre edildi. Harcanan demir sülfat heptahidrat ($Fe_2SO_4.7H_2O$) not edildi (Kacar, 2012).



Şekil 3.5. Organik madde tayini

3.2.5. Kireç ($CaCO_3$)

Kurak ve yarı kurak yöre topraklarında göreceli olarak fazlaca bulunan kireç, çoğunlukla kalsit ($CaCO_3$) ya da dolomit ($CaCO_3.MgCO_3$) şeklindedir. 2 mm'lik (10 mesh) elekten elenmiş hava kuru topraktan 0.5 g toprak numunesi kavanoz şeklindeki bir şişeye kondu. Asit ve toprak arasında derhal reaksiyona girmekten kaçınmak için, 5 ml seyreltilmiş HC1 jakuzili şişedeki küçük plastik bir kap içine konulur, şişe daha sonra karbondioksit içine yerleştirilir ve sistem kapatılır. Toprak numunesi ve asidin çalkalanarak reaksiyona girmesine izin verildi. Gaz salınımı duruncaya kadar çalkalamaya devam edilmiştir. Gaz çıkışı sona erdikten sonra, kalsimetrede salınan CO_2 gaz hacmi not edilmiştir (Vt). Bunun için çevrenin basınç ve sıcaklık değerleri sırasıyla barometre ve termometre kullanılarak ölçülmüş ve bu

değerler kaydedilmiştir. Gerçek gaz hacmi (VO, 0 ° C ve 760 mmHg) Boyle-Mariotto formülü kullanılarak hesaplandı (Denklem 3.1) (Gülçur, 1974).

$$V^0 = \frac{Vt\,.\,(b-e).273}{760\,.(273+t)} \qquad (3.1)$$

V_0= Normal şartlarda dönüştürülen gaz hacmi (cm³).

Vt = Kalsimetre üzerinde okunan gaz hacmi (cm³),

b = Geri kazanılan Barometre basıncı (mm / Hg), e = Su buharı basıncı (mm / Hg)

t = Sıcaklık (ºC)

A = Toprak Örnek ağırlığı (g)



Şekil 3. 6. Scheibler kalsimetresinde kireç okuması

3.2.6. Tekstür (Bünye)

2 mm'lik elekten elenmiş fırın kuru topraktan 400 ml'lik tekstür kaplarına 50 g toprak tartıldı. Üzerine hazırlanan %10'luk sodyum hexametafosfat $(NaPO_3)_6$ çözeltisinden 10 ml toprağın üstüne eklenip ardından 150 ml de saf su eklenerek toprağı cam bagetle karıştırıldı ve bir gece (24 saat) laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Ertesi gün mikserde 10-15 dakika karıştırıldı. Karıştırılan toprak Bouyoucos silindirine boşaltarak hidrometre içerisinde iken hacmi 1130 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır. Pirinç karıştırma çubuğuyla homojenliği sağlamak için 20 defa aşağı-yukarı karıştırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra sıcaklık (°C) baz alarak 40. sn ve 2.saat hidrometre okuması yapılmıştır (Bouyoucos, 1951).



Şekil 3. 7. Toprakta tekstür (bünye) analizi

3.2.7. Agregat stabilitesi

Suya dayanıklı agregatlar için yapılan bir analiz olup iki farklı aşamadan yapılır. Aynı toprak örneğinden ilki saf su diğeri ise sodyum polifosfat ($NaPO_3$) ile tepkimeye girilir. İlki, 2 mm'lik elekten elenmiş hava kuru topraktan 4 g tartılmıştır. Tartılan 4 g toprak 0.25 ml'lik eleklerin içine boşaltarak eleklerin altına 100 cm^3'lük kaplara saf su ile doldurulmuştur. Elekler bir aparat veya el yardımıyla eleğe boşaltılan topraklar düzeltilerek bir püskürtücü yardımıyla ıslatılarak 10-15 dakika bekletilmiştir. Bu şekilde hazırlanan topraklar alet üzerinde bulunan otomatik 3 dakika düğmesini yukarı kaldırılarak toprakların 3 dakika boyunca suyun içinde aşağı yukarı hareket etmesini sağlanmıştır. Zaman sonunda elekler yukarı kaldırılarak silindirlerin içindeki agregatlar 10-15 dakika beklendikten sonra suyu süzülerek kalan agregatlar silindirin içinde 105 °C 'de etüve alınarak yaklaşık 4-5 saat sonra etüvden çıkarılıp tartılmıştır. Kap darasını düşürülerek kalan agregat 1. tartım olarak not edilmiştir.

İkincisi, Hazırlanan sodyum polifosfat ($NaPO_3$) çözeltisinden eleklerin altında bulunan kaplara bu defa 100 ml çözelti eklenerek toprakların altına yerleştirilmiştir. Eleklerin solüsyon içinde 30-40 dakika arası aç- kapa işlemi yapıldı. 40 dakikanın sonunda eleklerin üzerinde sadece kum taneciklerinin kaldığı gözlemlendi. Kalan agregatlar da 105 °C'de 3-4 saat fırında kurutmaya bırakıldı. Daha sonra kap darası düşürülerek elek üstünde kalan agregatların net ağırlıkları 2. tartım olarak kaydedilmiştir (Black, 1965).



Şekil 3.8. Topraktaki agregat stabilite analizi

3.2.8. Hacim ağırlığı

Araziden doğal durumdaki topraklardan bozulmamış örnek alma seti ile toprak örneği çelik silindirle alınmıştır. Çelik silindirlerin her iki tarafından fazla toprağı spatula yardımı ile tıraş edilerek daha sonra 100 cm^3 hacmine sahip olan çelik silindirin içindeki toprağı alüminyum folyo kabına boşaltarak örnekler bir gece (24 saat) 105 °C etüvde kurutularak fırın kuru ağırlıkları tartılmıştır (Demiralay, 1992).



Şekil 3.9. Bozulmamış örnekte toprağın hacim ağırlığı tayini

3.2.9. Bitkiye yarayışlı su

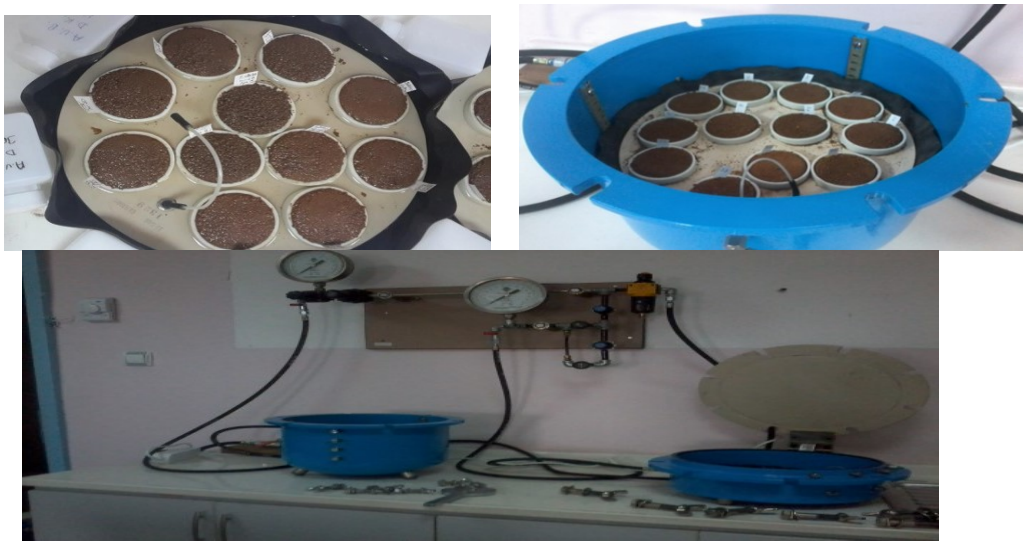
Bitkiler toprakta bulunan her türlü sudan yararlanamamaktadırlar. Bir toprağın bitkilere yarayışlı su miktarı ‘’yarayışlı su kapasitesi ‘’olarak tanımlanmaktadır. Yarayışlı su kapasitesinin alt sınırı devamlı solma yüzdesi ve üst sınırı da tarla kapasitesi olarak kabul edilmektedir. Aynı numuneden hem 1 bar hem de 15 bar için uygulama yapılmıştır (Colman, 1947).

Yarayışlı Su=Tarla Kapasitesi-Daimi Solma Noktası (3.2)

denklemiyle hespaplanır.

3.2.9.1. Tarla kapasitesi

1 bar seramik levha üzerine örnek tutucu lastik halkalar yerleştirilerek içlerine 2 mm'lik elekten elenmiş hava kuru topraktan doldurularak, üzerinden sıkışma yapılmış ve spatula ile üzeri düzeltilir. Toprak numaraları küçük bir kâğıda yazılarak halkalardaki topraklara yerleştirilmiştir. Seramik levha üzerine pisetle numune halkalarının arasına saf su koyulmuştur. Su seramik levhanın kenarlarından taşmayacak ve toprağın suyu tam almasını sağlayacak şekilde verilmiştir. Bir gece (24 saat) bekletilmiştir. Seramik levha üzerinde bulunan fazla suyu pipet veya enjektör yardımıyla alınmıştır. Ertesi gün seramik levha basınçlı tencereye yerleştirilip ince su atık hortumu takılmıştır. Tencerenin kapağı kapatılarak vidaları iyice sıkıştırılmıştır. Kompresör çalıştırılıp yavaş yavaş basınç tatbik edilmiştir. Tencerenin üzerinde bulunan basınç nanometresi 1/3 atmosfer basıncı gösterecek şekilde ayarlanmıştır. Seramik levhanın su atık hortumundan basınç sonrası çıkan su başlangıçta hızlı, zaman ilerledikçe yavaşlar. Toprak bünyesine bağlı olarak (18-48 saat) su çıkışı durduktan sonra kompresörü kapatılarak basınçlı tenceredeki hava boşaltılmıştır. Tenceredeki toprakları çıkartılıp rutubet kaplarına koyarak tartılmıştır. (ıslak toprak+kap darası) daha sonra tartılan örnekler 105 °C'de 1 gece etüvde bekletilmiştir. Ertesi gün tekrar tartılmıştır. (fırın kuru toprak örneği +kap darası) arasındaki fark hesaplanmıştır (Colman, 1947).



Şekil 3. 10. 1/3 atm tarla kapasitesinin tayini

3.2.9.2. Daimi solma noktası

15 bar seramik levha üzerine örnek tutucu lastik halkalar yerleştirilerek içlerine 2 mm'den elenmiş hava kuru topraktan doldurularak, üzerinden sıkışma yapılmış ve spatula ile üzeri düzeltilir. Toprak numaraları küçük bir kâğıda yazılarak halkalardaki topraklara yerleştirilmiştir. Seramik levha üzerine pisetle numune halkalarının arasına saf su koyulmuştur. Su seramik levhanın kenarlarından taşmayacak ve toprağın suyu tam almasını sağlayacak şekilde verilmiştir. Bir gece (24 saat) bekletilmiştir. Seramik levha üzerinde buluna fazla suyu pipet veya enjektör yardımıyla alınmıştır. Ertesi gün seramik levha basınçlı tencereye yerleştirilip ince su atık hortumu takılmıştır. Tencerenin kapağı kapatılarak vidaları iyice sıkıştırılmıştır. Kompresör çalıştırılıp yavaş yavaş basınç tatbik edilmiştir. Tencerenin üzerinde bulunan basınç nanometresi 15 atmosfer basıncı gösterecek şekilde ayarlanmıştır. Seramik levhanın su atık hortumundan basınç sonrası çıkan su başlangıçta hızlı, zaman ilerledikçe yavaşlar. Toprak bünyesine bağlı olarak (18-48 saat) su çıkışı durduktan sonra kompresörü kapatılarak basınçlı tenceredeki hava boşaltılmıştır. Tenceredeki toprakları çıkartılıp rutubet kaplarına koyarak tartılmıştır. (ıslak toprak + kap darası) daha sonra tartılan örnekler 105 °C'de 1 gece etüvde bekletilmiştir. Ertesi gün tekrar tartılmıştır. (fırın kuru toprak örneği +kap darası) arasındaki fark hesaplanmıştır (Colman, 1947).



Şekil 3. 11. 15 atm daimi solma noktası tayini

3.2.10. Hidrolik iletkenlik

Araziden doğal durumdaki topraklardan bozulmamış örnek alma seti ile çelik silindirleri kullanılarak alınan toprak örneklerini laboratuvarda her bir örneğin bir ucu dairesel bir tülbent parçası ile kapatılmıştır. Tülbent lastik bir bant ile silindir gövdesine gergin bir şekilde bağlanmıştır. Örnek bir leğen içerisine yerleştirilir ve leğen örneğin üst seviyeli hizasına kadar su ile doldurulur. 16 saat veya daha uzun bir süre bekletilerek su ile doyurulmasını sağlamıştır.

Boş bir örnek alma silindiri alarak hazır olan toprak numunesinin üzerine geniş bir lastik bant veya su geçirmeyen bir bant ile bağlanmıştır. Bu şekil yapmamızdaki amaç sature hale gelen toprakların dağılmaması içindir. Sırasıyla sabit seviyeli su deposuna tabi tutularak birim zamanında (t) infiltre olan suyun (Q) cm saat^{-1} hacmi ölçülmüştür. Hidrolik yükseklik farkı da not edilmiştir (Denklem, 3.1) (Black, 1965).

$$K = \frac{Q \,.\, L}{A \,.\, t \,.\, \boldsymbol{h}} \quad \text{cm/saat} \qquad (3.3)$$

denklemiyle hesaplanmıştır.



Şekil 3. 12. Topraktaki hidrolik iletkenlik tayini

3.2.11. Penetrometre

Kurulmuş olan parsellerde penetrometre cihazıyla, parsellere uygulanan farklı materyallerin farklı dozlarda uygulanmış parsellerde ve her bir parsel bazında penetrasyon cihazıyla 3 farklı 0-10, 10-20, 20-30 cm derinlikte toprağın sıkışma

derecesini ölçmüştür. (Çakır ve ark, 2004). Toprak sertliğini belirlemede kullanılan koni indeksi ”Toprak Penetrometresi” ile ölçülür. Standart bir penetrometre; 30° uç açılı, 323 mm² taban alanlı konik uca sahiptir. Penetrometrenin toprağı delme hızı 30 mm/s’dir (Anonim, 1994). Koni indeksi, konik ucun toprağa batırılması sırasında toprağın gösterdiği direnç kuvvetinin koni taban alanına bölünmesi ile hesaplanmaktadır



Şekil 3.13. Topraktaki penetrasyon direnç ölçümü

3.2.12. İstatistiksel analizler

Tüm verilerin analizi Windows için SPSS 24.0 yazılımı kullanılarak sonuçlar bulunmuştur (SPSS Inc., NY, USA). Veriler, sırasıyla varyansların homojenliği ve normallik varsayımı için Levene testi ve Shapiro Wilk testi istatistiksel olarak analiz edilmişir ($P>0.05$). Daha sonra veriler (fıstık dış kabuğu, mısır koçanı, pamuk sapı), GLM (General Lineer Model) univariate prosedürü ve gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için Tukey HSD ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm testler $P<0.05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araziden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri kurutularak 2 mm'lik eleklerden geçirilerek analizler için hazırlanmış ve analizlere başlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Araştırma Alanının Toprak Kimyasal Özellikleri

Materyal	Doz Ort.	pH	EC (dSm^{-1})	% Org. Mad	% Kireç	% Kil	% Silt	% Kum	Bünye sınıfı
FDK	0	7.64	0.37	1.87	21.00	60.83	22.05	17.12	Killi
	0.2	7.50	0.33	1.90	21.72	60.83	20.72	18.45	Killi
	0.4	7.49	0.31	2.08	20.52	60.83	22.05	17.12	Killi
MK	0	7.50	0.34	1.74	21.24	60.83	21.39	17.79	Killi
	0.2	7.62	0.42	1.56	20.50	60.10	23.65	16.24	Killi
	0.4	7.59	0.30	1.69	22.81	59.49	22.72	17.79	Killi
PS	0	7.39	0.33	2.14	20.76	60.16	21.39	18.45	Killi
	0.2	7.64	0.33	1.79	20.76	51.49	24.72	23.79	Killi
	0.4	7.58	0.31	1.72	21.22	62.99	21.74	15.27	Killi

Çizelge 4. 2. Araştırma Alanının Toprak Fiziksel Özellikleri

Materyal	Doz Ort.	% Agregat Stabilitesi	Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Hidrolik iletkenlik (cm/saat)	Yarayışlı Su (%)	Penetrasyon Direnci (kPa)
FDK	0	56.80	1.18	16.15	13.64	4100
	0.2	53.43	1.10	9.96	12.46	4650
	0.4	62.05	1.06	13.50	9.04	3883
MK	0	61.68	1.07	13.4	13.08	4066
	0.2	70.58	1.11	22.20	11.34	4566
	0.4	63.34	1.01	11.01	8.86	4266
PS	0	64.97	1.09	13.26	12.12	4016
	0.2	59.98	1.05	10.03	10.99	4233
	0.4	67.12	1.16	9.64	10.56	4300

4.1. Toprağın Fiziksel Özellikleri

4.1.1. Agregat stabilitesi

Agregat stabilitesi, toprakların su karşısında gösterdikleri direnç ve erozyona duyarlılığın değerlendirilmesinde kullanabilecek toprak taneciklerinin bir arada olması yani partikül halinde olan bir toprak kalitesinin göstergesidir. Organik madde bakımında zengin olan topraklar granüllü yapıya sahip olan topraklar sulamada yüzey akışı ve rüzgar erozyonuna karşı hassasiyetini koruyarak toprağın kalitesini hedeflemektedir.

Harran Ovası İkizce Serisinde kurulmuş olan tarla denemesinde yapılan araştırmalardan sonra zamana bağlı olarak yaklaşık 4 yıl sonra parsel bazında alınan toprak örneklerinden elde edilen agregat stabilitesi değerlerine ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Toprak agregatına ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	310,06	155,03	3,92	0,041*
Doz	2	45,40	22,70	0,57	0,574
Materyal x Doz	4	245,25	61,31	1,55	0,235
Hata	18	632,56	39,54		
Genel Toplam	26	1199,79			

Çalışma sonrası değerlendirme yapıldığında fıstığın dış kabuğu, mısır koçanı ve pamuk sapından elde edilen biyokömür materyallerinin toprağın agregat stabilitesi üzerine etkisi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde, materyal ortalamaları arasında önemli bir fark bulunurken ($p<0.05$), Doz grupları ve Materyal*Doz İnteraksiyon etkileşimlerinin aralarında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

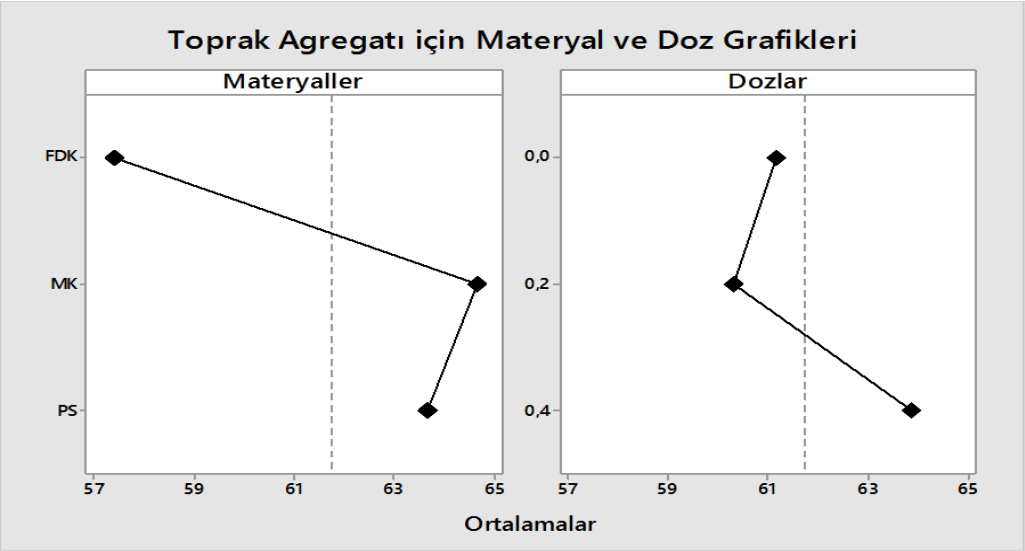
Çizelge 4.4. Toprak agregatına ait Dunkan çoklu karşılaştırma sonuçları

Materyal	N	Ort±Std.s
Fındık D.K	8	57,43±7,66b
Pamuk S.	8	63,68±4,04ab
Mısır K.	8	64,67±7,07a

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi Dunkan çoklu karşılaştırma testine göre toprak agregatına etkisi bakımından mısır koçanı ortalaması (64,67±7,07), fıstık dış kabuğu ortalamasından (57,43±7,66) daha yüksek çıkmıştır ($p<0,05$).

Toprak agregatlaşması birbirine yakın toprak granülleri arasında bulunan daha kuvvetli bağlarla bir arada tutulan toprak parçacıklarından bir grup ya da küme olarak ifade etmektedir (Martin ve ark., 1955). Organik ve inorganik materyallerin toprak kümeleşmesi üzerine bağlayıcı etkilerinden kaynaklanmaktadır. Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), silikat killeri ve seskioksitler humustan daha az bağlayıcı hususta olan, toprak granüllerini birbirine bağlayan çimentolayıcı parçacıklardır (Koorevar ve ark. 1983).

Toprağa uygulanan farklı materyaller ve dozlar parsel bazında yapılan çalışmada elde edilen ortalama agregat stabilitesinin materyal ve doz grafikleri aşağıdaki Şekil 4.1. 'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Toprak agregatı için farklı materyal ve doz grafikleri

Şekilde de görüldüğü gibi materyaller arasında toprak agregatına etkisi bakımından mısır koçanın, %0.4 dozunda en yüksek değere sahiptir. Fındığın dış kabuğu ise %0.2 dozunda en küçük değere sahiptir.

Agregat stabilitesi değerinin artması ve makroagregatların oluşumunda ve dayanıklılıkların artmasında kil taneciklerinin rol almasına atıfta bulunabilir. Kil taneciklerinin sahip oldukları negatif yükler vasıtasıyla toprak taneciklerini birbirine bağlayarak agregatlaşma ve kümeleşmeyi sağlar. Buna benzer şekilde Barthes ve ark., (2008)'de, toprakta kaba kum içeriği ve makroagregat oranı arasında negatif ilişki bulunurken, kil içeriği ve makroagregat oranı ile ince silt içeriği arasında pozitif yönden ilişki bulunduğunu tespit edilmiştir.

Örnekleme işlemi dikkate alındığı zaman elde edilen agregat stabilitesi değerlerinin azalması organik maddenin ayrışmasından etkilenmiş olabilir. Aoyama ve Kumakura (2001)'de, toprağa hayvan gübresi uygulanması ile organik maddenin artışı makroagregat oluşumuna neden olduğunu beyan etmişler. Başka bir çalışmada, Zhank ve ark. (2013), topraklara mısır atığı uygulaması sonucunda topraklarda makroagregat (>2mm) oranın artığını tespit etmişler.

Chen ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada biyokömür uygulanmasının toprağın 0-15 cm'lik üst katmanından toprağın agregat stabilitesini kontrol uygulamasına göre önemli bir fark ortay koymuştur.

Tiarks ve ark. (1974) toprağa biyokömür materyali uygulama sonrasında toprağın mevcut organik madde miktarını artırdığı buna bağlı olarak toprağın agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik arasında pozitif bir artış olduğunu tayin edilmiştir.

4.1.2. Hacim ağırlığı

Bitkisel üretiminde toprak taneciklerinin sıkışmasının en önemli faktörlerinden biri olan hacim ağırlığı, toprak kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan

parametrelerden mutlaka yer alamsı gereken ve kısa bir sürede beyan edilebilen toprağın önemli fiziksel özelliklerindedir.

Araştırma denemsinde kullanılan farklı biyokömür materyalinin sonrasında %65 oranında sulama yapılan parsellere zamana bağlı olarak farklı biyokömür materyalinin istatistiksel analizler vasıtasıyla biyocharın hacim ağırlığına olan etkisini araştırılmıştır.

Çizelge 4.5. Hacim ağırlığı için ANOVA sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KD	KO	F	P
Materyal	2	0,014	0,007	0,791	0,471
Doz	2	0,008	0,004	0,428	0,659
Materyal x Doz	4	0,038	0,010	1,075	0,401
Hata	18	0,142	0,009		
Genel	26	29,794			

Yapılan istatistiksel analizlere göre Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz gruplarının etkileşimi, topraktaki hacim ağırlığına (g cm^{-3}) etkisi bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Parsellere uygulanmış olan farklı biyokömür materyallerinin toprak stomalarının artması ve birim hacimdeki toprak ağırlığının eşit miktarda azalmasından kaynaklanmış olabilir. Toprakta organik ve inorganik madde arttıkça stoma sayısı da artar. Dolayısıyla toprağın hacim ağırlığı azalmaktadır. Buna benzer şekilde Çelik ve ark. (2004)'te yaptıkları bir çalışma neticesinde, ahır gübresi ve kompost uygulamaları sonrasında toprağın hacim ağırlığını büyük oranda azaldığını tespit etmişlerdir.

4.1.3. Tekstür (Bünye)

Toprak bünyesi, toprağı oluşturan primer danelerin (<2mm) büyüklük itibariyle mineral toprak materyali ağırlığının yüzdesi olarak nisbi dağılımının bir ifadesidir.

Araştırma denemsinde kullanılan farklı biyokömür materyalinin sonrasında %65 oranında sulama yapılan parsellere zamana bağlı olarak farklı biyokömür materyalinin istatistiksel analizler vasıtasıyla biyocharın toprak bünyesine olan etkisini araştırılmıştır.

Çizelge 4.6. %Kum için ANOVA sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KD	KO	F	P
Materyal	2	1,937	0,968	0,264	0,771
Doz	2	5,340	2,670	0,727	0,498
Materyal x Doz	4	23,623	5,906	1,607	0,218
Hata	18	62,466	3,674		
Genel	26	7771,197			

Yapılan istatistiksel analizlere göre Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz gruplarının etkileşimi, toprak bünyesi kuma olan etkisi bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Toprak bünyesi, kısa bir sürede farklı biyokömür materyalleri uygulanması sonucunda değişkenliğe uğramayabilir. Fakat topraklar yüzey akış sularla farklı minareler taşınması sonucunda bir değişiklik olabilir. Ya da erozyona uğramış bir toprak sınıfını değiştirebilir.

Çizelge 4.7. % kil için ANOVA sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	62,889	12,578	0,801	0,556
Doz	2	69,333	34,667	2,208	0,125
Materyal x Doz	4	132,444	13,244	0,843	0,591
Hata	18	565,333	15,704		
Genel	26	194108,422			

Yapılan istatistiksel analizlere göre Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz gruplarının etkileşimi, toprak bünyesi kille olan etkisi bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kil mineralleri çok yüksek bir kimyasal aktiviteye ve kuvvetli bir adhezyon su tutma kapasitesine sahiptirler. Toprakların fiziksel özellikleri üzerinde toprakların yapısı, canlılığı ve verimi konularında büyük bir rol oynamaktadırlar.

Çizelge 4.8. % Silt için ANOVA sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	5,684	2,842	0,974	0,399
Doz	2	8,732	4,366	1,497	0,254
Materyal x Doz	4	21,535	5,384	1,846	0,169
Hata	18	46,667	2,917		
Genel	26	12447,680			

Yapılan istatistiksel analizlere göre Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz gruplarının etkileşimi, toprak bünyesi silte olan etkisi bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.1.4. Bitkiye yarayışlı su

Bitkiler toprakta bulunan her türlü sudan faydalanamamaktadırlar. Bitkiye yarayışlı su kapasitesinin alt sınır devamlı solma yüzdesi ve üst sınırı da tarla kapasitesi olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 4. 9. Bitkiye yarayışlı su ANOVA sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	16,653	8,326	0,180	0,837
Doz	2	23,237	11,619	0,251	0,781
Materyal x Doz	4	204,075	51,019	1,103	0,385
Hata	18	832,357	46,242		
Genel	26	5515,870			

Araştırma denemsinde kullanılan farklı biyokömür materyallerinin sonrasında %65 oranında sulama yapılan parsellere zamana bağlı olarak farklı biyokömür materyallerinin istatistiksel analizler vasıtasıyla biyokömürün bitkiye faydalı su için etkisini araştırılmıştır.

Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz grupları, toprakta bulunan bitkiler için bulunan faydalı su bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Su tutma özelliğinde biyokömür kaynaklı potansiyel iyileştirmelere yol açan mekanizmalar nispeten açıktır. Toprağa biyokömür eklenmesi, kısa veya uzun ömürlü olabilir, toprak su tutma üzerinde doğrudan veya dolaylı etkilere sahip olabilir.

Biyokömür uygulamasının toprakta su tutma üzerine hipotezli dolaylı etkileri, gelişmiş agregasyona veya yapıya bağlıdır. Biyokömür, mineraller ve mikroorganizmalar ile olan etkileşimlere bağlı olarak toprak agregasyonunu etkileyebilir.

4.1.4.1. Tarla kapasitesi

Tarla kapasitesi, yağmur veya sulamadan sonra fazla suyun tamamen drene olup aşağıya doğru su hareketinin pratik olarak yerçekimine karşı sızdırmadan toprakta tutulan su, toprakların içerisinde bulunan organik maddeyle doğru orantılıdır. Yukarıda da belirtildiği gibi tarla kapasitesinin nem değeri, topraklarda bitkiler için faydalı suyun üst sınırı ifade etmektedir.

Araştırma denemsinde kullanılan farklı biyokömür materyalinin sonrasında %65 oranında sulama yapılan parsellere, zamana bağlı olarak farklı biyokömür materyalinin istatistiksel analizler vasıtasıyla biyokömürün tarla kapasitesine ve daimi solma noktası arasındaki farkın etkisini araştırılmıştır. Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz grupları, toprakta bulunan bitkiler için faydalı su bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu da deneme parsellerinin toprakları kil içeriği fazla olduğu için yüksek su tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir.

Tryon, (1948), odun kömürünün farklı dokulardaki topraklardaki nem yüzdesi üzerindeki etkisini incelenmiş. Kumlu topraklarda kömür ilavesi, hacimce% 45 oranında biyokömür ilave edildikten sonra mevcut nemi% 18 oranında arttırırken, tınlı topraklarda herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir ve kil, toprakta nem artan kömür ilaveleri ile azalmıştır.

4.1.4.2. Solma noktası

Solma yüzdesi ise, bitkilerin yaklaşık doymuş atmosfer ortamına alındığında tekrar kendini toparlayamıyorsa solmaya başladığı anı göstermektedir. Laboratuvarda benzer koşullar altında, bir toprağın devamlı solma yüzdesi değerinin farklı kültür bitkileri için yaklaşık olarak aynı olduğu tespit edilmiştir. Ancak tarla koşullarında durumun farklı olabileceği kabul edilmektedir.

Yapılan analizler sonucu tarla kapasitesinde tutulan su ile solma noktası arasında tutulan suyun farkı bitki için faydalı suyun en ideal noktasını vermektedir. Aynı zamanda toprakta solma noktasında tutulan nem içeriği, toprağın en alt seviyesinden meydana gelmektedir.

Araştırma denemsinde kullanılan farklı biyokömür materyalinin sonrasında %65 oranında sulama yapılan parsellere, zamana bağlı olarak farklı biyokömür materyalinin istatistiksel analizler vasıtasıyla biyocharın tarla kapasitesine ve daimi solma noktası arasındaki farkın etkisini araştırılmıştır. Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz grupları, toprakta bulunan bitkiler için faydalı su bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kurulan deneme parsellerinin toprağın kil içeriği fazla olduğundan toprak bünyesinde mevcut olan suyu kaybederek killi toprak büzülme özelliğine sahip olduğu için bitki toprakta 15 atm basınç ile tutulan su kök gelişimi için yüksek su tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir.

4.1.5. Hidrolik iletkenlik

Hidrolik iletkenlik, topraklarda mikropor ve makropor oranına bağlı olarak arazide yağmur suları veya sulama suyu sonucunda arazide biriken fazla suyu drenaj yoluyla uzaklaştırmasında önemli rol oynamaktadır. Topraklara farklı biyokömür ana materyaller uygulaması ve toprakları granüllü bir yapıya dönüştürmesi sonucu olarak toprak gözenekliliğini, suyun geçirgenliği ve havalanma oranını artırarak toprak kalitesini hedeflemektedir.

Çizelge 4.10. Toprak Hidrolik İletkenliğe ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları

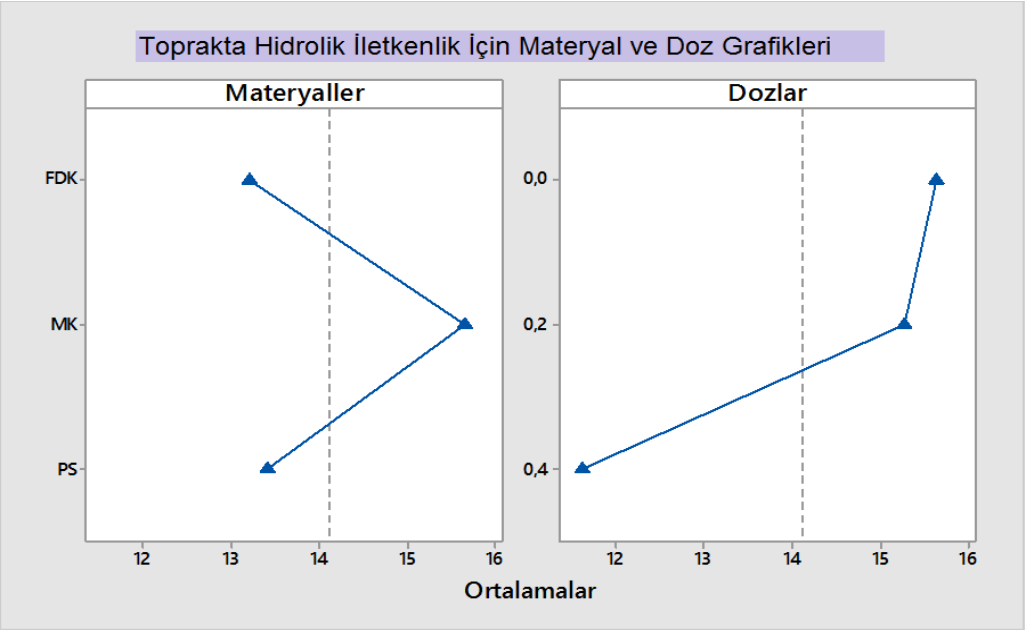
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	61,82	30,91	1,628	0,231
Doz	2	107,43	53,71	2,828	0,093
Materyal x Doz	4	321,25	80,31	4,229	0,019*
Hata	18	265,87	18,99		
Genel Toplam	26	698,29			

Çalışma sonrası değerlendirme yapıldığında, fıstığın dış kabuğu, mısır koçanı ve pamuk sapından elde edilmiş biyokömür materyallerinin toprakta suyun hidrolik iletkenlik üzerine etkisi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde, Materyal*Doz interaksiyon etkileşimleri arasında önemli bir fark olduğu bulunurken ($p<0.05$), Doz ve materyal grupları arasında bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Çizelge 4.11. Hidrolik iletkenliğin Tukey interaksiyon çoklu karşılaştırma sonuçları

İnteraksiyon	N	Ort±Std.s
Pamuk s * 0,4	2	9,64±2,73b
Fıstık dk * 0,2	3	9,96±1,82b
Mısır k * 0,4	3	11,01±0,63b
Pamuk s * 0,2	2	12,81±2,41ab
Fıstık dk * 0,4	3	13,50±4,62ab
Mısır k * 0,2	3	13,64±6,14ab
Fıstık dk * 0,0	3	16,15±7,29ab
Pamuk s * 0,0	2	17,82±2,86ab
Mısır k * 0,2	2	25,66±3,58a

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre toprak geçirgenliğine etkisi bakımından mısır koçanı*0,2 doz ortalaması (25,66±3,58a) en yüksek, pamuk s*0,4 doz (9,64±2,73b), fıstığın dış kabuğu (fdk)*0,2 doz (9,96±1,82b) ve mısır koçanı (mk)*0,4 doz (11,01±0,63b) ortalamaları arasında fark olmayıp en düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$).



Şekil 4.2. Toprakta hidrolik iletkenlik farklı materyaller ve doz grafikleri

Şekilde de görüldüğü gibi materyaller arasında toprakta hidrolik iletkenlik etkisi bakımından mısır koçanın, %0 dozunda en yüksek değere sahiptir. Pamuk sapı ise %0.4 dozunda en küçük değere sahiptir

4.1.6. Penetrasyon direnci

Toprak altı ve alt toprak sıkıştırması için potansiyel olumlu ve olumsuz etkiler ortaya çıkabilir. Toprak tozu sıkıştırması ani olsa da, toprağın sıkışması, yıllar boyunca toprağın hemen altında yoğunlaşmaya neden olan kümülatif bir süreçtir. Bu nedenle, her yıl uygulamanın yapıldığı bir biyokömür uygulama stratejisi, tek bir uygulama biyokömür stratejisinden ziyade alt toprak sıkıştırma riskidir. Sıkıştırmanın bariz bir riski, biyokömürün kendisinin gerçek uygulamasıdır. Ağır makinelerle uygulandığında ve toprağın su dolu gözenek hacmi yüksekken, sıkışma riski artar.

Biyokömürün yığın yoğunluğu düşüktür ve bu nedenle toprağa biyokömür eklenmesi, toprağın yığın yoğunluğunu düşürebilir, böylece sıkıştırmayı azaltır. Bununla birlikte, biyokömür çok ince parçacıklar halinde uygulandığında veya daha

büyük biyokömür parçacıkların, ekilebilir topraklarda toprak işleme ve ekim işlemle altında parçalanması durumunda topraktaki küçük gözenekleri doldurup sıkışmaya neden olabilir.

Çizelge 4.12. Toprakta penetrasyon direncine ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	3087,469	1543,734	0,277	0,762
Doz	2	6454,762	3227,381	0,578	0,572
Materyal x Doz	4	4841,891	1210,473	0,217	0,925
Hata	18	89266,667	5579,167		
Genel Toplam	26	4645475,000			

Çalışma esnasında değerlendirme yapıldığında, fıstığın dış kabuğu, mısır koçanı ve pamuk sapından elde edilen biyokömür materyallerinin toprağın penetrasyon direncine olan etkisi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde, Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz grupları, arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.2. Toprağın Kimyasal Özellikleri

4.2.1. Organik madde

Organik madde, toprakta bulunan hayvansal ve bitkisel atıklarının birikmesi sonucudur. Organik madde toprak kalitesi için bulunması gereken en önemli husus olup toprak kalite sağlığının değerlendirilmesini baz alarak önemli bir kalite parametresidir.

Çizelge 4.13. Toprak Organik maddeye ait ANOVA sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	0,708	0,142	1,503	0,213
Doz	2	0,046	0,023	0,245	0,784
Materyal x Doz	4	1,101	0,110	1,168	0,343
Hata	18	3,393	0,094		
Genel	26	5,248			

Çalışma sonrasında değerlendirme yapıldığında, fıstığın dış kabuğu, mısır koçanı ve pamuk sapından elde edilen biyokömür materyallerinin toprağın organik madde üzerine etkisi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde, Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz grupları, arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.2.2. Kireç ($CaCO_3$)

Çizelge 4.14. Toprakta kireç ($CaCO_3$) ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	0,889	0,449	0,166	0,849
Doz	2	1,681	0,840	0,310	0,738
Materyal x Doz	4	11,408	2,852	1,053	0,411
Hata	18	43,347	2,709		
Genel Toplam	26	57,911			

Çalışma sonrasında değerlendirme yapıldığında, fıstığın dış kabuğu, mısır koçanı ve pamuk sapından elde edilen biyokömür materyalinin toprağın kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) üzerine etkisi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde, Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz grupları, arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.2.3. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak reaksiyonu, toprakta mevcut olan bitki besin elementlerinin bitki bünyesine alınabilmesi ve aynı zamanda toprak kalitesi olarak toprağın pH'sı önemli yer tutmaktadır.

Çizelge 4.15. Toprak pH'sı için ANOVA sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	0,002	0,001	0,038	0,963
Doz	2	0,026	0,013	0,438	0,653
Materyal x doz	4	0,154	0,039	1,297	0,313
Hata	18	0,476	0,030		
Genel	26	1424,963			

Materyaller, Doz grupları ve Materyal*Doz etkileşimleri toprağın pH üzerine etkisi bakımından %5 hata seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Melero ve ark., (2006), yaptığı bir çalışmada organik tarım yöntemleri uygulanan tarla denemesi ve geleneksel tarım yöntemlerini uygulanan tarla denemesi arasında bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır.

Bulluck ve ark., (2002), yaptığı çalışmada, organik toprak düzenleyici uygulanmış topraklarda pH değerinin ilk sentetik gübre uygulanan topraklardaki pH değerinden daha fazla olduğunu belirtmişler. Fakat belli bir süreden sonra toprağa uygulanmış organik maddenin pH'sı, sentetik gübre kullanan toprakların pH'sından daha yüksek çıktığı belirtmişler.

4.2.4. Elektriksel iletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik toprak tuzluluğunu önemli derecede toprak kalitesini etkileyen kimyasal bir parametredir. Toprak tuzluluğu, başta sodyum (Na) olmak üzere Ca^{+2} ve Mg^{+2} gibi katyonların Cl^{-} ve SO_4^{-2}gibi anyonlarla oluşturdukları bileşik tuzlarıdır. Toprakta tuzluluk, bitki besin elementlerinin alımında problem yaşanmanın yanı sıra ve aynı zamanda topraklarda fazla sodyumun olması toprakların granüllü yapısını dispers etmenin önemli sorunların başında gelir.

Çizelge 4.16. Toprak EC'sine ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	P
Materyal	2	0,01	0,00	1,69	0,215
Doz	2	0,02	0,01	4,55	0,027*
Materyal x Doz	4	0,02	0,01	2,29	0,104
Hata	18	0,03	0,00		
Genel Toplam	26	0,06			

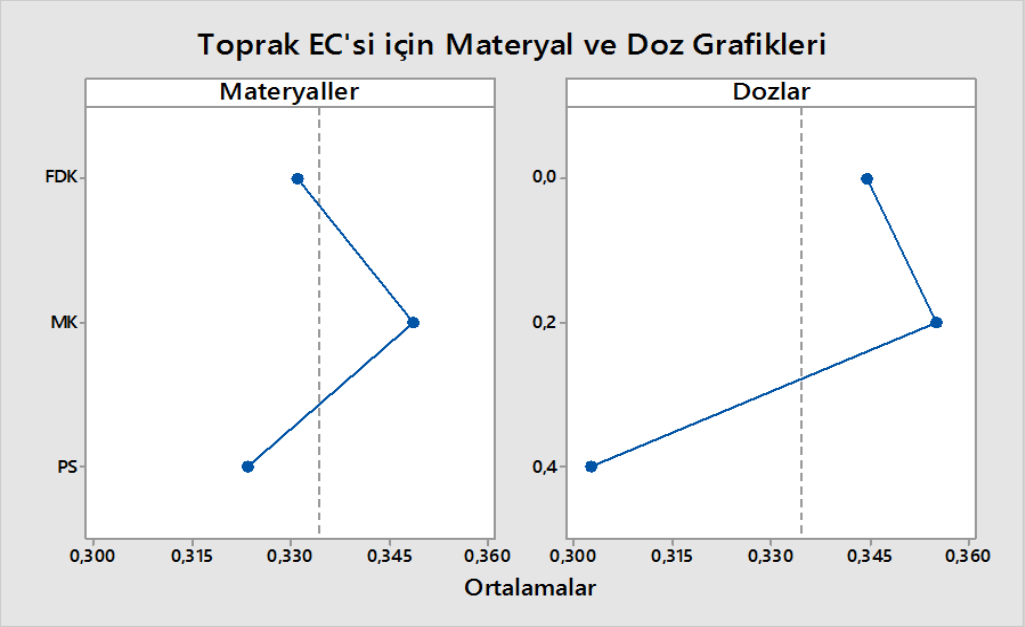
Toprak EC etkisi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde, Doz ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup ($p<0,05$), Materyal ve Materyal x Doz interaksiyon etkilerinin anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Çizelge 4.17. Toprak EC'sine ait Tukey çoklu karşılaştırma sonuçları

Doz	N	Ort±Std.s
0,4	8	0,30±0,03b
0	9	0,34±0,04ab
0,2	8	0,36±0,07a

Tukey çoklu karşılaştırma testine göre toprağın elektriksel iletkenlik (EC)'sine olan etkisi bakımından 0.2 doz ortalaması (0,36±0,07a), 0.4 doz ortalamasından (0,30±0,03b) daha yüksek çıkmıştır ($p<0,05$).

Toprağın salınımı, topraktaki suda çözünür tuzların birikimi olarak tanımlanır ve bu da bir veya daha fazla toprak fonksiyonunun bozulmasına veya kaybolmasına neden olur. Biriken tuzlar sodyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum klorürleri, sülfatları, karbonatları ve bikarbonatları içerir (Jones ve ark., 2008).



Şekil 4.3. Toprak EC (dSm^{-1})'si için farklı materyal ve doz grafikleri

Şekilde de görüldüğü gibi materyaller arasında toprağın elektriksel iletkenlik (dSm^{-1}) etkisi bakımından mısır koçanın, %0.2 dozunda en yüksek değere sahiptir. Pamuk sapı ise %0.4 dozunda en küçük değere sahiptir.

Biyokömür toprağa karıştırılması sonucu toprağın hem kimyasal hem de fiziksel özelliklerini değiştirebilir. Toprağın fiziksel özellikleri üzerindeki net etki, biyokömür toprağın fiziko-kimyasal özellikleri ile etkileşimine ve sahadaki yaygın iklim koşulları ve biyokömür uygulamasının yönetimi gibi diğer belirleyici faktörlere bağlıdır.

Birincil ve ikincil salinasyon prosesleri arasında bir ayırım yapılabilir. Birincil salınım tuzlu jeolojik yataklardan veya yeraltı sularından fiziksel veya kimyasal hava şartlandırma ve taşıma işlemleri gibi doğal işlemler yoluyla tuz birikimini içerir. İkincil salınım, uygunsuz sulama uygulamaları, tuz bakımından zengin sulama suyu kullanımı veya kötü drenaj koşulları gibi insan müdahalelerinden kaynaklanmaktadır (Huber ve ark., 2009).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Farklı biyokömür materyalleri ve farklı dozlarda uygulamasından 4 yıl sonra yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre, biyokömürün toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bazı durumlarda olumlu etkisi olduğunu gösterilmiştir. Özellikle biyokömür, farklı materyaller toprağın yığın yoğunluğunu azaltarak toprağın agregat yapısını iyileştirmiştir. Toprak kalitesinin iyileştirmesi nedeniyle ortam yeterli nem ve oksijene eriştikçe bitki büyümesinin artmasına önemli rol oynar. Biyokömürün toprağa farklı materyaller ve dozlarda parsel bazında uygulanması sonucu elde edilen toprağın hidrolik iletkenlik, elektriksel iletkenlik (dSm^{-1}) ve toprağın agregat yapısını iyileştirdiğini ve toprağın kalite derecesinin arttığını istatistiksel analiz sonuçları ile ortaya koymuştur.

Uygulamalardan alınan örneklemelerin analiz sonuçlarına göre: Toprak reaksiyonu (pH), organik madde, kireç ($CaCO_3$), bünye, hacim ağırlığı, bitkiye yarayışlı su ve penetrasyon toprak özelliklerinde FDK, MK ve PS farklı biyokömür materyallerinin %0, %0.2 ve %0.4 dozlarında etkili olmadığı görülmüştür.

Agregat stabilitesi (MK %0.4 dozunda en yüksek, FDK %0.2 dozunda en düşük), İnfiltrasyon (MK %0 dozunda en yüksek, PS %0.4 dozunda en düşük) ve elektriksel iletkenlikte ise (MK %0.2 dozunda en yüksek, PS %0.4 dozunda en düşük) farklı değerler ortaya çıkmıştır. Genel itibarıyla farklı biyokömürların ve özellikle ilimizde de yoğunlukla tarımı yapılan mısırın biyokömürü olan MK'nın toprak kalitesi üzerine önemli derecede etkisi olmuştur. Bölgemizde son zamanlarda mısır yetiştiriciliği yaygın olduğu için hasat sonrası geri kalan atıklar toprağa karıştırılarak agregat yapısının amenajmanı sağlayarak geçirgenlikte de önemli rol oynamıştır.

Tarımsal atıkları, karbon tutabilen, gıda güvenliğini artıran ve toprak biyo çeşitliliğini artıran ve verimsizliği önleyen bir toprak arttırıcı maddeye dönüştürür.

İşlem, toprakların besin maddelerini ve suyu muhafaza etmesine yardımcı olan ince taneli, yüksek oranda gözenekli bir odun kömürü oluşturur.

Biyokömür, aşırı derecede tükenmiş topraklar, kıt organizma kaynakları ve yetersiz su ve kimyasal gübre kaynakları ile gıda güvenliği ve ek bölge çeşitliliğini artırmak için önemli bir araç olabilir. Biyokömür ayrıca, bitki ve ürün kullanımı için besin maddelerinin ve zirai kimyasalların toprakta tutma oranını arttırarak su kalitesini ve miktarını geliştirmektedir. Daha fazla besin maddesi, yeraltı suyuna sızar ve kirliliğe neden olmak yerine topraklarda kalmasını hedeflemektedir.

Agregat boyut dağılımına bağlı olarak, toplam gözeneklilikle beraber, havalandırmayı, hacimsel su içeriği ve su tutma oranını da artırabilir. Biyokömür, kil bünyeye sahip olan toprakların tane boyutlarının arasındaki boşluk ve agregatleşmeyi sağlayabilmesi için toprağa biyokömürün farklı materyallerde ve doz miktarlarını arttırılarak uygulanması tavsiye edilir.

KAYNAKLAR

AGGELİDES, S.M. ve LONDRA, P.A., 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource Technology, 71: 253-259.

ALTUN, O., 2017. Biyokömürün toprağın fiziksel özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 44s.

ANIKWE, M. A.N., 2000. Amelioration of a heavy clay loam soil with rice husk dust and its effect on soil physical properties and maize yield. Bioresource Technology, 74: 169-173.

ANONİM., 1994. ASAE Standarts. Soil cone penetrometer. ASAE S313.1 page.687.

AOYAMA, M. and KUMAKURA, N., 2001. Quantitative and qualitative changes of organic matter in an ando soil induced by mineral fertilizer and cattle manure applications for 20 years. soil sci. Plant Nutr., 47: 241–253.

AYGÜN, S., 2015. Fındık zurufu kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 79s.

BARAN, A. ve ZEYTİN, S., 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. Bioresource Technology, 88: 241–244.

BARTHES, B.G., KOUAKOUA, E., LARRE-LARROUY, M.C., RAZAFIMBELO, T.M., LUCA, E.F., AZONTONDE, A., NEVES, C.S.V.J., FREİTAS, P.L. and FELLER, C.L., 2008. Texture and sesquioxide effects on water-stable aggregates and organic matter in some tropical soils. Geoderma, 143: 14-25.

BARZEGAR, A.R., YOUSEFI, A. and DARYASHENAS, A., 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. Plant and Soil, 247: 295-301.

BISWAS, T.D., M.R.ROY, B.N. and SAHU, 1970. Effect of different sources of organic manures on the physical properties of the soil growing rice. Indian Soc. of Soil Sci., 18 (3): 233-242

BLACK, C. A., 1965. Methods of analysis agreon. Ame. Soc. Agr., Madison Wiscconsin. USA., No: 9.

BOUYOUCOS, G. J., 1951. A calibration of the hydrometer method for making mechanical analyses of soils. Agron. J., 43:434-438.

BRANDSMA, R.T., FULLEN, M.A. and HOCKİNG, T.J., 1999. Soil conditioner effects on soil structure and erosion. Journal of Soil and Water Conservation 54(2): 485-489.

BRIDGWATER, T., 2006. biomass for energy. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 1755-1768.

BULLUCK I., L. R., BROSİUS, M., EVANYLO, G. K. and RİSTAİNO, J. B., 2002. organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. Applied Soil Ecology, *19*(2): 147-160.

CARAVACA, F., LAX, A. and ALBALADEJO, J., 2001. Soil aggregate stability and organic matter in clay and fine silt fraction in urban refuse-amended semiarid soils. Soil Science Society of America Journal, 65: 1235-1238.

CHAN, K.Y., VAN ZWİETEN, L., MESZAROS, I., DOWNİE, A. and JOSEPH, S., 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. Australian Journal of Soil Research, 45(8): 629-634

CHEN, X., LİU, Z., JING, Y., LI, Q., JİABAO, Z. and HUANG, Q., 2014. Effects of biyokömür amendment on rape seed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil. Catena, 123: 45–51.

CHIVENGE, P., VANLAUWE, B., GENTILE, R. and SIX, J., 2011. Organic resource quality influences short-term aggregate dynamics and soil organic carbon and nitrogen accumulation. Soil Biology & Biochemistry, 43:657-666.

COLMAN, E.A., 1947. A labroratory procedure for determining the field capacity of soils. Soil Science V.63 dept. of Agriculture-USA.

ÇAKIR, E., GÜLSOYLU, E. ve KEÇECİOĞLU, G., 2004. Farklı toprak koşullarında koni indeksi, nem ve hacim ağırlığı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi üzerine bir araştırma, E.Ü. Bilimsel Araştırma Projesi (2001/ZRF/013) kesin sonuç raporu, Bornova, İzmir, 27s.

ÇELİK, I., ORTAS, I. ve KİLİC, S., 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. Soil Tillage Res., 78: 59–67.

DEMİRALAY, İ., 1981. Toprakta bazı fiziksel analiz yöntemleri, atatürk üniversitesi, ziraat fakültesi, Toprak İlmi Bölümü. Erzurum, 8-144.

DEMİRALAY, İ., 1992. Muş Alpaslan Tarım İşletmesi killi topraklarının strüktürel stabilitesi ile ilgili araştırmalar. Atatürk Üniv. Zir. Fakültesi Yayınları 744, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 316, Erzurum, 81-85.

DORAN, J. W., SARRANTONİO, M. and LİEBİG., M. A., 1996. Soil health and sustainability. Advances in Agronomy. 56: 1-54.

DORAN, W. J. and ZEISS, M. R., 2000. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. Applied Soil Ecology, 15: 3–11.

DOWNİE, A., CROSKY, A., MUNROE, P., 2009. Physical properties of biochar. biochar for environmental management: Science and Technology (Eds). Lehmann, J., and Joseph, S., London, Earth Scan Publications Ltc. During 4 Years After Biochar Application to a Colombian Savanna Oxisol.Plant and Soil, 333 (1-2): 117-128.

DURAK, A. ve BROHİ, A.R., 1986. Tütün tozunun organik gübre olarak değerlendirilmesi Türkiye Tütüncülüğü ve Geleceği Sempozyumu 12-14 Kasım 1986, Bildiriler kitabı Tokat, 261-269.

EDMEADES, D.C., 2003. The Long-Term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: A review. Nutrient cycling in agroecosystems. Vol., 66. pp. 165-180.

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

FERRERAS, L., GOMEZ, E., TORESANİ, S., FİRPO, I. and ROTONDO, R., 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. Bioresource Technology, 97 (4): 635-640p.

GARCIA, C., ROLDAN, A. and HERNANDEZ, T., 2004. Ability of different plant species to promote microbiological processes in semiarid soil. Geoderma, 124: 193-202.

GUGGENBERGER, G., KAISER, K. and ZECH, W., 1998. SOM Pools and transformation determined by physical tractionation. Refractory soil organic matter (rsom): structure and stability. proceedings of the joint workshop of Comissions II. and III, Bayreuth, Germany. 87: 175-190. An alkali soil under rice culture. Soil Science, 146:382-386.

GUPTA, R.K., SINGH, R.R. and ABROL, I.P., 1988. Influence of simultaneous change in sodicity and ph on the hyraulic conductivity of guan, S.Y. 1989. Studies on the factors influencing soil enzyme activities: I. Effects of organic manures on soil enzyme activities and N and P transformations. Acta Pedologica Sinica, 26:72-78.

GÜLÇUR, F., 1974. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

HABERERN, J. 1992. Viewpoint: a soil health index. Journal of Soil Water Conservation, 47:6-8.

HUBER, T., TİAN, L., HİRES, S. A., MAO, , D., CHİAPPE, M. E., CHALASANİ, S. H. and BARGMANN, C. I. 2009. Imaging neural activity in worms, flies and mice with improved GCaMP calcium indicators. Nature methods, 6(12):875-881.

İÇ, S. ve GÜLSER, C., 2008. Tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 23(2):104-109.

İRGET, M.E., OKTAY, M., HAKERLERLER, H., ATIL, H. ve ÇAKICI, H., 1999. Düzce yöresinde yetiştirilen virginia (Flue-Cured) tütünlerinin beslenme durumları ve toprak-bitki ilişkileri üzerinde bir araştırma. Anadolu J. of AARI, 9(2): 125-142.

JONES, D. M., 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons (Pahs) in biochars and related materials. Biochar: Sustainability and security in a changing climate. proceedings and ınternational Biochar Iniative Conference 2008, Newcastle, UK.

KACAR, B., 2012. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3.

KARLEN, D. L., MAUSBACH, M. J., DORAN, J. W., CLINE, R. G., HARRIS,R. F. and SCHUMAN, G. E., 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (A Guest Editorial). Soil Sci. Soc. Am. J., 61:4-10.

KARLEN, D.L., ANDREWS, S.S., WİENHOLD, B.J. and DORAN, J.W., 2003. Soil quality: Humankind's foundation for survival. J. Soil Water Conserv, 58:171-179.

KHALEEL, R., REDDY, K.R. and OVERCASH, M.R., 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste applications: A review. Journal of Environmental Quality, 10:133-141.

KOOREVAR, P., MENELIK, G. and DIRKSEN, C., 1983. Elements of soil physics, developments in soil science, Vol. 13. Elsevier, Amsterdam, 230 pp.

KÜTÜK, C., ÇAYCI, G., BARAN, A. ve BAŞKAN, O., 2000. Effect of humic acid on some soil properties. proceedendgs of ınternational symposium on desertification, Konya, TURKEY, 324-328p.

LAL, R. and KİMBLE, J.M., 1997. Conservation tillage for carbon sequestration. in Nutrient cycling in agro-ecosystems, 49(1–3):243–253.

LEAUNGVUTIVIROG, C., SUNANTAPONGSUK, V., LIMTONG, P., NAKAPRAVES, P. and PİRİYAPRİN, S., 2004. Effect of organic fertilizer on soil ımprovoment in mab bon, tha yang, satuk and renu series for corn cultivation in thailand. Symposium No: 57, Paper No. 1899.

LEHMANN, J. and JOSEPH, S., 2009. Biyokömür for environmental management: an ıntroduction. ES-BEM pp: 16-21.

MACRAE, R.J. and MEHYUS, G.R., 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate-anea soîls. Advances in Soil Science, 3:71-94.

MAHMOUD, M., JANSSES, M., PETH, S., HORN, R. and LENNARTZ B. 2012. Long-Term İmpact of irrigation with olive mill wastewater on aggregate properties in the top soil. Soil & Tillage Research, 124: 24–31.

MARINARI, S., MANCINELLI, R., CAMPIGLIA, R. and GREGO, S., 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in central Italy. Ecological Indicators, 6: 701–711.

MARTIN, J.P., MARTIN, W.P., PAGE, J.B., RANEY, W.A. and MENT, J.D., 1955. Soil Aggregation. Adv. Agron, 7:1–37.

MELERO, S., PORRAS, J.C.R., HERENCIA, J.F. and MADEJON, E., 2006. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. Soil & Tillage Research, 90: 162–170.

MONDAL, S., SINGH, R.D., PATRA, A.K. and DWİVEDİ, B.S., 2015. Changes in soil quality in response to Short-Term application of municipal sewage sludge in a typic haplustept under Cowpea-Wheat cropping system environmental nanotechnology, Monitoring & Management.

NAMAZOV, E. and BABAYEV, A., 2013. Effet of organic fertilizer application on productivity of tomato plant and main physical properties of soil. Soil Water Journal Vol 2, Number, 2 (1).

ÖZBEK, H., KAYA Z., GÖK, M. ve KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16, Adana.

ÖZENÇ, D.B., ÖZENÇ, N. ve ÇAYCI, G., 2006a. Effects of different organic materials on soil ph and avaialable phosphorus and cation exchange capacity. 18 th İnternational Soil Meeting (İSM) on soil sustaining life on earth, Managing Soil and Technology, 22-26 May, 2006, Şanlıurfa, Turkey.

ÖZENÇ, D.B., ÖZENÇ, N. ve ÇAYCI, G., 2006b. Effects of hazelnut husk compost, peat, farmyard, and chicken manure on soil organic matter and N Nutrition and hazelnut yield. 18 th İnternational Soil Meeting (İSM) on soil sustaining life on earth, Managing Soil and Technology, 22-26 May, 2006, Şanlıurfa, Turkey.

ÖZENÇ, N. ve ÇALIŞKAN, N., 2000. Effect of husk compost on hazelnut yield and quality, proceedings of the fifth International Congress on Hazelnut, Acta Horticulture, 556:559-566.

ÖZENÇ, N. ve ÇAYCI, G., 2005. The effects of hazenut husk and other organic materials ternational congress on hazelnut, 76s.

PAN, L., PENG, S., ANG-SHENG, G., BİN-BİN W., JİAN-XİONG, H., PENG, Y., JUAN-XİU, Z., LİNG-LİNG, Y. and YUAN-QUAN, C., 2015. Won hazelnut yield, Some soil properties and quality. Proceedings of the fifth in aggregate

stability and associated C and N in a silty loam soil as affected by organic material inputs. Journal of Integrative Agriculture, 14(4): 774–787.

PIKUL, J.L., and ALLMARAS, R.R., 1986. Physical and chemical properties of a haploxeroll after fifty years of residue management. Soil Sci. Soc. Amer. J., 50: 214-219.

SARAÇOĞLU, M., SÜRÜCÜ, A., KOŞAR, İ., TAŞ, M. A., AYDOĞDU, M. ve KARA H., 2014. Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi topraklarının bazı özellikleri ve bitki besin elementi kapsamlarının belirlenmesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2(2): 38 - 45.

SAYGAN AYAYDIN, P.E., 2016. Harran ovası kireçli killi toprak özellikleri üzerine antep fıstığı dış kabuğu biyokömür uygulamasının etkisi. Harran Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Şanlıurfa, 101s.

SAYGAN AYAYDIN, P. E. ve AYDEMİR, S., 2016. Harran ovası kireçli killi toprak özellikleri üzerine antepfıstığı dış kabuğu biyokömür uygulamasının etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20(4): 301-312.

SEYBOLD, P.B., 2001. "Get Inside the Lives of Your Customers", Harvard Business Review, 78(5):81-89.

SHUKLA, A., STANOJEVIC, N., DUAN, Z., SHADLE T. and BHAUMİK S., R., 2006. Functional analysis of H2B-Lys-123 Ubiquitinationin Regulation of H3-Lys-4 Methylation and Recruitment of RNA Polymerase II at the Coding Sequences of Several Active Genesin Vivo. The Journal of Bıologıcal Chemıstry, 281(28):19045–19054.

SIDIRAS, N., BILALIS, D. and VAVOULIDOU, E., 2001. Effects of tillage and fertilization on some selected physical properties of soil (0-30 cm) depth and on the Root Growth Dynamic of Winter Barley. Journal of Agronomy and Crop Science,187(3): 167-176.

SOHİ, 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, 2-47.

SPSS, 2017. Windows User's Guide. Version 24.0, SPSS Inc., Michigan Ave., Illinois, USA., Chicago.

SÜMER, S.K., KAVDIR, Y. ve ÇİÇEK, G., 2016. Türkiye'de tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesi. KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 19(4):379-387.

TIARKS, A.E., MAZURAK, A. P. and CHESNIN, L., 1974. Physical properties of soil associated with heavy application of manure from catle feedlots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 38 (5): 826-830.

TRYON, E. H., (1948). Effect of charcoal on certain physical, chemical, and biological properties of forest soils. Ecological Monographs, 18:81-115.

VERHEİJEN, V., JEFFERY, S., BASTOS, A.C., VAN DER VELDE, M. and DİAFAS, I., 2010. Biochar application to soils a critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. european commission, joint research centre institute for environment and sustainability, 31-133s.

WARKENTİN, B. P., 1995. The changing concept of soil qualityJournal of Soil and Water Conservation, 50(3):226-228.

WEİ, W., WEI-CAI, C., KAİ-RONG, W., XIE, XIAO-LI, X., CHUN-MEI, Y. and AN-LEI, C., 2011. Effects of Long-Term fertilization on the distribution of

carbon, nitrogen and phosphorus in water-stable aggregates in paddy soil. Agricultural Sciences in China, 10(12): 1932-1940.

XIYING, H., CHI, C., GREG, R. T. and FENGRONG, Z., 2003. Soil carbon and nitrogen response to 25 annual cattle manure application. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 166(2):239-245.

YALÇUK, H. and MUNSUZ, N., 1984. İzmir İli çöplerinin işlenmesi ile elde edilen gübrenin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ankara, 32: 66-73.

YAN-JUN, C., XI-BAI Z., SHENG-ZHE, E., TAO, H., ZONG-XIAN, C., SHI-MING, S. and LING-YU, B.Ü., 2014. Response of soil organic carbon and its aggregate fractions to Long-Term fertilization in ırrigated desert soil of China Journal of ıntegrative agriculture, 13(12): 2758-2767.

YEŞİLSOY, M.Ş., 2009. Toprak amenajmanı Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Genel Yayın, Adana, No:18(4):1-2.

ZHANG, P., SUN, H., YU, L., SUN, T., 2013. Adsorption and catalytic hydrolysis of carbaryl and atrazine on pig Manure-Derived Biochars: Impact of structural properties of biochars.journal of hazardous materials, 244–245: 217–224.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Ramazan SARİ
Uyruğu **:** T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi **:** Ergani 14.09.1987
Telefon **:** 0537 519 2135
Faks **: -**
e-mail **:** r.sari.soil21@gmail.com

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	: Bekir Aral Lisesi, Ergani/Diyarbakır	2009
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Merkez, ŞANLIURFA	2014
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki besleme Anabilim Dalı, Merkez, ŞANLIURFA	2018
Doktora	: ---	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2014-2015	Güneydoğu Toprak ve Bitki Analiz Laboratuvarı Hilvan/ŞANLIURFA	Sorumlu Müh.
2017-2018	Mühendisler toprak analiz laboratuvarı Siverek/ŞANLIURFA	Sorumlu Müh.

UZMANLIK ALANI: Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

YABANCI DİLLER: İngilizce