



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Elma ve gül posası biyoçarlarının kumlu toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri

Pelin Alaboz *, Ahmet Ali Işıldar

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Doğu kampüsü, 32260 Isparta

Özet

Çoğu organik atıkların farklı alanlarda kullanılabilme potansiyelleri, üzerinde sıkça çalışılan bir konudur. Gül ve elma üretiminin yoğun olduğu Türkiye-Isparta bölgesinde, doğal olarak gül yağı ve elma suyu sanayi de gelişmiş durumdadır. Söz konusu ürünlerin işleme sonrası atıklarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin bilinmesi, yararlı ve uygun bir geri dönüşüm için gereklidir. Bu bağlamda gül ve elma posalarından elde edilen biyoçarlar, ağırlıkça % 0, 0.5, 1 ve 2 düzeylerinde kumlu bir toprağa uygulanmışlardır. Söz konusu toprak-biyoçar karışımları laboratuvar koşullarında 4 aylık bir süreyle inkübasyona bırakılmış ve bu süre boyunca nem içeriği tarla kapasitesinin % 70'i düzeyinde tutulmaya çalışılmıştır. Biyoçarların agregasyon üzerine etkileri kuru agregat büyüklük dağılımı (>2, 2-1, 1-0.5, 0.5-0.25, <0.25 mm) ve % agregasyon özellikleri incelenerek ortaya konulmaya çalışılmıştır. Nem tutma özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla 0.1, 0.33 ve 15 barlık tansiyon düzeyleri kullanılmıştır. Kuru agregat büyüklüklerinin dağılımı itibarıyla, 2- 1 mm boyutunda agregatların % oranları tüm uygulamalar için en yüksek seviyelerde belirlenmiştir. Agregasyon oranı (%) için biyoçar uygulamalarının neden olduğu değişim istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Ayrıca elma ve gül posası biyoçarları arasındaki farklılık sadece 0.5-0.25 mm agregat büyüklük grubunda belirlenmiştir. 0.1 ve 0.33 barlık tansiyonlar için tutulan nem miktarlarında dozlara bağlı farklılıklar ile 0.1 bar tansiyon için biyoçar türleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Agregasyon özelliklerinin geliştirilmesi için elma posası biyoçarının, nem tutma özelliklerinin geliştirilmesinde ise gül posası biyoçarının kullanılabilirliğinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma posası, gül posası, biyoçar, agregasyon, toprak nemi.

Effects of apple and rose pulp-biochars on some physical properties of a sandy soil

Abstract

The possibility of using organic wastes in different areas is a common issue. Rose oil and apple juice industry is naturally well developed in the region of Isparta-Turkey in where there are intensive rose and apple production. Knowing the effects of these products on the soil properties after processing is necessary for a useful and suitable recycling. In this context, the biochars obtained from rose and apple pulps were applied to sandy soil at 0, 0.5, 1 and 2 % by weight. The soil-biochar mixtures were allowed to incubate for 4 months under laboratory conditions and during that time the moisture content was tried to be kept at 70% of the field capacity. The effects of biochars on aggregation were investigated by examining dry aggregate size distribution (>2, 2-1, 1- 0.5, 0.5- 0.25, <0.25 mm) and aggregation properties. Tension pressure levels of 0.1, 0.33 and 15 bar were used to determine in moisture retention properties. In terms of the distribution of dry aggregate sizes, the amount of aggregate (%) in the size of 2-1 mm was determined at the highest levels for all applications. The change caused by the biochar applications was statistically significant ($P<0.05$) for the aggregation rate (%). In addition, the differences between apple and rose biochars were determined only in the 0.5-0.25 mm aggregate size group. The difference between the moisture content for 0.1 and 0.33 bar tensions and the biochar species for 0.1 bar tension were found to be statistically significant. It was observed that apple pulp biochar was used to improve aggregation properties and rose pulp biochar was used to improve moisture retention properties.

Keywords: Apple pulp, rose pulp, biochar, aggregation, soil moisture.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

İnsanların toprakla ilişkilerinde en kapsamlı alanı tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır. Zira aşırı nüfus artışı ve yoğun endüstriyel gelişimin yarattığı baskı, bir taraftan daha çok ve kaliteli ürün elde etmeye yönelik

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 246 2118737

E-posta : pelinalaboz@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi : 24 Mayıs 2018

Kabul Tarihi : 26 Eylül 2018

e-ISSN : 2146-8141

yoğun tarımsal uygulamaların önünü açarken, bilinçsiz bazı uygulamalar kirlenme ve bozunuma neden olmaktadır. Toprakların özelliklerinin bilinmesi, korunması yanında geliştirilmesine yönelik girişimler elbette üretim potansiyellerinin devamlılığı ya da diğer deyimle sürdürülebilir kullanımları için bir zorunluluk olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, çoğunlukla toprağın bitki besin elementi içeriklerinin izlenmesi yoluna başvurulmakta, kimyasal özelliklerin etkinliği üzerinde belirleyici rollere sahip fiziksel özelliklere daha az ilgi gösterilmektedir. Oysa ki, toprakta su ve hava kapasitesi ve iletimi, kök gelişimi, mikroorganizma aktivitesi, bitki besin elementlerinin yayırlılığı, erodibilite vb. özellikler, fiziksel özellikler ile yakın ilişki içerisindedirler (Özdemir ve Canbolat 1997; Karaman ve ark., 2007; Turgut ve Aksakal 2010; Barut ve ark., 2010). Kaldı ki bu kapsamda toprağın strüktürel durumunun değerlendirildiği çalışmaların da sınırlı olduğu yadsınmaz.

Topraklarda strüktürel durumun dolaylı ve niceliksel olarak ortaya konulmasında kullanılan özellikler çoğunlukla; toplam gözenek ve gözenek büyüklük dağılımı, su ve hava iletimi, agregat stabilitesi ve agregat büyüklük dağılımı ve toprak direnci olarak sıralanmaktadır. Keza, yapay ya da doğal bazı toprak düzenleyicilerin strüktürel özellikler üzerindeki etkinliklerinin ifadelendirilmesinde en sık yararlanılan göstergelerin de agregasyon ve su tutma kapasitesi olduğu gözlenmektedir (Simpson ve Hayes 1958; Boekel, 1963; Passioura, 1991; Carmeis Filho, 2016). Bilinen toprak düzenleyicilerden farklı ve henüz çok yaygın bir kullanımı söz konusu olmayan biyoçar üzerine çeşitli araştırmalar yapılmış olmakla birlikte, gerek bunların kökenlerinin ve elde edilmiş şartlarının gerekse uygulandıkları toprak ile incelenen özelliklerin oldukça farklılık gösterebilmesi konuyla ilgili araştırmaların daha uzun süre devam edeceğine işaret etmektedir (Spokas ve Reicosky, 2009; Jien ve Wang, 2013; Aslam ve ark., 2014).

Organik materyallerin yaklaşık 300- 1000 °C sıcaklıklarda oksijensiz veya az oksijen varlığında pirolizi sonucunda elde edilen biyoçar uygulamalarının; pH, EC, organik karbon, toplam azot, yayırlı fosfor, katyon değişim kapasitesi (Nigussie ve ark., 2012) ve agregat stabilitesinde (Utomo ve ark., 2016) önemli artışlara neden olduğu ve bazı kirlilik etmenlerinin topraktan yıkanmasını engellediği (Mizuta ve ark., 2004; Komkiene ve Baltreinaite, 2016) bildirilmiştir. Düşük hacim ağırlığına sahip olan biyoçarın, toprağın hacim ağırlığı (Mankasingh ve ark. 2011; Novak ve ark., 2012) ve penetrasyon direncinde (Busscher ve ark., 2010) azalmalara neden olduğu ayrıca yüzey alanı artışı nedeniyle su tutma özelliğinde pozitif yönlü bir değişime yol açtığı (Karhu ve ark., 2011) belirtilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada da; elma ve gül işleme tesisleri son ürünü olan posa kökenli biyoçarların kumlu bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi kapsamında; % agregasyon ve agregat büyüklük dağılımı ile 0.1, 0.33 ve 15 atm'de tutulan nem miktarları ve değişimlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür. Kullanılan toprak ve biyoçar materyallerinde tane büyüklüğü 4 mm'nin altındadır. Toprağın organik madde içeriği % 1.57, CaCO₃ ise % 3.41 seviyesinde belirlenmiş olup pH (1:1) ve EC değerleri 7.52 ve 340 µS cm⁻¹'dir. Elma (EPB) ve Gül posası (GPB) biyoçarlarının pH'sı 7.73, 8.82 EC'leri ise 80.6 ve 510 µS cm⁻¹ seviyelerinde bulunmuştur. Ayrıca EPG ve GPB'nin 0.33 bar tansiyonda tutulan nem içerikleri sırasıya %75 ve %83'dür.

Elma ve gül posalarından oksijensiz ortamda 4000C sıcaklıkta elde edilen EPB ve GPB, kum tekstürlü (% 90.49 kum, % 4.35 silt ve % 5.16 kil) deneme toprağının 1 kg'ı için ağırlıkça %0 (D0), %0.5 (D1), %1 (D2) ve %2 (D3) düzeylerinde uygulanmıştır. Biyoçar uygulamalarında tane büyüklük farklılıklarının ortadan kaldırılması ve homojen şekilde uygulanması için uniform alt örneklemeler yapılarak karıştırılmış, toprak+biyoçar karışımları, tarla kapasitesinin %70'i nem düzeyi ve oda sıcaklığı (25°C±3°C) koşullarında 4 ay boyunca inkübasyona tabi tutulmuşlardır. Deneme sonunda karışımlardan alınan örneklerde kuru agregat büyüklük dağılımı (>2, 2- 1, 1- 0.5, 0.5- 0.25 ve <0.25 mm) ve <2 mm alt örneklerde ise 0.1, 0.33 ve 15 bar için toprak nem içerikleri belirlenmiştir. Agregasyon oranı (%), <2 mm agregat büyüklük grupları için belirlenmiştir. Keza, en büyük agregat büyüklük grubunda analiz için yeterli örnek eldesi mümkün olmamıştır.

Çalışma kapsamında, pH ve EC belirlemeleri Kacar (2009) ve US Salinity Laboratory Staf (1954)'a göre yapılmıştır. Organik madde içeriği değiştirilmiş Walkey-Black, %CaCO₃ Scheibler kalsimetresi aracılığı ile volumetrik olarak (Kacar, 2009) ve mekanik analiz hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir. Farklı tansiyonlarda tutulan nem miktarları basınç tencereleri yardımıyla (Demiralay, 1993), kuru agregat büyüklük dağılımı, 75 amplitüd (titreşim) ve 5 dakikalık eleme süresi koşullarında ıslak- kuru elek seti

(Retch, AS 200) kullanılarak kuru eleme yoluyla, % agregasyon ise agregat büyüklük grubuna ayrılan örneklerde [US Salinity Laboratory Staf \(1954\)](#)'ta belirtilen esaslara uyularak hesaplanmıştır.

Verilerin istatistiksel analizi Minitab-16 yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme deseni tesadüf parselleri şeklinde gerçekleştirilmiş olup varyans analizi (ANOVA) yapılan verilerin karşılaştırılmasında Tukey post-hoc testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Agregatlaşma

Biyoçar uygulamaları agregat büyüklüğünü arttırmıştır. Keza, dozlar itibariyle ortaya çıkan pozitif yönlü değişim > 2 ve 2- 1 büyüklük grupları için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). En küçük agregat büyüklük grubunda ise dozlara bağlı değişim yine istatistiksel olarak önemli olmakla birlikte negatif yönlüdür. Agregat yüzdesi değişimi > 2 ve 2- 1 mm agregat gruplarında D3 dozları için % 29.24 ve % 11.21 olarak belirlenmiştir. Diğer iki agregat büyüklük grubu için dozlar arasında pek farklılığın olmaması, bu artışların genel olarak < 0.25 mm agregat büyüklük grubundaki azalış kökenli olduğuna işaret etmektedir. [Liu ve ark. \(2012\)](#) biyoçar uygulanan kumlu tın ve siltli tın tekstürlü topraklarda agregat oluşumu ve stabilitedeki değişimlerin farklı olduğunu belirtirken, [Sun ve Lu \(2014\)](#) kullandığı türler içerisindeki saman ve arıtma çamuru biyoçarlarının makro agregatlarda (0.25- 0.5 ve 2- 5 mm) artış, mikro agregatlarda ise azalmaya neden olduğu ve stabilizeyi arttırdığını bildirmişlerdir. Elma ve Gül posası biyoçarlarının etkinlikleri, 2- 1 ve < 0.25 mm agregat büyüklük grupları için istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Bu durum biyoçar uygulamalarının agregat büyüklük dağılımı üzerine etkili bulunmasında elma posasının belirleyici olmasıyla da paralellik göstermektedir. Keza gül posası biyoçarı için elde edilen agregat yüzdelerinin dozlara bağlı değişimleri her iki agregat büyüklük grubu içinde düzenli bir değişim sergilememiştir.

Çizelge 1. Biyoçar uygulamalarının agregatların % dağılımları üzerine etkileri.

Doz	Agregat Büyüklüğü (mm)					
	> 2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	< 0.25	
BE	D0	5.72	21.94bc**	20.13	19.84	30.62
	D1	6.43	21.75c	20.82	20.30	29.10
	D2	7.53	23.94b	20.16	19.23	27.65
	D3	7.49	26.44a	19.98	19.76	25.23
	Ortalama	6.79	23.52a*	20.27	19.78	28.15b
BG	D0	5.84	21.24a	20.23	18.85	32.10
	D1	6.70	21.24a	21.16	19.85	30.80
	D2	6.66	20.65a	20.67	20.02	31.85
	D3	7.45	21.59a	20.56	19.79	29.79
	Ortalama	6.66	21.18b	20.65	19.63	31.13a
Ortalama	D0	5.78C***	21.59	20.18	19.34	31.36 A
	D1	6.57B	21.49	20.27	20.08	29.95 A
	D2	7.09AB	22.30	20.41	19.62	29.75 AB
	D3	7.47A	24.01	20.27	19.78	27.51 B
Varyasyon kaynakları	sd	P				
Uygulama	1	0.354	0.000	0.323	0.659	0.000
Doz	3	0.000	0.000	0.443	0.509	0.005
Uygulama*Doz	3	0.066	0.000	0.966	0.343	0.133

BE: Elma posası biyoçarı, BG: gül posası biyoçarı, *Uygulamalar arasındaki farklar küçük kalın harfle, **Uygulama dozlarına göre farklılıklar küçük harfle, ***Dozlar arasındaki farklar büyük harfle gösterilmiştir.

Toprakların agregasyon özelliklerinin değerlendirilmesinde, agregat büyüklük dağılımı yanında stabilitenin de önemli bir yere sahip olması, pek çok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da tartışılması gerekliliğini göstermektedir. Bu bağlamda özellikle ıslak eleme ile karakterize edilebilecek yeterlilikte büyük agregatların bulunmadığı topraklar için önerilen ve dispersiyon işlemlerinin içerilmediği durumdaki silt+kil yardımıyla belirlenen suya dayanıklı agregatların durumu Çizelge 2'de verilmiştir. Farklı dozlarda biyoçar uygulamaları farklı büyüklük gruplarının tümünde istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu belirlenen değişimlere yol açmıştır. <0.25 mm büyüklüğe sahip agregat gruplarında uygulama dozlarına bağlı % agregat oranı değerlerinin pozitif yönlü ve düzenli artışı, belirtilen agregat büyüklüğünün üzeri için söz konusu değildir. Kontrole göre önemli farklar gözlenmekle birlikte elde edilen değerlerin uygulanan biyoçar miktarının

artışına tam bir paralelliği söz konusu değildir. Elma ve gül posası kaynaklı biyoçarlar için istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenen farklılık sadece 0.5-0.25 mm agregat büyüklük grubunda geçerlidir. Ancak diğer agregat büyüklük gruplarının tümünde de gül posası için elde edilen ortalama değerler yine düşüktür. Her ne kadar çalışma kapsamında belirlenmiş olmasa da elma ve gül posası kaynaklı biyoçarların içerdikleri yüksek değerli katyonların farklılığı agregat oluşumunu da farklı etkilemektedir. Ca doygunluğunun yüksek olması kolloidler arasındaki bağı ve biyolojik aktiviteyi artırarak stabiliteyi de etkilediği bildirilmiştir (Özbek ve ark., 1993). Kumlu tekstürlü topraklarda özgül yüzey alanı düşüklüğü ve zayıf agregasyon tipik özelliklerdir (Troeh ve Thompson, 2005). Biyoçarın özgül yüzeyinin oldukça yüksek olması (Dovnie ve ark., 2009; Lehmann ve Joseph, 2015), total porazitede ve su içeriğinde artışların olabileceğinin bir göstergesidir (Dovnie ve ark., 2009). Devereux ve ark. (2012) kontrol uygulamasında 0.07 mm² olan ortalama gözenek çapının % 5 biyoçar uygulaması ile 0.046 mm² ye yükseldiğini belirtmiştir. Söz konusu bu özellikleri göz önüne alındığında, bu tür topraklara uygulanmaları sonrası beklenen olumlu değişimlerin sınırlı da olsa bu çalışmada da gerçekleştiği ortadadır.

Çizelge 2. Biyoçar uygulamalarının % agregasyon oranı üzerine etkisi

Uygulama	Doz	Agregat büyüklüğü (mm)			
		2-1	1-0.5	0.5-0.25	< 0.25
BE	D0	42.69b	41.02a	36.44b**	24.75
	D1	48.49a	47.92a	36.52b	25.76
	D2	45.62ab	43.72a	41.41a	25.56
	D3	44.39b	42.76a	42.81a	27.83
	Ortalama	45.30	43.85	39.29a*	25.96
BG	D0	43.24c	41.52b	36.19a	24.70
	D1	44.72b	41.83b	37.73a	23.71
	D2	43.19c	44.65a	38.31a	25.75
	D3	47.48a	41.15b	38.63a	27.77
	Ortalama	44.60	42.29	37.71b	25.50
Ortalama	D0	42.94	41.27	36.31	24.73A***
	D1	46.61	44.87	37.12	24.74B
	D2	44.43	44.19	39.86	25.66B
	D3	45.93	41.96	40.72	27.80B
Varyasyon kaynakları	sd	P			
Uygulama	1	0.079	0.055	0.005	0.246
Doz	3	0.000	0.018	0.000	0.001
Uygulama*Doz	3	0.000	0.027	0.006	0.186

BE: Elma posası biyoçarı, BG: gül posası biyoçarı, *Uygulamalar arasındaki farklar küçük kalın harfle, **Uygulama dozlarına göre farklılıklar küçük harfle, ***Dozlar arasındaki farklar büyük harfle gösterilmiştir.

Nem Tutma Kapasitesi

Biyoçar uygulamalarının nem tutma özelliğini geliştirdiği gözlenmiştir. Biyoçar uygulamalarının 0.1, 0.33 ve 15 barlık tansiyonlarda üzerine etkisi Çizelge 3'de belirtilmiştir. Farklı dozlarda biyoçar uygulanması sonucu düşük tansiyonlarda (0.1, 0.33 bar) tutulan nem miktarlarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.01). 0.1 bar için kontrolde % 14.79 olan nem içeriği biyoçar uygulama dozunun artışına paralel olarak artarak % 15.80'e ulaşmıştır. Kontrol uygulaması hariç tutulduğunda, dozlar arası farklılık önemli değildir. 0.33 bar için ise tersi bir durum söz konusudur. D1 haricinde, diğerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir. 15 bar için bulunan toprak nem miktarları biyoçar uygulama dozları için kontrole göre daha yüksek olmakla birlikte farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Biyoçar türlerinin etkinlik farklılığı sadece 0.1 bar tansiyonda belirlenmiş ve bu kapsamda gül posası biyoçarı için daha yüksek bir değer (% 15.55) elde edildiği gözlenmiştir. Söz konusu materyalin 0.33 bar tansiyonda daha yüksek seviyede nem tutma özelliğinin oluşu etkinliğinin yüksek olmasının sebebidir. Toprakta farklı tansiyonlarda tutulan nem üzerinde etkili faktörlerden, biyoçar uygulamalarıyla ilişkili olarak burada yüzey genişliği ve gözenek geometrisi ön plana çıkmıştır. Singh ve ark. (2010) Gözenekliliği yüksek olan biyoçarın su tutma kapasitesini arttırdığı belirtirken, Hardie ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada; biyoçar uygulamasının tarla kapasitesi (-10 kPa, 30 µm) ve solma noktası (-1500 kPa, 0.2 µm) nem düzeylerinde önemli bir değişime neden olmadığı belirlenmiş, literatürde belirtilen yararlanılabilir nem artışının burada bulunamamış olmasının nedeni olarak yöntem farklılığı (laboratuvar ve yerinde tayin) gösterilmiştir. Keza çalışmada kullanılan biyoçarın sahip olduğu porların % 95'inin çapının <22.0 µm olduğu belirtilmiştir. Yine

Yu ve ark. (2013) Biyoçarın yüksek oranlarda (%0-100) karıştırılması belirgin bir şekilde su tutma kapasitesini arttıracakını bildirirken çalışmada, solma noktasındaki artışların istatistik anlamda önemli bulunmamasının sebebi uygulama miktarının düşük seviyelerde olmasından kaynaklanabilmektedir.

Çizelge 3. Biyoçar uygulamalarının toprakta tutulan nem %'leri üzerine etkileri.

Uygulama	Doz	Nem Tansiyonu (bar)		
		0.1	0.33	15
BE	D0	14.66	9.81b	5.09
	D1	15.17	10.33ab	5.14
	D2	15.57	10.03b	5.06
	D3	15.80	10.83a	5.25
	Ortalama	15.30b*	10.25	5.13
BG	D0	14.92	9.81b	5.01
	D1	15.74	10.72a **	5.32
	D2	15.75	10.48ab	5.26
	D3	15.80	10.56a	5.30
	Ortalama	15.55a	10.39	5.22
Ortalama	D0	14.79B***	9.80	5.05
	D1	15.45A	10.52	5.23
	D2	15.66A	10.25	5.16
	D3	15.80A	10.69	5.27
	Varyasyon Kaynakları	sd	P	
Uygulama	1	0.026	0.118	0.161
Doz	3	0.000	0.000	0.096
Uygulama*Doz	3	0.245	0.040	0.330

BE: Elma posası biyoçarı, BG: gül posası biyoçarı, *Uygulamalar arasındaki farklar küçük kalın harfle, **Uygulama dozlarına göre farklılıklar küçük harfle, ***Dozlar arasındaki farklar büyük harfle gösterilmiştir.

Sonuç

Elma ve gül posası biyoçarlarının kum tekstürlü bir toprağın agregasyon ve nem tutma özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada; kontrolde % 21- 22'lik bir orana sahip olan 2- 1 mm agregat grubu için özellikle elma biyoçarı uygulamasının D2 ve D3 dozlarıyla %9.12 ve %20.51 düzeylerinde agregat büyüklüklerinde artış sağlamıştır. Gül posası biyoçarının 0.25-1 mm agregat büyüklük grupları üzerindeki benzer yönlü etkisi dozlar itibarıyla çok anlamlı bulunmamıştır. Agregatların stabilitesi bağlamında biyoçar türleri için istatistiksel olarak önemli farklılık, sadece 0.5-0.25 mm agregat büyüklük grubu için söz konusudur. Ayrıca toprak nem tansiyonlarından 0.1 ve 15 bar aralığında tutulan nem miktarında en yüksek uygulama dozu için % 8.11'lik bir artış gerçekleşmiştir. Yüksek sıcaklıkta üretilen biyoçarın oldukça gözenekli yapıda olmasından kaynaklı özgül yüzeyinde artışlara (Downie ve ark., 2009) sebep olacağı böylelikle nem tutma özelliğini olumlu etkileyeceği ayrıca toprağa bağlanmasıyla agregatlaşmayı etkileyeceği yapılan çalışmada ortaya konulmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla incelenen özellikler itibarıyla özellikle agregasyon özelliklerinin geliştirilmesi için EPB, nem tutma özelliklerinin geliştirilmesinde ise GPB'nin kullanımının önerilebileceği değerlendirilmiştir.

Kaynaklar

- Aslam Z, Khalid M, Aon M, 2014. Impact of biochar on soil physical properties. *Scholarly Journal of Agricultural Science* 4: 280-284.
- Barut ZB, Çelik İ, Turgut MM, 2010. Buğday tarımında farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 6(4): 237-246.
- Boekel P, 1963. Soil structure and plant growth. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 11: 120-127.
- Busscher WJ, Novak JM, Evans DE, Watts DW, Niandou MAS, Ahmedna M, 2010. Influence of pecan biochar on physical properties of a norfolk loamy sand. *Soil Science* 175: 10-14.
- Carmeis Filho AC, Crusciol CA, Guimarães TM, Calonego JC, Mooney SJ, 2016. Impact of amendments on the physical properties of soil under tropical long-term no till conditions. *PloS one* 11(12): e0167564.
- Demiralay İ, 1993. Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 143. Erzurum
- Devereux RC, Sturrock CJ, Mooney SJ, 2012. The effects of biochar on soil physical properties and winter wheat growth. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*. 103: 13-18.
- Downie A, Crosky A, Munroe P, 2009. Physical properties of biochar. In Lehmann J, Joseph S. (Eds.) *Biochar for Environmental Management. Science and Technology*. (pp. 1332). Earthscan. London.

- Downie A, Crosky A, Munroe P, 2009. Physical properties of biochar. *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, 13-32.
- Hardie M, Clothier B, Bound S, Oliver G, Close D, 2014. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability? *Plant and Soil* 376(1-2): 347-361.
- Jien SH, Wang CS, 2013. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena* 110: 225-233.
- Kacar B, 2009. Toprak analizleri. Nobel Yayın Evi, 468. Ankara.
- Karaman MR, Brohi AR, Müftüoğlu NM, Öztaş T, Zengin M, 2007. Sürdürülebilir toprak verimliliği, s:15-29. Detay yayıncılık, Ankara
- Karhu K, Mattila T, Bergström I, Regina K, 2011. Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity—results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 140: 309-313.
- Komkiene J, Baltreinaite E, 2016. Biochar as adsorbent for removal of heavy metal ions [cadmium (II), copper (II), lead (II), zinc (II)] from aqueous phase. *International Journal of Environmental Science and Technology* 13: 471-482.
- Lehmann J, Joseph S (Eds.), 2015. Biochar for environmental management: Science, Technology and Implementation. Routledge.22p
- Liu XH, Han FP, Zhang XC, 2012. Effect of biochar on soil aggregates in the loess plateau: results from incubation experiments. *International Journal of Agriculture and Biology* 14(6): 975- 979.
- Mankasingh U, Choi PC, Ragnarsdottir V, 2011. Biochar application in a tropical, agricultural region: a plot scale study in Tamil Nadu. India. *Applied Geochemistry* 26: 218-221.
- Mizuta K, Matsumoto T, Hatate Y, Nishihara K, Nakanishi T, 2004. Removal of nitrate-nitrogen from drinking water using bamboo powder charcoal. *Bioresource Technology* 95(3): 255-257.
- Nigussie A, Kissi E, Misganaw M, Ambaw G, 2012. Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (*Lactucasativa*) grown in chromium polluted soils. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science* 12(3): 369-376.
- Novak JM, BusscherWJ, Watts DW, Amonette JE, Ippolito JA, Lima IM, Gaskin J, Das KC, Steiner C, Ahmedna M, 2012. Biochars impact on soil-moisture storage in an ultisol and two aridisols. *Soil Science* 177: 310-320.
- Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H, 1993. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16,: 77-119, Adana.
- Özdemir N, Canbolat MY, 1997. Toprak strüktürünün oluşum süreçleri ve yönetimi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 28(3):413-419.
- Passioura JB, 1991. Soil structure and plant growth. *Soil Research* 29(6): 717-728.
- Simpson K, Hayes SF, 1958. The effect of soil conditioners on plant growth and soil structure. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 9(3): 163-170.
- Singh B, Singh BP, Cowie AL, 2010. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. *Soil Research* 48(7): 516-525.
- Spokas KA, Reicosky DC, 2009. Impacts of sixteen different biochars on soil greenhouse gas production. *Annals of Environmental Science* 3: 179-193.
- Sun F, Lu S, 2014. Biochars improve aggregate stability, water retention, and pore space properties of clayey soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 177(1): 26-33.
- Troeh FR, Thompson LM, 2005. Soils and Soil Fertility. Sixth Edition, Blackwell, Ames, Iowa, 489.
- Turgut B, Aksakal EL, 2010. Fiğ samanı ve ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri. *Artvin Çoruh University Faculty of Forestry Journal* 11(1): 1-10.
- U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. Diagnosis and improvement of salina and alkali soils. Agricultural Handbook, No: 60, U.S.D.A.
- Utomo W, Ganika S, Wisnubroto E, Islami T, 2016. Friability and aggregate stability of loamy soil after 5 years of biochar application. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 18. p. 10361). Available from URL: <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016-10361.pdf>
- Yu OY, Raichle B, Sink S, 2013. Impact of biochar on the water holding capacity of loamy sand soil. *International Journal of Energy and Environmental Engineering* 4(1): 44.