

Araştırma Makalesi/Research Article

Farklı Özellikteki Toprak İyileştiricilerinin Hafif Bünyeli Toprakların Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkisi

Hasan ER^{1*}, Yasin DEMİR², Ramazan MERAL³

¹⁻³Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE

¹Orcid:0000-0002-7880-8697,²Orcid:0000-0002-0117-8471,³Orcid:0000-0001-5763-5638

Alınış tarihi: 7 Temmuz 2020

Düzeltilme tarihi: 16 Eylül 2020

Kabul tarihi: 26 Eylül 2020

Özet: Tarımsal üretimde su en önemli faktörlerden biri olup; verim ve kalite üzerinde doğrudan etkilidir. Uygulanacak su miktarı toprağın su tutma kapasitesi ile sınırlı olup kumlu topraklarda daha düşük değerdedir. Bitkilerin yararlanabildikleri yarayışlı su miktarı toprağın bünyesi, yapısı, gözeneklilik ve organik madde içeriği gibi faktörlere bağlıdır. Toprağın organik madde içeriğini artıran uygulamalar diğer olumlu etkilerinin yanı sıra yarayışlı su miktarını da artıracaktır. Bu amaçla yapay ve doğal pek çok toprak iyileştirici kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda esas olan konu toprak iyileştiricinin beklenen faydaları sağlarken aynı zamanda kolay elde edilebilir ve ekonomik olmasıdır. Bu çalışmada yöre toprak koşulları ve toprak düzenleyicinin elde edilebilirliği dikkate alınarak; ahır gübresi, leonardit ve su tutucu polimer, ağırlık/ağırlık (w/w) esasına göre toprağa ahır gübresi (A) ve leonardit (L), toprağa %1, %2, %4 oranında, su tutucu polimer (S) ise toprağa %0.1, %0.25 ve %0.4 oranında karıştırılmıştır. Uygulamalar %48.6 kum içerikli toprak kullanılarak saksı ortamlarında yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre her bir uygulama organik madde içeriğindeki artışa paralel olarak; hacim ağırlığı, porozite ve su tutma kapasitesi üzerinde olumlu etkilerde bulunmuştur. Yarayışlı su değerleri kontrol uygulamasında ortalama %9.47 olarak belirlenirken, leonardit uygulamalarında %9.50-14.04, ahır gübresi uygulamalarında %9.05-17.30, su tutucu polimer uygulamasında ise %10.68-16.48 arasında değişmiştir. Polimer uygulaması tarla kapasitesinde daha yüksek artış göstermiş ancak aynı oranda solma noktasının da artması nedeniyle toplam etkisi sınırlı olmuştur. Sonuç olarak ahır gübresi uygulamasının aynı zamanda etkisinin kalıcı olması ve bitki besin elementi avantajı gibi diğer etkileri de dikkate alındığında; kumlu toprakların su tutma kapasitesinin artırılmasında en etkili yöntem olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Su tutma kapasitesi, toprak düzenleyici, polimer

The Effect of Different Soil Conditioners on Water Retention Capacity of Light-Textured Soils

Received: 7 July 2020

Received in revised: 16 September 2020

Accepted: 26 September 2020

Abstract: Water is one of the most important factors in agricultural production; it has a direct impact on yield and quality. The amount of water to be applied is limited to the water holding capacity of the soil and is lower in sandy soils. The amount of available water by plants can utilize depends on factors such as soil texture, structure, porosity and organic matter content. Different applications that will increase the organic matter content of the soil will improve the amount of available water as well as other positive effects. For this purpose, many artificial and natural soil conditioners are used. The main issue in these applications is that the soil conditioners should be easy obtainable and economical while providing the expected benefits. In this study, considering the local soil conditions and the availability of the soil conditioners; it was mixed in proportion to soil on the basis of weight / weight (w/w). Farm manure (A) and leonardite (L) were mixed into the soil at the rate of 1%, 2%, 4%. polymer (TP-WATERSORB) was mixed into the soil at a rate of 0.1%, 0.25% and 0.4%. Applications were carried out in pots using soil with 48.6% sand content (sandy clay loam). According to the results obtained each application as parallel to the increase in organic matter content; had positive effects on bulk density, porosity and water holding capacity. Available water values were determined as 9.47% on average in the control application, 9.50-14.04% in leonardite applications, 9.05-17.30% in farm manure applications, and 10.68-16.48% in water-holding. For polymer application; total effect was limited due to the increase of wilting point. Consequently, considering the other positive effects of farm manure application such as permanent effect and plant nutrient advantage at the same time; it is concluded that it is the most effective method to increase the water holding capacity of sandy soils.

Anahtar Kelimeler: Water holding capacity, soil conditioner, polymer

To Cite: Er H, Demir Y, Meral R 2020. Farklı özellikteki toprak iyileştiricilerinin hafif bünyeli toprakların su tutma kapasitesi üzerine etkisi. Biosystems Müh Derg 1(2): 55-65.

*Sorumlu yazar (Corresponding Author): hasaner@bingol.edu.tr

1. Giriş

Topraklar bitkisel üretimin en temel bileşenidir. Sahip oldukları farklı özellikler nedeniyle değişik üretim potansiyeline bir başka ifade ile birbirinden farklı verimlilik kapasitesine sahiptir. Artan dünya nüfusunun gıda gereksinimini karşılamak amacıyla topraklar yoğun bir şekilde işlenmekte ve toprak yapısını bozabilecek birtakım yanlış tarım uygulamaları (aşırı gübreleme ve sulama, yanlış tarımsal mekanizasyon uygulamaları vb.) yapılmaktadır. Diğer yandan yanlış tarım uygulamaları nedeniyle sorunlu hale gelen toprakların kalitesini arttırmak için farklı toprak yönetim sistemleri uygulanmaktadır. Tarım arazilerinde toprak kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi, gelecek nesillere üretken ve verimli toprakları miras bırakmak açısından kritik öneme sahiptir (Komatsuzaki ve Ohta, 2007). Toprak yönetim uygulamalarında toprak organik maddesinin korunması ve iyileştirilmesi önemli bir yere sahiptir. Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi, ürün verimini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Yapılan birçok çalışmada bazı organik materyallerin toprakların fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Canbolat, 1992; Özbek ve ark., 1993; Alagöz ve ark., 2006; Özyazıcı ve ark., 2011; Madakbaş ve ark., 2014; Oluwadare ve Osakwe., 2014; Demir ve Doğan Demir, 2019). Toprağın fiziksel özelliklerin geliştirilmesinde, toprağa organik materyal uygulaması başvurulan yolların başında gelmektedir (Demiralay, 1977; Canbolat, 1992; Çepel, 1996). Organik madde bitkilere besin maddesi sağlayan, toprak erozyonuna karşı taneleri birbirine bağlayan, topraktaki su hareketini kontrol eden ve su tutma kapasitesini arttıran önemli bir toprak bileşenidir (Soil Management Guide, 2008). Organik maddenin yarayışlı su miktarını arttırması kumlu ve tınlı topraklarda daha belirgindir (Karaman ve ark., 2007). Organik maddenin toprağın su tutma kapasitesini arttırması, bitkilere elverişli su kaynağının artacağı anlamına gelmez. Suyu sıkı bir şekilde tutmasından dolayı toprakların solma noktasını yükseltir. Organik maddenin yapısında bulunan humusun kolloidal boyutlarda olması ve büyük bir yüzey alanına sahip olması toprağın adsorbsiyon derecesini arttırmaktadır (Schlichting ve Blume, 1966). Bazı araştırmacılar arasındaki görüş birliği, organik maddenin toprağın mevcut su kapasitesi üzerinde çok az etkisinin olduğu yönündedir (Minasny ve McBratne 2018). Diğer yandan bazı araştırmacıların görüşü organik maddenin su kapasitesini arttırdığı yönündedir (Bauer ve Black, 1992; Hudson, 1994; Maynard 200).

Organik madde bakımından zengin olan ahır gübresi üreticiler tarafından yaygın biçimde kullanılmaktadır. Ahır gübresinde ortalama %75 su, % 21 organik madde ve % 4 inorganik madde bulunmaktadır (Yetgin 2010). Ahır gübresinin toprakta mikroorganizmaların faaliyetini hızlandırma, organik madde miktarını artırma, su tutma kapasitesini yükseltme, tuzluluk ve pH'ı dengeleme, toprağın sıkışmasını engelleme ve köklerin daha kolay gelişmesini sağlama gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Altun, 2008).

Toprak düzenleyicisi olarak organik materyallerin yanında poliakrilamid, polivinilalkol ve hümik asit gibi sentetik organik toprak düzenleyicileri de son zamanlarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Aksakal ve Öztaş, 2010). Yapılan bir çok çalışmada bu maddelerin toprakların strüktürünü olumlu yönde etkilediği ve buna bağlı olarak toprak su tutma kapasitesinin arttığı sonucu elde edilmiştir (Johnson, 1984; Taylor ve Halfacre, 1986; Letey, 1994; İmbufe ve ark., 2005). Polimerler toprakların su tutma karakteristikleri özelliklerinin yanı sıra agregat stabilitesi, su ve hava geçirgenliği, bitki büyümesine olumlu birçok fayda sağladığı vurgulanmıştır (Aksakal ve Öztaş, 2010; Süleyman ve ark., 2019; Söylemez ve ark., 2020).

Leonardit kömür düzeyine ulaşmamış, yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren organik bir materyaldir. İçeriğinde yaklaşık olarak %75 değerinde organik madde bulunmaktadır (Ece ve ark., 2007). Genellikle yeşil renkli olmakla beraber, kahverengi de olabilir. Kurduğunda rengi açılarak gri renk olur. Leonardit bitki besin elementleri bakımından incelendiğinde, fosforun yüksek, potasyumca fakir, kalsiyum karbonat içerikleri yüksek, toprağın pH'ı nötr civarında olduğu belirlenmiştir (Çay ve Kaynaş, 2016). Leonardit sahip olduğu hümik asit miktarından dolayı ekonomik bir değere sahiptir. Leonardit kullanımının yararlı yönlerine bakıldığında; toprak yapısını düzenler, toprağın su geçirgenliğini, su tutma kapasitesini ve organik madde miktarını artırır, toprak pH'sını düzenler ve besin elementleri metabolizmalarını etkileyerek bitki gelişimine yardımcı olmaktadır (Demir ve ark., 2012).

Bu çalışmada kumlu bünyeye sahip bir toprağa uygulanan leonardit, ahır gübresi ve su tutucu polimerlerin, tarla kapasitesi ve solma noktası düzeyinde içerdiği su miktarı ile toprakların yarayışlı su tutma kapasitesine olan etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmanın ana materyalini toprak ve 3 farklı toprak düzenleyicisi (leonardit (L), ahır gübresi (A) ve polimer (S)) oluşturmuştur. Denemede kullanılan topraklar Bingöl Üniversitesi Genç Meslek Yüksekokulu Kampüs alanından 0-20 cm'lik katmandan alınmıştır. Laboratuvar ortamına taşınan topraklar oda koşullarında kurutulmuş ve sonrasında 2 mm'lik elekten elendikten sonra hazır hale getirilmiştir. Toprak düzenleyiciler ticari olarak faaliyet gösteren firmadan satın alma yoluyla temin edilmiştir. Bu materyallerde denemede topraklara karıştırılmak üzere laboratuvar ortamında hazır hale getirilmiştir.

Toprağa karıştırılacak olan materyaller ağırlık/ağırlık (w/w) esasına göre toprağa ahır gübresi (A) ve leonardit (L), toprağa %1, %2, %4 oranında, su tutucu polimer (S) ise toprağa %0.1, %0.25 ve %0.4 oranında karıştırılmıştır. Toprağa uygulanan iyileştiricilerin oranları dikkate alındığında ahır gübresi için 10 gr (A10), 20 gr (A20) ve 40 gr (A40), leonardit için 10 gr (L10), 20

gr (L20), 40 gr (L40) ve su tutucu polimer için ise 1 gr (S1), 2.5 gr (S2.5) ve 4 gr (S4) saksılara uygulanmıştır. Elde edilen karışımlar üç tekerrürlü olarak hazırlanmış ve deneme kaplarına eklenmiştir. Deneme kapları (saksı hacmi 5 lt, üst çap 200 mm, yükseklik 170 mm) plastik malzemeden üretilmiştir. Deneme saksılarına eklenen karışımlar dış iklim koşullarında tarla kapasitesi düzeyinde sulanarak 30 gün süresince inkübe edilmiştir. Çalışmada kullanılan sulama suyunun kalitesi USSS (1954)'e göre C₁S₁ olarak belirlenmiştir.

Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonlarının büyüklük dağılımı Bouyoucos hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). pH ve elektriksel iletkenlik satüre edilmiş toprak ortamında (McLean, 1982) ve (Rhoades, 1982)'e göre ölçülmüştür. Toprak organik madde içeriği Smith Weldon yöntemine göre tespit edilmiştir (Nelson ve Sommers, 1982). Toprak kireç içeriği "Scheibler Calcimeter" kullanılarak Nelson (1982)'ye göre belirlenmiştir. Hacim ağırlık Blake ve Hartage (1986)'nın rapor ettiği şekilde tespit edilmiştir. Toplam boşluk yüzdesi ise özgül ağırlık ve hacim ağırlık değerleri kullanılarak hesaplama ile elde edilmiştir. Tarla kapasitesindeki su içeriği 1/3 atmosfer basınç altında, solma noktasındaki su içeriği 15 atmosfer basınç altında basınçlı membran aleti kullanılarak belirlenmiştir (Black, 1965). Sonuçları SPSS istatistik paket programı kullanılarak (SPSS 15.0, SPSS Inc., 2015) analiz edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

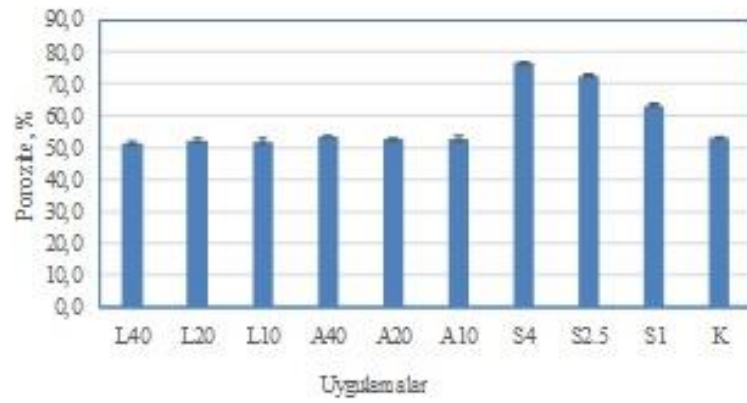
Topraklarda yapılan analizler sonucu elde edilen toprağa ait genel özellikler Çizelge 1'de, hacim ağırlığı ve porozite değerleri ise Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Hacim ağırlığı değerleri kontrol uygulamada ortalama 1.20 gr/cm³ olarak belirlenirken leonardit uygulamalarında 1.23-1.25 gr/cm³ arasında, ahır gübresi uygulamalarında 1.20-1.21 gr/cm³, su tut polimer uygulamasında ise 0.60-0.94 gr/cm³ arasında değişmiştir. Su tutucu polimer uygulaması, uygulanan doza bağlı olarak hacim ağırlığı değerinde %21.6-49.6 düzeyinde düşüş sağlamıştır (P<0.01). Diğer uygulamalarda önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan toprağa ait genel özellikler

Tekstür				pH	EC (μ S/cm)	OM (%)	K ₂ O (kg/da)	P ₂ O ₅ (kg/da)
Kil (%)	Silt(%)	Kum(%)	Sınıf					
26.7	24.7	48.6	Kumlu Killi Tın	7.54	180.9	1.68	75.88	3.59



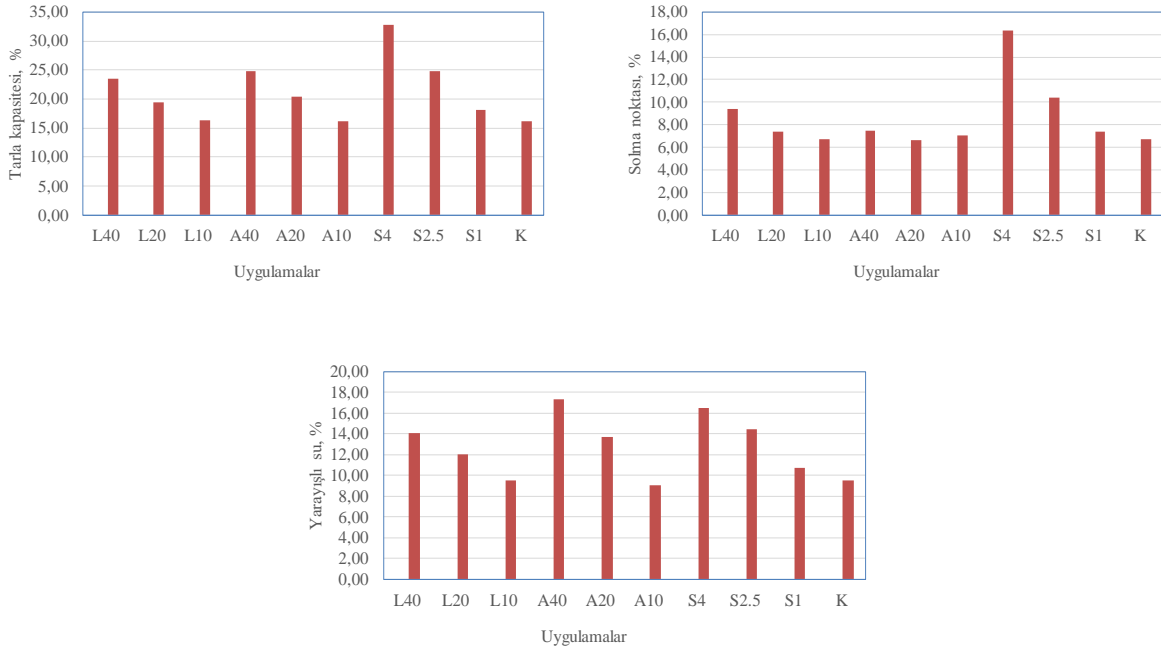
Şekil 1. Uygulamalara bağlı olarak toprakların hacim ağırlığı değerlerinin değişimi



Şekil 2. Uygulamalara bağlı olarak toprakların porozite değerlerinin değişimi

Porozite değerleri kontrol uygulamada ortalama %53.2 olarak belirlenirken leonardit uygulamalarında % 51.4-52.0 arasında, ahır gübresi uygulamalarında % 52.6-53.5, su tut polimer uygulamasında ise % 63.4-76.5 arasında değişmiştir ($P<0.01$). Su tutucu polimer uygulaması uygulanan doza bağlı olarak porozite değerinde %19.1-43.8 düzeyinde artış sağlamıştır. Diğer uygulamalarda önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Hacim ağırlığı ve porozite toprakların havalanma, sıkışma ve su iletimi problemlerinin bir göstergesidir (Greacen ve Sands, 1980). Toprağa ilave edilen materyallerin boşluk yapısını değiştirme derecesi, hacim ağırlığı ve porozite özellikleriyle yakından ilgilidir. Bu bağlamda kaba bünyeli toprakta polimer uygulamasının hacim ağırlığı ve poroziteyi olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Topraklarda farklı uygulamalar için elde edilen tarla kapasitesi, solma noktası ve yarayırlı su yüzdeleri hacim yüzdesi olarak Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Deneme konularına ilişkin solma noktası (%), tarla kapasitesi (%) ve yarayışlı su (%) değerleri

Tarla kapasitesi değerleri kontrol uygulamada ortalama %16.19 olarak belirlenirken leonardit uygulamalarında %16.24-23.42 arasında, ahır gübresi uygulamalarında %16.11-24.80, su tutucu polimer uygulamasında ise %18.09-32.86 arasında değişmiştir. Solma noktası değerleri kontrol uygulamada ortalama %6.72 olarak belirlenirken leonardit uygulamalarında %6.74-9.38 arasında, ahır gübresi uygulamalarında %6.67-7.50, su tutucu polimer uygulamasında ise %7.41-16.39 arasında değişmiştir. Yarayışlı su değerleri kontrol uygulamada ortalama %9.47 olarak belirlenirken leonardit uygulamalarında %9.50-14.04 arasında, ahır gübresi uygulamalarında %9.05-17.30, su tutucu polimer uygulamasında ise %10.68-16.48 arasında değişmiştir.

Uygulamaların tarla kapasitesi, solma noktası ve yarayışlı su üzerine etkileri yüzde artışlarla birlikte t testi sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Uygulamaların etkilerinin istatistiksel değerlendirilmesi

	Uygulamalar									
	L40	L20	L10	A40	A20	A10	S4	S2.5	S1	
Tarla kapasitesi										
% Değişim	44.69	19.94	0.29	53.16	25.79	-0.52	102.99	53.34	11.75	
P	0.0082**	0.0082*	0.8527	0.0078**	0.0034**	0.6477	0.0026**	0.0090**	0.0257*	
Solma noktası										
% Değişim	39.59	9.95	0.32	11.60	-0.77	5.07	143.89	54.43	10.29	
P	0.0031**	0.0106*	0.6586	0.1360	0.6818	0.2431	0.0020**	0.0136*	0.0490*	
Yarayışlı su										
% Değişim	48.30	27.04	0.27	82.65	44.63	-4.48	73.97	52.57	12.80	
P	0.0256*	0.0150*	0.9237	0.0171*	0.0038**	0.0618	0.0320*	0.0069**	0.0951	

*: P<0.05, **: P<0.01

Yapılan eşleştirilmiş t testi sonuçlarına göre uygulamaların tarla kapasitesi, solma noktası ve yarayışlı su üzerine önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. Tarla kapasitesi üzerine su tutucu polimer (S₄) uygulaması %102.99 ile en fazla artış sağlanmıştır. Sırasıyla ahır gübresi (A₄₀) uygulaması %53.16 ve leonardit (L₄₀) uygulaması %44.69 tarla kapasitesinde artış sağlamıştır. Düşük dozda yapılan uygulamaların etkileri (su tutucu polimer hariç) istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Yarayışlı su üzerinde en yüksek % 82.65 artışla ahır gübresi (A₄₀) uygulaması etkili olmuştur. Sırasıyla % 73.97 artışla su tutucu polimer (S₄) uygulaması, % 48.30 artışla da leonardit (L₄₀) yer almıştır. Düşük dozda yapılan uygulamaların etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Bu çalışmanın diğer bir bulgusu ise dozun önemi ve uygulanan toprak özelliğine bağlı olarak değişiklik gösterdiği şeklinde ifade edilebilir.

Ahır gübresi ilavesi ile ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine yapılan araştırmada ahır gübresinin bitki verimliğinin yanında toprağın EC ve pH değerleri üzerine de etkili olduğu belirlenmiştir. (Çıtak ve ark., 2011). Ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri üzerine yapılan bir çalışmada ise dispersiyon oranı, erozyon oranı, geçirgenlik oranı, agregat stabilitesi ve toprak aşınım faktörü gibi ölçütlere etkili olduğu bildirilmiştir (Turgut ve Aksakal, 2010). Farklı dozlarda toprağa ahır gübresi uygulamalarının toprağın organik maddesi, hidrolik iletkenlik, agregat stabilitesi, katyon değişim kapasitesi üzerine etkileri olduğu ifade edilmiştir (Barik, 2011). Söz konusu literatürde incelenmiş olan bu özellikler; yaptığımız çalışmada ahır gübresinin su tutma kapasitesi üzerindeki olumlu etkisini destekleyici niteliktedir.

Leonarditin mısır bitkisi ve toprak özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada tarla kapasitesi, solma noktası, agregat stabilitesi gibi toprak özellikleri üzerine olumlu etkiler yaptığı belirtilmiştir (Şeker ve Ersoy, 2005). İşlenmiş leonardit üzerine yapılan bir çalışmada katyon değişim kapasitesi, elektriksel iletkenliği, toprak pH, organik madde miktarı, hacim ağırlığı ve agregat stabilitesi üzerine etkileri olduğu ifade edilmiştir (Alagöz ve ark., 2006). Biber bitkisine farklı dozlarda uygulanan Leonardit toprak hacim ağırlığını, agregat stabilitesini, EC ve kireç içeriğinde istatistiki açıdan önemli değişimlerin olmadığını vurgulamıştır (Oğuz ve ark., 2012). Kıvırcık salata (*Lactuca sativa* var. Crispa) üzerine yapılan araştırmada su tüketimine yönelik etkiler incelenmiş ve farklı dozlarda uygulanan leonarditin verim, su tüketimi ve toprak özelliklerine önemli etkide bulunduğu gözlemlenmiştir (Sesveren ve Taş, 2018). Benzer şekilde bu çalışmada da kullanılan leonardit toprağın su tutma özelliklerine olumlu etkilerde bulunmuştur.

Su tutucu polimer üzerine yapılan birçok çalışmada kurak ve yarı kurak alanlarda toprağın su tutma kapasiteleri üzerine olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir (Lobo ve ark., 2006; Ekebafte, 2011). Ayrıca Karimi ve ark., (2009) yaptığı çalışmasında toprağa uyguladığı su tutucu polimer

sayesinde toprakların su tutma kapasitelerinin iki katına kadar artırdığını ifade etmektedir. Bu çalışmada ise benzer sonuçlara ulaşılmış söz konusu etki %73.97 artışla düzeyinde gerçekleşmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Su tutucu polimer toprakta yüksek oranda tarla kapasitesinde tutulan suyu artırmakla birlikte, aynı şekilde solma noktasında tutulan su miktarını da artırmaktadır. Bu durum yarayışlı su miktarındaki etkiyi sınırlı kılmaktadır. Ayrıca hacim ağırlığını düşürmesi nedeniyle hacim yüzdesi ve derinlik cinsinden su içeriği üzerindeki etkiyi de düşürecektir. Leonardit uygulamalarının, su tutucu polimer ve ahır gübresi uygulamalarına göre etkisinin daha az olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmada en iyi sonuçların elde edildiği ahır gübresi uygulaması aynı zamanda etkisinin kalıcı olması ve bitki besin elementi avantajı gibi diğer etkileri de dikkate alındığında öncelik kazandığı anlaşılmaktadır.

Kaynaklar

- Aksakal, E.L., Öztaş, T., 2010. Polivinilalkol, Hümik Asit ve Poliakrilamid uygulamalarının strüktürel stabilite ve toprak kayıpları üzerine etkileri. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Cilt: III Sayfa: 953-962.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F., 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 245-254.
- Altun, Evrim., 2008. Soğuk cam serada, farklı inorganik ve organik maddeler karıştırılmış cibrelere yetiştirilen kıvırcık baş salatada, gelişme ve verimin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Barik, K., 2011. Ahır gübresi ve pancar küspesi ilavesinin toprağın bazı özelliklerine olan etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2): 133-138.
- Bauer, A., Black, A., 1992. Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups. Soil Science Society of America Journal, 56: 248-254.
- Black, C.A., 1965. Methods of soil analysis part-II. American Society of Agronomy-Inc.. Publisher Madison. Wisconsin. USA. 1372-1376 .
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk Density, In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. Agronomy No: 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 36-375
- Canbolat, M. Y., 1992. Toprağa organik materyal ilavesinin toprağın organik maddesi, agregat stabilitesi ve geçirgenliği üzerine etkileri. Ata. Üni. Zir. Fak. Der, 23(2): 113-123.

- Çay S., Kaynaş K., 2016. Leonardit uygulamasının albion ve sweetann çilek çeşitlerinde bitki gelişimi ve verime etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, (1): 13–19.
- Çepel, N., 1996. Toprak ilmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3416, 284s. İstanbul.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S., 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea var. L.*) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Derim, 28(1): 56-69.
- Demir M., Noyan F. O., Oğuz İ., 2012. Leonardit kullanımı ile birlikte azaltılmış azotlu gübre uygulamalarının bitki verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi, (2012-1): 445-455.
- Demir, Y., Doğan Demir A., 2019. The effect of organic matter applications on the saturated hydraulic conductivity and available water-holding capacity of sandy soils. Applied Ecology and Environmental Research, 17(2):3137-3146.
- Demiralay, L., 1977. Toprak Fiziği Ders Notları. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fak. Toprak Bölümü., Erzurum.
- Ece, A., Saltalı, K., Eryigit, N., Uysal, F., 2007. The effects of leonardite applications on climbing bean (*Phaseolus vulgaris L.*) yield and the some soil properties. Journal of Agronomy, 6(3): 480-483.
- Ekebaf, L.O., Ogbeifun, D.E., Okieimen, F.E., 2011. Polymer Applications in Agriculture. Biokemistri, 23(2): 81-89.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis, In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. Agronomy No: 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 383–441.
- Greacen, E.L., Sands, R., 1980. Compaction of forest soils: a review. Aust. J. Soil Res., 18: 163-189.
- Hudson, B.D., 1994. Soil organic matter and available water capacity. Journal of Soil and Water Conservation, 49(2): 189-194.
- Imbufe, A.U., Patti, A.F., Burrow, D., Surapaneni, A., Jackson, W.R., Milner, A.D., 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. Geoderma, 125(3-4): 321-330.
- Johnson, M.S., 1984. The Effects of gel-forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soils. J. Sci. Food Agriculture, 35: 1196-1200.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T., Zengin, M., 2007. Sürdürülebilir toprak verimliliği. Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları, (1).

- Karimi A, Noshadi M, Ahmadzadeh M., 2009. Effects of super absorbent polymer (Igeta) on crop, soil water and irrigation interval. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12:415-420.
- Komatsuzaki, M., Ohta, H., 2007. Soil management practices for sustainable agro-ecosystems. *Sustainability Science*, 2(1): 103-120.
- Letey, J., 1994. Adsorption and desorption of polymers on soil. *Soil Sci.*, 158: 244-248.
- Lobo, D., Torres, D., Gabriels, D., Rodriguez, N., Rivero D., 2006. Effect of organic waste compost and a water absorbent polymeric soil conditioner (hydrogel) on the water use efficiency in a *Caspium annum* (green paper) cultivation. *Agroenviron2006 Conference*, 453-459, September 4-7, Ghent, Belgium.
- Madakbaş, S., Önal, M. S., Dündar, B., Başak, H., 2014. Sututucu polimerlerinin toprak ve bitkide işlevi, çevreye etkisi ve sebzecilikte kullanım imkânları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 173-179.
- Maynard, A.A., 2000. Compost: The Process and Research. *Bulletin–Connecticut Agricultural Experiment Station No 966*. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, CT.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods Of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, (methodsofsoilan2), 199-224.
- Minasny, B., McBratney, A.B., 2018. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science*, 69(1): 39-47.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter, In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed. *Agronomy No: 9*, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 539–579.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum, In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed. *Agronomy No: 9*, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 181–197.
- Oğuz, İ., Noyan, Ö.F., Karaman, M.R., Koçyiğit, R., Özen, M., 2012. Jalapeno biber tariminda farkli organik ve inorganik materyallerin toprak özellikleri ve ürün verimi üzerine etkilerinin araştırılması. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, (2012-1): 393-403.
- Oluwadare, D.A., Osakwe, U.C., 2014. Effects of applied organic materials on physical properties of intensively cropped ultisol in North-Eastern Nigeria. *J. Recent. Adv. Agri*, 2: 199-207.
- 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, ss: 77-119, Adana.
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özyazıcı, M. A., Üstun, G. Y., 2011. Bazı organik materyallerin ve toprak düzenleyicilerin organik fındık yetiştiriciliğinde verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri. *IV. Organik Tarım Sempozyumu*, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum, Türkiye.

- Rhoades, J.D., 1982. Soluble Salts, In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed. Agronomy No:9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 167–179.
- Schlichting, E., Blume, H.P., 1966. Bodenkundliches Praktikum; eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land-und Forstwirte, und für Geowissenschaftler.
- Şeker, C., Ersoy, İ., 2005. Değişik organik gübreler ve leonarditin toprak özellikleri ve mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) gelişimi üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(35): 46-50.
- Sesveren, S., Taş, B., 2018. Farklı Leonardit Düzeylerinin Kıvırcık Yaprak Salatada (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Su Tüketimi ve Bazı Gelişim Parametreleri Üzerine Etkisi. Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(4): 421-426.
- Soil Management Guide, 2008. Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, 157p.
- Söylemez, S., Esin, Ş., Pakyürek, A., 2020. Waterpad polimerin farklı sulama düzeylerinde yetiştirilen patlıcanın verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30(2): 367-378.
- SPSS, M.O.D., 2015. SPSS (Statistical Package for the Social Sciens).
- Süleyman, Ş.E.N., Yılmaz, G., Topdemir, T., Alkan, Ü., 2019. Zeytin fidan gelişimine mikrohavza su hasadı tekniği ile toprak su tutma kapasitesini artırıcı bazı uygulamaların etkisi. Toprak Su Dergisi, 122-129.
- Taylor, K.C., Halfacre, R.G., 1986. The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. HortScience, 21:1159-1161.
- Turgut, B., Aksakal, E.L., 2010. Fiğ samanı ve ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11(1): 1-10.
- Yetgin, M.A., 2010. Organik Gübreler ve Önemi. Erişim adresi: https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/organik_gubreler_ve_onemi.pdf