



Polivinil Alkol Uygulamasının Toprak Fiziksel Özellikleri ve Mısır Bitkisi (*Zea mays* L.) Gelişimi Üzerine Etkisi¹

Fazıl HACİMÜFTÜOĞLU^{a,*} Mustafa Y. CANBOLAT^b

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar email: fazil@atauni.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.585918

Geliş Tarihi (Received): 03.07.2019 Kabul Tarihi (Accepted): 25.09.2019 Yayın Tarihi (Published): 25.01.2020

ÖZ: Bu araştırma, yapay organik polimerlerden polivinil alkol (PVA)'ün kaba, orta ve ince bünyeli topraklara ilavesinin, toprak yapısal stabilitesi ve mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, 0-20 cm toprak derinliğinden alınan yüzey toprak örnekleri kullanılmıştır. Laboratuvar koşullarında yürütülen sakı denemesinde polivinil alkol ilaveli ve ilavesiz toprak örnekleri üzerinde sürdürülen 60 günlük bitki yetiştirme periyodu sonunda toprağın fiziksel özelliklerinden, kütle yoğunluğu, agregat stabilitesi, dispersiyon oranı, ortalama ağırlık çapı ve su geçirgenliği tayin edilmiştir. Denemede yetiştirilen mısır bitkisinin biyokütle özelliklerinden bitki boyu, gövde çapı, yaş ve kuru ağırlık parametreleri belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, PVA ilavesinin toprak kütle yoğunluğunda, dispersiyon oranında, ortalama ağırlık çapında azalmaya, agregat stabilitesinde ve su geçirgenliğinde artışa neden olduğu kaydedilmiştir. Diğer taraftan PVA uygulamasının mısır bitkisinin; uzunluğu, gövde çapı, yaş ve kuru ağırlık değerleri üzerinde dolaylı olarak olumlu etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polivinil alkol (PVA), Toprak yapısal stabilitesi, Mısır bitkisi

The Effect of Polyvinyl Alcohol Application on Soil Physical Properties and Development of Corn Plants (*Zea mays* L.)

ABSTRACT: This study was conducted to determine the effects of polyvinyl alcohol (PVA), an artificial organic polymer, addition to coarse, medium and fine textured soils on soil structure stability and development of corn (*Zea mays* L.). In the research, surface soil samples taken from 0-20 cm soil depth were used. In pot experiments conducted in laboratory conditions, at the end of 60 days plant growing period on soil samples with and without polyvinyl alcohol addition, physical properties of the soil, such as bulk density, aggregate stability, dispersion rate, average weight diameter and water permeability were determined. From the biomass characteristics of the corn plant grown in the experiment, the plant height, stem diameter, wet and dry weight parameters were determined. The results of this study indicated that the addition of PVA resulted in a decrease in soil mass density, dispersion rate, average weight diameter, and increase in aggregate stability and water permeability. On the other hand, it has been also found that PVA application had indirectly positive effects on length, stem diameter, wet and dry weight values of the corn plant grown, accordingly.

Keywords: Polyvinyl alcohol (PVA), Soil structure, Corn plant

GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerde, toprak tanelerinin bağlayıcı unsurlar sayesinde bir araya gelerek oluşturdukları yapının stabilitesi ve bozulmalara karşı muhafaza edilmesi bitkisel üretim ortamı olan toprağın sürdürülebilirliği ve toprak fiziksel özelliklerinin geliştirilerek toprağın yapısal bozulmalara karşı direncinin artırılması, toprağın verimliliği açısından son derece önemlidir. Çeşitli organik veya inorganik bağlayıcı unsurların toprağa ilave edilmesi ile toprağın yapısal özellikleri

düzenlenebilmekte; hava ve su geçirgenliği, erozyona karşı direnç ve su tutma kapasitesi gibi birçok özelliği geliştirilebilmektedir. Toprak verimliliğinin korunması ve devamlılığı, uygun bir tarımsal tekniğe ve ekolojik dengenin bilinçli bir hassasiyetle muhafaza edilmesine bağlıdır. Özellikle yoğun ve bilinçsiz tarımsal faaliyetler toprağı zamanla sömürmüş ve organik maddenin azalması fiziksel ve kimyasal yapının bozulmasını beraberinde getirmiştir (Karaman vd., 2012). Toprak

strüktürünün sürdürülebilirliği ekosistemin sürdürülebilirliği açısından anahtar rol üstlenmektedir. Toprak strüktürü, toprakta suyun depolanması ve hareketi üzerine etki ederek, toprak havalanmasını kontrol eder (Lal, 1991; Young et al., 1998). Toprak strüktürünün zayıflaması ve toprak organik madde içeriğinin azalması toprak degradasyonunu artırır (Charman and Murphy, 2007). Toprak strüktürünün zayıflayarak bozulması toprağın degradasyonunu artırırken (Chan et al., 2003), agregat stabilitesinin yükselmesi ise degradasyonu azaltır (Lal, 2015). Stabil agregatlar toprağın erozyona hassasiyetinde, yarıyıllı su oranının artmasında ve kök gelişimi gibi birçok bitkisel üretimi etkileyen parametre üzerinde kritik öneme sahiptir. Yüksek oranda stabil agregatlara sahip olan topraklar, bu özelliğe sahip olmayan diğer topraklara nazaran su karşısında agregatların gevşemesi çok düşük seviyelerde gerçekleşerek, infiltrasyonun da yüksek olmasına ortam hazırlar. Bu durum su erozyonuna karşı yüksek bir direnç sağlar.

Stabil olmayan agregatlar, şiddetli yağışlarda gevşeme ve parçalanma sonucunda dispers olurlar. Fiziksel parçalanma, toprağa hava ve su girişini ve depolanmasını sağlayan toprak gözeneklerini azaltarak fide çıkışları başta olmak üzere bitki gelişimini sınırlandırır. Parçalanma sonucunda, yüzey akışı ve erozyon artarken yarıyıllı su miktarı azalır. Agregatlaşmış topraklar diğer topraklara nazaran uygun makro ve mikro gözenek oranına sahip olarak, daha iyi havalanma, yarıyıllı su ve bitki kök gelişimi için uygun bir ortam sağlar. Büyük stabil agregatlar, degradasyonu sınırlayıp, rüzgarla taşınmaya karşı küçük ve zayıf olan agregatlara nazaran daha dirençli bir durum sergiler. Agregat stabilitesi; toprakta organik madde içeriği, biyolojik aktivite ve toprak besin döngüsünün önemli bir göstergesidir (USDA, 2001). Yapay toprak düzenleyiciler içerisinde sentetik polimerlerin toprağa ilavesi ile beklenen agregat stabilitesindeki artış ve toprak strüktüründe ki gelişim, toprağın fiziksel ve hidrolik özellikleri üzerinde olumlu etkiler meydana getirir. Polivinil alkol (PVA) ve poliakrilamid (PAM) gibi sentetik polimerlerin toprağa ilavesi, toprağın fiziksel özelliklerinde iyileşme sağlayarak, agregat stabilitesi ve toprak strüktürünü geliştirmektedir (Sivapalan, 2002; Amezket, 1999).

Organik polimerler toprak agregatlarının oluşumunda ve strüktürel yapının gelişiminde önemli bir etkiye sahiptir (Tisdall and Oades, 1982). Polimerler agregat boşlukları arasına doğru hareket ederek agregat stabilitesini artırır (Ben-Hur and Keren, 1997). Böylece agregatların parçalanma ve

ayrışmaya karşı direnci artmaktadır (Heitner, 1994; Barry et al., 1991). Painuli and Pagliali (1990), PVA uygulamasının toprağın strüktürel durumu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve toprakları yüksek seviyede stabilize ettiğini ifade etmektedir. Sen et al. (1995) ve Abd El-Rehim et al. (2004), kumlu topraklara artan dozlarda PVA uygulamasının toprağın suya dayanıklı agregat miktarını ve su tutma kapasitesini önemli düzeylerde artırdığını belirlemişlerdir.

Aksakal ve Öztas (2010), polivinil alkol, hümik asit ve poliakrilamid uygulamalarının; toprak agregat stabilitesi, su geçirgenliği, hidrolik iletkenlik ve tarla kapasitesi değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($p<0,01$) artırdığını; dispersiyon oranı ile hacim ağırlığı değerlerini ise çok önemli düzeyde ($p<0,01$) düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Bu araştırma, yapay organik polimerlerden polivinil alkol'ün kaba, orta ve ince bünyeli topraklara ilavesinin, toprak strüktür stabilitesi üzerine etkilerini değerlendirmek ve mısır bitkisinin (*Zea mays L.*) gelişimi üzerindeki fonksiyonlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada kaba, orta ve ince bünyeli üç toprak örneği kullanılmıştır. Kaba bünyeli toprak; Atatürk Üniversitesi kampüs yerleşkesinin güney batı sınırından, orta bünyeli toprak; Atatürk Üniversitesi çiftlik arazisinden, ince bünyeli toprak ise; Daphan ovasında İspir yol ayrımından 20 cm lik üst toprak derinliğinden bozulmuş olarak örneklenmiştir. Araştırmada kullanılan topraklar USDA (1999)'ya göre kaba bünyeli topraklar Entisoller sırasında (ordo), orta bünyeli topraklar Inceptisoller sırasında ve ince tekstürlü topraklar ise Vertisoller sırasında sınıflandırılmıştır (Özgül, 2003). Toprak örnekleri, laboratuvar koşullarında havada kurutulup, ezilip elendikten (<2 mm) sonra analizlere hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmada, yapay toprak düzenleyici olarak, ağırlık esasından % 0,1 düzeyinde polivinil alkol kullanılmıştır. Deneme bitkisi için Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden temin edilen mısır (*Zea mays L. indentata* Sturt.) tohumu kullanılmıştır. Deneme, sera koşullarında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Toprak fiziksel özelliklerini ve mısır bitkisi biyokütle özelliklerini belirlemek amacıyla PVA ilaveli ve kontrol toprakları (PVA ilavesiz) her iki özelliği belirlemede ayrı ayrı 3 er tekerrürlü olarak hazırlanmış, hazırlanan saksıların bir bloğu bitkisiz, bir bloğu bitkili olacak şekilde 60 gün boyunca tarla kapasitesi nem seviyesinde tutularak deneme sonlandırılmıştır.

Toprak örneklerinde; tekstür Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Gee and Bauder, 1986), toprak reaksiyonu (pH) cam elektrotlu pH metre ile (McLean, 1982), kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile (Nelson, 1982), organik madde içeriği Smith-Weldon yöntemiyle (Nelson and Sommers, 1982), elektriksel iletkenlik değeri elektriki kondüktivite aleti ile (Rhoades, 1982), hacim ağırlığı silindir yöntemiyle (Blake and Hartge, 1986), agregat stabilitesi (AS) Yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak (Kemper and Rosenau, 1986) belirlenmiştir. Ayrıca, toprakların dispersiyon oranı (Bryan, 1968; Lal, 1988), su geçirgenliği (Klute and Dirksen, 1986), ortalama ağırlık çap (Demiralay, 2013); kök boğazından yaprak ucuna kadar bitki uzunluğu, bitki gövde çapı, bitki yaş ağırlık ve kuru ağırlığı (Kacar, 2014) metodu ile tespit edilmiştir. Veri analizinde ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (SPSS, 2011).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, kaba bünyeli toprak kumlu tın (SL) tekstür sınıfında (%55 kum, %31 silt, %14 kil), orta bünyeli toprak killi tın (CL) tekstür sınıfında (%32 kum, %35 silt, %33 kil) ve ince bünyeli toprak ise kil (C) tekstür sınıfında (%25 kum, %32 silt, %43 kil) yer almaktadır.

Kaba, orta ve ince bünyeli toprakların organik madde içerikleri sırasıyla % 1,4; %1,3 ve %1,64 olarak tespit edilmiştir. Toprakların organik madde içeriklerinin az sınıfında olduğu (Ülgen ve Yurtseven, 1974), pH düzeylerinin ise sırasıyla; 7,5; 7,4 ve 7,35 seviyesinde ve nötr oldukları (Ülgen ve Yurtseven, 1974) tespit edilmiştir. Çalışma topraklarının EC seviyeleri ise sırasıyla 1,25 dS/m; 1,20 dS/m, 1,02 dS/m değerinde; CaCO₃ seviyeleri ise sırasıyla %0,42; %0,4 ve %0,57 düzeyindedir. Topraklar tuzsuz ve az kireçlidir (Ülgen ve Yurtseven, 1974). Araştırma konusu toprakların kation değişim kapasitesi değerleri ise sırasıyla; 22 cmol kg⁻¹; 29,4 cmol kg⁻¹ ve 47,3 cmol kg⁻¹ seviyesindedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma konusu topraklara ait bazı temel fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Özellik	Toprak Bünyesi		
	Kaba	Orta	İnce
Kum, %	55	32	25
Silt, %	31	35	32
Kil, %	14	33	43
Tekstür Sınıfı	Kumlu tın	Killi tın	Kil
Organik Madde, %	1,4	1,30	1,64
pH	7,5	7,4	7,35
EC, dS/m	1,25	1,20	1,02
CaCO ₃ , %	0,42	0,4	0,57
KDK, cmol kg ⁻¹	22	29,4	47,3

Toprak fiziksel özellikleri üzerine PVA uygulamasının etkileri

Kütle yoğunluğu

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi kütle yoğunluğu değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 1,41; 1,26 ve 1,10 g cm⁻³ olup, PVA uygulaması sonrasında 1,17; 1,17 ve 1,03 g cm⁻³ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 1). Uygulama sonrasında her üç toprağında kütle yoğunluğu değerlerinde tespit edilen azalma kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %17; %7,14 ve %6,36 olarak belirlenmiştir. Kütle

yoğunluğu değerinin azalmasında, uygulamadan en fazla etkilenen toprak kaba bünyeli olurken en az etkilenen ise ince bünyeli toprak olmuştur. PVA uygulaması sonrasında kaba bünyeli toprağın ince bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, uygulama öncesi toprağın teksel durumundan dolayı olduğu ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında kütle yoğunluğu bakımından fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Yürütülen farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Aksakal ve Öztaş, 2010).

Çizelge 2. Araştırma konusu topraklara ait fiziksel özellikler

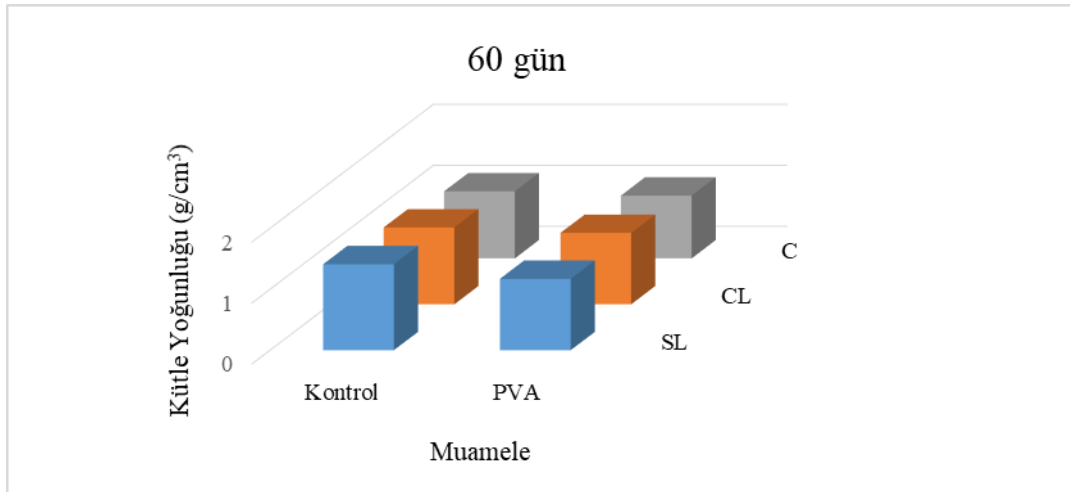
Toprak Bünyesi	Kütle yoğunluğu, g cm ⁻³			Agregat stabilitesi, %			Dispersiyon oranı, %			Ort. ağırlık çap, mm		
	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.
Kaba	1,41 ^a	1,17 ^c	1,29A	22,0 ^d	87,5 ^a	54,7A	23,4 ^a	1,60 ^e	12,5A	0,97 ^c	0,84 ^d	1,81A
Orta	1,26 ^b	1,17 ^c	1,21B	25,1 ^c	88,7 ^a	56,9A	21,8 ^c	1,53 ^c	11,6A	1,16 ^a	1,03 ^b	1,09B
İnce	1,10 ^d	1,03 ^e	1,06C	20,2 ^d	77,2 ^b	51,1A	22,4 ^b	3,30 ^d	12,8A	0,81 ^d	0,77 ^e	0,79C
Ort.	1,25A	1,14B		24B	84,4A		22,5A	2,14B		0,98B	0,88A	

Farklı harf ile gösterilen ortalamalar, istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Agregat stabilitesi

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi agregat stabilitesi değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla %22,0; %25,1 ve %20,2 olup, PVA uygulaması sonrasında %87,5; %88,7 ve %77,2 olarak tespit edilmiştir

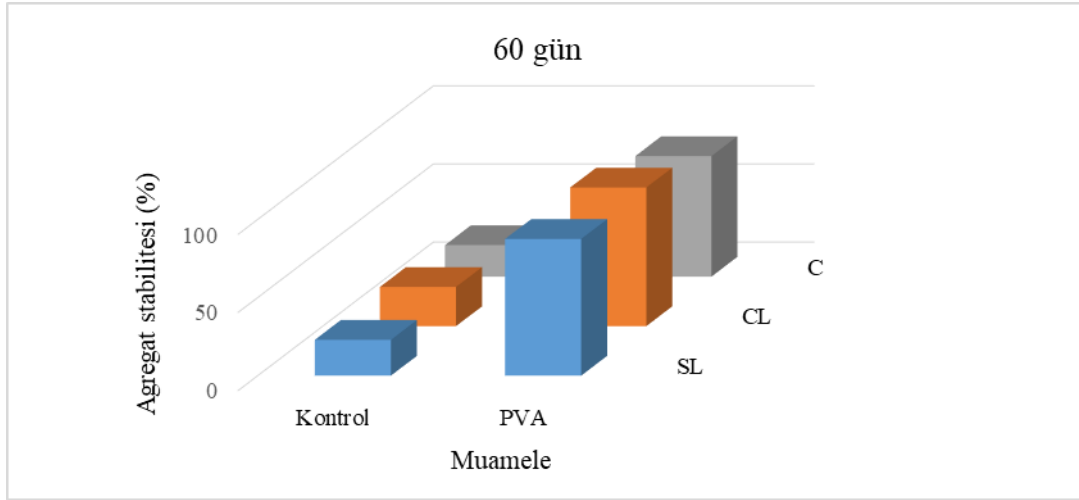
(Çizelge 2; Şekil 2). Uygulama sonrasında her üç toprağın da agregat stabilitesi değerlerinde tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %297; %252,4 ve %282,2 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. PVA uygulamasına göre toprakların kütle yoğunluğu değerleri

Agregat stabilitesi değerinin artışında uygulamadan en fazla etkilenen toprak orta bünyeli olurken en az etkilenen ince bünyeli toprak olmuştur. PVA uygulaması sonrasında orta bünyeli toprağın ince bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, orta bünyeli topraktaki gözenek geometrisi ile ilişkilendirilerek ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında agregat stabilitesi bakımından fark olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toprak muamele interaksyonunu da önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Stefanson (1973), sentetik polimerlerle toprağın strüktürel stabilitesinin sağlanması üzerine yaptıkları bir çalışmada PVA'nın diğer birçok yapay organik polimer kadar etkili olduğunu belirtmekte ve yüzey toprağının strüktürel yapısının

toprak organik maddesi tarafından korunduğu süreçte PVA uygulamasının toprağın strüktürel yapısını etkili bir şekilde stabilize ettiğine dikkat çekmektedir. Araştırma konusu topraklarda PVA ilavesinin AS değerlerini önemli seviyede yükselttiği tespit edilmiştir. Toprak agregasyonu bitki gelişimi ve erozyona direnç açısından çok önemlidir (Six et al., 2006). PVA ve PAM gibi yapay organik polimerlerin toprağa ilavesi, toprağın fiziksel özelliklerinde iyileşme sağlayarak, agregat stabilitesini arttırdığı ve toprakta önemli bir düzenleyici etki meydana getirdiği farklı araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır (Sivapalan, 2002; Inyang and Bae 2005; Dodd et al., 2004). Yapılan araştırmalar, bu çalışmada elde edilen agregat stabilitesi bulgularını destekler niteliktedir.

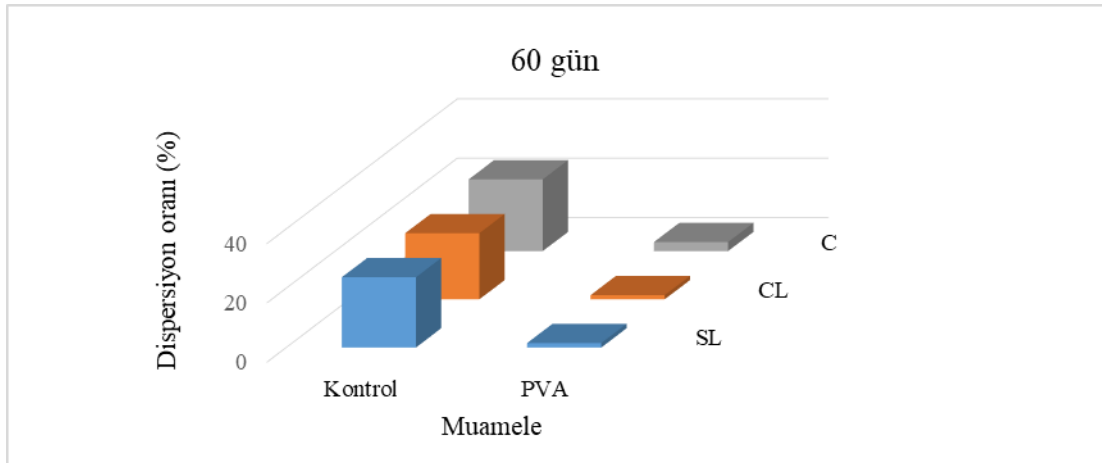


Şekil 2. PVA uygulamasına göre toprakların agregat stabilitesi

Dispersiyon oranı

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi dispersiyon oranı değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla %23,4; %21,8 ve %22,4 olup, PVA uygulaması sonrasında %1,60; %1,53 ve %3,30 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 3). Uygulama sonrasında her üç toprağın da dispersiyon oranı değerlerinde tespit edilen azalma kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %93; %93 ve %95,2 olarak belirlenmiştir. Dispersiyon oranı değerinin azalmasında

uygulamadan en fazla etkilenen toprak ince bünyeli olurken bunu orta ve kaba bünyeli topraklar izlemiştir. PVA uygulaması sonrasında ince bünyeli toprağın diğer iki toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, içerdiği kil fraksiyonunun sahip olduğu kohezyon kuvvetleri ve ilave stabilizatör uygulaması ile açıklanabilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında dispersiyon oranı bakımından fark olduğu tespit edilmiştir. Toprak muamele interaksiyonu da önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.



Şekil 3. PVA uygulamasına göre toprakların dispersiyon oranı

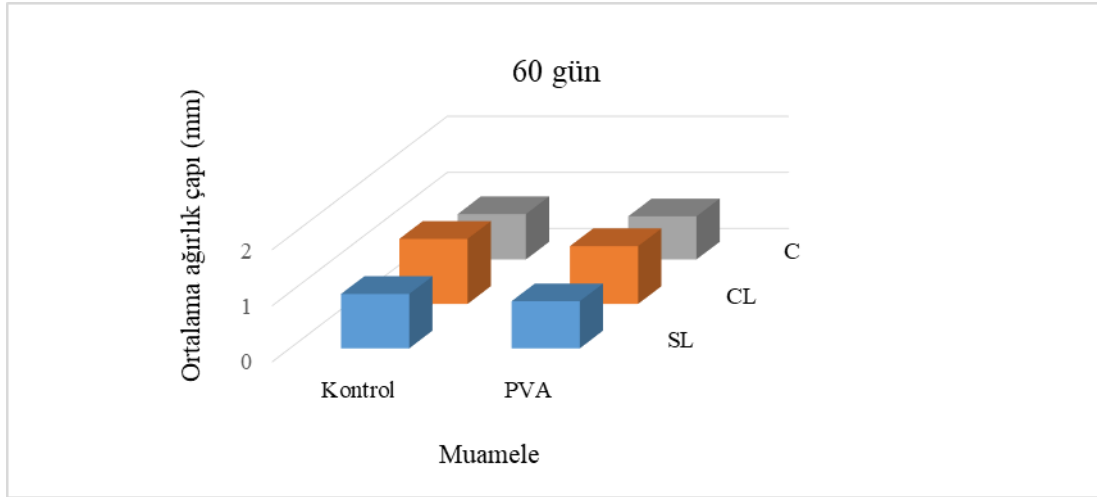
Ortalama ağırlık çap

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi ortalama ağırlık çap (OAC) değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,97; 1,16 ve 0,81 mm olup, PVA uygulaması sonrasında 0,84; 1,03 ve 0,77 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 4). Uygulama sonrasında her üç toprağında OAC değerlerinde

tespit edilen azalma kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %13,4; %11,2 ve %3,75 olarak belirlenmiştir. Ortalama ağırlık çap değerinin azalmasında uygulamadan en fazla etkilenen toprak kaba bünyeli olurken ince ve orta bünyeli topraklar yaklaşık eşit oranlarda etkilenmiştir. PVA uygulaması sonrasında kaba bünyeli toprağın ince bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde

etkilenmesi, uygulama öncesi toprağın sahip olduğu dispers durumdan kaynaklanmış olabileceği şeklinde ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında

ortalama ağırlık çap bakımından fark olduğu tespit edilmiş, toprak muamele etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4. PVA uygulamasına göre toprakların ortalama ağırlık çapı

Su geçirgenliği

Araştırma konusu toprak örneklerinin PVA uygulaması öncesi su geçirgenliği değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,95; 0,54 ve 0,42 μm^2 olup, PVA uygulaması sonrasında 5,95;

5,27 ve 3,67 μm^2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3; Şekil 5). Uygulama sonrasında her üç toprağında su geçirgenliği değerlerinde tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %526; %875 ve %773 olarak belirlenmiştir.

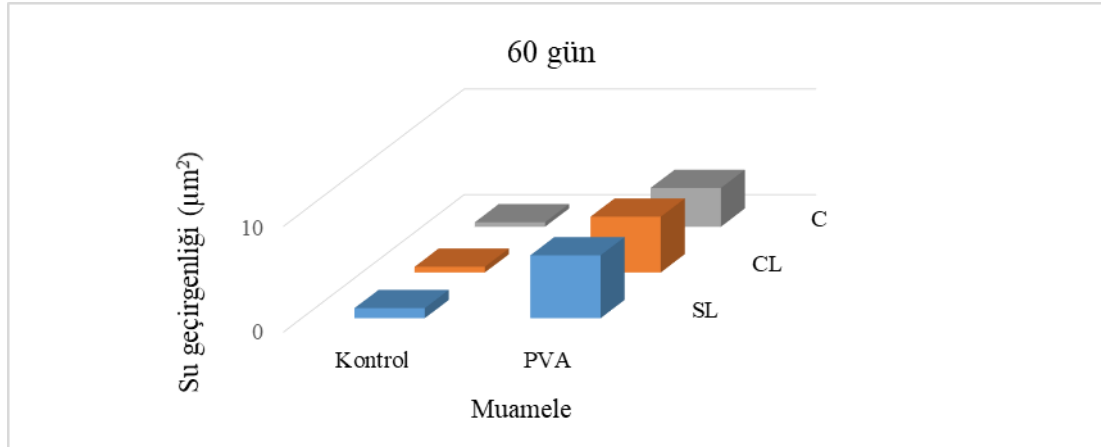
Çizelge 3. Araştırma konusu toprakların su geçirgenliği değerleri

Toprak Bünyesi	Su geçirgenliği, μm^2		Ortalama
	Kont.	PVA	
Kaba	0,95 ^d	5,95 ^b	3,45A
Orta	0,54 ^e	5,27 ^c	2,90B
İnce	0,42 ^f	3,67 ^a	2,04C
Ortalama	0,63B	4,96A	

Farklı harf ile gösterilen ortalamalar, istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Su geçirgenliği değerinin artışında uygulamadan en fazla etkilenen toprak ince bünyeli olurken en az etkilenen kaba bünyeli toprak olmuştur. PVA uygulaması sonrasında ince bünyeli toprağın kaba bünyeli toprağa göre daha yüksek düzeyde etkilenmesi, uygulama öncesi toprağın su karşısında ortaya koyduğu gevşeme ve dispersleşme etkisinden dolayı olduğu vurgulanabilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında su geçirgenliği bakımından

fark olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toprak muamele etkisi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Birçok çalışmada, agregat stabilitesinin artması ile su geçirgenliğinin, infiltrasyonun ve havalanmanın arttığı ifade edilmiştir (Oades, 1976; Barry et al., 1991). Yapay toprak düzenleyici olarak toprağa PVA ilavesinin agregat stabilitesi değerini yükselttiği ve buna bağlı olarak su geçirgenliği değerinin de arttığı tespit edilmiştir (Han et al., 2009).



Şekil 5. PVA uygulamasına göre toprakların su geçirgenliği

PVA uygulamasının mısır bitkisi gelişimi üzerine etkileri

Bitki boy uzunluğu

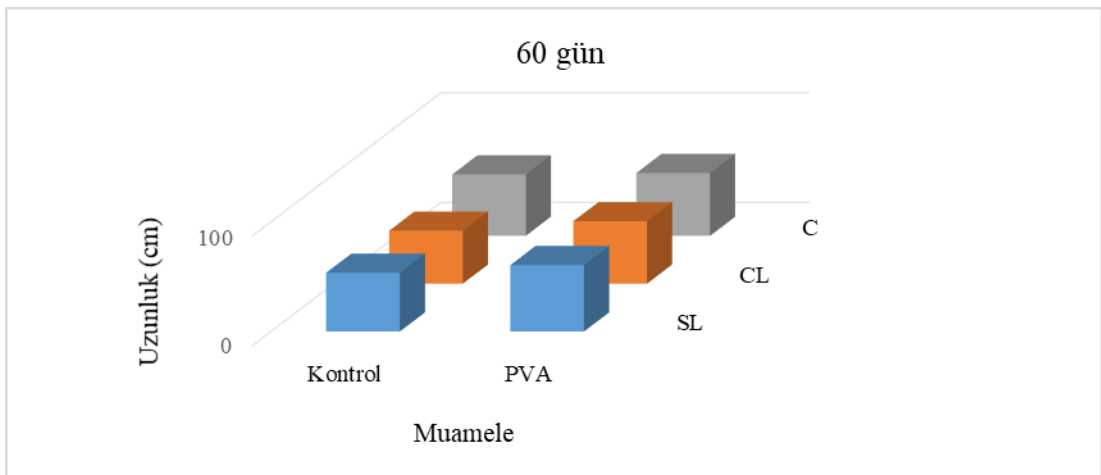
Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki boy uzunluğu değerleri kaba, orta ve ince

bünyeli topraklar için sırasıyla 53,6; 48,3 ve 56 cm olup, PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki boyu değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 60,7; 57 ve 57,3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 6 ve 7).

Çizelge 4. Mısır bitkisi 60 günlük yetiştirme periyodu sonrasında boy, çap, yaş ağırlık ve kuru ağırlık değerleri

Toprak Bünyesi	Boy, cm			Çap, mm			Yaş Ağırlık, g			Kuru Ağırlık, g		
	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.	Kont.	PVA	Ort.
Kaba	53,6 ^{ab}	60,7 ^a	57,2A	2,33 ^b	3,0 ^a	2,7AB	5,13 ^{ab}	6,82 ^a	5,1AB	0,29 ^b	0,45 ^a	0,38A
Orta	48,3 ^b	57 ^a	52,6A	2,31 ^b	2,43 ^b	2,37B	4,25 ^b	5 ^{ab}	4,63B	0,35 ^{ab}	0,39 ^{ab}	0,37A
İnce	56,0 ^{ab}	57,3 ^a	56,7A	2,86 ^a	3,04 ^a	2,95A	6,05 ^{ab}	6,3 ^{ab}	6,17A	0,39 ^{ab}	0,45 ^a	0,42A
Ort.	52,7B	58,3A		2,5B	2,82A		5,15A	6,04A		0,35B	0,43A	

Farklı harf ile gösterilen ortalamalar, istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



Şekil 6. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilere ait bitki boyu

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boylarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %13,2; %18 ve %2,3 olarak belirlenmiştir. Bitki boyu değeri PVA uygulaması orta bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Bu durumun, orta bünyeli

toprakların bitki gelişimi için ideal hava ve su dengesini oluşturması ile ilişkili olduğu ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda muameleler arasında bitki boy uzunluğu bakımından fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

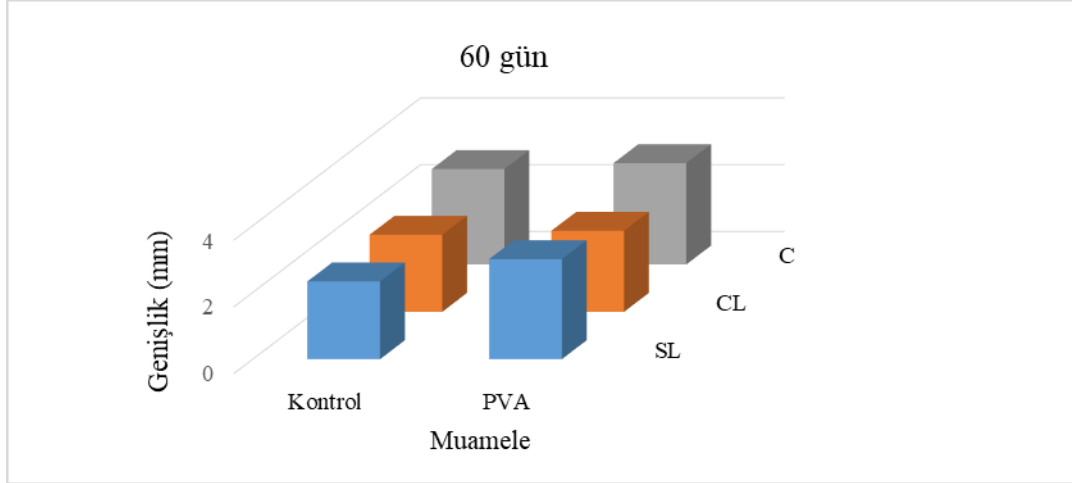


Şekil 7. Araştırma konusu PVA ilavesiz ve ilaveli kaba, orta ve ince bünyeli topraklarda 60 günlük yetişme periyodu sonunda mısır bitkisi gelişimi

Gövde çapı

Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki gövde çapı değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 2,33; 2,31 ve 2,86 mm olup,

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki boyu değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 3; 2,43 ve 3,04 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 7 ve 8).



Şekil 8. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilere ait gövde çapı

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin gövde çaplarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %28,8; %5,2 ve %6,3 olarak belirlenmiştir. Gövde çapı değeri PVA uygulamalı kaba bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Bu sonuca, orta ve ince bünyeli topraklara göre kaba bünyeli toprakta kök penetrasyonunun neden olduğu şeklinde ifade edilebilir. Yapılan varyans analizi sonucunda araştırma konusu topraklar ve muameleler arasında gövde çapı bakımından fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Bitki yaş ağırlık

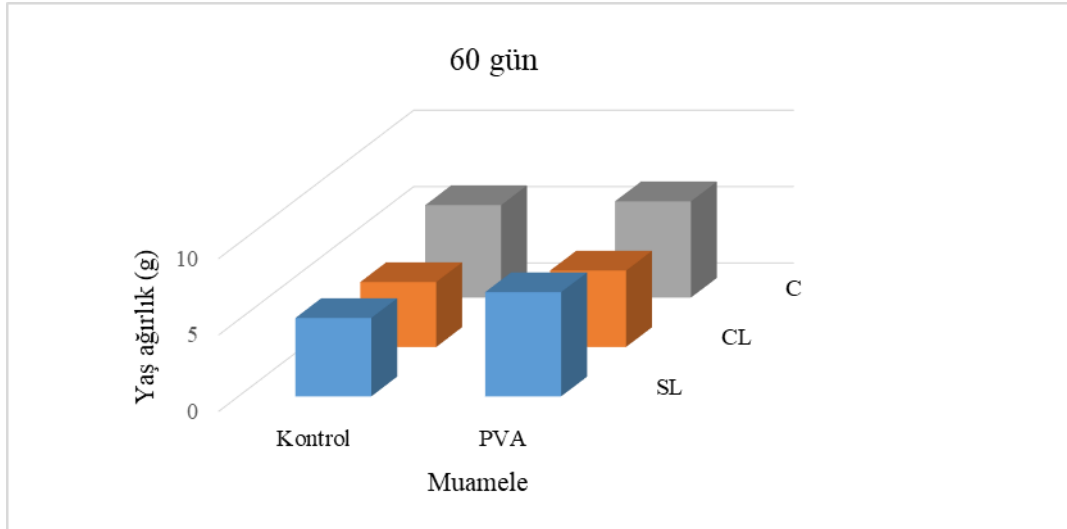
Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki yaş ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 5,13; 4,25 ve 6,05 g olup, PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki yaş ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli

topraklar için sırasıyla 6,82; 5 ve 6,3 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 7 ve 9).

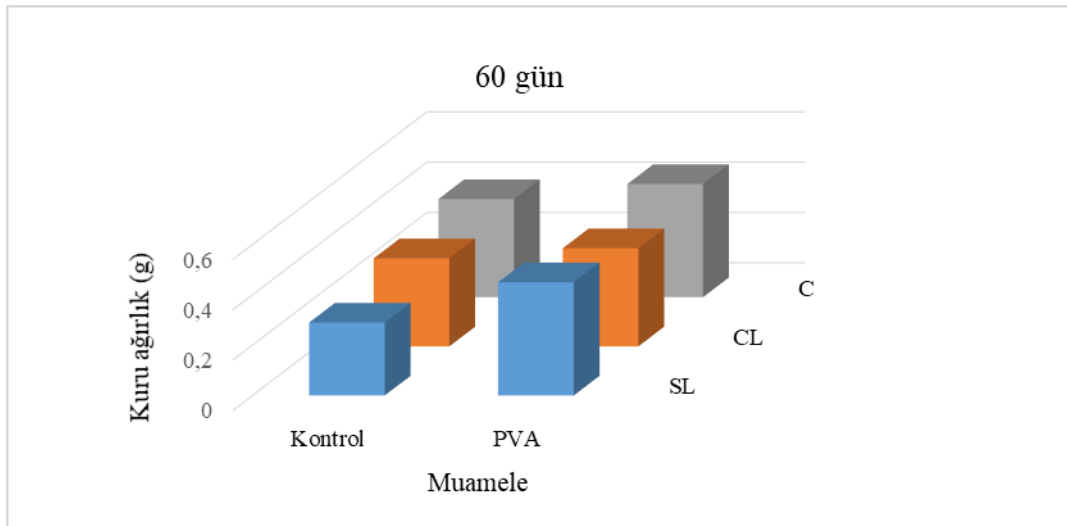
PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlıklarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %32,9; %17,6 ve %4,1 olarak belirlenmiştir. Yaş ağırlık değeri PVA uygulamalı kaba bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Bu sonuca, gövde çapı parametresinde olduğu gibi, orta ve ince bünyeli topraklara göre kaba bünyeli toprakta kök gelişiminin neden olduğu ifade edilebilir.

Bitki kuru ağırlığı

Araştırma konusu PVA uygulaması yapılmayan toprak örneklerinde yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki kuru ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,29; 0,35 ve 0,39 g olup, PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisine ait bitki yaş ağırlık değerleri kaba, orta ve ince bünyeli topraklar için sırasıyla 0,45; 0,39 ve 0,45 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 7 ve 10).



Şekil 9. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilerin yaş ağırlığı



Şekil 10. PVA uygulamasına göre farklı tekstürlü topraklarda yetiştirilen bitkilerin kuru ağırlığı

PVA'lı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin kuru ağırlıklarında tespit edilen artış kaba, orta ve ince bünyeli toprakta sırasıyla %55,2; %11,4 ve %15,4 olarak belirlenmiştir. Yaş ağırlık parametresinde olduğu gibi, kuru ağırlık değeri de PVA uygulamalı kaba bünyeli toprakta en fazla etkiyi ortaya koymuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda muameleler arasında bitki kuru ağırlığı bakımından fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Yapay toprak düzenleyici polimer uygulamaları bitki gelişimini pozitif yönde etkilediği farklı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Lua and Choub, 2016; Hernandez et al., 2018). Bu araştırma neticesinde de farklı bünyeli topraklara PVA ilavesinin bitki boy uzunluğu, gövde çapı, yaş ve

kuru ağırlık değerlerini artırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

SONUÇ

Bu çalışmada farklı tekstürlü (kumlu tın, killi tın, kil) topraklara ilave edilen %0,1 düzeyinde PVA'nın 60 günlük yetiştirme periyodu sonunda toprakların fiziksel özellikleri ve mısır bitkisi (*Z. mays* L.) gelişimi üzerinde ortaya koyduğu etki değerlendirilmiştir. PVA ilavesi tüm toprak gruplarında agregat stabilitesi değerlerini yükseltmiş, buna bağlı olarak toprak su geçirgenliği artmış, dispersiyon oranı ise düşmüştür. Toprakların fiziksel özelliklerindeki bu iyileşme topraklarda ideal bir havalanma ve su tutma dengesi oluşturduğu, buna bağlı olarak yetiştirilen bitkilerin; gövde boyu

uzunluğu, gövde çapı, yaş ve kuru ağırlık değerlerinin yükseldiği kaydedilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, topraklara yapay toprak düzenleyicisi olarak ilave edilen PVA'nın toprak strüktürünü önemli seviyede geliştirdiği ve dolaylı olarak ortamın bitki gelişim potansiyelini arttırdığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Rehim, H.A., Hegazy, E.S.A., Abd El-Mohdy, H.L., 2004. Radiation synthesis of hydrogels to enhance sandy soils water retention and increase plant performance. *Journal of Applied Polymer Science*, 93 (3): 1360-1371.
- Aksakal E., Öztas T., 2010. Polivinilalkol, hümik asit ve poliakrilamid uygulamalarının strüktürel stabilite ve toprak kayıpları üzerine etkileri. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt III, s: 953-962.
- Amezketta, E., 1999. Soil aggregate stability: A review. *J. Sustain. Agric.*, 14 (2-3): 83-151.
- Barry, P.V., Stott, D.E., Turco, R.F., Bradford, J.M., 1991. Organic polymers' effect on soil shear strength and detachment by single raindrops. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 55 (3): 799-804.
- Ben-Hur, M., Keren, R., 1997. Polymer effects on water infiltration and soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 61 (2): 565-570.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods.* Agronomy, (2): 366-375.
- Bryan, R.B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, (2): 5-25.
- Chan, K.Y., Heenan, D.P., So, H.B., 2003. Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on light-textured soils in Australia: A review. *Aust. J. Exp. Agric.*, (43): 325-334.
- Charman P., Murphy B., 2007. *Soils: Their properties and management*, third ed. Oxford University Press, Melbourne, Australia, 461 p.
- Demiralay İ., 2013. *Toprak Fiziksel Analizleri.* Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 143.
- Dodd, K., Guppy, C.N., Lockwood, P., Rochester, I., 2004. Comparison of applications of sand and polyacrylamide for separating the impact of the physical and chemical properties of sodic soils on the growth and nutrition of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Proceedings of the 3rd Australian New Zealand Soils Conference*, 5-9 December. University of Sydney, Australia.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. *Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods.* 2nd edition. Agronomy, 383-411.
- Han X., Chen S., Hu, X., 2009. Controlled-release fertilizer encapsulated by starch/polyvinylalcohol coating. *Science Direct. Desalination*, (240): 21-26.
- Heitner, H.I., 1994. *Encyclopedia of Chemical Technology*, In: (eds), Kroschwitz, J.I., and Howe-Grant, M.) 4th edn., vol 11. John Wiley&Sons, pp: 61.
- Hernandez, H., Maldonado, A.J., Mendoza, A.B., Ortiz, H.O., Pliego, G.C., Aspeytia, D.S., Morales, S.G., 2018. Chitosan-pva and copper nanoparticles improve growth and over express the sod and ja genes in tomato plants under salt stress. *Agronomy*, 8 (9): 175.
- Inyang, H.I., Bae, S., 2005. Polyacrylamide sorption opportunity on interlayer and external pore surfaces of contaminant barrier clays. *Cheemosphere*, (58): 19-31.
- Kacar, B., 2014. *Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri.* Nobel Yayınları, 60 s.
- Karaman, Rüşti M., Brohi Reşit, A., Müftüoğlu, Mücella N., Öztas, T., Zengin, M., 2012. *Sürdürülebilir Toprak Verimliliği.* Koyulhisar Zir. Odası Yay., No:1.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. *Aggregate stability and size distribution. Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods.* 2nd edition. Agronomy, 425-442.
- Klute, A., Dirksen, C., 1986. *Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods.* 2nd edition. Agronomy, 687-734.
- Lal, R., 1988. *Soil erosion research methods.* Soil And Water Conservation Society. Ankeny, Iowa, USA.
- Lal, R., 1991. *Soil structure and sustainability.* *J. Sustain. Agric.*, (1): 67-92.
- Lal, R., 2015. *Restoring soil quality to mitigate soil degradation.* *Sustainability*, (7): 5875-5895.
- Lua C., Choub L., 2016. *The applications of biodegradable polymers on soil and water conservation engineering.* 2nd International Conference on Advances in Energy, Environment and Chemical Engineering.
- McLean, E.O., 1982. *Soil pH and lime requirement. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* 2nd edition. Agronomy, 199-224.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. *Total carbon, organic carbon and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and*

- Microbiological Properties, 2nd edition. Agronomy, 539-579.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd edition. Agronomy, 181-197.
- Oades, J.M., 1976. Prevention of crust formation in soils by polyvinyl alcohol. *Aust. J. Soil Res.*, (14):139-148.
- Özgül M., 2003. Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan büyük toprak gruplarının sınıflandırılması ve haritalandırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Erzurum.
- Painuli, D.K., Pagliali, M., 1990. Effect of polyvinyl alcohol, dextran and humic acid on some physical properties of a clay and loam soil. 1. cracking and aggregate stability, *Agrochimica*, 34 (1-2): 117-130.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble salts. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd edition. Agronomy, 167-179.
- Sen, K.K., Bhadoria P.B.S., Datta B., 1995. Influence of soil conditioners on soil physical-properties and maize growth. *Tropical Agriculture*, 72 (1): 23-27.
- Six, J., Frey, S.D., Thiet, R.K., Batten, K.M., 2006. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, (70): 555-569.
- Sivapalan, S., 2002. Potential use of polyacrylamides (PAM) in reclaiming some problem soils. In Williamson, David and Tang, C and Rate, Andrew, Eds. Proceedings Australian Society of Soil Science National Conference, pages pp: 158-159, Perth, Western Australia.
- SPSS, 2011. SPSS for Windows, Version 20, SPSS Inc., USA.
- Stefanson, R.C., 1973. Polyvinyl alcohol as a stabilizer of surface soils. *Soil Science*, 115 (6): 420-428.
- Tisdall, J.M., Oades, J.M., 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil. Sci.*, (33): 141-163.
- USDA, 1999. United States Department Of Agriculture. Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2rd edn.
- USDA, 2001. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Rangeland Soil Quality—Aggregate Stability. Soil Quality Information Sheet 3. Grazing Lands Technology Institute, and National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service.
- Ülgen N., Yurtseven N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınlar Serisi, 28, Kemal Matbaası.
- Young, I.M., Blanchart, E., Chenu, C., Dangerfield, M., Fragoso, C., Grimald, M., Ingram, J., Monrozier, L.J., 1998. The interaction of soil biota and soil structure under global change. *Glob. Change Biology*, (4): 703-712.