



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

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



Polimer ve organik atık uygulamalarının toprakta stabilite ölçütleri üzerine etkileri

Nutullah ÖZDEMİR*, **Ömrüm Tebessüm KOP DURMUŞ**

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Öz

Bu çalışmada; buğday samanı ve fındık zürufu atığı ile poliakrilamid ve hümik asit uygulamalarının kumlu tın (SL) ve Killi tın (CL) tekstürlü yüzey (0-20 cm) topraklarında stabilite ölçütlerinin gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Kumlu tın (SL) tekstürlü toprak örneği Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra Uygulama ve Araştırma İstasyonu arazisinden alınmış olup hafif alkali, tuzsuz, organik madde içeriği düşük, çok kireçli, toplam azot içeriği düşük sınıfında yer almaktadır. Killi tın (CL) tekstürlü toprak örneği ise Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinden alınmış olup hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz, orta düzeyde organik madde içeren, orta düzeyde kireçli, toplam azot içeriği ise fazla sınıfında yer almaktadır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanan çalışmada 28 farklı uygulama ve 3 tekrür dahil olmak üzere (2x28x3) toplam 168 saksı kullanılmıştır. Beş aylık inkübasyon döneminden sonra saksılarda buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Buğday bitkisinin hasadından sonra saksılardan alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre; uygulamaların toprağın stabilite kriterleri üzerindeki etkilerinin düzenleyici türü ve uygulama dozu ile kombinasyonuna bağlı olarak değişim gösterdiği saptanmıştır. Uygulamaların dispersiyon oranı değeri üzerinde killi tın tekstürlü toprakta, agregat stabilitesi üzerinde ise kumlu tın tekstürlü toprakta daha etkili oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak özellikleri, poliakrilamid, hümik asit, agregat stabilitesi, dispersiyon oranı.

Effects of polymer and organic waste applications on stability parameters in soil

Abstract

In this study; the effects of wheat straw and hazelnut husk waste and polyacrylamide and humic acid applications on the development of stability criteria in sandy loam (SL) and clay loam (CL) textured surface (0-20 cm) soils were examined. The soil sample with sandy loam (SL) texture was taken from the land of Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture Bafra Application and Research Station and is in the slightly alkaline, salt-free, low organic matter content, very calcareous, low total nitrogen content class. The soil sample with clay loam (CL) texture was taken from the land of the Black Sea Agricultural Research Institute and is in the class of slightly alkaline reaction, salt-free, containing moderate organic matter, moderately calcareous, and its total nitrogen content is high. A total of 168 pots, including 28 different treatments and 3 replications, were used in the study, which was planned according to the randomized plot trial design. After a five-month incubation period, wheat plants were grown in pots. According to the analysis results made on the soil samples taken from the pots after the harvest of the wheat plant; It has been determined that the effects of the applications on the stability criteria of the soil vary depending on the combination of the regulator type and application dose. It was determined that the applications were more effective on the dispersion rate value in clay loam textured soil and on aggregate stability in sandy loam textured soil.

Keywords: Soil properties, polyacrylamide, humic acid, aggregate stability, dispersion ratio.

© 2024 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprakta bozucu süreçlerin etkisinin azaltılması ve verimliliğinin devam ettirilmesinde karbon önemli bir yere sahiptir. Organik ya da inorganik formda bulunabilen karbonun büyük bir kısmı organik yapıda yer

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (362) 312 1919
E-posta : nutullah@omu.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 12 Haziran 2024
Kabul Tarihi : 25 Ekim 2024
e-ISSN : 2146-8141
DOI : 10.33409/tbbbd.1500246

almaktadır. Bu yapıdaki karbonun (organik maddenin) kaynağını ölü bitki ve hayvan dokuları, bunların parçalanma ve ayrışma ürünleri ile toprak içerisinde yaşayan mikrobiyal kütleler oluşturmaktadır (Aşkın ve ark., 2014, Jangir ve ark., 2019). Organik kaynaklı karbon bileşikleri toprak mikroorganizmalarının besin kaynağı olup toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri ile verimliliğini önemli derecede etkilemektedir. Organik madde aynı zamanda strüktürel yapının gelişmesini sağlayarak toprağın havalanma kapasitesini artırmakta, erozyona karşı duyarlılığı azaltmakta, toprak sıcaklığını olumlu yönde etkilemekte ve verime katkı sağlamaktadır (Andiç, 1993, Voltr ve ark., 2021). Toprak fiziksel ve kimyasal koşullarının iyileştirilmesi; arazilerin sürdürülebilir kullanımını, gıda tedarikinin yeterliliğini, hava ve su kaynaklarının kalitesini ve insanlığın hayatta kalmasını belirlemektedir (Blanco-Canqui ve Lal, 2008; Kassim, 2021).

Günümüz koşullarındaki tarım sistemlerinin ortaya çıkardığı etkiler nedeniyle topraklar üretim güçlerini önemli ölçüde kaybederek bozulmaya maruz kalmaktadır. Dünya üzerinde bulunan tarım alanlarının yaklaşık % 80'i orta ile şiddetli derecede erozyondan etkilenmektedir (Lal, 2003; Öztürk, 2013). Türkiye'de ise arazilerin % 78'lik kısmı değişik seviyelerdeki erozyondan etkilenmiş durumdadır. Kültür bitkisi tarımı yapılan alanlarımızın ise % 68'inde erozyonla ilgili sorunlar bulunmaktadır. Ayrıca 57.1 milyon ha alan kıyı erozyonu ve 466.000 ha alan ise rüzgar erozyonu etkisi altındadır (Akça ve ark., 2007; Özdemir, 2013). Söz konusu olumsuzluğun önlenmesi için yeni sürdürülebilir tarım uygulamalarının kullanılması, toprak koşullarının ve özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, toprak strüktürünün korunması, geliştirilmesi, çevre kalitesinin kabul edilebilir normlarda ve tarımsal üretkenliğin ihtiyaçları etkin olarak karşılayacak şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Laz, 2011).

Erozyondan etkilenen alanlarda toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve verimin artırılmasında inorganik veya organik kökenli düzenleyicilerden yararlanılabilir. Ancak erozyondan fazla miktarda zarar görmüş topraklarda büyük miktardaki ticari düzenleyici kullanımına bağlı olarak toprak kalite parametreleri ve verimde meydana gelen artışın erozyondan etkilenmemiş alanlara göre oldukça düşük düzeyde kaldığı belirlenmiştir (İç ve Gülser, 2008; Mbagwu ve ark., 1984; Özdemir, ve ark., 2015; Gholami, ve ark., 2016). Yakupoğlu ve Özdemir (2006) yapmış oldukları bir çalışmada şiddetli, orta ve hafif derecede erozyona uğramış topraklarda, organik atık ilavesinin çeşit ve uygulama dozlarına bağlı olarak agregat stabilitesi (AS), akışkanlık limiti (LL) ve plastiklik limiti (PL) değerlerini artırdığını, toprak aşınım faktörü (K), doğrusal uzama katsayısı (COLE-çubuk) ve hacimsel büzülme (SV) değerlerini ise azalttığını belirlemişlerdir. Yapılan organik materyal ilave etkinliğinin, toprakların erozyona uğramışlık derecelerine göre değişim gösterdiği, şiddetli derecede erozyon uğramış topraklarda söz konusu uygulamaların erozyonun etkisini telafi etmede yetersiz kaldığı ifade edilmiştir.

Yüce ve Yakupoğlu (2017), farklı tekstürlerdeki topraklara organik düzenleyici olarak kullanılan gidmayı tek başına ve PAM ile kombine edilerek uyguladıkları çalışmada, toprakların atterberg limitleri, doğrusal uzama katsayıları ve hidrolik iletkenlik özellikleri üzerine etkileri araştırmışlardır. Araştırmacılar sonuçta en yüksek likit limit ve plastik limit değerlerinin gıdya ile PAM'in beraber uygulanmasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Göçük ve Demir (2021) ise PAM ve biyokömür uygulanmış topraklarda donma çözünme döngülerinin agregat stabilitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Dört farklı doz uygulamasının esas alındığı çalışma sonucunda PAM uygulamasının toprakların agregat stabilitesi üzerine etkisinin önemli olduğu bildirmiştir.

Bu çalışmada; buğday samanı ve fındık zurufu atığı ile poliakrilamid ve hümik asit uygulamalarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanmaların toprakta stabilite ölçütlerinin gelişimi üzerine etkileri irdelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma sera koşullarında yürütülmüştür. Kullanılan topraklar Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra Uygulama ve Araştırma Arazisi (SL) (41°55'-35°86') ile Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra Deneme İstasyonundan (CL) (41° 61'- 35° 90') alınmıştır. Örneklerin alındığı Bafra Ovası; yarı humid nem rejiminde (Ustik) yer almakta olup, yıllık sıcaklık ortalaması 14.5°C, yıllık yağış ortalaması ise 716.6 mm'dir (Saygın ve ark., 2012). Çalışmada kullanılan bitkisel atıklar ile PAM ve hümik asit farklı kurumlardan temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan toprakların, buğday samanı ve fındık zurufunun analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Bu bulguların irdelenmesinden de anlaşılacağı üzere kumlu tın bünyeli (SL), hafif alkalin karakterli, tuzsuz, organik madde içeriği az, çok kireçli, toplam azot içeriği az, alınabilir fosfor kapsamı çok yüksek, kalsiyum ve magnezyum içeriği ise yeterli düzeydedir. Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra Uygulama İstasyonu arazisinden alanından alınan toprak örneği ise; killi tın bünyeli (CL), hafif alkalin

karakterli, tuzsuz, orta düzeyde organik madde, orta düzeyde kireç, fazla toplam azot, orta alınabilir fosfor, orta kalsiyum ve yüksek düzeyde magnezyum içeriğine sahiptir. Toprakların pH değerleri 8.5'in altında olup topraklarda alkalilik problemi bulunmamaktadır (Soil Survey Staff, 1993). Kullanılan buğday samanı 82.25 ve fındık zurufu ise 25.28 C/N oranı değerlerine sahiptirler. Çalışmada kullanılan PAM anyonik karaktere [-CH₂CHCONH₂-]_n ve 1.189 g/cm³ yoğunluk değeri ile yaklaşık 10000 Mg.mol⁻¹ molekül ağırlığına sahiptir. Denemede piyasada ticari olarak satılan, içerisinde %13.5 hümik asit, %1.5 fulvik asit ve %1.5 K₂O içeren sıvı materyal kullanılmıştır.

Çizelge 1. Topraklar ve organik atıkların analiz sonuçları

Topraklar	Kum, %	Silt, %	Kil, %	pH (1:2.5)	EC (1:1) (dS m ⁻¹)	OM (%) _o	CaCO ₃ (%)	N (%)	P (Ppm)	Ca+Mg (me 100 g ⁻¹)
SL	64.12	27.91	7.97	8.11	0.68	1.12	17.82	0.05	48.07	21.84
CL	27.19	41.51	31.30	7.88	0.47	2.85	7.57	0.20	25.45	36.25
Bitkisel atıklar	pH (1:2.5)	EC (1:1) (µmhos cm ⁻¹)	OC (%)	Toplam N (%)	C/N	Kül, (%)	P (ppm)			
Buğday sam.	5,69	2848,50	53,46	0,65	82,25	7,84	2055,00			
Fındık zurufu	6,16	2058,00	46,93	1,86	25,28	19,09	6291,52			

Tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülen çalışmada 28 farklı uygulama ve 3 tekrür dahil olmak üzere (2x28x3) toplam 168 saksı kullanılmıştır. Bitki materyali olarak buğday (*Triticum aestivum*, pandas çeşidi) kullanılmıştır. Topraklar 4 mm'lik elekten geçirilerek 5 kg'lık saksılara aktarılmış, polimerler ve organik atıklar 3 farklı dozda (BS % 0, 2, 4; FZ % 0, 2, 4; HA 0, 200, 1000 ppm; PAM 0, 30, 60 ppm) ve PAM+düzenleyici kombinasyonları olarak ilave edilmiştir. Deneme süresince (inkübasyon ve bitki yetiştiriciliği) topraktaki elverişli nemin 50'si tükenince tekrar sulama yapılmıştır. Beş aylık 5 aylık inkübasyon süresinin ardından saksılarda buğday bitkisi (ekim 04.02.2019, hasat 22.06.2019) yetiştirilmiştir. Bitki hasadından sonra saksılardan alınan toprak örneklerinde ilgili analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Topraklarda dane büyüklük dağılımı; Bouyoucos hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993), agregat stabilitesi; ıslak eleme yöntemi (Kemper 1965), dispersiyon oranı; mekanik analiz sonuçları ile süspansiyonda ölçülen (silt+kil, %) miktarları kullanılarak (Özdemir, 2013); organik madde içeriği (OM); Modifiye Walkley-Black yöntemi (Kacar, 1994), kireç (CaCO₃) içeriği; Scheibler kalsimetre yöntemi (Sağlam, 1978), değişebilir kalsiyum ve magnezyum; amonyum asetat ekstraksiyonu metodu (Kacar, 1994), toplam azot; Kjeldahl yöntemi (Bremner, 1965), alınabilir fosfor; pH'ya göre Olsen (Sims, 2000), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri; saturasyon çamurunda pH metre (Hendershot ve ark., 1993) ve EC metre (Rhoades ve Oster, 1986) kullanılarak belirlenmiştir.

Bitkisel materyallerin pH değerleri; 1:10 (w/v) bitki materyali-saf su karışımında pH-metre (Kacar ve İnal, 2008), toplam N; Kjeldahl yöntemi (Kacar ve İnal, 2008), Kül; kuru yakma yöntemi (Kacar, 1994), Toplam P; kuru yakma ile elde edilen ekstraktta spektrofotometrik olarak (Kacar ve İnal, 2008), organik karbon; kuru yakma yöntemi (Kacar ve İnal, 2008), C/N oranı; organik madde ve N analiz sonuçlarından yararlanılarak bulunmuştur (Kacar ve İnal, 2008).

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirmesinde SPSS 22 paket programı (Tek yönlü) ile Duncan çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılmıştır

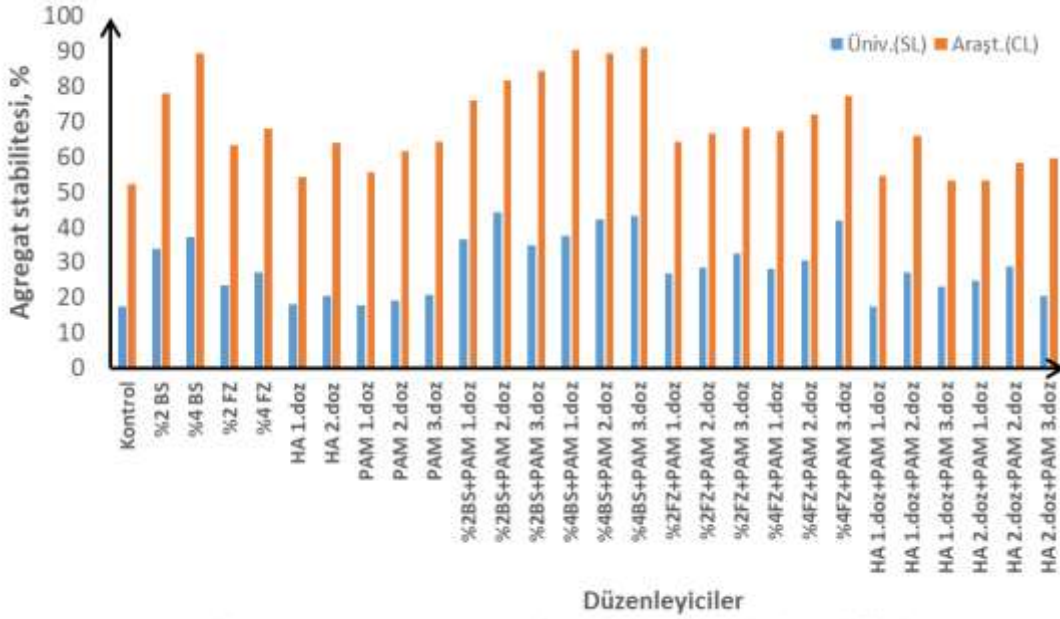
Bulgular ve Tartışma

Buğday samanı, fındık zurufu atığı, poliakrilamid ve hümik asitin ayrı ayrı ve birlikte uygulanarak gerçekleştirilen çalışmada; uygulamaların hasat sonrasında toprağın satabilité ölçütlerinde oluşturduğu etkilerin değerlendirilmesinde agregat stabilitesi ve dispersiyon oranı parametreleri esas alınmıştır.

Agregat stabilitesi

Sera koşullarında yapılan çalışmada; kumlu tın ve killi tın tekstürüne sahip olan topraklara poliakrilamid (PAM), hümik asit (HA), buğday samanı (BS) ve fındık zurufunun (FZ) ayrı ayrı ve PAM ile birlikte uygulanarak buğday bitkisi yetiştirilmesi sonrasında saksılarda belirlenen agregat stabilitesi (AS) değerleri (ortalama) Şekil 1'de ve bu değerlere ilişkin Varyans analizi ile Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere her iki toprak gurubunda da ayrı ayrı ve birlikte uygulanan düzenleyiciler toprakların agregat stabilitesi değerlerinde belirgin artışlar sağlamışlardır. Agregat stabilitesi değerleri tarımsal uygulamaların ve işlemlerin toprak yapısı üzerindeki

etkilerinin irdelenmesinde ve erozyona karşı duyarlılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup stabilite değeri yükseldikçe toprakların erozyona karşı dirençleri artmakta, su iletim özellikleri iyileşmekte, havalanma kapasiteleri artmakta tarımsal üretim olumlu yönde etkilenmektedir (Le Bissonnais, 2023; Özdemir, 2013).



Şekil 1. Deneme sonrası toprakların agregat stabilitesi değerleri

Araştırma bulguları bu yönde incelendiğinde kumlu tın tekstürlü denet örnekte 17.31 olan agregat stabilitesi değerleri düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak % 44.14'e kadar yükselmiştir. Söz konusu etki açısından kullanılan düzenleyicilerin ayrı ayrı uygulanma etkinlikleri irdelendiğinde düzenleyicilerin BS>FZ>PAM>HA şeklinde sıralandıkları ve doz artıkça etkinliğinde arttığı görülmüştür. Diğer taraftan kullanılan düzenleyicilerin birlikte uygulanması ile agregat stabilitesi değerinde meydana getirdikleri etki açısından BS+PAM>FZ+PAM>HA+PAM şeklinde sıralandıkları ve maksimum artışın yüksek doz uygulamalarında elde edildiği saptanmıştır (Şekil 1).

Killi tın tekstürlü toprakta % 52.36 olan agregat stabilitesi değerleri düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak %91.02'ye kadar yükselmiştir. Söz konusu etki açısından kullanılan düzenleyicilerin ayrı ayrı uygulanma etkinlikleri irdelendiğinde düzenleyicilerin BS>FZ>PAM>HA şeklinde sıralandıkları ve doz artıkça etkinliğinde arttığı görülmüştür. Diğer taraftan kullanılan düzenleyicilerin birlikte uygulanması ile agregat stabilitesi değerinde meydana getirdikleri etki açısından BS+PAM>FZ+PAM>HA+PAM şeklinde sıralandıkları tespit edilmiştir (Şekil 1).

Her iki toprak grubunda da düzenleyici ve doz uygulamalarının agregat stabilitesi değeri üzerindeki etkilerine ilişkin Varyans analiz sonuçları değerlendirildiğinde (Çizelge 2) düzenleyici ve uygulama düzeylerine ait kareler ortalamasının önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları irdelendiğinde ise uygulama ortalamalarının genel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Killi tın tekstürlü toprakta buğday samanının 2. dozunun (%4BS) yalnız uygulandığı ve yine buğday samanının 2. dozunun poliakrilamidin 1., 2. ve 3. dozlarıyla (%4BS+30ppmPAM, %4BS+60ppmPAM, %4BS+90ppmPAM) birlikte uygulandığı saksılar benzer sonuçlar vermiştir.

Canbolat ve Demiralay (1995), toprağa organik materyal ilavesinin agregat stabilitesi üzerine etkisini ortaya koymak üzere planladıkları çalışmada, beş farklı düzeyde çiftlik gübresi ve buğday samanı ilavesinin altı haftalık inkübasyon periyodunun sonunda stabilite değerlerini önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. Yüksel (2012) ise yaptığı bir çalışmada şehir katı atıklarından elde ettiği çöp kompostunun Xerofluent toprakların fiziksel özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmacı yürüttüğü 2 yıllık tarla denemesi sonucunda, bu organik atığın toprakların söz konusu özelliklerinde olumlu etkiler meydana getirdiğini belirlemiştir. Topraklara artan dozlarda uygulanan çöp kompostunun hem birinci hem de ikinci yılda agregat stabilitesi değerlerini artırdığını ifade etmiştir. Araştırmacı çalışmasının sonucunda, çöp kompostunun yüksek organik madde içeriği nedeni ile tarım topraklarında organik madde kaynağı olarak

kullanılabilecek bir materyal olduğunu vurgulamıştır. Annabibi ve ark., (2004) belediye katı atık kompostu, biyolojik atık kompostu ve çiftlik gübresinin (FYM) tınlı bir toprakta agregat stabilitesi üzerindeki etkisini arazi ve laboratuvar koşullarında irdeledikleri çalışmada kompost uygulamasına bağlı olarak agregat stabilitesi değerlerinin arttığını ve agregat stabilitesi değerlerinin yüksek oranda biyolojik olarak parçalanabilen, daha kalıcı olan organik katkıların eklenmesi ve mikrobiyal aktivitenin uyarılmasıyla ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Miller ve ark., (1998) topraklarda PAM uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, 0, 10 ve 20 kg ha⁻¹ dozlarında PAM uygulaması sonrasında yapay yağış altında bıraktıkları topraklarda agregat stabilitesinin üç kata kadar arttığını belirlemişlerdir.

Çizelge 2 . Agregat stabilitesi verilerine ilişkin varyans analiz testi sonuçları

Varyasyon kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Kumlu tın	Düzenleyiciler (A)	566.343	3	188.781	119.519	0.000
	Uygulamalar (B)	4658.611	6	776.435	491.569	0.000
	AxB	603.204	18	33.511	21.216	0.000
	Hata	88.452	56	1.580		
	Toplam	75277.153	84			
Killi tın	Düzenleyiciler (A)	429.780	3	143.260	143.588	0.000
	Uygulamalar (B)	11266.344	6	1877.724	1882.026	0.000
	AxB	696.530	18	38.696	38.785	0.000
	Hata	55.872	56	0.998		
	Toplam	409468.777	84			

Çizelge 3. Agregat stabilitesi değerlerine ait Duncan testi sonuçları

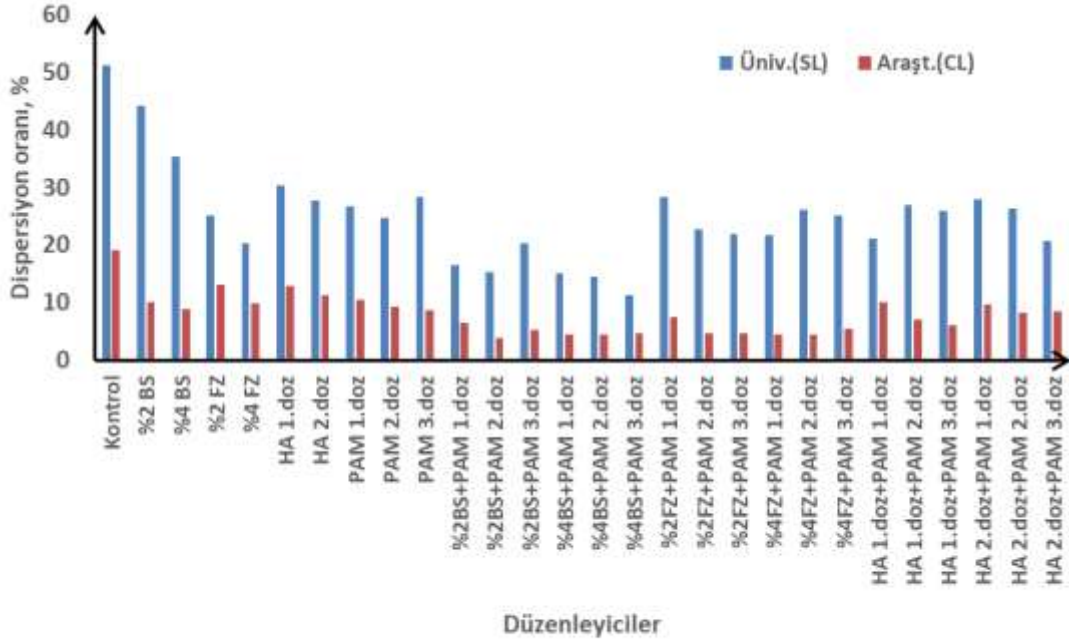
Uygulamalar	Ortalama ± standart sapma	
	Kumlu tın	Killi tın
Kontrol	17,32 ± 1,05 j	52,36 ± 0,77 n
%2 BS	33,88 ± 1,92 e	78,18 ± 1,16 d
%4 BS	37,30 ± 2,86 c	89,44 ± 1,01 a
%2 FZ	23,44 ± 0,10 h	63,18 ± 0,57 jk
%4 FZ	27,19 ± 2,15 g	67,88 ± 1,70 g
HA 1.doz	18,22 ± 0,30 j	54,38 ± 1,29 lm
HA 2.doz	20,60 ± 2,43 ı	63,98 ± 1,18 j
PAM 1.doz	17,62 ± 0,07 j	55,71 ± 0,82 l
PAM 2.doz	19,18 ± 0,08 ij	61,77 ± 1,44 k
PAM 3.doz	20,92 ± 1,02 ı	64,19 ± 1,10 ij
%2BS+PAM 1.doz	36,43 ± 0,86 cd	75,96 ± 0,93 e
%2BS+PAM 2.doz	44,14 ± 1,65 a	81,59 ± 1,82 c
%2BS+PAM 3.doz	34,73 ± 1,44 de	84,46 ± 0,31 b
%4BS+PAM 1.doz	37,59 ± 1,20 c	90,57 ± 0,22 a
%4BS+PAM 2.doz	42,10 ± 0,57 ab	89,32 ± 0,55 a
%4BS+PAM 3.doz	43,12 ± 0,14 ab	91,03 ± 1,10 a
%2FZ+PAM 1.doz	26,93 ± 1,45 g	64,45 ± 1,45 ij
%2FZ+PAM 2.doz	28,56 ± 1,05 fg	66,71 ± 0,75 gh
%2FZ+PAM 3.doz	32,65 ± 1,68 e	68,31 ± 0,69 g
%4FZ+PAM 1.doz	28,21 ± 0,68 g	67,32 ± 0,89 gh
%4FZ+PAM 2.doz	30,50 ± 0,66 f	71,88 ± 0,55 f
%4FZ+PAM 3.doz	41,72 ± 1,17 b	77,27 ± 0,19 de
HA 1.doz+PAM 1.doz	17,35 ± 0,49 j	54,68 ± 1,52 lm
HA 1.doz+PAM 2.doz	27,28 ± 0,15 g	65,85 ± 0,73 hı
HA 1.doz+PAM 3.doz	23,01 ± 1,22 h	53,22 ± 0,35 mn
HA 2.doz+PAM 1.doz	24,81 ± 0,41 h	53,22 ± 0,65 mn
HA 2.doz+PAM 2.doz	28,96 ± 1,37 fg	58,43 ± 0,21 kl
HA 2.doz+PAM 3.doz	20,40 ± 0,49 ı	59,63 ± 1,11 kl

Toprakların kontrol agregat stabilitesi değerleri ve uygulamaların meydana getirdiği oransal değişimler irdelendiğinde düzenleyicilerin SL bünyeye sahip üniversite arazisinden alınan toprakta CL bünyeye sahip olan ve Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinden alınan toprağa göre daha etkili oldukları belirlenmiştir. Bu durum muhtemelen tekstürel farklılık ve organik madde içeriğindeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Bu doğrultuda yapılan araştırmalarda PAM+düzenleyici uygulama etkinliklerinin toprak özelliklerinden ve

düzenleyicilerin tabiatından önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir (Yüce ve Yakupoğlu 2017; Göçük ve Demir, 2021). Uygulamalar arasında en etkili doz ise üniversite toprağında BS2+PAM2 (%4BS+ 60ppmPAM) olurken araştırma enstitüsü arazinse ait toprakta BS2+PAM3 (%4BS+90ppmPAM) olmuştur.

Dispersiyon oranı

Sera koşullarında, kumlu tın ve killi tın tekstürüne sahip olan topraklara poliakrilamid (PAM), hümkik asit (HA) ile buğday samanı (BS) ve fındık zurufunun (FZ) ayrı ayrı ve birlikte uygulanarak buğday bitkisi yetiştirilmesi ve bitkinin hasat edilmesi sonrasında topraklarda belirlenen dispersiyon oranı (DO) değerleri (ortalama) Şekil 2’de ve bu değerlere ilişkin Varyans analizi ile Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4 ve 5’de verilmiştir. Şekil 2’in incelenmesinden de görüleceği üzere her iki toprak gurubunda da ayrı ayrı ve birlikte uygulanan organik ve kimyasal kökenli düzenleyiciler toprakların dispersiyon oranı değerlerinde belirgin düşüşler sağlamışlardır. Kumu tın tekstürlü kontrol örnekte %51.26 olan dispersiyon oranı değeri düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak %11.34’e kadar düşmüştür. Bu toprak grubunda en belirgin düşüş buğday samanının 2. dozu (%4BS) ile PAM’in 3. dozunun (PAM) birlikte uygulanmasından elde edilmiştir. DO değeri toprakların erozyona karşı duyarlılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri 15’ den küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklı, büyük olanlar ise erozyona karşı duyarlı olarak değerlendirilmektedirler (Özdemir, 2013). Söz konusu etki açısından kullanılan düzenleyicilerin ayrı ayrı uygulanma etkinlikleri irdelendiğinde düzenleyicilerin FZ>PAM>HA>BS şeklinde sıralandıkları ve 2. doz uygulamalarının en etkili dozlar olduğu görülmüştür. Diğer taraftan kullanılan düzenleyicilerin birlikte uygulanmasının etkileri irdelendiğinde dispersiyon oranı değerinde meydana getirdikleri düşüş etkisi açısından düzenleyicilerin BS+PAM>FZ+PAM>HA+PAM şeklinde sıralandıkları ve maksimum düşüşün organik düzenleyicilerin yüksek doz uygulamalarında elde edildiği saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Deneme sonrası toprakların dispersiyon oranı değerleri

Killi tın tekstüre sahip kontrol örnekte % 19.09 olan dispersiyon oranı değeri düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak % 3.86’ya kadar düşmüştür. Tarımsal araştırma arazisi toprağında minimum dispersiyon oranı değeri buğday samanı %2 dozu ile PAM düzenleyicisinin 2. Dozunun (60 ppm) birlikte uygulanmasından elde edilmiştir. Söz konusu etki açısından kullanılan düzenleyicilerin ayrı ayrı uygulanma etkinlikleri irdelendiğinde düzenleyicilerin PAM>BS>FZ>HA şeklinde sıralandıkları ve doz artıkça etkinliğinde arttığı görülmüştür. Diğer taraftan kullanılan düzenleyicilerin birlikte uygulanması ile dispersiyon oranı değerinde meydana getirdikleri etki açısından BS+PAM>FZ+PAM>HA+PAM şeklinde sıralandıkları en fazla düşüşün son dozlarda ve BS+PAM uygulamasında meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 2).

Her iki toprak grubunda da düzenleyici ve doz uygulamalarının dispersiyon oranı üzerindeki etkilerine ilişkin Varyans analiz sonuçları değerlendirildiğine (Çizelge 4) düzenleyici ve uygulama düzeylerine ait kareler ortalamasının önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları irdelendiğinde ise uygulama ortalamalarının genel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Dispersiyon oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Kumlu tın	Düzenleyiciler(A)	1969.990	3	656.663	896.132	0.000
	Uygulamalar (B)	1207.046	6	201.174	274.538	0.000
	AxB	2529.083	18	140.505	191.743	0.000
	Hata	41.035	56	0.733		
	Toplam	58611.785	84			
Killi tın	Düzenleyiciler(A)	533.807	3	177.936	705.241	0.000
	Uygulamalar (B)	364.955	6	60.826	241.081	0.000
	AxB	103.751	18	5.764	22.845	0.000
	Hata	14.129	56	0.252		
	Toplam	6382.408	84			

Çizelge 5. Dispersiyon oranı değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Uygulamalar	Ortalama ± standart sapma	
	Kumlu tın	Killi tın
Kontrol	51,26± 1,01 p	19,09 ± 0,18 p
%2 BS	44,21± 0,69 o	10,07 ± 0,10 lm
%4 BS	35,32± 2,30 n	8,93± 0,44 ı-k
%2 FZ	25,08± 0,12 gh	13,43 ± 0,60 o
%4 FZ	20,38± 0,42 d	9,84± 0,44 lm
HA 1.doz	30,26± 0,68 m	12,92 ± 0,05 o
HA 2.doz	27,78± 1,38 kl	11,32 ± 0,82 n
PAM 1.doz	26,70± 0,56 ı-k	10,45 ± 0,72 m
PAM 2.doz	24,64± 0,16 g	9,28± 0,48 j-l
PAM 3.doz	28,43± 0,18 l	8,74± 0,60 ı-k
%2BS+PAM 1.doz	16,59± 0,76 c	6,56± 0,15 ef
%2BS+PAM 2.doz	15,24± 0,60 bc	3,86± 0,11 a
%2BS+PAM 3.doz	20,41± 0,34 d	5,24± 0,24 b-d
%4BS+PAM 1.doz	15,17± 0,14 bc	4,40± 0,15 ab
%4BS+PAM 2.doz	14,46± 0,39 b	4,43± 0,10 ab
%4BS+PAM 3.doz	11,35± 0,96 a	4,60± 0,44 a-c
%2FZ+PAM 1.doz	28,38± 0,02 l	7,52± 0,46 gh
%2FZ+PAM 2.doz	22,65± 0,36 f	4,72± 0,61 a-c
%2FZ+PAM 3.doz	22,01± 0,37 ef	4,68± 0,77 a-c
%4FZ+PAM 1.doz	21,76± 0,57 d-f	4,51± 0,81 a-c
%4FZ+PAM 2.doz	26,05± 0,02 g-j	4,41± 0,78 ab
%4FZ+PAM 3.doz	25,23± 1,84 g-ı	5,38± 0,61 cd
HA 1.doz+PAM 1.doz	21,20± 0,09 d-f	9,99± 0,43 lm
HA 1.doz+PAM 2.doz	26,92± 0,26 j-l	7,05± 0,17 fg
HA 1.doz+PAM 3.doz	26,04± 0,65 g-j	5,98± 0,16 de
HA 2.doz+PAM 1.doz	27,86± 0,51 kl	9,63± 0,14 k-m
HA 2.doz+PAM 2.doz	26,31± 1,26 h-k	8,34± 0,99 hı
HA 2.doz+PAM 3.doz	20,74± 1,53 de	8,42± 0,35 ij

Cihacek (1999), erozyonda aşırı derecede etkilenmiş alanlar üzerinde yürüttüğü bir araştırmada yıllık bazda çiftlik gübresi uygulanan toprakların kalitesinde dikkate değer bir iyileştirme oluşturmadığını ancak fiziksel ve kimyasal özelliklerin iyileştirilmesi açısından uygulamaların tekrarlanması gerektiğini ifade etmiştir. Coşkun ve ark., (2006) ise farklı derecede erozyona uğramış alanlara tütün atığı ve PAM uygulamasının erozyon oranı değerini önemli ölçüde azalttığını, bitkilere elverişli azot ve fosfor miktarını ise artırdığı saptanmıştır. Araştırmacılar uygulama etkinliklerinin organik kaynağın çeşidine, uygulama dozuna ve toprak aşınım seviyelerine bağlı olarak değişme gösterdiğini ifade etmişlerdir. Barzegar ve ark., (2002) ise 0, 5, 10 ve 15 ton.ha⁻¹ düzeyinde buğday samanı, kompostlanmış şeker pancarı atığı ve çiftlik gübresi

uygulamalarının toprağın fiziksel özellikleri ve kışlık buğdayın verimi, toprağın infiltrasyon oranını, su tutma kapasitesini artırdığını ve hacim ağırlığı değerlerini azaltarak toprakların erozyona karşı duyarlılıklarını azalttığını ifade etmişlerdir.

Toprakların kontrol dispersiyon oranı değerleri ve uygulamaların meydana getirdiği değişimler oransal olarak irdelendiğinde düzenleyicilerin CL bünyeye sahip tarımsal araştırma arazisinden alınan toprakta üniversite arazisinden alınan ve SL bünyeye sahip olan toprağa göre daha etkili oldukları belirlenmiştir. Uygulanan düzenleyiciler her iki toprak grubunda da uygulama düzeyleri ve kombinasyona bağlı olarak dispersiyon oranı değerlerini düşürerek toprakların erozyona karşı dirençlerini artırmışlardır. Erozyona karşı dayanıklılık açısından verilen sınır değerlerin altına düşürmede tüm düzenleyiciler CL bünyeye sahip toprakta etkili olurken SL bünyeye sahip toprakta etkili olamamışlardır.

Sonuç

Sera koşullarında kumlu tın ve killi tın bünyeye sahip topraklara organik karakterli poliakrilamid (PAM) hümkik asit, buğday samanı ve fındık zürüfunun ayrı ayrı ve PAM ile birlikte uygulanarak buğday bitkisi yetiştirilmesi sonrasında toprakta stabilite ölçütlerinin gelişimi üzerine etkileri belirlemek üzere yapılan değerlendirmeler sonucunda; agregat stabilitesi değerlerinde uygulamalara bağlı olarak artışlar meydana geldiği belirlenmiştir. Meydana gelen artışlar toprak özellikleri, düzenleyici türü ve PAM kombinasyonu ile uygulama dozuna bağlı olarak değişim göstermiştir. Kumlu tın tekstürlü toprakta en fazla artış buğday samanının 1. dozu ile poliakrilamidin 2. dozunun (%2BS+60ppmPAM) birlikte uygulandığı saksılardan elde edilmiştir. Kontrol toprağında %17.31 olan agregat stabilitesi söz konusu uygulama ile %44.14'e yükselmiştir. Killi tın tekstürlü toprakta en fazla artış buğday samanının 2. dozu ile poliakrilamidin 3. dozunun (%4BS+90ppmPAM) birlikte uygulandığı saksılardan elde edilmiştir. Kontrol toprağında %52.36 olan agregat stabilitesi değeri söz konusu uygulama ile %91.02'ye yükselmiştir. Toprakların dispersiyon oranı değerlerinde ise uygulamalara bağlı olarak düşüşler meydana gelmiştir. Dispersiyon oranı değerinde oluşan azalma toprak ve uygulamalara bağlı olarak değişim göstermiştir. Üniversite toprağında en iyi sonuç buğday samanının 2. dozu ile poliakrilamidin 3. dozunun (%4BS+90ppmPAM) birlikte uygulandığı saksılardan elde edilmiştir. Kontrol örneğinde %51.20 olan DO söz konusu uygulama ile %11.34'e kadar düşmüştür. Araştırma toprağında ise en iyi sonuç buğday samanının 1. dozu ile poliakrilamidin 2. dozunun (%2BS+60ppmPAM) birlikte uygulandığı saksılardan elde edilmiştir. Sonuçlar erozyona karşı direnç açısından irdelendiğinde (dispersiyon oranı < %15 dirençli) kontrol örneğinde %19.08 olan dispersiyon oranı değeri söz konusu uygulama ile %3.85'e düşmüştür. Bu nedenle organik materyallerin poliakrilamid ile uygulanmasının erozyona karşı daha dayanıklı bir yapının oluşturulması açısından yararlı olacağı belirlenmiştir.

Toprak stabilite ölçütlerini iyileştirilerek erozyona karşı dirençli bir toprak yapısını oluşturmak ve sürdürülebilir bitkisel üretim sağlamak üzere yapılacak uygulamalarda; toprak özellikleri, düzenleyici özellikleri, uygulanacak dozlar ve alternatifler uygulamaların dikkate alınması önem arz etmektedir. Söz konusu etkiler açısından bitkisel kökenli atık uygulamalarının sentetik organik düzenleyiciler ile desteklenmesinin yararlı olacağı belirlenmiştir. Burada elde edilen bulgular sınırlı sera şartlarında elde edilmiş olup çalışmanın arazi uygulamaları şeklinde genişletilmesinde de yarar vardır.

Kaynaklar

- Akça E, Din U, Serdem, M, Şenol S., Eswaran, H, Kapur S, 2007. Soils of Turkey: Status, problems and solutions. (Eds: P. Zdruli and G.T. Liuzzi), Mediterranean Conference, Status of Mediterranean Soil Resources: Actions Needed to Support Their Sustainable Use, Tunis, Tunisia, p: 315-339.
- Andiç C, 1993. Tarımsal Ekoloji. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No:16.
- Annabi M, Houot S, Poitrenaud M, Rampon, J.N, Gaillard H, Le Bissonnais Y, 2004. Organik değişikliklerin toprak agrega stabilitesi üzerindeki etkisi. Çevre koruma ve gıda güvenliği için sürdürülebilir organik atık yönetimi. Ramiran ; 51-54.
- Aşkın T, Kızılkaya R, Olekhov V, Mudrykh N, Samafalova İ, Türkmen F, 2014. Toprak organik karbonu: jeostatistiksel bir yaklaşım . Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi , 2 (1) , 13-18.
- Barzegar A, Yousefi A, 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.
- Blanco-Canqui H, Lal R. 2008. Principles of soil conservation and management. Springer Science Business Media B.V. USA. s. 617.

- Bremner J M, 1965. Total nitrogen. Methods of soil analysis: part 2 chemical and microbiological properties, 9, 1149-1178.
- Canpolat M, Demiralay İ. 1995. Organik Materyal İlave Edilmiş Toprakların Agregat Stabilitesi, Briket Hacim Ağırlığı ve Kırılma Değeri Arasındaki İlişkiler. Türkiye Toprak İlimi Derneği Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt II. Yayın No: 7, ss: A-116 A-124, Ankara.
- Coşkun Z, Özdemir N, Öztürk E. 2006. Aşınmış Toprakta Tütün Atığı Ve Pam Uygulamasının Erozyona Karşı Duyarlılık İle Azot Ve Fosfor Yarıyışlılığına Etkileri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 21(2), 218-224.
- Cihacek LJ, 1999. Restoring productivity of eroded soils with manure applications, NDSU Dickinson Research and Extension Center Annual Report.
- Demiralay İ, 1993. Toprak fiziksel analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum
- Gholami L, Sadeghi S H R, Homae M, 2016. Different effects of sheep manure conditioner on runoff and soil loss components in eroded soil. Catena, 139, 99-104.
- Göçük M, Demir Y, 2021. Biyokömür ve poliakrilamid'in donma ve çözünme döngüsünde toprakların agregat stabilitesi ve su tutma kapasitesi özellikleri üzerine etkisi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 17(2), 286-301. Can. Soc. SoilSci. CRC Pres Inc. Boca Raton, Florida. USA.
- Hendershot WH, Lalonde H, Duquette M, 1993. Soil Reaction and Exchangeable Acidity
- İç S, Gülser C, 2008. Tütün atığının farklı bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 23(2), 104-109.
- Jangir C K, Kumar S, Meena, R S, 2019. Significance of soil organic matter to soil quality and evaluation of sustainability. Sustainable agriculture. Scientific Publisher, Jodhpur, 357-381.
- Kacar B, 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları, No:3, 1-705.
- Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın No:1241. 892, Ankara.
- Kassım H, 2021. Polimer ve hümik asit uygulamalarının toprağın strüktürel gelişimi üzerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kemper W D, 1965. Agregat Stability. İn C.A. Black (ed). Methods of soil analysis. Amer. Soc. Of Argon. Inc., Part 1. Agronomy 9.
- Lal R, 2003. Soil Erosion and the Global Carbon Budget. Environmental International, 29, 437-450.
- Laz O, 2011. Toprak Düzenleyici Polimer (PVA, PAM & HJ) ve Hümik Asit (HA) Uygulamalarının Bazı Toprak Özellikleri ile Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, 79, Erzurum.
- Le Bissonais Y, 2023. Soil characteristics and aggregate stability. In Soil erosion, conservation, and rehabilitation (pp. 41-60). CRC Press.
- Miller WP, Willis R.L, Levy GJ, 1998. Aggregate stabilization in kaolinitic soils by low rates of anionic polyacrylamide. Soil Use and Management, 14: 101-105.
- Mbagwu JSC, Lal R, Scott TW. 1984. Effects of desurfacing of Alfisols and Ultisols in Southern Nigeria: I.crop performance, Soil Science Society of America Journal, 48, 828-833.
- Özdemir N, 2013. Toprak ve su koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, 3. Baskı, Samsun.
- Özdemir N, Öztürk, E, Ekberli İ. 2015. Effects of organic and inorganic amendmets on soil erodibility. Eurasian Journal of Soil Science, 4(4), 266-271.
- Öztürk E, 2013. Organik düzenleyicilerin toprak kaybı ve toprak kalitesi üzerindeki etkilerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Rhoades JD, Oster JD. 1986. Solute content. Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods, 5, pp.985-1006.
- Sağlam MT. 1978. Toprak kimyası tatbikat notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.
- Saygın F, Durmuş M, Sarıoğlu FE, Dengiz O, Kızılkaya R. 2012. Some physicochemical properties and catalase enzyme activity level of soils formed on two different parent material. Materials of International Scientific – Practical Conference “Rational use of Soil Resources and the Environment”. November 15-16, Book of Proceedings (ISBN 978-601-80286-0-1), 256-260, Almaty-Kazakhstan.
- Sims JT. 2000. Soil test phosphorus: Olsen P. Methods of phosphorus analysis for soils, sediments, residuals, and waters, 20.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manuel. USDA Handbook No:18, Washington, USA

- Voltr V, Menšík L, Hlisnikovský L, Hruška M, Pokorný E, Pospíšilová L. 2021. The soil organic matter in connection with soil properties and soil inputs. *Agronomy*, 11(4), 779.
- Yakupoğlu T, Özdemir N. 2006. Erozyona Uğramış Topraklarda Organik Atık Uygulamalarının Bazı Mekaniksel Özelliklere Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (2) , 173-178.
- Yüce G, Yakupoğlu T. 2017. Gıda ve Poliakrilamid Uygulamalarının Farklı Tekstürdeki Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Toprak Su Dergisi, Özel Sayı: (55-65)*
- Yüksel O, 2012. Çöp kompostunun xerofluvent topraklarda fiziksel özelliklere etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), pp.92-97.