



Organik polimer ve bazı tarımsal artık uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve buğday bitkisinde verime etkileri

 Nutullah ÖZDEMİR,  Ömrüm Tebessüm KOP DURMUŞ*

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

Öz

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, yapay ve organik kökenli toprak düzenleyicilerin bazı toprak özellikleri, toprak organik maddesi ve buğday bitkisinin verimine etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan toprak örnekleri yüzeyden (0-20 cm) alınmıştır. Faktöriyel düzende ve tesadüf parselleri deneme düzeninde yürütülen bu çalışmada buğday samanı, fındık zurufu, hümik asit, poliakrilamid ile poliakrilamid + düzenleyici kombinasyonları topraklara 3 farklı dozda, 3 tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Buğday samanı ve fındık zurufu dozları (%0, %2, %4), hümik asit dozları (0 ppm, 200 ppm, 1000 ppm), poliakrilamid dozları (0 ppm, 30 ppm, 60 ppm) olarak çalışılmıştır. Beş aylık inkübasyon periyodunun ardından saksılarda buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Bitki hasadından sonra yapılan değerlendirmelerde kumlu tın toprakta denette %1.14 olan organik madde içeriğinin düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak %2.43'e kadar, killi tın toprakta ise denette %2.37 olan organik madde içeriğinin ise %6.01'e kadar artış gösterdiği belirlenmiştir. Verim sonuçları incelendiğinde kumlu tın toprakta hümik asit, hümik asit+poliakrilamid, fındık zurufu+poliakrilamid uygulamaları sonrasında buğday bitkisinin veriminin arttığı, killi tın toprakta yalnızca fındık zurufu+poliakrilamid uygulamaları ile denete göre verim artışının olduğu diğer uygulamalarda verimin düştüğü gözlemlenmiştir. Organik madde içeriğinde en yüksek artış kumlu tın toprakta fındık zurufu 3.doz+poliakrilamid 2.doz uygulanan örneklerde, killi tın toprakta ise fındık zurufunun 3. dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. Verim üzerinde en yüksek artış kumlu tın toprakta hümik asit 3. doz+poliakrilamid 3. doz uygulanan örneklerde, killi tın toprakta ise fındık zurufu 3. doz+poliakrilamid 2. doz uygulanan örneklerde belirlenmiştir. Düzenleyici uygulamalarının etkinlikleri uygulama dozu ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik madde, toprak düzenleyiciler, toprak özellikleri, buğday verim.

Effects of organic polymer and some agricultural residue applications on some soil properties and yield in wheat plants

Abstract

In this study conducted under greenhouse conditions, the effects of artificial and organic soil conditioners on some soil properties, soil organic matter and wheat plant productivity were examined. The soil samples used in the study were taken from the surface (0-20cm). In this study, which was carried out in a factorial and random plot design, wheat straw, hazelnut husk, humic acid, polyacrylamide and polyacrylamide + regulator combinations were applied to the soils in 3 different doses and in 3 repetitions. Wheat straw and hazelnut husk doses (0%, 2%, 4%), humic acid doses (0 ppm, 200 ppm, 1000 ppm) and polyacrylamide doses (0 ppm, 30 ppm, 60 ppm) were studied. After a five-month incubation period, wheat plants were grown in pots. In the evaluations made after the plant harvest, it was determined that the organic matter content in the sandy loam soil, which was 1.14% in the control, increased up to 2.43%, depending on the regulatory practices, and in the clay loam soil, the organic matter content, which was 2.37% in the control, increased up to 6.01%. When the yield results were examined, it was observed that the productivity of the wheat plant increased after humic acid, humic acid + polyacrylamide, hazelnut husk + polyacrylamide applications in sandy loam soil, while the yield increased compared to the control only with hazelnut husk + polyacrylamide applications in clay loam soil, and the yield decreased in other applications. The highest increase in organic matter content was determined in the samples where hazelnut husk 3rd dose + polyacrylamide 2nd dose was applied in sandy loam soil, and in the samples where hazelnut husk 3rd dose was applied in clay loam soil. The highest increase in yield was determined in the samples where humic acid 3rd dose + polyacrylamide 3rd dose was applied in sandy loam soil, and in the samples where hazelnut husk 3rd dose + polyacrylamide 2nd dose was applied in clay loam soil. The effectiveness of regulatory applications varied depending on the application dose and soil properties.

Keywords: Organic matter, soil conditioners, soil properties, wheat yield.

© 2023 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0531 362 5984

E-posta : koptebessum@gmail.com

Makale Türü: ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş Tarihi : 22 Mayıs 2023 e-ISSN : 2146-8141

Kabul Tarihi : 14 Aralık 2023 DOI : 10.33409/tbbbd.1300362

Giriş

Gelişen ekonomi ve artan nüfusun oluşturduğu ihtiyaçlar ile artan gıda talebi tarım toprakları üzerinde baskı oluşturmaktadır. Artan baskılar erozyonu hızlandırmakta ve bir takım çevresel problemlere neden olarak tarımsal sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkilemektedir (Özdemir ve Atalay, 2019). Yoğun kimyasal gübrelerin kullanımı yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesine, toprak kalitesinin ve doğal kaynakların bozulmasına neden olmaktadır (Doran, 2002). Bu durum, kimyasal gübre ve ilaç kullanılarak yapılan tarımın sürdürülebilir olmadığını ve günümüz tarımında yenilik yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Sönmez ve ark., 2009). Toprağın yapısal stabilitesini koruyan ve ekosisteme olumsuz etkileri olmayan girdilerin kullanılarak, üretim faaliyetlerinin sürdürülmesi, problemin çözüm yolu olarak görülmektedir. Üreticiler verimin artırılmasında ve erozyonla mücadelede farklı seçeneklere sahiptirler. En genel yaklaşım bu topraklarda ilerideki potansiyel erozyon riskini azaltmak ve bitki gelişimini artırmak için ilave organik ve inorganik düzenleyicilerin kullanılmasıdır (Özdemir ve ark., 2014). Ancak fazla miktarda aşınımına uğramış topraklarda büyük miktarlardaki ticari düzenleyici kullanımı, aşınımına uğramamış alanlardaki kadar üretim artışı sağlayamamaktadır. (Olson, 1977; Mbagwu ve ark., 1984; Yakupoğlu ve Özdemir, 2006).

Toprağın işlevsel özelliklerinin korunarak geliştirilmesi ve degradasyonunun önlenmesi amacıyla son yıllarda alternatif olarak, geleneksel uygulamalar olan organik düzenleyiciler üzerinde durulmaktadır. Bu amaçla ahır gübresi (Haynes ve Naidu, 1998), biyokatı (Albiach ve ark., 2001; Özdemir ve ark., 2014), kentsel atıklar (Eriksen ve ark., 1999), kompost (Tejada ve Gonzalez, 2003), ürün artıkları (De Neve ve Hofman, 2000), yüksek organik madde içeriğine sahip yan ürünler (Madejon ve ark., 2001; Iqbal ve ark., 2019) ile organik ve inorganik gübre kombinasyonları üzerinde durulmaktadır. Söz konusu materyallerin araziye uygulanarak değerlendirilmesi toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde iyileşmeler sağlamaktadır. Bu materyallerin özellikle bozulmuş ve erozyona duyarlı topraklara uygulanması gerek toprak koruma ve gerekse bitkisel üretim açısından da son derece yararlı olmaktadır (Pinamonti ve Zorzi, 1996).

Leaungvutivirog ve ark., (2002), değişik gübre çeşitlerinin (kompost, ahır gübresi, kimyasal gübreleme, yeşil gübreleme ve çeltik samanı) toprakların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile mısır verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar kompost, ahır gübresi ve çeltik samanı uygulamalarının kimyasal gübrelerle karşılaştırıldığında toprakların organik madde içeriğini daha fazla artırdığını, mısır veriminin kontrolle karşılaştırıldığında kimyasal gübre uygulamasında daha fazla olduğunu fakat organik gübrelerden elde edilen verimden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Tamer ve ark., (2016) ise organik materyal ilavesinin bazı toprak özellikleri ve ayçiçeği bitkisinde verim öğeleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; 30 kg/ha hümik asit + kimyasal gübre uygulamasının organik madde içeriğini en fazla artıran uygulama olduğunu, pH, EC, kireç, K ve fosfor içeriklerinin uygulamalardan etkilendiğini vurgulamışlardır.

Strüktürel açıdan bozulmuş topraklarda agregasyonu sağlamak ve verimi artırmak için üst toprak içerisine organik atıkların karıştırılması yaygın yol olarak izlenmekle birlikte, bu toprakların ıslahında fazla miktarda organik girdiye ihtiyaç duyulması ve topraktaki inkübasyon sürecinin uzun olması bu alanda sentetik organik toprak düzenleyicilerinin alternatif kullanım olanaklarının araştırılmasına yön vermiş ve bu alanda poliakrilamid (PAM), polivinilalkol (PVA) ve hümik asit (HA)'in kullanımı yoğun olarak araştırılmaya başlanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, sentetik polimerlerin toprak yüzeyine çok düşük dozlarda uygulanmasının bile agregat stabilitesi ve strüktürel yapıyı geliştirme bakımından önemli pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak vurgulanmaktadır (Fox ve Bryan, 1992; Lentz ve Sojka, 1994; Imbufe ve ark., 2005).

Türkiye topraklarının büyük bir kısmı organik madde bakımından fakir olarak kabul edilmektedir. Denemeye konu olan toprakların alındığı Bafra Ovası topraklarının organik madde içeriği ise büyük değişkenlik göstermekle beraber ortalama değer olarak düşük seviyede sınıflandırılmaktadır (Pacci ve ark., 2022). Bu çalışmada; hümik asit (HA), poliakrilamid (PAM), buğday samanı (BS) ve fındık zurufu (FZ) toprak düzenleyicilerinin ayrı ayrı ve poliakrilamid ile birlikte uygulanmalarının bazı toprak özellikleri ile toprağın organik madde kapsamı ve buğday bitkisinde verime olan etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma sera koşullarında topraklı yetiştiricilik olarak yürütülmüştür. Kullanılan topraklar Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bafra Uygulama ve Araştırma Arazisi ile Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra Uygulama İstasyonundan alınmıştır. Sera denemesinde kullanılan toprakların deneme öncesi analiz sonuçları Çizelge 1'de, bitkisel atıkların analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinde de anlaşılacağı üzere Üniversite arazisinden alınan toprak örneği; kumlu tın bünyeli (SL), hafif alkalın 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 alkalın 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 sorunu bulunmamaktadır (Soil Survey Manuel, 2017).

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprakların deneme öncesi analiz sonuçları

Toprak	pH (1:1)	EC (1:1) (dS m ⁻¹)	OM (%)	CaCO ₃ (%)	N (%)	P (mg kg ⁻¹)
SL	8.11	0.68	1.12	17.82	0.05	48.07
CL	7.88	0.47	2.85	7.57	0.20	25.45
	Ca (mek 100g ⁻¹)	Mg (mek 100g ⁻¹)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	
SL	14.92	6.92	64.12	27.91	7.97	
CL	13.00	23.25	27.19	41.51	31.30	

Çizelge 2. Denemede kullanılan bitkisel atıkların deneme öncesi analiz sonuçları

Bitkisel Atıklar	pH (1:1)	EC(1:1) (µmhos cm ⁻¹)	OC (%)	Toplam N (%)	C/N	Kül(%)	P, ppm
Buğday Samanı	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

Buğday samanı 82.25 ve fındık zurufu ise 25.28 C/N oranı değerlerine sahiptirler. Çalışma faktöriyel düzende ve tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülmüştür. Bitki materyali olarak buğday (*Triticum aestivum*, pandas çeşidi) yetiştirilmiştir. Çalışmada 5 kg'lık toprak örnekleri saksılara aktararak 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. Kullanılan düzenleyiciler farklı kurumlardan temin edilmiştir. Deneme süresince toprak nem içerikleri periyodik olarak kontrol edilerek elverişli nemin % 50'si tükenince tekrar sulama yapılmıştır. 5 aylık inkübasyon süresinin ardından saksılarda buğday tohumu ekilmiştir. Tohumların çıkışından sonra her bir saksıda eşit sayıda (15 adet) bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Seyreltme işleminden sonra saksılara 100 ppm azot içeren 50 ml'lik amonyum sülfat gübre çözeltisi ilave edilmiştir. Bitki hasadından sonra saksılardan alınan toprak örneklerinde ilgili analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmada [-CH₂CHCONH₂]_n kimyasal formülüne sahip, 1.189 g/cm³ yoğunluğunda, yaklaşık 10000 Mg.mol⁻¹ molekül ağırlığına sahip anyonik karakterli PAM kullanılmıştır. Hümik asit piyasada sıvı ve katı halde bulunmakta olup, denemede piyasada ticari olarak satılan, içerisinde %13.5 hümik asit, %1.5 fulvik asit ve %1.5 K₂O içeren sıvı materyal kullanılmıştır.

Toprakların dane büyüklük dağılımı; Bouyoucos hidrometre yöntemi (Gee ve Bauder, 1986), agregat stabilitesi; ıslak eleme yöntemi (Kemper 1965), organik madde içeriği (OM); modifiye Walkley-Black yöntemi (Nelson ve Sommers, 1982), kireç (CaCO₃) içeriği; Scheibler kalsimetre yöntemi (Schlichting ve Blume, 1966), değişebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum; amonyum asetat ekstraksiyonu metodu (Thomas, 1987), Toplam azot; Kjeldahl yöntemi (Bremner, 1965), alınabilir fosfor; pH'ya göre Olsen (Olsen ve ark., 1954), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri; saturasyon çamurunda pH metre (Hendershot ve ark., 1993) ve EC metre (Rhoades, 1986) kullanılarak belirlenmiştir. Verim hesaplamasında kuru değerleri

esas alınmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 22 paket programı ile Duncan çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılmıştır (Yurtsever, 1984).

Bulgular ve Tartışma

Toprak özellikleri

312 gün süren deneme sonrasında temel toprak özelliklerinin endüstriyel düzenleyici ve organik atık uygulamalarından etkilendiği, SL toprakta agregat stabilitesi değerlerinin uygulamalara bağlı olarak %17,32' den; %44,14'e, CL toprakta ise %52,36'dan %90,57'ye kadar artış gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak reaksiyonunun kumlu tın (SL) toprakta deneme öncesi 8.11 olan pH değerinin düzenleyici türlerine bağlı olarak değişim göstererek nötral noktaya doğru düşüş gösterdiği, söz konusu etkinin killi tın (CL) toprakta da gözlemlendiği, ancak etkinliğin daha düşük düzeyde kaldığı tespit edilmiştir.

Toprak organik maddesi

Deneme sonrası topraklarda belirlenen organik madde içeriklerine ilişkin Varyans analizi ile Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3'de, söz konusu uygulamaların organik madde içeriklerinde oluşturdukları değişimler ise Şekil 1'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarının irdelenmesinden de anlaşılacağı üzere topraklar, düzenleyiciler, dozlar ve bu uygulamalara ilişkin interaksiyonların organik madde içeriği üzerindeki etkileri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Bir başa ifade ile topraklar, düzenleyiciler ve uygulama dozları ile interaksiyonlarının toprak organik maddesi üzerindeki etkileri farklılık göstermiştir. Toprak organik maddesi üzerinde uygulamaların ayrı ayrı etkinlikleri irdelendiğinde düzenleyici etkinliklerinin kumlu tın toprakta FZ>BS>HA>PAM şeklinde, killi tın toprakta ise FZ>BS>HA>PAM şeklinde sıralandığı doz arttıkça etkinliğinde arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Organik madde değerlerine (%) ait Duncan testi ve varyans analizi sonuçları

Uygulamalar**	Ort. ± standart sapma	
	Kumlu Tın Toprak	Killi Tın Toprak
BS (%0)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
BS (%2)	1.62 ± 0.18	3.17 ± 0.21
BS (%4)	1.67 ± 0.21	5.58 ± 0.30
FZ (%0)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
FZ (%2)	1.60 ± 0.17	4.21 ± 0.23
FZ (%4)	2.25 ± 0.12	6.24 ± 0.29
HA (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
HA (200 ppm)	1.17 ± 0.01	2.47 ± 0.07
HA (1000 ppm)	1.30 ± 0.04	2.47 ± 0.08
PAM (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
PAM (30 ppm)	1.26 ± 0.04	2.42 ± 0.03
PAM (60 ppm)	1.35 ± 0.01	2.43 ± 0.01
BS (% 0)+PAM (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
BS (% 2)+PAM (30 ppm)	1.27 ± 0.14	3.16 ± 0.10
BS (% 2)+PAM (60 ppm)	1.48 ± 0.12	3.23 ± 0.29
BS (% 0)+PAM (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
BS (% 4)+PAM (30 ppm)	1.63 ± 0.08	4.62 ± 0.21
BS (% 4)+PAM (60 ppm)	1.65 ± 0.08	4.35 ± 0.32
FZ (% 0)+PAM (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
FZ (% 2)+PAM (30 ppm)	1.54 ± 0.15	3.78 ± 0.16
FZ (% 2)+PAM (60 ppm)	1.56 ± 0.09	3.90 ± 0.08
FZ (% 0)+PAM (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
FZ (% 4)+PAM (30 ppm)	2.43 ± 0.37	5.64 ± 0.24
FZ (% 4)+PAM (60 ppm)	2.01 ± 0.07	5.58 ± 0.13
HA (0 PPM)+PAM (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
HA (200 PPM)+PAM (30 ppm)	1.40 ± 0.00	2.54 ± 0.24
HA (200 PPM)+PAM (60 ppm)	1.44 ± 0.02	2.44 ± 0.17
HA (0 PPM)+PAM (0 ppm)	1.14 ± 0.07	2.37 ± 0.12
HA (1000 PPM)+PAM (30 ppm)	1.40 ± 0.00	2.54 ± 0.10
HA (1000 PPM)+PAM (60 ppm)	1.44 ± 0.02	2.45 ± 0.13

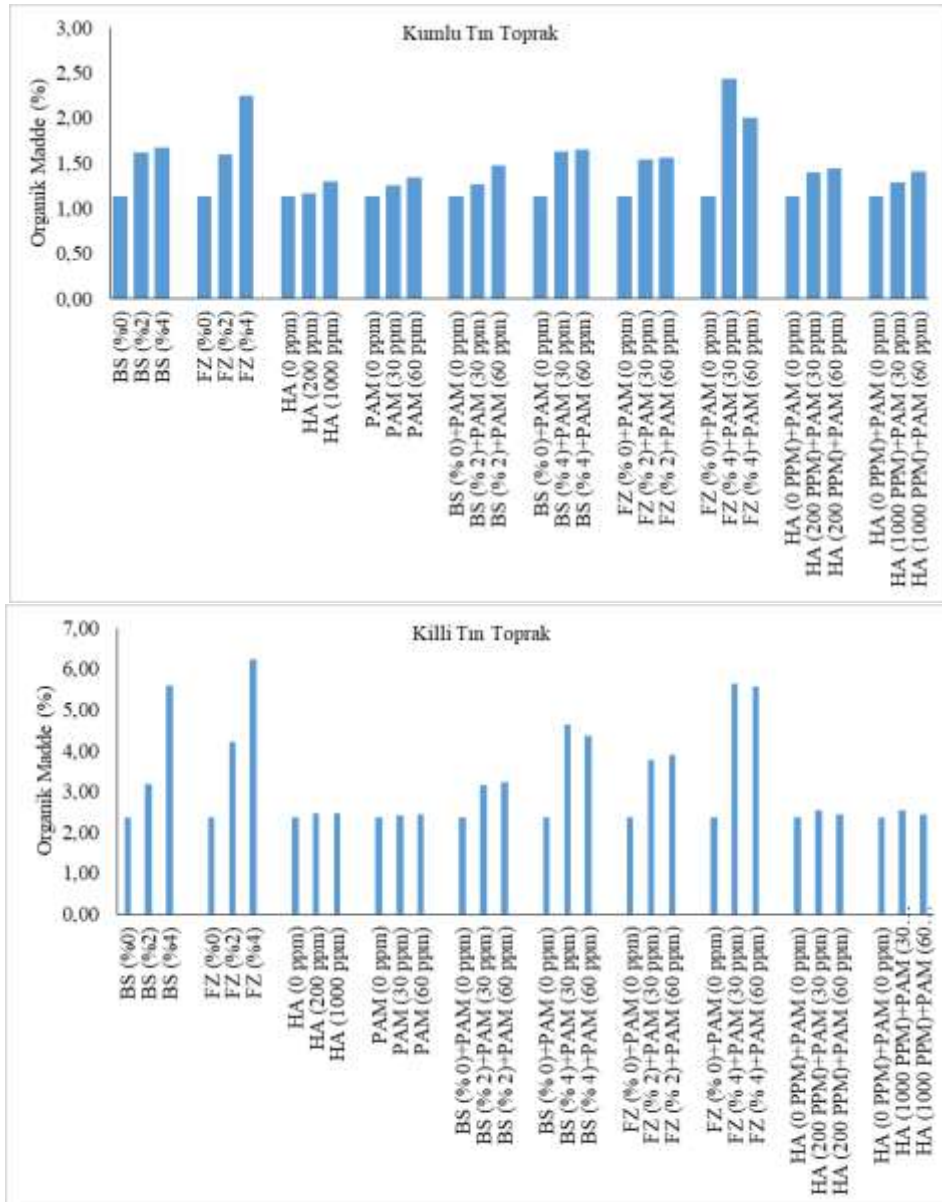
Çizelge 3'ün devamı

Kaynaklar	Serbestlik derecesi	Kareler otalaması	Kareler ortalaması	F değeri	Önem dz.
Topraklar(A)	1	161.791	161.791	703.502	.000
Düzenleyiciler (B)	9	46.335	5.148	22.386	.000
Dozlar (C)	2	15.013	7.507	32.641	.000
AXB	9	12.778	1.420	6.174	.000
AXC	2	6.379	3.190	13.869	.000
BXC	14	26.160	1.869	8.125	.000
AXBXC	14	8.224	.587	2.554	.003
Hata	128	29.437	.230		
Genel	180	1250.562			

Duncan testi sonuçları

Topraklar	SL	CL								
Ortalamalar	1.34a*	3.23b								
Düzenleyici	BS	FZ	HA	PAM	BS2+PAM	BS3+PAM	FZ2+PAM	FZ3+PAM	HA2+PAM	HA3+PAM
Ortalamalar	2.5679c	2.9943d	1.706a	1.6868a	2.1282b	2.6075c	2.4000bc	3.2117d	1.7587a	1.7920a
Dozlar	1. doz	2. doz	3. doz							
Ortalamalar	2.0689a	2.1262a	2823b							

*: ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir, **: BS, buğday samanı; FZ, fındık zürufu; HA, hümik asit; PAM poliakrilamid.

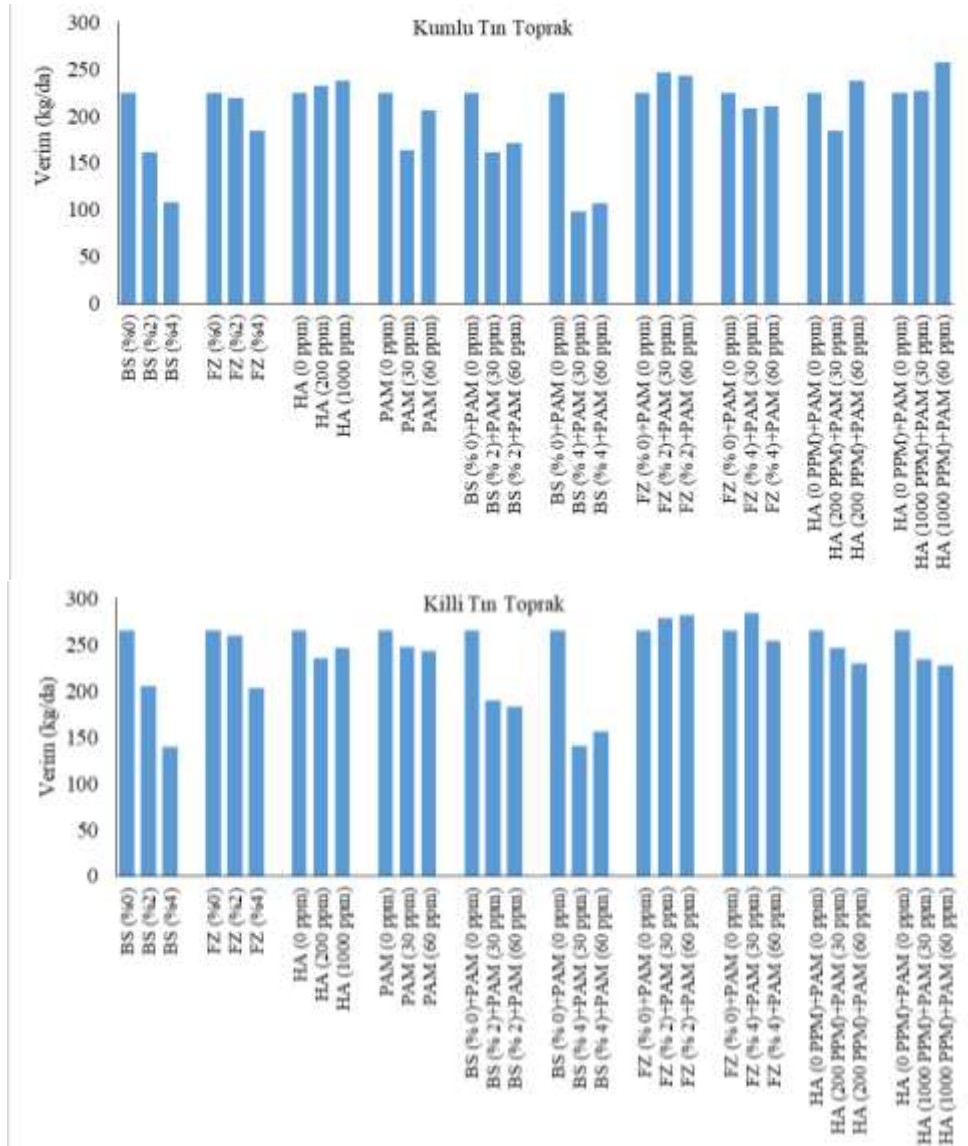


Şekil 1. Kumlu tın ve killi tın tekstürüne sahip topraklarda düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak organik madde içeriğindeki değişimler

Diğer taraftan PAM+düzenleyici uygulamalarının etkinlikleri dikkate alındığında söz konusu etki açısından uygulamaların; her iki toprak örneğinde de FZ+PAM>BS+PAM>HA+PAM şeklinde sıralandıkları görülmüştür (Şekil 1, Çizelge 3). Bu değerlendirmeler sonrasında kumlu tın toprakta FZ3+PAM2 (%4FZ+30ppmPAM)'nin, killi tın toprakta FZ3 (%4FZ) uygulamalarının toprak organik maddesi üzerinde en etkili uygulamalar olduğu ifade edilebilir (Şekil 1). Toprakların denet organik madde değerlerine göre uygulamaların meydana getirdiği değişimler oransal olarak irdelendiğinde düzenleyicilerin killi tın toprakta kumlu tın toprağa göre daha etkili oldukları belirlenmiştir. Kumlu tın toprakta uygulamalar sonucunda denete göre %113.15'lik bir artış gerçekleşirken, killi tın toprakta %163.29'luk bir artış gerçekleşmiştir. Toprak organik karbonu tarımsal uygulamalar (Nunes ve ark., 2020), iklimsel farklılıklar, kil içeriği (Nichols, 1984), ürün yoğunluğu ile kalıntı miktarından (Hendrix ve ark., 1998) önemli ölçüde etkilenmekte olup topraktaki kilin organik maddeyi kumlu topraklara oranla daha fazla koruyarak ayrışmaya karşı dirençli hale getirdiği saptanmıştır. Kullanılan düzenleyicilerden FZ ve FZ+PAM uygulamalarının daha etkili olmalarının FZ'nun azot (N) içeriği ve C:N oranına bağlı olarak gerçekleşen süreçlerin bitki gelişimine etkileri ile ilişkili olduğu öngörülmektedir (Şekil 1). Artan bitki gelişimi toprağa dönen bitkisel kalıntıların artışına neden olmuştur. Söz konusu uygulamaların killi tın tekstürüne sahip toprakta daha etkili olmaları ise kilin organik maddenin ayrışma süreçlerini yavaşlatması ile ilişkilendirilmektedir (Şekil 1).

Verim değerleri

Deneme sonunda söz konusu topraklarda yetiştirilen buğday bitkisine ait verim değerleri Şekil 2'de, verim değerlerine ilişkin Varyans analiz sonuçları ile Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4'te verilmiştir.



Şekil 2. Kumlu tın ve killi tın tekstürüne sahip topraklarda düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak buğday verimindeki değişimler

Çizelge 4. Buğday bitkisinde verim değerlerine (kg/da) ait Duncan testi ve varyans analizi sonuçları

Uygulamalar	Ort. ± standart sapma				
	Kumlu Tın Toprak	Killi Tın Toprak			
BS (%0)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
BS (%2)	161.17 ± 2.27	204.92 ± 9.64			
BS (%4)	107.67 ± 8.80	139.83 ± 10.03			
FZ (%0)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
FZ (%2)	218.75 ± 9.97	259.83 ± 11.50			
FZ (%4)	184.75 ± 32.45	203.33 ± 12.63			
HA (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
HA (200 ppm)	232.42 ± 15.35	235.92 ± 8.18			
HA (1000 ppm)	237.5 ± 12.42	246 ± 24.49			
PAM (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
PAM (30 ppm)	163.33 ± 35.37	247.33 ± 15.26			
PAM (60 ppm)	206.33 ± 18.57	243.58 ± 11.67			
BS (% 0)+PAM (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
BS (% 2)+PAM (30 ppm)	161.00 ± 22.00	190.08 ± 20.08			
BS (% 2)+PAM (60 ppm)	171.5 ± 14.51	182.83 ± 15.93			
BS (% 0)+PAM (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
BS (% 4)+PAM (30 ppm)	98.25 ± 13.54	140.33 ± 9.68			
BS (% 4)+PAM (60 ppm)	107.42 ± 5.03	156.75 ± 10.18			
FZ (% 0)+PAM (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
FZ (% 2)+PAM (30 ppm)	247 ± 33.00	278.25 ± 27.15			
FZ (% 2)+PAM (60 ppm)	243 ± 16.20	281.92 ± 0.80			
FZ (% 0)+PAM (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
FZ (% 4)+PAM (30 ppm)	208.25 ± 20.81	284.17 ± 18.57			
FZ (% 4)+PAM (60 ppm)	210.08 ± 17.72	254.42 ± 26.25			
HA (0 PPM)+PAM (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
HA (200 PPM)+PAM (30 ppm)	184.83 ± 27.19	246 ± 13.31			
HA (200 PPM)+PAM (60 ppm)	238.33 ± 36.17	229.42 ± 14.51			
HA (0 PPM)+PAM (0 ppm)	224.33 ± 23.82	265.17 ± 16.23			
HA (1000 PPM)+PAM (30 ppm)	226.5 ± 14.95	233.83 ± 22.04			
HA (1000 PPM)+PAM (60 ppm)	257 ± 11.69	227.42 ± 14.22			
Kaynaklar	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Kareler ortalaması	F değeri	Önem dz.
Topraklar(A)	1	60069.02	60069.0	97.85	.000
Düzenleyiciler (B)	9	137070.7	15230.1	24.81	.000
Dozlar (C)	2	10253.93	5126.97	8.352	.000
AXB	9	7519.31	835.48	1.361	.213
AXC	2	1114.26	557.13	.908	.406
BXC	14	41058.47	2932.75	4.777	.000
AXBXC	14	5271.16	376.51	.613	.850
Hata	128	78575.82	613.87		
Genel	180	8479789.0			

Duncan testi sonuçları

Topraklar	SL	CL								
Ortalamalar	201.73a	232.940b								
Düzenleyici	BS**	FZ	HA	PAM	BS2+PAM	BS3+PAM	FZ2+PAM	FZ3+PAM	HA2+PAM	HA3+PAM
Ortalamalar	175.458b	216.917d	231.111d	215.903d	194.7083c	156.264a	252.167e	231.958d	222.2361d	229.931d
Dozlar	1. doz	2. doz	3. doz							
Ortalamalar	215.54a	219.46a	200.85b							

*: ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir, **: BS, buğday samanı; FZ, fındık zürufu; HA, hümik asit; PAM poliakrilamid.

Bu verilerin incelenmesinden de görüleceği üzere her iki toprak gurubunda da ayrı ayrı ve birlikte uygulanan organik ve sentetik kökenli düzenleyiciler toprakların verim değerlerinde belirgin değişimlere neden olmuştur. Uygulanan düzenleyici, uygulama dozları ve düzenleyici x doz interaksiyonlarının etkinlikleri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Bir başka ifade ile topraklar, düzenleyiciler ve uygulama dozları ile düzenleyici x doz interaksiyonlarının verim üzerine etkileri farklılık göstermiştir. Duncan testi sonuçlarından, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ait ortalamalarında önemli oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4).

Uygulamaların buğday bitkisinin verimine etkileri irdelendiğinde; söz konusu etkinin önemli ölçüde toprak özelliklerinden kaynaklandığı, kumlu tın toprakta (SL) denette 224 kg/da olan verim değerinin uygulamalara bağlı olarak 247 kg/da'a kadar yükseldiği saptanmıştır. Killi tın (CL) toprakta ise denette 265 kg/da olan verim değerinin uygulamalara bağlı olarak 284,16 kg/da'a kadar arttığı belirlenmiştir. Denete göre oluşan değişimler irdelendiğinde kullanılan düzenleyicilerin kumlu tın tekstürlü toprakta daha etkili oldukları belirlenmiştir (Şekil 2). Dekardan alınan verim üzerine uygulamaların ayrı ayrı etkinlikleri irdelendiğinde; verim artışı üzerinde düzenleyicilerin HA>FZ>PAM>BS şeklinde sıralandıkları ve doz arttıkça etkinliğinde arttığı, ancak BS uygulamasının denete göre verim değerlerini düşürdüğü ve doz arttıkça verimin azaldığı görülmüştür. Maksimum verim değerleri SL toprakta (247 kg/da) FZ2+PAM2 uygulamasından, CL toprakta (284,16 kg/da) FZ3+PAM2 uygulamasından elde edilmiştir. Diğer taraftan PAM'in diğer düzenleyiciler ile birlikte uygulanmasının verim değerlerinde oluşturdukları etki açısından ise FZ+PAM>HA+PAM>BS+PAM şeklinde sıralandıkları görülmüştür (Şekil 2).

Bu bulgular doğrultusunda; organik atık ve sentetik kökenli düzenleyicilerin verim üzerinde etkili oldukları, kullanılan düzenleyicilerin etkinliklerinin toprak tekstüründen etkilendiği, denete göre meydana gelen değişimler dikkate alındığında uygulamaların SL toprakta daha etkili oldukları saptanmıştır.

Kaya ve ark. (2005), yürüttükleri bir araştırma sonucunda, hümik asit uygulaması ile toprağın havalanması ve su tutması, toprak mikroorganizmalarının gelişim ve çoğalması, bitkilerin stres koşullarına, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı gibi özelliklerinin olumlu yönde etkilendiğini vurgulamışlardır. Ayrıca ağır killi toprakların yapısının iyileştiğini, toprakta tuz birikiminin önlendiğini, buğday da dahil olmak üzere birçok bitkide verim ve verim öğelerinde artışların meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Leungvutivirog ve ark. (2002), değişik gübreleme çeşitlerinin (kompost, ahır gübresi, kimyasal gübreleme, yeşil gübreleme ve çeltik samanı) toprakların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile mısır verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada kompost, ahır gübresi ve çeltik samanı uygulamalarının, kimyasal gübrelerle karşılaştırıldığında, toprakların organik madde içeriğini daha fazla artırdığı, mısır veriminin kontrolle karşılaştırıldığında kimyasal gübre uygulamasında daha fazla olduğu fakat organik gübrelerden elde edilen verimden daha az olduğunu belirlemişlerdir.

Sonuç

Sera koşullarında, farklı bünyelere sahip topraklara organik kökenli sentetik düzenleyiciler (poliakrilamid, hümik asit) ve bitkisel kökenli organik artıklar (buğday samanı ve fındık zurufu) ayrı ayrı ve birlikte uygulanarak inkübasyona bırakılmış, 5 aylık inkübasyon süresi sonrasında uygulamalarda buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Toplam 312 gün süren denemenin sonunda, hasadın ardından yapılan analiz ve değerlendirmelerde, toprak özelliklerinin uygulamalardan etkilendiği ve pH' değerlerinin uygulamalara bağlı olarak orta derecede alkalın yapıdan hafif alkalın yapıya dönüştüğü, agregat stabilitesi değerlerinin arttığı belirlenmiştir.

Organik atık ve sentetik kökenli düzenleyici uygulamalarının toprak organik maddesi üzerinde etkili oldukları, fındık zurufu ve buğday samanının organik madde içeriğini artırırken hümik asit ve poliakrilamid uygulamalarının deneme sonu toprakta organik madde içeriğini denete göre düşürdüğü belirlenmiştir. Toprak organik maddesi üzerinde kumlu tın toprakta en etkili uygulama fındık zurufu %4+poliakrilamid 30pmm örneği olurken, killi tın toprakta en etkili uygulama fındık zurufu%4 dozunun uygulandığı saksılar olduğu belirlenmiştir. Denete göre değişimler dikkate alındığında kumlu tın toprakta %113.15'lik bir artış gerçekleşirken, killi tın toprakta %163.29'luk bir artış gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durumun, topraktaki kilin organik maddenin ayrışma süreçlerini etkilemesi ve toprağa dönen kalıntı farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Organik atık ve sentetik kökenli düzenleyici uygulamalarının verim üzerinde etkili oldukları, kullanılan düzenleyicilerin kumlu tın tekstüre sahip toprakta daha etkili olduğu, etkinliğin toprak özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Fındık zurufu+poliakrilamid uygulaması her iki toprak grubunda da verim artışı üzerinde en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan buğday samanı atığının her iki dozu ve poliakrilamid ile kombine uygulamalarının verimi düşürdüğü, olumsuz etkinin buğday samanının dozu arttıkça arttığı tespit edilmiştir. Bu durum buğday samanının yüksek C:N oranından kaynaklanmış olabilir.

Ülkemiz toprakları genel itibari ile organik madde bakımından fakir topraklara sahiptir. Bu sebeple tarım topraklarında organik madde ilavesi kaçınılmazdır. Sonuçlar bu doğrultuda değerlendirildiğinde kısa sürede

sonuç alınmak istenilen durumlarda, tarımda geri dönüşümü sağlanmayan ve genellikle yakılarak bertaraf edilmek istenen fındık zuruflu kullanılması uygun olacaktır. Verim açısından sonuçlar değerlendirildiğinde ise bitkisel üretimde en iyi sonucu alabilmek için organik atıklar ile polimerlerin beraber uygulanması gerektiği anlaşılmaktadır. Organik atık ile poliakrilamid birlikte uygulanacak ise poliakrilamidin yüksek dozda tercih edilmesi verimin artmasını sağlayacaktır. Bunun nedeninin de poliakrilamidin de tıpkı organik atıklar gibi organik karakterli bir yapıya sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca poliakrilamidin toprağın havalanma kapasitesini iyileştirerek bitki kök gelişimi için uygun bir ortama katkı sağladığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Albiach R, Canet R, Pomares F, Ingelmo F, 2001. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. *Bioresource Technology*, 77, 109-114.
- Bremner JM, 1965. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. C. A. Black. Amer. Soc. Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9. Madison, Wisconsin, USA.
- De Neve S, Hofman G, 2000. Influence of soil compaction on carbon and nitrogen mineralization of soil organic matter and crop residues, *Biology and Fertility of Soils*, 30, 544-549.
- Doran JW, 2002. Soil health and global sustainability: translating science into practice, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88, 119-127.
- Eriksen GN, Coale FJ, Bollero GA, 1999. Soil nitrogen and maize production in municipal solid waste amended soil, *Agronomy Journal*, 91, 1009-1016.
- Fox D, Bryan RB, 1992. Influence of polyacrylamide soil conditioner on runoff generation and soil erosion: field test in Baringo District, Kenya. *Soil Technology*, 5, 101-119.
- Gee GW, Bauder JW, 1986. *Methods of soil analysis, part I: physical and mineralogical analysis*. In: A. Klute (Ed.), *Particle-Size Analysis*, 1st Edn., Soil Science Society of America, Madison, pp. 388-409.
- Haynes RJ, Naidu R, 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51, 123-137.
- Hendershot WH, Lalande H, Duquette, M, 1993. Soil sampling and method of analysis for Canadian Society of Soil Science In: M.R. Carter (Ed.), *Soil Reaction And Exchangeable Acidity*, 1st Edn., Lewis, Florida, pp. 141-85.
- Hendrix PF, Franzluebbers AJ, McCracken DV, 1998. Management effects on C accumulation and loss in soils of the southern Appalachian Piedmont of Georgia. *Soil and Tillage Research*, 47(3-4), 245-251.
- Imbufe AU, Patti AF, Burrow D, Surapaneni A, Jackson WR, Milner AD, 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. *Geoderma*, 125, 321-330.
- Iqbal A, He L, Khan A, Wei S, Akhtar K, Ali I, Jiang L, 2019. Organic manure coupled with inorganic fertilizer: An approach for the sustainable production of rice by improving soil properties and nitrogen use efficiency. *Agronomy*, 9(10), 651.
- Kaya M, Atak M, Çiftçi CY, Ünver S, 2005. Çinko ve hümik asit uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9(3).
- Kemper WD, 1965. *Aggregat Stability*. In C.A. Black (ed). *Methods of soil analysis*. Amer. Soc. Of Argon. Inc., Part 1. Agronomy 9.
- Leaungvutivirog C, Sunantapongsuk V, Limtong P, Nakapraves P, Piriyaaprin S, 2002. Effect of organic fertilizers on soil improvement in Mab Bon, Tha Yang, Satuk, and Renu Series for Corn Cultivation in Thailand, 17th World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002, Thailand, Symposium No: 57, Paper No. 1899.
- Lentz RD, Sojka RE, 1994. Field results polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration. *Soil Science*, 158, 274-282.
- Madejon E, Lopez R, Murillo JM, Cabrera F, 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain), *Agriculture Ecosystems and Environment*, 84 81), 55-65.
- 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.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. *Methods of soil analysis, part II: Chemical and microbiological methods*. In: L.A. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), *Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter*, 2nd Edn., Soil Science Society of America, Madison, pp. 539-579.
- Nichols JD, 1984. Relation of organic carbon to soil properties and climate in the southern Great Plains. *Soil Science Society of America Journal*, 48(6), 1382-1384.
- Nunes MR, Van Es HM, Veum KS, Joseph P, Amsili JP, Karlen DL, 2020. Anthropogenic and inherent effects on soil organic carbon across the U.S. *Sustainability*, 12:5695; doi:10.3390/su12145695
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA, 1954. *Estimation of Available Phosphorous in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate*. Government Printing Office, Washington.

- Olson TC, 1977. Restoring the productivity of a glacial till soil after topsoil removal, *Journal of Soil Water Conservation*, 32, 130-132.
- Özdemir N, Atalay T, 2019. Effects of inorganic and organic tea farming practices on some soil quality parameters and erodibility. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(3), 397-405.
- Özdemir N, Gülser C, Ekberli İ, Kop Ö T, 2014. Asit toprakta düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve verime etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(1), 27-32.
- Pacci S, Dengiz O, Saygın F, Alaboz P, 2022. SMAF Modeline Göre Çeltik Tarımı Yapılan Bafra Ovası Arazilerinin Toprak Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 164-174.
- Pinamonti F, Zorzi G, 1996. Experiences of compost use in agriculture and in land reclamation projects, Editors: de-Bertoldi, M., Sequi, P., Lammers, B., Papi, T., *The science of composting*, Blackie Academic and Professional, Glasgow, 517-527.
- Rhoades JD, 1986. Methods of soil analysis, part II: chemical and microbiological properties, In: A. Klute (Ed.), *Soluble Salts*, 1st Edn., Soil Science Society of America, Madison, pp. 79- 167.
- Schlichting E, Blume HP, 1966. *Bodenkundliches praktikum*. Verlag Paul Paney, Hamburg und Berlin, 121-125.
- Soil Survey Manual, 2017. Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Sonmez O, Pierzynski GM, Frees L, Davis B, Leikam D, Sweeney DW, Janssen KA, 2009. A field-based assessment tool for phosphorus losses in runoff in Kansas. *Journal of soil and water conservation*, 64(3), 212-222.
- Tamer N, Başalma D, Türkmen C, Namlı A, 2016. Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1), 11-20.
- Tejada M, Gonzalez JL, 2003. Effects of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions, *European Journal of Agronomy*, 19, 357- 368.
- Thomas GW, 1987. Method of soil analysis, part II: agronomy. In: C.A Clark (Ed.), *Exchangeable Cations*, Soil Science Society of America, Madison, pp. 59-161.
- Yakupoğlu T, Özdemir N, 2006. Erozyona Uğramış Topraklarda Organik Atık Uygulamalarının Bazı Mekaniksel Özelliklere Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2), 173-17.
- Yurtsever N, 1984. Deneysel istatistik metodlar. *Tarım ve Köyişleri Bak. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Düzenleyici Araş. Enst. Yayınları*, Teknik yayın no:56,169-181.