

Zeytinyağı Fabrikası Atık Uygulamalarının Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Olan Etkisi

Faruk TOHUMCU^{1*} Adil AYDIN²

¹*İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İğdır.*
²*Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum.*

*Sorumlu Yazar: ftohumcu@gmail.com

Geliş Tarihi : 11.10.2016

Kabul Tarihi : 18.11.2016

ÖZET: Bu çalışma; zeytinyağı fabrika atıkları pirina ve posanın toprak düzenleyici ve gübre olarak kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme sera şartları altında tam şansa bağlı deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak 48 saksıda yürütülmüştür. Bakterili (OSU-142) ve bakterisiz uygulamalar olmak üzere, pirina ve posa hacim esasına göre 4 dozda (%0; %2,5; %5 ve %10 (v/v)) uygulanmıştır. Düşük organik madde içeriğine sahip topraklara pirina ve posa uygulaması, toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Uygulanan materyal ve dozlara bağlı olarak toprakların agregat stabilitesi (AS), organik madde içeriği (OM), tarla kapasitesi (TK), elektriki iletkenlik değeri (EC) ve elverişli nem içeriği (YNK) değerleri artmıştır. Bununla birlikte, toprak pH'sındaki değişimler istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuçlar kontrolle karşılaştırıldığında, pirina ve posanın en yüksek uygulama dozu EC değerini sırasıyla %148 ve %103 oranında artırmıştır. Söz konusu bu artış organik madde içeriğinde ise %139 ve %220 olarak saptanmıştır. Kontrol grubuna ait agregat stabilitesi değerleri pirina ve posa için sırasıyla %42 ve %46 olarak belirlenirken, bu değerler en yüksek dozdaki bakterisiz uygulamalarda %63 ve %83, bakterili uygulamalarda ise %64 ve %97 olarak saptanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen veriler düşük organik madde içeriğine sahip topraklara uygulanan pirina ve posanın toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerini geliştirdiği göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Pirina, posa, bakteri (OSU-142), agregat stabilitesi, organik madde

Effects of Olive Oil Industrial Solid Residual Applications on Some Physical and Chemical Properties of Soils

ABSTRACT: This study was carried out to determine the use of pirina and pulp, as a soil fertilizer and conditioner. For this aim a greenhouse study was conducted in a randomized block design with 3 replications in 48 plots. Pirina and pulp residuals were applied to pots in 4 doses (pirina: 0%; 2,5%; 5%; 10% v/v-pulp: 0%; 2,5%; 5%; 10% v/v) with 2 bacterial applications (control and OSU-142). Application of pirina and pulp, to soil with low organic matter content, has affected physical and chemical properties positively. Depending on the applied doses and materials; aggregate stability, organic matter content, field capacity, electrical conductivity (EC), and available moisture content of soils were increased. However, changes in soil pH were not found statistically significant. When compared with control increase in electrical conductivity of soils were found as 148% and 108% with pirina and pulp applications, respectively. These values were found as 139% and 220% for organic matter contents. While aggregate stability (AS) of soils was found as 42% and 46% in controls, it was determined as 63% and 83% without bacteria, 64% and 97% with bacteria applications, for pirina and pulp, respectively. As a result it can be concluded that application of pirina and pulp to soils with low organic matter contents improves its physical and chemical properties.

Keywords: Pirina, pulp, bacteria (OSU-142), aggregate stability, organic material

GİRİŞ

Sanayileşme, hızlı nüfus artışı, kentleşme, tüketim alışkanlıkları, üretim yöntemleri, çevre kirliliği ve giderek artan atıklar tarımsal üretimi, tarım alanlarını ve biyolojik çeşitliliği etkileyerek nüfusun ihtiyacı olan besin miktarını ve gıdalara olan güvenli erişimi tehlike altına almaktadır. Tarım alanlarının hızla yok olması, kentleşme/sanayileşme/turizme açılması ve çevre sorunlarının özellikle küresel iklim değişikliğinin tarım alanları üzerindeki olumsuz etkisi bu sorunları giderek artırmaktadır. Bu durum doğal dengenin daha hızlı bozulmasına neden olmaktadır. Doğal dengenin korunması ve hızla artan nüfusun ve sanayinin ihtiyaçlarının karşılanmasının devamlılığı birim alandan alınan ürün miktarının artırılmasına ve kalitesinin yükseltilmesine bağlıdır.

Toprak verimliliğinin artırılması ve devamlılığının korunmasında toprak organik madde

içeriğinin önemi oldukça büyüktür. Ülkemizde 1950'li yıllardan sonra yoğun olarak kullanılan ticari gübreler tarımda organik gübrelemenin ihmal edilmesine yol açmıştır. Dolayısıyla organik maddesi azalan toprağın doğal verimliliği azalmıştır. Ticari gübreler verimi belirgin bir şekilde artırmış, fakat ürünün kalitesini azaltmış, zayıf toprakta yetişen kültür bitkilerinin hastalık ve zararlılara olan direncini zayıflatmış, böylece yıldan yıla daha fazla gübre ve ilaç kullanılmaya başlanmıştır. Yıllardır kullanılan bu maddelerin tarım topraklarında ve çevrede meydana getirdiği kirlilik ve üretilen gıda maddelerinde insan sağlığına zararlı maddelerin oluşması, kalite ve dayanıklılığın azalmasına neden olmuştur. Bu da organik gübrelere verilen önemi arttırmıştır.

Doğal kaynaklar üzerindeki baskının artması, yenilenemeyen kaynakların hızla tüketilmesi ve atık

yığınlarının oluşturduğu sorunlar; bu maddelerin doğaya zarar vermeden etkin olarak kullanımına yönelik çalışmaların hız kazanmasına yol açmıştır. Kanalizasyon suları, çöpler, arıtma çamuru ve gıda sektörü atıkları gibi organik atıklar bazı ön işlemlerden sonra organik gübre olarak kullanılabilir. Bu amaçla yürütülen bu çalışmada, zeytinyağı fabrika atıklarının toprak özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla pirina ve posa doğrudan ham olarak topraklara farklı dozlarda uygulanmıştır. Uygulanan pirina ve posanın toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bitki besin elementlerinin içeriğine olan etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletme Müdürlüğü'ne ait araziden 0-20 cm

derinliğinde alınan toprak örneklerinde sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan organik atıklar (pirina ve posa) Balıkesir yöresinde bulunan yerel zeytinyağı fabrikalarından temin edilmiştir. Pirina; zeytinyağı fabrikalarında işlenen zeytinin yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesidir. Posa ise yağ elde edildikten sonra ortaya çıkan atık suyun depolandığı havuzlardaki çökelmiş ya da asılı halde bulunan ince yapıdaki materyaldir.

Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile organik atıkların bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme toprağının tekstür sınıfı kumlu-killi-tın, pH'sı hafif alkalın, organik madde içeriği ve kireç içeriği az sınıfına girmektedir. Araştırmada kullanılan toprak örneği, K, Ca, Mg, Zn ve Cu içeriği yönünden yeterli, P ve Fe içeriği yönünden orta düzeydedir (Anonim, 1980; FAO, 1990; TOVEP, 1991).

Çizelge 1. Deneme toprağı ve organik atıklara ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Toprak fiziksel özellikleri																		
Kum	Silt	Kil	Tekstür Sınıfı	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Agregat Stabilitesi (%)										
				Pw														
%			Kumlu-Killi-Tın	21,13		11,63		45,12										
Toprak kimyasal özellikleri																		
pH	EC	OM	Toplam		Kireç	C/N	K	Ca	Mg	Na	Elverişli							
			C	N							P	Fe	Zn	Cu	Mn			
1:2,5		mS/cm		%			me/100gr				ppm							
7,77	0,12	1,20	0,69	0,06	0,82	11,5	3,65	18,62	1,35	0,69	15,20	1,08	1,34	2,11	2,9			
Organik atıkların kimyasal özellikleri																		
	pH	EC	O.M	Toplam		Ca	K	Mg	Na	P	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Pb
				C	N													
1:2,5		mS/cm		%				ppm										
Pirina	6,6	3,3	79,0	45,8	0,9	0,25	2,42	0,13	342	830	813	42,4	6,3	34,4	32,2	307,4	0,80	3,8
Posa	5,9	2,1	87,9	51,0	1,4	0,19	2,21	0,10	278	462	734	25,2	5,1	32,2	35,2	223,1	0,54	2,8

Yöntem

Zeytinyağı pirina ve posanın toprak özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletme Müdürlüğü'ne ait (39° 55' N, 41° 61' E) deneme sahasının 0-20 cm derinliğinden toprak örneği alınmış, havada kurutulup 4 mm'lik elekten elendikten sonra sera koşullarında tam şansa bağlı faktöriyel deneme desenine göre pirina ve posa hacim esasına göre 4 farklı dozda (pirina: %0; %2,5; %5; %10 v/v ve posa: %0; %2,5; %5; %10 v/v), 2 bakteri uygulaması (bakterili ve bakterisiz) olmak üzere toplam 48 saksıda yürütülmüştür. Posa ve pirinanın parçalanma ve ayrışması üzerine olan

etkisini belirlemek amacıyla atıkların toprağa ilavesi ile birlikte 24 parselde OSU-142 bakterisi uygulanmıştır. Denemenin yürütüldüğü 90 günlük periyodun sonunda bakteri, pirina ve posanın toprak özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla toprak örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Toprak örneklerinde tekstür (Gee ve Bauder, 1986), pH (McLean, 1982), elektriksel iletkenlik (Demiralay, 1993), kireç (Nelson, 1982), organik madde (Nelson ve Sommer, 1982), katyon değişim kapasitesi (Rhoades, 1982a), değişebilir katyonlar (Rhoades, 1982b), fosfor (Olsen ve Summer, 1982), bitki tarafından alınabilir mikro elementler (Lindsay

ve Norvell, 1978), toplam N (Bremmer ve Mulvaney, 1982), agregat stabilitesi (Kemper ve Rosenau, 1986), tarla kapasitesi ve solma noktası (Demiralay, 1993) analizleri yapılmıştır (Çizelge 1). Elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri SPSS programı yardımıyla değerlendirilmiştir (SPSS, 2004).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Organik madde düzeyi düşük toprakların, organik madde düzeyi ile bitki besin elementleri miktarının artırılması amacı ile farklı dozlarda

toprağa uygulanan zeytinyağı fabrika atıkları (pirina ve posa) toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile makro ve mikro besin maddeleri içeriğinde önemli değişimlere neden olmuştur (Çizelge 2 ve 3).

Toprakların EC'si üzerine uygulanan posa ve pirina ile bakteri uygulamalarının etkileri incelendiğinde bakterisiz kontrol gruplarında EC değeri 0.12 mS/cm olarak ölçülürken artan dozlarda pirina ve posa uygulaması ile sırasıyla bu değer 0.29 ve 0.24 mS/cm'e yükselmiştir (Çizelge 2). Pirina ve posa uygulamasına ilaveten bakteri uygulanması durumunda ise EC değerleri pirinada artarak 0.30

Çizelge 2. Pirina, posa ve bakteri uygulamalarının toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi

Uygulama		Doz	pH	OM**	EC**	AS**	TK**	SN**	YNK**
		%	1:2,5	%	mS/cm	%	%	%	%
Bakterisiz	Pirina	0,0	7,94	1,20d	0,12d	45,31d	21,05d	11,02b	10,03d
		2,5	7,86	1,36c	0,16c	49,80c	22,87c	11,31b	11,56c
		5,0	7,85	1,85b	0,28b	54,47b	23,58b	11,53b	12,05b
		10,0	7,81	2,87a	0,29a	63,15a	27,15a	12,10a	15,05a
	Posa	0,0	7,94	1,14d	0,11d	46,16d	21,54d	11,06b	10,49d
		2,5	7,91	1,36c	0,18c	67,55c	23,81c	11,46b	12,35c
		5,0	7,82	1,68b	0,20b	76,86b	25,55b	11,65b	13,90b
		10,0	7,74	3,65a	0,24a	83,25a	27,84a	12,28a	15,56a
Bakterili	Pirina	0,0	7,92	1,29d	0,11d	45,75d	22,16d	11,33b	10,83d
		2,5	7,88	1,64c	0,18c	47,29c	23,39c	11,49b	11,90c
		5,0	7,86	1,82b	0,21b	50,92b	24,94b	11,81b	13,13b
		10,0	7,82	2,91a	0,30a	64,11a	28,03a	12,45a	15,58a
	Posa	0,0	7,96	1,33d	0,12d	47,12d	22,61c	11,32b	11,30d
		2,5	7,93	1,65c	0,17c	75,79c	24,41b	11,51b	12,90c
		5,0	7,85	1,79b	0,19b	87,06b	25,59b	11,92b	13,66b
		10,0	7,72	3,94a	0,24a	96,97a	29,29a	12,85a	16,44a

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 önem düzeyine göre fark yoktur (P=0.05). * P<0.05, ** P<0.01.

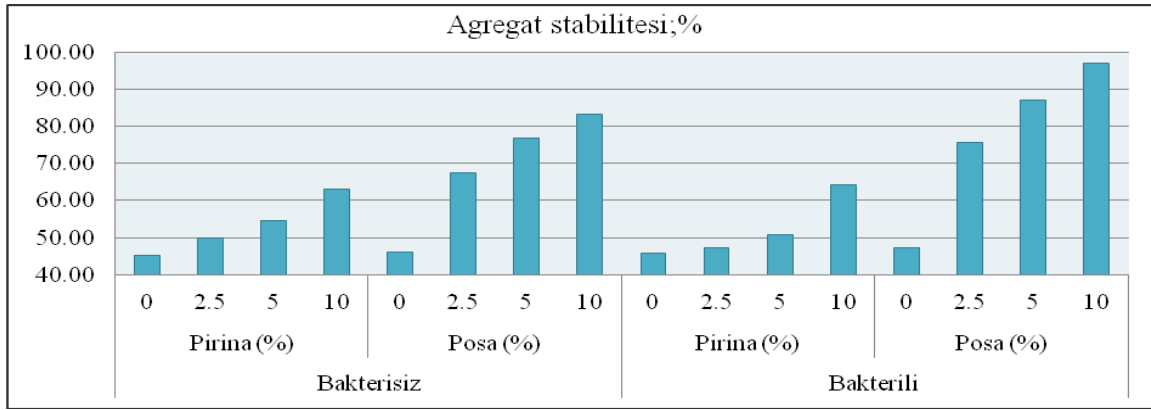
Çizelge 3. Pirina, posa ve bakteri uygulamalarının toprağın makro ve mikro element içeriklerine etkisi

Uygulama		Doz	K**	Ca**	Mg**	Na**	N**	P**	Fe**	Mn**	Zn**	Cu**	B**	Ni**	Pb**
		%	me/100g				ppm								
Bakterisiz	Pirina	0.0	3,6c	18,7d	1,4c	0,7d	6,1c	15,0d	1,0d	2,9d	1,4d	2,1d	0,3d	0,4d	0,3d
		2.5	4,5b	22,4b	1,4c	0,8c	6,8c	21,2c	1,8c	2,9c	1,6c	2,2c	0,4c	0,6c	0,4c
		5.0	4,8b	26,2a	1,5b	0,9b	9,2b	23,1b	1,9b	4,9b	2,4b	2,4b	0,5b	1,1b	0,5b
		10.0	6,4a	20,9c	2,1a	1,2a	14,3a	34,5a	2,0a	6,7a	3,1a	3,6a	0,5a	1,8a	0,6a
	Posa	0.0	3,6c	18,7d	1,4c	0,7d	6,2d	15,1d	1,0d	2,9d	1,4d	2,2d	0,4d	0,3d	0,3d
		2.5	4,0b	22,5b	1,7b	0,7c	6,8c	19,6c	1,1c	3,0c	1,8c	2,3c	0,4c	0,4c	0,4c
		5.0	4,9a	26,2a	1,7b	0,8b	8,4b	21,4b	1,6b	5,4b	2,3b	3,1b	0,4b	0,6b	0,4b
		10.0	5,0a	21,0c	1,9a	0,9a	18,3a	24,2a	2,1a	7,2a	3,0a	4,8a	0,4a	0,8a	0,5a
Bakterili	Pirina	0.0	3,7c	19,2c	1,4c	0,7d	6,5c	15,7d	1,1d	2,9d	1,4d	2,2d	0,4d	0,4d	0,3d
		2.5	4,6b	23,0b	1,6b	0,8c	8,2b	23,8c	1,9c	3,2c	1,8c	2,4c	0,4c	0,6c	0,5c
		5.0	5,0b	26,8a	2,0a	0,9b	9,1b	26,0b	2,1b	5,0b	2,5b	2,6b	0,5b	0,9b	0,5b
		10.0	6,5a	21,5b	2,1a	1,3a	13,0a	37,7a	2,2a	6,8a	3,3a	3,1a	0,5a	1,3a	0,7a
	Posa	0.0	3,6c	18,9c	1,4c	0,7d	6,6c	15,8d	1,0d	2,9d	1,4d	2,2d	0,4d	0,4d	0,3d
		2.5	4,5b	22,7b	1,7ab	0,7c	8,3b	22,5c	1,2c	3,3c	2c	2,3c	0,4c	0,5c	0,4c
		5.0	4,6b	26,5a	1,7b	0,9b	9,0b	25,5b	1,7b	5,5b	2,1b	2,8b	0,4b	0,6b	0,5b
		10.0	5,1a	21,2b	1,8a	1,0a	19,7a	29,2a	2,3a	7,6a	3,2a	4,7a	0,5a	0,9a	0,5a

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 önem düzeyine göre fark yoktur (P=0.05). * P<0.05, ** P<0.01.

mS/cm, posada ise fazla bir değişim meydana getirmemiş ve 0.24 mS/cm ölçülmüştür. Yapılan benzer çalışmalarda zeytinyağı fabrika atıklarından pirina ve posanın toprağa uygulanması durumunda toprakların pH'sında azalmaların, EC değerlerinde ise önemli düzeylerde artışların meydana geldiği belirtilmiştir (Sellami vd., 2008; Paredes vd., 2005; Sierra vd., 2001).

Toprağa uygulanan organik kaynaklı atıkların toprak agregat stabilitesi üzerinde meydana getirdiği etkiler incelendiğinde kontrol gruplarında %42,2-46,6 olarak ölçülen agregat stabilitesi, ortama pirinanın artan dozları ilave edildiğinde artış göstererek %63,2'e, posa ilavesi ile %83,3'e yükselmiştir (Şekil 1, Çizelge 2).



Şekil 1. Uygulamaların toprağın agregat stabilitesi üzerine etkileri

Pirina ve posa uygulamaları yanında bakteri uygulanması durumunda yine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol bakteri gruplarında agregat stabilitesi değerleri %44,5-59,7 olarak ölçülürken pirinanın %10 dozunda agregat stabilitesi %64,1'e posanın %10 dozunda ise %97,0'ye yükselmiştir. Yapılan benzer bir çalışmada kontrol parselinde %4,6 olan agregat stabilitesi değeri %10 pirina uygulaması ile %88 olarak bulunmuştur (Killi, 2008). Bakteri uygulanması ile bakteri uygulanmayan pirina ve posa uygulamalarına göre sırasıyla %2 ve %15 düzeylerinde toprakların agregat stabilitesi değerlerinde artışlar meydana gelmiştir (Şekil 1).

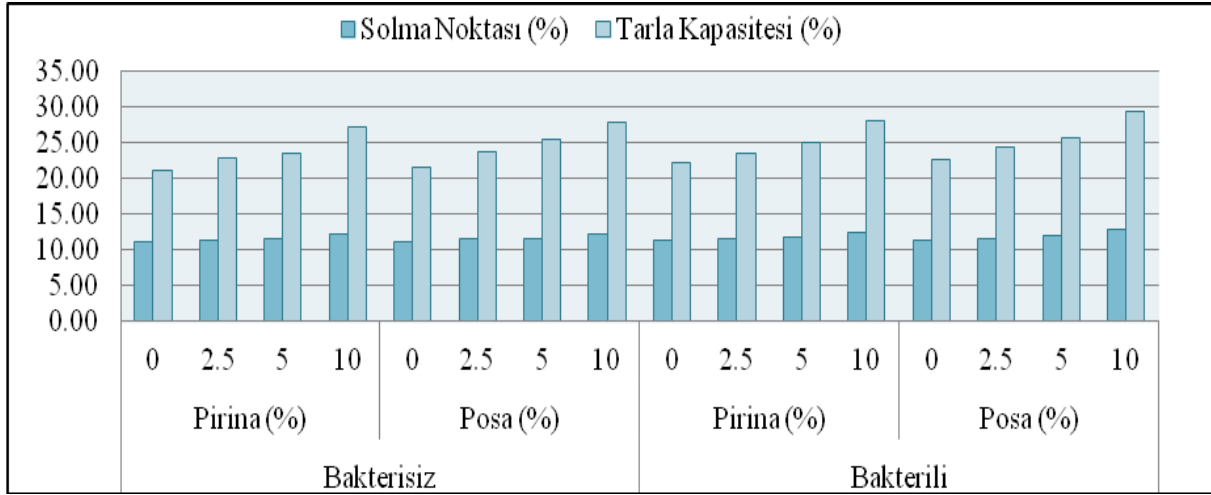
Farklı dozlarda uygulanan pirina ve posa ile bakteri uygulamalarına ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre toprakların tarla kapasitesi, solma noktası ve yarıyıllı nem içeriği üzerine posa ve pirina ile uygulama dozlarının ve bakteri uygulamasının önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir.

Farklı dozlarda pirina uygulanmasına bağlı olarak toprakların tarla kapasitesi incelendiğinde, artan pirina uygulamasında tarla kapasitesi artış gösterirken en yüksek pirina uygulama dozunda (%10) %27,2 değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değer kontrol (%21,1) grubuna göre %29,0 düzeyinde artışa neden olmuştur. Posa uygulamalarında ise pirina uygulamasına benzer

sonuçlar elde edilmiş ve artan posa uygulamasına bağlı olarak toprakların tarla kapasitesinde önemli artışlar meydana gelmiştir. Tarla kapasitesi en yüksek posa uygulamasında (%10) %27,8 değeri elde edilirken, bu değer kontrole göre (%21,5) kıyaslandığında %29,0 düzeyinde artışa neden olmuştur (Çizelge 2).

Farklı dozlarda pirina uygulanmasına ilaveten uygulanan bakteri uygulamalarında ise, artan pirina uygulamasında tarla kapasitesi artış gösterirken en yüksek pirina uygulama dozunda (%10) %28,0 değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değer kontrol (%22,2) grubuna göre %26 düzeyinde artışa neden olmuştur. Posa+bakteri uygulamalarında ise toprakların tarla kapasitesinde önemli artışlar meydana gelmiştir. En yüksek posa uygulamasında (%10) %29,3 değeri elde edilirken, bu değer kontrole göre (%22,6) kıyaslandığında %30 düzeyinde artışa neden olmuştur (Çizelge 2).

Bakteri uygulaması sonucunda hem posa hem de pirina uygulamaları sonucunda toprakların tarla kapasitesi değerleri, bakterisiz posa ve pirina uygulamalarına göre daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Uygulamaların toprağın tarla kapasitesi ve solma noktası üzerine etkisi

Farklı dozlarda pirina uygulanmasına bağlı olarak toprakların solma noktası incelendiğinde, artan pirina uygulamasında solma noktası artış gösterirken en yüksek pirina uygulama dozunda (%10) %12,10 değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değer kontrol (%11,0) grubuna göre %9,0 düzeyinde artışa neden olmuştur. Posa uygulamalarında ise yine pirina uygulamasına benzer sonuçlar elde edilmiş ve artan posa uygulamasına bağlı olarak toprakların solma noktasında önemli artışlar meydana gelmiştir. En yüksek posa uygulamasında (%10) %12,3 değeri elde edilirken, bu değer kontrole göre (%11,1) kıyaslandığında %11,0 düzeyinde artışa neden olmuştur (Çizelge 2).

Farklı dozlarda pirina uygulanmasına ilaveten uygulanan bakteri uygulamalarında ise, artan pirina uygulamasında solma noktası artış gösterirken en yüksek pirina uygulama dozunda (%10) %12,5 değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değer kontrol (%11,3) grubuna göre %10 düzeyinde artışa neden olmuştur. Posa+bakteri uygulamalarında ise toprakların solma noktasında önemli artışlar meydana gelmiştir. En yüksek posa uygulamasında (%10) %12,9 değeri elde edilirken, bu değer kontrole göre (%11,3) kıyaslandığında %13,0 düzeyinde artışa neden olmuştur.

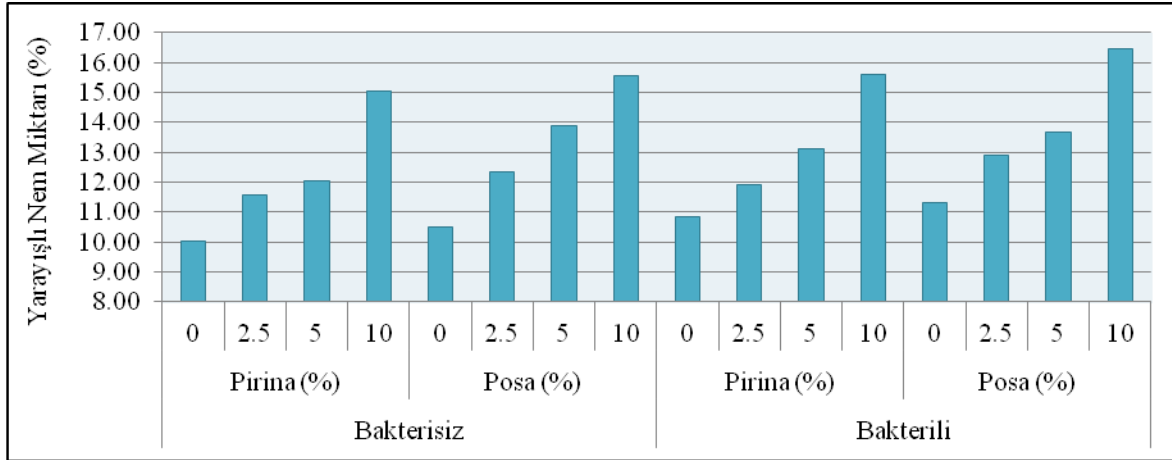
Bakteri uygulaması sonucunda hem posa hem de pirina uygulamaları sonucunda toprakların solma noktası değerleri, bakterisiz posa ve pirina uygulamalarına göre daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 2).

Farklı dozlarda pirina uygulanmasına bağlı olarak toprakların yarayışlı nem içerikleri

incelendiğinde, artan pirina uygulamasında yarayışlı nem miktarı artış gösterirken en yüksek pirina uygulama dozunda (%10) %15,1 değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değer kontrol (%10,0) grubuna göre %51,0 düzeyinde artışa neden olmuştur. Posa uygulamalarında ise yine pirina uygulamasına benzer sonuçlar elde edilmiş ve artan posa uygulamasına bağlı olarak toprakların yarayışlı nem miktarında önemli artışlar meydana gelmiştir. En yüksek posa uygulamasında (%10) %15,6 değeri elde edilirken, bu değer kontrole göre (%10,5) kıyaslandığında %48,0 düzeyinde artışa neden olmuştur (Çizelge 2).

Farklı dozlarda pirina uygulanmasına ilaveten uygulanan bakteri uygulamalarında ise, artan pirina uygulamasında yarayışlı nem miktarı artış gösterirken en yüksek pirina uygulama dozunda (%10) %15,6 değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu değer kontrol (%10,8) grubuna göre %43,0 düzeyinde artışa neden olmuştur. Posa+bakteri uygulamalarında ise toprakların yarayışlı nem miktarında önemli artışlar meydana gelmiştir. En yüksek posa uygulamasında (%10) %16,4 değeri elde edilirken, bu değer kontrole göre (%11,3) kıyaslandığında %45,0 düzeyinde artışa neden olmuştur.

Bakteri uygulaması sonucunda hem posa hem de pirina uygulamaları sonucunda toprakların yarayışlı nem miktarında, bakterisiz posa ve pirina uygulamalarına göre daha fazla artış meydana gelmiştir (Şekil 3).

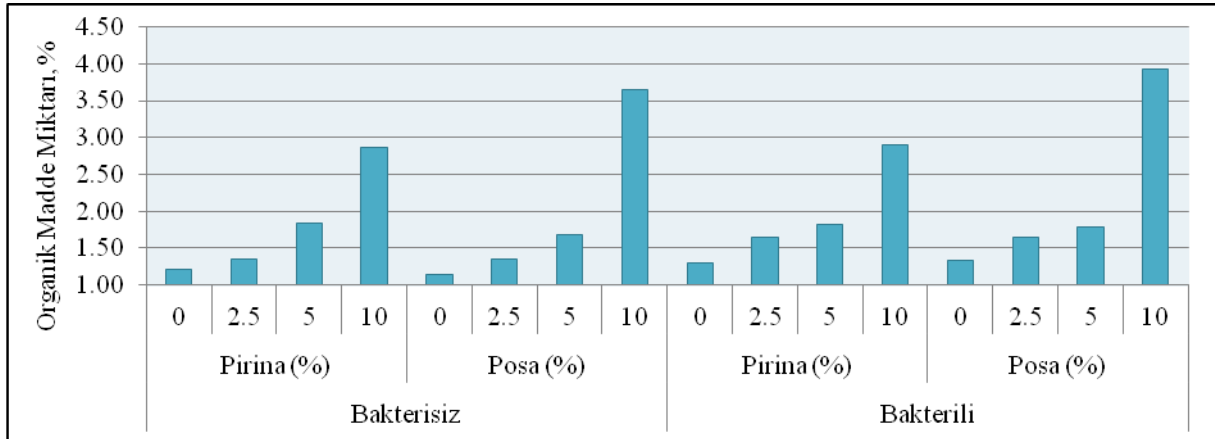


Şekil 3. Uygulamaların toprağın yarayışlı nem miktarı üzerine etkisi

Yapılan benzer çalışmalar sonucunda toprağa uygulanan zeytinyağı fabrika atıklarından pirina ve posanın uygulanmasına bağlı olarak, toprakların tarla kapasitesi ile yarayışlı nem içeriğinde önemli düzeylerde artışa neden olduğu belirtilmiş ve bu çalışma sonucunda elde edilen değerler ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür (Al-Widyan vd., 2005; Kavdir ve Killi, 2008).

Denemeden elde edilen sonuçların yapılan istatistiksel değerlendirilmelerinde bakteri, organik atık uygulama ve dozların etkisi toprak pH'sı dışında analiz edilen tüm toprak özelliklerinde önemli bulunmuştur.

Artan dozlarda organik atık uygulamalarına bağlı olarak toprakların organik madde içeriklerinde artışlar görülmüştür. Posa ve pirinanın uygulanmadığı kontrol parsellerinde organik madde düzeyleri sırasıyla %1,20 ve 1,14 iken, pirina ve posanın artan dozlarına bağlı olarak en yüksek uygulama dozu olan %10 uygulamasında toprakların organik madde içeriği %2,87 ve %3,65'e yükselmiştir. Kontrolde görülen bu artış pirinada %139, posada ise %220 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4).



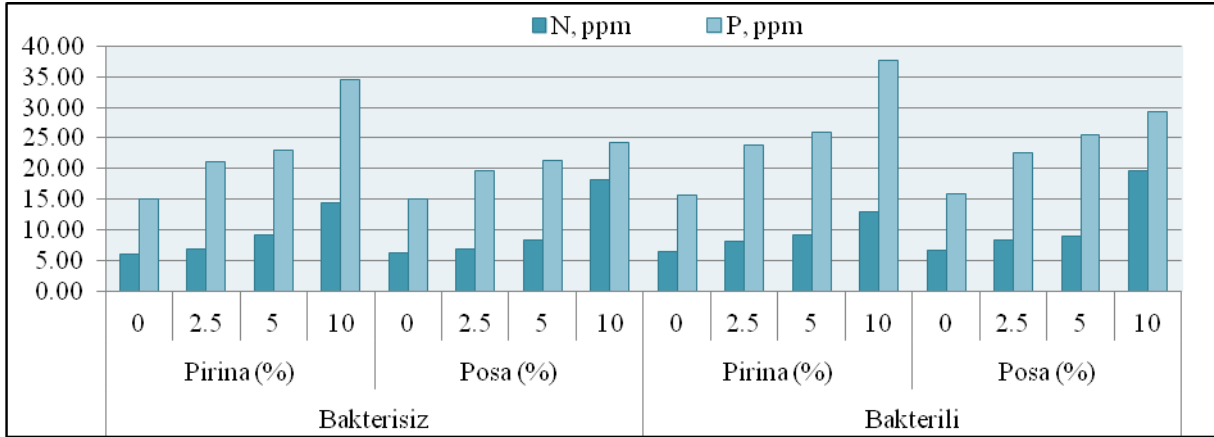
Şekil 4. Uygulamaların toprağın organik madde içeriğine etkisi

Organik madde üzerine organik atıkların yanı sıra bakteri uygulamasının da önemli düzeylerde etkisi olmuştur. Yapılan benzer çalışmalarda zeytinyağı fabrika atıklarından pirina ve posanın toprağa uygulanması durumunda toprakların organik madde içeriğinde önemli düzeylerde artışların meydana geldiği belirtilmiştir (Paredes vd., 1987; Marsilio vd., 1989; Calderon, 2000; Salgado, 2000).

Toprakların verimlilik parametrelerinden makro besin elementi olan fosfor ve azot elverişliliği üzerine posa ve pirina uygulamaları ile bakteri uygulamasının önemli düzeylerde etkileri olmuştur. Hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol gruplarında N içerikleri 6,0 ile 5,7 ppm, P içerikleri ise 25,0 ve 20,4 ppm arasında değişirken, %10 pirina uygulamasıyla N 14,3 ppm'e (%138'lik artış) P ise 44,5 ppm'e (%76'lık artış) yükselmiştir. Aynı

şekilde %10 posa uygulamasında ise %220'lik artışla N 18,3 ppm'e, P ise %58'lik artışla 32,2 ppm'e yükselmiştir. Posa ve pirina uygulamaları yanında bakteri uygulanması da toprakların bitkiye

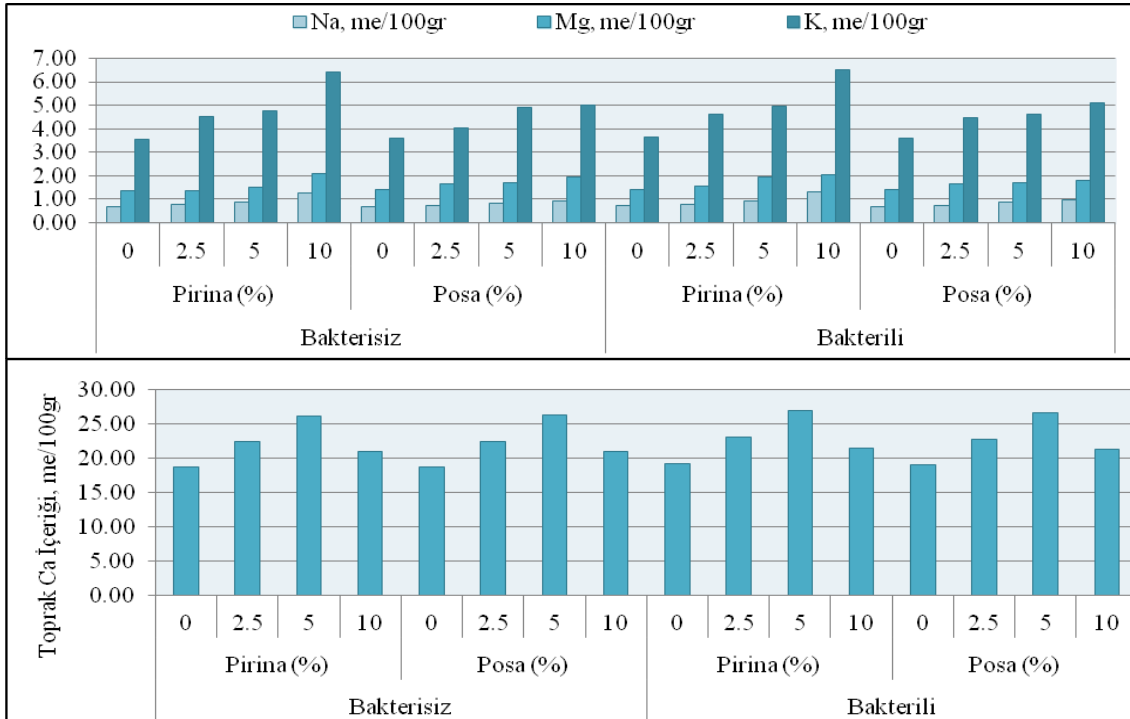
elverişli N ve P içeriklerini çok net olmasa da (kontrol bakterisiz 6,1 ppm N, 15,0 ppm P ve kontrol bakterili 6,5 ppm N, 15,7 ppm P) arttırmıştır (Şekil 5 ve Çizelge 3).



Şekil 5. Organik atık uygulamalarının toprağın azot ve fosfor içeriğine etkisi

Farklı dozlarda uygulanan pirina ve posa ile bakteri uygulamalarının bitkiye yararlı makro besin içerikleri üzerine etkileri incelendiğinde, artan pirina ve posa uygulamalarında hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol uygulamasına göre topraktaki Ca, K, Mg ve Na içerikleri artış göstermiştir. Pirina uygulaması ile topraktaki Ca ve K içeriği posa uygulamasına göre daha yüksek olurken, Mg ve Na

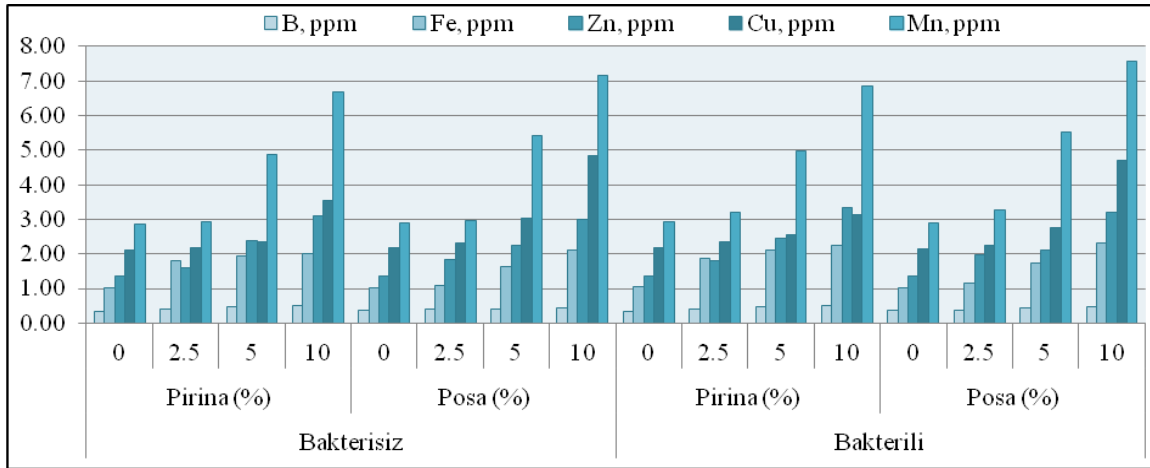
bakımından ise posa uygulaması daha etkin olarak bulunmuştur. Toprak analiz sonuçlarına göre posa ve pirina uygulamasına ilaveten bakteri uygulanması durumunda da çok belirgin olmasa da toprakların makro element içeriklerinde yükselme yönünde değişimlerin ortaya çıktığı görülmüştür (Şekil 6, Çizelge 3).



Şekil 6. Uygulamaların toprağın Ca, Mg, Na ve K içeriklerine etkisi

Pirina ve posa ile bakteri uygulamalarının toprakta bitkiye yararlı mikro element (Cu, Zn, Mn, Fe ve B) içerikleri üzerine etkileri incelendiğinde (Çizelge 3), uygulamalara bağlı

olarak deneme toprakların mikro element içeriklerinde kontrollere göre yükselme yönünde önemli değişimler meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 7 ve Çizelge 3).



Şekil 7. Uygulamaların toprağın B, Cu, Zn, Mn ve Fe içeriklerine etkisi

Toprakta düşük organik madde düzeyinin artırılması amacı ile uygulanan posa ve pirina uygulanması ile toprakların genel olarak bitkiye elverişli mikro element düzeylerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Uygulanan pirina ve posanın topraktaki ayrışma süresini azaltmak ve bitkiye yararlı besin miktarını artırmak amacı ile uygulanacak bakterilerin, bu organik atıkların çözünürlük düzeyini daha fazla artırdığı, özellikle topraktaki mikro elementleri bitkilere toksik etki oluşturabilecek düzeye getirdiği belirlenmiştir (Şekil 7-8).

Zeytinyağı fabrika atıklarından posa ve pirinanın uygulanması sonucunda toprakların ağır metal içeriklerinden Ni ve Pb miktarları değerlendirildiğinde, hem posa hemde pirinanın uygulanması durumunda doz artışına bağlı olarak topraktaki Ni ve Pb düzeylerinde artış görülmüştür. Bu artışlar en yüksek pirina dozunda (%10), kontrole göre Ni'de %320, Pb'da %120; posa dozunda (%10) ise kontrole göre Ni %185 ve Pb %65 düzeyindedir. Dozlar ortalaması dikkate alındığında Ni içeriğindeki artış pirina uygulananlarda %125, posa uygulananlarda ise %65'dir. Aynı şekilde Pb içeriğindeki artışlar pirina uygulananlarda %60, posa uygulananlarda %40'dır (Şekil 8, Çizelge 3).

Yapılan benzer çalışmalar sonucunda toprağa uygulanan zeytinyağı fabrika atıklarından pirina ve posanın uygulanmasına bağlı olarak, toprakların bitkiye yararlı makro ve mikro element içeriklerinde artışların meydana geldiği, özellikle

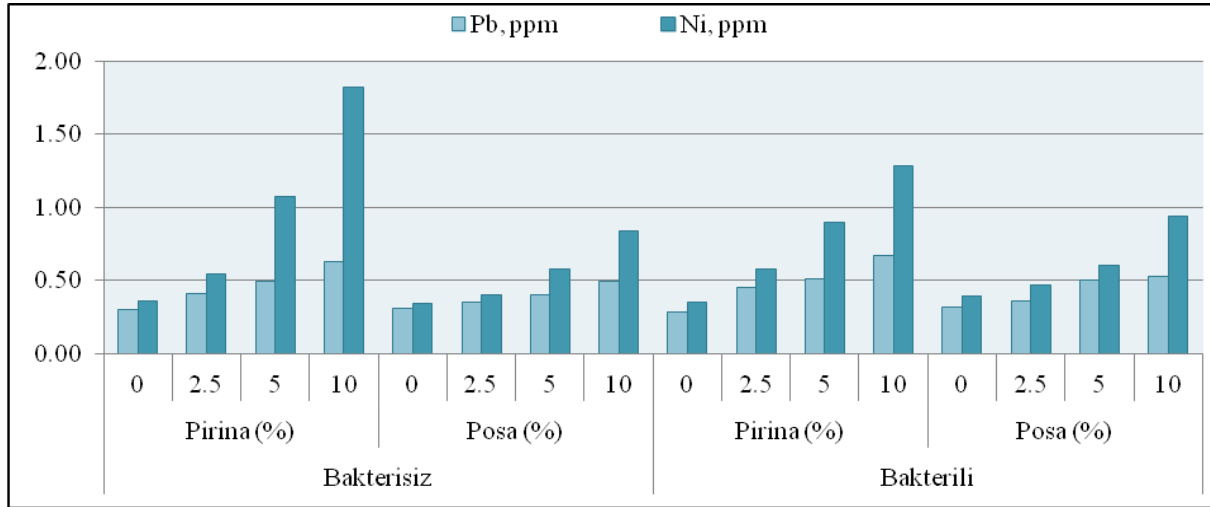
topraklardaki ağır metal içeriğinde önemli birikimlerin meydana gelmesi ile toprakta toksik etki düzeyine ulaştığı belirtilmiştir (Öcal, 2005; Levi vd., 1992; Diaz vd., 1999; Cabrera vd., 1996; Lopez vd., 2008).

SONUÇ

Bu çalışmada zeytinyağı fabrika atıkları olan pirina ve posanın düşük organik madde içeriğine sahip topraklara uygulanarak toprakların bazı karakteristik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre pirina ve posa uygulamaları ile deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir.

Toprağın agregat stabilitesi pirina uygulaması ile yaklaşık %50, posa uygulaması ile %100 artmıştır. Aynı şekilde bakteri uygulamasında agregat stabilitesi üzerine artırıcı etki göstermiş, bu etki pirina uygulamalarında %2, posa uygulamalarında %15 civarındadır.

Pirina ve posa uygulamasındaki doz artışına paralel olarak toprağın tarla kapasitesi ve yararlı nem içeriğinde önemli artışlar meydana getirmiştir. Pirina uygulaması sonucunda kontrole göre %26, posa uygulamasında ise kontrole göre %29 oranında artışlar meydana gelmiştir.



Şekil 8. Organik atık uygulamalarının toprağın Ni, Pb içeriklerine etkisi

Ancak kullanılan posa ve pirinin yüksek C/N oranı (36/1-48/1) nedeniyle parçalanma ayrışma safhasında meydana gelecek mikrobiyal faaliyet sonucunda toprakta bitkiye yararlı azot miktarında azalmalar görüleceği için söz konusu atıklar toprağa uygulanırken azot gübrelemesi gerekebilecektir. Bu nedenle zeytin katı atığı kompost yapılarak ya da azot bakımından zenginleştirilerek kullanılmasının daha iyi sonuç vereceği düşünülmektedir.

Pirina ve posa uygulamasındaki doz artışına paralel olarak toprağın bilhassa ağır metal Ni ve Pb içeriğinde önemli artışlar görülmüştür. Atık uygulamalarında Ni ve Pb toksisitesi dikkate alınmalıdır. Zeytinyağı fabrika atıklarının hem çevre kirliliğinin önlenmesi hem de organik madde düzeyi düşük topraklar için organik madde kaynağı olarak değerlendirilmesi ve toksisite etkisinin giderilmesi hususunda çalışmaların yoğunlaştırılmasının yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Al-Widyan, M.I., Nassim, Al-A., Hamid, Al-J., 2005. Effect of Composted Olive Cake on Soil Physical Properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Vol. 36: 1199-1212.
- Anonymous, 1980. Toprak Su İstatistikleri Bülteni. Program ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-Total. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 595-624, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Cabrera, F., Lopez, R., Martinez-Bordiu, A., Dupuy De Lome, E., Murillo, M., 1996. Land Treatment of Olive Oil Mill Wastewater. International, Biodeterioration and Biodegradation, 54: 215-225.
- Calderon, A., 2000. Primeros de la aplicacion de alpeorjuo en un cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.). Proyecto Fin de Carrera, EUITA, Universidad de Sevilla.

- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fizigi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notu, Erzurum.
- Diaz, S., Cabido, M., Casanoves, F., 1999. Functional implications of trait-environment linkages in plant communities. In: Weiher E, Keddy P (eds) Ecological assembly rules. Cambridge University Press, Cambridge, pp 338-362
- FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at the country leaves an international study. FAO Soils Bulletin 63. Rome.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Second Edition. Agronomy No: 9. 2. Edition P: 383-441.
- Kavdir, Y., Killi, D., 2008. Influence of olive oil solid waste applications on soil pH, electrical conductivity, oil nitrogen transformations, carbon content and aggregate stability. Bioresource Technology 99:2326-2332.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Killi, D., 2008. Zeytin katı atığı (pirina)'nın toprak kalitesi üzerine etkileri ve tarımda toprak düzenleyici olarak kullanım olanakları. ÇOMÜ Fen Bilimleri Ens. Y. Lisans Tezi, p. 94.
- Levi, R., Saviozzi, A., Riffaldi, R., Falzo, R., 1992. Application of Vegetable Effects on Soil Properties Olivae No:40 February.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42: 421-428.
- López-Piñeiro, A., Albarrán, A., Rato Nunes, J.M., Barreto, C., 2008. Short and medium-term effects of two-phase olive mill waste application on olive grove production and soil properties under semiarid mediterranean conditions, Bioresource Technology Volume 99, Issue 17, November 2008, Pages 7982-7987.
- Marsilio V., Di Giovacchino, L., Solinas, M., 1989. First Observations on the Disposal Effects of Olive Oil Mills Vegetation Waters on Cultivated soil. Ist.sperim. perla, elaiotecnica Pescara-italia.
- McLean, E. O., 1982. Soil pH and lime requirement. In Page, A.L., R. H. Miller and D.R. Keeney (eds.) Methods of soil analysis. Part 2 - Chemical and microbiological properties. (2nd Ed.). Agronomy 9:199-223.

- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Organic matter. Methods of soil analysis Part-2. Chemical and microbiological Properties. 2nd E.D. Agronomy No:9 P:574-579.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No:9 Part 2. Edition P: 191-197.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. In Page, A.L., R. H. Miller and D.R. Keeney Methods of Soil Analysis, part 2, Soil Sci. Soc. of Agron. pp. 404.
- Öcal, A., 2005. Zeytinyağı Atık Suyu ve Pirininin Bitki Yetiştirilmesinde kullanım Olanaklarının Anlaşılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Müh. Yüksek Lisans Tezi S.56. Adana.
- Paredes, C., Cegarra, J., Bernal, M.P., Roig A., 2005. Influence of olive mill wastewater in composting and impact of the compost on a Swiss chard crop and soil properties Environment International, 31(2): 305-312.
- Paredes, M., Moreno, E., Ramos-Cormenzona, A., Martinez, A., 1987. Charesteristics of Soil after Pollution with Wastewater from Olive Oil Extraction Plants. Chemosphere 16 (7): 1557-1564.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis Part 2. chemical and microbiological properties second edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 149-157.
- Rhoades, J.D., 1982b. Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis Part2. Chemicaland microbiological properties second edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 159-164.
- Salgado, E., 2000. Primeros resultados de la aplicacion de alpeorajo en un cultivo de maize (*Zea mays* L.). Proyecto Fin de Carrera, EUITA, Universidad de sevilla.
- Sellami, F., Jarboui, R., Hachicha, S., Medhioub, K., Ammar, E., 2008. Co-composting of oil exhausted olive-cake, poultry manure and industrial residues of agro-food activity for soil amendment, Bioresour. Technol. 99, pp. 1177–1188
- Sierra, J., Marti, E., Montserrat, G., Cruanas, R., Garau, M.A., 2001. Characterisation and evolution of a soil affected by olive oil mill wastewater disposal, Sci. Total Environ. 279: 207–214.
- SPSS, Inc., 2004. SPSS Inc. SPSS® 13.0 Base User's Guide, Prentice Hall.
- TOVEP, 1991. Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.