



Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

Kemal DOĞAN^{1*} Ali SARIOĞLU¹ Necat AĞCA¹

Özet

Bu çalışmanın amacı, zeytinyağı üretimi aşamasında oluşan karasuyun ekolojik yollarla bertaraf edilmesi ile toprakta bazı kimyasal ve biyolojik özelliklere etkisini araştırmaktır. Türkiye’de Ege ve Marmara Bölgelerinde, zeytin üretimi önemli bir tarımsal faaliyettir. Dünya çapında yaklaşık 750 milyon zeytin ağacı bulunmakta olup bunun % 98’i Akdeniz’e yakın bölgelerde bulunmaktadır. En fazla zeytin üretiminin yapıldığı ülkeler, İspanya, İtalya ve Yunanistan olup bu ülkeleri Türkiye takip etmektedir. Zeytin yağı üretimi aşamasında oluşan karasu, toprak ve bitki verimliliğini tehdit eden birçok zararlı madde içermektedir. Bu zararlı maddelerin çevreye verdikleri zararlar ekolojik ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre karasu uygulamaları ile CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi, pH, tuz ve organik madde değerleri düşmüştür. Karasu ile birlikte uygulanan diğer organik materyal uygulamalarında ise incelenen parametre değerleri artmıştır.

Anahtar kelimeler: Zeytin karasuyu, toprak mikrobiyal aktivitesi, biyolojik ıslah

Disposal of Olive Oil Mill Waste Water (OMWW) via Ecological Methods and Effect on Some Soil Properties

Abstract

The purpose of this study, investigate the effect of olive oil mill waste water (OMWW) on some chemical and biological properties of the soil and disposal this water ecological methods. Cultivation of olive is one of the important agricultural product in especially Mediterranean, Aegean and Marmara regions of Turkey. There are about 750 million productive olive trees worldwide whereas 98% of them located in the Mediterranean region. Three major olive oil producers worldwide are Spain, Italy, and Greece, followed by Turkey. Olive Oil Mill Wastewater (OMWW) is one of the waste products of olive oil process that contains different harmful substances for soil and plants. These harmful materials are environmentally not safe, while they cause economic and ecological problems. In this study the effect of OMWW alone and combination with green manure, rhizobium and humic acid on soil microbial activity and some of soil chemical properties evaluated. Results gathered revealed that OMWW was reduced determined microbial activity parameters as soil respiration (CO₂ production), dehydrogenase enzyme activity and pH, salt, organic matter in soil. OMWW and other organic material combine applications are increased all parameter’s values.

Key words: Olive Oil Mill Wastewater, soil microbial activity, bioremediation.

Giriş

Zeytin karasuyu, zeytinyağı üretimi yapan Akdeniz ülkelerinin çoğu için önemli bir çevresel sorundur (Piotrowska et al. 2005). İçeriğinde yer alan önemli kirlenici unsurlar nedeniyle bertaraf edilmesi çok zor olan karasuyun zararlı etkilerini azaltmak için genelde uygun toplama havuzlarında, birkaç ay tutulması ve buharlaştırılması yöntemi kullanılmaktadır. Bununla beraber Zeytin karasuyunun arıtımında kullanılan yöntemler,

aerobik arıtma, anaerobik arıtma, aerobik arıtma+Fenton oksidasyonu, kimyasal arıtma, kimyasal+biyolojik arıtma, arazide arıtım, adsorpsiyon, ileri oksidasyon prosesleri, membran prosesler, elektro Fenton+anaerobik arıtma, kompostlaştırma (Rozzi and Malpei, 1996) şeklinde sıralanabilir (Kılıç ve ark. 2009). Karasuyun kütlece %83-96 su, %3,5-15 organikler, %0,5-2 mineral tuzlar, Organik kısım %1,0-8,0 şekerler, %0,5-2,4 azotlu bileşikler, %0,5-1,5 organik asitler, %0,02-1,0

¹ Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, HATAY

yağlar, %1,0-1,5 arasında fenol ve pektin içermektedir. Fenoller de düşük moleküler ağırlıklı ya da polimerik yapıda olabilmektedir (Çelik ve ark. 2008; Greco Jr et al. 1999).

Akdeniz Ülkelerinde ortaya çıkan karasuyun temel kimyasal özelliklerinde kirlilik yükü dışında sıvı atığın asidik karakterde ve tuzluluk düzeyini gösteren elektrik geçirgenlik değerinin yüksek olması gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Sıvı atığa koyu renk veren polifenollerin ve tanenlerin bulunması karasuyun fitotoksik ve antimikrobiyal etki göstermesine neden olmaktadır (Oruç 2012; Paredes et al. 1999). Bu olumsuz özelliklerine rağmen zeytin karasuyu organik bir materyal olup, toksik etkileri azaltılarak, topraklarda önemli bir düzenleyici ve besin kaynağı olarak kullanılabilir. Yapılan bu çalışma ile zeytin karasuyunun toprakta bazı parametreler üzerindeki olumsuz etkileri belirlenirken aynı zamanda, ahır gübresi, humik asit ve rhizobium bakterisi ile birlikte uygulamalarının da incelenen toprak özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan bu araştırmanın temel amacını oluşturan, karasuyun olumsuz etkisinin azaltılması ve bu organik materyalin ekolojik amaçlar için kullanılmasına yönelik benzer bir araştırma İsrail’de yapılmıştır. İsrail Çevre Bakanlığı tarafından yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, üç yaşındaki bir zeytinlikte sıra aralarına kontrollü bir şekilde uygulanan karasuyun, genel inanışın aksine olumsuz bir etkisinin görülmediği, yabancı ot mücadelesinde herbisit gibi davrandığı ve alınan bu pozitif uygulamalar nedeniyle zeytinliklerde başarıyla kullanıldığı belirtilmiştir. (Oruç, 2012; State of Israel Ministry of Environmental Protection, 2009). İsrail’de organik tarım yapılan bir bahçede hektara 36 m³ ve 72 m³ karasu uygulanması sonucunda olumsuz bir etkinin görülmediği ve hassas aküferler dışında karasuyun kontrollü bir şekilde uygulanabileceği belirtilmiştir (Oruç, 2012; Saadi ve ark.,2007).

TÜİK (2016) verilerine göre, Türkiye’de zeytin ağacı varlığımız 2000’li yılların başında 100 milyon adet iken son dönemlerdeki dikimlerin etkisi ile 2013/2014 sezonunda yaklaşık 167 milyon adete yükselmiştir. Son on yılın zeytinyağı üretim ortalaması 155 bin tondur.

Türkiye’deki zeytinyağı fabrikalarından yılda doğaya 150 bin ton zeytin karasuyu verildiği tahmin edilmektedir. 1 m³ zeytin karasuyu, 200 m³ evsel atık suya bu da 1333 kişinin atık suyuna denk gelmektedir. Hatay’da zeytinyağı işletmelerinin yıllık prına atık miktarının 70.000-75.000 ton aralığında olduğu tahmin edilmektedir. Hatay’da zeytin işletmeleri en çok Altınözü, Antakya ve Hasşa ilçelerinde yoğunlaşmıştır. Sanayi sicil belgeli 71, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü verilerine göre 85 işletme mevcuttur. Tesislerin toplam işleme kapasiteleri yaklaşık 22.000 tondur. Her yıl zeytinyağı üretim zamanında birçok Akdeniz Bölgesinde olduğu gibi Hatay Bölgesinde de önemli zeytin atık suyu sorunu yaşanmaktadır. Karasuyun toprağa ve sulara karışması ile çevre kirlenmekte ve kötü kokular oluşmaktadır.

Yapılan bu çalışma sonuçlarına göre, karasuyun zararlı etkileri, birlikte uygulanan ve ekolojik açıdan herhangi bir sorun içermeyen diğer organik materyallerle daha az zararlı ya da yararlı bir hale dönüştürülebilmektedir. Ekolojik açıdan büyük bir sorun olarak görülen karasu bazı organik uygulamalarla alternatif bir gübre haline dönüştürülerek değerlendirilebilir (Doğan ve ark., 2016)

Mateyal ve Metot

Bu araştırma Mustafa Kemal Üniversitesi kampüs alanından alınan topraklarda inkübatör denemesi olarak yürütülmüştür. Hatay’ın önemli bir çevresel sorunu olan zeytin karasuyunun ekolojik yollarla bertaraf edilmesini hedefleyen bu çalışmada, karasu (K: 200 g toprak/10 ml) ile birlikte, ahır gübresi (A:2 ton/da), rhizobium bakterisi (B:4*10⁹ bakteri/200 g toprak) ve humik+fulvik asit (H: 5 lt/da) kullanılmıştır. Deneme öncesi bazı toprak özellikleri belirlenmiş ve pH 1/5 (toprak/su) sulandırma yöntemi ile 8.5, EC 0.121 µS/cm, kireç %17, organik madde %1.15, tekstür sınıfı ise killi tın olarak belirlenmiştir. Deneme toprakları 200 g/kap olacak şekilde 3 tekerrürlü hazırlanmıştır. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Laboratuvarlarında kurulan inkübatör denemesi 100 gün devam etmiş ve 100. Gün sonunda deneme sonlandırılmış ve topraklar analize alınmıştır.

Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

Denemeler sonucunda topraklarda pH ve EC (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), Organik madde (Schlichting ve Blume, 1966), toprak solunumu (CO₂ üretimi) (Isermayer, 1952) ve dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) (Thalman, 1956) analizleri yapılmıştır. Sonuçlar mstat-C istatistik programı ile değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprak ve çevre açısından büyük bir kirlilik sorununa neden olan ve karasu olarak bilinen zeytinyağı atık suyunun bertaraf edilmesine yönelik bu araştırmaya ait değerler ve istatistiksel sonuçlar Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir. Çizelge değerlerine göre her parametre kendi içerisinde $p < 0.05$ hassasiyetinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Karasuyun ekolojik olarak bertaraf edilmesi yanında toprakta pH (1/5 sulandırma), EC ($\mu\text{S/cm}$) ve organik madde (%) gibi kimyasal özelliklerle birlikte toprak solunumu (CO₂) (mg C/100g kt. 24 sa), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) ($\mu\text{g TPF/10 g kt.}$) gibi biyolojik özelliklere etkilerinin de yer aldığı Çizelge 2’ye göre; karasu uygulamalarının toprak pH’sı, tuz ve

organik madde içeriğine etkilerinin önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Karasu uygulamalarının toprak mikrobiyal aktivitelerinden CO₂ üretimi ve DHA’ya etkilerinin görüldüğü Çizelge 2’ye göre karasu CO₂ aktivitesini ve DHA’yı önemli ($p < 0.05$) derecede azaltmıştır. İstatistiksel çizelgelerdeki diğer kombinasyonlara ait sonuçlar ilgili alt başlıklar altında verilmiştir.

pH (1/5)

Karasu uygulamaların toprak pH’sı üzerindeki etkileri önemli derecede azalmalara neden olurken diğer uygulamaların toprak pH’sı üzerine etkileri genellikle benzer sonuçlar vermiştir. En düşük pH değeri 6.96 olarak karasu uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Diğer uygulama topraklarında pH değerleri 8.41-8.68 aralığında değişimler göstermiştir (Şekil 1).

Tuz (EC, $\mu\text{S/cm}$)

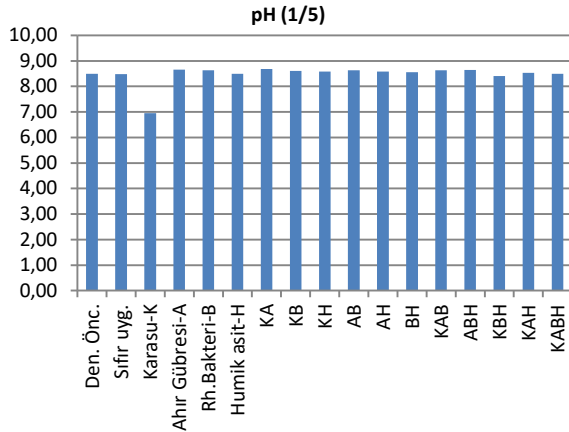
Araştırmada yer alan uygulamaların toprak tuzluluğuna (EC) etkileri Şekil 2’de verilmiştir. Sonuçlara göre karasu uygulaması yapılmış toprakların EC değeri 126 $\mu\text{S/cm}$, deneme öncesi toprak değeri 121 $\mu\text{S/cm}$, ahır gübresi

Çizelge 1. Karasu ve bazı organik materyal uygulamalarının toprakta pH (1/5), EC ($\mu\text{S/cm}$) ve organik madde (%)’ye etkileri

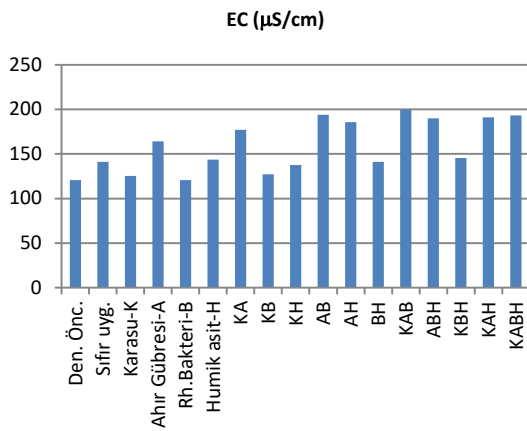
Uygulamalar	pH (1/5)		Tuz ($\mu\text{S/cm}$)		OM (%)	
Den. Önc.	8,50	A	121	D	1,45	F
Sıfır uyg.	8,49	A	141	CD	1,48	F
Karasu-K	6,96	B	126	D	2,04	B-D
Ahır Gübresi-A	8,66	A	164	BC	2,06	B-D
Rh.Bakteri-B	8,63	A	121	D	1,44	F
Humik asit-H	8,49	A	144	CD	1,94	B-E
KA	8,68	A	177	AB	2,22	AB
KB	8,60	A	127	D	2,20	AB
KH	8,59	A	138	CD	1,96	B-E
AB	8,64	A	194	AB	2,15	A-C
AH	8,58	A	186	AB	2,06	A-D
BH	8,56	A	141	CD	1,75	C-F
KAB	8,63	A	200	A	1,72	D-F
ABH	8,64	A	190	AB	1,94	B-E
KBH	8,41	A	146	CD	1,63	EF
KAH	8,53	A	191	AB	1,65	EF
KABH	8,50	A	193	AB	2,44	A

Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

uygulanmış topraklarda 164 $\mu\text{S}/\text{cm}$, AB topraklarında 194 $\mu\text{S}/\text{cm}$, KAB topraklarında ise 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Karasu ve diğer uygulamalar toprak tuzluluğunda bazı farklılıklara neden olmuş ve bu farklılıklar istatistiksel ($p<0.05$) olarak önemli bulunmuştur.



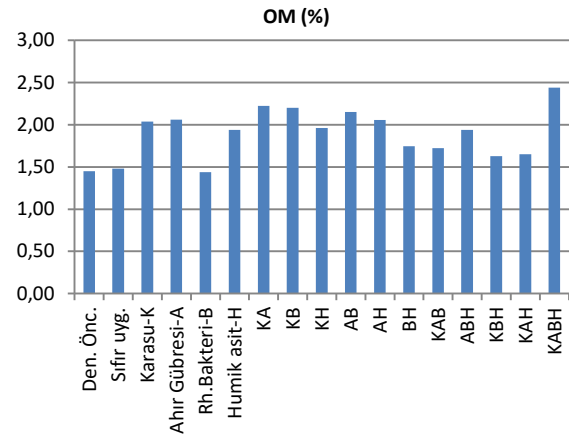
Şekil 1. Uygulamaların pH'ya etkileri.



Şekil 2. Uygulamaların toprak tuzluluğuna (EC) etkileri.

Organik Madde

Karasu uygulamalarını toprak organik madde içeriğine etkilerinin yer aldığı Şekil 3'e göre; en düşük değer % 1,44 olarak Bakteri uygulanmış topraklarda belirlenmiş, en yüksek değerler ise KABH, KB ve KH topraklarında sırasıyla % 2,44, % 2,22 ve % 2,20 olarak belirlenmiştir. Uygulamaların neden olduğu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

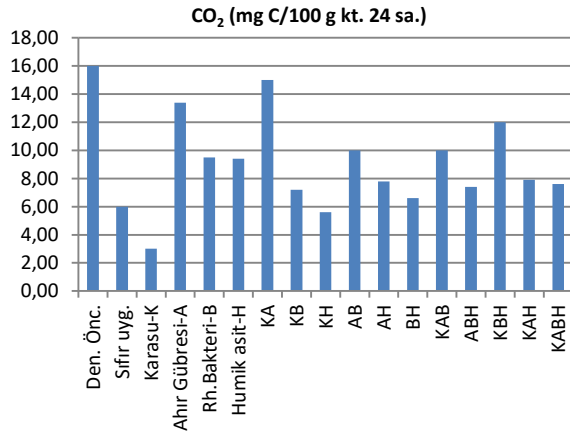


Şekil 3. Uygulamaların toprak organik madde içeriğine etkileri.

Toprak Solunumu (CO_2)

Toprakta biyolojik aktivitenin önemli bir göstergesi olan CO_2 üretim sonuçları karasu ve diğer kombine uygulamalardan önemli derecede etkilenmiştir. Uygulamaların bu parametre üzerindeki etkilerinin görüldüğü Şekil 4'e göre; en düşük CO_2 değerleri karasu uygulaması yapılmış topraklarda (K) 3 mg C/100g kt.24 sa. olarak belirlenmiştir. Bununla beraber ahır gübresi ile birlikte uygulanan karasu (KA) topraklarında ise CO_2 değeri 15 mg C/100g kt. 24 sa. olarak bulunmuş olup bu değer tüm uygulamalardaki en yüksek sonuç olmuştur. Ahır gübresi uygulanmış topraklarda (A) bu parametre değeri 13.40 mg C/100g kt. 24 sa. olarak belirlenirken, KAB ve KBH uygulanmış topraklarda belirlenen CO_2 değerleri sırasıyla 10 ve 12 mg C/100g kt. 24 sa. olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre; karasu uygulamalarının CO_2 üretimi üzerindeki negatif etkileri, diğer uygulamalarla azalmış ve biyolojik aktivite önemli derecede artışlar göstermiştir.

Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi

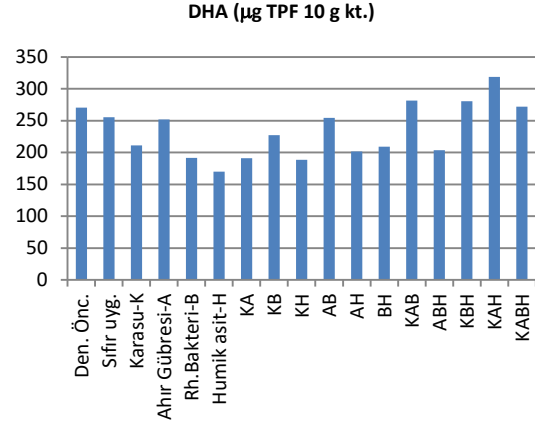


Şekil 4. Uygulamaların toprak solunumuna (CO₂) etkileri.

Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA)

Karasu ve bazı ekolojik uygulamaların toprakta dehidrogenaz enzim aktivitesine etkileri Şekil 5'te verilmiştir. Sonuçlara göre karasu uygulaması yapılmış topraklarda (K) tespit edilen DHA değeri 211 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenirken; diğer uygulamalardan bazıları bu değerlerin altında kalmış, bazıları ise daha yüksek sonuçlar vermiştir. B, H, KA, KH, AH, BH ve ABH uygulamalarında belirlenen DHA sonuçları, karasu uygulaması yapılan topraklardan (K) daha düşük sonuçlar verirken bu değerler sırasıyla 191, 170,191,189, 202, 209, 204 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenmiştir. Deneme öncesi, sıfır uygulama (kontrol) ile birlikte, A, KB, AB, KAB, KBH, KAH ve KABH topraklarında belirlenen DHA değerleri karasu uygulanmış topraklardan (K) daha yüksek sonuçlar vermiş olup, bu değerler sırasıyla 271, 255, 252, 227, 254, 282, 281, 318, 272 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenmiştir. En yüksek DHA değeri karasu+ahır gübresi+humik+fulvik asit (KAH) uygulanan topraklarda 318 µg TPF/10 g kt. olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, Francesco ve Alessandra (1998) karasuyun toprağa uygulanmasının toprak organik maddesine etkisi araştırmış ve çalışmalarında kullanılan karasuda toplam organik madde miktarı % 50, Toplam ekstrakte Karbon % 48 ve Humik+ Fulvik asitler % 21 dolayında verilmiştir. Sonuçlara göre, araştırmacılar terminolojik bir açıklamanın gerektiğini

belirterek karasuda humik bileşiklerin olmadığını, sadece toprak humik maddelerinin tayininde kullanılan metotla, karasuda da humik ve fulvik asit olarak tanımlanabilecek bileşiklerin bulunabileceğini vurgulamışlardır.



Şekil 5. Uygulamaların dehidrogenaz enzim aktivitesine (DHA) etkileri.

Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre, topraklara uygulanan karasu, özellikle toprak biyolojik aktivitesini negatif yönde etkilemiştir. Karasu uygulanmış toprakların pH'sı daha düşük değerler vermiş olup toprak EC değerleri ise karasu uygulanmış topraklarda daha düşük bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, karasuyun, incelenen parametreler üzerindeki olası olumsuz ve zararlı etkileri görülmüş olup, karasu ile birlikte uygulanan bazı organik ve biyolojik materyaller sayesinde karasuyun olumsuz etkileri azaltılmış ve bazı parametrelerde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan bazı karasu ile ilgili ekolojik araştırmalarla benzer sonuçların elde edildiği bu araştırmanın sonuçlarına göre; uygun organik materyallerle karıştırılarak elde edilen karasu karışımı, topraklar için önemli bir organik madde kaynağı olabilir. Bertaraf edilmesi bazı zorluklar içeren karasuyun toprak düzenleyicisi olarak büyük öneme sahip olan organik maddece zengin olduğunu ve litrede 1,8 g. dolayında potasyum ve ayrıca daha az düzeylerde de olsa azot, fosfor, kalsiyum, demir ve magnezyum içerdiğini ve bu özelliklerinden dolayı bitki beslenmesi açısından önemli

olabileceği bazı araştırma sonuçlarında rapor edilmiştir (Oruç 2012; Piotrowska et al. 2005).

Kaynaklar

Çelik, G., Seven, Ü., Güçer, Ş., 2008. Zeytin karasuyunun değerlendirilmesi., I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi. 17-18 Mayıs 2008 / Edremit-Balıkesir. S, 162-167.

Doğan, K., Sarıoğlu, A., Coşkan, A., 2016. Effect Of Olive Mill Wastewater (Omw) Apply With Green Manure, Rhizobium And Humic+Fulvic Acid On Some Microbial Activity in Soil. The International Conference of the University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Agriculture for Life, Life for Agriculture. June 9 - 11, Bucharest, Romania.

Greco Jr G, Toscano G, Cioffi M, Gianfreda L, Sannino F. 1999. Dephenolisation of olive mill waste-waters by olive husk. *Water Research*, 33: 3046–3050.

Kılıç, M.Y., Gonca k., Kestioğlu K., 2009. Kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma yöntemleri ile zeytin karasuyunun arıtımına yönelik bir envanter Çalışması. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, s. 183-198.

Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., Sa'nchez-Monedero, M.A., Bernel, M.P. 1999. Characterization of olive mill wastewaters (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. *Bioresource Technology* 67, 111–115.

Piotrowska, A., Iamarino, G., Antonietta Rao, M., Gianfreda, L. 2005. Short-term effects of olive mill waste water (OMW) on chemical and biochemical properties of a semiarid Mediterranean soil. *Soil Biology & Biochemistry* 38 (2006) 600–610.

Rozzi, A., Malpei, F. 1996. Treatment and disposal of olive mill effluents. *International Biodeterioration and Biodegradation* 38, 135–144.

Saadi, İ., Laor, Y., Raviv, M., and Medina, S., 2007, Land Spreading of Olive Mill Wastewater: Effects on Soil Microbial Activity And Potential Phytotoxicity, *Chemosphere* Volume 66, Issue 1, January 2007, Pages 75-83.

Schlichting, E., and H.-P. Blume, 1966. *Methods of Soil Analysis* (in German), 209 pp., Parey, Hamburg, Germany.

State of Israel Ministry of Environmental Protection, Olive Mill Wastewater, 2009, http://www.sviva.gov.il/bin/en.jsp?enPage=e_BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=olive_mill&enZone=olive_mill (Erişim tarihi: 01.07. 2016)

TÜİK, 2016. <https://cse.google.com/cse?q=zeytincilik&cx=15200851248949254112%3Aaug18judny&ie=ISO-8859-&lang=tr#gsc.tab=0&gsc.q=Zeytincilik&gsc.page=1> (Erişim tarihi: 01.07.2016).

US Salinity Laboratory. 1954. *Diagnoses and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Agriculture Handbook No. 60. USDA.