

Zeytin Karasuyu, Isıl İşlem Görmüş Solucan Gübresi Ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Toprak Mikrobiyal Aktivite Değişimlerine Etkisi

Kemal DOĞAN¹ Ali SARIOĞLU² Ekin ŞAKAR¹ Sema KARANLIK¹

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay
²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa
Sorumlu yazar: dogankem@hotmail.com

Geliş tarihi: 23/07/2018 Yayına kabul tarihi: 20/11/2018

Özet: Zeytin karasuyu atığı (KS) içerdiği yağ asitleri ve fenolik bileşikleri nedeniyle toprak mikrobiyal aktivitesini tehdit etmektedir. Bu çalışmanın amacı, zeytin karasuyu ile birlikte uygulanan, ısıl işlem (70 °C/sa) görmüş ve görmemiş solucan gübresi (SG) ile çiftlik gübresinin (AG), bazı toprak mikrobiyal aktivitelerine etkilerini belirlemektir. İnkübatörde saksı denemesi olarak düzenlenen bu çalışmada, topraklara, %1 SG ve %1 AG ile birlikte 500 l/ha KS uygulanmıştır. İnkübasyon süresinin 1., 15. ve 30. günlerinde saksılardan alınan toprak örneklerinde, mikrobiyal aktiviteleri belirlemek amacıyla, CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) ve mikrobiyal biyomas karbon (MBC) içerikleri belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, KS uygulamalarının, toprak mikrobiyal aktivitelerinden CO₂ üretimi, DHA'ni ve MBC içeriklerini önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. CO₂ değerleri ısıl işlem uygulanmış SG topraklarında, ısıl işlem uygulanmamışlara göre daha düşük bulunmuştur bununla beraber benzer etkiler DHA ve MBC sonuçlarında görülmemiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre CO₂ değerleri ısıl işlem görmüş ve görmemiş SG uygulamalarında sırasıyla 300 ile 363 µg CO₂-C olarak bulunmuştur, AG uygulamalarına ait CO₂ ortama sonuçlarının, ısıl işleminden etkilenmeleri, SG sonuçlarının tersi yönde gerçekleşmiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre, ısıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış AG topraklarına ait CO₂ değerleri sırasıyla 356 ve 310 µg CO₂-C g⁻¹ toprak. gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. DHA ortalama sonuçları ısıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış SG ve AG için sırasıyla, 5.00, 4.28, 4.44 ve 4.22 TPF g⁻¹ kuru toprak. gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. MBC sonuçları aynı uygulamalara göre sırasıyla, 265, 206, 266 ve 367 µg MBC g⁻¹ toprak olarak bulunmuştur. Bu araştırmanın genel ortalama sonuçlarına göre, en yüksek CO₂, DHA ve MBC sonuçları sırasıyla, 1., 30. ve 15. günlerde belirlenmiştir.

Key words: Zeytin karasuyu, solucan gübresi, çiftlik gübresi, ısıl işlem, biyolojik aktivite

Soil Microbial Activity Alteration with Respect to Combined Application of Olive Mill Wastewater, Heat Treated Vermicompost and Cattle Manure

Abstract: Olive mill wastewater (OMWW) is threatening soil microbial community due to its long-chain fatty acids and phenolic compound ingredients. The purpose of this study was to determine the effects of OMWW in presence of heat-treated (70 °C, 1 hour) and untreated vermicompost (VM) or cattle manure (CM) on some microbial activities in the soil. The pot experiment was carried out, where the treatments were 1% VM or 1% CM along with 500 liter ha⁻¹ OMWW. CO₂ production, dehydrogenase enzyme activity (DHA) and microbial biomass carbon (MBC) contents were determined as a soil microbial activity indicator of soil on the days of 1st, 15th and 30th of the experiment.

Results revealed that OMWW stimulated soil microbial activity which the higher values are determined in CO₂ production, DHA activity and MBC amount on OMWW applied pots. CO₂ values in heat treated VM applied soils were found to be lower than untreated VM; however, these finding is not supported by DHA and MBC results. Determined mean CO₂ values were 300 and 363 µg CO₂-C g soil day⁻¹ in heat treated VM and untreated VM variants, respectively. According to mean CO₂ formation results that obtained from CM, heat treatment is stimulated CO₂ production contrarily the

results obtained from VM. Mean CO₂ values for heat treated and untreated CM were 356 and 310 µg CO₂-C g⁻¹ soil day⁻¹, respectively. The mean DHA values for heat treated and untreated VM and heat treated and untreated CM were 5.00, 4.28, 4.44 and 4.22 TPF g⁻¹ dry soil day⁻¹. The MBC results for same treatments were 265, 206, 266 and 367 µg MBC g⁻¹ soil. According to general results of this research the highest values were determined for CO₂, DHA and MBC on the 1st, 30th and 15th days, respectively.

Key words: Olive Mill Wastewater, Vermicompost, Cattle manure, Heat treatment, Biologic activity

Giriş

Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerinin büyük bir kısmında yetiştirilen ve çok değerli bazı besin elementleri ile kendine has yağı içeren zeytin bitkisi çok yıllık bir bitki olup büyük bir oranda zeytinyağı üretimi için yetiştirilmekte ve az da olsa sofralık olarak da tüketilmektedir. Zeytinyağı üretimi aşamasında açığa çıkan ve bertaraf edilmesi çok zor olan sıvı atık materyale karasu denilmektedir. Karasu ile birlikte oluşan katı atıklara ise prina denilmektedir. Her iki atık maalesef çevresel açıdan önemli kirliliklere neden olmaktadır. Zeytincilik sektörünün çözmesi gereken bir problem haline gelen karasu, doğal akarsuların renklerini bozmakta ve bu sulara yaşayan canlıların yaşamlarını tehdit etmektedir. Bu araştırmanın yapıldığı bölgenin, en önemli sulama suyu kaynaklarından olan Asi Nehri ve kolları karasuyun neden olduğu kirlilik tehdidi ile karşı karşıyadır. Bölgede, her yıl zeytinyağı üretim aşamasında oluşan karasuyun, sulama sularına ve Asi Nehrine boşaltılması, kötü kokulara ve çevre sorunlarına neden olmaktadır. Karasu, yüzey ve yer altı suyu kirliliğine neden olurken, toprak kalitesini ve bitki sağlığını da olumsuz yönde etkilemekte ve koku yaratma gibi sorunlara neden olmaktadır (Kılıç ve ark., 2009; Tezcan ve ark., 2006; Doğan ve ark., 2016). Dünyada zeytinyağı üretimi büyük oranlarda İspanya, İtalya, Yunanistan ve Türkiye gibi Akdeniz ülkelerinde yapılmakta olup üretim aşamalarından sonra açığa çıkan zeytin karasuyu atıklarının neden olduğu sorunlar birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Tunalıoğlu ve Bektaş, 2010; Oruç, 2012; Doğan ve ark., 2016). Bununla beraber bazı araştırma sonuçlarına göre belirli oranlarda organik materyallerle uygulanması halinde, topraklar için olumlu etkileri olan bir materyale

dönüştürülebilmektedir (Doğan ve ark. 2016; Oruç, 2012). Ülkemiz toprakları organik maddece fakir olup, her geçen gün artan dünya nüfusunu besleme kaygısı ile başvurulan yoğunlaştırılmış tarımsal işleme yöntemleri, toprakların üretkenliklerine ve verimliliklerine zarar vermektedir (Sarioğlu ve ark., 2017). Toprakların kaybettiği en önemli özelliklerinden biri organik madde içerikleridir. Toprakların tekrar eski sağlıklarına ve üretkenliklerine kavuşması açısından, organik materyal uygulamaları hayati bir öneme sahiptir. Zeytin karasuyu tehlikeli bir organik materyal olmakla beraber, uygun oranlarda, solucan gübresi ve çiftlik gübresi ile karıştırıldığında, sahip olduğu toksik etkiler azaltılmakta ve yararlı bir organik gübreye dönüştürülebilmektedir (Sarioğlu ve Doğan, 2018; Oruç, 2012). İçerdiği toksik materyallerin yanında, N, P ve K gibi değerli besin elementlerini de içermekte olan zeytin karasuyu, diğer organik materyallerle karıştırılarak kompost haline dönüştürülebilir. Yapılan bir araştırmaya göre, zeytin işleme tesislerinden atık olarak çıkan zeytin karasuyunun organik bileşiklerce çok zengin olduğu belirtilmiş ve bu nedenle de karasuyu humik maddelerin izole edilebileceği iyi bir kaynak olarak düşündüğünü belirtmiştir (Çelik, 2010). Araştırma sonuçlarına göre, zeytin karasuyundan elde edilen izolatlar humik ve fulvik asit özellikleri göstermekte olup zeytin karasuyunun içerdiği humik ve fulvik asitler ile toprağı zenginleştirmek amacıyla değerlendirilebilen bir materyal olabileceği rapor edilmiştir. Yapılan bir derleme araştırma sonuçlarında Oruç (2012)'un bildirdiğine göre, kendine has bazı spesifik özelliklere sahip humik ve fulvik asitler içeren karasu, topraklarda düzenleyici bir etkiye sahip olabilir. Senesi ve ark., (2002), İtalya ve İspanya'da, zeytinyağı fabrikası atıkları, evsel atıklardan elde edilmiş

kompost, evsel atık su arıtma çamuru, inek ve domuz gübrelendeki humik asit benzeri maddelerin çeşitli özelliklerini ve bunların toprağa ilavesiyle orijinal toprak humik fraksiyonu üzerine etkilerini araştıran çalışmaları incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre bu organik materyallerin sahip olduğu humik ve fulvik asitlerin yapılarının doğal toprak humik ve fulvik asitlerinden daha farklı olduğu fakat bu farklılıkların zamanla ortadan kalktığını belirlemişlerdir. Ülkemizde kullanımı yasak olan karasu, İtalyada bazı limitler oranlarında kullanılmakta olup, İtalya'da zeytin ağaçlarına 7 yıl boyunca, şaraplık üzüm bağına da 11 yıl boyunca metrekaareye 5-10 ve 30 Lt. karasuyun uygulandığı bir araştırmada 10 Lt./m² ve üzeri uygulamanın ürünler üzerinde olumlu sonuç verdiği tespit edilmiştir. İtalya'nın yanında, İspanya ve Katalanya bölgesinde, araziye yılda 30 m³/ha. İtalya ve Portekiz'de ise yaklaşık 30 ve 50 m³/ha. karasu uygulanmasına izin verildiğinin de belirtildiği bir araştırmada, karasu 30-180 ve 360 m³/ha. olarak uygulanmış ve sonuçta 180 m³/ ha. önerilmiştir (Sierra ve ark., 2007; Oruç, 2012).

Yapılan bu araştırmada karasuyun, toksik etkilerini bertaraf etmek için, çiftlik gübresi ve son zamanlarda oldukça popüler olan solucan gübresi kullanılmıştır. Bununla beraber solucan gübresinin ve mamasının ısıtılma işleminden geçirilmesinin ne kadar gerekli ya da gereksiz olduğunun sorgulandığı bu günlerde, ısıtılma işleminin solucan gübresi ve çiftlik gübresi üzerindeki etkilerinin de belirlenmesi bu araştırmanın amaçlarından birini oluşturmuştur. Solucan gübreleri, uygun şartlar altında ve uygun mamalarla beslenen solucanların dışkılarından oluşmaktadır. Çiftlik gübrelendinden farklı olarak, toprak solucanının sindirim sisteminden bulaşmış bazı çok değerli enzim ve antibiyotikleri de içermektedir. Bu nedenle çiftlik gübresi ile birlikte, ekolojik uygulamalarda sıkça tercih edilen çok değerli bir organik gübredir. Bununla beraber, üreticileri sıkıntıya sokan, ısıtılma işleminden geçip geçmemesi gibi sorunları bulunmaktadır. Birçok araştırmacıya göre ısıtılma işleminin yapılması gereksiz ya da mikrobiyal faaliyetleri azaltıcı yönden sakıncalıdır. Isıl

işlemin solucan maması olarak kullanılacak çiftlik gübresi ya da diğer organik materyallere mi yoksa solucanın dışkısı ile elde edilen gübresine mi uygulanması, daha doğru olur? Sorusu hala kesin bir yanıt bulunmuş değildir. Yapılan bu araştırma sonuçları da göstermiştir ki, bu sorunun kesin cevabı için daha fazla ve daha spesifik araştırmalara gerek duyulmaktadır.

Verimli toprakların vazgeçilmez makro canlı unsurlarından olan toprak solucanları, toprakları fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak desteklemektedir. Toprak solucanları, toprakların mikrobiyal aktivitelerini de etkilemektedir. Yapılan bir araştırma sonuçlarına göre solucan gübresi içerisindeki bakteri, mantar ve aktinomisetlerin önemli derecede fazla oldukları bildirilmiştir (Esakkiammal et al., 2015). Aira et al., (2006)'nın bildirdiklerine göre toprak solucanları ve toprak mikroorganizmaları arasındaki ilişkileri incelemek için en uygun materyal solucan gübrelendir. Bu hipotezin en önemli nedenlerinden biri, toprak mikroorganizmalarının, toprak solucanlarının sindirim sistemindeki bazı önemli salgılardan faydalanmalarınıdır. Bununla beraber bazı araştırma sonuçlarına göre, solucan tünellerindeki mikrobiyal aktivitelerin, ayrışmış organik materyallerin ve yarayışlı bitki besin elementlerinin daha zengin olduğu belirlenmiştir (Esakkiammal et al., 2015; Parthasarathi et al., 2007)

Bu araştırmanın amacı, ısıtılma işlem görmüş ve görmemiş solucan gübresi ile maması olarak kullanılan çiftlik gübresinin, karasu ile birlikte uygulanmasının toprak mikrobiyal aktivitelerine etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Metod

Araştırma, Amik Ovası yaygın toprak serilerinden biri olan Topboğazı Serisinden alınmış toraklarda yapılmıştır. Araştırma alanında 19849 dekar alan kaplayan Topboğazı serisi toprakları, eski göl tabanında, aluviyal+lakustrin ana materyal üzerinde gelişmiş, AC horizonlu çok derin topraklardır. Üst horizonları kil, C2 horizonu ise siltli kil bünyeli olan Topboğazı serisi topraklarının kil içerikleri % 50.2-67.8

arasında değişmektedir. Hafif ve kuvvetli bazik reaksiyonlu olan seri topraklarının pH'ları 7.74-8.27 arasındadır. Tuzsuz topraklar sınıfına giren serinin toplam tuz içeriği % 0.067-0.114 değerleri arasında değişmekte ve profil boyunca yüzeyden alt katmanlara doğru düzenli olarak artmaktadır. Toprakların KDK'ları 28.17-38.74 me/100 g arasında değişmekte ve profil içinde düzensiz bir dağılım göstermektedir. Değişebilir kationlardan Ca+Mg baskın olup, bunu sırasıyla Na ve K izlemektedir. Üst horizonları fazla, alt horizonları ise çok fazla kireçli olan seri topraklarında; kireç miktarı % 21.10-27.90, ESP ise 1.36-2.47 arasında değişmektedir. Profil yüzeyinde organik madde içeriği yüksek, alt katmanlarda ise çok az olan serinin, organik madde miktarı % 0.48-4.63 arasında düzensiz bir dağılım göstermektedir (Kılıç ve ark., 2008). Zeytin karasuyu, Reyhanlı ilçesinde bir zeytin işletmesinden temin edilmiş bir atık olup genel yapısı itibariyle pH değeri 6,2, N içeriği % 0,8 gibi ortalama özelliklere sahiptir. Araştırma materyallerinden solucan ve çiftlik gübresinin içerikleri ise sırasıyla organik madde içeriği %38-20, %N içerikleri 1,9-0,8, toplam fosfor içerikleri (P_2O_5) 2,3-0,3 kg/da ve toplam potasyum içerikleri (K_2O) ise % 2,8-0,8 olup herhangi ekstrem sonuçları bulunmamaktadır. Deneme topraklarında yapılan deneme öncesi bazı analiz sonuçlarına göre; pH:8,38 olup hafif alkali sınıfına girerken, toplam tuz değeri % 0,61 olup orta dereceli tuzlu toprak sınıfına girmektedir. Kireç ($CaCO_3$) içeriği %1,83 (kireçli), organik madde içeriği % 2,33, fosfor (P_2O_5) 2,58 kg/da ve potasyum (K_2O) içeriği ise 63.24 kg/da olarak belirlenmiştir.

21 Mart 2018 tarihinde araziden alınıp laboratuvar ortamlarına getirilen toprak örnekleri 4 mm'lik eleklerden geçirildikten sonra, her inkübatör kabına 500 g olacak şekilde yerleştirilmiştir. Zeytin karasuyu uygulanmış ve uygulanmamış, ısıtılmış ve ısıtılmamış solucan gübresi ile aynı şartlardaki çiftlik gübresi uygulamalarının toprak mikrobiyal aktivitelerinin zamanla değişimlerine etkilerini belirlemek amacıyla kurulan inkübatör denemesi 30 gün boyunca sürdürülmüş olup, 0-15-30. gün ölçümleri

yapılmıştır. Deneme varyantları; sıfır gübre uygulaması (Gü0), 2 karasu (-Ks; +Ks) +2 ısıtılmış işlem görmüş ve görmemiş solucan gübresi (SoGü) + 2 ısıtılmış işlem görmüş ve görmemiş çiftlik gübresi (ÇG) olacak şekilde kurulan inkübatör denemesi 3 tekerrür ve 3 ölçüm günü için toplam 90 inkübatör kabından (saksı) oluşmuştur. Denemede kullanılan zeytin karasuyu dozu 5 ton.da⁻¹ olup her saksı için 10 ml olarak uygulanmıştır. Aynı şekilde, ısıtılmış işlem görmüş ve görmemiş solucan ve çiftlik gübresi dozları % 1 olarak alınmış ve her saksıya 5 g olarak uygulanmıştır. Isıtılmış işlem için, solucan ve çiftlik gübre varyantları 70 °C'de, 1 saat süre ile fırınlanmıştır. Belirtilen şekillerde hazırlanan deneme varyantları daha önceden hazırlanan saksı topraklarına, deneme desenlerine belirtildiği şekilde uygulanmış ve topraklar tarla kapasitesi nem içeriğine getirilerek inkübasyona tabii tutulmuştur. Tarla kapasitesine getirilmiş topraklar, saksılarıyla birlikte tartılmış ve bu ağırlıkları deneme süresince korunarak, her toprağın deneme başındaki nem düzeyleri sabit tutulmuştur. 0-15-30. günlerde açılan inkübatörden alınan toprak örneklerinde, mikrobiyal aktiviteleri belirlemek amacıyla, CO_2 üretimi ($\mu g CO_2-C$ kt. gün⁻¹), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA; $\square g$ TPF g.kt. gün⁻¹) ve mikrobiyal biyomas karbon içeriği (μg MBC gkt) analizleri sırasıyla Isermayer (1952), Thalman (1967) ve Öhlinger (1993)'e göre yapılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuştur. Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Isıtılmış işlem görmüş solucan gübresi ile çiftlik gübresinin, topraklara zeytin karasuyu uygulamalarında mikrobiyal aktivitelerin önemli göstergelerinden biri olan toprak solunumuna yani CO_2 üretimine ($\mu g CO_2-C$ g kt. gün⁻¹) etkilerinin görüldüğü Çizelge 1'e göre, uygulamalar bu parametre değerlerinde önemli farklılıklara neden olmuştur. Çizelge 1 değerleri genel olarak incelendiğinde CO_2 üretiminin zeytin

karasuyu uygulamalarıyla arttığı görülmüştür. Genel ortalama sonuçlarına göre, karasu uygulanmayan topraklarda tespit edilen CO₂ değeri, 279 µg CO₂-C g kt. gün⁻¹, karasu uygulaması yapılan topraklarda ise 384 µg CO₂-C g kt. gün⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Uygun olmayan dozlarda ve yalnız olarak uygulanan karasu, içerdiği toksik materyaller nedeniyle toprak mikroorganizmaları için olumsuz etkilere sahip olurken, bu araştırmada kullanılan diğer organik materyallerin, karasuyun olumsuz etkilerini azalttığı belirlenmiştir. Toksik etkileri, solucan ve çiftlik gübresi ile tamponlanan karasu atığı, içerdiği bazı değerli besin elementleri sayesinde, mikroorganizmalar için değerli bir besin ve enerji kaynağına dönüştürülmüştür. Solucan gübresi uygulamalarında genel ortalamalara göre ısıtılmış işlem görmüş olan varyantlarda CO₂ değeri 300 µg CO₂-C g kt. gün⁻¹ bulunurken ısıtılmış işlem görmemiş topraklarda bu değer 363 µg CO₂-C g kt. gün⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre mikrobiyal aktivite için önemli bir gösterge olan CO₂ üretimi ısıtılmış işlemden olumsuz yönde etkilenmiştir. Yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, solucan gübresi mikrobiyal açıdan toprağa önemli katkılar sunmakta olup bu organik materyal üzerine uygulanan ve mikrobiyal açıdan sakıncalı olan her

işlem solucan gübresinin mikrobiyal aktivitesine zarar vermektedir (Dominguez et al., 2011; Sarıoğlu ve Doğan, 2018). Bununla beraber, ısıtılmış işlem görmüş çiftlik gübresi uygulamalarının, ısıtılmış işlem görmemiş çiftlik gübresi uygulamalarına göre daha yüksek CO₂ değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Günler itibariyle CO₂ üretimindeki değişimlere göre, en yüksek değerler 1. gün ölçümlerinde 474 µg CO₂-C g kt. gün⁻¹ olarak belirlenirken bunu sırasıyla, 30. gün (307 µg CO₂-C g kt. gün⁻¹) ve 15. gün ölçüm sonuçları (212 µg CO₂-C g kt. gün⁻¹) takip etmiştir.

Araştırmada yer alan uygulamaların toprakta dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesine etkileri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2 değerlerine göre karasu uygulamaları DHA aktivitesini olumlu yönde arttırmış olup, karasu uygulanmış topraklardaki DHA aktivitesi 4,68 µg TPF.g kt. gün⁻¹ bulunurken, karasu uygulanmamış topraklardaki DHA değeri 4.12 µg TPF.g kt. gün⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Genel ortalama sonuçlarına göre, karasu ile birlikte uygulanan ısıtılmış işlem görmüş ve görmemiş solucan gübresi ve çiftlik gübresi uygulamaları DHA değerlerinin (µg TPF.g kt. gün⁻¹) önemli derecede (P<0.05) artmasına neden olmuştur.

Çizelge 1. Zeytin karasuyu ile birlikte uygulanan ısıtılmış işlem görmüş ve görmemiş solucan ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprak CO₂ (µg CO₂.g kt. gün⁻¹) üretimine etkisi.

Figure 1. Effect of heat treated and no-treated vermicompost and cattle manure application with olive mill waste water on soil CO₂ (µg CO₂.g ds.day⁻¹) produce.

| | | Uygulamalar | | | | | |
|---|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| µg CO ₂ .g kt. day ⁻¹ | Gü0 | steril SoGü | non-steril SoGü | Steril AG | non-Steril AG | Ortalama | |
| - karasu | 1. gün | 396 | 368 | 405 | 379 | 465 | 403 B |
| | 15. gün | 249 | 161 | 171 | 220 | 160 | 192 F |
| | 30. gün | 162 | 191 | 258 | 315 | 279 | 241 D |
| Ortalama | 269 G | 240 H | 278 G | 305 F | 301 F | 279 B | |
| + karasu | 1. gün | 506 | 604 | 485 | 592 | 544 | 546 A |
| | 15. gün | 218 | 172 | 268 | 295 | 202 | 231 E |
| | 30. gün | 435 | 306 | 588 | 333 | 207 | 374 C |
| Ortalama | 386 C | 361 D | 447 A | 407 B | 318 E | 384 A | |
| Genel Ortalama | 328 C | 300 E | 363 A | 356 B | 310 D | | |
| G. Ort. | 1. gün | 451 | 486 | 445 | 486 | 505 | 474 A |
| | 15. gün | 234 | 167 | 220 | 258 | 181 | 212 C |
| | 30. gün | 299 | 249 | 423 | 324 | 243 | 307 B |

Çizelge 2. Zeytin karasuyu ile birlikte uygulanan ısı işlem görmüş ve görmemiş solucan ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprak DHA'ne ($\mu\text{g TPF.g kt. gün}^{-1}$) etkisi.
 Figure 2. Effect of heat treated and no-treated vermicompost and cattle manure application with olive mill waste water on soil DHA ($\mu\text{g TPF.g ds.day}^{-1}$).

| DHA ($\mu\text{g TPF.g kt. day}^{-1}$) | Gü0 | Uygulamalar | | | | Ortalama | |
|--|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | steril SoGü | non-steril SoGü | Steril AG | non-Steril AG | | |
| - karasu | 1. gün | 2.53 | 3.59 | 2.77 | 3.71 | 1.88 | 2.90 F |
| | 15. gün | 1.62 | 4.19 | 4.03 | 3.20 | 2.16 | 3.04 E |
| | 30. gün | 7.25 | 6.91 | 6.65 | 4.54 | 6.84 | 6.44 A |
| Ortalama | 3.80 F | 4.90 B | 4.48 C | 3.81 F | 3.63 G | 4.12 B | |
| + karasu | 1. gün | 4.25 | 1.92 | 4.24 | 4.42 | 4.77 | 3.92 C |
| | 15. gün | 5.26 | 2.19 | 3.38 | 3.41 | 4.76 | 3.80 D |
| | 30. gün | 5.81 | 8.11 | 7.55 | 5.22 | 4.92 | 6.32 B |
| Ortalama | 3.63 G | 5.11 A | 4.07 E | 5.06 A | 4.82 B | 4.68 A | |
| Genel Ortalama | 3.71 D | 5.00 A | 4.28 C | 4.44 B | 4.22 C | | |
| G. Ort. | 1. gün | 3.39 | 2.75 | 3.51 | 4.06 | 3.33 | 3.41 B |
| | 15. gün | 3.44 | 3.19 | 3.70 | 3.30 | 3.46 | 3.42 B |
| | 30. gün | 6.53 | 7.51 | 7.10 | 4.88 | 5.88 | 6.38 A |

Isıl işlem görmüş organik materyal uygulamalarının ise DHA aktivitesini önemli ölçüde ($p<0.05$) azalttığı belirlenmiştir. Bu değerler solucan gübresi uygulamalarında ısı işlem görmüş ve görmemiş topraklar için sırası ile 5.00-4.28 $\mu\text{g TPF.g kt. gün}^{-1}$ olarak bulunurken aynı değerler çiftlik gübresi uygulanmış topraklarda 4.44-4.22 $\mu\text{g TPF.g kt. gün}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. En yüksek DHA değerleri 30. gün ölçümlerinde 6.38 $\mu\text{g TPF.g kt. gün}^{-1}$ olarak belirlenmiş olup en düşük değerler ise 1. (3.41 $\mu\text{g TPF.g kt. gün}^{-1}$) ve 15. (3.42 $\mu\text{g TPF.g kt. gün}^{-1}$) gün ölçümlerinde tespit edilmiştir. DHA sonuçlarına göre solucan gübresiyle ve çiftlik gübresi ile uygulanan karasu, DHA aktivitesini olumlu yönde arttırmıştır. Uygulamaların bu etkileri istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, solucan gübresinin ve diğer organik materyallerin mikrobiyal aktiviteleri yüksek olup bu aktiviteler toprak mikrobiyal aktivitelerinin de artmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra solucanlar ve solucan gübrelere, toprakta bazı patojenleri de baskılamaktadır (Doğan ve ark., 2016; Sarıoğlu ve Doğan, 2018; Dominguez et al., 2011; Monroy 2006).

Zeytinyağı üretimi aşamasında oluşan ve bertaraf edilmesinde çok büyük sorunlar

yaşatan karasu atığı ile birlikte uygulanan, ısı işlem görmüş ve görmemiş solucan gübresi ile çiftlik gübresi, toprakta mikrobiyal biyomas karbon içeriklerini önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 3). Genel ortalama sonuçlarına göre karasu uygulanmış topraklarda tespit edilen MBC değeri 322 $\mu\text{g MBC g kt.}$, karasu uygulanmamış topraklarda ise MBC değeri 253 $\mu\text{g MBC g kt.}$ olarak belirlenmiştir. Isıl işlem görmüş solucan gübresi, ısı işlem görmemiş solucan gübresi uygulamalarına göre, MBC değerlerini azaltmıştır (265-206 $\mu\text{g MBC g kt.}$) Bununla beraber ısı işlem görmüş çiftlik gübresi uygulamalarına ait MBC değerleri (266 $\mu\text{g MBC g kt.}$), ısı işlem görmemiş çiftlik gübresi uygulanmış topraklara (367 $\mu\text{g MBC g kt.}$) göre daha düşük sonuçlar vermiştir. Yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, vermicompost aşamasında topraklarda, mikro biyomas düşebilmektedir. Vermikompost aktiviteleri bazı patojenlerle birlikte diğer yararlı organizmaları, özellikle mantarları olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Frostegard and Baath 1996; Zelles 1997; Dominguez et al., 2011). Ölçüm günlerine göre belirlenen MBC sonuçları incelendiğinde, 1. gün MBC ölçüm sonuçları en düşük değerlere (123 $\mu\text{g MBC g kt.}$) sahip olup en yüksek değerler (433 $\mu\text{g MBC g kt.}$) 15. Gün ölçümlerinde

tespit edilmiştir. MBC sonuçları, araştırma uygulamaları ile farklı sonuçlar vermiş olup bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 3. Zeytin karasuyu ile birlikte uygulanan ısı işlem görmüş ve görmemiş solucan ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprak MBC İçeriklerine ($\mu\text{g MBC.g kt.}$) etkisi.
Figure 3. Effect of heat treated and no-treated vermicompost and cattle manure application with olive mill waste water on soil MBC ($\mu\text{g MBC g ds.day}^{-1}$).

| | | Uygulamalar | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| ($\mu\text{g MBC g kt.}$) | | Gü0 | steril SoGü | non-steril SoGü | Steril AG | non-Steril AG | Ortalama |
| - karasu | 1. gün | 117 | 133 | 119 | 96 | 108 | 115 F |
| | 15. gün | 453 | 233 | 208 | 270 | 503 | 334 B |
| | 30. gün | 367 | 244 | 223 | 308 | 418 | 312 C |
| | Ortalama | 312 E | 203 G | 183 H | 225 F | 343 C | 253 B |
| + karasu | 1. gün | 128 | 145 | 138 | 131 | 118 | 132 E |
| | 15. gün | 489 | 305 | 509 | 644 | 713 | 532 A |
| | 30. gün | 363 | 237 | 274 | 295 | 340 | 302 D |
| | Ortalama | 343 C | 327 D | 229 F | 307 E | 390 A | 322 A |
| Genel Ortalama | | 328 B | 265 C | 206 D | 266 C | 367 A | |
| G.Ort. | 1. gün | 122 | 139 | 129 | 114 | 113 | 123 C |
| | 15. gün | 471 | 269 | 358 | 457 | 608 | 433 A |
| | 30. gün | 365 | 241 | 248 | 301 | 379 | 307 B |
| | | | | | | | |

Sonuç ve Öneriler

Isıl işlem görmüş ve görmemiş solucan gübresi ve çiftlik gübresi ile belirli oranlarda karıştırılıp topraklara uygulanan zeytin karasu atığı, mikrobiyal açıdan olumlu sonuçlar vermiştir. Topraklarda mikrobiyal aktivitenin en genel ve önemli göstergelerinden olan CO_2 aktivitesi, solucan gübresi ve çiftlik gübresi uygulamalarından olumlu yönde etkilenmiştir. Bununla beraber DHA ve MBC gibi CO_2 aktivitesine göre daha spesifik mikrobiyal aktivite değerleri farklı ve dalgalı sonuçlar vermiştir. Solucan gübresi uygulamalarının MBC gibi bazı mikrobiyal aktiviteleri olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Ölçüm günlerine göre, uygulamaların toprak mikrobiyal aktivitelerine etkileri incelendiğinde, düşük olan değerlerin zamanla artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan bu araştırma, kısa süreli bir inkübatör deneme sonuçlarından oluşmasına rağmen, organik materyallere uygulanacak olan ısı işlemlerinin, toprak mikrobiyal aktivitesini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Araştırma sonuçlarına göre toksik etkilere sahip olan

zeytin karasuyu, solucan ve ahır gübresi ile birlikte, uygun oranlarda karıştırılarak tarımsal alanlarda kullanılabilir. Kısa süreli inkübatör deneme sonuçları olması nedeniyle ve toprak mikrobiyal aktivitelerinin dinamik özelliklerinden dolayı, araştırma sonuçlarının uygulanacağı topraklarda, ön denemelerle uygun karasu ve organik materyal karışımları belirlenmeli ve topraklara uygulanmalıdır.

Kaynaklar

- Aira M, Monroy F, Domínguez J., 2006. *Eisenia fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) activates fungal growth, triggering cellulose decomposition during vermicomposting. *Microb Ecol* 2006c;52:738-47.
- Bek, Y., 1983. Araştırma ve Deneme Metodları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yay. No: 92. Adana.
- Çelik, C., 2010. Zeytin karasuyundan humik(HA) ve fulvik(FA) asitlerin eldesi ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enst. Kimya A.B.D. Adana.

- Doğan, K., Sarioğlu, A., Coşkan, A., 2016. Contribution of Green Manure, Rhizobium and Humic +Fulvic Acid on Recovering Soil Biologic Activity of Olive Mill Wastewater Contaminated Soil. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LIX, p. 63-68.
- Domínguez, J., Edwards, C.A., Arancon, N., Sherman, R., 2011. The microbiology of vermicomposting. Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes and environmental management. 53-66.
- Esakkiammal, B., Esaivani, C., Vasanthi, K., Lakshmbai, L. and Shanthi P. N., 2015. Microbial diversity of Vermicompost and Veriwash prepared from *Eudrilus euginae*. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2015) 4(9): 873-883.
- Frostegard, A., and Baath, E. 1996. The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. Biol. Fertil. Soils 22:59–65.
- Isermeyer, H., 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Böden. Z. Pflanzenaehr. Bodenkd 5. 56-60.
- Kılıç, M.Y., Kaya, G., 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.
- Kılıç, Ş., Ağca, N., Karanlık, S., Şenol, S., Aydın, M., Yalçın, M., Çelik, İ., F. Evrendilek, F., Uygur, V., Doğan, K., Aslan, S., Çullu, M.A., 2008. “Amik Ovasının Detaylı Toprak Etütleri, Verimlilik Çalışması ve Arazi Kullanım Planlaması” Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Projesi, Proje no: DPT-2002 K120480, Hatay, 2008.
- Monroy, F. 2006. Efecto das miñocas (clase Oligochaeta) sobre a comunidade descompoñedora durante o proceso de vermicompostaxe. PhD diss., Universidade de Vigo, Spain.
- Oruç, N., 2012. Zeytinyağı Fabrikası Atığı Karasu Ekolojik Kirlilik Yerine Toprak Düzenleyici Olabilir. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi (2012-1).
- Öhlinger, R., 1993. Bestimmung des Biomasse-Kohlenstoffs mittels Fumigation-Extraktion. In:Schinner. F., Öhlinger. R., Kandler. E., Margesin. R. (eds.). Bodenbiologische Arbeitsmethoden. 2. Auflage. Springer Verlag. Berlin. Heidelberg.
- Parthasarathi, K., L.S. Ranganathan, V. Anandi and Josef Zeyer, 2007. Diversity of microflora in the gut and casts of tropical composting earthworms reared on different substrates. J. Environ. Biol., 28, 87-97.
- Sarioğlu, A., Doğan, K., 2018. Sürdürülebilir ve ekolojik tarımda vermikompost kullanımı. 1. Uluslararası GAP Tarım ve hayvancılık kongresi, UGAP. 25-27 Nisan 2018. Şanlı Urfa. http://www.ugap.turkiyekongre.com/index_htm_files/ugap_2018-abstract-book-final-version.pdf.
- Sarioğlu A., Doğan K., Kızıltuğ T., Coşkan A. 2017, Organo-Mineral Fertilizer Applications For Sustainable Agriculture. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LX, ISSN 2285-5785, 161-166.
- Senesi, N., Brunetti, G., La Ghezza, V., 2002. The effect of organic amendment onnative soil humic substances, with emphasis on the use of olive-oil millwastewaters.In.Lynch,J.M., Schepers, J.S., Unver,I. (Eds.), Innovative SoilPlant Systems for Systainable Agricultural Practices OECD Publ., Paris, France, pp.243-263.
- Sierra, J., Marti, E., Antonia Garau, M., Cruanas, R., 2007, Effects of theagronomic use of olive mill wastewater: Field experiment. Science of thetotal environment 378 (2007) 90-94.
- Tezcan, Ü., Uğur, S., Koparal, A.S., Bakır Öğütveren, Ü. (2006) Electrocoagulation of olive mill wastewaters, Separation and Purification Technology, 52, 136-141.

- Thalmann, A., 1967. Über die mikrobielle Aktivitaet und ihre Beziehungen zur Fruchtbarkeitsmerkmalen einiger Ackerböden unter besonderer Berücksichtigung der Dehydrogenase aktivitaet (TTC-Reduktion) Diss. Giessen (FRG). (1967).
- Tunalioğlu, R., Bektaş, T., 2010. Türkiye Zeytinciliğinde Karasu Sorunu. Zeytin Bilimi 1 (2) 2010, 65-71.
- Zelles, L. 1997. Phospholipid fatty acid profiles in selected members for soil microbial communities. Chemosphere 35:275–294.