

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Türkiye’de Üç Fazlı Sistem Zeytinyağı Fabrikası Pirina Atığından Elde Edilen Kompostun Zeytin Fidanlarının Büyümesi Üzerine Etkileri

Effects of Compost Obtained from Olive Pomace Waste of Three-Phase System Olive Oil Factory in Türkiye on the Growth of Olive Saplings

Nurhan VAROL^{1*}, Kamil EKİNCİ², Hanife KARAMAN³, Erol AYDOĞDU⁴, Ali COŞKAN⁵

Öz

Türkiye’de zeytinyağı üretim sezonu boyunca (Kasım-Şubat), zeytinyağı fabrikalarının çoğunlukla üç fazlı sistemle çalışması nedeniyle büyük miktarlarda pirina ve karasu organik atık olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle zeytinyağı fabrikası karasuyunun yeterince değerlendirilememesi ve su kaynaklarına deşarj edilmesi yüksek oranda çevre kirliliği yaratmaktadır. Bu atıkların aynı zamanda yüksek oranda organik madde ve bazı bitki besin elementlerini içermesi, mikrobiyolojik olarak ayrışabilmesi nedeniyle kompost materyali olarak değerlendirilebileceği bilinmektedir. Bu çalışmada, üç fazlı zeytinyağı üretim sisteminden elde edilen üç fazlı sistem pirinası (ÜFSP), organik tarımda değerlendirilmek üzere havalandırmalı statik yığın kompostlama yöntemi kullanılarak separatör sığır gübresi (SSG), tavuk gübresi (TG), saman (S) ve zeytin karasuyu (ZKS) ile kompostlanmıştır. Kuru ağırlık bazında optimize edilmiş başlangıç karışım oranı C/N oranı 25.26, %46 ÜFSP, %27 SSG, %21 TG, %5 S ve %1 ZKS olarak belirlenmiştir. Üç fazlı zeytin pirina kompostu (ÜFSPK), elde edildikten sonra fitotoksisite çalışmaları, içerik analizleri ve zenginleştirme çalışmaları (zenginleştirilmiş üç fazlı sistem pirina kompostu (ZÜFSPK)) yapılmıştır. Kompostların zeytin fidanlarının büyümesi üzerine etkileri, sera koşullarında saksı denemeleri ile belirlenmiştir. Farklı oranlarda kompost içeren yetiştirme ortamlarında (%25, %50, %75 ve %100) yetiştirilen zeytin fidanları ile standart yetiştirme ortamında (1/3 bahçe toprağı, 1/3 hayvan gübresi, 1/3 mil) yetiştirilen kontrol bitkileri karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kompost uygulaması yapılan fidanların boyu, sürgün uzunluğu ve fidan çapları kontrol bitkilerinden daha yüksek bulunmuş ve fidanlar daha iyi bir gelişim göstermiştir. Organik zeytin fidanlarının beslenme durumunu belirlemek amacıyla tüm saksı karışımlarından alınan örneklerin makro ve mikro element düzeyleri belirlenmiştir. Analizler sonucunda farklı dozlarda kompost uygulamalarının bitki beslemesi için yeterli olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda çevreye zararlı olan ÜFSP ve zeytin karasuyunun kompost yapılarak değerlendirilebileceği ortaya konmuştur. Kompostlama sürecinde atıkların fitotoksik etkilerinin ortadan kalktığı ve zeytin fidanı yetiştiriciliğinde bitki besleme, toprak iyileştirme ve organik madde kaynağı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Olea europae*, Organik tarım, Kompostlama, Zeytin karasuyu, Toprak iyileştirme

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nurhan Varol, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye. E mail: nurhan.varol@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0003-2457-9427

²Kamil Ekinci, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye. E mail: kamilekinci@sdu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-7083-5199

³Hanife Karaman, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye. E mail: hanife.tellikaraman@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0001-9267-5037

⁴Erol Aydoğdu, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye. E mail: erol.aydogdu@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0001-8682-4227

⁵Ali Coşkan, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta, Türkiye. E mail: alicoskan@isparta.edu.tr  OrcID: 0000-0001-5473-3515

Atıf: Varol, N., Ekinci, K., Karaman, H., Aydoğdu, E., Coşkan, A. (2026). Türkiye’de üç fazlı sistem zeytinyağı fabrikası pirina atığından elde edilen kompostun zeytin fidanlarının büyümesi üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(5): 1494-1504.

Citation: Varol, N., Ekinci, K., Karaman, H., Aydoğdu, E., Coşkan, A. (2026). Effects of compost obtained from olive pomace waste of three-phase system olive oil factory in Türkiye on the growth of olive saplings. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 23(5): 1494-1504.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2026

Abstract

During the olive oil production season in Turkey (November-February), large amounts of olive pomace and olive mill wastewater are produced as organic waste because olive oil factories mostly operate with a three-phase system. In particular, the inadequate utilization of olive oil mill wastewater and its discharge into water resources creates high levels of environmental pollution. It is known that these wastes can be evaluated as compost material because they contain high levels of organic matter and some plant nutrients and can be decomposed microbiologically. In this study, three-phase olive pomace was composted with separated cattle manure (SSG), chicken manure (TG), straw (S) and olive mill wastewater (ZKS) using the aerated static pile composting method to be utilized in organic agriculture. The optimized initial mixture ratio on a dry weight basis was determined as C/N ratio 25.26, 46% ÜFSP, 27% SSG, 21% TG, 5% S and 1% ZKS. After obtaining the three-phase olive pomace compost (ÜFSPK), phytotoxicity studies, content analyses and enrichment studies (enriched three-phase system pomace compost (ZÜFSPK)) were carried out. The effects of composts on the growth of olive saplings were determined by pot experiments under greenhouse conditions. Olive saplings grown in growth media containing different proportions of compost (25%, 50%, 75% and 100%) were compared with control plants grown in standard growth media (1/3 garden soil, 1/3 animal manure, 1/3 silt). As a result of the evaluations, the height of sapling, shoot length and sapling diameter of the compost-applied saplings were found to be higher than the control plants and the saplings showed better development. In order to determine the nutritional status of organic olive saplings, macro and microelement levels of samples taken from all potting mixtures were determine. As a result of the analysis, it was found that different doses of compost applications were sufficient for plant nutrition. At the end of the study, it was revealed that three-phase olive pomace and olive mill wastewater, which are harmful to the environment, could be utilized by composting. It was determined that the phytotoxic effects of the wastes were eliminated in the composting process and that they could be used as a source of plant nutrition, soil improvement and organic matter in olive sapling cultivation.

Keywords: *Olea europae*, Organic Agriculture, Composting, Olive mill wastewater, Three-phase olive pomace, Organic plant nutrition, Soil improvement

1. Giriş

Türkiye’de Kasım ayından Şubat ayına kadar süren zeytinyağı üretim sezonunda büyük miktarda zeytin posası ve karasu organik atık olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni zeytinyağı fabrikalarının üç fazlı bir sistemle çalışmasıdır (Hocaoğlu ve ark., 2018). Örneğin, 200.000 ton zeytinyağı ile birlikte yılda 500.000 ton pirina ve yaklaşık 1.000.000 ton zeytin karasuyu atık olarak ortaya çıkmaktadır. Üç fazlı sistem pirinası (ÜFSP), zeytin kabukları, posası ve çekirdeklerinden oluşmaktadır (Varol, 2016). Zeytinyağı fabrikalarından çıkan karasu, koyu renkli, asidik, yüksek yağ, polifenol ve organik bileşik içeriğine sahip, su kaynaklarına, çevreye ve toprağa deşarj edildiğinde toksik etki gösterebilen ve çevrenin aşırı kirlenmesine neden olan bir atıktır (El-Emam, 2023). Su kaynaklarının salınması ve zeytinyağı fabrikalarından çıkan atık suyun değerlendirilememesi aşırı çevre kirliliğine yol açmaktadır. Zeytin pirinası, pirina yağı yapmak için kullanılır ve geri kalan posa yakıt olarak kullanılabilir. Ancak zeytin posasını yakıt olarak kullanmanın dezavantajları da vardır çünkü yakıldığında yüksek karbonmonoksit emisyonu nedeniyle hava kirliliğine sebep olmaktadır (Manios, 2004).

ÜFSP ve zeytin karasuyunun kompostlanması, organik girdilerin organik ürün üretiminde bitki beslenmesi ve toprak verimliliği için kullanılmasına olanak tanımaktadır. Tarımsal üretimden kaynaklanan atıkların değerlendirilmesinde "kompostlama" iyi bir seçenek olarak görünmektedir (Ekinci ve ark., 2021). Bu atıklar aynı zamanda yüksek oranda organik madde, azot, fosfor ve potasyum gibi bazı bitki besinleri içermekte ve mikrobiyolojik olarak ayrışabilmektedir. Kompost yapılarak atıkların, bitkiler için daha kolay alınabilecek besin maddelerine dönüştürülmesi sağlanabilmektedir (Tüzel ve ark., 2017; Tüzel ve ark., 2020). Üç fazlı sistem pirina kompostu, organik madde içeriğini artırarak toprak yapısının iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu durum, sağlıklı bitki büyümesi için gerekli olan daha iyi toprak havalanmasına, su tutulmasına ve genel toprak verimliliğine yol açmaktadır (Güzel, 2019). Kompostlama, organik maddeyi parçalayan yararlı mikroorganizmaların büyümesini teşvik etmektedir. Bu mikroorganizmalar, üç fazlı sistem pirinasını toprağı zenginleştirebilen kararlı organik maddeye dönüştürerek ayrışma sürecinde hayati bir rol oynamaktadır (Tüzel ve ark., 2018). Kompostlama, toprak sağlığını iyileştirme ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla bu atığı faydalı bir ürüne dönüştürerek yönetmek için sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır (Oztekin ve ark., 2017; Beşirli ve ark., 2018; Güzel, 2019).

Dünyada ÜFSP ve zeytin karasuyunun kompostlaştırılması konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Kompostlama sistemi olarak yığın sisteminin kullanıldığı bir çalışmada; kompostlama 18 hafta boyunca sürdürülmüştür. Zeytin yapraklarının ve zeytin dallarının dolgu malzemesi olarak iyi sonuçlar verdiği, hacim artırıcı özellik gösterdiği bildirilmiştir (Manios, 2004). Bir diğer çalışmada pirina ve karasu kompost yapılarak yüksek tarımsal değere sahip ürün elde edilmiştir. Kompost yığınları su veya zeytin karasuyu ile ıslatılmıştır. Bunun kompostun fiziksel, kimyasal ve tarımsal özellikleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmamıştır. Perlit ve %25-33'lük kompost büyüme ortamı, *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*'e karşı perlit ve torf ortamından daha yüksek bir baskılayıcı etki göstermiştir. Domates fidelerinin gelişmesi, torf veya torf-kompost karışımında önemli bir farklılık göstermemiştir (Aviani ve ark., 2010). Zeytin pirina kompostunun marul ve domates bitkilerinde gübre olarak kullanımı, performans açısından standart mineral gübreleme ile karşılaştırılmıştır. Zeytin pirina kompostunun, her iki ürün verimi için kontrol ile karşılaştırıldığında bitki büyümesi için yeterli bitki besin maddesi içerdiği belirlenmiştir (Altieri ve Esposito, 2010). ÜFSP ve zeytin yaprakları 1:2 oranında karıştırılarak kompost haline getirilmiştir. Kompost yığınları mekanik olarak havalandırılmıştır. Kompostun C:N oranı, N, P, K ve Na'sı sırasıyla 27.1, %1.79, %0.17, %4.97 ve %2.8 olarak ölçülmüştür. Olgun kompostun çimlenme indeksi %198 olarak belirlenmiştir. Hektar başına 31.5 ton kompost eklendiğinde marul verimi %145 artış göstermiştir (Michailides ve ark., 2011). ÜFSP kompostunun artan dozlarda (%0, 4, 8 ve 10) domates bitkilerinin büyümesi ve toprak özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. ÜFSP'nin doğrudan uygulanması toprak özellikleri ve bitki büyümesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmasına rağmen, ÜFSP kompost uygulamaları (%4-8) tohum çimlenmesini, bitki ve kök büyümesini ve topraktaki toplam azot içeriğini artırmıştır (Killi ve Kavdır, 2013). Zeytinyağı fabrikası atıkları kompostlaştırılarak zeytin bahçelerine uygulanmıştır. Kompostlar farklı zeytinliklere (Nocellara ve Leccino zeytin çeşitleri) uygulanmıştır. Kompost uygulamaları zeytin verimini ortalama %9 artırmış ve hektardaki yağ miktarını yükseltmiştir (Toscano ve ark., 2013). İspanya'daki zeytinyağı üretim atıklarından elde edilen olgun kompostlar zeytinliklere altı yıl boyunca uygulanmıştır. Toprak organik madde içeriğinde ve ağaçların N, P, K alımında önemli bir artış elde edilmiştir. Zeytin meyvelerinin zeytinyağı içeriği, inorganik gübre eklenen zeytin ağaçlarına kıyasla %15 artmıştır (Fernández-Hernandez, 2014).

Dünyada zeytinyağı üretiminin artmasıyla birlikte kompostlama yoluyla üç faz pirininin kompostlaştırılması üzerine çok sayıda araştırma yapılmış olsa da ÜFSP'den elde edilen kompost ve zenginleştirilmiş kompostun zeytin fidanı üzerindeki etkileri üzerine çalışmalar sınırlıdır ve kompost dozajlarının ve zenginleştirmenin fidanın vejetatif büyümesini ve zeytin yaprağının mikro ve makro elementlerini nasıl etkilediği hakkında yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, üç fazlı sistem pirinasından elde edilen kompostun zeytin fidanlarının boyu, sürgün uzunluğu, gövde çapı ve zeytin yaprağının makro ve mikro element düzeyleri üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, zeytin fidanlarında yetiştirme ortamı olarak üç fazlı sistem pirina kompostu (ÜFSPK) kullanılmıştır. ÜFSPK için optimize edilmiş karışım oranları, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Kompost Laboratuvarında; kuru ağırlık bazına göre başlangıç C/N oranı 25.26 olan %46 ÜFSP, %27 SSG, %21 TG, %5 S ve %1 ZKS olarak belirlenmiştir. Beş farklı ÜFSP içeren karışımların optimizasyonu işleminde kompostlama parametreleri ve kuru madde kayıp oranları dikkate alınmıştır. Üç fazlı sistem pirina kompostu (ÜFSPK) için optimize edilmiş karışım oranlarının kompostlaştırılması için havalandırılmalı statik yığın kompostlama yöntemi kullanılarak 2 m genişliğinde, 3 m uzunluğunda ve 1.50 m yüksekliğinde yığınlar oluşturulmuştur (Şekil 1).

Üç fazlı zeytin pirina kompostunu elde etmek için yığınlar Rutgers havalandırma stratejileri uygulanarak 360 gün boyunca havalandırılmıştır. Kompostlama süreci boyunca; sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik (EC), nem ve organik madde içerikleri, C, N ve ağır metal oranları ve toplam fosfor açısından izlenmiş ve gereken uygulamalar yapılmıştır. Takipler günlük, haftalık, aylık yapıldığı için veri yoğunluğu nedeniyle burada rapor edilememiştir. Daha sonraki aşamalarda, ilk kompostun bir kg kuru maddesi başına 0.38 kg pamuk tohumu küspesi, kompostlamanın 330. gününde kompostları zenginleştirmek için her kompost yığınına ilave edilmiştir (olgunlaşma ve stabilizasyon aşamaları). Ek olarak, ilk kompostun bir kg kuru maddesi başına 0.16 kg kaya fosfatı ve 0.02 kg ham potasyum tuzu (kaya ve deniz tuzlarından elde edilen doğal bir mineral tuzudur). Organik Tarım Yönetmeliği, 2010.) her kompost yığınına eklenerek kompostlamanın 360. gününde zenginleştirilmiş üç fazlı sistem pirina kompostu (ZÜFSPK) elde edilmiştir. Yığınlardaki pH değerini düşürmek için kompostlamanın dördüncü ayında toz kükürt uygulanmıştır. Bu amaçla bir kg kuru komposta 8 gr toz elementel kükürt uygulanmıştır (Roig ve ark., 2004). Kompostlama, olgunlaşma ve stabilizasyon dönemleri dahil olmak üzere 425 gün sürmüştür. Sürecin uzaması zenginleştirme aşamasından kaynaklanmıştır.



Figure 1. Aerated static pile composting system

Şekil 1. Havalandırılmalı statik yığın kompostlama sistemi

Üç faz sistem pirina kompostunun hazırlanmasında kullanılan materyallerin (ÜFSP, SSG, TG, S, ZKS) içerik analizleri Tablo 1'de verilmiştir. ÜFSPK ve ZÜFSPK'nun fiziksel ve kimyasal özellikleri ise Tablo 2'de verilmiştir. Nem içeriği analizi, numunelerin 70 ± 5 °C'de kurutulmasıyla, organik madde analizi ise kuru numunelerin 550 °C'de yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir (TMECC, 2002). Örneklerde pH analizi TSE 9104'e göre hazırlanmış ve pH metre ile belirlenmiştir (TSE, 1991). Elektriksel iletkenlik (EC), TSE 9106'ya göre hazırlanmış örnek ve iletkenlik ölçer cihazı ile belirlenmiştir (TSE, 1991). Toplam azot, Makro-Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Örnekler potasyum dikromat çözeltisi ile oksitlenmiş ve demir sülfat ile titre edilerek organik karbon içerikleri belirlenmiştir (Walkley ve Black, 1934). Saf su ile 1:10 oranında seyreltilen örnekler 16 saat çalkalanarak filtre edilmiştir (Sanchez-Monedero, 1999) ve filtratta C analizi yapılmıştır (Walkley

ve Black, 1934). Kireç analizi, Scheibler Kalsimetresi ile Anonim (1996) yöntemine göre yapılmıştır. Numunelerin NH_4 ve NO_3 içerikleri, 2 M KCl ile ekstraksiyonu sonucunda spektrofotometre ile belirlenmiştir (Mulvaney, 1996). Örnekler %50’lik metanol çözeltisi ile çalkalanarak santrifüj edilmiş, üstteki sıvı uzaklaştırıldıktan sonra işlem tekrarlanmıştır (Erhart ve ark., 1999) ve ekstrakttaki toplam fenolik madde Folin yöntemi ile belirlenmiştir. Saf su ile 1:10 oranında seyreltilen örnekler filtre edilmiş ve filtratta suda çözünen fenoller Folin yöntemi ile belirlenmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Hüyük asit tayini, organik maddenin alkali çözünen kısmının ayrılması ve pH’ın düşürülmesiyle çöken hüyük asitlerin gravimetrik tayini esasına göre yapılmıştır (Özkan, 2008; Sanchez-Monederro ve ark., 1999). Toplam fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, manganez, çinko, bor, alüminyum, kadmiyum, nikel, kobalt, krom, molibden, kurşun, selenyum, kompost örnekleri $\text{H}_2\text{O}_2+\text{HNO}_3$ ile yakılmış ve elde edilen filtre ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir (Zarcinas ve ark., 1987).

Tablo 1. Kompost materyallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Physical and chemical properties of compost materials

Parametreler	ÜFSP	SSG	TG	S	ZKS
Nem (%)	11.68	73.11	71.84	5.49	97.52
pH	6.41	8.98	7.13	5.96	4.02
EC (dS m ⁻¹)	2.66	2.54	13.57	1.09	7.51
C/N	32.16	32.70	7.45	175.46	3363.00
Organik madde (%)	91.22	90.29	67.70	91.66	64.52
NH_4 (mg kg ⁻¹)	84.00	242.00	1585.00	446.00	444.00
NO_3 (mg kg ⁻¹)	438.00	497.00	43.00	895.00	1866.00
P (%)	0.08	0.15	1.03	0.04	0.10
Cd (mg kg ⁻¹)	0.02	0.03	0.02	0.01	0.09
Cr (mg kg ⁻¹)	0.82	0.51	0.25	0.30	0.61
Ni (mg kg ⁻¹)	0.34	0.53	0.40	0.16	2.25
Zn (mg kg ⁻¹)	0.76	3.06	4.57	0.6	nd

nd: Belirlenemedi

Tablo 2. ÜFSPK ve ZÜFSPK’nun fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Physical and chemical properties of ÜFSPK and ZÜFSPK

Parametreler	ÜFSPK	ZÜFSPK	Parametreler	ÜFSPK	ZÜFSPK
Nem (%)	47.60	33.20	Fe (mg kg ⁻¹)	2089.53	2571.15
pH	6.46	7.06	Mg (%)	0.40	0.66
EC (dS m ⁻¹)	3.89	3.84	B (mg kg ⁻¹)	39.96	41.66
C/N	13.92	14.67	Cu (mg kg ⁻¹)	41.13	41.31
Hüyük asit (%)	15.03	23.02	Mn (mg kg ⁻¹)	167.62	178.51
Organik madde (%)	48.46	57.30	Zn (mg kg ⁻¹)	163.52	162.38
Suda çözülebilir fenol (%)	nd*	2.78	Al (mg kg ⁻¹)	1691.98	1933.21
Toplam fenol (%)	nd	5.57	Cd (mg kg ⁻¹)	0.22	0.42
N (%)	2.02	3.11	Co (mg kg ⁻¹)	1.52	2.01
C (%)	28.11	45.62	Cr (mg kg ⁻¹)	14.36	45.07
K (%)	2.65	3.08	Mo (mg kg ⁻¹)	2.16	nd
P (%)	0.66	3.06	Pb (mg kg ⁻¹)	1.52	1.15
Ca (%)	6.92	6.25	Se (mg kg ⁻¹)	nd	nd

*nd: Belirlenemedi

ÜFSPK ve ZÜFSPK kompostlarının Gemlik çeşidi zeytin fidanlarının gelişimi üzerine etkileri serada sakı denemeleri kurularak belirlenmiştir. Bu amaçla Gemlik anaç parselinden çelikleri alınan bitkiler işaretlenmiş ve bu bitkilere konvansiyonel pestisit ve gübre uygulaması yapılmamıştır. Anaç bitkilerinden 3-4 yapraklı, yıllık sürgünlerden oluşan 15-20 cm uzunluğunda çelikler ekim ayı başında elde edilmiştir (*Şekil 2a*). Bu çelikler köklendirme hormonu uygulanmadan köklendirme ortamına dikilmiştir (*Şekil 2b*). Çelikler serada %80-90 nem, 24-25°C sıcaklık koşullarında 2.5 ay içinde köklenmiştir (*Şekil 2c*). Köklenen çelikler kompost ortamına dikilmeden önce serada 1 litrelik saksılarda yetiştirilmiştir.



Figure 2. Olive cuttings (a), Planting cuttings in rooting substrate (b) Rooted olive cuttings (c)

Şekil 2. Zeytin çelikleri (a), Çeliklerin köklendirme ortamına dikilmesi (b) Köklenmiş zeytin çelikleri (c)

Denemede; standart fidan büyüme ortamına (1/3 bahçe toprağı, 1/3 sığır gübresi, 1/3 mil) farklı oranlarda kompostlar (%25, 50, 75 ve 100) ilave edilmiştir (Tablo 3). Deneme fidanları 2 litrelik saksılara dikilmiştir. Deneme serada, tesadüf parselleri deneme desenine uygun yürütülmüş ve istatistik analizleri bu deneme desenine göre yapılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 fidan olacak şekilde 9 uygulama, toplam 270 fidanda yürütülmüştür. Deneme 1 yıl süreyle yürütülmüştür (Şekil 3).

Tablo 3. Deneme planı

Table 3. Experimental design

	Standart ortam (%)	ZÜFSPK (%)	ÜFSPK (%)
Kontrol	100	-	-
ZÜFSPK-25	75	25	-
ZÜFSPK-50	50	50	-
ZÜFSPK-75	25	75	-
ZÜFSPK-100	0	100	-
ÜFSPK-25	75	-	25
ÜFSPK-50	50	-	50
ÜFSPK-75	25	-	75
ÜFSPK-100	0	-	100

Deneme başlangıcında, toprak düzeyinden sürgün uzunluğu, fidan uzunluğu ve fidan çapı belirlenmiştir. Fidanlar organik tarım kurallarına uygun olarak kontrollü koşullar altında serada yetiştirilmiştir. Ölçümler zeytin fidanları 12 aylık olduğunda yapılarak veriler analiz edilmiştir. Sonuçlar JMP® Pro, Version 15.0.0 (2019) istatistik paket programı ile analiz edilmiştir.



Figure 3. Planting olive saplings (a), olive saplings in pots (b) olive saplings in greenhouse (c)

Şekil 3. Zeytin fidanlarının dikimi (a), saksıda zeytin fidanları (b) serada zeytin fidanları (c)

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

ÜFSPK ve ZÜFSPK uygulamalarından elde edilen sonuçlar fidan çapı üzerine istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 4). Fidan uzunluğu ve sürgün uzunluğu ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İstatistiki olarak %95 önemli bulunan veriler student t testine tabi tutularak harflendirilmiştir. Fidan uzunluğu en fazla (112.10 cm) ZÜFSPK-75'e dikili fidanlarda ölçülmüştür. Bunu ZÜFSPK-50 (107.73 cm) ve ÜFSPK-50 (104.50 cm) izlemiştir. Fidan uzunluğu en az Kontrol grubunda yetiştirilen fidanlarda (67.33 cm) elde edilmiştir. Benzer

şekilde, en yüksek sürgün uzunluğu ZÜFSPK-75 ortamında yetiştirilen fidanlarda (96.50 cm) ölçülmüştür. Bunu ÜFSPK-50 (90.83 cm) ve ZÜFSPK-50 (88.50 cm) izlemiştir. Sürgün uzunluğu da Kontrol grubunda en düşük olmuştur (54.20 cm) bunu ZÜFSPK-100 ve ÜFSPK-100 uygulaması izlemiştir.

Denemeden elde edilen zeytin fidanlarının tamamı yürürlükteki yönetmelikte belirtilen fidan standardına uygun olduğu belirlenmiştir (Varol, 2021). Serada kontrollü koşullarda yetiştirilen zeytin fidanlarının gelişimlerinde farklılıklar gözlenmiştir. ZÜFSPK ve ÜFSPK’nun %25, %50, %75 ve %100 dozlarına dikilen zeytin fidanlarının görsel gelişimlerinin Kontrol fidanlarına göre olarak daha iyi olduğu söylenebilir (Şekil 4). Benzer şekilde ÜFSPK-75 ve ÜFSPK-100’e dikilen fidanların kontrol bitkisine göre daha iyi geliştiği gözlenmiştir (Şekil 4).

Tablo 4. Kompost uygulamalarından sonra fidan boyu, sürgün boyu ve fidan çapına ilişkin sonuçlar

Table 4. Results on sapling height, shoot length and sapling diameter after compost treatments

	Fidan çapı (cm) ^{ÖD}	Fidan uzunluğu (cm)**	Sürgün uzunluğu (cm)**
ZÜFSPK-25	5.10	96.23 c	81.96 cd
ZÜFSPK-50	5.30	107.73 ab	88.50 bc
ZÜFSPK-75	5.30	112.10 a	96.50 a
ZÜFSPK-100	5.20	77.10 e	64.83 e
ÜFSPK-25	4.66	74.00 ef	81.10 d
ÜFSPK-50	4.80	104.50 b	90.83 ab
ÜFSPK-75	4.90	96.10 c	82.66 cd
ÜFSPK-100	5.50	85.73 d	71.83 e
Kontrol	4.66	67.33 f	54.20 f
Varyasyon Katsayısı (%)	14	10	11

¹Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflendirilmiştir (p<0.05); ÖD: Önemli değil; * : % 95 Önemlilik ** : % 99 Önemlilik Varyasyon katsayısına parantez içinde yüzde eklenmiştir. Tabloda varyasyon katsayısı değeri 100 ile çarpımı sağlanmıştır.



Figure 4. Olive saplings grown in ZÜFSPK medium (a); Olive saplings grown in ÜFSPK medium (b)

Şekil 4. ZÜFSPK ortamında yetiştirilen zeytin fidanları (a); ÜFSPK ortamında yetiştirilen zeytin fidanları (b)

Zeytin fidanlarının beslenme durumlarını belirlemek amacıyla denemede fidan uzunluğu ve sürgün uzunluğu açısından en iyi sonuçları veren ZÜFSPK-75 ve karşılaştırmak için kontrol grubundan 25 saksı toprağı ve 25 yaprak örneği alınarak analizleri yapılmıştır. Toprak örneklerinin bitki besin maddesi analizleri sonrası N, Ca, Mg için (Loue, 1968), P için (Olsen ve Dean, 1965), K için (Pizer, 1967)’e göre yeterlilik sınır değerleri belirlenmiştir. Fe, Cu, Mn, Zn için (Follet ve Lindsay, 1970)’e ve Bor için (Karen ve Bingham, 1985)’e göre yeterlilik sınır değerleri değerlendirilmiştir. Yaprak örneklerinin bitki besin maddesi analizleri yapıldıktan sonra Anonim (1993)’a göre sınır değerleri değerlendirilmiştir. Kontrol ve ZÜFSPK-75 gruplarının EC değerlerinde (0.20; 0.98 dSm⁻¹) tuzluluk sorunu gözlenmemiştir. Kontrol pH değeri orta alkali, ZÜFSPK-75 (8.20; 6.65) ise nötr bulunmuştur (Kellogg, 1952). Her iki toprakta da kireç içeriği yüksek bulunmuştur (%6.63; %5.38) (Evliya, 1964). Her iki örnekte de organik madde içerikleri yüksek olmasına rağmen, ZÜFSPK-75 örneğinde daha yüksek bir içerik (%5.19; %8.89) elde edilmiş ve %71.29’luk bir artış sağlanmıştır (Akalan, 1965).

Kontrol grubunda saksı toprağı örneklerindeki makro ve mikro element düzeyleri yeterli ve yüksek bulunmuştur. Kontrol grubunun yaprak örneklerinde N, Ca, Mg, Mn ve Cu düzeyleri düşük bulunmuştur. P, K, Fe, Zn ve Bor düzeyleri yeterli bulunmuştur (Tablo 5). Zeytin fidanlarında en yüksek fidan boyu ve sürgün uzunluğu ZÜFSPK-75'ten elde edilmiştir. Bu gruptan alınan saksı toprağı örneklerinde tüm makro ve mikro element düzeyleri yeterli ve yüksek bulunmuştur. Yaprak örneklerinde N, P, K, Zn, Cu ve B düzeyleri yeterli ve yüksek iken, Ca, Mg, Fe ve Mn değerleri düşük belirlenmiştir.

Tablo 5. Organik zeytin fidanı Kontrol ve ZÜFSPK-75 grubu saksı toprağı ve yaprak analizi sonuçları

Table 5. Results of pot soil and leaf analysis of organic olive sapling control and ZÜFSPK-75 group

Parametreler	Kontrol		ZÜFSPK-75	
	Toprak	Yaprak	Toprak	Yaprak
EC (dS m ⁻¹)	0.20 (Tuzsuz)		0.98 (Tuzsuz)	-
pH	8.20 (Orta alkali)		6.65 (Nötr)	-
(%) Kireç	6.63 (Yüksek)		5.38 (Yüksek)	-
(%) OM	5.19 (Çok yüksek)		8.89 (Çok yüksek)	-
(%) N	0.17 (Yüksek)	1.05 (Düşük)	0.56 (Çok yüksek)	1.57 (Yeterli)
P (mg kg ⁻¹)	130.88 (Yüksek)	0.15 (Yeterli)	521.48 (Yüksek)	0.23 (Yüksek)
K (mg kg ⁻¹)	490.82 (Çok yüksek)	1.29 (Yeterli)	554.79 (Çok yüksek)	1.68 (Yüksek)
Ca (mg kg ⁻¹)	2742.58 (Yüksek)	0.53 (Düşük)	4711.60 (Yüksek)	0.61 (Düşük)
Mg (mg kg ⁻¹)	379.20 (Yüksek)	0.13 (Düşük)	391.64 (Yüksek)	0.17 (Düşük)
Fe (mg kg ⁻¹)	45.85 (Yeterli)	82.05 (Yeterli)	177.89 (Yeterli)	58.46 (Düşük)
Mn (mg kg ⁻¹)	19.73 (Yeterli)	24.89 (Düşük)	43.61 (Yeterli)	23.91 (Düşük)
Zn (mg kg ⁻¹)	4.78 (Yeterli)	18.74 (Yeterli)	144.32 (Yeterli)	23.77 (Yeterli)
Cu (mg kg ⁻¹)	1.81 (Yeterli)	4.32 (Düşük)	14.04 (Yeterli)	6.11 (Yeterli)
B (mg kg ⁻¹)	3.34 (Yüksek)	20.29 (Yeterli)	7.05 (Çok yüksek)	24.99 (Yeterli)

Yunanistan'da yapılan çalışmada, bazı saksı süs bitkilerinin; (*Euphorbia pulcherrima* cv. *Peterstar White*, *Codiaeum variegatum*, *Syngonium podophyllum* ve *Ficus benjamina*) zeytinyağı fabrikası atık kompostu, torf ve perlit (1:3:4, 1:1:2 ve 3:1:4) içeren yetiştirme ortamında köklü çeliklerin büyümeleri, 1 torf:1 perlit içeren kontrol ortamıyla karşılaştırılmıştır. Zeytinyağı fabrikası atıklarından elde edilen kompost ortamında *S. podophyllum* bitkilerinde %25, *C. variegatum* ve *F. benjamina* bitkilerinde ise %75 oranında daha iyi gelişme görülmüştür. Gerçekleştirilen çalışmada %25, %50 ve %75 ve üzeri zeytinyağı fabrikası atığı kompostu ortamında yetiştirilen zeytin fidanlarında fidan boyu ve sürgün uzunluğunda artış gözlenmiştir. *Euphorbia pulcherrima* cv. *Peterstar white* bitkisinin yetiştirme ortamında %75 oranında zeytinyağı fabrikası atık kompostunun bulunması tuzluluğun artmasına, gözenekliliğin ve su alımının azalmasına, bitki boyunda, çiçek tomurcuklarında ve sürgün tomurcuklarında azalmaya neden olmuştur (Papafotiou ve ark., 2004; 2005). Bu bitkilerde zeytinyağı fabrikası atık kompostu iyi sonuç vermemiştir. Bu durum çalışmamızla paralellik göstermemektedir.

İtalya'da yürütülen başka bir çalışmada zeytinyağı üretim atığı kompostu marul (*Lactuca sativa*) ve domates (*Lycopersicon esculentum*) bitkilerinde gübre olarak kullanılmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında, kısa vadeli ürün gelişiminde bile; bitkilerin komposttan bitki gelişimi için gerekli bitki besinlerini sağladığı belirlenmiştir. Uygulamadan altı ay sonra, topraktaki hümit maddede önemli bir değişiklik olmamıştır (Altieri ve Esposito, 2010). Yaptığımız çalışmada kullanılan kompost uygulamaları ile benzerlik göstermiştir. Aynı şekilde zeytin fidanlarının da kompostlardan yeterli bitki besinini sağladığı gözlenmiştir. Başka bir çalışmada, iki fazlı ve üç fazlı pirinadan elde edilen kompostların farklı oranlarda torf ile karıştırılmasıyla elde edilen kompostlar, nehir kumu içeren kontrol bitkileriyle birlikte üç farklı zeytin çeşidinde (*Carolea*, *Nocellara messinese* ve *Tondina*) test edilmiştir. Fidanlar 28 ay boyunca serada yetiştirilmiştir. Zeytin fidanlarında periyodik olarak fidan büyümesi ve boğum araları ölçülmüştür. Denemenin sonucunda zeytin yapraklarının, dallarının ve köklerinin kuru ağırlığı ölçülmüştür. Üç fazlı pirina kompostu, fidan büyümesi ve boğum arası sayısı bakımından iki fazlı pirina kompostundan önemli ölçüde daha iyi sonuçlar vermiştir (Toscano ve Montemuro, 2012). Gerçekleştirilen çalışmada da üç fazlı zeytin pirina kompostu, fidan uzunluğu ve sürgün uzunluğu bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir.

Zeytinyağı üretim atıklarından elde edilen kompost, çileklerin topraksız yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda çilek yapraklarında optimum besin elementleri (N, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu) belirlenmiştir (Altieri ve ark., 2014). Zeytin yapraklarında analiz edilen bitki besin maddesi içerikleri yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Türkiye’de yapılan bir diğer çalışmada ise zeytinyağı üretim atıklarından elde edilen kompostlar domates fidesi yetiştirme ortamı olarak test edilmiştir. Domates fidesi üretiminde %25 zeytinyağı üretim atığı kompostu içeren yetiştirme ortamı önerilmiştir (Tüzel ve ark., 2017). Yaptığımız çalışmada zenginleştirilmiş üç fazlı zeytin pirina kompostunun %75’lik dozunun fidan uzunluğu ve sürgün uzunluğu açısından daha iyi olduğu görülmüştür.

4. Sonuç

Bu çalışmada, çevre için zarar oluşturan ve yeterince değerlendirilemeyen üç fazlı sistem pirina atığından belli oranda bitki besin elementlerini içeren ve fitotoksik özellikler taşımayan kompostlar elde edilmiştir. Bu kompostlara organik tarım yönetmeliğinde izin verilen maddeler ile zenginleştirme de yapılmıştır. Bu kompostlar aynı zamanda organik tarımda bitki besleme, toprak düzenleme ve organik madde kaynağı olarak kullanılabilen özellikte olmuştur.

Zeytinyağı fabrikası üç faz pirina atığından elde edilen üç faz pirina kompostu ve zenginleştirilmiş üç faz pirina kompostu belli oranlarda standart saksı toprağına ilave edilerek zeytin fidanlarının gelişmesi üzerine etkileri fidan boyu, sürgün uzunluğu ve fidan çapı parametreleri ile değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda zenginleştirilmiş üç fazlı sistem pirina kompostunun ve zenginleştirilmemiş üç fazlı sistem pirina kompostunun zeytin fidanlarının beslenmesinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilceğı ve kompost uygulamalarının fidan büyümesini artırdığı belirlenmiştir. Özellikle ZÜFSPK-75 uygulaması fidan boyu ve sürgün uzunluğu açısından diğer gruplardan daha iyi sonuç vermiştir. Bu gruptan alınan saksı toprağı örneklerinde makro ve mikro element düzeyleri yeterli ve yüksek bulunmuştur. Yaprak örneklerinde N, P, K, Zn, Cu ve B düzeyleri yeterli ve yüksek iken, Ca, Mg, Fe ve Mn değerleri bir miktar düşük belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından TÜBİTAK 111G055/111G148, 111G149 ve 111G151 nolu projelerle desteklenmiştir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kuruldan izin alınmasına gerek yoktur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Yazarlık Katkı Beyanı

Planlama: Varol, N., Ekinci, K.; Materyal ve Metot: Varol, N., Ekinci, K., Karaman, H., Aydoğdu, E., Coşkan, A.; Veri Toplama ve İşleme: Varol, N., Ekinci, K., Karaman, H., Aydoğdu, E., Coşkan, A.; İstatistik Analiz: Varol, N.; Literatür Tarama: Varol, N., Ekinci, K.; Makale Yazımı, İnceleme ve Düzenleme: Varol, N., Ekinci, K., Karaman, H., Aydoğdu, E., Coşkan, A.

Kaynakça

- Akalan, İ. (1965). Toprak (Oluşu, Yapısı ve Özellikleri). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, Türkiye.
- Altieri, R. and Esposito, A. (2010). Evaluation of the fertilizing effect of olive mill waste compost in short-term crops. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 64 (2): 124-128.
- Altieri, R., Esposito, A., Barazzi, G. and Nair, T. (2014). Corroboration for the successful application of humified olive mill waste compost in soilless cultivation of strawberry. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 88: 118-124.
- Anonim (1993). Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bölge Yaprak ve Toprak Analiz Laboratuvarı Survey Çalışmaları Kesin Sonuç Raporu, Bornova, İzmir.
- Anonim (1996). TS 8335 ISO 10693 Toprak Kalitesi-Karbonat Muhtevası Tayini-Volümetrik Metot. Çevre İhtisas Grubu.
- Aviani, I., Laor, Y., Medina, S.h, Krassnovsky, A. and Raviv, M. (2010). Co-composting of solid and liquid olive mill wastes: management aspects and the horticultural value of the resulting composts. *Bioresource Technology*, 101(17): 6699–6706.
- Besirli, G., Tüzel, Y., Türemiş, N., Ekinci, K. and Varol, N. (2018). *Developing of input production methods for utilization in organic plant production*. Tübitak (111G055) Proje Sonuç Raporu.
- Ekinci, K., Tosun, İ., Şevik, F., Bıtrak, N. B., Sülük, K. and Kumbul, B. S. (2021). Effects of initial C/N ratio on maturity and stability of compost produced from two-phase olive mill pomace, poultry and dairy manure and straw. *Compost Science and Utilization*, 29 (3-4): 95-106.
- El-Emam, D. A. (2023). Olive Mill Wastewater: Treatment and Valorization. In: Wastewater from Olive Oil Production: Environmental Impacts, Treatment and Valorisation, Eds: Souabi, S. and Anouzla, A., Springer.
- Evliya, H. (1964). Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Fernandez- Hernandez, A., Roig, A., Serramia, N., Civantos, C. G. O. and Sanchez- Monedero, M. A. (2014). Application of compost of two-phase olive mill waste on olive grove: Effect on soil, olive fruit and olive oil quality, *Waste Management*, 34 (7): 1139-1147.
- Follet, R. F. and Lindsay, W. L. (1970). Profile distribution of Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils (Technical Bulletin 110). Colorado State University, Agricultural Experiment Station, Colorado, U. S. A.
- Güzel, H. (2019). *Farklı kompostlama sıcaklıklarının 3 faz sistem pirinasının tavuk gübresi ve talaş ile kompostlanmasına etkisinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Hocaoglu, S. M., Baştürk, İ., Aydoğan, C. and Haksevenler, B. H. G. (2018). Türkiye'deki zeytinyağı işletmelerinin 3 fazlıdan 2 fazlı üretime geçişi durumunda pirina tesislerinin yeterliliğinin CBS destekli analizi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1): 43-58.
- Kacar, B. and İnal, A. (2008). Plant Analysis. Nobel Publication, Ankara, Türkiye.
- Kellogg, C. E. (1952). Our Gardens Soils. The Macmillan Company, New York, U. S. A.
- Killi, D. and Kavdir, Y. (2013). Effects of olive solid waste and olive solid waste compost application on soil properties and growth of solanum lycopersicum. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 82: 157-165.
- Loue, A. (1968). Diagnostic Pétiolaire de Prospection. In: Etudes Sur La Nutrition et La Fertilisation Potassiques de La Vigne. Société Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agronomiques, France.
- Manios, T. (2004). The composting potential of different organic solid wastes: experience from the island of Crete. *Environment International*, 29(8): 1079- 1089.
- Michailides, M., Christou, G., Akratos, C. S., Tekerlekopoulou, A. G. and Vayenas, D. V. (2011). Composting of olive leaves and pomace from a three-phase olive mill plant. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 65 (3): 560-564.
- Mulvaney, R. L. 1996. Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods. SSSA, Madison, U. S. A.
- Olsen, S. R. and Dean, L. A. (1965). Phosphorus. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Eds: Black C.A., American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, U. S. A.
- Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. (2010). Resmî Gazete (Sayı: 27676, 18 Ağustos 2010).
- Oztekin, G. B, Ekinci, K., Tuzel, Y. ve Merken, O. (2017). Effects of Composts obtained from two different composting methods on organic tomato seedling production. *Acta Horticulture*, 1164: 209–216.
- Papafotiou, M., Phsyhalou, M., Kargas, G., Chalzipavlidis, I. and Chronopoulos, J. (2004). Olive mill wastes compost as growing medium component for the production of poinsettia. *Scientia Horticulturae*, 102 (2): 167-175.
- Papafotiou, M., Kargas, G., Lytra, I. (2005). Olive-mill Waste Compost as Growth Medium for Foliage Potted Plants. *HortScience*, 40(6): 1746–1750.
- Pizer, N. H. (1967). Some Advisory Aspects: Soil Potassium and Magnesium (Technical Bulletin 14). Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationery Office (HMSO), London, United Kingdom.

- Roig, A., Cayuela, M. L. and Sanchez-Monedero, M. A. (2004). The use of elemental sulphur as organic alternative to control pH during composting of olive mill wastes. *Chemosphere*, 57(9): 1099–1105.
- SAS Institute Inc. (2019). JMP® Pro (Version 15.0.0), Cary, NC, U. S. A.
- Tepecik, M. (2017). Çöp kompostunun mısır bitkisinin kurşun, kobalt ve kadmiyum içeriği ve kütlesine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 1-8.
- TMECC (2002). Test Methods for the Examination of Composting and Composts. W. Thompson (Ed.). The U.S. Composting Council, US Government Printing Office, U. S. A.
- Toscano, P. and Montemurro, F. (2012). Olive mill By-Products Management. In: Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy, Eds: Muzzalupo, I., IntechOpen, United Kingdom.
- Toscano, P., Casacchia, T., Diacono, M. and Montemurro, F. (2013). Composted olive mill by-products: Compost characterization and application on olive orchards. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(3): 627-638.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (1991). Peat - Ash and Organic Matter Determination (TS 9103). Türk Standartları Enstitüsü.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (1991). Peat—pH Determination (TS 9104). Türk Standartları Enstitüsü.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (1991). Determination of Peat—Electrical Conductivity Value and Salt Content (TS 9106). Türk Standartları Enstitüsü.
- Tüzel, Y., Varol, N., Öztekin, G. B., Ekinci, K. and Merken, Ö. (2017). Effects of composts obtained from olive oil production wastes on organic tomato seedling production. *Acta Horticulturae*, 1164(28): 217-224.
- Tüzel, Y., Öztekin, G. B., Ekinci, K., Varol, N., Ozaktan, H. and Besirli, G. (2018). Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Olive Waste Compost on Organic Tomato Seedling Production. *XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Soilless Culture and VIII International Symposium on Seed, Transplant and Stand Establishment of Horticultural Crops*, 12-16 August, P. 369 – 376, İstanbul, Türkiye.
- Tüzel, Y., Ekinci, K., Öztekin, G. B., Erdal, İ., Varol, N. and Merken, Ö. (2020). Utilization of olive oil processing waste composts in organic tomato seedling production. *Agronomy*, 10(6): 797.
- Varol, N. (2016). Zeytinyağı fabrikası atıklarının kompost yapılarak zeytin yetiştiriciliğinde değerlendirme olanakları. *Köyüm Aylık Tarım Dergisi*, 1(2): 45-48.
- Varol, N. (2021). Organik Zeytin ve Zeytin Fidanı Yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kultürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, Türkiye.
- Zarcinas, B. A., Cartwright, B. and Spouncer, L. R. (1987). Nitric acid digestion and multi-element analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 18(1): 131–146.