

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE YETİŞTİRİLEN GEMLİK ÇEŞİDİ ZEYTİNLERDE VERTICILLIUM SOLGUNLUĞUNUN ZEYTİNYAĞI KALİTE PARAMETRELERİ VE FENOLİK BİLEŞENLERE ETKİSİ

Aslı Yorulmaz^{1*}, Hakan Erinç², Abidin Tatlı³, Aziz Tekin⁴

¹ Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aydın

² Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Niğde

³ Zer Grup, Manisa

⁴ Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 10.08.2016

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 08.12.2016

Kabul tarihi / Accepted: 12.12.2016

Özet

Çalışmanın amacı Verticillium solgunluğunun zeytinyağı kalite parametreleri ve fenolik bileşenlerine etkisini incelemektir. Bu amaçla, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen Gemlik çeşidine ait 16 farklı örnek değişik yetiştirme alanlarındaki enfekte ağaçlardan hasat edilmiştir. Zeytinler, hastalık şiddetine göre sınıflanmış ve su, yağ ve fenolik içeriklerine göre değerlendirilmiştir. Zeytin örnekleri laboratuvar ölçekli bir sistemle yağa işlenmiş ve örnekler serbest yağ asitleri; peroksit değeri; K₂₃₂, konjuge dien ve ΔE değerleri ile toplam fenol ve fenolik bileşen dağılımı açısından analiz edilmişlerdir. Sonuçlar, hastalık şiddetiyle zeytinlerin su içeriğinin düştüğünü fakat yağ içeriğinin değişmediğini göstermiştir. Peroksit, K₂₃₂, konjuge dien, ΔE değerleri ve toplam fenol miktarı hastalık şiddetiyle genellikle pozitif korele iken, serbest yağ asitleri değişmemiştir. Zeytinyağı örneklerinin hakim fenoliği luteolin olup, *trans* sinamik asit ve luteolin-7-glikozit izleyen fenolikler olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fenolik, kalite, *Verticillium dahliae* Kleb., zeytinyağı

EFFECT OF VERTICILLIUM WILT IN GEMLIK VARIETY OLIVES CULTIVATED IN SOUTH EAST ANATOLIA ON QUALITY PARAMETERS AND PHENOLIC COMPOUNDS OF VIRGIN OLIVE OILS

Abstract

The aim of the work was to investigate the influence of Verticillium wilt on quality parameters and phenolic compounds of olive oil. For this purpose, 16 different olive samples of Gemlik variety cultivated in South East Anatolia were collected from infected trees from different growing regions. Olives were classified according to the incidence of the disease and evaluated for their water, oil and phenolic contents. Olive samples were processed to olive oil by a laboratory scale mill and analyzed for their free fatty acids; peroxide value; K₂₃₂, conjugated dien and ΔE values; total phenol content and phenolic compound distribution. Results have shown that the water content of olives decreased but oil content didn't change with disease incidence. Peroxide, K₂₃₂, conjugated dien, ΔE values and total phenols were generally positively correlated with disease incidence, whereas free fatty acids were found to remain unchanged. Luteolin was the predominant phenolic of olive oil samples, followed by *trans* cinnamic acid and luteolin-7-glycoside.

Keywords: Olive oil, phenolics, quality, *Verticillium dahliae* Kleb.

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ asliyorulmaz@adu.edu.tr,

☎ (+90) 256 213 75 03,

☎ (+90) 256 213 66 86

GİRİŞ

Zeytin ve zeytinyağı yüzyıllar boyunca insan beslenmesinde ve kültüründe önemli yer tutmuş olan gıda ürünleridir. Zeytin ağacının (*Olea europaea* L.) anavatanı Yukarı Mezopotamya olup, ağırlıklı olarak kuzey ve güney yarımkürenin 30-45 enlem dereceleri arasında yetişebilmektedir. Dünyadaki zeytin ağaçlarının % 97'si Akdeniz havzasında yer almaktadır. Ülkemiz dünyanın önemli zeytin üreticisi ülkelerinden biridir ve zeytin başlıca Marmara, Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde yetiştirilmektedir.

Ülkemizde son yıllarda ağaç sayısının artışı ile birlikte zeytin yetiştiriciliğine olan ilgi ve aynı zamanda zeytin hastalık ve zararlılarına olan duyarlılık da artmıştır. Zeytin ağacında görülen önemli hastalıklardan biri de *Verticillium* solgunluğudur. Hastalık, kısmi veya tam dal kurumaları ile solgunluğa neden olmakta; ağaçta verim düşüklüğü ve ölüme de yol açabilmektedir (1). Hastalık ilk olarak 1946 yılında İtalya'da, sonrasında Kaliforniya, Avrupa ve Asya ülkeleri ile Avustralya'da görülmüştür (2).

Hastalık etmeni, *Verticillium dahliae* Kleb. Hphomycetes sınıfına ait olan toprak kökenli bir fungusdur ve morfolojik özellikleri sebebiyle tanımlanması kolaydır. Toprakta 10 yıldan daha uzun bir süre bulaşık olarak kalabilmektedir (3), bu sebeple de hastalık ile mücadele zorlaşmaktadır. Hastalık, önceki yıllarda pamuk ve sebze gibi fungusun konukçusu bitkilerin yetiştiriciliğinin yapıldığı yerlerde kurulan zeytin plantasyonlarında daha yoğun görülür. Yapılan çalışmalar zeytin bahçelerinde sulamanın yaygınlaşmasıyla hastalığın görülme sıklığının da arttığını ortaya koymuştur (4). Patojen popülasyonunun sulama için kullanılan kanallara yakın alandaki nemli toprakta kuru toprağa kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir (5). Fungus, zeytin ağacı yapraklarının yere dökülmesiyle, toprakta inokulum yoğunluğunu artırır. Hastalık şiddeti zeytin çeşidine, ağacın yaşına, çevresel etmenlere, patojenin hastalık oluşturma yeteneğine bağlıdır (6). Hastalık, önemli düzeyde ekonomik kayba yol açmaktadır ve kontrolü için herhangi bir kimyasal yöntem kullanılmamaktadır. Bu sebeple mücadele yöntemleri daha çok önleyici teknikler üzerine yoğunlaşmıştır (7).

Zeytinyağı, zeytin ağacı meyvelerinden sadece mekanik yollarla elde edilen ve doğal haliyle tüketilen tek bitkisel sıvı yağdır. Yapısında trigliseritler, serbest yağ asitleri, kısmi gliseritler, fosfatitler, renk maddeleri, steroller, aroma maddeleri, fenolik bileşikler ile minör bileşenleri içermektedir. Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil (-OH) grubunun bağlandığı benzen halkasına sahip maddelerdir (8). Zeytinyağının temel antioksidanları karotenler ile hidrofilik ve lipofilik fenoliklerdir. Tokoferoller de içine alan lipofilik fenoller diğer bitkisel yağlarda da bulunabilirken; hidrofilik fenolik maddeler zeytinyağına özgüdür (9). Zeytin meyvesi meyve etinin %1-3'ünü oluşturacak düzeyde fenolik madde içermektedir. Zeytinyağı fenolikleri fiziksel yağ ekstraksiyonu sırasında zeytin meyve fenoliklerinin yağa geçmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Zeytinyağının kalitesi, çeşit, coğrafi üretim alanı, iklim, zirai uygulamalar, hasat yöntemleri, üretim teknolojisi gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Zeytin ağacında görülen hastalık ve zararlılar da yağ kalitesine olumsuz yönde etki etmektedir. *Verticillium* solgunluğunun farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen yağ kalitesi ve kompozisyonuna etkisini inceleyen herhangi bir çalışma tespit edilememiştir. Yapılan bu çalışma *Verticillium* hastalığı taşıdığı bilinen ağaçlardan hasat edilen zeytin meyve özelliklerini ve elde edilen yağ kalite parametreleri ile fenolik madde içerik ve bileşenleri inceleyen ilk çalışma niteliğindedir.

MATERYAL VE METOT

Zeytin Örneklerinin Temini

Çalışmada Adana (Merkez, Yumurtalık, Karaisalı, Ceyhan, Tuzla), Osmaniye (Kadirli, Sumbas), Kahramanmaraş (Andırın), Adıyaman (Besni), Mersin (Tarsus, Mut), Hatay (Altınöz), Gaziantep (Nizip) illerinden hasat edilen 16 farklı Gemlik çeşidi zeytin örneği kullanılmıştır. Zeytinler, arazide hastalık tespit edilen ağaçlardan hasat edilmiştir. Hasat edilen meyveler hastalık şiddetine göre sınıflandırılmış olup hastalık şiddeti Sezgin ve ark. (10) tarafından geliştirilen yöntem, zeytin meyvelerine uyarlanarak aşağıda verilen 0-4 skalasına göre Tawsend-Heuberger formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

Skala Değeri	Hastalık Tarifi
0	Meyve sağlam, lezyon ve çürüme yok %0
1	Meyve 1/4'ünde lezyon ve çürüme varsa %25
2	Meyve 2/4'ünde lezyon ve çürüme varsa %50
3	Meyve 3/4'ünde lezyon ve çürüme varsa %75
4	Meyve 4/4'ünde lezyon ve çürüme varsa %100

Zeytinyağı Eldesi

Hasat edilen ve hastalık şiddetine göre sınıflandırılan örnekler Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yağ Teknolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Zeytin meyveleri geleneksel zeytinyağı üretimine uygun olacak şekilde önce laboratuvar ölçekli diskli kırıcıda kırılmış, sonra oda sıcaklığında 25 dk boyunca malakse edilmiştir. Malaksiyon işlemi için labortauvar tipi dikey karıştırıcı kullanılmış ve karıştırma etkinliğini artırmak üzere paletler monte edilmiştir. Malaksiyon sırasında ezmeye su ilavesi yapılmamıştır. Elde edilen zeytin ezmesi basınç altında preslenerek katı ve sıvı (yağ ve su) faz ayrılmıştır. Sıvı faz 6000 rpm'de 10 dk boyunca santrifüj edilerek zeytinyağı ve su birbirinden ayrıldıktan sonra elde edilen zeytinyağı örnekleri analizler süresince +4°C'de azot atmosferi altında muhafaza edilmiştir.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Zeytin meyvelerinin nem ve yağ içeriği

Zeytinlerin nem içeriğinin belirlenmesi için 10 g zeytin parçalanmış, 105°C'deki etüvde 24 s süresince kurutulmuş, bir desikatörde soğutulmuş ve tekrar tartılmıştır. Yağ miktarı ise AOCS Am 2-93 (11) sokselet yöntemine göre n-hekzan kullanılarak belirlenmiştir.

Ham zeytin meyvelerinde ve zeytinyağı örneklerinde fenolik ekstraktların hazırlanması ve fenolik madde bileşimi ile toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi

Zeytin meyvesinden fenolik maddelerin ekstraksiyonunda çekirdeği uzaklaştırılan ve kahve değirmeninde ezilen zeytinden 1.5 g tartılmış, üzerine 20 mL metanol/su (80:20, v/v) karışımı eklenmiştir. Homojenizatörde 3 dk homojenize edildikten sonra, azot altında manyetik karıştırıcıda 3 dakika tutulmuştur. Ardından ekstrakt Whatman 40 filtre kâğıdından süzülümüş ve süzüntüye 20 mL hekzan eklenmiştir. Azot altında manyetik karıştırıcıda 3 dk bekletilen karışımdan ayırma hunisi kullanılarak metanol:su fazı ayrılmıştır (12).

Zeytinyağı örneklerinin fenolik maddelerin ekstraksiyonunda ise deney tüpüne 2.5 g yağ tartılmış üzerine 2.5 mL metanol eklenmiştir. Kapağı kapatıldıktan sonra 1 dk vorteksde karıştırılmıştır. Ardından 5000 rpm'de 2 dk santrifüj yapılmış ve üst faz fenolik madde miktarı ve bileşimi için kullanılmıştır (13).

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi için Folin Ciocalteu yöntemi (14) kullanılmıştır. 0.2 mL fenolik ekstrakt üzerine 4.8 mL su eklenmiştir. Daha sonra 0.5 mL Folin çözeltilisinden eklenip 3 dakika karanlıkta bekletilmiş, süre sonunda 1 mL %35'lik (w/v) doymuş sodyum karbonat ilave edilmiştir. 10 ml'ye su ile tamamlandıktan sonra 2 saat karanlıkta bekletilmiş ve 725 nm'de Hitachi U-2800 spektrofotometrede (Tokyo, Japonya) şahide karşılık absorpsiyon ölçülmüştür. Sonuç kafeik asit eşdeğeri olarak (mg kafeik asit/g ekstrakt) verilmiştir. Zeytinyağı örneklerinin fenolik bileşenleri yüksek performans sıvı kromatografi cihazı ile Inertsil (250x4.6 mm², ODS-3, 5 mm, Tokyo, Japonya) kolon kullanılarak belirlenmiştir. Mobil faz %90 su (%0.2'lik (v/v) asetik asit çözeltilisiyle pH 3.1'e ayarlanmış) ve %10 metanol (v/v) karışımıdır. Fırın sıcaklığı 35°C olup, deteksiyon için fotodiyot detektör ile 280 ve 320 nm dalga boyları kullanılmıştır.

Natürel zeytinyağlarının bazı kalite analizleri [Serbest yağ asidi, peroksit değeri, ultraviyole özgül soğurma değerleri (K_{232} konjuge dien, ΔK)]

Serbest yağ asitliği, peroksit değeri, konjuge dien, K_{232} ve ΔK değerleri sırasıyla AOCS Ca 5a-40, Cd 8-53, Ti 1a-64, Ch 5-91 (11) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden), etanol:dietil eter (1:1) karışımında çözünen yağ örneğinin sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmesiyle belirlenmiştir. Peroksit değeri (meq O₂/kg yağ) yağ örneğinin kloroform:asetik asit (3:2) karışımında çözüldükten sonra potasyum iyodür ile reaksiyonu sokulması; serbest hale gelen iyodun sodyum tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunması yöntemiyle belirlenmiştir. K_{232} değeri, yağ örneğinin 232 nm'deki özgül absorpsiyon değerinin spektrofotometrik yöntemle belirlenmesi ve 1 nolu eşitliğin kullanılmasıyla elde edilmiştir. Konjuge dien değeri aşağıda verilen 2 nolu eşitlik ile hesaplanmış olup ΔK değeri ise 3 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

(1 nolu eşitlik)

$$K = (E / c \times l)$$

K_{λ} = λ dalga boyundaki özgül soğurma;

E_{λ} = λ dalga boyunda ölçülen soğurma;

c = örnek konsantrasyonu (g/100 mL)

l = kuvarz küvetin uzunluğu (cm)

(2 nolu eşitlik)

$$\text{Konjuge dien (\%)} = 0.84 \times [(A_s / b_c) - K_o]$$

K_o : asit ve ester gruplarının absorptivitesi (asitler için 0.03, esterler için 0.07)

A_s : 232 nm'deki özgül absorpsiyon değeri

b : ölçümde kullanılan spektrofotometrik küvet uzunluğu

c : örnek konsantrasyonu (g/L)

(3 nolu eşitlik)

$$\Delta K = K_m - [(K_{m-4} + K_{m+4}) / 2]$$

K_m : m dalga boyunda özgül soğurma

İstatistik Analiz

Elde edilen veriler, SPSS 15.0 paket programı kullanılarak istatistiki değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Varyans analizi tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki fark belirlenerek, bu farklılığın önem derecesi ise Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılarak incelenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Zeytin Meyve Özellikleri

Hastalık şiddetinin meyvelerin nem, yağ ve toplam fenolik madde içeriğine etkisi Çizelge 1'de verildiği gibidir. Meyvelerin nem içeriği %45.13-49.04 arasında, yağ içeriği ise %23.44-24.66

arasında değişen değerler almıştır. Hastalık şiddeti arttıkça meyvelerin nem içeriğinin genel olarak düştüğü, yağ içeriğinin ise değişmediği gözlenmektedir. Zeytinlerin toplam fenolik madde içeriği ise 3388.38-7728.77 mg/kg arasında değişen değerler almıştır. Yorulmaz ve ark. (15) farklı zeytin çeşitlerinde fenolik madde içeriğini inceledikleri çalışmalarında Gemlik zeytin çeşidi için ortalama 6610.88 mg/kg düzeyinde toplam fenolik madde tanımlamışlardır. Vinha ve ark. (12) Portekiz'de yetiştirilen zeytin çeşitlerinin fenolik madde miktarlarının 4364 ile 75215 mg/kg arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Boskou ve ark. (16) farklı çeşit kahvaltılık zeytinlerden elde edilen çekirdeklere kafeik asit cinsinden 510 ile 2560 mg/kg arasında değişen oranlarda fenolik madde bulunduğunu bildirmişlerdir. Çizelge 1 incelendiğinde, zeytinlerdeki toplam fenolik madde içeriğinin hastalık şiddeti arttıkça düştüğü, ancak hastalığın en şiddetli olduğu örneklerde maksimum değere ulaştığı gözlemlenmektedir.

Zeytinyağı Özellikleri

Hastalık şiddetinin zeytinyağlarının kalite parametreleri ve toplam fenolik madde içeriğine etkisi Çizelge 2'de verildiği gibidir. Zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asidi içerikleri %0.91-1.57 arasında değişmiş ve Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Tebliği'nde natürel birinci sınıf zeytinyağları için belirlenen limitler içinde yer almıştır. Yağ örneklerinin serbest asit içerikleri Vertisilyum solgunluğu hastalık şiddeti ile doğrusal bir ilişki göstermemiştir. Bitkisel yağlarda birincil oksidasyon ürünleri ile ilgili bilgi veren peroksit değeri hastalıklı ağaçlardan elde edilen yağ örneklerinde 8.07-14.20 meq O₂/kg yağ arasında değişen değerleri almış ve Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Tebliği'nde natürel zeytinyağları için belirlenen

Çizelge 1. Verticillium solgunluğu hastalık şiddetinin meyve nem (%), yağ (%) ve toplam fenolik madde (mg/kg) içeriğine etkisi
Table 1. Effect of Verticillium wilt disease incidence on fruit water (%), oil (%) and total phenol (mg/kg) content

Hastalık şiddeti Disease incidence	Nem (%) Water (%)	Yağ (%) Oil (%)	Toplam fenolik madde (mg/kg) Total phenolic compounds (mg/kg)
0	49.04 ^a ±0.99	24.33 ^a ±1.20	5596.26 ^{ab} ±2624.50
1	47.50 ^{bc} ±2.34	23.97 ^a ±0.97	4642.95 ^b ±701.45
2	45.68 ^a ±1.09	24.14 ^a ±1.21	3836.59 ^a ±1524.91
3	46.66 ^{ab} ±0.48	24.66 ^a ±1.72	3388.38 ^a ±1155.44
4	45.13 ^a ±0.69	23.44 ^a ±2.14	7728.77 ^a ±1225.58

^a Aynı sütunda istatistiki olarak farklı örnekler farklı simgeler ile belirtilmiştir ($P < 0.05$).

^a Different superscript letters in the same row indicate significant difference ($P < 0.05$).

20 meq O₂/kg'lık limiti aşmamıştır. Peroksit değerleri hastalık şiddeti ile doğru orantılı ilişki göstermiştir. K₂₃₂ değeri yağlarda çoklu doymamış yağ asitlerinin konjugasyonunu ifade etmektedir ve genel olarak hastalık şiddetiyle artış eğilimi göstermiştir. Konjuge dien değerlerinin 3. hastalık şiddetinde diğerlerinden farklı olarak düşük bir değer gösterse de, hastalık şiddetinin artmasıyla artış gösterdiği çizelgeden gözlemlenmektedir. Zeytinyağı örneklerine ait ΔE değerleri Türk Gıda kodeksinin belirlediği 0.01 değerinin altında olup, hastalık şiddetiyle artış göstermiş ve hastalığın en fazla olduğu 4 skala değerindeki örneklerde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Yağ örneklerinin spektrofotometrik olarak belirlenen toplam fenolik madde içeriği 126.26-270.55 mg/kg arasında değişen değerler almıştır. Garcia ve ark. (13) İspanyol natürel zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarlarının 330-500 mg/kg arasında değiştiğini rapor etmiştir. Gómez-Alonso ve ark. (14) yaptıkları çalışmada, Cornicabra zeytin çeşidinden elde edilen yağların ortalama 308 mg/kg (siringik asit cinsinden) düzeyinde fenolik madde içerdiğini saptamışlardır. Aparicio ve Luna (19) 10 ayrı zeytin çeşidinden elde ettikleri yağları incelemişler ve 200 ile 1000 mg/kg arasında değişen değerler tespit etmişlerdir. Yağ örneklerinin toplam fenolik madde içeriği zeytin meyve fenoliklerine uyumlu olarak hastalık şiddeti arttıkça artmış ve en yüksek değere hastalık skalasının en yüksek olduğu değerde ulaşmıştır.

Vertisilyum hastalık şiddetinin elde edilen zeytinyağlarının fenolik madde dağılımına etkisi

Çizelge 3'te verildiği gibidir. Yağ örneklerinde temel olarak 2,4-hidroksifeniletanol (tirozol), siringik asit, *p*-kumarik asit, luteolin-7-glukozit, *trans* sinamik asit, luteolin ve apigenin varlığı tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark. (20) yaptıkları çalışmada Türk zeytinyağlarında hidroksitirozol, 4-hidroksibenzoik asit, tirozol, 2,3-dihidroksibenzoik asit, 4-hidroksifenilasetik asit, kafeik asit, vanilik asit, vanilin, siringik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, sinamik asit, luteolin ve apigenin varlığı tespit etmişlerdir. Garcia ve ark. (21) iki farklı zeytin çeşidinden üretilen zeytinyağlarının fenolik madde miktarlarını belirlemişler ve natürel zeytinyağının hidroksitirozol, tirozol, vanilik asit, vanilin, 4-(asetoksietil)-1,2-dihidroksibenzen, *p*-kumarik asit, hidroksitirozol ve tirozola bağlı elenolik asitin dialdehydik formu, 1-asetoksinoresinol, pinoresinol, oleuropein aglukon, luteolin, ligstrosit aglikon ve apigenine sahip olduğu bildirmişlerdir. Brenes (22) yaptığı çalışmada, farklı zeytin çeşitlerinden elde ettiği zeytinyağlarında 3,4-DHPEA-AC (4-(asetoksietil)-1,2-dihidroksibenzen), 3,4-DHPEA-EDA (elenolik asidin hidroksitirozole bağlı dialdehydik formu), *p*-HPEA-EDA (elenolik asidin tirozole bağlı dialdehydik formu), 3,4-DHPEA-EA (oleuropein aglikonu), *p*-HPEA-EA (ligstrosit aglikonu) varlığını tespit etmişlerdir. Çizelge incelendiğinde temel fenoliğin luteolin olduğu ve 228.99-414.24 mg/kg arasında değişen değerler aldığı görülmektedir. Murkovic ve ark. (13) yaptıkları çalışmada beş farklı zeytinyağı örneğini analiz etmişler ve bu yağlarda 1.9-7.0 mg/kg arasında değişen düzeylerde luteolin tespit etmişlerdir. Romani ve ark. (23) ise

Çizelge 2. Verticillium solgunluğu hastalık şiddetinin zeytinyağının kalite parametreleri ile toplam fenol içeriğine etkisi
Table 2. Effect of Verticillium wilt disease incidence on quality parameters and total phenol content of virgin olive oil

	Hastalık şiddeti Disease incidence				
	0	1	2	3	4
Serbest yağ asitliği (%) Free fatty acidity (%)	0.95 ^a ±0.12	1.06 ^{ab} ±0.09	1.29 ^b ±0.35	0.91 ^a ±0.08	1.57 ^c ±0.07
Peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ) Peroxide value (meq O ₂ /kg oil)	9.60 ^{ab} ±1.52	8.07 ^a ±0.98	12.28 ^{bc} ±4.54	12.59 ^{bc} ±1.20	14.20 ^c ±1.67
K ₂₃₂	1.87 ^a ±0.08	1.99 ^a ±0.05	2.03 ^a ±0.06	1.94 ^{ab} ±0.07	2.14 ^c ±0.10
Konjuge dien Conjugated dien	1.51 ^a ±0.07	1.61 ^a ±0.04	1.65 ^a ±0.05	1.57 ^{ab} ±0.06	1.74 ^c ±0.09
ΔE	0.0019 ^{ab} ±0.0004	0.0018 ^a ±0.0003	0.0024 ^c ±0.0004	0.0022 ^{bc} ±0.0001	0.0032 ^c ±0.0002
Toplam fenolik madde (mg/kg) Total phenolic compound (mg/kg)	103.30 ^a ±18.9	126.26 ^a ±47.82	130.60 ^a ±68.12	188.95 ^a ±24.26	270.55 ^b ±145.03

^a Aynı satırda istatistiki olarak farklı örnekler farklı simgeler ile belirtilmiştir ($P < 0.05$).

^a Different superscript letters in the same row indicate significant difference ($P < 0.05$).

analiz ettikleri zeytinyağlarında 1.08-8.58 mg/L yağ düzeyinde luteolin varlığı belirlemişlerdir. Yorulmaz ve ark. (15) Türk zeytinyağlarının fenolik madde bileşenlerini inceledikleri çalışmalarında Gemlik çeşidi zeytinyağı için ortalama 71.81 mg/kg düzeyinde luteolin tanımlamışlardır. Çalışmada bu değerlerin çok üzerinde luteolin miktarı tanımlanmıştır. Hastalık şiddeti ile luteolin arasında bir korelasyon tespit edilmemiştir. *Trans* sinnamik asit ve luteolin-7-glikozit luteolinden sonra yağ örneklerinde en fazla bulunan bileşiklerdir. Ancak miktarları oldukça düşüktür. *Trans* sinnamik asit 2.78-4.61 mg/kg, luteolin-7-glikozit ise 1.77-5.14 mg/kg arasında değişen değerler almıştır. Gómez-Alonso ve ark. (18) yaptıkları çalışmada *trans* sinnamik asit ve 1-asetokspinoresinol toplamının Cornicabra zeytin çeşidinden elde edilen yağlarda ortalama 1.57 mg/kg düzeyinde yer aldığı bildirmişlerdir. Apigenin yağ örneklerinde 0.75-2.39 mg/kg arasında değişen değerler almıştır. Murkovic ve ark. (13) yaptıkları çalışmada zeytinyağı örneklerinde 0.68-1.6 mg/kg düzeyinde apigenin tespit etmişlerdir. Ocakoğlu ve ark. (20) ise farklı çeşitlerden elde ettikleri yağlarda 1.66-24.04 mg/kg düzeyinde apigenin belirlemişlerdir. Tirozol, *p*-kumarik asit, luteolin-7-glikozit, *trans* sinnamik asit hastalık şiddetinden etkilenmezken, diğer fenoliklerin hastalık şiddetinden etkilendiği gözlemlenmektedir. Ancak yağ örneklerinin fenolik

dağılımı ile hastalık şiddeti arasında doğrusal bir korelasyon tespit edilmemiştir.

Mevcut çalışma *Verticillium* solgunluğunun yağ kalite parametreleri ve fenolik bileşenlere etkisini inceleyen ilk çalışma niteliğindedir. Elde edilen sonuçlar, hastalık şiddetinin yağ kalite parametrelerini olumsuz, ancak toplam fenolik madde içeriğini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bulgular, hastalığın bitkide yol açtığı fenolik oluşum mekanizmasını açıklamaya yönelik gerçekleştirilecek olan araştırmalar için kaynak niteliğindedir. Hastalığın, bitkiden elde edilecek yağın trigliserit, yağ asidi, tokoferol ve sterol kompozisyonu gibi diğer bileşenler üzerine etkisi de henüz çalışılmamış konulardır. Benzer çalışmaların ülkemizde yetiştirilen diğer zeytin çeşitleri için de gerçekleştirilmesi hastalığın kalite kaybı sebebiyle yol açtığı ekonomik zarara da dikkat çekmek açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Yolageldi L. 2002. Zeytinde *Verticillium* solgunluğu. *J. of AARI*, 12(1), 156-173.
2. Ladux JL, Jotayan L, Otero ML, González Vera C, Ortiz J. 2014. Incidence of *Verticillium dahliae* in traditional orchards of the olive 'Arauco' in northwest Argentina (La Rioja). *Acta Hort*, 1057, 127-132.

Çizelge 3. *Verticillium* solgunluğu hastalık şiddetinin zeytinyağının fenolik madde dağılımına etkisi (mg/kg)

Table 3. Effect of *Verticillium* wilt disease incidence on phenolic compound distribution of virgin olive oil (mg/kg)

	Hastalık şiddeti Disease incidence				
	0	1	2	3	4
Tirozol <i>Tyrosol</i>	0.65 ^a ±0.42	0.89 ^a ±0.49	0.43 ^a ±0.20	0.57 ^a ±0.21	0.66 ^a ±0.57
Siringik asit <i>Syringic acid</i>	0.34 ^b ±0.11	0.23 ^{ab} ±0.13	0.36 ^b ±0.10	0.22 ^{ab} ±0.05	0.14 ^a ±0.10
<i>p</i> -kumarik asit <i>p-coumaric acid</i>	0.12 ^a ±0.08	0.08 ^a ±0.08	0.28 ^a ±0.25	0.12 ^a ±0.12	0.26 ^a ±0.10
Luteolin-7-glikozit <i>Luteolin-7-glycoside</i>	4.23 ^a ±3.63	5.14 ^a ±5.90	2.40 ^a ±1.86	1.77 ^a ±0.34	2.05 ^a ±1.43
<i>Trans</i> sinnamik asit <i>Trans cinnamic acid</i>	4.61 ^a ±2.20	4.40 ^a ±2.36	2.78 ^a ±1.27	3.13 ^a ±0.98	3.50 ^a ±1.49
Luteolin <i>Luteolin</i>	379.11 ^{bc} ±57.36	414.24 ^a ±156.79	228.99 ^a ±47.87	329.86 ^{abc} ±55.72	286.14 ^{ab} ±56.24
Apigenin <i>Apigenin</i>	1.03 ^a ±0.72	1.28 ^a ±0.51	0.75 ^a ±0.50	1.13 ^a ±0.28	2.39 ^a ±1.44

^a Aynı satırda istatistiki olarak farklı örnekler farklı simgeler ile belirtilmiştir ($P < 0.05$).

^a Different superscript letters in the same row indicate significant difference ($P < 0.05$).

3. Green RJ. 1980. Soil factors affecting survival of microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, 58, 567-570.
4. Pérez-Rodríguez M, Alcántara E, Amaro M. 2014. The influence of irrigation frequency on the onset and development of Verticillium wilt of olive. *Plant Dis.* 99, 488-495.
5. Pérez-Rodríguez M, Orgaz F, Lorite IJ, López-Escudero FJ. 2015. Effect of the irrigation dose on Verticillium wilt of olive. *Sci Hort*, 197, 564-567.
6. Tatlı A. 2013. Zeytin ağaçlarında vertisilyum solgunluğu (*Verticillium dahliae* Kleb.). *Zeytin ve Zeytinyağı*, 27, 56-59.
7. Arriagada C, García-Sánchez M, Sampedro I, Aranda E, García-Romera I, Ocampo JA. 2012. Suppressive effect of olive residue and saprophytic fungi on the growth of *Verticillium dahliae* and its effect on the dry weight of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *J Soil Sci and Plant Nutr*, 12, 303-313.
8. Harborne JB, Dey PM. 1989. *Methods in Plant Biochemistry*. Academic Press, London, 414 p.
9. Boskou D. 1996. *Olive Oil Chemistry and Technology*, AOCS Press, Champaign, IL, 161 p.
10. Sezgin E, Karcioğlu A, Esentepe M, Onan E. 1984. Ege Bölgesinde Ticari Amaçla Yetiştirilen Süs Bitkilerinde Görülen Hastalık Olanaklarının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Bornova Bölge Ziraî Mücadele Arş. Enst., A- 1051023/1 no'lu proje.
11. AOCS. 1989. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. AOCS Press, Champaign.
12. Vinha AF, Ferreres F, Silva BM, Valentão P, Gonçalves A, Pereira JA, Oliveira B, Seabra RM, Andrade PB. 2005. Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influences of cultivar and geographical origin. *Food Chem.*, 89, 561-568.
13. Murkovic M, Lechner S, Pietzka A, Bratacos M, Katzogiannos E. 2004. Analysis of minor components in olive oil. *J. Biochem. Biophys. Methods*, 61, 155-160.
14. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 58, 966-968.
15. Yorulmaz A, Poyrazoglu ES, Ozcan MM, Tekin A. 2012. Phenolic profiles of Turkish olives and olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 114, 1083-1093.
16. Boskou D. 2006. *Olive Oil Chemistry and Technology*. AOCS Press, Champaign, IL, 268 p.
17. Garcia A, Brenes M, Romero C. 2002. Study of phenolic compounds in virgin olive oils of the Picual variety. *Eur. Food Res. Technol.*, 215, 407-412.
18. Gómez-Alonso S, Salvador MD, Fregapane G. 2002. Phenolic compounds profile of cornicabra virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.*, 50 (23), 6812-6817.
19. Aparicio R, Luna G. 2002. Characterization of monovarietal virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104, 614-627.
20. Ocañoğlu D, Tokatlı F, Ozen B, Korel F. 2009. Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years. *Food Chem.*, 113, 401-410.
21. Garcia A, Brenes M, Martinez F, Alba J, Garcia P, Garrido A. 2001. High performance liquid chromatography evaluation of phenols in virgin olive oil during extraction at laboratory and industrial scale. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 78, 625-629.
22. Brenes M, Hidalgo FJ, Garcia A, Rios JJ, Garcia P, Zamora R, Garrido A. 2000. Pinoresinol and 1-acetoxypinoresinol, two new phenolic compounds identified in olive oil. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 77, 715-720.
23. Romani A, Pine P, Mulinacci N, Galardi C, Vincieri FF, Liberatore L, Cichejli A. 2001. HPLC and HRGC analyses of polyphenols and secoiridoid in olive oil. *Chromatographia*, 53, 279-284.