

Zeytincilik Araştırma İstasyonu Adına

Sahibi

Dr. Seyfi ÖZİŞİK
(Müdür)

Yazı İşleri Müdürü

Mehmet ULAŞ

Yayın Kurulu

Özgür DURSUN
M.Kerem SAVRAN
Öznur ÇETİN
Ferişte ÖZTÜRK GÜNGÖR
Mehmet ULAŞ
Didar SEVİM
Mehmet HAKAN
İlhan ÖZKARAKAŞ

*Zeytincilik Araştırma İstasyonu
Yayıdır.*

Türkçe Olarak Altı Ayda Bir Yayınlanır.

Yazışma Adresi

Zeytincilik Araştırma
İstasyonu Müdürlüğü
Üniversite cad. no:43 35100 Bornova /İZMİR

Telefon

0 232 462 70 73
0 232 462 70 74

Web Adresi

www.zae.gov.tr

Elektronik Posta

posta@zae.gov.tr, zeytinbilimi@gmail.com

Baskı

Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri
87 Sk. No.4/B Bornova-İzmir
0 232 343 64 54
metabasim@gmail.com
Basım Tarihi:09.01.2012

*Derginin tüm yayın hakları Zeytincilik Araştırma
İstasyonu Müdürlüğüne aittir. Kaynak gösterilmesi
koşuluyla alıntı yapılabilir.*

Zeytin Bilimi Dergisi Yayın İlkeleri

Zeytin Bilimi dergisi Zeytincilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü tarafından yılda 2 defa çıkarılacak olan tarımsal içerikli makalelerin yayınlanacağı bir dergidir. Bu dergide Zeytin Tarımı ve Zeytin Ürünleri Teknolojilerini içeren *tarımsal konularda* araştırma ve derleme makaleler yayınlanacaktır.

1. Yayınlanacak olan makaleler başka hiçbir yerde yayınlanmamış olacaktır.
2. Yayınlanan her makalenin sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
3. Gönderilen makale yayın kurulunca incelenerek, değerlendirilmesi için hakemlere gönderilecektir. Hakemlerce yayınlanmaya değer bulunan makaleler yayınlanacaktır.
4. Gönderilen makaleler yayınlansın veya yayınlanmasın geri verilmeyecektir.
5. Hazırlanan makalenin bir kopyası yazışma adresine gönderilecektir.
6. Yayın Kurulu gerekli gördüğü takdirde makalede kısaltma ve düzeltme yapabilecektir.
7. Yayınlanan yazılardan dolayı yazar(lar)a telif hakkı ödenmeyecektir.
8. Yayınlanan makalenin yazar(lar)ına 2 adet dergi gönderilecektir.

Bu Sayının Yayın Danışmanları

(İsimler Unvanlarına göre Alfabetik sıra ile yazılmıştır.)

Prof. Dr. Delya SPONZA
Prof. Dr. Dilek BOYACIOĞLU
Prof. Dr. Mehmet Eşref İRGET
Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU
Prof. Dr. Nesrin ASTAM YILDIZ
Prof. Dr. Ufuk ALKAN
Prof. Dr. Yaşar HIŞİL
Doç. Dr. Belgin BOYAT
Doç. Dr. Rafet ASLANTAŞ
Yrd. Doç. Dr. Aslı YORULMAZ

Farklı Bileşimlerde Bor, Azot ve Potasyumlu Yaprak Gübrelерinin Domat Zeytin Çeşidinde Çiçek Tozu Canlılığı, Çimlenmesi ve Meyve Tutumu Üzerine Etkileri

The Effect of Foliar Application Boron, Nitrogen and Potassium at Different Combinations on Pollen Viability, Germination and Fruit Set in Domat Olive Cultivar

Nihal ACARSOY¹, Nevin ERYÜCE², Adalet MISIRLI¹, Özlem GÜRBÜZ KILIÇ³, Hayrettin KILIÇ⁴, Ertuğrul ARDA⁵

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

³Celal Bayar Üniversitesi Akhisar Meslek Yüksek Okulu

⁴Ege Üniversitesi Menemen Araştırma Uygulama ve Üretim Çiftliği

⁵Ege Üniversitesi Mordoğan Deneme Araştırma ve Uygulama İstasyonu

Geliş tarihi: 18.11.2011

Kabul tarihi: 05.12.2011

Özet

Meyve tutumu, meyve üretiminde en önemli aşamalardan biridir. Bu süreçte çiçek tozlarının canlılığı ve çimlenmesi önem taşımaktadır. Yaprak besin elementi uygulamaları çiçek tozu canlılığı, çimlenmesi ve meyve tutumunda etkili olmaktadır. Bu noktadan hareketle, Domat zeytin çeşidinde iki yıl yürütülen çalışmada, biri borik asit, diğeri de sıvı olmak üzere, iki farklı borlu gübre, üre ve potasyum nitrat (KNO₃) ile farklı birleşimlerde yaprakdan uygulanmış, çiçek tozu canlılığı, çimlenmesi ve meyve tutumuna etkileri araştırılmıştır.

Çiçek tozu canlılık oranı bakımından dolu ürün yılında, sadece “sıvı bor + üre + KNO₃” uygulaması en yüksek değer verirken, boş ürün yılında tüm uygulamalarda kontrol grubuna göre yüksek değerler tespit edilmiştir. Her iki yılda da çiçek tozu çimlenme gücü bakımından en yüksek değerler aynı uygulama ile elde edilmiştir. Meyve tutumu üzerinde genellikle üre ve borik asit ya da borlu sıvı gübrenin tekli uygulaması etkili bulunmuştur. Ayrıca “sıvı bor + üre + KNO₃” uygulamasında boş ürün yılında meyve tutumu da kontrole nazaran yüksek bulunmuştur. Diğer yandan, boş ürün yılında, genellikle uygulamaların kontrole göre her üç parametre üzerinde olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Zeytin, bor, üre, KNO₃, çiçektozu, meyve tutumu

Abstract

Fruit set is one of the most important stages in fruit production. The viability and germination of pollen are of great importance at this development. Leaf nutrient treatments effect on viability and germination of pollen and fruit set. Taking into account this situation, in the current study, the effects of different leaf applications combinations of boron as liquid and solid forms with urea and KNO₃ were investigated on the viability and germination of pollen and fruit set on Domat olive cultivar during two years.

The highest pollen viability was obtained only in the “liquid boron fertilizer + urea + KNO₃” application in the on year, whereas all applications had the highest value than the control in the off year. The highest pollen germination was determined in the same application for two years. Single applications of urea, boric acid and liquid boron fertilizers were found to be effective on fruit set, in general. Additionally, the same application was over the control in the off year in terms of fruit set. On the other hand, it was stated that all of the applications affected positively investigated parameters comparing to the control in the off year.

Keywords: Olive, boron, urea, KNO₃, pollen, fruit set

Giriş

Yetiştiricilikte yüksek verim, üretim hedefleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Sert çekirdekli meyve türlerinde meyve tutumu için dölleme gereklidir. Ürün elde edilmesinde bitkinin yeterli miktar ve kalitede çiçek tozu üretme kapasitesi önem taşımaktadır. Çiçek tozu kalitesi çiçek tozu canlılığı ve çimlenme gücü ile karakterize edilmektedir (Cuevas ve Polito, 2004). Zeng-Yu Wang ve ark. (2004) tarafından işaret edildiği üzere, çiçek tozu fizyolojisi, özellikle çimlenme ve canlılığı, bitki ıslahı ve adaptasyon açısından önem taşımaktadır (Khan ve Perveen, 2006; Pinillos ve Cuevas, 2008).

Meyve tutumunda makro ve mikro besin elementleri önemli bir rol oynamaktadır (Khayyat ve ark. (2007). Bu bağlamda, çiçek tozu çim borusunun gelişiminde potasyumun önemine dikkat çekilmektedir (Terena ve Hepler, 2003). Potasyum çiçeklenme ve meyve oluşumu açısından önem taşıyan bir besin elementidir. Yapraktan KNO₃ uygulamalarının zeytinde verim üzerinde olumlu etki yaptığı belirtilmektedir (Inglese ve ark. 2002). Diğer taraftan bor, bitki gelişimindeki etkisi nedeniyle önemli mikro besin elementlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Khayyat ve ark. 2007). Nitekim, çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi üzerinde bor uygulamasının etkileri ortaya konmuştur (Nyomora ve ark. 2000).

Meyve ağaçlarında, yaprak bor uygulamaları verim artışı bakımından etkili olup çiçeklere bor temini açısından geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Brown, 2001). Ayrıca, bu uygulamalar materyalin homojen dağılımı ve düşük uygulama konsantrasyonu nedeniyle tercih edilmektedir (Khayyat ve ark. 2007).

Meyve türlerinde generatif gelişme aşamasında yeterli miktarda bora gereksinim duyulmaktadır ve bu ihtiyaç vegetatif döneme göre daha yüksek düzeydedir. Açıklanan durumun bor noksanlığının meyve ve tohum tutumu azalmasının bir göstergesi olabileceğine işaret edilmekte ve bor yetersizliği, genellikle, meyve tutumunun azalması ile gözlenmektedir (Nyomora ve ark. 1997). Böylece, bu gelişme döneminde yapılan yaprak bor

uygulamaları çoğunlukla meyve tutumu ve verim artışına yol açmaktadır (Khayyat ve ark. 2007).

Farklı araştırmacılar tarafından *Prunus*, *Malus* ve *Pyrus* cinslerine dahil türlerde yüksek meyve tutumu ve verim elde edilmesi amacıyla tomurcuk ve çiçeklerin bor konsantrasyonunun artırılmasında yaprak bor uygulamalarının etkili olduğu ifade edilmektedir (Brown ve Shelp, 1997; Lee ve ark., 2009; Hanson ve Breen, 1985). Antepfistığında anthesisten önce yaprak bor uygulamasının çiçek tozu çimlenme oranını arttırdığına ve verimin de kontrole göre %20 oranında artış gösterdiğine dikkat çekilerek, borun tozlanma ve dölleme aşamalarında önemli olduğu vurgulanmaktadır (Brown, 2001). Badem ağaçlarına bor uygulaması çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu gelişiminin artışına yol açmıştır (Nyomora ve ark. 2000). Drake badem çeşidinde kontrol bitkilerine göre in vivo koşullardaki bor dozunun artışına (250 ppm, 500 ppm) paralel olarak çiçek tozu canlılık ve çimlenme oranları yükselirken, Nonpareil çeşidindeki bor uygulamaları ise çiçek tozu canlılığını azaltmıştır. Diğer taraftan, in vivo koşullardaki bor uygulaması da çiçek tozu çimlenme oranında artışa yol açmıştır. Benzer şekilde, Aprikoz ve Precoce de Thyrinte kayısı çeşitlerinde, in vivo koşullarda yapılan bor uygulaması çiçek tozu kalitesinin yükselmesinde etkili olmuştur (Kızıldemir, 2006). Armut ağaçlarında hasat sonrasında yapılan yaprak bor uygulaması sonucunda tomurcukların bor akümüasyonu, müteakip yılda çiçektozu kalitesi ve kantitesi üzerinde olumlu etki ortaya çıkarmıştır (Lee ve ark., 2009).

Zeytin çeşitlerinde düşük meyve tutumu yaygın bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, generatif organların gelişimi ve morfolojisi konusunda çalışmalar yoğunlaşmakta olup çiçek tozu canlılığı, çimlenmesi, çim borusu gelişimi ve meyve tutumu gibi kriterlerin önemine dikkat çekilmektedir (Ateyyeh ve ark., 2000).

Zeytin yetiştiriciliğinde yaprak bor uygulamaları fenoloji, verim, yağ kalitesi, sürgün gelişimi, taç hacmi, meyve tutumu ve dolayısıyla verim üzerine etkinliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Larbi ve ark., 2008; El Khawaga, 2003). Zeytinde anthesisten hemen önce yaprak bor uygulamasının

tam çiçek/eksik çiçek oranını önemli ölçüde değiştirdiği, meyve tutumunu arttırdığı ve paralelinde yüksek ürün elde edildiği belirtilmektedir (Brown, 2001).

Kumlu topraklarda yapılan yetiştiricilikte, besin elementi noksanlığı nedeniyle ürün kayıpları ortaya çıkmaktadır (Desoukaye ve ark. 2009; El Khawaga, 2007). Bu bağlamda, 12 yaşlı Arbequina, Bouteillan ve Koroneiki zeytin çeşitlerinde ağaçlara 5, 50 ve 100 ppm borik asit (%33.5 B) uygulamalarının meyve tutumunu arttırdığı belirtilmektedir (Desoukaye ve ark. 2009).

Kamal (2000) tarafından bildirildiğine göre, Manzanillo ve Picual zeytin çeşitlerinde %0.3 ve 0.5 boraks uygulaması ile meyve tutumunda artış kaydedilmiştir (Desoukaye ve ark. 2009). Manzanillo zeytin ağaçlarına %0,5 üre içeren makro ve %0,05 borik asit içeren mikro besin elementi karışımları uygulandığında çiçek, verim ve ortalama meyve ağırlığı her iki besin elementi karışımında kontrol uygulamasına göre artış göstermiştir (El Khawaga, 2007). Aynı çeşitte, çiçeklenme öncesi yaprak bor uygulamalarının meyve tutumunu arttırdığı, ancak çiçek tozu çimlenmesi üzerine uygulamanın etkisi olmadığı gözlenmiştir (Perica ve ark. 2001). Gemlik zeytin çeşidinde çiçeklenmeden üç hafta önce yapılan uygulamalardan (250 ppm, 500 ppm ve 750 ppm) 250 ppm ve 500 ppm bor konsantrasyonlarının meyve tutumunu kontrol uygulamasına göre %50 oranında arttırdığı ifade edilmektedir (Gündesli, 2005).

Meyve tutumu, meyve üretiminde en önemli aşamalardan biridir ve başarılı bir tozlanmaya bağlıdır. Tohumlu bitkilerde çiçek tozları mikrogametlerdir ve çoğalmadaki rolü nedeniyle bitki ıslahı ve tozlama çalışmalarında çiçek tozlarının çimlenmesi ve canlılığının değerlendirilmesi gerekmektedir (Pinillos ve Cuevas, 2008). Çim borusu gelişiminin ürün elde edilmesi bakımından önemi nedeni ile in vitro çimlenme ve canlılık testleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Erel ve ark., (2008), Cimato ve ark., (1990)'a atfen zeytinde azot uygulamasının meyve tutumu üzerinde olumlu etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, ürenin azot kaynağı olmasının yanı sıra

organik yapıya sahip bulunması nedeniyle diğer besin elementlerinin yapraktan alınmasını kolaylaştırdığı da yaygın pratik bilgiler arasında yer almaktadır.

Farklı zeytin çeşitlerinde çiçek tozlarının canlılık ve çimlenme durumunun belirlenmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Cirik, 1988; Ferri ve ark., 2008; Mehri ve ark., 2003; Palasciano ve ark., 2008; Reale ve ark. 2006).

Bitkiler kök üstü organları, özellikle yapraklarıyla da besin elementlerini alarak kullanma özelliğindedirler. Topraktan alınmalarının sınırlandığı ve gereksinimlerinin yüksek olduğu dönemlerde bu uygulamalar daha da önem taşımaktadır. Ancak, sözü edilen sorunları çözmek üzere uygulanan gübrelerin etkileri, çeşitli nedenlerle, beklenenden farklı olabilmektedir. Uygulamalardan daha etkin sonuçlar alabilmek amacıyla gübrelerin farklı form ve karışımlarda uygulanması konusunda çalışmalar yürütülmektedir. Azotun üre formunda püskürtülmesiyle kütin tabakasının geçirgenliğini arttırarak difüzyon koşullarını iyileştirdiği ve alınmasının yüksek olduğu, potasyumun da kolay absorbe edildiği, her ikisinin de bitkideki mobiliteilerinin yüksek bulunduğu, borun bitkide immobil bulunduğu rapor edilmektedir (Kacar ve Katkat, 2006).

Bu çalışmada, sofralık olarak değerlendirilen Domat zeytin çeşidinde borik asit ve 150 g L⁻¹ bor kapsayan sıvı formdaki iki ayrı borlu gübrenin yanında üre ve KNO₃'ün de yer aldığı farklı karışımları yapraktan uygulayarak çiçek tozlarının canlılığı ve çimlenmesi ile meyve tutumu üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Deneme 2008-2009 yıllarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yürütülmüştür. İlk yıl dolu, ikinci yıl ise boş dönemleri temsil etmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi deneme alanını temsil eden toprak kumlu tın bünyede, hafif alkalın, organik maddece fakir, kireççe zengin, tuz yönünden sorunsuzdur. Yeterli miktarda azot ve fosfor kapsamakta, potasyum değeri düşük bulunmaktadır (Kacar, 2009).

Çizelge 1. Deneme toprağının analiz sonuçları

pH	Tuz (%)	CaCO ₃ (%)	Bünye	O.M (%)	Top. N (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)
7,73	0,072	5,54	Kumlu Tınlı	1,213	0,16	9,16	180

Materyal

Denemede dikim aralığı 6m X 6m olan ve 1986 yılında tesis edilmiş olan Domat zeytin çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşidin orijini Akhisar/ Manisa'dır. Erken verime yatar. Meyveleri orta-iri ve silindiriklidir. İyi bakım koşullarında verimi yüksektir. Yeşil sofralık olarak değerlendirilen önemli çeşitlerden biri olup, genellikle yeşil salamura ve dolgulu zeytin şeklinde işlenir (Canözer, 1991).

Metot

Her iki deneme yılında, erken ilkbaharda ağaç başına 270'er gram N, P₂O₅ ve K₂O isabet edecek şekilde 15:15:15 uygulanmış, Ağustos ve Eylül aylarında zeytin sineği mücadelesi amacıyla ilaçlama yapılmıştır.

Uygulamalar, çiçeklenme öncesi dönemde (27 Mart 2008 ve 01 Nisan 2009), yapraktan verilen kontrolün de yer aldığı dokuz ayrı karışımdan oluşmuştur. Bu işlemler üre ile KNO₃'ün yanında, biri borik asit diğeri sıvı formda bor içeren iki ayrı bor kaynağı ile her ağaca 10 L gelecek şekilde hazırlanan ve 10 g yayıcı-yapıştırıcı eklenen çözeltilerin püskürtülmesiyle gerçekleştirilmiştir.

Her tekrarın bir ağaçla temsil edildiği ve uygulamaların arasında meydana gelebilecek etkileşimi engellemek için aralarında rant olarak birer adet ağaç bırakılan deneme, Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre düzenlenerek, beş tekrarlamalı yürütülmüş, yaprak gübresi konuları aşağıda verildiği şekilde hazırlanmıştır:

1-Kontrol, 2-Üre, 3-Üre+KNO₃, 4-Borik Asit, 5-Sıvı Bor, 6-Borik Asit+Üre, 7-Sıvı Bor+Üre, 8-Borik Asit+Üre+KNO₃, 9-Sıvı Bor+Üre+KNO₃

Anılan gübre karışımları ağaç başına 10 g üre, 50 g KNO₃, 12 g borik asit, 10.75 ml borlu sıvı gübre kullanılarak hazırlanmıştır. İki ayrı bor kayna-

ğından borik asit 330 g da⁻¹, sıvı olan ve 150 g L⁻¹ (%11,0 w/w) bor içeren gübreden de 300 ml da⁻¹ hesabıyla uygulanmış, buna göre her ağaca borik asitle 2.1 g, sıvı gübreyle de 1,6 g bor verilmiştir. Açıklanan miktarlar genel önerilere dayanılarak belirlenmiştir.

İncelenen parametreler ilk yıl beş tekrarlamının tamamında, ikinci yıl ise, ilk yıl tekrarları arasındaki farkın önemsiz çıkması nedeniyle, üç tekrarda yürütülmüştür.

Çiçek tozu canlılık ve çimlendirme testleri

Çiçek tozlarının elde edilmesinde kâğıt keseler kullanılmıştır (Mete, 2009). Bu amaçla keseler çiçek tozu alınacak sürgünlere geçirilmiş ve elde edilen çiçek tozları elenerek, derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Çiçek tozlarının canlılık düzeylerini belirlemek amacıyla 2, 3, 5 Triphenyl Tetrazolium Chlorid (TTC) testi kullanılmıştır (Norton, 1966). Çiçek tozlarının boyanması esasına dayanan bu testte kırmızı çiçek tozları canlı olarak kabul edilmiştir. Çiçek tozu çimlendirme testinde agar-petri yönteminde % 15 sakkaroz + % 1 agar + 100 ppm borik asit ortamı kullanılmıştır (Mete, 2009).

Meyve tutumu

Meyve tutumunun belirlenmesi amacıyla, anterler ve taç yapraklar döküldükten sonra, tam çiçek sayımları yapılmıştır. Farklı uygulamalardaki meyve sayımları tam çiçeklenmeden yaklaşık 5 ay sonra yapılarak, meyve tutum oranı hesaplanmıştır (Mete, 2009).

Verilerin değerlendirilmesi

Çiçek tozu canlılık, çimlendirme ve meyve tutumundan elde edilen veriler SPSS paket programına göre değerlendirme yapılmış ve % değerlerin ista-

tistiksel analizinde açılı transformasyonu uygulanmıştır (Kalıpsız, 1994).

Bulgular ve Tartışma

Çiçek tozu canlılık testi

Domat zeytin çeşidinde, TTC canlılık testinde, her iki deneme yılında da çiçek tozu canlılık oranları bakımından uygulamalar arasında, istatistiksel olarak $p < 0,01$ önem düzeyinde farklılık ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Denemenin ilk yılında çiçek tozu canlılığı %74,20-92,20 sınırlarında değişim göstermiştir. Buna göre, canlılık oranı en yüksek çiçek tozları “sıvı bor + üre + KNO_3 ” uygulamasından elde edilmiştir. İkinci yılda, “sıvı bor + üre” uygulaması %91,60 canlılık ile en yüksek değere sahip olmuştur. “Sıvı bor + üre + KNO_3 ” uygulaması % 89,40 ile ikinci sırada yer almıştır. Her iki yılda da “sıvı bor + üre + KNO_3 ” uygulaması yapılan ağaçlardan elde edilen çiçek tozlarının büyük çoğunluğunun canlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmayı destekler biçimde, farklı zeytin çeşitlerinde çiçek tozu canlılık oranının %25.9 (Koroneiki) - %85 (Zard) sınırlarında değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Azimi ve ark. 2008). Dolu dönemi temsil eden birinci yılda sadece “sıvı bor + üre + KNO_3 ” uygulaması kontrole göre daha yüksek canlılık oranı vermişken, boş ürün yılında tüm uygulamalarda kontrol grubuna göre daha yüksek değerler elde edilmesi dikkat çekici bulunmuştur. Bu bulguyu destekler biçimde, Robbertse ve ark., (1990) tarafından bildirildiğine göre bor uygulaması çiçek tozu canlılığını yükseltmiş, diğer taraftan Arbequina çeşidinde ise uygulamanın etkisiz olduğu görülmüştür (Larbi, ve ark., 2011).

Bu çalışmada Domat zeytin çeşidinde kontrol ve farklı uygulamalarda tespit edilen canlılık düzeylerinin yıllara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Aynı çeşit için Bornova, koşullarında iki yıla ait canlılık oranı %44.30 ve %76.70 olarak saptanmıştır (Mete, 2009). Benzer durum, Arbequina zeytin çeşidi klonları için de belirtilmektedir (Rovira ve Tous, 2002). Melezleme ıslah programından elde edilen bireyler ve çeşitlerde çiçek tozu canlılık oranının yıllar arasında önemli farklılık gösterdiği belirtilmektedir. Anılan özelli-

ğin yıllara göre değişiminde, genetik ve çevresel koşulların da etkili olabileceği ifade edilmektedir (Ferri ve ark. 2008).

Çizelge 2. Domat zeytin çeşidinde çiçek tozu canlılık oranları (%)

Uygulamalar	Çiçek tozu canlılık oranları			
	2008	*	2009	*
Kontrol	90,60	1,26 ab	82,20	1,13 d
Üre	74,20	1,04 e	85,40	1,18 cd
Üre+ KNO_3	85,40	1,18 bcd	83,80	1,15 cd
Borik Asit	88,80	1,24 ab	84,60	1,17 cd
Sıvı Bor	81,00	1,12 cde	85,40	1,18 cd
Borik Asit+Üre	87,00	1,20 abc	87,00	1,20 bc
Sıvı Bor+Üre	81,00	1,12 cde	91,60	1,27 a
Borik Asit+Üre+ KNO_3	79,60	1,10 de	82,60	1,14 d
Sıvı Bor+Üre+ KNO_3	92,20	1,29 a	89,40	1,24 ab
LSD	6,67 **	0,09 **	4,08**	0,06**

* Verilere açılı transformasyonu uygulanmıştır.

Çiçek tozu çimlenme testi

Domat zeytin çeşidinde uygulama yapılan ağaçlardan elde edilen çiçek tozları ile agar petri yöntemine göre yapılan çimlendirme testinde belirlenen çimlenme oranları Çizelge 3’de yer almaktadır. Her iki yılda yapılan çimlendirme testinde, uygulamalar arasında çimlenme oranları bakımından ortaya çıkan farklılık istatistiki açıdan $p < 0,01$ düzeyinde önem taşımaktadır.

Denemenin birinci yılında, en yüksek çiçek tozu çimlenme oranı “sıvı bor + üre + KNO_3 ” (%52,80), en düşük çimlenme oranı ise “sıvı bor” (%34,00) uygulamasında bulunmuştur. İkinci yılda da, ilk yıla benzer şekilde, aynı uygulamanın yapıldığı ağaçların çiçek tozlarında en yüksek çimlenme oranına ulaşılmıştır (%41,80). Bornova koşullarında yürütülen benzer bir araştırmada, Domat çeşidi çiçek tozlarının bu çalışmadaki yöntemle incelenmesi sonucunda, çimlenme oranları iki yıl için %20.26 ve %67.91 bulunmuştur (Mete, 2009). Aynı çeşidin Kemalpaşa koşullarında 3 yıllık ortalamaya göre çiçek tozu çimlenme oranı %25,15 olarak tespit edilmiştir (Cirik, 1988).

Uygulamalara ait çiçek tozu çimlenme oranları yıllara göre farklılık göstermiştir. Çimlenme oranı

bakımından dolu dönemi temsil eden birinci yıla ait değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, çimlenme oranlarının çeşit, yıl ve ekolojiye göre farklılıklar göstermesinden kaynaklanabilmektedir (Cirik, 1988; Ferri ve ark., 2008).

Yaprak uygulamaları çoğunlukla çiçek tozu çimlenme oranını arttırmakla birlikte, ilk yılda “sıvı bor”, “borik asit + üre + KNO₃”; ikinci yılda “üre + KNO₃”, “borik asit” ve “borik asit + üre + KNO₃” uygulamalarında kontrole göre artış ortaya çıkmadığı belirlenmiştir. Araştırmacıların da benzer şekilde, yaprak uygulamalarının her iki yönde etki yaptığını gösteren bulgular elde ettiğine tanık olunmaktadır. Benzer şekilde, bor uygulamasının çiçek tozu çimlenmesi üzerindeki olumlu etkilerini rapor edilirken (Nyomora ve ark., 2000; Larbi ve ark., 2011), diğer taraftan, Perica ve ark. (2001) aksi yönde bulgular vermiştir.

Çizelge 3. Domat zeytin çeşidinde çiçek tozu çimlenme oranları (%)

Uygulamalar	Çiçek tozu çimlenme oranları			
	2008	*	2009	*
Kontrol	41,20	0,69 bcd	32,60	0,60 cd
Üre	42,40	0,71 bc	33,20	0,61 bcd
Üre+KNO ₃	44,60	0,73 bc	29,40	0,57 d
Borik Asit	47,60	0,76 ab	31,80	0,59 cd
Sıvı Bor	34,00	0,62 d	38,00	0,63 bc
Borik Asit+Üre	45,00	0,73 bc	37,80	0,66 ab
Sıvı Bor+Üre	47,60	0,76 ab	40,40	0,68 a
Borik Asit+Üre+KNO ₃	39,20	0,67 cd	31,00	0,59 cd
Sıvı Bor+Üre+KNO ₃	52,80	0,81 a	41,80	0,70 a
LSD	7,62 **	0,07**	4,57 **	0,04 **

* Verilere açı transformasyonu uygulanmıştır.

Meyve tutumu

Domat zeytin çeşidinde iki yıl yapılan uygulamalar sonucunda meyve tutumu bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4). Bununla beraber, ilk yılda, “borik asit”, “üre” ve “sıvı bor” uygulamalarında “kontrol”e göre daha yüksek meyve tutumu elde edilmiştir. En yüksek değer %8,56 ile “borik asit” uygulamasında bulunmuştur. İkinci yılda en yüksek meyve tutumu %4,51 ile “sıvı bor + üre” uygulamasında görülür-

ken “sıvı bor + üre + KNO₃” ve üre uygulamaları % 3,99 ile ikinci sırada yer almıştır.

Farklı uygulamaların yapıldığı Domat çeşidinde meyve tutum oranı yıllara göre farklılık göstermekte olup, dolu ürün dönemini temsil eden ilk yıl daha yüksek değerler elde edilmiştir. Açıklanan bulguları destekler biçimde, Manzanilla zeytin çeşidinde iki yıl yapılan yaprak bor uygulamalarının meyve tutumuna etkisinin yıllara bağlı olarak farklılık gösterdiği belirtilmektedir (Perica ve ark. 2001). Diğer yandan, dolu ürün yılıyla karşılaştırıldığında, boş ürün yılında, uygulamalar çoğunlukla kontrole göre olumlu etki göstermiştir. Arbequina (Larbi ve ark. 2008) ve Manzanilla (Perica ve ark. 2001) zeytin çeşitlerinde benzer bulgular elde edildiği ve ürünsüz yılda meyve tutumunun bor uygulamalarından daha yüksek oranda etkilendiği bildirilmektedir.

Domat zeytin çeşidinde yapılan incelemede, çiçek tozlarının canlılık ve çimlenmesi ile meyve tutum oranı birlikte değerlendirildiğinde, “sıvı bor + üre + KNO₃” uygulamasında boş ürün yılında incelenen özellikler açısından artış kaydedilmiştir. Diğer yandan üre ve borun teksel olarak verildiği uygulamalarda her iki yılda da kontrole nazaran daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu bağlamda borik asit ya da sıvı bor gübresinin diğer gübrelere karıştırılmadan yapraklara püskürtülmesinin daha etkin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu konuda, farklı meyve türlerinde meyve tutumu ve verimin artırılmasında yaprak bor uygulamalarının etkili olduğuna işaret edilmektedir (Brown ve Shelp, 1997; Lee ve ark. 2009). Benzer şekilde, kumlu topraklarda yetiştirilen zeytin çeşitlerinde ciddi bir sorun olarak ortaya çıkan verim düşüklüğünün önlenmesi amacıyla ağaçlara iki deneme yılında 5, 50 ve 100 ppm borik asit (%33,5 B) uygulamaları sonucunda, meyve tutumunun Arbequina, Bouteillan ve Koroneiki çeşitlerinde kontrole göre artış gösterdiği bildirilmektedir (Desoukaye ve ark. 2009). Ayrıca, Manzanillo zeytin çeşidinde iki yıl çiçeklenme öncesi yaprak bor uygulamalarının meyve tutumunu arttırdığı ifade edilmektedir (Perica ve ark, 2001).

Bu araştırmada, Domat zeytin çeşidinde, yüksek meyve tutumunun elde edildiği uygulamalarda iek tozu canlılık ve çimlenme oranı paralellik göstermemiştir. Sözü edilen sonuçları destekler biçimde, meyve tutumunun kontrolü açısından yaygın olarak kullanılan in vitro testlerde, çiçektozu çimlenmesi ve meyve tutumu arasında korelasyon bulunmadığı belirtilmektedir (Polito ve Luza, 1988). Uygulamalarda iek tozu çimlenme oranı kontrole göre artış göstermemekle beraber, anılan değerin %30'un üzerinde yer alması iek tozlarının fonksiyonel durumda olduğunu göstermektedir (Dokuzoğuz, 1964; Dafni ve Firmage, 2000). Açıklanan görüşü destekler biçimde, Shivanna ve Johri (1985) tarafından birçok türde in vitro çimlenme oranının in vivo koşullarda tozlanmayı takiben iek ve meyve tutum yeteneği ile yakından bağlantılı olduğundan söz edilmektedir (Pinillos ve Cuevas, 2008).

Çizelge 4. Domat zeytin çeşidinde meyve tutum oranları (%)

Uygulamalar	Meyve tutum oranları			
	2008	*	2009	*
Kontrol	6,99	0,26	3,04	0,17
Üre	8,41	0,29	3,99	0,19
Üre+KNO ₃	6,41	0,25	3,60	0,18
Borik Asit	8,56	0,29	3,23	0,18
Sıvı Bor	7,20	0,26	3,96	0,19
Borik Asit+re	6,70	0,26	3,84	0,19
Sıvı Bor+re	6,70	0,26	4,51	0,20
Borik Asit+re+KNO ₃	6,07	0,24	2,81	0,16
Sıvı Bor+re+KNO ₃	6,16	0,24	3,99	0,20
LSD	2,19	0,04d	1,69	0,04d

* Verilere aı transformasyonu uygulanmıştır.

Domat zeytin çeşidinde bor uygulamaları meyve tutumunu kontrole göre nispeten arttırmıştır. Bu durumun, uygulamalar ile iek tozlarının dişicik tepesinde çimlenmesi veya çiçektozu çim borusunun dişicik borusu dokusundaki gelişimini

etkilenmesinden kaynaklanabildiği düşünülmektedir (Desoukaye ve ark. 2009; Terena ve Hepler 2003). Benzer şekilde üre uygulaması da meyve tutumu üzerinde olumlu etki yapmıştır. Cimato, ve ark. (1990), zeytinde azot uygulamasının meyve tutumu üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu işaret etmektedirler (Erel ve ark. 2008). Yapraklara re, borik asit ya da sıvı bor gübresinin teksel uygulamalarının meyve tutumunu arttırıcı etkisinin yanında, boş ürün yılında ürenin her iki borlu gübreyle birlikte verilmesi de olumlu etki göstermiştir. Açıklanan bulgu, ürenin azot kaynağı olması dışında difüzyon koşullarını arttırması nedeniyle diğer besin elementlerinin yapraktan alınışını kolaylaştırdığı görüşünü doğrulamaktadır (Kacar ve Katkat, 2006).

Sonuç

Domat zeytin çeşidinde katı ve sıvı formdaki iki ayrı borlu gübrenin yanında üre ve KNO₃'in da yer aldığı, biri kontrol olan dokuz farklı karışımın yapraktan uygulamaları sonucunda iek tozlarının hem canlılık ve çimlenme gücü ve hem de meyve tutumu üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Deneme sonucunda "sıvı bor + re + KNO₃" uygulamasının, iek tozunda canlılık ve çimlenme gücünde en yüksek değerleri gösterdiği, boş ürün yılında meyve tutumunda da yüksek değer verdiği belirlenmiştir.

Genellikle re, borik asit ya da sıvı bor gübresinin diğer gübrelerle karıştırılmadan yapraklara püskürtülmesinin meyve tutumu üzerinde daha etkin olduğu ortaya çıkmıştır.

Deneme konusu olan genelde uygulamaların boş ürün yılında kontrole göre iek tozu canlılığı ve meyve tutumunu arttırması dikkat çekici bir bulgu olmuştur.

Kaynaklar

- Ateyyeh, A.F., Stösser, R., Qrunfleh, M., 2000. Reproductive biology of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar 'Nabali baladi. *Journal of Applied Botany*. 74: (5-6) 255-270.
- Azimi, M.D., Khosrov Shahli, M., Golmohammedi, M., 2008. Evaluation of Pollination and Choice of Suitable Pollinizer for Some Olive Cultivars in Tarom Region. *Pajouhesh & Sazandegi* No:79 pp: 160-168.
- Brown, P., 2001. Can boron correct transient nutrient deficiencies. *Fluid Journal*, S: 3.
- Brown, P.H., Shelp, B. J., 1997. Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, 193: 85–101.
- Canözer, Ö., 1991. Standard Zeytin Çesitleri Katalogu. Tarım ve Köyisleri Bakanlığı Yayınları. No: 334, Seri:16.
- Cirik, M.N., 1988. Farklı Ekolojide Bazı Zeytin Çesitlerinin Çiçek Tomurcuğu Gelişimi, Somak ve Çiçek Morfolojileri Üzerine Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi, Doktora Tezi. (yayınlanmamış).
- Cuevas, L., Polito, V.S., 2004. The Role of Staminate Flowers in the Breeding System of *Olea europaea* (*Oleaceae*): an Andromonoecious, Wind-pollinated Taxon *JU. Annals of Botany* 93: 547-553.
- Dafni, A., Firmage, D., 2000. Pollen viability and longevity: practical, ecological and evolutionary implications. *Plant System Evol.* 222:113-132.
- Desoukaye I.M., Haggag, L.F., Abd El –Migeed, M.M.M., Kishk, Y.F.M., El- Hady, E.S., 2009. Effect of Boron and Calcium Nutrients Sprays on Fruit Set, Oil Content and Oil Quality of Some Olive Oil Cultivars. *World Journal of Agriculture Sciences*, 5(2): 180-185.
- Dokuzoğuz, M., 1964. Bazı Önemli Armut Çesitlerinin Döllenme Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar. *Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, İzmir, Cilt 1, Sayı: 2, Sayfa: 68-83.
- El Khawaga, A.S., 2003. Effect of Girdling and Foliar Application of Some Nutrients on Growth, Flowering, Yield and Fruit Quality of Manzanillo Olive Trees Grown in Sandy Soil. *Journal of Agricultural of Science, Mansoura University*. 28 (3): 2124-2124.
- El Khawaga, A.S., 2007. Improving growth and productivity of Manzanillo olive trees with foliar application of some nutrients girdling under sandy soil. *Journal of Applied Sciences Research*. 3(9): 818-822.
- Erel R., Dag A., Ben-Gal A., Schwartz A., ve Yermiyahu U., 2008. Flowering and Fruit Set of Olive Trees in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(5):639–647. 2008.
- Ferri, A., Giordani, E., Padula, E. and Bellini, E., 2008, Viability and in vitro germinability of pollen grains of olive cultivars and advanced selections obtained in Italy. *Adv Hort. Sci.*, 22 (2):116–122.
- Gündesli, M., 2005. İlkbaharda Yapraktan Bor Uygulamasının Gemlik Zeytin Çesidinde Meyve Tutumu Üzerinde Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi.* (yayınlanmamış).
- Hanson, E.J., Bren, P.J., 1985. Effects of fall boron sprays and environmental factors on fruit set and boron accumulation "Italian" prune flowers. *J. Am. Soc. Hort. Sci* 110: 389-392.
- Inglese, P., Gullo, G., Pace, L.S., 2002. Fruit Growth and Olive Oil Quality in Relation to Foliar Nutrition and Time of Application. *Acta Hort.* 586: 507-509.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayınevi. 467 s.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2006. Bitki Besleme. Nobel Yayın No: 849. 593 s.
- Kalıpsız, A., 1994. İstatistik Yöntemler. İÜ. Orman Fakültesi, Üniversite yayın no: 3835, Fakülte yayın no: 427, İstanbul.
- Khan S.A., Perveen, A., 2006. Germination capacity of stored pollen of *Abelmoschus esculentus* L.(*Malvaceae*) and their maintenance. *Pak. J. Bot.*, 38 (2): 233-236.
- Khayyat M., Tafazoli, E., Eshghi, S., Rajaei, S., 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of date palm. *American Eurasian J. Agric & Environ. Sci.* 3: 289-296.
- Kızıldemir, M., 2006. Badem ve Kayısıda Bor Uygulamasının Döllenme Biyolojisi ve Meyve Tutumu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi.* (yayınlanmamış).
- Larbi, A., Gargouri, K., Ayadi, M., Dhiab, A., Msallem, M., 2011. Effect Of Foliar Boron Application On Growth, Reproduction, And Oil Quality Of Olive Trees Conducted Under A High Density Planting System. *Journal of Plant Nutrition*, 34:2083–2094.
- Lee Sang-Hyun; Wol-Soo Kim; Tae-Ho Han, 2009. Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). *Scientia Horticulturae*, 122: (1) 77-82.
- Mehri, H., Mehri - Kamoun, R., Msallem, M., Faidi, A., Polts, V., 2003. Reproductive behaviour of six olive cultivars as pollenizer of the self-incompatible olive cultivar Meski. *Adv. Hort. Sci* 17(1): 42–46.
- Mete, N., 2009. Bazı Zeytin Çesitlerinin Döllenme Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.* (yayınlanmamış).

- Norton, J.D., 1966, Testing of plum pollen viability with tetrazolium salts. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 132-4.
- Nyomora, A.M.S., Brown, P.H., Freeman, M., 1997. Foliar applied boron increases tissue boron concentration and nut set of almond. Amer. Soc. Hort. Sci, 122: 405-410.
- Nyomora, A.M.S., Brown, P.H., Pinney, K., Polito, V.S., 2000. Foliar application of boron to almond trees affects pollen quality. J. Am. Soc. Hort. Sci. 125: 265-270.
- Palasciano, M., Camposeo, S., Ferara, G., Godini, A., 2008. Pollen production by popular olive cultivar. Acta Hort. 791: 489-492.
- Perica, S., Brown, P.H., Connell, J.H., Nyomora, A.M.S., Dordas, C., Hu, H., Stangoulis James, C.R., 2001. Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive. HortScience, 36: 714-716.
- Pinillos, V., Cuevas, J., 2008. Standardization of the Fluorochromatic Reaction Test to Assess Pollen Viability. Biotechnic & Histochemistry 83(1):15-21.
- Polito, V.S., Luza J.G., 1988. Longevity of Pistacio Pollen Determined by in Vitro Germination. J. Am. Soc. Hort. Sci. 113 pp. 214-217.
- Reale, L., Sgromo, C., Bonofiglio, T., Orlandi, F., Fomaciari, M., Ferranti, F., Romano, B., 2006. Reproductive biology of olive (Olea europaea) DOP Umbria cultivars. Sexual Plant Reproduction 19: 151-161.
- Rovira, M., Tous, J., 2002. Pollen Viability in Several "Arbequina" Olive Oil Clones. Acta Hort. 586: 197-200.
- Terena, L., Holdaway-Clarke and Peter Hepler, K., 2003. Control of pollen tube growth: role of ion gradients and fluxes. New Phytologist 159: 539-563.

İLETİŞİM

Dr. Nihal Acarsoy
Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100, Bornova
E-posta: nihal.acarsoy@ege.edu.tr

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMALAR (ORIGINAL PAPERS)

Farklı Bileşimlerde Bor, Azot ve Potasyumlu Yaprak Gübrelereinin Domat Zeytin Çeşidinde Çiçek Tozu Canlılığı, Çimlenmesi ve Meyve Tutumu Üzerine Etkileri

The Effect of Foliar Application Boron, Nitrogen and Potassium at Different Combinations on Pollen Viability, Germination and Fruit Set in Domat Olive Cultivar

Nihal Acarsoy, Nevin Eryüce, Adalet Mısırlı, Özlem Gürbüz Kılıç, Hayrettin Kılıç, Ertuğrul Arda 49

İzmir-Kemalpaşa Sanayi Bölgesinde Ağır Metal Kirliliğinin Biyoindikatör Olarak Zeytin (*Olea europaea*) Bitkisi Kullanılarak Belirlenmesi

Determination of Heavy Metal Pollution by Using Olive Plant (*Olea europaea*) as a Bioindicator in Industrial Zone of İzmir-Kemalpaşa

Dilek ÜNAL, Şenol SERT, Nuray Olcay IŞIK, Ünal KAYA 59

DERLEME (REVIEW)

Sofralık Zeytinin Besin Ögeleri, Duyusal Karakterizasyonu ve İşleme Yöntemleri Arasındaki Etkileşimler

Interactions Between of Processing Methods, Sensory Properties and Nutrition Ingredients of Table Olives

Erkan SUSAMCI, Semih ÖTLEŞ, Şahnur IRMAK 65

Metaller ve Zeytinyağının Etkileşimi

Interaction of Olive Oil and Metals

Elif Burçin BÜYÜKGÖK, Semih ÖTLEŞ 75

İzmir-Kemalpaşa Sanayi Bölgesinde Ağır Metal Kirliliğinin Biyoindikatör Olarak Zeytin (*Olea europaea*) Bitkisi Kullanılarak Belirlenmesi

Determination of Heavy Metal Pollution by Using Olive Plant (*Olea europaea*) as a Bioindicator in Industrial Zone of İzmir-Kemalpaşa

Dilek ÜNAL¹, Şenol SERT², Nuray Olcay IŞIK², Ünal KAYA³

¹Bilecik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bilecik

²Ege Üniversitesi, Müh. Fak. Deri Müh. Bölümü, Bornova, İzmir

³Zeytincilik Araştırma İstasyonu, Bornova, İzmir

Geliş tarihi: 25.10.2011

Kabul tarihi: 02.12.2011

Özet

İzmir-Kemalpaşa sanayi bölgesinde yer alan fabrikalardan ve otoyol üzerinde seçilen 3 farklı bölgeden ve Kemalpaşa sanayi ve otoyol kenarından 7 km uzaklığında bulunan temiz alandan (kontrol) alınan zeytin (*Olea europaea*) yaprağı kullanılarak Cr, Pb, Zn, ve Cu konsantrasyonları belirlenmiştir. Zeytin bitkisinin yaprağındaki Cr, Zn, ve Pb konsantrasyonlarının kontrol grubunun yaprağındaki miktara göre yüksek, Cu konsantrasyonlarının ise sadece çimento fabrikası ve yol kenarındaki noktada düşük olduğu belirlenmiştir. Seçilen alanlarda en yüksek ağır metal kirliliği çimento fabrikası ve yol kenarındaki noktada, en düşük metal kirliliğinin ise kontrol grubu olarak seçilen noktada tespit edilmiştir. Sonuç olarak, zeytin bitkisi kara ekosistemlerindeki kirliliğin kısa vadeli değişimlerini gösterebildiğinden, çalışılan her dört metal elementinin izlenmesinde uygun bir biyoindikatör olduğu sonucu varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, izmir, ağır metal, kirlilik

Abstract

The accumulation of Chromium (Cr), Lead (Pb), Zinc (Zn) and Copper (Cu) and the changes in the accumulation pattern were determined by using olive (*Olea europea*) leaf samples collected from three locations near to the factories located in industrial zone of İzmir-Kemalpaşa and along highway and from the unpolluted area, where it was 7 km away from the industrial zone and the highway, accepted as the control. The concentration of Cr, Pb and Zn in olive leaves were found to be higher when compared to those of the control group, however, the concentration of Cu was found to be lower in the location near to the cement factory and the highway. The highest values of heavy metal pollution in selected areas were identified in the area near to cement factory and the roadside, whereas the lowest values were obtained in the point selected as the control area. The results of this study showed that olive plant reflected the short term changes of the pollution concluding that olive plant was an appropriate bioindicator in land ecosystems.

Keywords: Olive, İzmir, heavy metal, pollution

Giriş

Son yıllarda, çevresel problemler tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de günlük yaşam problemleri arasında yer almaktadır. Ormanların yok edilmesinden kaynaklanan erozyon, çarpık kentleşme, yeşil alanların azalması, trafik, endüstride kullanılan kimyasallar ile toprağın, tatlı

ve tuzlu suların kirlenmesi sadece Türkiye’de değil tüm dünyada çözümü araştırılan problemlerden bazılarıdır. Ülkemizde son yıllarda giderek artan problemlerin başında ise ağır metal iyonlarından kaynaklanan toprak ve su kirliliği gelmektedir.

Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³ ten daha yüksek olan me-

taller için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60 tan fazla metal dahildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşikler olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar. Her ne kadar metallerin yoğunluk değerlerinden hareketle ekolojik sistem üzerindeki etkileri tanımlanmaya/gruplandırılmaya çalışılıyorsa da gerçekte metallerin yoğunluk değerleri onların biyolojik etkilerini tanımlamaktan çok uzaktadır.

Biyomonitöring, biyoindikatör, organizmada biriken elementlerin kompozisyonunu, birikme yollarını, atmosferik veya toprak kökenli olup olmadıklarını ve lokal veya bölgesel dağılım şekillerini belirlemeyi olanaklı kılar (Loppi ve ark. 1999; Dillman, 1996; Baslar ve ark. 2009). Ayrıca, atmosferik kirlenmenin izlenmesi ve kontrolü açısından ucuz ve pratik bir yöntemdir. Kırsal sistemlerde ağır metal kirlilik düzeylerinin belirlenmesinde çeşitli bitkiler kullanılmaktadır. Ülkemizde de likenlerle benzer çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan biri Ege Bölgesi'nden toplanan *Xanthoria parietina* liken türünün ağır metal birikim miktarlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmadır. Toplanan 234 *Xanthoria parietina* örneği, 35 element (Al, As, Au, Ba, Br, Cd, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, Hg, K, La, Lu, Mg, Mn, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Th, Ti, V, Yb, Zn, Pb, Ni, Cu) bakımından analiz edilmişlerdir. Sonuç olarak, demir-çelik fabrikaları ve yakıt olarak kömür kullanılan bölgelerdeki örneklerde, element konsantrasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir (Yenisoy-Karakas ve Tuncel, 2004). Yine Kocaeli'nde yapılan benzer çalışmada, çinko, kadmiyum, kurşun, molibden ve bakır kirliliği tespit edilmiştir. Bu maddelerin yüksek olmasının nedeni, Kocaeli'nde metal ve kimya sanayinin gelişmiş olması nedeniyle şehirde yoğun bir atmosferik metal çökmesinin söz konusu olmasına bağlanmıştır (Doğrul ve ark., 2007).

Bu çalışmanın amacı İzmir-Kemalpaşa çevresinde bulunan sanayi bölgelerindeki zeytin ağaçlarından toplanan yapraklarda ağır metal ölçümü yapılmasıdır. Ayrıca, ağır metal içerikleri tespit edilme suretiyle İzmir-Kemalpaşa sanayi bölgesindeki kirliliğin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Alanı ve Coğrafi Konum

Çalışma alanı İzmir ili Kemalpaşa sanayi bölgesi çevresi olup, İzmir-Ankara karayolu, çimento fabrikaları ve çeşitli sanayi tesisleri bulunmaktadır. Bu alanlarda yer alan zeytin ağaçlarında ağır metal kirliliğini belirlemek amacı ile tesadüf olarak seçilen ağaçlardan yaprak örnekleri alınmıştır. Zeytin yaprakları İzmir-Kemalpaşa sanayi bölgesi, çimento fabrikası ve yol kenarlarından oluşan 3 farklı noktadaki zeytin ağaçlarından ve kontrol grubu olarak Kemalpaşa Kuyucak köyünün 2 km yukarısındaki zeytin ağaçlarının yaprakları toplanmıştır. Birinci nokta Kemalpaşa sanayi bölgesi içerisinde yer almaktadır. İkinci nokta hem sanayi içerisinde hem de yol kenarında yer almaktadır. Üçüncü nokta da ise kontrol grubu yer alırken, dördüncü noktamız çimento fabrikasının karşısında ve yol kenarında bulunmaktadır (Şekil 1). Toplanan örnekler laboratuvara getirildikten sonra bir fırça yardımı ile tozlarından temizlenmiştir. Örnekler analiz zamanına kadar -20 °C'de saklanmıştır.

Yöntem

Element analizi (ICP-OES)

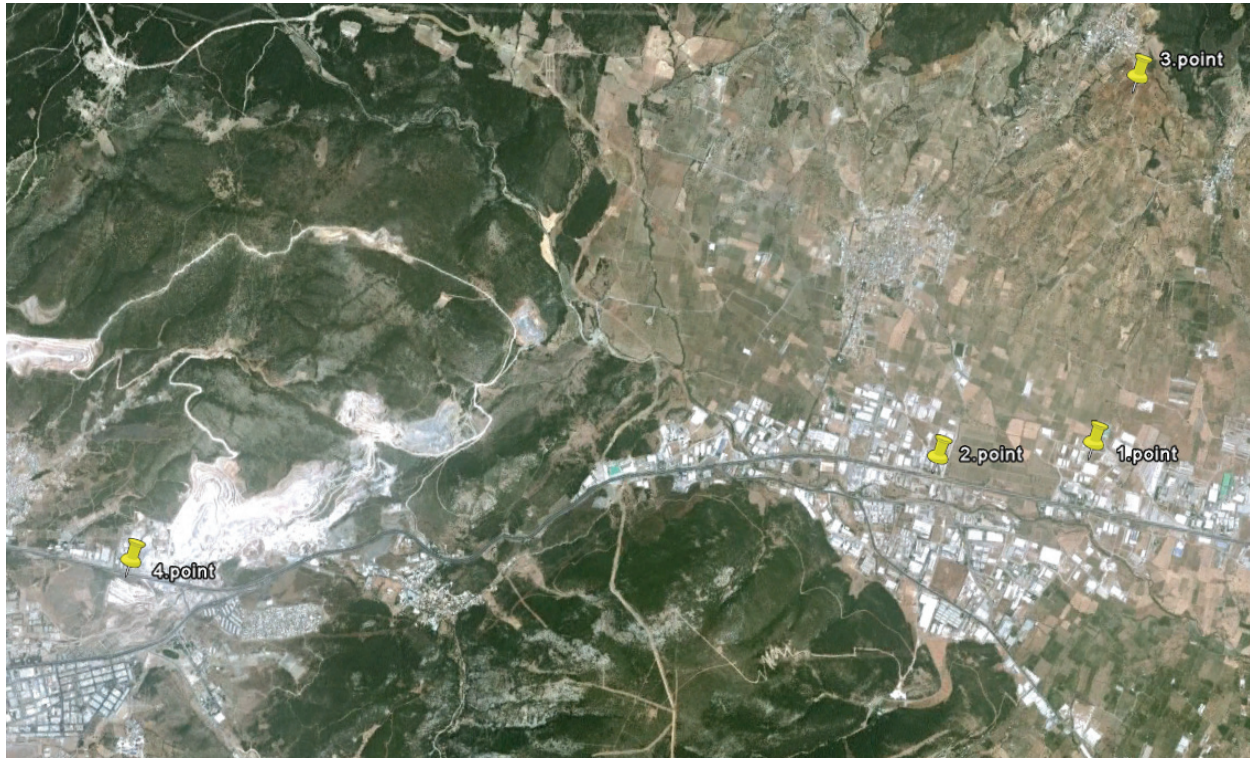
0,5 gr örnek nitrik asit ile muamele edildikten sonra, etüvde 24 saat 95 °C'de ayrıştırılmıştır. Elde edilen çözelti süzöldükten sonra, ICP-OES ile okunarak, Cr, Pb, Fe ve Cu elementlerin miktar tayinleri gerçekleştirilmiştir. Her element için üç tekrar yapılmıştır.

İstatistik

Bu çalışmamızda verilerimiz one-way ANOVA testi ile değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Zeytin yaprağı örneklerindeki metallerin saptanan ortalama sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Metal konsantrasyonlarında farklı istasyonlara göre belirgin farklar görülmektedir. Çizelge 1'e göre 4 numaralı istasyon çimento fabrikasına ve karayoluna çok yakın olmasından dolayı Pb açısından en yüksek değerlere sahiptir ($p < 0.005$).



Şekil 1. Çalışma alanında yer alan örnek toplama noktaları

Çizelge 1. 4 Farklı istasyondan toplanan zeytin yapraklarındaki Cr, Cu, Pb ve Zn miktarları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)

	Cr	Cu	Pb	Zn
	<i>n</i>			
<i>Kontrol grubu</i>	3 69,87 \pm 3,41 ^{bcd}	459,32 \pm 0,69 ^{bcd}	Belirlenmedi	978,78 \pm 1,22 ^{bcd}
<i>Sanayi ve yol kenarı</i>	3 183,3 \pm 1,25 ^{acd}	13705 \pm 1,03 ^{ad}	106,55 \pm 0,01 ^{cd}	3141,5 \pm 0,67 ^{ad}
<i>Sanayi içi</i>	3 274,65 \pm 0,28 ^{abd}	1298 \pm 5,39 ^{ad}	76,2 \pm 0,01 ^{bd}	3533 \pm 1,16 ^{ad}
<i>Çimento fabrikası ve yolkenarı</i>	3 306,5 \pm 1,16 ^{abc}	697,5 \pm 2,27 ^{abc}	154,65 \pm 0,08 ^{bc}	2526 \pm 1,54 ^{abc}

a:Kontrol grubu, b:Sanayi ve yol kenarı, c:Sanayi içi, d:Çimento fabrikası ve yol kenarı

Krom, çeliğin sertleştirilmesinde, paslanmaz çelik üretiminde ve çeşitli alaşımların eldesinde kullanılır. Krom birçok metabolik aktiviteyi inhibe eden, organizma için zorunlu olmayan, yüksek toksik bir metal olmasına karşın (Van Assche ve Clijsters, 1985), stabil formları trivalent Cr (III) ve heksavalent Cr (VI)'dır (Shanker ve ark., 2005). Krom (VI), kromun en toksik formudur ve genel-

likle okside olmuş kromata ve dikromata oksianyon şeklinde bulunur. Yüksek bitkilerde, Cr (VI)'nın toksik etkisi temel olarak metal alınımı, taşındığı yer, ve birikimine bağlıdır (Krupa ve Beszyński 1995). Kromun heksavalent formu hidrojen peroksitten serbest hidroksi radikallerinin oluşmasını teşvik eder ve bu serbest radikaller birçok enzimin aktif bölgesinde ki Mg iyonları ile

yer değiştirir (Vajpayee ve ark. 2000). Bu şekilde Cr (VI) en başta fotosentetik birimler için yıkıcı bir etkiye sahiptir. Krom fitotoksitesi ayrıca pigment içeriğinin yıkımı, besin dengesi, antioksidan enzim aktivitesinin artması ve oksidatif stresin uyarılmasına neden olur (Wong ve Chang 1991). Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek Cr konsantrasyonu 4. istasyonda (çimento fabrikası) tespit edilmiştir ($p < 0.005$).

Askorbit asit, oksidaz, tirozinaz, laktoz ve monoamin oksidaz gibi yükseltgeyici enzimlerin bir parçası olarak birçok bitki ve hayvanda çok az miktarda bulunan bakır, bunların sağlıklı yaşamı için gereklidir. Bakır, bu proteinlerde, oksijen, kükürt ya da azotatomları içeren bağlanma bölgelerinde sıkıca bağlanır. Yerkabuğunun Cu içeriği 55 ppm dolayındadır. Bakır toprakta genellikle iki değerlikli bakır iyonu şeklinde bulunur ve elverişliliği organik maddelerle kompleks oluşturmaya bağlıdır. Çalışmamızda en düşük bakır konsantrasyonu kontrol grubunda saptanmıştır (Çizelge 1).

Bitkiler çinkoyu Zn^{+2} olarak alırlar. Bitkilerin normal bir şekilde büyümeleri için ihtiyaç duydukları çinko miktarı oldukça azdır. Bitkilerdeki Zn miktarının 25-150 mg/kg arasında değiştiği, fakat bu miktarın 20 mg/kg'in altına düştüğü zaman bu elementin noksan olduğu belirlenmiştir (Yılmaz ve ark., 1997). Çinko toksisitesi bitkilerde hücre bölünmesine zarar vererek meristematik kök hücresi çekirdeğinin hasarlı olmasına neden olur (Bobak, 1985). Çinkonun yüksek konsantrasyonu kök uzunluğunun ve klorofil miktarının azalmasına neden olur (Bekiaroglu ve Karataglis, 2002). Çinkonun yüksek konsantrasyonu bitki görünüşünü küçültür, tohum sayısını, tohum ağırlığını ve ayçiçeğinde çözülebilir proteinleri azaltır (Khurana ve Chatterjee 2001). Çalışmada, en yüksek Zn konsantrasyonu sanayi içi ve sanayi ve yol kenarındaki gruplarda tespit edilmiştir (kontrolle göre, $p < 0.005$).

Her ne kadar kurşun bitkilerde doğal olarak bulunsa da bitki metabolizması için gerekli bir element değildir (Yassoglou, ve ark., 1987). Bitkilerde aşırı kurşun alınımı çeşitli fizyolojik mekanizmalarla engellenmektedir (Nwosu ve ark. 1995),

fakat yinede bitkiler topraktan belirli miktarlarda kurşunu almakta ve çeşitli dokularında depolamaktadırlar (Sawidis ve ark. 1995, Balsberg ve ark. 1989). Pek çok çalışmaya göre kurşun (Pb^{+2})'a maruz kalan bitkilerde; tohum çimlenmesinde, kök ve gövde uzamasında azalma (Fargasova ve ark. 1994), klorofil biyosentezinde inhibisyon (Hampp ve Lenzian 1974, Miranda, ve ark. 1996), klorozi (Johnson ve ark. 1977, Johnson 1977), fotosentez miktarında azalma (Bazzaz ve ark. 1974) ve bir çok enzimde indüksiyon veya inhibisyon (Van Assche and Cliisters 1990, Hampp and Lenzian 1974) gibi olumsuzluklar görülmektedir. Sonuç olarak kurşunun bu olumsuz etkileri bitkilerde bozulmalara ve ekosistemde tahribatlara yol açmaktadır (Fargasova ve ark. 1994).

Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından yapılanlar ile uyum içerisindedir. Kartal ve ark. (1993) Çinkur bitkisinde 6 elementin kirlilik seviyelerini tespit etmişler ve Pb, Cd ve Zn kirliliğinin fabrika çevresinde yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da benzer şekilde, çimento fabrikası yakınındaki istasyondan alınan örneklerde Pb kirliliği yüksek iken, sanayi bölgesindeki fabrikalara yakın bölgelerde Zn kirliliğinin en yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Benzer şekilde Kartal ve ark. (1992) Kayseri ilinde trafik kirliliğine bağlı yaptıkları araştırmada yol kenarlarından topladıkları örneklerde Pb, Ni ve Zn kirliliği tespit etmişler ve araba sayısı ile metal kirliliği arasında korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmamızda da Pb değerleri açısından en yüksek 2 istasyona bakıldığında, bu istasyonların yol kenarında olması dikkat çekmektedir. Sanayi ve yol kenarındaki örnekler sadece trafik kirliliğine bağlı Pb biriktiren, çimento fabrikası ve yol kenarı örnekleri hem trafik kirliliğinden hem de fabrika kirliliğinden etkilenmektedir. Aksoy ve ark. (2000) *Robinia pseud-acacia* türünde yaptıkları biyomonitöring çalışmada Zn, Cd, Pb ve Cu elementlerinin kirliliğe bağlı birikimi Kayseri ilinde tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, Uysal ve ark. (2006) yılında çimento fabrikalarının etrafında bulunan zeytinlerin besin alınımına çimento tozlarının etkileri üzerine yaptıkları çalışmada uzaklığa bağlı olarak farklılık görmüşlerdir. Uysal ve

ark.(2006)'na göre 200 m uzaklıkta besin element miktarında görülen artış 300 m'de artarak devam etmekte, 500 m de ise azalmaya başlamaktadır. Ayrıca, Bayhan ve ark. (2002), tarafından Erzurum-Aşkale Çimento Fabrikası çevresinde yapılan araştırmada, çimento tozu ile kirletilmiş toprakta değişebilir Ca, K ve Mg katyonlarının miktarında artış gözlemlendiği ve verim kaybı olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmamızda da bitki için gerekli olan Cu ve Zn elementlerinin çimento fabrikası yakınında kontrol grubuna göre yüksek miktarda olduğu saptanmıştır.

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmada kullandığımız zeytin bitkisinin yapraklarında ICP-OES ile tespit edilen Cr, Cu, Pb ve Zn elementlerin kirliliğe bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. İzmir ilinin sanayi bölgesinden toplanan örnekler, İzmir ili için kirliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Buna ilaveten, zeytin yapraklarının biyomonitöring çalışmalar için elverişli olduğu tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Aksoy A., Sahin, U., Duman F., 2000. Robinia pseudo-acacia L. as a Possible Biomonitor of Heavy Metal Pollution in Kayseri. Turkish J. Bot. 24:279-284.
- Balsberg, A. M., 1989. Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants, Water, Air and Soil Pollution, 47:287-319
- Baslar S., Kula, I., Dogan, Y., Yıldız, D., Ay, G., 2009. A study of trace element contents in plants growing at Honaz dağı-Denizli, Turkey. Ekoloji 18, 72,1-7.
- Bayhan, Y.K., Yapıcı, S., Kocaman, B., Nuhoğlu, A., Çakıcı, A., 2002. The Effect of Cement Dust on Some Soil Characteristics, Fresenius Environmental Bulletin, 11,1030-1033.
- Bazzaz, F. A., Rolfe, G. L., Windle, P., 1974. Differing sensitivity of corn and soybean photosynthesis and transpiration to lead contamination, J. Environ. Qual., 3:156-158.
- Bekiaroglou, P., Karataglis S., 2002. The effect of lead and zinc on Mentha spicata. Journal of agronomy Crop Science 188:201-205.
- Bobak, M., 1985. Ultrastructure changes of the nucleus and its components in meristematic root cells of the horse-bean after zinc intoxication. Physiology of Plant 15:31-36.
- Dillman, K.L., 1996. Use of the lichen Rhizoplaca melanophthalma as a biomonitor in relation to phosphate refineries near Pocatello, Idaho. Environmental Pollution 92, 91-96.
- Doğrul, A., Akyol, N. H., Yolcubal, İ., Çobanoğlu, G., 2007. Kocaeli ili çevresinde atmosferik ağır metal çökelişiminin karayosunu ve liken analizi yöntemiyle belirlenmesi, 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı, (16-22 Nisan 2007) Bildirileri, Ankara.
- Fargasova, A., 1994. Effect of Pb, Cd, Hg, As and Cr on germination and root growth of Sinapis alba seeds, Bull Environ Contam Toxicol, 52:452-456.
- Hampp, R. and Lenzian, K., 1974. Effects of lead ions on chlorophyll synthesis, Naturwissenschaften, 61: 218-219.
- Johnson, M. S., Mcneilly T., Putwain, P. D., 1977. Revegetation of metalliferous mine spoil contaminated by lead and zinc. - Envir. Poll. 12, 261-277.
- Johnson, W. R., Proctor, J., A, 1977. comparative study of metal levels in plants from two contrasting lead mine sites, Plant Soil, 46: 251-257.
- Kartal, S., Elçi, L., Kiliçel, F., 1993. Investigation of soil pollution levels for zinc, copper, lead, nikel, cadmium and manganese at around of Çinkur Plant in Kayseri. Fresenius Envir. Bull.,2: 614-619.
- Kartal, S., Elçi, L. Dogan, M., 1992. Investigation of lead, nikel, cadmium and zinc pollution of traffic in Kayseri. Fresenius Environ. Bull., 1: 28-35.
- Khurana, N., Chatterjee, C., 2001. Influence of variable zinc on yield, oil content, and physiology of sunflower. Commun. Soil. Sci. Plant. Anal. 32:3023-3030.
- Krupa, Z., Baszyński, T., 1995. Some aspects of heavy metals toxicity towards photosynthetic apparatus – direct and indirect effects on light and dark reactions. – Acta Physiol. Plant. 17: 177-190.

- Loppi, S., Giomarelli, B., Bargagli, R., 1999. Lichens and mosses as biomonitors of trace elements in a geothermal area (Mt. Amiata, central Italy). *Crytogamie, Mycol.* 20(2), 119-126.
- Miranda, M. G. Ilangiovan, K., 1996. Uptake of lead by *Lemna gibba* L. influence on specific growth rate and basic biochemical changes, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 56: 1000-1007.
- Nwosu J.U., Harding, A.K., Linder, G., 1995. Cadmium and lead uptake by edible crops grown in a silt loam soil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 54: 570-578.
- Sawidis, T., Marnasidis, A., Zachariadis, G., Stratis, J., 1995. A study of air pollution with heavy metals in Thessaloniki city. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 28, 118-124.
- Shanker, K.A., Cervantes C., Loza-Tavera, H., Avudainayagam S., 1995. Chromium toxicity in plants. – *Environ. int.* 31: 739-753.
- Vajpayee, P., Tripathi, R.D., Rai, U.N., Ali, M.B., Singh, S.N., 2000. Chromium (VI) accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content in *Nymphaea alba* L. *Chemosphere* 41:1075- 82.
- Uysal, İ., Müftüoğlu, N.M., Demirer, T., Karabacak, E., Tütenocaklı, T., 2006. Çanakkale’de Çimento Tozlarının Bazı Bitkilere ve Topraklara Etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43(2):133-144.
- Van Assche, F., Cliisters, H., 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants, *Plant, Cell and Environment*, 13:195-206.
- Wong, P.K. and Chang, L., 1991. Effects of copper, chromium and nickel on growth, photosynthesis and chlorophyll a synthesis of *Chlorella pyrenoidosa* 251. *Env Poll* 72:127-139.
- Yassoglou, N., Kosmas, C., Asimakopoulou, J., and Kalliaoun, C., 1987. Heavy metal contamination of roadside soils in the Greater Athens area, *Environmental Pollution*, 47:293-304.
- Yenisoy-Karakas, S., Tuncel, S.G., 2004. Geographic patterns of elemental deposition in the Aegean region of Turkey indicated by the lichen, *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. *Total Environ*, 329 (1-3): 43-60.
- Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gültekin, İ., Karanlık, S., Bağcı, S.A., and Çakmak, İ., 1997. Effect of Zinc Application Methods on Grain Yield and Zinc Concentration in Wheat Cultivars Grown on Zinc- Deficient Calcareous Soils. *J Plant Nutrition* 20 (4-5):461-471.

İLETİŞİM

Yrd. Dr. Dilek Ünal
Bilecik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak.
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,
Bilecik
E-posta: nihalarsoy@ege.edu.tr

Sofralık Zeytinin Besin Öğeleri, Duyusal Karakterizasyonu ve İşleme Yöntemleri Arasındaki Etkileşimler

Interactions Between of Processing Methods, Sensory Properties and Nutrition Ingredients of Table Olives

Erkan SUSAMCI¹, Semih ÖTLEŞ², Şahnur IRMAK¹

¹Zeytincilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Sofralık Zeytin Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

²Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş tarihi: 05.05.2011

Kabul tarihi: 11.11.2011

Özet

Zeytinin özellikle Akdeniz toplumunun beslenmesinde, ekonomisinde ve kültüründe önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir. Zeytin, doğasından gelen özellikler ve özellikle içerdiği acılık nedeniyle işlenmeden doğrudan tüketilememektedir. Sofralık zeytinin duyusal özelliğinin ortaya çıkmasında, bileşiminde bulunan maddelerin ve işleme yöntemlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu derlemeyle zeytinin besin öğeleri, işleme yöntemleri ve duyusal özellikleri arasındaki etkileşimler ortaya konmaya çalışılmıştır. İnsan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilen fenolik bileşikler, zeytinin yağ oranı ve fermente olabilir maddelerin son ürünün duyusal özelliklerinin gelişimini tayin ettiği ifade edilmektedir. Sofralık zeytinlerin tüketiminde görünüş, renk ve sertlik özelliklerinin önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Yüksek tuz oranı beğeniyi düşürmektedir. Tatlandırma işlemleri sırasında mayaların, fermentasyonun son ürününün duyusal karakteri üzerinde önemli bir rol oynayabileceği ifade edilmektedir. Tüketilebilirliği etkileyen duyusal özellikler ilk olarak renk ve doku özellikleriyle ön plana çıkarken, acı tadın sorumlusu olan fenolik bileşikler, yağ oranı, fermente olabilir maddeler, asit ve tuz oranları, mikrobiyolojik gelişmeler sonucu oluşan metabolitler sofralık zeytinlerin duyusal karakterini ortaya koymaktadır. Bu özelliklerin bir kısmı zeytinin doğasından gelirken bir kısmı da tatlandırma ve sonrasında yapılan depolama işlemleri sonucu sofralık zeytinin duyusal özelliği olarak ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sofralık zeytin, besin öğeleri, duyusal analiz, etkileşim.

Abstract

Olive has been reported to have an important role especially in the nutrition, economy and culture of Mediterranean society. Olive cannot be directly consumption because it contains bitterness and other features. It is considered that nutrition ingredients of olive and processing methods are affect on sensory attributes of table olives. The aim of this review proves interactions between nutrition ingredients, processing methods and sensory attributes. Phenolic compounds that reported positive effects on human health, oil content of olive and substances that can be fermented are developed organoleptic properties of last crop. Appearance, color and hardness properties were found to have an important role in the consumption of table olives. High salt lowers the rate of admiration. Yeasts may play an important role on the sensory character of final product in the during table olive processing. Color, hardness, softness, and texture features are firstly effect on the sensory characteristics, while the phenolic compounds responsible for bitter taste, oil content, substances that can be fermented, acid and salt ratios, microbial metabolites develop the sensory character of table olives. Some of these features are caused by the some of nature properties of the olives, and other some features are emerged as a sensory properties resulting of the sweetening and storage process.

Keywords: Table olive, nutrition ingredient, sensory analysis, interaction.

Giriş

Yapılan arkeolojik kazılar zeytin ağacının ana vatanının Güneydoğu Anadolu ve Mezopotamya olduğunu göstermektedir. Zeytin ağacının yetiştirilmesi iklim faktörleri ile sınırlı olduğu için, üretimin ekolojik olarak genellikle Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası ülkelerinde yapıldığı bildirilmektedir (Öztürk, 2006). Türkiye, 2007-2008 yılları ortalaması itibarıyla dünya tane zeytin üretiminde %8,3'lük payla 4. sırada (FAO, 2008), sofralık zeytin üretiminde ise %12,5'lik payla 3. sırada yer almaktadır (IOC, 2010a). Sofralık Zeytin; kültüre alınmış zeytin ağacı (*Olea europaea sativa*) meyvelerinin tekniğine uygun olarak acılığı giderilip, fermantasyona tâbi tutularak veya tutulmayarak gerektiğinde laktik asit ve/veya diğer katkı maddeleri ilave edilen, pastörizasyon veya sterilizasyon işlemine tabi tutularak veya tutulmadan elde edilen ürün olarak tarif edilmektedir (KKGM, 2008).

Zeytin, doğasından gelen özellikler ve özellikle içerdiği acılık nedeniyle işlenmeden doğrudan tüketilememektedir (Öztürk, 2006). Zeytin meyvesi diğer sert çekirdekli meyvelerden morfolojik olarak farklı değildir, fakat şeker içeriğinin düşük olması, yüksek yağ miktarı ve oleuropeinden kaynaklanan acı lezzetiyle diğer meyvelerden ayrılır (Balatsouras, 1997). Oleuropein olarak bilinen bu acılık maddesini zeytinden uzaklaştırmak için Türkiye'de ve dünyada çeşitli sofralık zeytin işleme yöntemleri geliştirilmiştir. Sofralık zeytin; ham zeytin tanelerinin olgunluk derecelerine göre; yeşil, rengi dönük/pembe ve siyah; işleme yöntemlerine göre; fermente, doğal fermente ve oksidasyonla karartılan zeytin olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal fermente işleme yöntemlerinde zeytinler kuru tuz, tuzlu salamura veya sadece su ile, fermente yöntemlerde ise alkali çözeltisi ile muamele edilerek acılık uzaklaştırılıp gerekli fermantasyona bırakılarak tatlandırılmaktadırlar (KKGM, 2008). Zeytinin özellikle Akdeniz toplumunun beslenmesinde, ekonomisinde ve kültüründe önemli bir role sahip olduğu bildirilmektedir (Kaya ve ark., 2010). Zeytinin, kansere karşı etkili birçok maddenin yanı sıra A, D, E ve K vitaminlerini de içerdiği bilinmektedir. Birçok önemli hastalığın gelişmesine karşı koruyucu rol oynadığı ifade edilmekle bera-

ber, özellikle sindirim bozuklukları, safra kesesi hastalıkları, bağırsak kanseri ve kalp rahatsızlıklarında etkili olduğu bildirilmektedir. Zeytin, besleyici değerinin yüksek olmasından ötürü, yeterli ve dengeli beslenmede önemli bir yere sahiptir. Lif içermesi, lezzetli olması, protein oranı yüksek bir besin olmasının yanı sıra vücuda alınması zorunlu olan aminoasitleri, doymamış yağ asitleri, vitaminler ve temel elementleri içermiş olmasından dolayı besleyici değeri yüksek bir ürün olarak bilinmektedir (Duran, 2006). Zeytin meyvesinin fenolik madde içeriği de yüksektir. Meyve etinde baskın olarak bulunan fenolik bileşik oleuropeindir (Omar, 2010). Balatsouras (1997), oleuropeinin, geniş miktarda zeytin meyvesinde ve zeytin ağacının diğer dokularında bulunduğunu, acı tadı veren maddenin fenol grubu madde olduğunu ve bitkiler aleminde başka hiçbir meyvede bu acılık maddesinin olmadığını bildirmektedir. Zeytinin sahip olduğu acılık maddesi ile diğer besin öğeleri ve kendine has dokusu, zeytinin duyuşal özelliklerini ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmada, işlem görmemiş zeytinler ve bir takım işlemlerden geçirilerek tüketilebilir hale getirilmiş ve sofralık özellik kazandırılmış zeytinlerin sahip oldukları besin öğeleri ile uygulanan işleme yöntemlerinin etkileri ve bunların duyuşal özellikler arasındaki etkileşimleri literatür çalışmaları göz önünde tutularak derlenmiştir.

Zeytin Meyvesinin Bileşimi

Zeytin meyvesinin tane ağırlığı 2-12 g, meyve kabuğu oranı %1,5-3,5, çekirdek oranı %13-30, et oranı %66-85 arasında değişmektedir (Tetik, 2005). İşlem görmemiş zeytinin bileşimi çeşitten çeşide farklılık göstermekle birlikte ortalama bileşimi Çizelge 1'de gösterilmiştir. Normal işleme şartlarında zeytinlerin su ve diğer maddeleri kaybettikleri ve tuzlu sudan tuz absorbe ettikleri fakat tanede muntazam görünümde olacak kadar yeterli suyun kaldığı ifade edilmektedir (Balatsouras, 1997). Zeytinin yağ oranı, meyvenin karakteristik özelliklerinin ortaya çıkmasında, kalori değerinin belirlenmesinde, kapsadığı yağ asitleri bakımından zeytinin önemli bileşenlerinden biridir. Memecik çeşidinin yeşil, pembe ve siyah olgunluk dönemlerinde yağ asitleri içersinde en fazla orana oleik

asitin sahip olduğu bildirilmiştir (Ünal ve Nergiz, 2003). Ergönül ve Nergiz (2008), ağaç üzerinde olgunlaşma süresince zeytinin yağ içeriğinin arttığını, şeker içeriğinin ise azaldığını, olgunlaşmaya bağlı olarak toplam şeker ve organik asit miktarları arasında pozitif korelasyon olduğunu, yağ ve toplam organik asit miktarları arasındaki korelasyonun ise düşük olduğunu bildirmektedir.

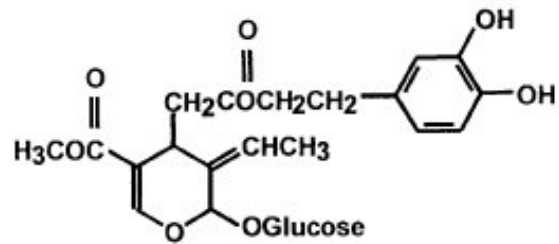
Çizelge 1. Zeytinin bileşimi (%).

Bileşim	Garrido Fernandez ve ark. (1997)	Tetik (2005)
Su	60-75	50-70
Yağ	10-25	15-30
Ham protein	1-2	1-3
Lif	1-4	1-3
Kül (Mineral madde)	<1	1-5
İndirgen olmayan şeker	≤0,3	
İndirgen şeker	3-6	2-6
Polifenoller	1-3	
Organik asitler ve tuzları	0,5-1,0	
Pektik maddeler	≤0,6	
Diğer bileşikler	3-7	

Zeytin etindeki proteinlerin bir kısmının suda çözünebilir olduğu geri kalan kısmının ise suda çözünmediği, suda çözünen kısmının diğer suda çözünen maddelerle birlikte kısmen tuzlu suya geçtikleri ifade edilmektedir (Balatsouras, 1997). Lanza ve ark. (2010), Abruzzo işlenmiş sofralık zeytinlerin protein içeriğinin düşük olduğunu fakat esansiyel amino asitlerden dolayı besin değerinin yüksek olduğunu belirtmektedir. Şahan ve Başoğlu (2008), zeytinlerin metal içeriğinin besleyici ve toksikolojik özellikleri göz önüne alındığında büyük önem taşıdıklarını, salamura siyah zeytin üzerinde yaptıkları çalışmada fermantasyon boyunca demir, bakır, çinko, kurşun ve kadmiyumun farklı oranlarda olmak üzere dönemler boyunca artış gösterdiğini, metal düzeylerinin standartlarda belirtilen limit değerlerin içinde olduğunu bildirmektedir. Şahan ve ark. (2007), sofralık zeytin örneklerinde en konsantre element olarak magnezyumu, en düşük konsantrasyonda ise kobaltı tespit ettiklerini ifade etmektedir.

Zeytin meyvesinin çeşitli bölümlerinde bulunan fenolik bileşiklerin çok kompleks yapıda oldukları, nitel ve nicel kompozisyonlarının çeşit, olgunlaşma

zamanı tarafından belirlendiği ifade edilmektedir. Bu bileşiklerin zeytinlerin duyuşsal karakteri üzerinde önemli etkisi olduğu, besin değeri, fizyolojik etkisi ve ilaç yapımındaki önemi bakımından insan sağlığı üzerinde etkilerinin olduğu ifade edilmektedir. Oleuropein'in taze yeşil zeytinlerdeki acılığın başlıca sorumlusu olduğu, suda çözünebilir olduğu, bu bileşiğe ligstroside verbascoside, 4-hydroxytyrosol, tyrosol, glucosides yada aglycones, 3,4-dihydroxyphenylglycol, 4-(acethoxyethyl)-1,2-dihydroxybenzene, flavonoid'lerin eşlik ettiği ifade edilmektedir. Fenol bileşiklerinin miktarı ve oranlarının meyve olgunluğuna bağlı olduğu bildirilmektedir (Bianchi, 2003). Oleuropein'in, iltihaplanmaya karşı özelliğiyle güçlü bir antioksidan olduğu, zeytin yapraklarının özellikle Avrupa ve Akdeniz ülkelerinde geleneksel tedavide yaygın şekilde kullanıldığı ifade edilmektedir. Antioksidanların etki mekanizması hipotezine göre; antioksidanların insan vücudunda meydana gelen oksidatif zararı önleyebileceği, diyetle antioksidan alımını arttırmanın kronik hastalık riskini azaltacağı ifade edilmektedir. Oleuropein'in işlenmemiş zeytin meyvesi ve yapraklarında daha çok miktarda bulunduğu, işlenmiş zeytin ve zeytinyağında ise hydroxytyrosol'un daha çok bulunduğu bildirilmektedir. Hydroxytyrosol, oleuropeinin parçalanma ürünüdür. Meyvenin olgunlaşması ve zeytin işleme sırasında kimyasal ve enzimatik reaksiyonlardan dolayı oleuropein konsantrasyonunun azaldığı hydroxytyrosol konsantrasyonunun arttığı bildirilmektedir (El ve Karakaya, 2009). Irmak ve ark. (2010), sofralık zeytin işleme tekniklerinin zeytinin toplam fenolik madde miktarında önemli azalma meydana getirdiğini, özellikle çizme zeytin işleme yöntemiyle bu azalmanın daha fazla olduğunu ifade etmektedirler. Şekil 1'de oleuropeinin kimyasal yapısı görülmektedir.



Şekil 1. Oleuropein'in kimyasal yapısı (El ve Karakaya, 2009).

Zeytinde fermente olabilir maddelerin %2,5-6,5 arasında değişim gösterdiği, bu maddelerin son mahsulün organoleptik özelliklerinin gelişimini tayin ettiği ifade edilmektedir. Zeytin etinin yağda çözünen klorofil a ve b gibi renklendirici maddeler ile, çeşitli karotenoidleri ve suda çözünebilen antosiyanin gibi renklendirici maddeleri içerdiği, bazı zeytin işleme yöntemlerinde antosiyanin renginin en önemli kalite kriteri olduğu bildirilmektedir (Balatsouras, 1997). Lanza ve ark. (2010), sofralık zeytinlerin pratik olarak şekerli ürün gibi düşünülebileceğini ifade etmektedir. Zeytinler işleme öncesi tuz içermezler ancak işleme yöntemlerinde tuz kullanılması tüketiciye sunulan sofralık zeytinlerin tuzlu bir ürün olmasına sebep olmaktadır. Ünal ve Nergiz (2003), üç farklı tip işleme yöntemini inceledikleri araştırmada, sofralık zeytin etindeki tuz oranının %2,56-4,09 arasında olduğunu, salamuraadaki tuz miktarı ile bu tuzun zeytin etine difüze olması arasındaki ilişki hakkında literatür olmadığından sofralık zeytinlerin tuz konsantrasyonu üzerinde yorum yapmanın mümkün olmadığını ifade etmektedirler. Jime'nez ve ark. (2000), işlenmiş zeytin örneklerinde diyet lifi oranını %12, sele tipi işlenmiş zeytinlerde bu oranı %20 olarak tespit ettiklerini ifade etmektedirler.

Sofralık Zeytinin Kalite ve Duyusal Özellikleri

Tetik (2005) ve Irmak (2009), sofralık zeytinlerin karakteristiğini belirleyen özellikleri et/çekirdek oranı, yağ oranı, şeker miktarı, meyve sertliği, meyve etinin çekirdekten kolay ayrılması, elastik meyve kabuğu olarak sıralamaktadır. Tüm gıda ürünlerinde olduğu gibi sofralık zeytinlerin tüketilebilir-

liğini belirlemede fizikokimyasal unsurların yanında duyusal özellikler önemli yer tutmaktadır. Barut (2000), siyah sofralık zeytinlerde asit oranının düşük olması ve protein, yağ ve şeker oranının yüksek olmasının istenilen önemli kalite kriterleri arasında yer aldığını ifade etmektedir. Tamer ve ark. (2009), işlenmemiş Gemlik çeşidi zeytinlerde uyguladıkları tercih edilme değerini tespit etme modeline göre zeytinlerin değerini belirleyen ana kriterlerin toplam asitlik ve et çekirdek ağırlığı oranı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada et/çekirdek ağırlığı oranlarının 4,80-6,96 arasında, laktik asit cinsinden toplam asitliğin %0,53-0,74 arasında değiştiğini belirtmektedirler.

Sofralık zeytinler üzerinde yapılan çalışmalarda, farklı uygulamaların zeytinlerin duyusal özellikleri üzerindeki etkilerinin gözlemlendiğine rastlanılmaktadır. İncelenen duyusal özelliklerin, yapılan araştırma ve içeriğine göre değişik parametrelerden oluştuğu görülmektedir. Aponte ve ark. (2010), yeşil zeytin çeşitlerinin doğal fermantasyon yöntemiyle işlenmesi sırasında duyusal değişimleri gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar zeytinlerin duyusal özelliklerini tanımlayacak ifadeleri Şekil 2'deki gibi belirlemişlerdir. Fermantasyonun 90. gününde gevreklik ($p \leq 0,001$) ve sululuk ($p \leq 0,01$) haricinde örneklerin duyusal özellikleri arasında önemli fark olmadığını tespit etmişlerdir (Şekil 2). Sofralık zeytinlerin duyusal analizlerinde kullanılacak özellikler Uluslar arası Zeytin Konseyi tarafından Çizelge 2'de belirtilmiştir. Değişik çalışmalarda kullanılan, duyusal özellikleri oluşturan parametreler Çizelge 3'de görülmektedir.

Çizelge 2. Sofralık zeytinlerin duyusal analizlerinde incelenen özellikler (IOC, 2010b).

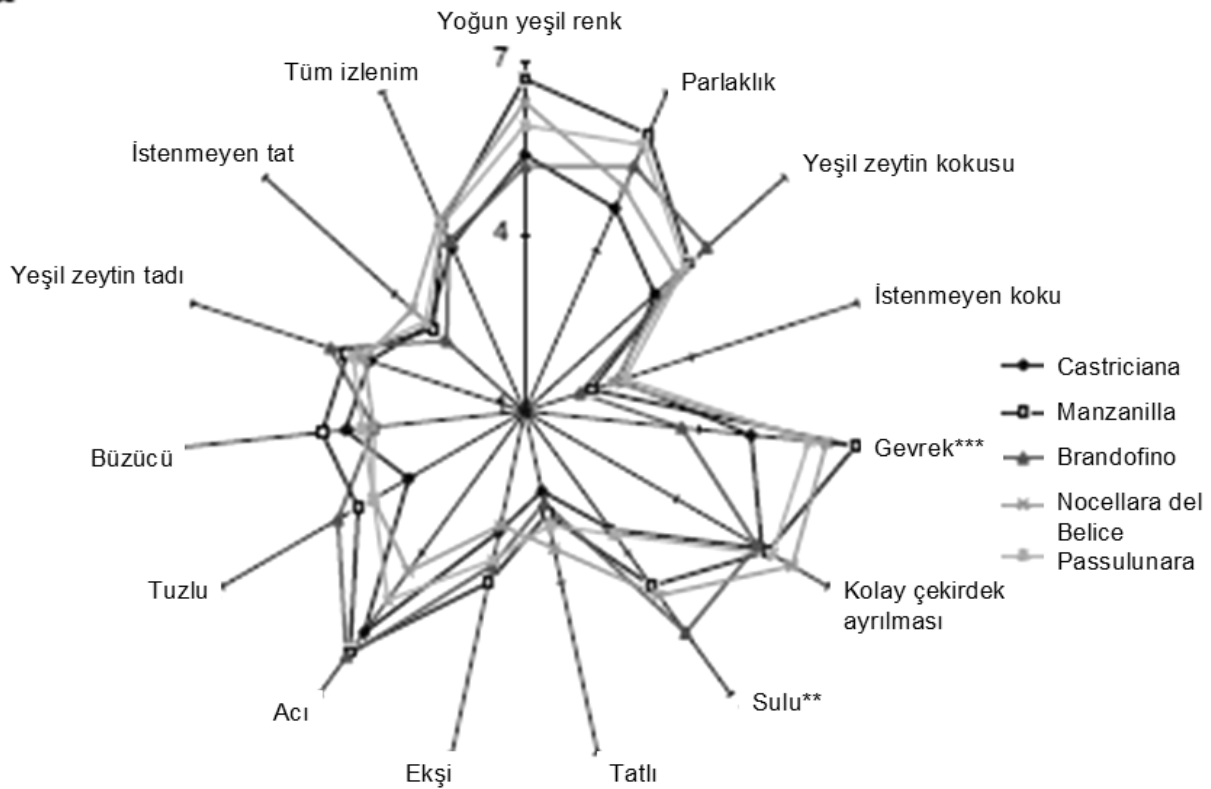
Özellik	Duyusal algı
Negatif özellikler	Anormal fermantasyon, küflülük, acılık (ekşilik), pişirme etkisi, sabunsu, metalik, topraksı, sirke (şarap) tadı
Tanımlayıcı tat özellikleri	Tuzlu, acı, asidik tat
Doku özellikleri	Sertlik, liflilik, gevreklik

Çizelge 3. Sofralık zeytinlerin duysal özellikleri

Duyusal açıdan incelenen özellik	Kaynak
Görünüş, renk, doku, lezzet	Pazır ve ark. (2000)
Tercih, görünüş, ağızda değerlendirme	Özen ve ark. (2000)
Sertlik, lezzet kaybı, tercih	Susamcı (2011)
Doku, tat, renk, çiğnenebilirlik	Öngen ve ark. (2005)
Renk, sertlik, aroma, tuzluluk, acılık, tazelik, asidik tat, çekirdek çıkarma, toplam yeme kalitesi	Panagou (2004)
Renk, koku, asit/ekşi, acı, doku (sertlik, tazelik)	Marsilio ve ark. (2006)
Renk, lezzet, doku, görünüş, toplam değerlendirme	Arıcı ve Aktan (1997)
Renk, kabuk sertliği, çekirdek çıkarma, acılık, tuzluluk, toplam yeme kalitesi	Panagou ve ark. (2002)
Anormal fermantasyon, pişirme etkisi, acı, küf, diğer son kusurlar, tuzluluk, acı, asit, sertlik, liflilik, gevreklik	Lanza ve ark. (2010)
Yeşil renk şiddeti, parlaklık, koku, kötü koku, tazelik, kolay soyulma ve sululuk, tat, acı, asit, tuzlu, ağız hissi, yeşil zeytin tadı, kötü tat, tümü	Aponte ve ark. (2010)
Görünüş, renk, koku, asit, tuzluluk, acılık, sertlik, tazelik	Marsilio ve ark. (2008)
Acılık, tuzluluk, asitlik, sertlik (Görünüş, koku, tat, genel değ.)	González ve ark. (2007a)

a

90 gün



Şekil 2. Fermantasyonun 90. gününde sofralık zeytinlerin duysal özelliklerini gösteren diyagram (Aponte ve ark., 2010)

İşleme, Ambalajlama ve Depolama Yöntemlerinin Sofralık Zeytinin Duyusal Karakteri Üzerine Etkileri

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sofralık zeytinlerin tüketiminde görünüş ve renk özelliklerinin önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Karaoulanis ve Bamnidou (1995), yeşil zeytinlere farklı konsantrasyonlarda alkali çözeltisi uygulamaları sonucunda düşük pH seviyesinin (pH=4) rengi iyi bir şekilde koruduğunu, acılık uzaklaştırma ve fermantasyon sırasında zeytinlerin havayla temas ettirilmemesi, tuz oranının ve çevresel şartların korunmasının kahverengileşmeye sebep olan iki temel enzimin çalışmasını önlediğini bildirmektedir. Ayrıca stabil salamura şartlarının zeytin dokusunu koruduğunu da belirtmektedirler. Panagou (2004), yeşil zeytinleri depolamak için farklı asit oranlarındaki salamuraları kullanmanın panelistlerin duyusal özelliklerdeki kararlarının etkilemediğini belirtmektedir. Yine aynı çalışmada, vakumla paketlenmiş zeytinlerin 6 ay depolama sonrası kabul edilebildiğini, panelistler için karar vermeyi etkileyen en önemli parametrelerin sertlik ve renk olduğunu, hava ve %40CO₂+%30N₂+%30O₂ paketlerindeki zeytinlerin 6 ay sonra renklerinin koyu yeşil olduğunu ve yumuşadıklarını, bu sebeple panelistler tarafından kabul edilmediğini ifade etmektedir.

Marsilio ve ark. (2006), zeytinin acı tadıyla toplam fenolik bileşik seviyesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu (R²=0,94), doğrudan tüketim için toplam kabul edilebilirlik ile arasında ise negatif ilişki olduğunu (R²=0,97) belirtmektedir. Aynı çalışmada ağaçlara uygulanan sulama rejiminin artmasıyla acılık miktarının azaldığı, laktik asit bakterisi inokulasyonu yapılan salamuradaki zeytinlerin panelistler tarafından daha yüksek skorlarla takdir edildiğini belirtmektedir. Diğer bir çalışmada, zeytin yapraklarından elde edilen polifenol ekstraktlarıyla zenginleştirilmiş sofralık zeytinlerin acılığında artış olduğu ancak tüm kabul edilebilirliğin uygulama yapılmayan zeytinlerle aynı olduğu ifade edilmektedir (Lalas ve ark., 2011). Uccella (2001), sofralık zeytin ve ekstra sızma zeytin yağlarının tat

ve koku gibi duyusal özellikleriyle bifenol dağılımı ve stabilitesi arasında yakın ilişki olduğunu ifade etmektedir. Kırışık olarak elde edilen sofralık zeytinlerde en önemli duyusal özelliklerden birisinin doku olduğunu bildirmektedir. Ham materyalin tat üzerinde rol oynayacağını ve bunun duyusal kalite için büyük önem taşıdığını belirtmektedir. Taze ve işlenmiş zeytin ürünlerinin duyusal algısında tat maddelerini oluşturan bifenollerin, bazı besinsel ve duyusal özellikler açısından bu ürünleri etkileyebileceklerini hatta uyarıcı boyuttaki acılık, keskinlik, baharat tadı, ekşilik ve büzüşme gibi algılardan bifenollerin sorumlu tutulduğu ifade edilmektedir. Gonzalez ve ark. (2007b), salamura ve zeytin rengi ile polifenol içeriği arasında önemli negatif bir ilişki olduğunu gözlemlendiğini bildirmektedir. Şeker içeriğinin, panel tarafından test edilen renk yoğunluğu miktarıyla direkt olarak orantılı olduğunu, net absorbans değeri ile duyusal değişim arasında yüksek bir ilişki olduğunu ifade etmektedir.

İspanyol usulü zeytin işleme olarak bilinen yöntemde acılığı uzaklaştırmak için kullanılan alkali uygulamasından sonra bir dizi yıkama işlemiyle alkalinin uzaklaştırılması gerekmektedir ve genelde suyla yıkama ile yapılır. Marsilio ve ark. (2008), İspanyol usulü işleme yönteminde yıkama yerine alkaliyi nötralize etmek için CO₂ gazını kullandıkları araştırmada, bu uygulamanın zeytinlerin dokusunda herhangi bir değişim oluşturmazken zeytinlerde asit tadın daha yoğun hissedildiğini ve bu asidik tadın titre edilebilir asitlik değerleriyle uyum gösterdiğini bildirmektedir. Öngen ve ark. (2005), alkali uygulamasıyla tatlandırılan yeşil Domat çeşidi zeytinlerin kurutulduktan sonra, en düşük peroksit ve (%) asit değerine sahip olan kurutulmuş zeytinlerin panelistler tarafından daha çok tercih edildiğini, bu zeytinlerin doku, tat, renk, gevreklik bakımından kabul edilebilir olduklarını belirtmektedirler.

Arıcı ve Aktan (1997), tatlandırma sırasında salamuraya asit ilavesi yapılan siyah zeytinlerde pH'nın düşmesiyle renklerinin açıldıklarını, yüksek tuz oranının beğeniyi düşürdüğünü, kostikle

tatlandırılmış zeytinlerin doku puanlarının daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

Panagou ve ark. (2002), Thassos çeşidi sele zeytinlerin farklı modifiye atmosferde depolanması üzerinde yaptıkları çalışmada, depolama sıcaklığının etkisinin en fazla, bu zeytinlerde önemli kalite kriterlerinden biri olan acılık üzerinde olduğunu, depolama sıcaklığının etkisinin duyuşal özellikler üzerinde önemli olduğunu ve düşük sıcaklıkta depolanan örneklerin panelistler tarafından daha çok beğenildiğini bildirmektedir.

İşleme öncesi farklı şartlarda depolanan yeşil zeytinlerde (özellikle 5°C ve kontrollü atmosferde depolamada) meydana gelen soğuk zararının işleme sonrası meyve tadını olumsuz etkilediği belirtilmektedir. Tattaki bu kaybın, soğuga hassas ürünler için yaygın olan zeytin soğuk zararının başka bir semptomu olabileceği, soğutulmuş zeytinlerde tespit edilen tat kaybının soğuk zararının tipik bir sekonder etkisi olduğu ifade edilmektedir (Nanos ve ark., 2002).

Arroyo-Lopez ve ark. (2008), yeşil zeytin fermentasyonunda esteraz ve polisakkarolitik aktiviteyle mayaların varlığını bildirmiştir. Mayaların bu aktivitelerinin, fermentasyonun son ürününün duyuşal karakteri üzerinde önemli bir rol oynayabileceği ifade edilmektedir. Sofralık zeytinlerde lipolitik mayaların varlığının meyvelerin besinsel kompozisyonu ve duyuşal karakterlerini değiştirebileceği vurgulanmaktadır. Mayaların, zeytin fermentasyonunda, depolamada, paketlemede, gaz cebi oluşturarak, paketleri şişirerek, salamuraı kaplayarak, kötü tat ve koku oluşturarak bozucu mikroorganizma olabilecekleri bildirilmektedir. Mayaların, fermentasyon boyunca varlıklarını sürdürdüklerinden dolayı, genel olarak, son ürünün tat ve kalitesini belirleyici önemli duyuşal özelliklerle ilgili bileşikler üretebilecekleri kabul edilmektedir. Mayaların, fermentasyon ve depolama sırasında tat ve dokunun muhafaza edilmesinde önemli rol oynayabilecek etanol, gliserol, yüksek alkoller, esterler ve diğer uçucu bileşikler gibi bileşikleri üretebileceklerini ifade etmektedirler. Aponte ve ark. (2010), yeşil sofralık zeytinlerin son üründeki

duyuşal özelliklerinde, fermentasyon aşamasında yoğun şekildeki maya aktivitesinin anahtar rol oynadığını tespit ettiklerini belirtmektedir.

Dourtoglou ve ark. (2006), yeşil, olgunlaşmamış zeytinlerin hasat sonrası CO₂ atmosferi altında depolanmaları sırasında, antioksidan özelliklerin, rengin, aromanın geliştiği, acılığın azaldığı, bu yaklaşımın, sofralık zeytin acılığının uzaklaştırılmasında kimyasal kullanılmayan yöntem olarak bir alternatif olabileceğini ifade etmektedir. Acılıkta meydana gelen bu kademeli azalmanın oleuropeinin ayrışmasından dolayı olabileceğini, acılıktaki meydana gelen azalma ile antosiyanin seviyelerindeki artış arasındaki uyumun dikkat çekici olduğunu belirtmektedir.

Sabatini ve ark. (2008), ticari büyük konsantrasyonlardaki uçucu bileşiklerin, mikrobiyal metabolizmanın son ürünlerinin, sofralık zeytinlerin özellikle tat ve aroma gibi duyuşal özelliklerini etkileyebileceğini ifade etmektedir. Tat gelişiminin, duyuşal özellikleri iyileştirmek ve bozulma riskini azaltmak için kullanılan laktik asit bakterilerinin salamuraı ilave edilmesinden etkileneceğini belirtmektedir.

Susamcı (2011), Çeşme Yarımadası'nda ağaç üzerinde kendiliğinden tatlanıp yeme olgunluğuna gelen ve Hurma zeytin olarak isimlendirilen zeytinlerin farklı depo koşullarında depolanmalarıyla ilgili yaptığı çalışmada, zeytinlerin acılık miktarı değerleri, titre edilebilir asitlik değerleri ile lezzet kaybı değerleri arasında negatif; indirgen şeker miktarı, sertlik, tercih edilme durumları ile lezzet kaybı değerleri arasında pozitif; sertlik değerleriyle zeytinlerin tercih edilme durumları arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmektedir.

Marsilio (2002), sofralık zeytinlerin besin değerinin önemli olduğunu ve ayırt edici diyet özellikleriyle kendini gösterdiğini (yağ asitleri, amino asit kompozisyonu, mineraller, vitaminler, polifenoller, lif gibi) fakat tüketici için bir öncelik olmadığını belirtmektedir. Araştırmacı sofralık zeytinlerin duyuşal karakterini oluşturan parametreler arasında rengin, ürünün cazibesi hakkında diğer duyuşal

özelliklerle ilişkili olarak tüketicinin dışarıdan anında görebildiği bir dış karakter olduğunu belirtmektedir. Arzu edilmeyen kokuların ürünü yenebilir hale getirdiğini, bu kokuların sebebinin istenmeyen ikincil fermantasyonlar olduğunu belirtirken, bu fermantasyonların propiyonik clostridia ve bakteriler tarafından oluşturulduğunu, ayrıca aşırı küf gelişiminden dolayı da küfümsü ve acı karakteristik olumsuzlukların ortaya çıktığını ifade etmektedir. Sofralık zeytinlerde tat olarak asit tat, tuzlu tat, acı tat, metalik tat gibi algılardan bahsedilmektedir. Asit tadın, zeytinlerde bulunan organik asitlerdeki (laktik, malik, sitrik, süksinik) hidrojen iyonları konsantrasyonlarından kaynaklandığı, tuzlu tadın sodyum klorür ilave edilmiş/paketlenmiş zeytinlerde tuzun ve dil üzerinde bulunan alıcıların anyon-katyonları arasındaki etkileşimleri sonucu ortaya çıktığını ve bu tadın sadece kullanılan tuzun iyon konsantrasyonuna bağlı olduğunu, acı tadın sebebi olarak başta oleuropein olmak üzere fenolik bileşiklerin varlığından dolayı olduğunu ve bu acı tadın algılanmasında tat tomurcuklarının yüzeyindeki yağlı kısımlarla polifenollerin polar molekülleri arasındaki etkileşiminin rol oynadığını ifade etmektedir. Bu acımsı tadın bazı zeytin çeşitlerinde (doğal, sele, kurutulmuş) tüketiciler için cezbedici olarak iştah açıcı ve hazmettirici olduğunu belirtmektedir. Diğer bir algı olan metalik tadın kimyasal algısındaki mekanizmasının tam olarak bilinmediğini, bu tadın California stili olarak bilinen karartılmış zeytinlerde demir tuzlarının hatalı kullanımıyla ortaya çıktığını belirtirken, Castelvetro stili yeşil zeytinlerdeki diğer tat algısının da alkali tadı olduğunu ifade etmektedir.

Marsilio (2002), sofralık zeytinlerde doku yapısının, tüketiciler için kalitenin işaretçisi olduğundan dolayı sofralık zeytinlerde kabul edilebilirlik

için önemli bir özellik olduğunu belirtmektedir. Sofralık zeytinlerin kararlılığının depolama ve işleme şartları, işleme teknolojisi, olgunluk derecesi, zeytin çeşidi gibi çeşitli faktörlerle ilişkili olduğu ifade edilirken, zeytinlerde meydana gelen yumuşamaya pektinolitik mikroorganizmaların gelişimi, fiziksel uygulamalar (şiddetli sıcaklık uygulaması) ve olgunluk derecesinin sebep olabileceği belirtilmektedir.

Sonuç

Zeytin meyvesinin içerdiği acılık maddesi, yağ oranı ve düşük şeker içeriği, temel olarak zeytinin diğer meyvelerden ayrılmasını sağlamaktadır. Özellikle fenolik bileşiklerden kaynaklandığı belirtilen acı tadı nedeniyle işlem görmeden tüketilememektedir. Zeytin çeşidine ve olgunluk durumuna göre dünyada klasikleşmiş sofralık zeytin işleme yöntemleri bulunmaktadır. Zeytinin işleme öncesi sahip olduğu duyu özellikleriyle işleme sonrası kazandığı duyu özellikler, sofralık zeytinin duyu karakterini ortaya çıkarmaktadır. İşlem görmemiş zeytinlerde ve işlenmiş sofralık zeytinlerde tüketilebilirliği etkileyen duyu özellikler ilk olarak renk ve doku özellikleriyle tüketiciyi etkilemektedir. Zeytinin sahip olduğu acı tadın fenolik bileşiklerle doğrudan ilişkili olduğu, bu acılığın giderilmesi için yapılan tatlandırma ve fermantasyon işlemleri sırasında da zeytinlerin asidik, tuzlu, metalik, alkali gibi tatları ve değişik kokuları kazanarak son ürünün duyu özelliklerinin bu şekilde ortaya çıktığı görülmektedir. Kabul edilebilir duyu özelliklerdeki ürünü elde etme açısından hem işlem görmemiş zeytinlerin kalitesine hem de işleme yöntemlerindeki kritik noktalara dikkat edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Aponte, M., Ventrino, V., Blaiotta, G., Volpe, G., Farina, V., Avellone, G., Lanza, C.M., Moschetti, G., 2010. Study of Green Sicilian Table Olive Fermentations Through Microbiological, Chemical and Sensory Analyses. *Food Microbiology*. 27:162–170.
- Arıcı, Ö., Aktan, N., 1997. Memecik ve Uslu Siyah Zeytin Çeşitlerine Uygulanan Farklı Salamura Yöntemlerinin Duyusal ve Kimyasal Bileşim Üzerine Etkileri. *Gıda*. 22(2):147-154.
- Arroyo-López, F.N., Querol, A., Bautista-Gallego, J., Garrido-Fernández, A., 2008. Role of Yeasts in Table Olive Production. *International Journal of Food Microbiology*. 128:189–196.
- Balatsouras, G., 1997. Sofralık Zeytin İşleme Teknolojisi. Plaza, Janes, Dünya Zeytin Ansiklopedisi, Uluslararası Zeytinyağı Konseyi, İspanya, 297-344.
- Barut, E., 2000. Bursa İlinin Değişik Yörelerinde Yetiştirilen Gemlik Zeytin Çeşidinde Meyvelerin Kimyasal Bileşimleri Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu. Bahçe Bitkileri ve Gıda Mühendisliği Bölümleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, 361-365.
- Bianchi, G., 2003. Lipids and Phenols in Table Olives. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 105:229–242.
- Dourtoglou, V.G., Mamilos, A., Makris, D.P., 2006. Storage of Olives (*Olea europaea*) Under CO₂ Atmosphere: Effect on Anthocyanins, Phenolics, Sensory Attributes and in Vitro Antioxidant Properties. *Food Chemistry*. 99:342–349.
- Duran, M., 2006. Zeytin zeytinyağı sektör raporu. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-106.pdf> (Erişim tarihi:19/04/2010).
- El, S.N., Karakaya, S., 2009. Olive tree (*Olea europaea*) Leaves: Potential Beneficial Effects on Human Health. *Nutrition Reviews*. 67(11):632–638.
- Ergönül, P.G., Nergiz, C., 2008. Farklı Zeytin Çeşitlerinde Olgunlaşma Periyoduna Bağlı Olarak Kimyasal Kompozisyonunda Meydana Gelen Değişmeler. Türkiye 10. Gıda Kongresi. Erzurum.
- Food And Agriculture Organization (FAO), 2008. <http://faostat.fao.org/site/613/default.aspx#ancor> (Erişim tarihi:17/06/2010).
- Garrido Fernandez, A., Fernandez Diez, M.J., Adams, M.,R., 1997, Table Olive, Production and Processing, Chapman and Hall, First Edition, Londra, 496p.
- González, M., Navarro, T., Gómez, G., Pérez, R.A., Lorenzo, C., 2007a. Sensory assessment of table olive: I. Set up of a panel test and use of standarised scales. *Grasas Y Aceites*. 58(3):225-230.
- González, M., Navarro, T., Gómez, G., Pérez, R.A., Lorenzo, C., 2007b. Sensory assessment of table olives: II. Practical application and correlation with instrumental analysis. *Grasas Y Aceites*. 58(3):231-236.
- International Olive Council (IOC), 2010a. "Production". http://www.internationaloliveoil.org/downloads/production3_ang.PDF
http://www.internationaloliveoil.org/downloads/production4_ang.PDF
(Erişimtarihi:17/06/2010).
- International Olive Council (IOC), 2010b. Method Sensory Analysis of Table Olives. COI/OT/MO No 1/Rev.1. <http://www.internationaloliveoil.org/>.
- Irmak, Ş., 2009. Sofralık zeytin teknolojisi. N. Varol, L., Erten, T., Turanlı. Zeytin. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Ankara, 249-276.
- Irmak, Ş., Güngör, F.Ö., Susamcı, E., 2010. Bazı sofralık zeytin çeşitlerimizin toplam fenolik madde miktarları ve işleme tekniklerinin bu bileşikler üzerine etkileri. *Zeytin bilimi*, 1(2):57-64.
- Jimenez, A., Rodriguez, R., Fernandez-Caro, I., Guillen, R., Fernandez-Bolanos, J., Heredia, A., 2000. Dietary fibre content of table olives processed under different European styles: study of physico-chemical characteristics. *J Sci Food Agric*. 80:1903-1908.
- Karaoulanis, G.D., Bamnidou, A., 1995. Colour Changes in Different Processing Conditions of Green Olives of Chalkidiki Variety. *Grasas y Aceites*. 46(3):153-159.
- Kaya, E., Akdemir, H., Özden, Y., 2010. Zeytin mikroçoğaltımı ve konserveleşiminde güncel biyoteknolojik gelişmeler. *Zeytin bilimi*, 1(2):85-94.
- Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü (KKGM), 2008. "Sofralık zeytin tebliği". <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2008-24.html> (Erişim tarihi:17/06/2010).
- Lalas, S., Athanasiadis, V., Gortzi, O., Bounitsi, M., Giovanoudis, I., Tsaknis, J., Bogiatzis, F., 2011. Enrichment of table olives with polyphenols extracted from olive leaves. *Food Chemistry*.
- Lanza, B., Di Serio, M.G., Iannucci, E., Russi, F., Marfisi P., 2010. Nutritional, textural and sensorial characterisation of Italian table olives (*Olea europaea* L. cv. 'Intosso d'Abruzzo'). *International Journal of Food Science and Technology*, 45:67–74.

- Marsilio, V., 2002. Sensory analysis of table olives. *Science and Technology*, 32-41.
- Marsilio, V., d'Andria, R., Lanza, B., Russi, F., Iannucci, E., Lavini, A., Morelli, G., 2006. Effect of irrigation and lactic acid bacteria inoculants on the phenolic fraction, fermentation and sensory characteristics of olive (*Olea europaea* L. cv. Ascolana Tenera) fruits. *J Sci Food Agric*. 86:1005–1013.
- Marsilio, V., Russi, F., Iannucci, E., Sabatini, N., 2008. Effects of alkali neutralization with CO₂ on fermentation, chemical parameters and sensory characteristics in Spanish-style green olives. *LWT*. 41:796–802.
- Nanos, G.D., Kiritsakis, A.K., Sfakiotakis, E.M., 2002. Preprocessing storage conditions for green 'Conservolea' and 'Chondrolia' table olives. *Postharvest Biology and Technology*, 25:109-115.
- Omar, S.H., 2010. Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Sci Pharm*. 78:133-154.
- Öngen, G., Sargi, S., Tetik, D., Köse, T., 2005. Hot Air Drying of Green Table Olives. *Food Technol. Biotechnol.*, 43(2):181–187.
- Özen, H., Akan, S., Türk, R., 2000. Dondurularak muhafazaya alınan Gemlik zeytininden belirli periyotlarda sele zeytini yapma olanaklarının araştırılması. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu. Bahçe Bitkileri ve Gıda Mühendisliği Bölümleri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, 194-199.
- Öztürk, F., 2006. Türkiye zeytincilik sektörünün genel durumu. *Zeytin Yetiştiriciliği. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, İzmir, 61:1-14.
- Panagou, E. Z., 2004. Effect of different packing treatments on the microbiological and physicochemical characteristics of untreated green olives of the Conservolea cultivar. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 84:757–764.
- Panagou, E. Z., Tassou, C. C., Katsaboxakis, K. Z., 2002. Microbiological, physicochemical and organoleptic changes in dry-salted olives of Thassos variety stored under different modified atmospheres at 4 and 20°C. *International Journal of Food Science and Technology*, 37:635–641.
- Pazır, F., Yurdagel, Ü., Gültekin, Ö.B., Hepçimen, A.Z., 2000. Hurma zeytininin soğukta saklanması. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu. Bahçe Bitkileri ve Gıda Mühendisliği Bölümleri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, 480-485.
- Sabatini, N., Mucciarella, M.R., Marsilio, V., 2008. Volatile compounds in uninoculated and inoculated table olives with *Lactobacillus plantarum* (*Olea europaea* L., cv. Moresca and Kalamata). *LWT - Food Science and Technology*, 41:2017-2022.
- Susamcı, E., 2011. Farklı Gaz Bileşimi ve Sıcaklık Koşullarının Erkence Hurma Zeytini'nin Depo Ömrü Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 193s.
- Şahan, Y., Başoğlu, F., Gücer, S., 2007. ICP-MS analysis of a series of metals (Namely: Mg, Cr, Co, Ni, Fe, Cu, Zn, Sn, Cd and Pb) in black and green olive samples from Bursa, Turkey. *Food Chemistry*, 105:395–399.
- Şahan, Y., Başoğlu, F., 2008. Salamura Siyah Zeytin Üretim Sürecinde Bazı Metallerin Meyvedeki Değişimlerinin Belirlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Tamer, C.E., Uylaşer, V., İncedayı, B., Vural, H., Çopur, Ö.U., 2009. Hedonic Price Model of Table Olive in Turkish Markets: a Case Study of Bursa Province. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, 37(1):219-223.
- Tetik, H.D., 2005. Sofralık Zeytin İşleme Teknikleri. *Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 53, İzmir, 136s.
- Uccella, N., 2001. Olive biophenols: novel ethnic and technological approach. *Trends in Food Science and Technology*, 11:328–339.
- Ünal, K., Nergiz, C., 2003. The effect of table olive preparing methods and storage on the composition and nutritive value of olives. *Grasas y Aceites*, 54(1):71-76.

İLETİŞİM

Erkan Susamcı
Zeytincilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü,
Sofralık Zeytin Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir
E-posta: esusam@hotmail.com

Metaller ve Zeytinyağının Etkileşimi

Interaction of Olive Oil and Metals

Elif Burçin BÜYÜKGÖK¹, Semih ÖTLEŞ²

¹Zeytincilik Araştırma İstasyonu, Zeytinyağı Teknolojisi Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye

²Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

Geliş tarihi: 05.05.2011

Kabul tarihi: 14.12.2011

Özet

Zeytinyağı, sadece zeytin ağacı meyvelerinden elde edilen, hiçbir kimyasal işlem görmeden doğal hali ile tüketilebilen ve oda sıcaklığında sıvı olan bir gıda maddesidir. Lezzetinin yanı sıra zeytinyağını kendine özgü yapan özelliklerden biri de oksidatif stabilitesidir. Zeytinyağının oksidatif stabilitesinin bu denli güçlü olması, major bileşenlerden olan yağ asitleri bileşiminden ve minör bileşenlerden fenolik bileşikler, tokoferoller, skualen, steroller, fosfolipitler, karotenoidler, klorofil ve türevleri gibi maddelerden kaynaklanmaktadır. Zeytinyağı dahil tüm yenilebilir yağlar eser miktarda ağır metaller içermektedir. Oksidasyon hızı ile mevcut metallerin miktarı arasında direk ilişkiden bahsetmek mümkündür. Bu metaller bitkinin yetiştiği topraktan ve yağın işlenmesi ve depolanmasında kullanılan ekipmanlardan gelmektedir. Bu nedenle, çeşitli aşamalarda, yağların metallerle teması önlenmelidir. Zeytinyağı sırlı toprak kaplarda, paslanmaz çelik veya cam kaplarda saklanmalı, bakır ve demir kaplar tercih edilmemelidir. Bu derlemede zeytinyağlarının bileşimi, metallerin zeytinyağlarına bulaşma yolları, yağların oksidatif stabilitesi üzerine metallerin etkisi, rafine yağ üretim aşamalarının yağlardaki metal içeriğine etkisi detaylı olarak incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Zeytinyağı, metaller, yağ oksidasyonu

Abstract

Olive oil, obtained only from the fruits of olive trees, is a food item consumed in natural form without any chemical process and is liquid at room temperature. In addition to its flavor, oxidative stability is the unique property of it. Oxidative stability of olive oil is so powerful is due to its major components which are fatty acids and minor components which are phenolic compounds, tocopherols, squalene, sterols, phospholipids, carotenoids, chlorophyll, etc. All edible oils, including olive oil, contain trace amounts of heavy metals. It is possible to state a direct relationship between the oxidation rate and the amount of metals available in the oil. These metals are coming from the soil which the trees are grown and from the equipments used during the oil processing and storage. Therefore, contact with metals in various stages of oil process should be prevented. Olive oil must be stored in the glazed earthenware pots, stainless steel or glass containers and the copper and iron pots should not be preferred. In this review, the composition of olive oil, metal contamination to olive oil, the effect of metals on the oxidative stability of olive oil and the effect of refining process on the metal content of olive oil were explicated in detail.

Key words: Olive oil, metal, oil oxidation

1. Giriş

Zeytinyağı kendine özgü lezzeti ile bitkisel yağlar içerisinde önemli bir yere sahiptir (Erinç ve Kırılan, 2008). Zeytinyağlarının yağ asidi bileşiminin temel önemi tekli doymamış yağ asidi düzeyinin yüksek olmasıdır. Bunlardan biri olan

oleik asit, zeytinyağında oldukça fazladır (Gergin ve ark., 2008).

Oksidasyon; yemeklik katı ve sıvı yağların kalitesini olumsuz yönde etkileyen bir kimyasal reaksiyonlar serisidir. Bu reaksiyonlar sonunda, gliserid molekülleri parçalanarak serbest yağ

asitleri oluşup asitliği artırabildiği gibi, doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesiyle yemeklik yağlarda çeşitli aldehit, keton, hidroksi asit, alkol ve küçük moleküllü yağ asitleri gibi istenmeyen bileşikler de meydana gelebilmektedir. Bu olaylar yağların kalitesinin bozulmasına, tadının acımasına hatta tüketilemez duruma gelmesine neden olmaktadır. Yağlarda görülen bütün bu olaylar, yağları; ısı, ışık, nem, atmosferik oksijen, metal ve mikroorganizma etkisinden korumak, uygun antioksidanlar ilave etmek ve uygun ambalajlama materyalleri ile vakum altında ambalajlayarak düşük sıcaklıklarda muhafaza ederek engellenebilir (Göğüş ve ark., 2009).

Ağır metaller çevrede bozulmaz ve vücudumuza gıda, içme suyu ve hava yolu ile girerler. Metabolik faaliyetler açısından eser miktarda bazı metallerin alınması gerekir; fakat yüksek konsantrasyonları zehirlemeye yol açabilir (Gergin ve ark., 2008). Metaller otooksidasyonda başlangıç basamağının aktivasyon enerjisini 63-104 kJ/mol'e düşürdüğü için yağ oksidasyon hızını artırırlar (Choe ve Min, 2006). Yemeklik yağlarda eser element tayini hem yağların kararlılığı hem de metallerin metabolik etkileri nedeni ile oldukça önemlidir. Yağların oksidasyonu çoğu zaman kendiliğinden başlasa da özellikle Cu, Mn, Fe gibi elementlerin katalitik etkisi ile oksidasyon reaksiyonunun hızı oldukça artmaktadır. Bu metaller; yağlarda radikal oluşumuna neden olan, oldukça etkili katalizörlerdir (Gergin ve ark., 2008).

Zeytinyağındaki fenolik bileşikler, hem radikal yakalayıcı, hem de metalleri şelatlayıcı özellikleri nedeniyle, yağın oksidatif stabilitesine katkı sağlamaktadır. Fakat fenoller, ayrıca metalleri indirgeyebilmektedir. Düşük yükteki metal, hidroperoksitlerin serbest radikallere dekompozisyonunu katalizlemede daha aktif olduğu için polifenollerin metalleri indirgeme özellikleri oksidatif reaksiyonu artırabilmektedir (Köprücüoğlu ve Tekin, 2008).

2. Zeytinyağının bileşimi

Zeytinyağı sağlık açısından önemlidir. Zeytinyağının bileşenlerinde bulunan yararlı maddelerden önemlilerinin başlıca özellikleri Tablo 1'de verilmiştir (Gergin ve ark., 2008).

Tablo 1. Zeytinyağının kimyasal bileşimi (Gergin ve ark., 2008).

Bileşimler	Oranı, Miktarı
Trigliseritler	%99.8
Doymuş yağ asitleri	%14.0
Palmitik asit (C 16:0)	%7.5-20
Stearik asit (C 18:0)	%0.5-5.0
Tekli doymamış yağ asitleri	%72.0
Oleik asit (C 18:1, n-9)	%55-83
Palmitoleik asit (C 16:1)	%0.3-3.5
Çoklu doymamış yağ asitleri	%12.0
Linoleik asit (C 18:2, n-6)	%3.5-21
Linolenik asit (C 18:3, n-3)	%0.01-1.5
Trigliserit olmayan ögeler	%0.2
Tokoferoller (E vitamini)	150 mg/kg
Polifenoller	300 mg/kg
Kolesterol (mg/dl)	0

E vitamini; A vitamininin okside olmasını önleyerek organizmada etkisini arttırmakta ve karaciğerde depolanmasını sağlamakta, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önlemektedir. Ayrıca serbest radikalleri etkisiz hale getirerek kanser oluşum riskini azaltmaktadır. Oleik asit kan kolesterol seviyesinin düzenlenmesinde rol oynayan etkenlerden biridir. Linoleik asit; esansiyel yağ asidi olması nedeniyle besin değerini arttırmakta, çoklu doymamış yağ asitleri sentezinde rol oynamaktadır.

Zeytinyağının yağ asidi bileşiminin ana özelliği tekli doymamış yağ asidi düzeyinin yüksek olmasıdır. Tekli doymamış yağ asitleri, tüm yağ asitlerinin %70'inden fazlasını oluştururlar. Zeytinyağında bulunan yağ asitleri içinde en yüksek oranda yaklaşık %78,5 ile oleik asit olduğu bilinmektedir. Tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit oranının yüksek olması zeytinyağını sağlık açısından avantajlı duruma getirir. Ayrıca zeytinyağında genel olarak yaklaşık %10 oranında çoklu doymamış yağ asitleri de vardır ve sadece yaklaşık %14'ü doymuş yağ asididir. Bu, en modern beslenme ilkelerine uygun olan ve beslenme açısından dengeli bir bileşimdir (Göğüş ve ark., 2009).

Zeytin yağının %72-75 oleik asit (cis 18:1 n-9), elaidik asit(trans 18:1 n-9) %13-16, doymuş yağ

asidi (SFA) palmitik asit (C16:0) %11-14, stearik asit (C18:0) %2-3 ve %6-11,5 çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), linoleik asit (C18:2 n-6) %5-11 ve linolenik asitten (C18:3 n-3) %0,3-0,5 oluşmaktadır. Buna karşılık tokoferoller bitkisel yağlarda 10-12 mg/100 g bulunurken, zeytinyağında (5-15 mg/100g) daha az miktarda bulunur (Gergin ve ark., 2008).

Sızma zeytinyağının başlıca antioksidanları karotenler ile lipofilik (tokoferoller) ve hidrofilik fenolikleri içeren fenolik bileşiklerdir. Sızma zeytinyağı yüksek miktarda hidrofilik fenolik bileşik içermektedir. Bunlar; hidroksibenzoik ve hidroksisinamik türevlerini içeren fenolik asitler, 3,4-dihidroksifeniletanol (3,4- DHPEA veya hidroksitirozol) ve p-hidroksifenil etanolünü (p-HPEA veya tirozol) içeren fenolik alkoller, apigenin ve luteolini içeren flavonoidler, liganlar ve oleuropein, dimetiloleuropein ile ligstrosit türevlerini içeren sekoiridoitlerdir. Bu sekoiridoitler; 3,4- DHPEA veya p-HPEA'ya bağlı dekarboksimetil elenolik asidin dialdehidik formları (3,4- DHPEA-EDA, p-HPEA-EDA) ve oleuropein aglikonunun izomeri (3,4- DHPEA-EA)'dir. 3,4-DHPEA, 3,4- DHPEA-EDA ve 3,4- DHPEA-EA gibi *o*- difenoller, *p*-HPEA ve tokoferollerden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptirler ve bu nedenle zeytinyağının oksidatif stabilitesinden de sorumludurlar (Köprücüoğlu ve Tekin, 2008).

3. Metallerin zeytinyağlarına bulaşma yolları

Yağlar genellikle iz miktarda ağır metalleri içerirler. İz metaller ya çamurlu tohum ya da meyveden yağa doğal yolla ya da hammaddenin işlenmesi sırasında metalik ekipmanlardan veya depolama, taşıma aşamasında kullanılan kaplardan bulaşma sonucu geçmektedir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2010).

Yapılan bir çalışmada iki yağ üretim sistemi arasında natürel zeytinyağında demir ve bakır içeriğinin karşılaştırılması yapılmıştır. Eski işleme sistemlerinden (klasik pres ve süper pres) elde edilen yağlarda demir ve bakır seviyeleri, yeni sistemlerden (kontinü dekantör ve sinolea) elde edilen yağlarınkinden daha yüksek bulunmuştur (Garrido ve ark., 1994).

İşletmelerde kullanılan küçük taşıma, biriktirme veya toplama kapları, çoğunlukla demirden yapılmıştır. Temasla metal bulaşmasının önlenmesi için, kabin yağla temas eden iç yüzeyinin yağ tarafından aşındırılmayan bir materyalle kaplanarak, mutlaka kimyasal yönden etkisiz hale getirilmesi gerekmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006).

Natürel sızma zeytinyağında metaller, bitki metabolizmasıyla bağlantılı iç faktörlerden veya zirai uygulamalar (gübre veya pestisit kullanımı) ile yağ ekstraksiyonu boyunca (ezme ve yoğurma aşamalarında zeytin hamuru ile metalik yüzeyler arasındaki temasla) ya da yağın depolanması sırasında (kullanılan konteyner tipine göre) maruz kalabilecekleri dış faktörlerden kaynaklanmaktadır (Köprücüoğlu ve Tekin, 2008).

Natürel sızma zeytinyağı ve susam yağı gibi rafinasyon işlemine tabi tutulmadan üretilen bitkisel yağlar nispi olarak yüksek miktarda geçiş metallerini içerir (Choe ve Min, 2006). Sızma zeytinyağında, iz miktarda Fe ve Cu; toprak, kimyasal gübre, depolama konteyneri veya işleme ekipmanlarından bulaşabilmektedir. (Erinç ve Kırılan, 2008). Zeytinyağlarında Fe, kuşkusuz en yüksek miktarda bulunan elementtir (Leonardis ve Macciola, 2002). Fe ve Cu miktarları sızma zeytinyağında sırasıyla 0.5-3.0 ve 0.001-0.2 mg/kg arasında olduğu belirtilmektedir. Zeytinyağında bulunan diğer metaller Cr, Mn, Sn, Ni ve Pb'dir ve miktarları birkaç µg/kg'ı geçmemektedir (Erinç ve Kırılan, 2008). Rafine zeytinyağında ise metal içeriği rafinasyon işleminden dolayı natürel zeytinyağının metal içeriğinden daha azdır (Leonardis ve Macciola, 2002).

Zeytin yetiştirilmede kullanılan metal içerikli koruyucu kimyasallar (bakır bileşikleri, kalsiyum fosfat gibi), yetiştirildiği bölgedeki çevresel metal kirliliği ve toprak yoluyla alınmada oldukça etkili toprak karakteristiğine etki eden coğrafi konumu başta olmak üzere pek çok faktör metal düzeyini artırabilmektedir. Bu nedenle zeytinyağının eser element içeriği özellikle kaynağına göre değişmekte; bu içerik de jeolojik karakterizasyonda gündeme gelmektedir.

Metal içeriğinin zeytinin coğrafi kaynağına dayalı değişim gösterdiği belirtilmiştir. Kurşun ve bakır çevresel bulaşmalar sonucu yağda bulunabilirler. Çevre kirliliği ve doğal metal kaynaklar sebebiyle topraktan zeytin bitkisine ulaşır. Bu nedenlerden dolayı, zeytinyağının kaynağına bağlı olarak eser element içeriğinin değiştiği varsayılmaktadır (Atılğan ve ark., 2008).

4. Yağların oksidatif stabilitesi üzerine metallerin etkisi

4.1. Yağ oksidasyonu

Yağlarda veya serbest yağ asitlerinin özellikle çok doymamış yağ asitlerinde meydana gelen oksidasyon, lipit kimyasında en önemli reaksiyonlardan biridir. Yağ ve yağ içeren gıdalarda kalite kaybını etkileyen en önemli faktör oksidasyondur. Kendi kendini katalizleyen bu reaksiyon zinciri üç aşamaya ayrılabilir. Bunlar başlangıç, (Initiation), yayılma-hızlanma (Propagation) ve sonuçlanma (Termination) aşamalarıdır. Ayrıca oluşan oksidasyon ürünleri reaksiyonu katalize etmektedir. Gıdalarda tat ve aroma bozulmasına lipit hidroperoksitleri, karbonil bileşikleri, hidrokarbonlar, ketonlar ve diğer bazı bileşikler eşlik ederek gıdalarda ransiditeye neden olmakta ve vücut hücrelerine zarar verebilmektedir. Üretim sırasında gıdaların temas ettiği metaller oksidasyon yolu ile meydana gelen tat ve koku bozukluklarını daha hissedilir hale getirmektedir. Oksidasyonla bozulma sonucu meydana gelen bazı önemli etkiler ise şöyle sıralanabilir (Coe ve Min, 2006);

1. Katı ve sıvı yağlar ile yağ içeren gıdalarda ransit tat ve aroma oluşumu
2. Pigmentlerde renk açılması
3. Toksik oksidasyon ürünleri oluşumu
4. Üründe tat ve koku kaybı ve bozuklukları
5. Tekstürde değişimler
6. E vitamini ve esansiyel yağ asitlerinin (özellikle linoleik asit) tahribatından dolayı besin değerinin azalması.

Oksidasyona yol açan veya hızlandıran reaktiflerin başında oksijen gelmekte olup, ayrıca ışık, sıcaklık, demir ve bakır gibi metal iyonları, bir

kısım pigmentler ve doymamışlık derecesi oksidasyonu hızlandırmaktadır (Çakmakçı ve Gökalp, 1992). Natürel zeytinyağında lipit oksidasyonu tüketici için büyük bir endişe konusudur çünkü lipit oksidasyonu sadece raf ömrü, görünüş ve lezzet gibi gıdanın kalite özelliklerini değiştirmez; aynı zamanda besinsel değerde azalmaya, potansiyel olarak toksik bileşiklerin oluşumuna ve antioksidanların kaybına neden olur (Paiva-Martins ve ark., 2006).

4.2. Metallerle fenolik bileşiklerin etkileşimi

Natürel sızma zeytinyağındaki fenolik bileşikler normalde antioksidan gibi davranırlar fakat belirli şartlarda prooksidan ajan olurlar ve oksidatif reaksiyon hızını arttırlar. Aslında fenolik bileşiklerin metal indirgeme özellikleri metal iyonlarını hidroperoksit parçalanmasını katalizlemek için daha etkili oldukları düşük yüke (örneğin $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ ya da $Cu^{+2} \rightarrow Cu^{+}$) indirgerler (Bendini ve ark., 2006). Bunun yanında, flavonoidlerin birçoğu lipit peroksidasyonunu başlatan radikallerin ve lipid peroksidaz radikallerinin oluşumunu engellerler. Flavonoidler, bunların dışında metal iyonlarını bağlayarak lipitlerin oksidasyonunu önleyebilmekte ve serbest radikallerin oluşmasında görev yapan enzim sistemini inhibe edebilmektedirler (Erman, 2007).

Metalik maddelerin olmadığı zeytinyağında ve emülsiyon sistemlerde fenolik bileşiklerin antioksidatif etkileri yüksektir. Geçiş metallerinin bulunması durumunda, bu bileşiklerin antioksidan özellikleri azalmakta ve hatta bazı koşullarda prooksidan bile olabilmektedirler. Fenolik bileşikler, radikalleri yakalama ve metalleri şelatlama özellikleri ile antioksidatif etkiye sahip olurken; geçiş metallerini, hidroperoksitlerin parçalanmasını katalizlemede daha aktif oldukları düşük yüke de indirgeyerek oksidasyonu hızlandırmaktadırlar. Bütün fenolik bileşikler, $Fe(+3)$ 'ü indirgeme kapasitelerinden 5 kattan fazla $Cu(+2)$ indirgeme kapasitesine sahiptirler. Zeytinyağı-su emülsiyon sistemlerinde ise hidroksitirozol ve oleuropein, pH 3.5 ve 5.5'de $Fe(+3)$ iyonlarının varlığında, pH 5.5'de Cu varlığında prooksidan etki göstermekte iken, pH 7.4'de her iki fenolik bileşik için antioksidan etki

gözlenebilmektedir. 3,4-DHPEA-EDA yüksek konsantrasyonlarda, Fe(+3) iyonlarının varlığıyla sadece pH 3.5'da prooksidan etki göstermekte iken 3,4-DHPEA-EA, Fe(+3) ve Cu(+2) varlığında bütün pH değerlerinde de antioksidan aktivite göstermektedir (Köprücüoğlu ve Tekin, 2008).

Şelatlama ajanları metal iyonlarını inaktif hale getirebilir ve potansiyel olarak metal bağımlı reaksiyon mekanizmalarını durdurabilir. Polifenollerin metal şelatlama özelliklerine ilişkin literatürde belirsiz bazı sonuçlar vardır. Polifenollerin antioksidan ve prooksidan olarak davranabilmesi antioksidan özelliklerinde azalmaya sebep olabilir. Metal şelatlama bazı uzmanlar tarafından bazı polifenollerde minör bir mekanizma olarak tanımlanır. Henüz serbest radikal süpürme ya da polifenollerin antioksidatif etkisine metal iyon şelatlamının katkısı tam olarak tanımlanmamıştır. Metal iyonlarının şelatlanması serbest radikal reaksiyonlara karşı bir önleme mekanizması olabilir (Andjelkovic ve ark., 2006).

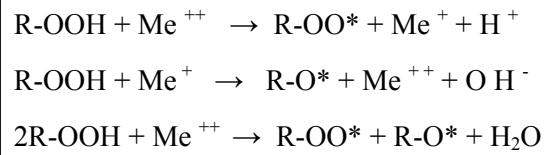
4.3. Metallerin yağ oksidasyon mekanizmasına etkisi

Güneş ışığı, hava, sıcaklık, nem ve metal oksitlenmesi nedeniyle zeytinyağında oksidasyona dayalı acılaşıma meydana gelebilir. Oksidasyon, yağ asidindeki çift bağlardan başlar; ilk aşamada ısı, ışık, bazı metaller gibi faktörlerin etkisiyle serbest radikaller oluşmaya başlar. İlerleme aşamasında zincir reaksiyonlar hızlanır ve oksidasyonun hızı artar. Son aşamada ise serbest radikaller kendi aralarında birleşerek son ürünleri meydana getirirler, oksidasyon hızı düşer. Sonuçta yağ asitlerinin molekül yapısı bozulur ve acılaşıma meydana gelerek yağın tadı ağırlaşır (Gergin ve ark., 2008).

Yağın depo veya ambalaj materyalinin etkisinde bozulması, birinci derecede yağın temas ettiği yüzeyden, çok değerlikli metal iyonları ile bulaşmasından kaynaklanmaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006). Metallerin etkisiyle gerçekleşen oksidasyon reaksiyonları redoks tepkimeleridir. Özellikle Cu, Mn, Fe gibi elementler oksidasyon sorununu artırabilirler. Bu metaller; yağlarda radikal oluşu-

muna neden olan, oldukça etkili katalizörlerdir (Gergin ve ark., 2008).

Yağa bulaşan çok değerlikli metal iyonları, Şekil 1'de verilen redoks tepkimelerine ait eşitlikte görüldüğü gibi, peroksit yapılardan hidrojen kopararak, oksidatif tepkimelerin başlayıp ilerlemesi için gerekli olan aktif ya da serbest radikallerin kolaylıkla oluşmasını sağlamaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006).



Şekil 1. Çok değerlikli metallerin etkisinde oksit ve peroksit radikallerinin oluşumu, (Kayahan, ve Tekin, 2006)

Lipit peroksidasyonu, zincirleme bir reaksiyon olup, devamlı olarak daha ileri peroksidasyonlara yol açan serbest radikalleri üretir. Zincir reaksiyonunun başlatıcısı ise, ilk aşamada meydana gelen hidroperoksitlerdir. Yağların oksidasyonu 3 aşamalıdır: İlk aşamada, doymamış yağ asidinin çift bağından biri ısı, ışık, bazı metaller gibi faktörlerin etkisiyle oksijen alır ve serbest radikaller oluşmaya başlar. Oksidasyonun bu aşamasında yağların kompozisyonunda çok büyük değişiklikler oluşmaz. Peroksitlerin oluşumu ile 37 derecede 4,5 -7,5 pH aralığında linoleik ve linolenik yağ asitleri gibi doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu metaller tarafından katalizlenir. Co (+2) ve Mn(+2) çok aktif katalizörler iken, Cu(+2), Fe(+3) ve Fe(+2) zayıf aktif katalizörlerdir (Gergin ve ark., 2008). Bakır, hidrojen peroksit parçalanmasını Fe(+2) iyonundan 50 defa, Fe(+2) iyonu ise Fe(+3) iyonundan 100 defa daha fazla hızlandırır. Metaller aynı zamanda hidroperoksitlerin ayrıştırılmasıyla yağın otooksidasyonunu hızlandırır. Fe(+2) iyonu $1.5 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1}\text{S}^{-1}$ hız ile otooksidasyonu katalizlemek için lipit hidroperoksitlerinin parçalanmasında Fe(+3) iyonundan çok daha aktiftir (Choe ve Min, 2006).

Yağ asitlerindeki allil grubunun (-C=C-) artması reaksiyon hızının artması anlamına gelir. Lipit oksidasyon reaksiyonlarının birinci basamağını aktif radikal oluşumu meydana getirir. Isı, ışık

Yapılan bir araştırmada, bir zeytinyağı örneği içi epoksi reçine ile sırlandırılmış tanklar kullanılarak ve sıcaklık değişimi ve ışık geçişi yönünden gereken önlemler alınarak, 325 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresi sonunda analiz edilen bu zeytinyağının, demir tankta depolanmış olan örneğe kıyasla, serbest asitlik, peroksit değeri ve demir içeriği yönünden büyük bir üstünlük gösterdiği saptanmıştır (Kayahan ve Tekin, 2006).

5. Rafinasyonun yağların metal içeriğine etkisi

Yağdaki yapışkan maddelerin fosforik asitle giderilmesi sırasında iz metal miktarında da bir azalma meydana gelmektedir. Degumming işlemi sırasında yağın demir ve fosfor miktarlarında sırasıyla %14-57 ve %80-96 oranında bir azalma oluşmaktadır. Dolayısıyla fosforik asit kullanımıyla gerçekleştirilen asit degumming işlemi zeytinyağının oksidatif stabilitesini olumlu yönde etkilemektedir.

Yağların oksidasyonunda prooksidan özelliğinden dolayı katalizör rolü oynayan demirin, rafinasyon işlemi ile yağdan uzaklaştırılması zorunludur. Kimyasal ve fiziksel rafinasyon kademelerinin zeytinyağlarının demir içeriği üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Kimyasal rafinasyon işlemi sırasında nötralizasyon ve renk açma kademelerinde yağın demir içeriğinde genel olarak bir düşme görülmektedir. Bu durum oluşan sabun fazının sürükleyici etkisinden ve özellikle ağartma topraklarının fosfolipit benzeri iz metallerle şelat oluşturan unsurları uzaklaştırmasından kaynaklanmaktadır.

Deodorizasyon ve özellikle yüksek asitli zeytinyağlarının işlendiği buhar destilasyonu kademelerinde yüksek asitliğin sistemlerde oluşturabileceği korozyon etkisi büyük önem taşımaktadır. Yüksek sıcaklığın etkisiyle bu işlemlerde iz metal bulaşmasının gerçekleşebileceği bilinmektedir. Bununla birlikte yağların demir miktarlarında meydana getirdikleri azalma açısından rafinasyon yöntemleri arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Diğer yandan zeytinyağlarının demir içerikleri ile serbest asit içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir ilişki olduğu bilinmektedir.

Bitkisel yağların içerdiği fosfor, fosfolipitlerin yapısında yer alan fosfordan kaynaklanmaktadır. Zeytinyağlarının fosfolipit içeriği diğer yağlara göre çok düşük düzeydedir. Bu nedenle zeytinyağlarına bazı işletme akışlarında konvansiyonel degumming uygulanmamakta; fosfolipitlerin giderilmesi alkalilerle yapılan asitlik giderme işleminin hemen öncesinde gerçekleştirilebilmektedir. Genel olarak fosfolipit içeriğindeki azalma degumming işleminde gerçekleşmekte, kalan fosfolipitler ise renk açma işlemi sırasında ağartma toprağı tarafından adsorbe edilerek yağdan uzaklaştırılmaktadır. Bunun yanı sıra yağın fosfolipit içeriği; özellikle buhar destilasyonu öncesinde önemli düzeyde azaltılmalıdır. Fosfolipitlerin yüksek sıcaklıklara duyarlılığı ve renkte olumsuz değişmelere neden olmaları dolayısıyla degumming işleminin fosfolipit miktarında sağlaması gereken azalma önemlidir (Gümüşkesen ve Yemişçioglu, 2010).

6. Sonuç

Bitkisel yağların oksidatif stabilitesi üzerine iz miktardaki metallerin zararlı etkileri olabileceği belirtilmektedir (Velasco ve Dobarganes, 2002). Zeytinyağında kaliteyi etkileyen parametrelerden biri oksidasyondur ve burada katalizör olarak işlev gören metallerin önemli yeri vardır. Üretimden piyasaya sürüme kadar pek çok aşamada oksidasyonu önleyici veya en aza indirgeyecek şekilde tedbirler alınmalıdır. Bu nedenle de metallerin belirli seviyelerde olmaları gerekli görülmekte; metal düzeylerinin hassas ve güvenilir şekilde belirlenmesi de önem teşkil etmektedir (Gergine ark., 2008).

Natürel zeytinyağının oksidasyonunda sadece metallerden kaynaklanan etkinin miktarını belirlemek oldukça zordur. Aslında natürel zeytinyağı, oksidatif bozunmayı eş zamanlı olarak hızlandırabilen (klorofiller) veya geciktirebilen (fenoller, tokoferoller ve karotenoidler) mikro bileşenleri içerir. Rafine zeytinyağı yukarıda bahsedilen mikro bileşenleri çok az içermesinden dolayı oksidasyon çalışmalarına yardımcı bir sistem olarak düşünülebilir (Leonardis ve Macciola, 2002).

Doğal ve besleyici bir gıda olan zeytinyağını, üretiminden tüketiciye ulaşmaya kadar olan süreç içinde sağlığımız için önemli değerlere sahip besin öğeleri ve fitokimyasalları koruyarak, olumsuz bileşiklerin oluşumuna meydan vermeden üretmeli ve soframızdan eksik etmemeliyiz.

Kaynaklar

- Andjelkovic, M., Camp, C.V., Meulenaer, B.D., Depaemelaere, G., Socaciu, C., Verleoo, M., Verhe, R. 2006. Iron-chelation properties of phenolic acids bearing catechol and galloyl groups. *Food Chemistry*. 98: 23-31.
- Atılğan, S., Seven, Ü., Güçer, Ş. 2008. Zeytinyağındaki Fe ve Cu Düzeylerinin Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile Belirlenmesi ve Önemi. I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi. 229-234. Edremit-Balıkesir.
- Bendini, A., Cerretani, L., Vecchi, S., Carrasco-Pancorbo, A., Lercker, G. 2006. Protective effects of extra virgin olive oil phenolics on oxidative stability in the presence or absence of copper ions. *J. Agric. Food Chem.* 54: 4880-4887.
- Choe, E., Min, D.B. 2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5: 169-186.
- Çakmakçı, S., Gökalp, H.Y. 1992. Gıdalarda kısaca oksidasyon; antioksidantlar ve gıda sanayiinde kullanımları. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.* 23(2): 174-192.
- Erinç, H., Kırılan, M. 2008. Zeytinyağı Bileşiminin Oksidatif Stabiliteye Etkisi. I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi. 168-173. Edremit-Balıkesir.
- Erman, Y. 2007. Fenolik Bileşikler. Y. Erman., A.Ö. Özçelik. Erkek ve Kadınların Diyet-Kanser İlişkisi Hakkında Bilgi ve İnanışları. *Ankara Üni. Basımevi*: 160 s.
- Garrido, M.D., Frias, I., Diaz, C., Hardisson, A. 1994. Concentrations of Metals in Vegetable Edible Oils. *Food Chemistry*. 50: 237-243.
- Gergin, G., Seven, Ü., Güçer, Ş. 2008. Zeytinyağı Kompozisyonunda Yağ Asitlerinin Önemi ve Yağın Bozunmasında Metallerin Etkisi. I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi. 158-161. Edremit-Balıkesir.
- Göğüş, F., Özkaya, M.T., Ötleş, S. 2009. Zeytinyağı. 1. Basım, ISBN: 978-605-4160-04-4, İzmir, 274 s.
- Gümüşkesen, A.S., Yemişçiöğlü, F. 2010. Bitkisel Sıvı ve Katı Yağ Üretim Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. ISBN: 975-94208-0-5, İzmir, 216 s.
- Kayahan, M., Tekin, A. 2006. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi:15, ISBN: 9944-89-207-6, Ankara, 198 s.
- Köprücüoğlu, Y., Tekin, A. 2008. Oksidasyonda Metaller ve Zeytinyağı Fenoliklerinin Etkileşimi. I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi. 32-36. Edremit-Balıkesir.
- Leonardis, A.D., Macciola, V. 2002. Catalytic effect of the Cu(II)- and Fe(III)-cyclohexanebutyrates on olive oil oxidation measured by Rancimat. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104: 156-160.
- Paiva-Martins, F., Santos, V., Mangericao, H., Gordon, M.H. 2006. Effects of Copper on the Antioxidant Activity of Olive Polyphenols in Bulk Oil and Oil-in-Water Emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 54: 3738-3743.
- Scrimgeour, C. 2005. Chemistry of Fatty Acids. In Bailey's Industrial Oil and Fat Products in Volume Sixth Edition. John Wiley & Sons, USA. 606 p.
- Velasco, J., Dobarganes, C. 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104: 661-676.

İLETİŞİM

Elif Burçin Büyükgök
Zeytincilik Araştırma İstasyonu,
Zeytinyağı Teknolojisi Bölümü,
35100 Bornova, İzmir
E-posta: elifbuyukgok@hotmail.com

ZEYTİN BİLİMİ DERGİSİ YAZIM KURALLARI

1. Dergi yayın dili Türkçe'dir. Sadece Abstract ve Key Words kısımları İngilizce olmalıdır.
2. Abstract ve Özet 150, Key Words ve Anahtar Kelimeler 5 kelimeyi geçmemelidir.
3. Yazım sırası **Türkçe Başlık, Yazar(lar)ın Ad(lar)ı ve Kurum(lar)ı, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Key Words, Sorumlu Yazar, Email Adresi, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Kaynaklar** kısmından oluşmalıdır. **Teşekkür** kısmı bulunması durumunda Kaynaklar kısmından önce ve 9 punto olarak yazılmalıdır. Derleme makalelerde Abstract, Özet ve Kaynaklar dışındaki kısımlar olmamalıdır.
4. Makale Word 6.0 veya daha üzeri bir versiyonda ve en fazla 6 sayfa olarak yazılmalıdır.
5. Sayfa yapısı A4 (210x290 mm) boyutunda olmalı, sağ ve sol 3 cm, üst ve alt kısımlar 3,5 cm kenar boşluğu içermelidir. Metnin hiçbir yerinde paragraf girintisi kullanılmamalı, ancak paragraflar öncesi 6 nk aralık boşluk bulunmalıdır.
6. Türkçe Başlık ortalı, koyu, sadece baş harfleri büyük harflerle ve 12 punto olarak yazılmalıdır. Başlıktan sonra bir aralık boşluk bırakılarak yazar(lar)ın ad(lar)ı açık bir şekilde yazılmalıdır. Yazar(lar)ın kurum(lar)ı isimlerinin önüne konulan rakamlar yardımıyla isimlerin altında bırakılacak 3 nk boşluk sonrasında alt alta ortalı, koyu ve sadece baş harfleri büyük harf yazılmalıdır. Yazar adları 11, kurum ad(lar)ı ise 9 punto olmalıdır. Makale 11 punto olmalıdır.
7. Türkçe Özet ve Anahtar Kelimeler ile İngilizce Başlık, Abstract, Key Words, Sorumlu yazar ve e-mail adresi 9 punto yazılmalı ve bölümler arasında 6 nk boşluk bırakılmalıdır. Abstract, yazım alanının sağ ve sol kısmından 1 cm içeriden ve iki tarafa yaslı bir şekilde yazılmalıdır. İngilizce başlık koyu, ortalı ve sadece baş harfleri büyük harf olmalıdır. Sorumlu yazar ve e-mail adresi abstracttan sonra sağa yaslı olarak ayarlanmalıdır.
8. Abstract kısmından bir aralık boşluk bırakıldıktan sonra ana metin, Times New Roman fontunda tek aralıklı ve 9 punto olarak yazılmalı, bölümler arasında 6 nk aralık boşluk bırakılmalıdır. Ana bölüm başlıkları sola yaslanmış, baş harfleri büyük ve koyu olarak yazılmalıdır. Ara bölüm başlıkları sola yaslanmış ve baş harfleri büyük olarak yazılmalıdır. Ana bölüm başlıklarından önce bir aralık, sonra ise 6 nk boşluk, ara bölüm başlıklarından önce 6 nk, sonra ise 3 nk boşluk bırakılmalıdır.
9. Çizelge başlıkları üst, şekil başlıkları alt kısımda bulunmalıdır. Çizelge ve şekil isimleri küçük harflerle yazılmalıdır. Ayrıca çizelge ve şekiller siyah-beyaz olmalıdır.
10. Kısaltmalarda Uluslararası Birimler Sistemine (SI) uyulacaktır. Standart kısaltmalarda (cm, g, TAPGEM, vb) nokta kullanılmamalı, % işareti ile rakamlar arasında boşluk bulunmamalıdır.
11. Kaynaklar metin içerisinde yazarın soyadı ve yıl esasına göre verilmelidir. Soyadın ilk harfi büyük ve yıl ile arasında virgül olmalıdır. İki yazara ait kaynak kullanıldığında soyadlar arasında **ve** bağlacı, ikiden fazla olması durumunda birinci yazarın soyadından sonra **ve ark.** ifadesi kullanılmalıdır. Kaynaklar kısmında ise soyad ve yıl sırasına göre alfabetik sırayla yazılmalıdır. Birinci satır normal, alt satırlar 1.25 cm içeriden başlamalıdır. Kaynak yazımı aşağıdaki genel kalıba uygun olmalıdır. Yazarın soyadı-**virgül**- ad(lar)ının baş harfi-**nokta-virgül**- yayım yılı- **nokta**-eserin başlığı-**nokta**- yayımlandığı yer (yayın organı veya yayınevi)-**virgül**-yayımlandığı şehir veya ülke-**virgül**-cilt no-**virgül**-sayı no -**virgül**- sayfa no -**nokta**

a) Kaynak bir kitap ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve sayfa sayısı
McGregor, S. E., 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. USDA, Washington. 411.

b) Editörlü bir kitaptan alıntı ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, eserin başlığı, editörün adının baş harfi, soyadı, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Carpenter, F. L., 1983. Pollination Energetics in Avian Communities: Simple Concepts and Complex Realities. Insect Foraging Energetics. (C. E. JONES ve R. J.

LITTLE, editörler) Handbook of Experimental Pollination Biology. Van Nostrand Reinhold Company Limited. Wokingham, Berkshire, England. 215-234.

c) Bir dergide yayınlanan makale ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, makale başlığı, derginin adı, derginin cilt ve sayısı (sayı parantez içinde verilmelidir) ile çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Dreller, C., Tarpy, D. R., 2000. Perception of the Pollen Need by Foragers in a Honeybee Colony. Animal Behaviour. 59(1): 91-96.

d) Bir yazarın çok sayıda yayını incelenmişse ismini tekrarlamaya gerek yoktur. Bir yazarın aynı yılda yayınlanmış birden fazla yayını varsa a ve b gibi harflerle gösterilmelidir.

f) Yazarı bilinmeyen ancak bir kurum tarafından yayınlanmış yayınlarda kurum adı verilmeli, uluslararası kısaltması varsa açık adıyla yazılmalı ve yayım yılı verilmelidir.

g) Yazarı ve kurumu bilinmeyen Türkçe yayınlarda **Anonim** terimi kullanılmalıdır.

h) Kaynak yayınlanmamış bir rapor, tez veya ders notu ise bilgiler olağan düzende verildikten sonra parantez içinde "**yayınlanmamış**" sözcüğü eklenmelidir.