

CEVİZ YAĞININ OKSİDASYONU VE ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

Seda KAYAHAN¹

Yasin ÖZDEMİR¹

Aysun ÖZTÜRK¹

ÖZET

Ceviz, sahip olduğu yüksek oranda yağ içeriği ve yağ asitlerinin dağılımı bakımından besin değeri oldukça yüksek bir meyvedir. Ceviz yağının en önemli özelliği doymamış yağ asitlerince zengin olmasıdır. Ceviz meyvesi yaklaşık olarak %65 oranında yağ içermektedir. Bu yağ içeriğinin %7'si doymuş, %20'si tekli doymamış ve %73'ü çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) oluşmaktadır. Ceviz diğer sert kabuklu meyvelerle karşılaştırıldığında, beslenme açısından oldukça önemli yağ asitlerinden olan omega 3 ve omega 6 içeriği bakımından oldukça zengin olduğu görülmektedir. Cevizlerdeki yüksek PUFA varlığı beslenme fizyolojisi açısından istenen bir özellik olması ile birlikte, ceviz yağının oksidasyona karşı duyarlı hale getirmekte ve cevizlerin işlenmeleri ve depolanmaları sırasında önemli sorunlar yaratmaktadır. Cevize uygulanan işlemler ve cevizlerin depolanmaları süresince ceviz yağı sıcaklık, nem, oksijen ve ışık gibi faktörlerden etkilenerek oksidasyona uğrayabilmektedir. Bu durum duyuşal özelliklerden renk, tat, koku ve dokunun kötüleşmesine neden olarak ceviz kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle cevizlerde oluşan yağ oksidasyonunun minimuma indirilmesinde hasat zamanı ve hasat süresi, ceviz dış kabuğunu soyma yöntemi, kurutma yöntemi ile depolama şartları oldukça önemlidir. Bu derlemede ceviz meyvesinin yağ içeriği, ceviz yağlarının oksidasyonu ve yağ oksidasyonunun ürün kalitesine etkisi üzerine durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ceviz yağı, yağ kompozisyonu, yağ oksidasyonu

SUMMARY

OXIDATION OF WALNUT OIL AND EFFECT ON PRODUCT QUALITY

Walnut has high nutritional value because of its fat content. The most important property of walnut oil is its rich unsaturated fatty acids content. Walnut fruit contains approximately 65% oil. The fat comprises 7% saturated fat, 20% monounsaturated and 73% polyunsaturated fatty acids. Compared with other nuts, walnut is rich in omega-3 and omega-6 content which are very important fatty acids in terms of nutrition. The presence of high PUFA in walnut is a desired feature in terms of nutrition physiology. On the other hand this makes walnut oil sensitive to oxidation and creates major problems during processing and storage of walnut. During the storage and the production process applied in walnuts, walnut oil can be influenced by factors such as temperature, moisture, oxygen and light which can cause the oxidation of walnut oil. In this case, walnut quality is affected badly in terms of deterioration of emotional characteristics such as color, taste, smell and texture. Therefore, harvest time and duration, the methodology to peel the walnut shell, drying method and storage conditions are quite important to minimize the

¹ Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, YALOVA

oxidation of fat formed in the walnut. This review is focused on the fat content, fat oxidation and impact of the fat oxidation on quality of walnut products.

Keywords: Walnut oil, oil contents, oil oxidation

GİRİŞ

Ceviz (*Juglans regia* L.) anavatanı Güneydoğu Avrupa, Doğu Asya, Kuzey Amerika ve Anadolu olan en eski ağaç türlerinden biridir. Ceviz meyvesi taze ya da kurutulmuş şekilde doğrudan tüketildiği gibi yoğurt, peynir, dondurma, şeker, çikolata, pasta, ekmek, kek, muffin gibi pek çok gıda üretiminde fonksiyonel bileşen olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [6]. Ayrıca ceviz çeşitli ülkelerin geleneksel ürünleri olan pestil, bastık, ceviz ezmesi, ceviz reçeli, ceviz şekeri, ceviz salamurasının vb. üretiminde kullanılmaktadır [2, 24]. Cevizin geniş kullanım alanları olmasının yanında yeni ürünler de sürekli geliştirilmektedir. Ceviz, protein bakımından zengin bir gıda olarak, hücre yaşlanmasını önleyen, yaşlanmayı geciktiren ve hafızayı güçlendiren B vitamin kompleksleri (B₁, B₂, B₃, B₅ ve B₆) ve E vitamini açısından zengin bir besin kaynağıdır [20]. Ayrıca yüksek folik asit ve zengin mineral (Mg, K, Zn) içeriğine sahip olan cevizin mükemmel bir antioksidan kaynağı olduğu ve ceviz tüketiminin böbrek fonksiyonlarını koruduğu bildirilmiştir [12].

Ceviz %52–70 arasında değişen yüksek yağ içeriğine sahiptir ve toplam yağ asidi içeriğini %57.3–76.6 arasında PUFA bileşenleri oluşturmaktadır. Ceviz yağı içerisindeki major yağ asitleri linoleik asit (omega-6) (%49.3–62.3), oleik asit (%13.8–33.0) ve linolenik asittir (omega-3) (%8.0–15.4) [6]. Düzenli olarak ceviz tüketiminin koroner kalp hastalıkları üzerine olumlu etkiler sağladığını gösteren birçok bilimsel çalışma vardır. Cevizin kardiovasküler koruyucu özelliği, oleik asit gibi tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ile omega-6 (linoleik asit) ve omega 3 (linolenik asit) gibi PUFA içeriğinin yüksek olmasına dayanmaktadır [8].

Cevizin yağ içeriğinde yüksek oranda doymamış yağ asitlerinin bulunması sağlık açısından faydalı olmasının yanı sıra, hava, ışık ve sıcaklık gibi çevresel faktörlere maruz kaldıkları zaman, meyvenin oksidasyona karşı duyarlı olmasına da neden olmaktadır. Yağların oksidasyonu sonucunda tüketici tarafından

istenmeyen tatlar, kötü kokular, renk değişimi ve farklı formlarda bozulmalar meydana gelmektedir [20]. Bu nedenle cevizlerde oluşan yağ oksidasyonunun minimuma indirilmesinde hasat zamanı ve hasat süresi, kurutma yöntemi ve depolama şartları oldukça önemlidir. Uygun hasat ve hasat sonrası işlemler yüksek kalitede karlı ve pazarlanabilen cevizin maksimum verimle elde edilmesinde anahtar faktörlerdir. Hasat işleminden hemen sonra ürünün işlenmesi ceviz kalitesi için çok önemlidir. Ceviz üretiminde kurutma ilk adımdır, kurutma süresince, cevizlerde kimyasal reaksiyonlar, enzim aktivitesi ve mikrobiyel büyümenin neden olduğu besin değerlerinde azalmaya yol açan bazı reaksiyonlar gerçekleşebilir [14]. Ayrıca cevizler için uygun depolama koşulları besin kalitesini korur ve bozulma sürecini yavaşlatmaya yardım edebilir [21, 3]. Arzulanan üretim kalitesi ancak, uygun hasat zamanı, doğru üretim tekniği, uygun ambalajlama ve depolama şartları sağlamak suretiyle elde edilebilir [14, 21].

Yağ Oksidasyonu

Yağ içeriği yüksek ürünler kurutulmuş ürünlerin yağındaki meydana gelen bozulmalar, ürün kalitesinin düşmesine ve muhafaza süresinin azalmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıkta, ışık (mavi ve ultraviyole), iyonize radyasyon, peroksitler, lipoksipenaz enzimleri ve metal katalizörler yağ bozulmasını hızlandırırken; düşük sıcaklık, düşük oksijen, antioksidanlar, ışığı geçirmeyen ambalajlar ve enzim inhibitörleri yağ bozulmasını yavaşlatmaktadır [18].

Yağlı ürünlerde meydana gelen bozulmalar; biyolojik, enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar sonucunda gerçekleşmektedir. Biyolojik ve enzimatik yağ bozulmaları, mantar ve bakteriler gibi mikroorganizmalarla birlikte ürünün bünyesinde bulunan enzimlerin de etki etmesi sonucunda meydana gelir. Mikroorganizmaların gelişmesi için sulu ortam gerekli olduğundan, yeteri kadar su bulunduran yağlı gıdalarda bozulmalar meydana gelmektedir [16, 5]. Yağların bozulma şekilleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Ceviz gibi yağ içeriği yüksek gıdalarda kalitenin düşmesini etkileyen en önemli faktör yağ oksidasyonudur. Yağ ve yağ içeren gıdalar havadaki oksijeninin etkisiyle oksidasyona uğramaktadır. Oksidatif stabilite, yağlı gıdalarda raf ömrü ve yağ kalitesini belirlemek için önemli bir göstergedir [21]. Çünkü oksidasyon boyunca düşük molekül ağırlıklı kötü lezzet oluşturan bileşikler üretilir. Oksidasyona uğramış yağlı ürünlerde oluşan kötü lezzet, ürünleri tüketici tarafından kabul edilmemesine ya da daha az kabul edilir olmasına sebep olmaktadır [10]. Oksidasyon sonucu ürünlerde meydana gelen bozulmalar şöyle sıralanabilir [24, 10]:

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

Yağlı ürünlerde oksidasyona neden olan veya hızlandıran reaktiflerin başında oksijen gelmektedir [10]. Oksidasyon, ışık veya ısı gibi enerji artışına sebep olan fiziksel etmenlerden etkilenir. Ayrıca; yağ asitleri kompozisyonu, pigmentler, metaller, fosfolipidler, mono ve di açilgliseroller, termal olarak oksitlenmiş bileşikler ve antioksidanlar gibi minör bileşikler de

oksidasyonun oluşumunda etkilidir [9]. Genel olarak bu etkenler gıda ürünlerini aynı anda etkilemekte olduğundan birbirinden ayırmak güçtür [23].

Yağ oksidasyonu, serbest radikal reaksiyon zinciri, başlangıç, yayılma ve terminasyon basamaklarından oluşmaktadır.

Başlangıç: $RH \rightarrow R + H$

Yayılma: $R + {}^3O_2 \rightarrow ROO \cdot ROO \cdot + RH \rightarrow ROOH + R$

Terminasyon: $ROO \cdot + R \rightarrow ROOR \cdot R + R \rightarrow RR$ (R: lipit alkil) [9].

Oksidasyon; yağlı gıdaların kalitesini olumsuz yönde etkileyen kimyasal reaksiyonlar serisidir. Bu reaksiyonlar sonunda, gliserid molekülleri parçalanarak serbest yağ asitlerini oluşturup asiditeyi arttırabildiği gibi, doymamış yağ asitlerinin oksijenle yükseltgenmesiyle de çeşitli aldehit, keton, hidroksiasit, alkol ve küçük moleküllü yağ asitleri gibi istenmeyen bileşikler meydana gelmektedir. Bu olaylar, yağların kalitesinin bozulmasına, tadının acımasına, hatta tüketilmez duruma gelmesine neden olmaktadır. Yağlarda görülen bütün bu olaylar, yağları; ısı, ışık, nem, atmosferik oksijen, metal ve mikroorganizma etkisinden korumak, uygun antioksidantlar ilave etmek ve uygun ambalajlama materyalleri ile vakum altında ambalajlayarak düşük sıcaklıklarda muhafaza ederek engellenebilir [26].

Çizelge 1. Yağların bozulma şekilleri [5]

Table 1. Degradation of oils [5]

Biyolojik veya Enzimatik		Kimyasal	
a) Hidrolizle	b) Oksidasyonla	a) Hidrolizle	b) Otooksidasyonla
1) Asitlik artar	1) Metil Ketonlar oluşur	1) Asitlik indeksi büyür	1) Acılaşma
2) Sabunlaşır	2) Yağ oksitlenir	2) Sabunlaşır	2) Polimerleşme

Cevizin Yağ Oksidasyonundan Koruması ve Kalitesinin Artırılması

Beslenmemizde çok önemli yere sahip fonksiyonel gıda olan cevizin, besin kalitesinde meydana gelen kayıplar, ceviz üreticileri ve tüketicileri için en önemli sorundur [28, 27]. Cevizde yağ oksidasyonu ve mikroorganizmaların oluşturduğu toksik maddeler, ceviz kalitesindeki düşüşün en önemli nedenlerindendir [29, 21]. Ayrıca, cevizlere kurutma ve depolama

koşullarında yapılan hatalı uygulamalar sonucunda, yağ oksidasyonunda artış, raf ömründe azalma gerçekleşir. Sonuç olarak hatalı uygulamalar, istenilmeyen kalitede cevizin üretilmesine neden olur. Ceviz kalitesinde meydana gelen sorunları çözmek için, ceviz çeşitlerine göre kurutma yöntemleri, paketleme materyalleri ve depolama şartları üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca yenilenebilir film kaplama, soğuk plazma yöntemi, mikrodalga

uygulamaları gibi yeni uygulamaların ceviz kalitesine etkisi araştırılmaktadır.

Fu ve ark. [14], cevizlere uygulanan farklı kurutma tekniklerinin, ceviz kalitesine etkisini incelemek amacıyla; güneşte kurutma, doğrudan fırın kurutma ve kesikli fırın kurutma uygulamaları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarda yağ asidi kompozisyonu, antioksidan aktivitesi, asit değeri, peroksit değeri, sabunlaşma değeri, toplam fenol içeriği ve toplam flavonoid içeriği gibi yağ oksidasyonunu değiştiren parametreler araştırılmıştır. Kesikli fırın kurutma yöntemi ile elde edilen cevizlerde en düşük yağ oksidasyonu gerçekleştiği görülmüştür. Kesikli fırın kurutma uygulamasının, cevizlerin kurtulması için güneşte ve doğrudan fırında kurutma yöntemlerine göre tavsiye edilebilecek en uygun kurutma yöntemi olduğu ifade edilmiştir.

Bakkalbaş ve ark. [6]'nın yaptığı çalışmada; vakumlu paketleme yapılmış ceviz içinde, meyve çeşidi, paketleme materyalinin oksijen geçirgenliği, depolama sıcaklıklarının oksidatif stabilite üzerine etkileri 12 aylık depolama süresince incelenmiştir. Oksidasyon çalışmalarında Yalova-1 ve Yalova-3 ceviz çeşitleri kullanılmıştır. Ceviz içinin, peroksit, hekzanal içerik ve ekşi tatta önemli bir değişiklik olmadan 10°C ve 20°C sıcaklıkta 90 M PA/PE plastik konteyner içinde vakum altında 12 ay süresince depolanabildiği bildirilmiştir. Buna karşı 30°C sıcaklıkta, zamanla hekzanal içeriği ve ekşi tatta artış görülmüş ve 6 ay sonra ceviz içi kalitesinin kabul edilemez sınırlara ulaştığı belirlenmiştir. Yalova-1 çeşidinin Yalova-3 çeşidine göre daha düşük PUFA ve daha yüksek MUFA içerdiği; toplam fenol içeriği bakımından da depolama için daha uygun bir çeşit olduğu görülmüştür. Bu çalışmada yağ oksidasyonu üzerinde çeşit ve depolama sıcaklığının etkisinin, paketleme materyalinin oksijen geçirgenliğinin etkisinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ceviz içinde PA/PE paketleme materyali kullanılarak, 12 ay boyunca 20°C'de vakum altında oksidasyondan kaçınmanın mümkün olduğu görülmüştür.

Yenilebilir kaplama işlemi kullanılarak ceviz içi yağ stabilitesinin korunması amacıyla Kang ve ark. [17] tarafından bir çalışma yapılmış ve çalışmada kaplama çözeltileri olarak soya proteini izolatu, karboksimetilselüloz ve kateşinin kullanıldığı bildirilmiştir. Ceviz içleri kaplama

çözeltilerine batırma, kurutma işlemlerinin ardından 21 gün boyunca 35°C'de depolanmıştır. Yağ oksidasyonu, peroksit ve tiyobarbitürik asitle reaksiyona giren madde (TBARS) ölçümlerine göre değerlendirme yapılmıştır. Kaplama işlemi sayesinde TBARS'da önemli derece azalma ve peroksit değerlerinde hafif bir artış gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, soya proteini kaplamanın, oksidasyona duyarlı ceviz içinin kalitesini artırdığı, raf ömrünü uzattığı ve antioksidan bileşenler için iyi bir taşıyıcı olabileceği bildirilmiştir.

Ceviz yağının oksidatif stabilitesi üzerine antioksidan ve ışığın etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada; ceviz yağının oksidatif stabilitesini azaltan doğal (biberiye özü) ve sentetik antioksidanlar (askorbil palmitat-tert-bütilhidrokinon) kullanılmıştır. Çalışmada iki farklı depolama koşulunun (6 ay boyunca oda sıcaklığında karanlık ve 800 lux florasan lamba) ceviz üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda ışığa maruz kalan yağlarda primer ve sekonder oksidasyon ürünlerinin miktarlarında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Öte yandan doğal ve sentetik antioksidanların foto oksidatif bozulmayı önlemek için belirgin bir katkı sağladığı görülmemiştir. Karanlık depolama koşulları altında, söz konusu antioksidanların eklenmesinin önemli ölçüde yağ oksidasyonunu azalttığı ve raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir [22].

Gıdalarda gerçekleşen böcek istilasını kontrol etmek için kimyasallar yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat kimyasalların zararlı yan etkilerinden dolayı kullanımları endişeye neden olmaktadır. Kimyasal uygulamalar yerine, kontrollü atmosfer, iyonize radyasyon, konveksiyonel hava ısıtma uygulaması, dielektrik ısıtma gibi alternatif koruma yöntemleri üzerinde çalışılmaktadır [11]. Son çalışmalar, mikrodalga uygulaması ile düşük enerji harcanarak daha kaliteli ya da benzerlerine eşdeğer kalitede ürün elde edilebileceğini göstermiştir. Bu avantajlar göz önüne alındığında mikrodalga uygulamasının diğer tekniklerle yer değiştirme potansiyelinin olduğu belirtilmektedir.

Das ve ark. [11], ceviz 240-480 W gücünde ve 30-240 s süresince mikrodalga uygulaması yapmışlardır. Çalışmada kontrol grubu cevizlerin, mikrodalga uygulanmış cevizlerden önemli derecede yüksek peroksit ve serbest yağ içerdiği görülmüştür. Mikrodalga uygulanmış cevizler

25°C'de 6 ay depolandıktan sonra, serbest yağ asidi ve peroksit değerinde artış gerçekleştiği görülmüştür. Cevizde mikrodalga uygulamasının, ürün kalitesinin üzerine önemli etkisi olmazken, raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir.

Soğuk plazma uygulamasının taze ve kurutulmuş cevizlerin depolama süresince toplam fenol içeriği, antioksidan aktivitesi ve mikrobiyel büyümenin inhibasyonu üzerine etkisi hakkında bir araştırma yapılmıştır.

Amini ve Ghoranneviss [1]'in yaptıkları çalışmada; Mazandaran, Toyserkan, Taleghan ve Shahmirzad isimli dört ceviz çeşidini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda 11 dakikalık soğuk plazma uygulamasının taze cevizlere aşıl原因an aspergillus flavus'un tamamen elimine edilmesini sağladığı belirtilmiştir. Bununla birlikte 10 dakikalık soğuk plazma uygulamasının, kurutulmuş cevizlere aşıl原因an aspergillus flavus'u tamamen elimine ettiği görülmüştür. Soğuk plazma uygulamanın kurutulmuş ve taze cevizlerin toplam fenol ve antioksidan içeriklerine etkisi olmadığı bulunmuştur.

Tüm ceviz çeşitlerinde soğuk plazma uygulamasının toplam fenol ve antioksidan aktiviteye etkisi aynı olmuştur. 15 ve 30 günlük 4°C'de depolama sonrasında kontrol ve soğuk plazma uygulaması yapılmış örneklerin antioksidan aktivite ve toplam fenol içeriğinde artış olduğu görülmüştür [1]. Antioksidan aktivite ve toplam fenol içeriğindeki artışın yağ oksidasyonu üzerinde koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir [4, 7]. Bu nedenle antioksidan aktivitesi ve toplam fenol içeriği korunmuş cevizlerin yağ kalitesinin de korunabileceği anlaşılmaktadır.

Aşkın ve Koyuncu [5], yaptıkları çalışmada bazı ceviz tiplerini kabuklu ve iç olarak, çeşitli koşullarda, değişik ambalaj malzemeleri içinde depolayarak, depolama boyunca kalite değişimlerini incelemiştir. Sonuç olarak en uygun depolama koşullarının 0 ile 5°C sıcaklık ve %55–65 bağıl neme sahip depolarda olabileceği bildirilmiştir. Kabuklu ceviz için incelenen ambalaj malzemelerinden polietilen torbaların, sentetik örgü ve bez torbalara göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. İç cevizlerin depolanmasında en az kalite kaybı vakumlu olarak saklanan örneklerde gerçekleşmiştir. Çalışma sonucunda 0 ile 5°C sıcaklık ve %55–65 bağıl neme sahip

depolarda kabuklu cevizlerin 18 ay, iç cevizlerin ise 10–12 ay muhafaza edilebileceği bildirilmiştir.

Sert kabuklu meyveler iç olarak saklandıklarında depo ömürleri yarıya ineceği için kabuklu olarak saklanmalıdırlar [18]. Yağlı olan bu meyveler, diğer kokuları kolaylıkla absorbe edebildikleri için, patates, soğan gibi keskin kokulu ürünlerle beraber muhafaza edilmemelidir [18, 7]. Cevizler diğer sert kabuklu meyveler kadar dayanıklı değildirler. Kabuklu cevizler, %60–65 nemde ve 0°C sıcaklıkta 12 ay, 10°C sıcaklıkta ise 6 ay muhafaza edilebilirler. İç cevizler ise çok daha kısa sürede bozulur. Cevizlerin kalitesini uzun süre koruyabilmek için, düşük sıcaklıkta, düşük nemli ortamda, antioksidan uygulaması, vakum koşulları ve karanlık ortam gereklidir. Bu şartlar sağlanırsa cevizler 18 ay süresince muhafaza edilebilirler [18].

SONUÇ

Ceviz, yüksek oranda linoleik ve linolenik gibi önemli yağ asitleri ile protein, vitamin ve mineral bileşenlere içeriklere sahip olduğundan, cevizin insan sağlığına çok yönlü olumlu etkilerinin olduğu pek çok çalışmayla ortaya konmuştur. Doymamış yağ içeriğinin yüksek olması bir yandan ceviz değeri kılar, diğer yandan yağ oksidasyonuna neden olarak kalitesinde bozulmalara ve raf ömründe azalmaya neden olmaktadır. Yüksek sıcaklık, ışık, radyasyon, enzimler, metal katalizörler bozulmayı hızlandırıcı etki yaparken, düşük sıcaklık, antioksidanlar, uygun ambalajlar, enzim inhibitörlerinin bozulmayı yavaşlatmaktadır. Cevizlerde meydana gelen kalite kayıplarını önlemek için bozulmayı yavaşlatıcı koşullar ve bu koşulların ceviz kalitesine etkileri yeni araştırmalarla ortaya konmuştur. Araştırmalar sonucu; ceviz çeşitlerinin aynı depolama şartlarında farklı raf ömrü gösterdiği, farklı kurutma yöntemleri karşılaştırılarak, daha kaliteli ceviz elde edilebileceği, depolama koşullarında ve paketleme materyalinde yapılan değişikliklerin ve yenilebilir film kaplama, antioksidan uygulamalarının ceviz kalitesini artırdığı ve raf ömrünü önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur. Ayrıca mikroorganizmaların oluşturduğu toksik etkileri önlemek için soğuk plazma, mikrodalga gibi uygulamaların, ceviz kalitesini bozmadan,

mikroorganizmaların uzaklaştırıldığından dolayı, kullanılabilecek yeni yöntemler olduğu ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

1. Amini, M. and M. Ghoranneviss, 2016. Effects of Cold Plasma Treatment on Antioxidants Activity, Phenolic Contents and Shelf Life of Fresh and Dried Walnut (*Juglans regia* L.) Cultivars During Storage. *LWT–Food Science and Technology* 73:178–184.
2. Anonymous, 1991. The California Walnut The Wander Nut, Food Trade Review. *Jenuary*, 25–27.
3. Altuntas, E. ve M. Erkol, 2011. The Effects of Moisture Content, Compression Speeds, and Axes on Mechanical Properties of Walnut Cultivars. *Food and Bioprocess Technology* 4(7):1288–1295.
4. Aparicio, R., L. Roda, M. A. Albi, F. Gutiérrez, 1999. Effect of Various Compounds on Virgin Olive Oil Stability Measured by Rancimat, *J. Agric. Food Chem.*, 47, 4150–4155.
5. Aşkın, M. A, M. A. Koyuncu, 1996. Van Gölü Çevresinde Yetiştiriciliği Yapılan Bazı Ceviz Tiplerinin Depolaması Üzerine Çalışmalar. *Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Proje No:TOGTAG–1260*.
6. Bakkalbaşı, B., Ö. M. Yılmaz, I. Javidipour, N. Artık, 2012. Effects of Packaging Materials, Storage Conditions and Variety on Oxidative Stability of Shelled Walnuts. *LWT–Food Science and Technology*, 46:203–209.
7. Boskou, D., 2006. Olive Oil, Chemistry and Technology. *American Oil Chemists' Society Press, Newyork*, 176p.
8. Calvo, P., M. Lozano, A. Espinosa–Mansilla, D. González–Gómez, 2012. *in vitro* Evaluation of The Availability of Π –3 and Π –6 Fatty Acids and Tocopherols from Microencapsulated Walnut Oil. *Frin*, 48(1):316–321.
9. Choe, E., D. B. Min, 2006. Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5, 169–186.
10. Çakmakçı, S., H. Y. Gökalp, 1992. Gıdalarda Kısaca Oksidasyon; Antioksidantlar ve Gıda Sanayiinde Kullanımları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2):174–192.
11. Das, I., N. G. Shah, G. Kumar, 2014. Properties of Walnut in Fı Uenced by Short Time Microwave Treatment for Disinfestation of Insect Infestation. *Journal of Stored Products Research* 59(2014):152–157.
12. Derrida, M., 2006. Carya Alba, Mockernut Hickory, Walnut Kernel. <http://www.mdidea.com/products/new/new073showing.html> (Erişim Tarihi: 30.09.2016).
13. Dziejak, J. D., 1986. Antioxidants. *Food Technol.* 40(9):94–102.
14. Fu, M., Q. Qu, X. Yang, X. Zhang, 2016. Effect of Intermittent Oven Drying on Lipid Oxidation, Fatty Acids Composition and Antioxidant Activities of Walnut. *LWT–Food Science and Technology*, 65, 1126–1132.
15. Gümüş, Ş., 1991. Besin Kimyası. *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayın No:2 Ankara*.
16. Gümüşkesen, A. S., 1993. Yağ Teknolojisi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın No:94, 1, Baskı İzmir*.
17. Kang, H., S. Kim, Y. You, M. Lacroix and J. Han, 2013. Inhibitory Effect of Soy Protein Coating Formulations on Walnut (*Juglans regia* L.) Kernels Against Lipid Oxidation. *LWT–Food Science and Technology*, 51(1):393–396.
18. Karaçalı, İ., 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 494, İzmir*.
19. Keskin, H., 1987. Besin Kimyası. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın No:72, 5 Sıra: 3450. Baskı İstanbul*.
20. Liu, S., C. Sun, Y. Xue and Y. Gao, 2016. Impact of pH , Freeze–Thaw and Thermal Sterilization on Physicochemical Stability of Walnut Beverage Emulsion. *Food Chemistry*, 196, 475–485.
21. Lopez, A., M. T. Pique, A. Romero, N. Aleta, 1995. Influence of Cold–Storage Conditions on The Quality of Unshelled Walnuts. *International Journal of Refrigeration*, 18(8):544–549.
22. Martínez, M. L., M. Cecilia, V. Ixtaina, P. Ribotta and D. Maestri, 2013. Effect of Natural and Synthetic Antioxidants on The Oxidative Stability of Walnut Oil Under

- Different Storage Conditions. *LWT–Food Science and Technology* 51(1):44–50.
23. Özçelik, B. and Ö. Evranuz, 1992. Yağlı Tohumlarda Lipid Oksidasyonu: Etkili Faktörler ve Ölçüm Yöntemleri. *Gıda* 23(3):221–227.
24. Özdalvan, B., 1991. Doğal Antioksidant Vitamiuler. *Gıda Sanayii* 5(3):27.
25. Payne, T., 1985. California Walnuts and Light Foods. *Cereal Foods World* 30(3):215–218.
26. Targan, Ş., K. Arısoy, Y. Abalı ve E. Kaya, 2008. Ayçiçek Yağının Raf Ömrünün Uzatılmasında Sitrik Asit ve Fosforik Asidin Antioksidan Etkisi. *BAÜ FBE Dergisi* 10(1):67–75.
27. Jensen, P. N., G. Sørensen, S. B. Engelsen and G. Bertelsen, 2001. Evaluation of Quality Changes in Walnut Kernels (*Juglans regia* L.) by Vis/NIR Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12):5790–5796.
28. Wang, S., J. N. Ikediala, J. Tang, J. D. Hansen, E. Mitcham, R. Mao and B. Swanson, 2001. Radio Frequency Treatments to Control Codling Moth in in-Shell Walnuts. *Postharvest Biology and Technology*, 22(1):29–38.
29. Wang, S., M. Monzon, J. A. Johnson, E. J. Mitcham and J. Tang, 2007. Industrial-Scale Radio Frequency Treatments for Insect Control in Walnuts: II: Insect Mortality and Product Quality. *Postharvest Biology and Technology* 45(2):247–253.