

Ambalajlama Tekniği ve Depolama Koşullarının Ceviz İçi Kalitesi Üzerine Etkisi

Buse Güler , Hakan Karaca  

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Kampüsü, Denizli

Geliş Tarihi (Received): 28.01.2021, Kabul Tarihi (Accepted): 24.04.2021

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): hkaraca@pau.edu.tr (H. Karaca)

☎ 0 258 296 30 85 📠 0 258 296 32 62

ÖZ

Bu çalışmada, farklı ambalajlama teknikleriyle (normal atmosferde, vakum ve azot gazı altında) paketlenip farklı sıcaklıklarda 21 hafta depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş haldeki ceviz içi örneklerindeki bazı kimyasal özelliklerin değişimleri incelenmiştir. Bütün şekilde muhafaza edilen ceviz içi örneklerinde serbest yağ asidi ve konjuge dien değerlerinin depolama boyunca kısmen korunduğu, peroksit ve konjuge trien değerlerinin ise kırık ve öğütülmüş örnekler göre nispeten daha düşük seviyede artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Azot gazı altında paketleme uygulaması, peroksit ve konjuge trien değerlerindeki yükselmeyi sınırlaması nedeniyle cevizlerin oksidasyon reaksiyonlarına karşı muhafazasında etkili bulunmuştur. Örneğin ikincil oksidasyon ürünlerinden aldehitlerin varlığının bir göstergesi olan *p*-anisidin değerleri normal atmosferde ve azot gazı altında paketlenip 20°C'de 21 hafta depolanan öğütülmüş ceviz örneklerinde sırasıyla 0.56 ve 0.40 olarak belirlenmiştir. Düşük sıcaklıkta (4°C'de) depolanan örneklerdeki serbest yağ asidi, peroksit ve konjuge trien değerlerindeki artışın, 20°C'de depolanan örneklerdeki artıştan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Cevizlerdeki boyut küçültme işlemi, örneklerdeki oksidasyon parametrelerinin genellikle artmasına neden olmuştur. Bu durum, özellikle öğütülmüş örneklerde tespit edilen yüksek peroksit, konjuge trien ve para-anisidin değerleriyle ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Ceviz, Oksidasyon, Vakum paketleme, Modifiye atmosfer paketleme, Depolama

Effect of Packaging Technique and Storage Conditions on Walnut Kernel Quality

ABSTRACT

In this study, the changes in some chemical characteristics of whole, crushed and ground walnut kernels packaged by different techniques (packaging under normal atmosphere, vacuum and nitrogen gas) during 21-week storage at different temperatures were investigated. In whole kernels, the levels of free fatty acids and conjugated dienes did not dramatically change and the increases in peroxide and conjugated triene values were relatively lower than those in crushed and ground samples. Packaging under nitrogen gas was effective in protecting walnuts against oxidation reactions by limiting increases in peroxide and conjugated triene values. For example, *p*-anisidine values, which is an indicator of the presence of aldehydes, one of the secondary oxidation products, were determined as 0.56 and 0.40, respectively, in ground walnut samples packaged under normal atmosphere and nitrogen gas and stored for 21 weeks at 20°C. The increases in free fatty acid, peroxide and conjugated diene values were lower at 4°C than those determined at 20°C. Size reductions in walnut kernels generally resulted in increase in oxidation parameters. This was demonstrated by the high values of peroxide, conjugated triene and para-anisidine, especially detected in ground samples.

Keywords: Walnut, Oxidation, Vacuum packaging, Modified atmosphere packaging, Storage

GİRİŞ

Ceviz (*Juglans regia* L.) dünyada üretimi yaygın şekilde gerçekleştirilen sert kabuklu bir meyvedir. Protein, tokoferol, mineral ve fenolik maddeler gibi önemli biyoaktif bileşiklerce zengin olan cevizin sağlık üzerine olumlu etkilerine katkıda bulunan bir başka önemli bileşeni çoklu doymamış yağ asitleridir. Ancak cevizin zengin çoklu doymamış yağ asidi içeriği, bu meyvenin yağını oksidasyon reaksiyonlarına karşı oldukça duyarlı hale getirmektedir [1]. Oksidasyon, özellikle endüstriyel üretimde farklı amaçlar (şuruplu tatlı, kek, pasta üretimi, vb.) için kullanılan boyutları küçültülmüş cevizlerin raf ömrünü kısıtlayan önemli bir etmendir.

Cevizlerdeki oksidasyon seviyesi; içerdiği yağ miktarının yanı sıra kullanılan ambalajlama tekniği ve depolama koşullarına da bağlıdır. Depolama koşullarındaki sıcaklık, ışık vb. parametreler ile paket içi oksijen (O_2) konsantrasyonu gibi faktörler, ceviz gibi yüksek yağ içeriğine sahip ürünlerin muhafaza edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir [2]. Oksidasyon reaksiyonları nedeniyle bu tür ürünlerin besleyici değeri azalmakta, oluşabilecek ransit tat nedeniyle kalite kayıpları gerçekleşmekte ve hatta ürün insan sağlığına zarar verici bir hal alabilmektedir [3]. Ambalajlama; taze ve işlenmiş gıdaların kalitesinin, depolama, taşıma vb. süreçlerde korunmasında önemli bir uygulamadır. Her gıda maddesi için, uygun ambalajlama tekniğinin belirlenmesi ve uygulanması; ürünün kalitesinin korunması ve sevkiyatın kolaylaşması açısından son derece önemlidir [4]. Vakum paketleme, en temel şekilde, paket içerisindeki havanın uzaklaştırılması olarak tanımlanırken [5], modifiye atmosfer paketleme ise gıdanın havadan farklı atmosfer içeren bir paket içerisinde muhafaza edilmesini ifade eder [6]. Bu iki teknik, oksidasyon reaksiyonlarının azaltılması/önlenmesi ve böylece gıdaların raf ömrünün uzatılmasında etkili olabilecek uygulamalar olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmada; normal atmosferde, vakum ve azot (N_2) gazı altında paketlenip iki farklı sıcaklıkta depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin oksidasyon göstergelerinin incelenmesi ve böylece ceviz kalitesinin

en iyi şekilde korunmasını sağlayacak paketleme tekniği ve depolama koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada; ince kabuklu, iri taneli, hoş lezzetli ve açık renkli olması nedeniyle ülkemizde ve dünyada en çok tercih edilen çeşitlerden biri olan Chandler çeşidi cevizler kullanılmıştır. Denizli'nin Acıpayam ilçesindeki bir bahçede yetiştirilen cevizler, 2018 yılı Ekim ayında hasat edilmiş ve Ekiz Fidancılık (Denizli) tarafından temin edilmiştir. Toplanan cevizler, yeşil kabuğundan ayrıldıktan sonra güneş altına serilerek kurutulmuş ve kurutulan örnekler laboratuvara nakledilmiştir. Laboratuvarında, cevizlerin sert dış kabukları, bir ceviz kıracağıyla kırılmış ve içleri kabuklarından ayrılmıştır. Deneylerde kullanıma uygun olmayan (küflü, kurumuş, böcek zararlı, vb.) cevizler ayrılarak uzaklaştırılmıştır.

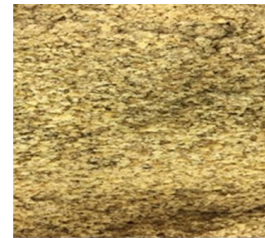
Kırma ve kabuk ayırma işlemlerinde, ceviz içleri daha çok "bütün" olarak çıkarılmaya çalışılmıştır. Birinci sınıf iç ceviz olarak bilinen bu fiziksel boyut için, çalışma kapsamında gereken miktar belirlenmiş ve belirlenen miktarda "bütün" iç ceviz deneylerde kullanılmak üzere ayrılmıştır (Şekil 1a). Çalışmada test edilen diğer boyutlar "kırık" ve "öğütülmüş" haldeki cevizlerdir. Kırık cevizler, iç cevizlerin bir mutfak makasıyla küçük parçalar haline getirilmesiyle elde edilmiştir. Kırık cevizlerin boyutları, ceviz örneklerinin önce 10 mm daha sonra 4 mm gözenek çapına sahip paslanmaz çelik eleklerden geçirilmesiyle standardize edilmiş ve çalışmada bu standart boyuttaki ceviz örnekleri kullanılmıştır. Kırık cevizler, halk arasında daha çok baklavalık olarak bilinmekte ve şuruplu tatlıların yapımında kullanılmaktadır (Şekil 1b). Daha çok pastacılıkta kullanılan ve "öğütülmüş" olarak tabir edilen cevizlerin hazırlanmasında ev tipi bir parçalayıcı (Group GR-2550, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır. Bu cihazda parçalanmış iç cevizler önce 4 mm daha sonra 0.5 mm gözenek çapına sahip paslanmaz çelik eleklerden geçirilmiş ve böylece boyutları standardize edilmiştir (Şekil 1c). Çalışmada bu standart boyuttaki öğütülmüş ceviz örnekleri kullanılmıştır.



a



b



c

Şekil 1. Çalışmada kullanılan farklı boyutlardaki ceviz örnekleri (a: bütün haldeki cevizler, b: kırık cevizler, c: öğütülmüş cevizler).

Figure 1. Walnut samples with different sizes used in the study (a: whole kernels, b: crushed kernels, c: ground kernels)

Metot

Cevizlerin Paketlenmesi ve Depolanması

Yukarıda hazırlanışı anlatılan “bütün”, “kırık” ve “öğütülmüş” iç ceviz örneklerinden 80'er gram tartılmış ve her bir örnek ünitesi bu miktarda örnekten oluşturulmuştur. Vakum ve N₂ gazı altında paketleme esnasında; örneklerin uçuşmasını ve paketleme cihazına zarar vermesini engellemek amacıyla, kırık ve öğütülmüş haldeki iç ceviz örnekleri öncelikle kağıttan yapılmış çay demleme poşetlerinin (Silva Teks. Paz., İstanbul) içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra örnekler, lamine plastik poşetlerin (polietilen + poliamit + etilen vinil alkol + poliamit + polietilen, 25x25 cm, KRCPACK, İstanbul, Türkiye) içerisine yerleştirilmiştir. Ambalaj malzemesini tedarik eden firmadan elde edilen teknik veri dokümanına göre, kullanılan lamine poşetlerin kalınlığı 65±5 µm, O₂ (23°C'de ve %0 bağıl nemde) ve su buharı (38°C ve %90 bağıl nemde) geçirgenlik değerleri sırasıyla 3 cm³/m² gün ve 12 cm³/m² gün'den düşüktür. Örneklerin paketlenmesinde Seles Marka, DZ-260 model bir paketleme cihazı (Wenzhou Xingye Machinery Equipment Co. Ltd., Pekin, Çin Halk Cumhuriyeti) kullanılmıştır. Vakum paketleme uygulaması için cihazın vakumlama değeri 90 kPa değerine ayarlanmıştır. N₂ gazı altında paketleme uygulaması; poşet içerisindeki havanın vakum ile boşaltılması, ardından poşete N₂ gazının verilmesi ve en sonda da poşetin ağzının ısı olarak kapatılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan paketler, ya 4°C'ye ayarlanmış bir buzdolabında ya da sıcaklığı 20°C'ye sabitlenmiş bir klima içeren odada 21 hafta boyunca karanlıkta depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında ve 7, 14 ve 21. haftalarında her bir uygulamadan 2'er paket örnek alınmıştır. Paketlerdeki gaz bileşimlerinin ölçülmesinin ardından poşet içerisindeki ceviz örnekleri aşağıda belirtilen analizlere 2'şer kez tabi tutulmuştur.

Paketlerdeki Gaz Bileşiminin Ölçülmesi

Paketleme işleminden hemen sonra ve her bir örnekleme gününde, portatif bir gaz analizörü (PBI Dansensor, Checkpoint, Ringsted, Danimarka) ile her bir uygulama için 2'şer adet pakette gaz kompozisyonu belirlenmiştir. Analizörün şırıngasının ucundaki iğnenin paket içerisine daldırılmasıyla paket içerisinden gaz örneği alınmış ve bu örnekteki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları belirlenmiştir. Paketteki N₂ gazı konsantrasyonu ise O₂ ve CO₂ gazlarının konsantrasyonları toplamının %100'den çıkartılmasıyla bulunmuştur.

Ceviz Örneklerinden Yağ Ekstraksiyonu

Yağ ekstraksiyonu amacıyla, ceviz örneği (20 g) öncelikle bir havanda iyice dövülmüş ve oradan bir erlenmayere aktarılmıştır. Üzerine 140 mL hekzan ilave edilen ceviz örneği, laboratuvar tipi bir karıştırıcının (IKA T18 Ultra-Turrax, Staufen, Almanya) 14000 rpm'de 1 dakika çalıştırılmasıyla homojen hale getirilmiştir. Daha sonra erlenmayer bir orbital çalkalayıcının (OS-20, Boeco, Hamburg, Almanya) üzerine yerleştirilmiş ve

örnek oda sıcaklığında, 140 rpm'de 2 saat ekstraksiyona bırakılmıştır. Süre sonunda erlenmayer içeriği susuz sodyum sülfat üzerinden süzölmüş ve elde edilen süzöntü 250 mL'lik altı yuvarlak bir balona alınmıştır. Erlenmayerde kalan ceviz örneği üzerine tekrar 140 mL hekzan ilave edilmiş ve yukarıda anlatılan ekstraksiyon prosedürü bir kez daha tekrarlanmıştır. Süzöntüler birleştirilmiş ve çözücü (hekzan) bir rotary evaporatörde (Büchi Rotavapor R-114, Flawil, İsviçre) 40°C'de vakum altında buharlaştırılmıştır. İşlem sonunda elde edilen ceviz yağı, analizlerde kullanılmaya kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Serbest Yağ Asitliği Tayini

Ceviz yağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği (American Oil Chemical Society, AOCS)'nin resmi metodu (Ca 5a-40)'na göre belirlenmiştir [7].

Peroksit Tayini

Örneklerin peroksit değeri AOCS'nin resmi metodu (Cd 8-53)'na göre belirlenmiştir [8]. Sonuçlar milieşdeğer (meq) O₂ / kg ceviz yağı olarak verilmiştir.

Konjuge Dien ve Konjuge Trien Değerlerinin Belirlenmesi

Örneklerin konjuge dien ve konjuge trien değerleri AOCS'nin resmi metodu (Ch5-91)'na göre belirlenmiştir [9].

Para-anisidin Tayini

Örneklerdeki para-anisidin (*p*-anisidin) değerinin belirlenmesinde AOCS'nin resmi metodu (Cd 18-90) kullanılmıştır [10].

Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi

Yağ asidi metil esterleri AOCS resmi metodu (Ce 2-66)'na göre hazırlanmıştır [11]. Buna göre 0.2 g yağ örneği 2 mL hekzan içerisinde çözölmüş ve bu çözelti 0.2 mL metanolik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisiyle muamele edilmiştir. Şiddetli bir karıştırma ve faz ayrımı için yaklaşık 30 dakikalık beklemenin ardından, üstteki berrak faz bir mikro-şırınga ile alınmış ve gaz kromatografisi cihazı (Agilent 7820A, Santa Clara, ABD)'na enjekte edilmiştir. Gaz kromatografisi cihazında bir alev iyonlaştırmalı dedektör mevcuttur. Örneklerdeki yağ asidi metil esterleri, kapiler bir kolonda (Agilent Technologies, DB-FATWAX UI, 30 m × 0.25 mm i.d., 0.25 µm film kalınlığı, Santa Clara, ABD) birbirinden ayrılmıştır. Enjeksiyon hacmi 1 µL, split oranı 1:100 ve taşıyıcı gaz 1.4 mL/dak akış oranına sahip hidrojen gazıdır. Kolon sıcaklık programı; 2 dak 50°C, sonra 174°C'ye 14 dak'da 50°C/dak hızda ve daha sonra 215°C'ye 25 dak'da 2°C/dak hızda olacak şekilde ayarlanmıştır. Enjektör ve dedektörün sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 280°C'ye ayarlanmıştır. Kromatogramdaki piklerin belirlenmesi için bu piklerin geliş zamanları ile metil ester standartlarının (Supelco

37-component FAME Mix, Bellefonte, PA, ABD) geliş zamanları karşılaştırılmıştır.

İyot Değeri Tayini

Ceviz örneklerinde iyot değeri tayini, depolamanın başlangıcında ve sonunda AOCS Resmi Metodu (Cd 125)'na göre gerçekleştirilmiştir [12].

Sabunlaşma Sayısı Tayini

Ceviz örneklerinde sabunlaşma sayısı tayini, depolamanın başlangıcında ve sonunda AOCS Resmi Metodu (Cd 3-25)'na göre gerçekleştirilmiştir [13].

İstatistiksel Analiz

Ortalamalar arasındaki farkların önemli olup olmadığının belirlenmesinde Minitab (Versiyon 13, State College, PA, ABD) ve MSTAT (Michigan State University, MI, ABD) istatistik paket programları kullanılmıştır. İstatistiksel açıdan farklı ortalamaların ortaya konmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'nden yararlanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Paket İçi Gaz Bileşimi

Normal atmosferde ve N₂ gazı altında paketlenen ve farklı sıcaklıklarda depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin paket içi ortalama gaz bileşimleri incelendiğinde; paketlenme sırasında oluşturulan başlangıç gaz bileşimlerinin 21 haftalık depolama süresince genel olarak korunduğu ve tüm örnekler için depolama sonunda en fazla %1'lik değişimlerin söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Paket içi gaz kompozisyonlarının depolama boyunca büyük ölçüde korunmuş olması, paketlenmede kullanılan ambalaj materyalinin bariyer özelliklerinin iyi olduğunu göstermektedir. Nitekim literatürde, etilen vinil alkol tabakası içeren lamine ambalajların yüksek bariyer özelliklerine sahip olduğu [14] ve ceviz [15] ve badem [16] gibi ürünlerin paket içi atmosferlerinin korunmasında etkili olduğu bildirilmiştir.

Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Serbest Yağ Asidi Değerleri

Normal atmosferde, vakum ve N₂ gazı altında paketlenen ve farklı sıcaklıklarda depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin serbest yağ asidi değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Bütün haldeki cevizlerin serbest yağ asidi değerlerinde 21 haftalık depolama süresince istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir değişim gözlenmemiştir (p>0.05). Kırık cevizlerin serbest yağ asidi değerlerinde 4°C'deki depolama süresince herhangi bir değişim gözlenmezken, 20°C'de depolama sonunda kırık cevizlerin serbest yağ asidi değerleri başlangıca göre istatistiksel olarak daha

yüksek bulunmuştur (p<0.05). Öğütülmüş cevizlerin serbest yağ asidi değerleri; 4°C'deki depolamanın 7. haftasında, 20°C'deki depolamanın ise her haftasında istatistiksel açıdan önemli derecede artış göstermiştir (p<0.05). Denenen tüm paketlenme teknikleri ve her iki depolama sıcaklığı için; öğütülmüş cevizlerin serbest yağ asidi değerlerinin, bütün ve kırık ceviz örneklerinin serbest yağ asidi değerlerinden depolama boyunca daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 20°C'deki depolama sonunda, kırık ceviz örneklerinin serbest yağ asidi değerlerinin, bütün haldeki cevizlerin serbest yağ asidi değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Farklı tekniklerle paketlenen ceviz örneklerinin serbest yağ asidi değerleri 4°C'deki depolama süresince oleik asit cinsinden %0.29-0.61 aralığında değişirken, bu değerler 20°C'deki depolama süresince %0.29-1.31 aralığında değişmiştir. Depolama sıcaklığının sert kabuklu meyvelerde serbest yağ asidi oluşumuna etkisi önceden de bilinmektedir. Örneğin Ghirardello ve ark. [17] soğukta (4°C'de) muhafaza edilen fındıklarda serbest yağ asidi seviyesinin ortam sıcaklığında (10-26°C arasında değişen) muhafaza edilenlere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Raei ve Jafari [18] farklı tekniklerle paketlenmiş Antep fıstığı örneklerini farklı sıcaklıklarda depolamışlar ve örneklerin serbest yağ asidi değerlerinin depolama sıcaklığı arttıkça arttığını tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmada, Antep fıstığı örneklerinin serbest yağ asidi değerleri üzerine paket içi gaz atmosferinin etkili olmadığı tespit edilmiştir. Benzer durumlar fındık örnekleri için de bildirilmiştir [19, 20]. Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmada da vakum ve N₂ gazı altında paketlenme uygulamalarının bütün ve kırık ceviz örneklerinin serbest yağ asidi içeriklerinde herhangi bir farka yol açmadığı, öğütülmüş ceviz örneklerinin depolanması sırasında bazı dönemlerde (7. ve 14. haftalarda) serbest yağ asidi değerlerini artırıcı yönde etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun her iki teknikle de uygulanan vakumlama işlemi sonucu hücrelerden gerçekleşebilecek bir yağ sızıntısı nedeniyle gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, vakum uygulaması sonucu öğütülmüş fındıklardan sızan yağın, enzimatik ve kimyasal reaksiyonlara karışabildiği ve bu nedenle serbest yağ asidi değerinin arttığı bildirilmiştir [21].

Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Peroksit Değerleri

Normal atmosferde, vakum ve N₂ gazı altında paketlenen ve farklı sıcaklıklarda depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin peroksit değerleri Şekil 3'te verilmiştir. Çalışmada kullanılan cevizlerin depolama başlangıcındaki peroksit değerinin 0.45±0.10 meq O₂/kg olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında test edilen tüm boyut, paketlenme tekniği ve sıcaklık koşullarında, 21 haftalık depolama süresince peroksit değerlerinin dalgalandığı görülmektedir (Şekil 3). Bununla birlikte; ilk 14 haftalık depolama sürecinde, 4°C'deki örneklerin peroksit değerlerinin istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişmediği tespit edilmiştir (p>0.05). 21. haftada ise, her iki sıcaklıkta depolanan örneklerin peroksit değerleri artmış ve bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

Bakkalbaşı ve ark. [22] farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan cevizlerin peroksit değerlerinde dalgalanmalar olduğunu gözlemişlerdir. Farklı depolama koşullarının bademin raf ömrü üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada [23] test edilen her koşulda peroksit değerlerinde dalgalanmalar olduğu görülmüştür. Bu dalgalanmaların sebebinin “peroksitlerinin kararsızlığı” olduğu ileri sürülmüş, örneklerde bir yandan peroksit oluşumunun gerçekleşebileceği, bir yandan da oluşan peroksitlerin aldehit keton vb. bileşiklere dönüşmüş olabileceği bildirilmiştir. Martin ve ark. [20] farklı tekniklerle paketlenen fındıkların peroksit değerlerinde, depolamanın altıncı ayında (24. haftada) belirgin bir artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Bu tespit, çalışmamızda 21. haftada belirlenen peroksit değerlerindeki artışla uyumlu olduğu görülmektedir. Normal atmosferde ve vakum altında paketlenen öğütülmüş cevizlerin peroksit değerleri, depolama sonunda bütün ve kırık haldeki cevizlerin peroksit değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Buradan boyut küçültme işleminin, örneklerin yüzey alanı artması nedeniyle, cevizlerdeki peroksit değerini artırdığı sonucuna varılabilir. Oysa ceviz unlarını (%20.3 yağlı) farklı ambalaj materyalleriyle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolayan Vanhanen ve Savage [24], örneklerin 23°C'nin altında altı aya kadar okside olmadan depolanabildiğini bildirmişlerdir. Yazarlar bu durumu, ceviz meyvesinde yüksek miktarlardaki doğal antioksidanların (tokoferoller vb.) varlığına bağlamışlardır.

Şekil 3'teki verilerden, N₂ gazı altında paketlenme uygulamasının cevizlerin peroksit değerlerindeki artışı sınırlandırıcı etkisi görülmektedir. Söz gelimi, öğütülmüş ceviz örneklerinin 21 haftalık depolama periyodu sonunda peroksit değerlerinin N₂ gazı altında paketlenme uygulamasıyla en fazla 1.39 meq O₂/kg'a çıktığı, normal atmosferde ve vakum paketlenme uygulamalarıyla ise sırasıyla 2.68 ve 2.58 meq O₂/kg değerlerine ulaşabildiği belirlenmiştir. Bu durum, N₂ gazı altında paketlenme uygulamasının, yani paket içerisindeki O₂ miktarının düşürülmesinin peroksit değerlerindeki artışın sınırlandırılmasında etkili olduğunu göstermektedir. Nitekim Martin ve ark. [20] ortamdaki O₂ konsantrasyonunun peroksit değerleri üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu çalışmada, depolama sırasında O₂ konsantrasyonunun %1, %5 ve %10 olması durumunda fındık örneklerinin peroksit değerlerinde önemli bir artış gözlenmezken, O₂ konsantrasyonunun %20 olması durumunda peroksit değerlerinin önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. Ghirardello ve ark. [17] de %1 O₂+%99 N₂ gazı altında paketlenip düşük sıcaklıkta (4°C'de) depolanan fındık örneklerinin peroksit değerlerindeki artışın yavaşladığını tespit etmişlerdir.

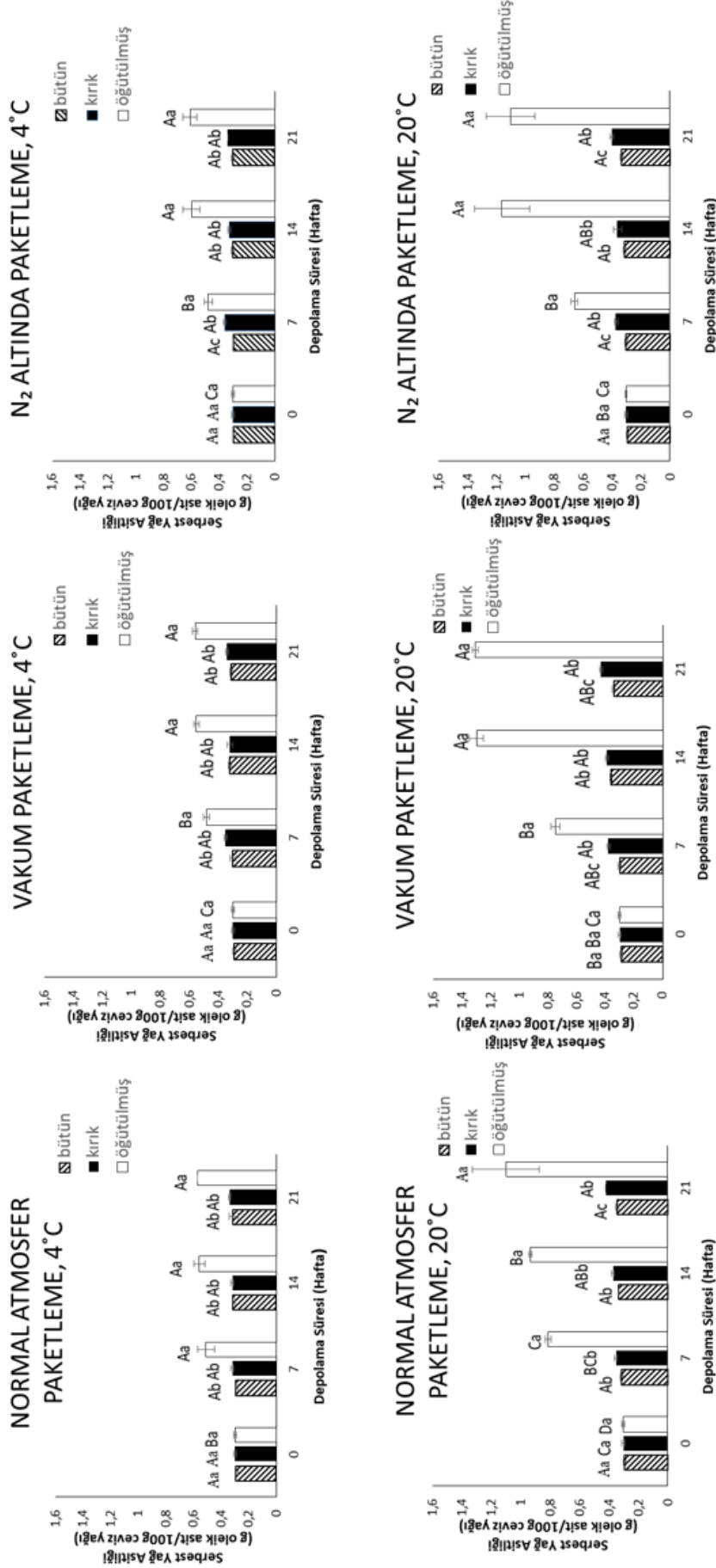
Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Konjuge Dien ve Konjuge Trien Değerleri

Ultraviyole bölgede yapılan spektrofotometrik ölçümler, yağların kalitesi ve işleme sırasında yapılarında meydana gelen değişimler hakkında fikir verebilmektedir [25]. 232 nm'de gerçekleştirilen spektrofotometrik ölçüm

sonuçları çoklu doymamış yağ asitlerinin yani konjuge dienlerin oluşumu ile ilişkilendirilirken, 270 nm'de elde edilen sonuçlar aldehit ve keton gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumuyla paralellik göstermektedir [26]. Normal atmosferde, vakum ve N₂ gazı altında paketlenen ve farklı sıcaklıklarda depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin konjuge dien ve konjuge trien değerleri sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

Çalışmada kullanılan cevizlerin depolama başlangıcındaki konjuge dien ve konjuge trien değerlerinin sırasıyla 0.86-1.03 ve 0.03-0.04 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler, ceviz yağlarının konjuge dien ve konjuge trien değerlerinin sırasıyla 1.18±0.01 ve 0.06±0.01 olduğunu bildiren Martinez ve ark. [27]'nin bulgularıyla uyumludur. Ceviz örneklerinin konjuge dien değerlerinde 4°C'de gerçekleştirilen depolama sürecinde zaman zaman kısmi artışlar gözlenmiştir. Oysa 20°C'deki depolama sürecinde bu değerler nispeten daha çok artmış ve normal atmosferde, vakum ve N₂ gazı altında paketlenen örneklerde depolama sonunda sırasıyla 1.51, 1.31 ve 1.14 değerlerine ulaşmıştır. Normal atmosferde paketlenip 20°C'de depolanan bütün haldeki ceviz örneklerinin konjuge dien değerleri her örnekleme zamanında istatistiksel açıdan önemli derecede artış göstermiş ancak vakum altında paketlenen örneklerde son iki örnekleme zamanında (14 ve 21. haftalarda), N₂ gazı altında paketlenen örneklerde son üç örnekleme zamanında (7, 14 ve 21. haftalarda) konjuge dien değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir artış tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Bu durum, vakum ve N₂ gazı altında paketlenme uygulamalarının cevizlerde konjuge dien değerlerindeki artışı sınırlamadaki etkinliğinin bir göstergesidir ve Martin ve ark. [27]'nin fındıklardaki tespitiyle paralellik göstermektedir.

Normal atmosferde ve vakum altında paketlenen öğütülmüş ceviz örneklerinin konjuge trien değerlerinde, her iki sıcaklıkta gerçekleştirilen 21 haftalık depolama süreçlerinde istatistiksel açıdan anlamlı artışlar gözlenmiştir ($p < 0.05$). N₂ gazı altında paketlenen örneklerde ise depolamanın 7. haftasında meydana gelen artışın ardından konjuge trien değerlerinde önemli bir artış gözlenmemiştir. Depolama sonunda, bu örneklerin trien değerleri, normal atmosferde ve vakum altında paketlenen öğütülmüş ceviz örneklerinin konjuge trien değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuge dien değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı herhangi bir farklılık tespit edilmezken, konjuge trien değerlerindeki artışlar genellikle öğütülmüş>kırık>bütün şeklinde gerçekleşmiştir. Bu durum cevizlerdeki boyut küçültme işleminin, konjuge trien değerlerini artırıcı etkisini gözler önüne sermektedir. Benzer şekilde Raisi ve ark. [28] normal atmosferde paketlenip ortam sıcaklığında depolanan öğütülmüş badem örneklerinin konjuge trien değerlerindeki artışın, diğer tüm örneklerde gözlenen artıştan çok daha büyük olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlara göre bu durum, öğütme işlemiyle O₂'nin temas edebileceği yüzey alanının artmasından ve böylece bademlerin oksidasyona karşı daha duyarlı hale gelmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin serbest yağ asidi miktarlarındaki değişim^{*,**}. Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

^{**}: Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı örnekleme zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Figure 2. Changes in the free fatty acid amounts in walnut kernels with different sizes packaged with different techniques and stored at different temperatures^{*,}. For the same temperature, the same packaging technique and the same kernel size; the differences among the values of different weeks (n=4) with upper-case letters are significant (p<0.05).**

^{}: For the same temperature, the same packaging technique and the same sampling day; the differences among the values of different kernel sizes (n=4) with lower-case letters are significant (p<0.05).**

Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin p -anisidin Değerleri

Hidroperoksit oluşumu, yağ asitlerinin oksidasyona duyarlılığı ve ürünlerdeki antioksidan seviyeleri ile ilişkilidir. Bununla birlikte, hidroperoksitler stabil olmayan bileşiklerdir ve yağ kalitesi için önemli bir parametre olsa da yağların oksidatif durumu ile her zaman doğrudan ilişkili değildir. Öte yandan, ikincil oksidasyon ürünlerinden aldehitlerin varlığının bir göstergesi olan p -anisidin değeri, daha ampirik (deneysel) bir parametre olmasına rağmen, oksidasyon ile daha iyi bir korelasyon göstermektedir. İkincil oksidasyon ürünleri, hidroperoksitlerden çok daha kararlı ürünlerdir. Bu nedenle, oksidasyon durumunun doğru bir şekilde belirlenebilmesi için, birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri birlikte değerlendirilmelidir [26]. Normal atmosferde, vakum ve N_2 gazı altında paketlenen ve farklı sıcaklıklarda depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin p -anisidin değerleri Şekil 6'da verilmiştir.

Şekil 6 incelendiğinde, test edilen tüm ceviz örneklerinin p -anisidin değerlerinin depolama süreci boyunca hep bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Normal atmosferde ve vakum altında paketlenip 4 ve $20^\circ C$ 'de depolanan öğütülmüş ceviz örneklerinin p -anisidin değerlerinin depolama boyunca her bir örnek alımı zamanında istatistiksel açıdan anlamlı artışlar gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Depolama periyodu sonunda, öğütülmüş cevizlerin p -anisidin değerlerinin bütün ve kırık haldeki cevizlerinin p -anisidin değerlerinden daha yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Öğütülmüş cevizlerin $20^\circ C$ 'deki depolama periyodu sonunda; vakum ve N_2 gazı altında paketlenen örneklerin p -anisidin değerlerinin (sırasıyla 0.46 ve 0.40) normal atmosferde paketlenen örneklerin p -anisidin değerinden (0.56) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bizim bulgularımıza paralel olarak, Mu ve ark. [29] ayçiçeği çekirdeği ve ceviz örneklerini 120 gün depoladıkları çalışmalarında, tüm örnek gruplarının p -anisidin değerlerinin depolama süresi boyunca arttığını ve paket içerisinde O_2 tutucu barındıran örneklerin depolama sonunda en düşük p -anisidin değerlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin Yağ Asitleri Bileşimleri

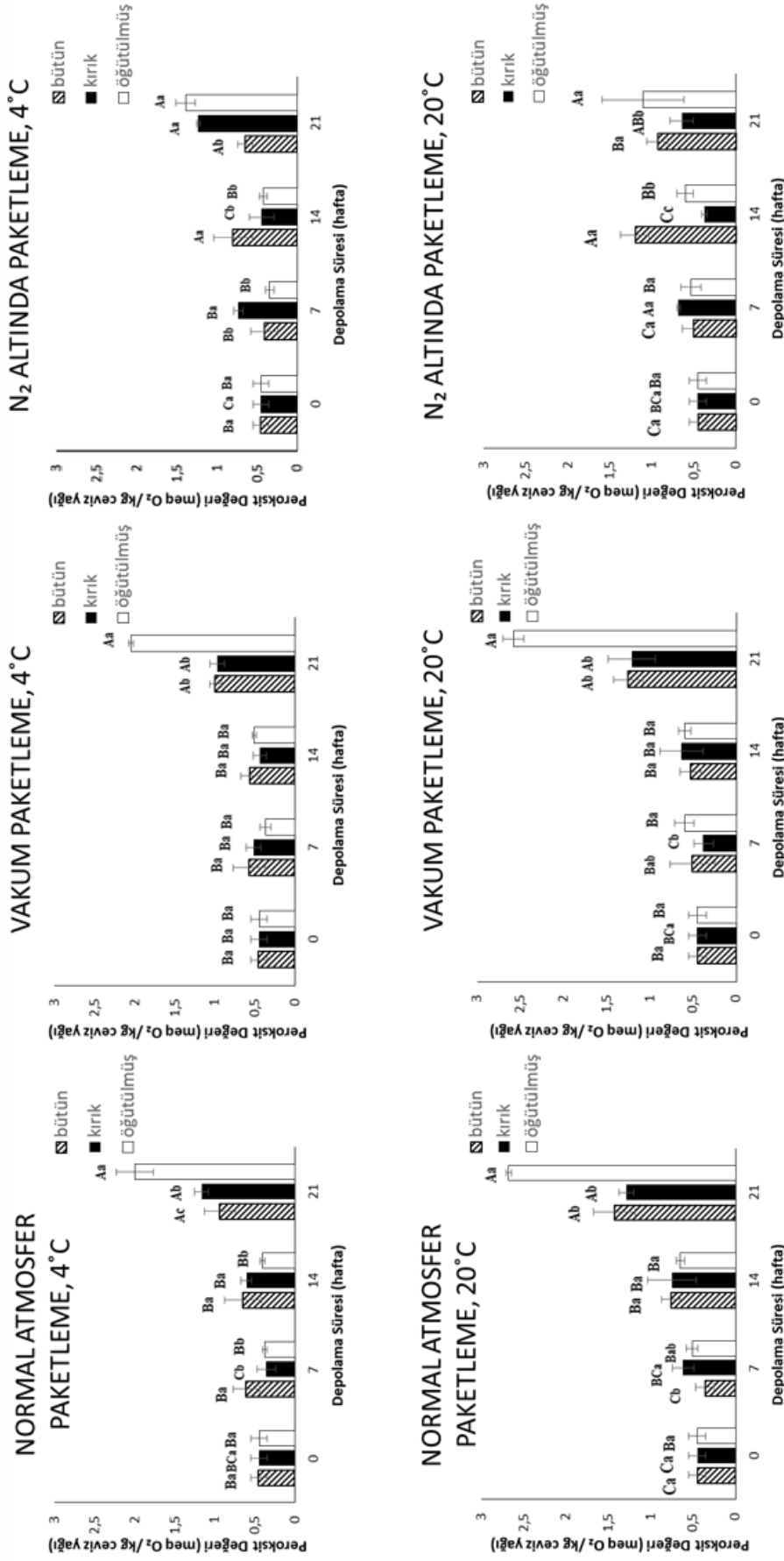
Normal atmosferde, vakum ve N_2 gazı altında paketlenen bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin yağ asitleri bileşimleri, 4 ve $20^\circ C$ 'deki 21 haftalık depolama periyodunun başında ve sonunda belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Ceviz örneklerinin yağlarının çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olduğu ve mevcut yağ asitlerinin yaklaşık %75'inin çoklu doymamış yağ asitlerinden oluştuğu görülmektedir. Her koşulda, depolamanın başlangıcında ve sonunda incelenen tüm örneklerde, linoleik asit (C18:2) yaklaşık %62'lik oranla en fazla bulunan yağ asididir. Bu yağ asidini, %13-14 oranlarında bulunan

diğer doymamış yağ asitleri oleik asit (C18:1) ve linolenik asit (C18:3) takip etmektedir. Bakkalbaşı ve ark. [22] da çoklu doymamış yağ asitlerinin ceviz yağında temel yağ asidi grubu olduğunu bildirmişlerdir. İncelenen tüm ceviz çeşitlerinde, miktarda en yüksek bulunan yağ asidinin %52-60'lık oranla linoleik asit olduğu tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asidi içeriğinin ise %16-29 arasında değiştiği belirlenmiştir. Vidrih ve ark. [30] yedi farklı çeşit öğütülmüş cevizin farklı atmosferlerde 10 ay depolanması sonucunda yağ asitleri bileşimlerini incelemişler ve farklı atmosferlerde depolama sonucunda sadece linolenik asidin kararsız olduğunu, diğer yağ asitlerinin miktarının korunduğunu ve N_2 atmosferinde depolamanın yağ asitleri bileşimi üzerine bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızla paralel olarak Chandler çeşidinde linoleik asit miktarının %60-61 civarında değiştiği tespit edilmiştir. Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmada, farklı atmosferlerdeki ceviz örneklerinin yağ asitleri bileşimlerinin depolamanın başında ve sonunda değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Bu durum, 21 haftalık depolama süresi boyunca farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin yağ asitleri bileşimlerinin korunduğunu göstermektedir.

Farklı Tekniklerle Paketlenip Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Farklı Boyutlardaki Ceviz Örneklerinin İyot Değerleri ve Sabunlaşma Sayıları

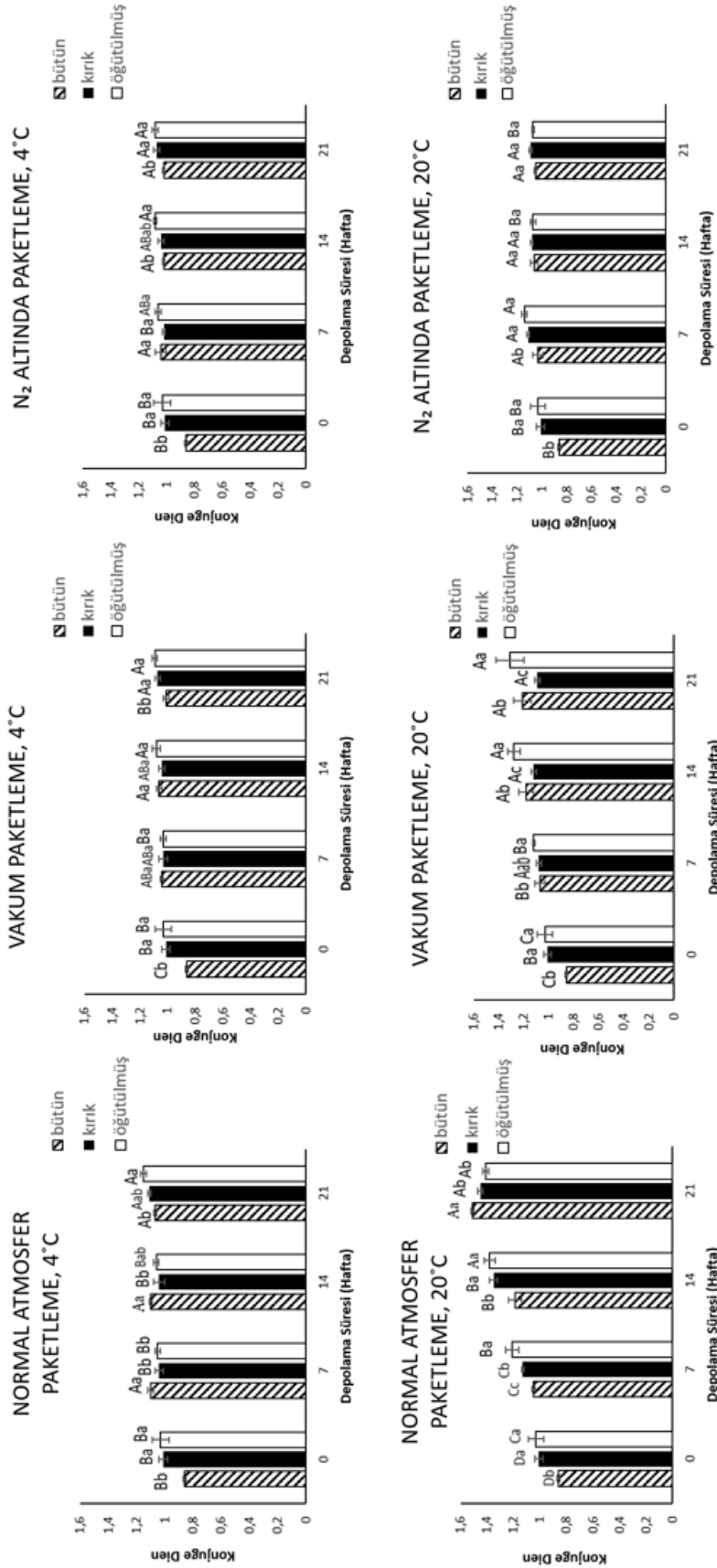
Normal atmosferde, vakum ve N_2 gazı altında paketlenen bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin 4 ve $20^\circ C$ 'deki 21 haftalık depolama periyodunun başında ve sonunda belirlenen iyot değerleri ve sabunlaşma sayıları Tablo 2'de verilmiştir.

İyot değeri yağlarda doymamışlık seviyesinin bir ölçüsü olup 100 g yağın bağlayabileceği iyot miktarının g cinsinden ifadesidir. Bir yağın iyot değeri ne kadar yüksekse, o yağın doymamışlık derecesinin ve dolayısıyla oksidasyon potansiyelinin o kadar yüksek olduğu söylenebilmektedir [23]. Sabunlaşma sayısı ise, 1 g yağın sabunlaşması için gerekli olan potasyum hidroksit'in mg olarak ağırlığıdır. Bir yağın sabunlaşma sayısının düşük olması, o yağın kısa zincirli yağ asitlerinden oluştuğunu göstermektedir [31]. Depolamanın başlangıcında ceviz örneklerinin iyot değerlerinin ve sabunlaşma sayılarının sırasıyla 154.60-156.45 ve 192.16-192.23 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar; ceviz yağlarının iyot değerinin ortalama 157.0 ± 0.1 civarında olduğunu bildiren Martinez ve ark. [27] ve kabuklu cevizlerin sabunlaşma sayısının 190-194 aralığında değiştiğini bildiren Zhou ve ark. [32]'nin bulgularıyla uyumludur. Farklı tekniklerle paketlenen farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin iyot değerleri ve sabunlaşma sayılarının 4 ve $20^\circ C$ 'deki depolama süreçlerinde değişmediği ve 21 haftalık depolama süresi sonunda bu değerlerin sırasıyla 154.30-159.24 ve 191.97-192.25 aralığında olduğu tespit edilmiştir.



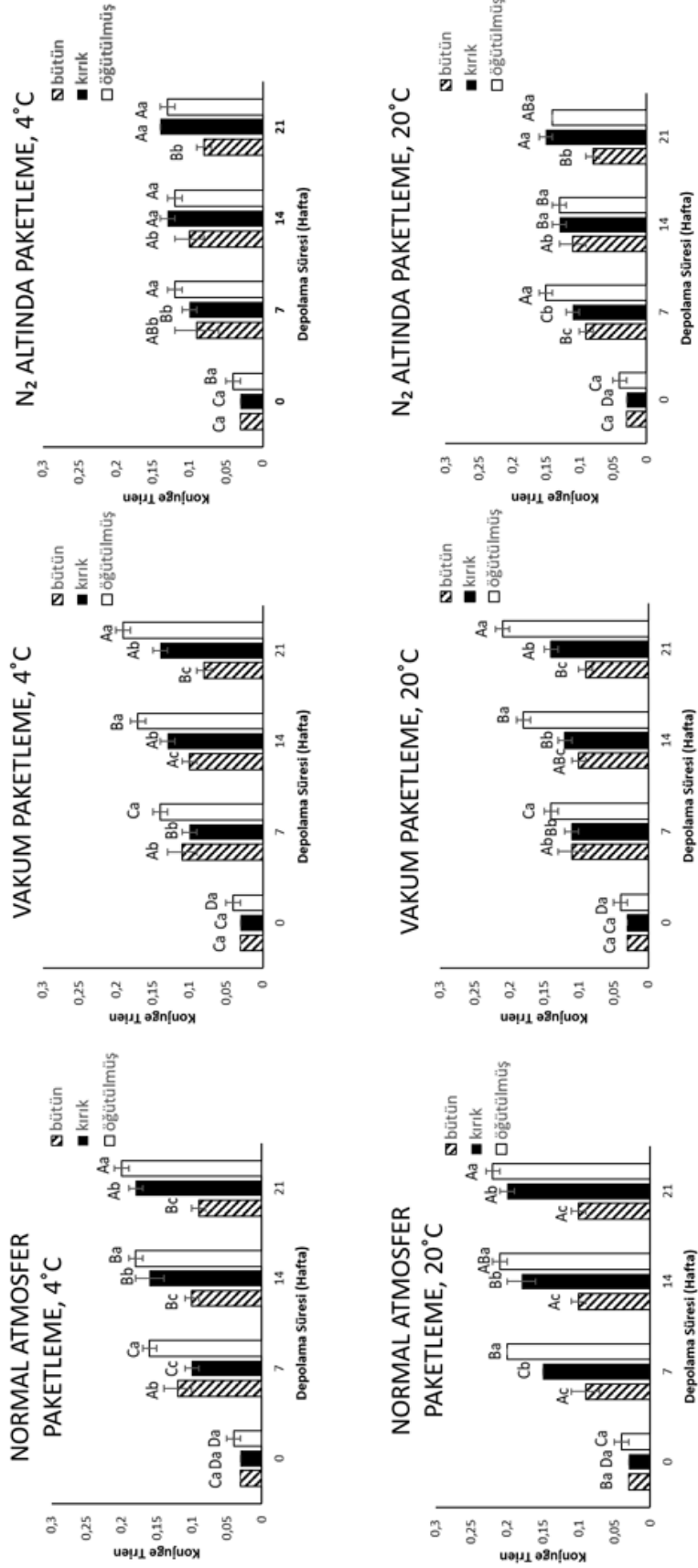
Şekil 3. Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin peroksit değerlerindeki değişim^{*, **}.
^{*}: Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
^{**}: Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı örneklem zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Figure 3. Changes in the peroxide values of walnut kernels with different sizes packaged with different techniques and stored at different temperatures^{*, **}.
^{*}: For the same temperature, the same packaging technique and the same kernel size; the differences among the values of different weeks (n=4) with upper-case letters are significant (p<0.05).
^{**}: For the same temperature, the same packaging technique and the same sampling day; the differences among the values of different kernel sizes (n=4) with lower-case letters are significant (p<0.05).



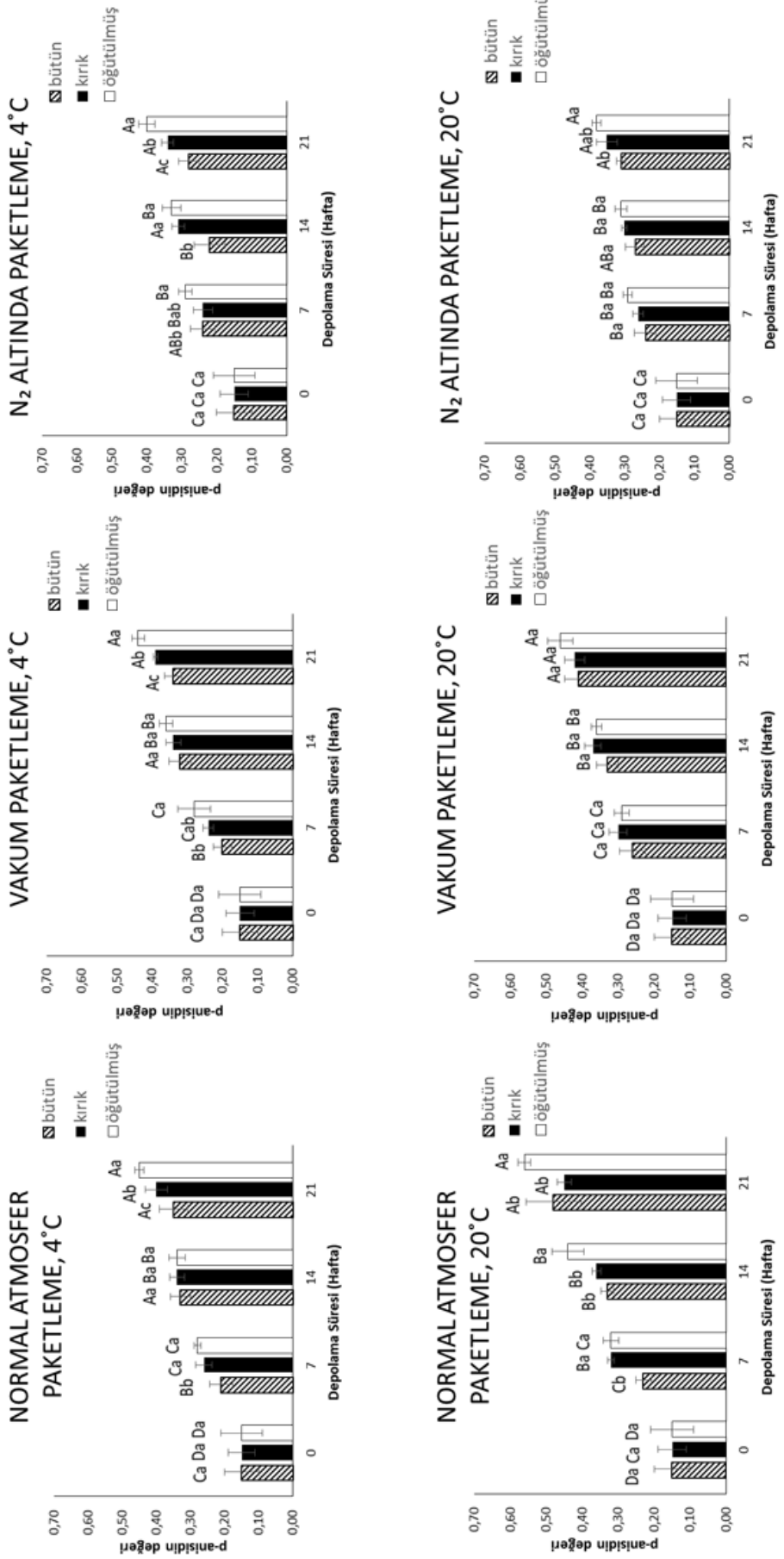
Şekil 4. Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuje dren değerlerindeki değişim^{*,**}
^{*}: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
^{**}: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı örnekleme zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Figure 4. Changes in the conjugated diene values of walnut kernels with different sizes packaged with different techniques and stored at different temperatures^{*,**}
^{*}: For the same temperature, the same packaging technique and the same kernel size; the differences among the values of different weeks (n=4) with upper-case letters are significant (p<0.05).
^{**}: For the same temperature, the same packaging technique and the same sampling day; the differences among the values of different kernel sizes (n=4) with lower-case letters are significant (p<0.05).



Şekil 5. Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin konjuge trien değerlerindeki değişim^{*},^{**}
^{*}: Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
^{**}: Aynı sıcaklık, aynı paketleme tekniği ve aynı örnekleme zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Figure 5. Changes in the conjugated triene values of walnut kernels with different sizes packaged with different techniques and stored at different temperatures^{*},^{**}
^{*}: For the same temperature, the same packaging technique and the same kernel size; the differences among the values of different weeks (n=4) with upper-case letters are significant (p<0.05).
^{**}: For the same temperature, the same packaging technique and the same sampling day; the differences among the values of different kernel sizes (n=4) with lower-case letters are significant (p<0.05).



Şekil 6. Farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin p-anisidin değerlerindeki değişim^{*,**}
 *: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı ceviz boyutu için; farklı haftalarda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).
 **: Aynı sıcaklık, aynı paketlenme tekniği ve aynı örnekleme zamanı için; farklı ceviz boyutlarında farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar (n=4) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Figure 6. Changes in the p-anisidine values of walnut kernels with different sizes packaged with different techniques and stored at different temperatures^{*,**}
 *: For the same temperature, the same packaging technique and the same kernel size; the differences among the values of different weeks (n=4) with upper-case letters are significant (p<0.05).
 **: For the same temperature, the same packaging technique and the same sampling day; the differences among the values of different kernel sizes (n=4) with lower-case letters are significant (p<0.05).

Tablo 1. Farklı tekniklerle paketlenen farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin iki farklı sıcaklıkta 21 hafta depolanması sürecinin başında ve sonunda yağ asitleri bileşimleri (%)*
Table 1. Fatty acid compositions (%) of walnut kernels with different sizes packaged with different techniques before and after storage at two different temperatures for 21 weeks*

Boyut	Depolama süresi	Depolama sıcaklığı	Paketleme tekniği	Palmitik asit (C16:0)	Stearik asit (C18:0)	Oleik asit (18:1)	Linoleik asit (18:2)	Linolenik asit (18:3)	Diğer yağ asitleri		
Bütün	Başlangıç	-	-	6.2±0.2	3.0±0.1	14.9±0.3	60.8±0.3	13.9±0.3	1.2±0.1		
				4°C	Normal atm.	6.0±0.1	3.0±0.0	13.2±0.1	62.3±0.3	14.5±0.3	1.0±0.2
					Vakum N ₂	6.3±0.2	3.0±0.1	14.7±0.5	60.2±1.4	14.7±0.5	1.1±0.3
Kırık	Başlangıç	-	-	6.2±0.1	3.0±0.2	13.9±0.3	61.3±0.9	14.6±0.5	1.0±0.1		
				20°C	Normal atm.	6.3±0.1	3.0±0.0	13.7±0.7	61.7±0.8	14.3±0.2	1.0±0.1
					Vakum N ₂	6.1±0.0	2.9±0.0	13.7±0.6	61.9±0.7	14.4±0.1	1.0±0.1
Öğütülmüş	Başlangıç	-	-	5.8±0.1	3.1±0.1	14.1±0.2	61.6±0.3	14.3±0.3	1.1±0.2		
				4°C	Normal atm.	6.0±0.0	3.0±0.0	15.0±0.1	61.2±0.0	13.8±0.2	1.0±0.0
					Vakum N ₂	6.1±0.1	2.9±0.0	15.4±0.4	60.8±0.2	13.6±0.2	1.2±0.1
Öğütülmüş	Başlangıç	-	-	6.1±0.1	3.0±0.0	15.0±0.4	60.9±0.2	13.8±0.1	1.2±0.2		
				20°C	Normal atm.	6.1±0.0	3.0±0.0	15.1±0.2	61.1±0.2	13.7±0.1	1.0±0.1
					Vakum N ₂	6.1±0.0	2.9±0.0	15.4±0.3	60.6±0.3	13.9±0.3	1.1±0.2
Öğütülmüş	Başlangıç	-	-	6.2±0.0	2.9±0.0	15.4±0.4	60.5±0.2	13.9±0.3	1.1±0.1		
				4°C	Normal atm.	5.9±0.1	2.9±0.1	13.8±0.4	61.3±0.5	14.4±0.3	1.7±0.3
					Vakum N ₂	4.6±0.0	2.3±0.0	14.9±0.1	63.0±0.1	14.2±0.0	1.0±0.2
Öğütülmüş	Başlangıç	-	-	5.4±0.0	2.7±0.2	14.9±0.4	61.7±0.6	14.2±0.4	1.1±0.2		
				20°C	Normal atm.	5.3±0.5	2.7±0.1	14.7±0.1	62.1±0.5	14.1±0.1	1.1±0.3
					Vakum N ₂	4.9±0.2	2.5±0.1	14.8±0.2	62.7±0.2	14.0±0.1	1.1±0.2
Öğütülmüş	Başlangıç	-	-	5.2±0.4	2.6±0.1	14.8±0.1	62.3±0.5	14.0±0.1	1.1±0.2		
				20°C	Normal atm.	5.2±0.3	2.6±0.1	14.7±0.0	62.3±0.3	14.1±0.1	1.1±0.3
					Vakum N ₂	5.2±0.3	2.6±0.1	14.7±0.0	62.3±0.3	14.1±0.1	1.1±0.3

*: Tabloda sunulan veriler birbirinden farklı 4 adet ceviz örneğinden elde edilen verinin ortalamasıdır (± standart sapması).

*: Data presented in the table are the means (± standard deviations) of 4 individual walnut samples.

Tablo 2. Farklı tekniklerle paketlenen farklı boyutlardaki ceviz örneklerinin iki farklı sıcaklıkta 21 hafta depolanması sürecinin başında ve sonunda sabunlaşma sayıları ve iyot değerleri *

*Table 2. Saponification numbers and iodine values of walnut kernels with different sizes packaged with different techniques before and after storage at two different temperatures for 21 weeks **

Boyut	Depolama süresi	Depolama sıcaklığı	Paketleme tekniği	Sabunlaşma sayısı	İyot değeri
Bütün	Başlangıç	-	-	192.22±0.05	154.60±0.84
				192.20±0.02	157.30±0.29
	Depolama sonu (21. hafta)	4°C	Normal atm. Vakum N ₂	192.25±0.04	155.44±0.60
				192.22±0.03	156.39±0.42
		20°C	Normal atm. Vakum N ₂	192.25±0.02	156.22±0.36
				192.22±0.01	156.78±0.64
Kırık	Başlangıç	-	-	192.16±0.02	156.45±0.41
				192.17±0.01	155.15±0.40
	Depolama sonu (21. hafta)	4°C	Normal atm. Vakum N ₂	192.22±0.06	154.30±0.58
				192.21±0.06	154.88±0.59
		20°C	Normal atm. Vakum N ₂	192.18±0.01	154.93±0.08
				192.19±0.00	154.70±0.56
Öğütülmüş	Başlangıç	-	-	192.23±0.03	156.07±0.23
				191.97±0.01	159.24±0.19
	Depolama sonu (21. hafta)	4°C	Normal atm. Vakum N ₂	192.10±0.06	156.95±1.05
				192.08±0.07	157.33±1.02
		20°C	Normal atm. Vakum N ₂	192.01±0.04	158.26±0.37
				192.07±0.06	157.37±1.02
			192.07±0.04	154.64±0.71	

*: Tabloda sunulan veriler birbirinden farklı 4 adet ceviz örneğinden elde edilen verinin ortalamasıdır (± standart sapması).

*: *Data presented in the table are the means (± standard deviations) of 4 individual walnut samples.*

SONUÇ

Bu çalışmada; farklı tekniklerle paketlenip farklı sıcaklıklarda depolanan bütün, kırık ve öğütülmüş ceviz örneklerinin oksidasyon göstergeleri 21 haftalık depolama sürecinde incelenmiştir. Lipitlerde hidroliz göstergesi olan serbest yağ asitliği değerleri ve oksidasyon göstergesi olan peroksit, konjuge dien ve konjuge trien değerleri tüm ceviz örneklerinde depolama boyunca genel olarak artış göstermiştir. Serbest yağ asitliği, peroksit ve konjuge dien değerlerindeki artışlar, depolama sıcaklığının 20°C'de olması halinde, 4°C'dekinden bariz bir şekilde daha yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Kırık ceviz örnekleriyle bütün haldeki ceviz örneklerinin serbest yağ asitliği ve konjuge trien değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ancak en yüksek serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerine, istisnasız her koşulda, öğütülmüş ceviz örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum; boyut küçültme işleminin, depolanan cevizlerde yağ hidrolizi ve oksidasyonu üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Denenen farklı paketleme teknikleri, cevizlerde serbest yağ asitliği değişimi üzerinde etkili bulunmamıştır. Ancak

N₂ gazı altında paketleme uygulaması peroksit ve konjuge trien değerlerindeki artışı, vakum paketleme uygulaması ise 20°C'deki depolamada konjuge dien seviyesinin ve kırık ceviz örneklerinin konjuge trien seviyesinin kontrolünde etkili bulunmuştur. İncelenen tüm örneklerin *p*-anisidin değerlerinde depolama boyunca bir artış eğilimi gözlenmiş, ancak en fazla artış öğütülmüş boyuttaki ceviz örneklerinde tespit edilmiştir. Depolamanın başında ve sonunda belirlenen yağ asitleri bileşimleri, sabunlaşma sayısı ve iyot değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Bu çalışma kapsamında test edilen vakum ve N₂ gazı altında paketleme uygulamalarının normal atmosferde paketlemeye göre ceviz içlerinin kalitesinin korunmasında bazı üstünlükler gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca depolama sıcaklığının düşük (4°C'de) tutulması cevizlerde kalitenin korunması için gerekli görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2018 FEBE 014 nolu "Modifiye Atmosfer Paketleme

Tekniğinin Ceviz Meyvesinde Kullanımı ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi” başlıklı proje kapsamında üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Bakkalbaşı, E. (2009). Farklı Ambalaj Materyalleri ve Depo Koşullarının Ceviz İçi Bileşimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- [2] Mexis, S.F., Badeka, A.V., Kontaminas, M.G. (2011). Effect of Packaging Material O₂ Permeability, Light, Temperature and Storage Time on Quality Retention of Raw Ground Almond (*Prunus dulcis*) and Walnut (*Juglans regia* L.) Kernels. In Nuts: Properties, Consumption and Nutrition, Edited by I.M. Davis, Nova Science Publishers Inc. the USA, 107-128p.
- [3] Nizamlıoğlu, N.M. (2015). Kavurma ve Depolama Koşullarının Bademin Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye.
- [4] Özçandır, S., Yetim, H. (2010). Akıllı ambalajlama teknolojisi ve izlenebilirlik. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11.
- [5] Rao, D.V., Sachindra, N.M. (2002). Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. *Food Reviews International*, 18(4), 263-293.
- [6] Özoğul, Y., Özoğul, F., Küley, E. (2006). Modifiye edilmiş atmosfer paketlenen balık ve balık ürünlerine etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 193-200.
- [7] AOCS (2009). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Ca 5a-40: Free Fatty Acids, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- [8] AOCS (2003). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Cd 8–53: Peroxide Value Acetic Acid-Chloroform Method, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- [9] AOCS (2001). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Ch 5-91: Determination of Specific Extinction of Oils and Fats, Ultraviolet Absorption, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- [10] AOCS (1997). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Cd 18-90: *p*-Anisidine Value, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- [11] AOCS (1997). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Ce 2-66: Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- [12] AOCS (1993). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Cd 125: Iodine Value of Fats and Oils-Wijs Method, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- [13] AOCS (1993) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Official Method Cd 3-25: Saponification Value, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- [14] Mokwena, K.K., Tang, J. (2012). Ethylene vinyl alcohol: A review of barrier properties for packaging shelf stable foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52, 640–650.
- [15] Jensen, P.N., Sørensen, G., Brockhoff, P., Bertelsen, G. (2003). Investigation of packaging systems for shelled walnuts based on oxygen absorbers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4941–4947.
- [16] Mexis, S.F., Badeka, A.V., Kontaminas, M.G. (2009). Quality evaluation of raw ground almond kernels (*Prunus dulcis*): Effect of active and modified atmosphere packaging, container oxygen barrier and storage conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 580–589.
- [17] Ghirardello, D., Contessa, C., Valentini, N., Zeppa, G., Rolle, L., Gerbi, V., Botta, R. (2013). Effects of storage conditions on chemical and physical characteristics of hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 81, 37-43.
- [18] Raei, M., Jafari, S.M. (2013). Influence of modified atmospheric conditions and different packaging materials on pistachio (*Pistacia vera* L.) oil quality. *Latin American Applied Research*, 43(1), 43-46.
- [19] Keme, T., Messerli, M., Shejbal, J., Vitali, F. (1983). The storage of hazelnuts at room temperature under nitrogen (II). *CCB- Review for Chocolate Confectionery and Bakery*, 8(1-2), 15-20.
- [20] Martin, M.B.S., Garcia, T.F., Romero, A., Lopez, A. (2001). Effect of modified atmosphere storage on hazelnut quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 25(5), 309-321.
- [21] Evren, S. (2011). Naturel Fındık Ununun Depolama Stabilitesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye.
- [22] Bakkalbaşı, E., Menteş Yılmaz, Ö., Javidipour, I., Artık, N. (2012). Effects of packaging materials, storage conditions and variety on oxidative stability of shelled walnuts. *LWT- Food Science and Technology*, 46(1), 203-209.
- [23] Lin, X., Wu, J., Zhu, R., Chen, P., Huang, G., Li, Y., Ye N., Huang, B., Lai, Y., Zhang, H., Lin, W., Lin, J., Wang, Z., Zhang H., Ruan, R. (2012). California almond shelf life: Lipid deterioration during storage. *Journal of Food Science*, 77(6), 583-593.
- [24] Vanhanen, L.P., Savage, G.P. (2006). The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging. *Food Chemistry*, 99(1), 64-69.
- [25] Uncu, E.B. (2008). Farklı Lamine Ambalajların Ögütülmüş Fındıklarda Oksidasyon ve Toplam Tokoferol Düzeyi Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
- [26] Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, B.P.P., Pereira, J.A. (2010). Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2972-2979.
- [27] Martinez, M.L., Penci, M.C., Ixtaina, V., Ribotta, P.D., Maestri, D. (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.
- [28] Raisi, M., Ghorbani, M., Mahoonak, A.S., Kashaninejad, M., Hosseini, H. (2015). Effect of storage atmosphere and temperature on the oxidative stability of almond kernels during long term storage. *Journal of Stored Products Research*, 62, 16-21.
- [29] Mu, H., Gao, H., Chen, H., Tao, F., Fang, X., Ge, L. (2013). A nanosized oxygen scavenger: Preparation and antioxidant application to roasted sunflower seeds and walnuts. *Food Chemistry*, 136(1), 245-250.
- [30] Vidrih, R., Hribar, J., Solar, A., Zlatic, E. (2012). The influence of atmosphere on the oxidation of ground walnut during storage at 20°C. *Food Technology and Biotechnology*, 50(4), 454-460.
- [31] Korkut, A.Y., Kop, A., Demir, P. (2007). Balık yemlerinde kullanılan balık yağı ve özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2), 195-199.
- [32] Zhou, X., Gao, H., Mitcham, E.J., Wang, S. (2017). Comparative analyses of three dehydration methods on drying characteristics and oil quality of in-shell walnuts. *Drying Technology*, 36(4), 477-490.
-