



**HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ**

***HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING***

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

---

**Antepfıstığında Hasat Sonrası Erken Hasat (Boz Fıstık) ve Normal Hasat (Ben Fıstık) Meyvelerin Kurutma İşlemlerinin İncelenmesi ve Depolama Esnasında Serbest Yağ Asitliği ve Peroksit Değerinin Değişimi**

*Investigation of Drying Processes of Early harvest (Boz) and Normal Harvest (Ben) Fruits After Harvest in Pistachio and Change of Free Fatty Acidity and Peroxide Value During Storage*

**Yazar(lar) (Author(s)):** Seyfettin POLAT<sup>1</sup>, İbrahim HAYOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ORCID ID: 0000-0003-1621-4065

<sup>2</sup> ORCID ID: 0000-0002-6358-8302

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Polat S., Hayoğlu İ., "Antepfıstığında Hasat Sonrası Erken Hasat (Boz Fıstık) ve Normal Hasat (Ben Fıstık) Meyvelerin Kurutma İşlemlerinin İncelenmesi ve Depolama Esnasında Serbest Yağ Asitliği ve Peroksit Değerinin Değişimi", ***Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi***, 8(1): 09-16, (2023).

**DOI:** 10.46578/humder.1214758



## Antepfıstığında Erken Hasat (Boz Fıstık) ve Normal Hasat (Ben Fıstık) Meyvelerin Kurutma İşlemlerinin İncelenmesi ve Depolama Esnasında Serbest Yağ Asitliği ve Peroksit Değerinin Değişimi

Seyfettin POLAT<sup>1</sup>, İbrahim HAYOĞLU<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü, Gıda Teknolojileri Bölümü, 27060, Şahinbey/GAZİANTEP

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, PK 153 63000, Haliliye/ŞANLIURFA

### Öz

Bu çalışmada, Antepfıstığına hasat sonrası kurutma işlemi sırasında meyvelerin nem miktarı ve su aktivitesinin günlük olarak değişimi gözlemlenmiştir. Gıda güvenliğinin ve kalitesinin sağlanması için kurutma işleminin uygun şartlarda ve zamanda yapılarak meyve içindeki nem miktarının ve buna bağlı olarak su aktivitesinin kısa sürede düşürülmesi amaçlanmıştır. Bunun için meyveler temiz beton zemin üzerinde güneş altında kurutulmuştur. Depolama süresi boyunca kurutulmuş Antepfıstığı meyvelerinin nem miktarı, su aktivitesi, serbest yağ asitliği ve peroksit değeri analizleri yapılmıştır. Çalışmada Uzun ve Siirt çeşitlerinde kavlatılmış meyvelerin daha erken kuruduğu gözlemlenmiştir. Depolama sürecinde her iki çeşitte de kavlatılmış meyvelerde serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri daha yüksek çıkmıştır.

### Makale Bilgisi

Başvuru: 05/12/2022

Yayın: 28/04/2023

### Anahtar Kelimeler

Kurutma  
Su aktivitesi  
Serbest yağ asitliği  
Peroksit değeri  
Gıda Güvenliği

### Keywords

Drying  
Water activity  
Free fatty acids  
Peroxide value  
Food safety

## Investigation of Drying Processes of Early harvest (Boz) and Normal Harvest (Ben) Fruits After Harvest in Pistachio and Change of Free Fatty Acidity and Peroxide Value During Storage

### Abstract

In this study, the daily variation of moisture content and water activity of the fruit was observed during the post-harvest drying process in pistachios. In order to ensure food safety and quality, it is aimed to reduce the amount of moisture in the fruit and, accordingly, the water activity in a short time under suitable conditions in the drying process. For this, the fruits were dried under the sun on a clean concrete floor. Moisture content, water activity, free fatty acidity and peroxide values of dried pistachio fruits were analyzed during the storage period. In terms of drying time, it was observed that the dehulled fruits of Uzun and Siirt varieties dried earlier than hulled fruits. Free fatty acidity and peroxide values were higher in dehulled fruits of both cultivars during storage time.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Antepfıstığı, *Pistacia cinsine* (*Pistacia vera* L.) ait bir sert kabuklu meyve olup, Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Dünya genelinde ekim alanı bakımından antepfıstığı; badem, ceviz, kaju, fındık ve kestaneden sonra altıncı sert kabuklu meyve ağacıdır [1]. Antepfıstığı, dünyanın popüler sert kabuklu meyvelerinden biridir. *Pistacia* cinsinin çeşitli türlerine fıstık adı verilmesine rağmen, ancak yalnızca *Pistacia vera*'nın meyveleri, tüketiciler tarafından yenilebilir meyve olarak kabul edilebilecek kadar büyük boyutlara ulaşır [2]. Antepfıstığı üretiminin en fazla olduğu ülkeler Amerika Birleşik Devletleri, İran ve Türkiye olarak sıralanmaktadır [3]. Antepfıstığı meyvelerinin hasadında en önemli işlemler; meyvelerin toplanması, salkımlarından ayrılması, taşınması, yumuşak dış kabuklarının soyulması (kavlatma), kurutma, depolama ve paketleme işlemleridir [4]. Siirt çeşidi antepfıstıklarında ben meyveler hasattan sonra kavlatılırken, Uzun çeşidi ben antepfıstığı meyveleri kırmızı dış kabukla beraber depolanmaktadır. Erken hasat edilen ve baklava sanayinde çokça kullanılan boz antepfıstıkları hasattan sonra kavlatılmaktadır. Uygun hasat ve hasat sonrası işlemler, Antepfıstığı meyvelerinin uygun verim ve kalitede olmasını sağlayan ve ürünlerin pazarlanabilirliği ve kârını etkileyen iki temel faaliyettir. Hasattan sonra meyvelerin uygun ve

\*İletişim yazarı, e-mail: ihayoglu@harran.edu.tr

hızlı bir şekilde işleme tesisine ulaştırılması, hijyenik şartlarda işlenmesi ve kurutulması kalite ve gıda güvenilirliğini etkileyen önemli faktörlerdir. Kuru sert kabuklu meyvelerin kalitesi, kurutma ve depolama işlemlerinden büyük ölçüde etkilenmektedir [5]. Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) meyveleri ülkemizde baklava, kadayıf vb. tatlılarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca kavrulmuş antepfıstığı öğütülüp şeker, süt tozu ve diğer katkıları kullanılarak yoğurma işlemlerinden sonra antepfıstığı ezmesi elde edilmektedir [6]. Kurutma, depolama ve paketleme gibi çeşitli hasat sonrası işlemler sırasında, su adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemleri, kabuklu yemiş ve kabuğun dış ve iç esmerleşmesi, lipid oksidasyonu ve mikrobiyal büyüme gibi bozucu faktörler üzerinde önemli rol oynamaktadır. Hava altında, nispeten yüksek sıcaklık ve nemde uzun süreli depolama gibi pek çok faktörün sert kabuklu meyvelerin kalite özellikleri üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir [7]. Kurutma, iyi kaliteyi sağlamak için fıstık işlemede önemli bir işlemdir. Kurutma parametrelerinin incelenmesi, kaliteyi, özellikle renk, tat ve besin değerini etkilediği için önemlidir. Bu nedenle, kurutma parametreleri fıstık yağlarını da etkileyebilir. Antepfıstığı 70°C'de kurutulduğunda veya yağı çıkarmak için vidalı pres kullanıldığında peroksit değerinde bir artış gözlenirken, hidrolik pres ile ekstrakte edilen yağlarda düşük bulunmuştur [8]. Yüksek besin değeri ve bölünmüş kabuğu nedeniyle Antepfıstığı, çiğ, tuzlanmış veya kavrulmuş olarak tüketilen ve önemi giderek artan bir kabuklu yemiş ürünüdür. Taneler iyi bir yağ kaynağıdır (%50-60) ve insan için gerekli olan doymamış yağ asitlerini (linoleik, linolenik ve oleik asit) içerir [9]. Kurutma işlemi sırasında, kabuklu yemişler, istenmeyen reaksiyonlara maruz kalabilir. Kurutulmuş gıdalardaki başlıca oksidatif reaksiyonlar lipidlerin peroksidasyonundan kaynaklanır. Gıdalardaki lipid oksidasyonu neredeyse tamamen doymamış yağ asitleri ile ilişkilidir ve genellikle otokatalitiktir, oksidasyon ürünlerinin kendileri reaksiyonu katalize eder, böylece oran zamanla artar. Antepfıstığı, lipid içeriği yüksek ve doymamış yağ asitleri açısından oldukça zengin bir meyve olması, onu ransiditeye (bozulma) hassas bir ürün haline getirmektedir [10]. Serbest yağ asitleri içeriği genellikle yağ hidrolizinin bir göstergesi olarak kullanılır ve kurutma gibi bazı işlemler yağ hidrolizini artırabilir. Tüm kurutma yöntemlerinde serbest yağ asitlerinin toplam miktarı %5'in (izin verilen maksimum seviye) altında olduğu için antepfıstığı bu kalite parametresinden kabul edilebilir seviyededir [10].

Bu çalışma ile; antepfıstığı meyvelerinin hasat işlemleri, hasattan sonra temizleme işlemleri, kurutma işlemleri sırasında nem miktarı ve su aktivitesi değişimi gözlemlenmiştir. Depolama süresi boyunca nem miktarı, su aktivitesi, serbest yağ asitliği ve peroksit değeri analizleri yapılarak antepfıstığı meyvelerinin kalite kriterleri ve gıda güvenirliliği durumu takip edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)

Çalışmada kullanılacak antepfıstığı numuneleri için, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Ahmet Münir Bilgen İşletmesindeki antepfıstığı bahçelerinden hasat edilmiştir. Çalışmada 2 yıl boyunca yapılacak analizler için yeterli örnek alınmıştır. Hasat edilen antepfıstığı meyveleri Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü merkez işletme tesisinde kavlatma makinesinde sulu kavlatma ile yumuşak dış kabukları soyulduktan sonra beton zemin üzerinde kurutulmuştur. Sergideki antepfıstığı örneklerinden sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa numune alınmıştır. Numunelerin nem miktarı ve su aktivitesi analizleri Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Gıda Laboratuvarında yapılmıştır. Serbest yağ asitliği ve peroksit değeri analizleri için antepfıstığı meyvelerinin yağ eldesi santrifüj cihazında yapılmıştır. Antepfıstığı meyveleri blenderde macun kıvamına getirilip; santrifüj cihazı vasıtasıyla meyvelerin yağı posadan ayrılmıştır. Elde edilen antepfıstığı yağı analizlerde kullanılmıştır.

**2.1. Nem miktarı tayini (%):** Numunelerdeki nem miktarı 105±1 °C 'de ürünün içeriğindeki suyu uçurularak ağırlığı sabitleşinceye kadar devam edildikten sonra nem miktarı hesaplanmıştır [11].

**2.2. Su aktivitesi (a<sub>w</sub>) tayini:** Meyvelerdeki su aktivitesi ölçümleri su aktivitesi ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Su aktivitesinin nem oranına bağlı değişimi gözlenerek ürünün kuruma değişimi gözlemlenmiştir [12]. Yeterli miktarda parçalanmış antepfıstığı numunesi su aktivitesi cihazının numune haznesine konulup analiz gerçekleştirilmiştir. Su aktivitesi, aynı koşullar altında numunenin su buharı basıncının saf suyun su buharı basıncına oranı olarak tanımlanmaktadır.

**2.3. Serbest yağ asitliği tayini:** Antepfıstığı yağındaki serbest yağ asitleri AOAC 940.28 metodunda belirtilen titrasyon yöntemine göre göre yapılmıştır [13].

**2.4. Peroksit değeri tayini:** Yağların peroksit değeri (PV), mikro titrasyon için hafif bir modifikasyon ile AOAC Resmi Metot 965.33'e göre belirlenmiştir [14].

**2.5. İstatistiksel analiz:** Elde edilen veriler IBM SPSS statistic 25 paket program kullanılarak yapılmıştır ( $P \leq 0.05$ ).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Çalışmada kullanılan antepfıstığı numuneleri için, Uzun çeşidinde erken hasat (boz hasadı) Ağustos ayının ilk haftası, 03.08.2018 tarihinde yapılmıştır. Çalışmada 2 yıl boyunca yapılacak analizler için yeterli örnek alınmıştır. Hasat edilen antepfıstığı meyveleri Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü merkez işletme tesisinde sulu kavlatma makinesinde yumuşak dış kabukları soyulduktan sonra beton zemin üzerinde kurutulmuştur. Sergideki antepfıstığı örneklerinden sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa numune alınmıştır. Numunelerin nem miktarı ve su aktivitesi analizleri Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Gıda Laboratuvarında yapılmıştır. Uzun çeşidi boz antepfıstığı meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesini kuruma zamanına göre değişimi Tablo 1 Tablo 1 Tablo 1.'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Uzun çeşidi boz antepfıstığı (kavlak) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi

Zaman		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi ( $a_w$ )
1.Gün	Sabah	54,25±0,10	0,982±0,008
	Akşam	53,11±0,15	0,961±0,004
2.Gün	Sabah	14,87±0,26	0,853±0,017
	Akşam	5,64±0,11	0,523±0,005
3.Gün	Sabah	5,22±0,02	0,484±0,002
	Akşam	3,88±0,02	0,343±0,017
4.Gün	Sabah	5,34±0,80	0,436±0,003
	Akşam	2,94±0,05	0,321±0,002

Uzun boz meyveleri (Tablo 1) 4.Gün sonunda nem seviyesi % 2,94 ve su aktivitesi 0,321 seviyesine düşürülmüş olup toplanmıştır. Toplanan meyveler telis çuvallara konulmuş ve normal depo şartlarında muhafaza edilmiştir. Meyveler serin ve kuru şartlarda muhafaza edilmiştir. Meyvelerin muhafaza edildiği depo periyodik olarak takip edilmiştir.

Uzun çeşidi ben hasadı (normal hasat) Ağustos ayının son haftası, 27.08.2018 tarihinde yapılmıştır. Hasat sırasında meyvelerin hasar görmemesine dikkat edilmiş, salkımlarından ayrılan meyveler uygun şartlarda hızlı bir şekilde Enstitü işletmesine getirilmiş olup, beton zemin üzerinde güneşte kurutulmuştur. Kuruma süresi boyunca meyvelerin nem miktarı ve su aktiviteleri günde iki defa sabah ve akşam saatlerinde iki defa olarak ölçülmüştür. 5'inci günün sonunda meyvelerin nem miktarı % 5,57 ve su aktivitesi 0,291 değerine inmiştir. Meyveler akşam saatlerinde toplanmış ve telis çuvallarda normal depo şartlarında muhafaza edilmiştir. Uzun çeşidi ben antepfıstığı meyvelerinin kuruma süresi boyunca nem miktarı ve su aktivitesi değeri değişimi Tablo 2'de verilmiştir.

Antepfıstığı meyvelerinin bozulmaması ve gıda güvenilirliği şartlarının sağlanması için meyvelerin depolama esnasında dışarıdan nem almaması ve bunun sonucunda su aktivitesinin yükselmemesi gerekir. Su aktivitesinin 0,65'in üzerine çıktığı durumlarda mikotoksin üreten küflerin gelişim gösterebildiği belirtilmektedir [15]. Bu çalışmada, depolama süresi boyunca herhangi bir numunede su aktivitesi değeri bu değerin üstüne çıkmamıştır.

Su aktivitesi( $a_w$ ), gıda içindeki suyun ne kadarının serbest, yani bağlanmamış olduğunun ve dolayısıyla mikroorganizmaların büyümek için kullanabileceğinin bir ölçüsü olarak belirtilmektedir. Bu nedenle gıda güvenliği açısından çok önemlidir. Mikroorganizmalar, çoğu patojenik bakteri için 0,90, gıdalarda bozulmaya yol açan küfler için 0,70 ve tüm mikroorganizmalar için 0,60 su aktivitesi seviyesinin altında gelişme göstermemektedir. Sıcaklık, pH, oksijen mevcudiyeti ve diğer birkaç faktör bir organizmanın bir

üründe büyüyüp büyüyeceğini ve hangi oranda büyüyeceğini etkileyebilirken, su aktivitesi genellikle bu faktörlerin en önemli olanıdır. Su aktivitesi ayrıca kimyasal ve fiziksel özellikler açısından da rol oynamaktadır [16].

**Tablo 2.** Uzun çeşidi ben antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi

Zaman		Nem miktarı Ort. (%)	Su aktivitesi ( $a_w$ )
1.Gün	Sabah	45,39±0,09	0,976±0,007
	Akşam	41,61±0,05	0,962±0,000
2.Gün	Sabah	36,49±0,06	0,955±0,002
	Akşam	23,87±0,06	0,937±0,004
3.Gün	Sabah	19,87±0,03	0,884±0,002
	Akşam	12,64±0,04	0,791±0,002
4.Gün	Sabah	8,14±0,03	0,568±0,011
	Akşam	6,49±0,02	0,382±0,013
5.Gün	Sabah	6,04±0,01	0,339±0,008
	Akşam	5,57±0,02	0,291±0,009

Su, hem mikrobiyal hem de mikrobiyal olmayan etkilerle gıdanın bozulma hızını kontrol eden en önemli faktörlerden biridir. Su aktivitesi ( $a_w$ ), gıdanın korunması, gıda arzının dengelenmesi ve uzun raf ömrüne sahip dayanıklı farklı gıdaların geliştirilmesi çalışmalarında kullanılmaktadır. Gıdaların su aktivitesini azaltmak için ısıtma, dondurarak kurutma, dondurarak konsantrasyon ve ozmotik konsantrasyon yöntemleri kullanılmaktadır [17]. Solüsyonların ve sıvı gıdaların su aktivitesi konsantrasyona, çözünenin kimyasal yapısına ve sıcaklığa bağlıdır. Taze gıdaların (etler, deniz ürünleri, çoğu süt ürünleri, taze meyveler ve sebzeler) su aktivitesi yüksektir ve 1'e yakındır [18].

Antepfıstığı meyvelerinde kalite göstergeleri; renk, doku (gevreklik), tat, bayatlık ve acılaşıma gelişimi, nemli içeriği, bozulmaya neden olan küflerin görülme sıklığı, böcek hasarı olarak sıralanmaktadır. Kabuklu antepfıstığı meyveleri, kabuksuz meyvelere göre daha fazla raf ömrüne sahiptir [19].

Siirt çeşidi boz hasadı ağustos ayının ikinci haftası, 10.08.2018 tarihinde yapılmıştır. Antepfıstığı meyveleri yumuşak dış kabukları alınıp kavlatılmıştır. Kavlatma işlemi Enstitü merkez işletmesinde kavlatma makinasında sulu kavlatma yöntemiyle yapılmıştır. Başlangıç nemi % 51,33 olan Siirt boz meyveleri üçüncü günün sonunda % 2,91'e düşmüştür. Meyvelerin su aktivitesi değerleri 0,969'dan 0,334'a düşmüştür. Toplanan meyveler telis çuvallara konulup normal depo şartlarında kuru ve serin bir ortamda muhafaza edilmiştir. Siirt çeşidi boz meyvelerin kuruma süresi boyunca nem miktarı ve su aktivitesi verileri Tablo 3.'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Siirt çeşidi boz antepfıstığı (kavlak) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi

Zaman		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi ( $a_w$ )
1.Gün	Sabah	52,20±0,09	0,973±0,005
	Akşam	51,33±0,02	0,969±0,001
2.Gün	Sabah	9,84±0,50	0,774±0,007
	Akşam	6,28±0,03	0,476±0,008
3.Gün	Sabah	5,76±0,03	0,345±0,007
	Akşam	2,91±0,03	0,334±0,008

Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin ben hasadı ekimin ilk haftası, 03.10.2018 tarihinde yapılmıştır. Meyveler kabuklu bir şekilde beton zemin üzerinde kurutulmuştur. Meyve örneklerinde nem ve su aktivitesi analizleri sabah ve akşam saatlerinde olmak üzere günde iki defa yapılmıştır. Meyvelerin başlangıç nem oranı 9'uncu günün sonunda % 43,18'den % 6,35'e düşürülmüştür. Siirt ben meyvelerinin kuruma süresi Uzun boz, Uzun ben ve Siirt boz meyvelere göre daha fazla sürede olmuştur. Bu durumun sebebi Siirt çeşidi antepfıstıklarının ben hasadının geç olmasıdır. Ekim ayında gündüz süresinin azalması, sıcaklıklarının

azalması ve buna bağlı olarak güneşlenme süresinin az olmasıdır. Siirt çeşidi ben meyvelerin kuruma verileri Tablo 4.'de gösterilmiştir.

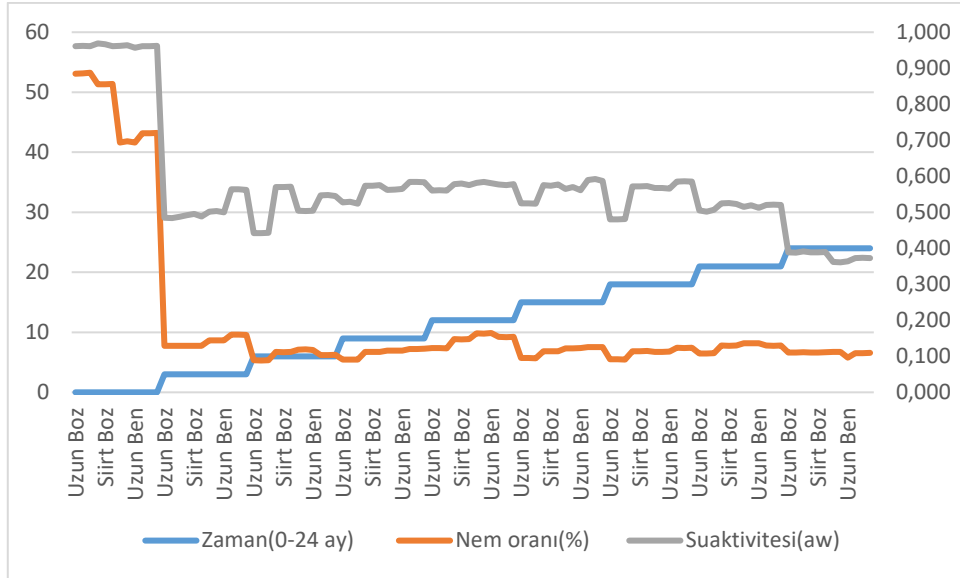
**Tablo 4.** Siirt çeşidi ben antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi

Zaman	Nem oranı (%)	Su aktivitesi ( $a_w$ )	
1.Gün	Sabah	43,18±0,00	0,961±0,003
	Akşam	38,45±0,04	0,959±0,001
2.Gün	Sabah	35,33±0,05	0,956±0,003
	Akşam	30,49±0,07	0,953±0,001
3.Gün	Sabah	28,45±0,04	0,951±0,002
	Akşam	22,60±0,04	0,930±0,003
4.Gün	Sabah	18,71±0,02	0,903±0,002
	Akşam	15,32±0,02	0,849±0,007
5.Gün	Sabah	13,18±0,00	0,812±0,003
	Akşam	11,10±0,04	0,775±0,019
6.Gün	Sabah	10,39±0,04	0,730±0,040
	Akşam	8,85±0,04	0,602±0,027
7.Gün	Sabah	8,70±0,01	0,498±0,031
	Akşam	7,84±0,03	0,493±0,025
8.Gün	Sabah	8,33±0,02	0,485±0,021
	Akşam	7,29±0,04	0,465±0,025
9.Gün	Sabah	7,28±0,02	0,465±0,014
	Akşam	6,35±0,03	0,410±0,002

Çalışmada depolanan antepfıstığı meyveleri; Uzun boz, Uzun ben, Siirt boz ve Siirt ben olarak 24 ay boyunca serin ve kuru depoda muhafaza edilmiştir. Meyvelerin nem oranı, su aktivitesi, serbest yağ asitliği ve peroksit değeri analizi yapılmıştır. Analizler periyodik olarak üç ayda bir yapılmıştır. Numunelerin nem oranı ve su aktivitesi değişimi Şekil 1.' de verilmiştir. Kurutulmuş meyvelerin en yüksek nem oranı 12.inci ayda yapılan analizlerde, Uzun ben numunesinde % 9,85 olarak ölçülmüş olup, en yüksek su aktivitesi değeri 15.'inci ayda Siirt ben numunesinde 0,590 olarak bulunmuştur.

Sert kabuklu meyvelerin önemli kalite kriterlerinden biri yüksek yağ içeriği nedeniyle özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyona uğramamış olmasıdır. Bunun için meyve içerisindeki nem oranının düşük olması beklenir. Düşük nem içeriği sayesinde; ransiditeye sebep olan reaksiyonlar engellenmiş olur ve küflerin gelişimi de engellenmiş olur [20].

Antepfıstığı meyveleri 20 °C havada saklandığında nispeten stabildir, ancak yüksek CO<sub>2</sub>, azaltılmış O<sub>2</sub> (< % 0,5) ve daha düşük sıcaklıklarda (0 ila 10 °C) depolama, böcek kontrolü sağlamanın yanı sıra lezzet stabilitesini daha da geliştirmektedir [21]. Antepfıstığı çoğunlukla Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerinde yetiştirilmekte ve bölgenin iklimi kuru olduğu için antepfıstığı meyveleri çiftçiler tarafından sıcaklık ve nem kontrolü olmayan depolarda muhafaza edilmektedir. Bu durumda kalite ve gıda güvenilirliği şartlarını sağlamak için bu depoların özellikle bağıl nemin yüksek olduğu yağışlı mevsimlerde iyi izolasyon özelliklerine sahip olması gerekmektedir. Bu çalışmada bu şartlar sağlanmıştır.

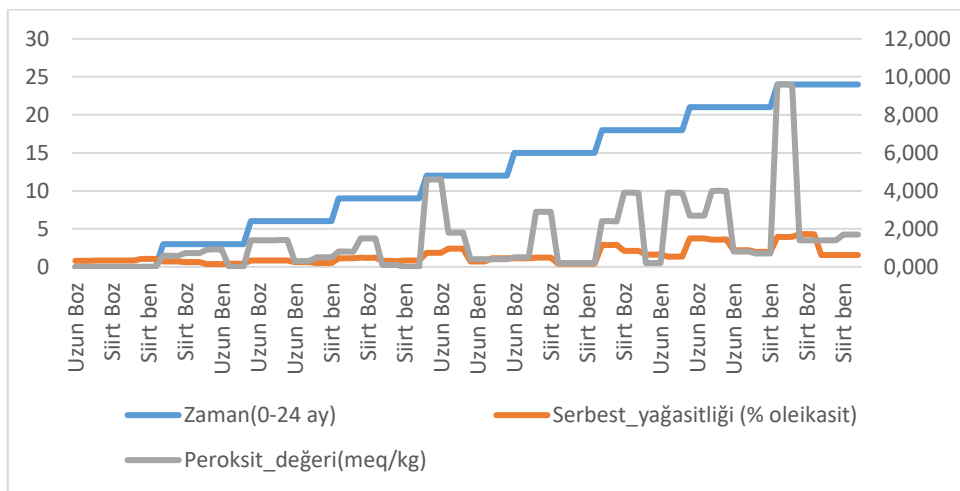


**Şekil 1.** Depolama sırasında nem oranı ve su aktivitesi değerleri

Bu çalışmada 24 ay boyunca depoda muhafaza edilen meyvelerin serbest yağ asitliği ve peroksit değeri analizleri periyodik olarak üç ayda bir yapılmıştır. Serbest yağ asitliği en yüksek % 1,720 oleik asit ile Siirt boz numunelerde 24. 'üncü aydaki analizde ölçülmüştür. Peroksit değerinin en yüksek olduğu numune Uzun boz meyvelerinde 9,60 meq O<sub>2</sub>/kg yağ olarak, 24'üncü aydaki analizde ölçülmüştür. Taze ürünlerde peroksit değeri tespit edilmemiştir. Uzun boz, Siirt boz, Uzun ben ve Siirt ben meyvelerinin serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri analizi Şekil 2.'de verilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliğine göre; soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda serbest yağ asidi sayısı en çok 4,0 mg KOH/g yağ (ya da % 2,0 oleik asit), peroksit değeri de en çok 15 mili ekvivalent oksijen(meq)/kg yağ olarak belirtilmektedir [22]. Bu çalışmada hiçbir örnekte bu limitlerin üstüne çıkan bir değer bulunmamıştır.

Depolama sırasında su miktarı yüksekse hidrolitik ransidite (bozulma, acılaşıma) oluşur. Bu durumda trigliseritlerin kısmen ve tamamen hidrolize olmalı sonucu oluşmaktadır. Serbest yağ asitleri bunun sonucunda ortaya çıkmaktadır. Oksidatif ransidite (oksidatif bozulma), çoklu doymamış yağ asitlerinin oksijenle reaksiyona girmesinden oluşmaktadır. Oksidatif ransiditede birincil oluşan ürün peroksit değeridir. p-Anisidine değeri de ikincil oksidatif üründür. Peroksitler yağlarda kolayca belirlendiğinden, oksidatif ransiditenin ilerlemesini ölçmek için sıklıkla peroksit değeri (PV) kullanılır [23, 24].



**Şekil 2.** Depolama sırasında serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri

#### 4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışma sırasında analiz edilen numunelerde serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğinde belirtilen maksimum limitleri aşan numune tespit edilmemiştir. Antepfıstığı meyveleri hasattan hemen sonra hızlı bir şekilde kurutulduğundan, meyvelerin kalite değerleri korunmuştur. Meyvelerin muhafaza edildiği deponun izolasyonu iyi olduğu için havanın bağıl neminden az etkilenmiştir. Depoda muhafaza edilen antepfıstığı meyveleri periyodik olarak gözlemlenmiş, deponun gıda hijyeni şartlarına uygun olmasına dikkat edilmiştir.

Antepfıstığı meyvesi her ne kadar dayanıklı bir sert kabuklu meyve olsa da; çoğu üretici deposu sıcaklık ve nem kontrolü olmayan depolardır. Daha düşük sıcaklık (10 °C) ve nem kontrolü sağlayan depo şartlarında meyvelerin kalite değerleri daha yüksek olacaktır. Ayrıca bu depolarda muhafaza edilen meyvelerin mikotoksin üreten küfler tarafından bozulması da engellenebilecektir. Gaziantep ilinde faaliyete geçmiş olan antepfıstığı lisanslı depoculuğunun diğer illerdeki üreticilere de örnek olması, Antepfıstığı depolamasında kalite ve gıda güvenirliliği açısından daha iyi olacaktır.

#### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENTS)

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen ve Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen TAGEM/HSGYAD/A/19/A3/P1/1056 nolu doktora projesi kapsamında yapılmıştır.

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne ve Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne teşekkür ederiz.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] M. C. Gijón-López, Water relations and irrigation management in pistachio (*Pistacia vera* L.). Universidad de Córdoba, 2013.
- [2] E.H. Shokraii, A. Esen, Composition, solubility, and electrophoretic patterns of protein isolated from kerman pistachio nuts (*Pistacia vera* L). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 36 (1988) 425–429.
- [3] FAOSTAT, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, 2022. Erişim: 01.12.2022.
- [4] H. Tavakolipour, Postharvest operations of pistachio nuts. J Food Sci Technol., Feb;52(2) (2015) 1124–30. doi: 10.1007/s13197-013-1096-6.
- [5] M, Kashaninejad, Y, Maghsoudlou, M, Khomeiri, G. Tabil, Resistance to airflow through bulk pistachio nuts (Kalleghochi variety) as affected by moisture content, airflow rate, bed depth and fill method. Powder Technol. 203 (2010), 359–364. doi: 10.1016/j.powtec.2010.05.030.
- [6] Ö.F. Gamlı, İ. Hayoğlu, Effects of nut proportion and storage temperature on some chemical parameters of pistachio nut cream. Journal of Food Science and Engineering 2 (2012) 15-23.
- [7] H. Tavakolipour, A. Kalbasi-Ashtari, Estimation of moisture sorption isotherms in Kerman pistachio nuts. J Food Process Eng. 31 (2008) 564–582. doi: 10.1111/j.1745-4530.2007.00196.x.
- [8] E. Sena-Moreno, J.E. Pardo, L. Catalán, R. Gómez, A. Pardo-Giménez, M. Alvarez-Ortí, Drying temperature and extraction method influence physicochemical and sensory characteristics of pistachio oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 117 (2015) 684-691. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400366>.
- [9] M. Maskan, S. Karatas, Fatty acid oxidation of pistachio nuts stored under various atmospheric conditions and different temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture, 77 (1998) 334–340.
- [10] M. Kashani Nejad, L. G. Tabil, A. Mortazavi, A. Safe Kordi, Effect of Drying Methods on Quality of Pistachio Nuts, Drying Technology, 21:5 (2003) 821-838, DOI: [10.1081/DRT-120021688](https://doi.org/10.1081/DRT-120021688).



- [11] M. Kashaninejad, A. Mortazavi, A. Safekordi, L.G. Tabil, Some physical properties of pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. *Journal of Food Engineering*, 72 (2006) 30-38.
- [12] Ö. Kındır, Siyah Üzüm Posasının Antioksidan Kaynağı Olarak Değerlendirilmesinde Proses Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [13] AOAC, AOAC official method 940.28 Fatty acids (free) in crude and refined oils. Official methods of analysis of AOAC International. Washington, DC: AOAC International, 2003.
- [14] AOAC, Association of Official Analytical Chemists, Horwitz W.(Ed.), Official methods of analysis of the AOAC International ( 17th ed.), AOAC International, Gaithersburg, Maryland, AOAC Official Method 965.33, 2000.
- [15] V.H. Tournas, N.S. Niazi, J.S. Kohn, Fungal presence in selected tree nuts and dried fruits. *Microbiology Insights*, 8 (2015) 1–6.
- [16] N.H. Mermelstein, Measuring moisture content and water activity. *Food Technology Magazine*, 63:11 (2009).
- [17] O. Erkmén and T.F. Bozoglu, Food preservation by reducing water activity. In *Food Microbiology: Principles into Practice*. 2016. doi.org/10.1002/9781119237860.ch30.
- [18] P.P. Lewicki, Data and models of water activity. 1: Solutions and liquid foods. In *Food Properties Handbook*, 2nd (2009) 33–65. Boca Raton, FL: CRC Press.
- [19] A. A. Kader, E. J. Mitcham, and C. H. Crisosto, Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. *Produce Facts. Dried Fruits & Nuts*. Department of Plant Sciences, University of California, Davis, 1998.
- [20] J. M. Labavitch, Walnut. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *Agriculture Handbook Number 66. USD A ARS: 3pp*. 2005.
- [21] J. M. Labavitch, Pistachio. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *Agriculture Handbook Number 66. USD A ARS: 4pp*. 2005.
- [22] Türk Gıda Kodeksi, Bitki adı ile anılan yağlar tebliği, Tebliğ No:2012/29). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16053&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>, 2012. Erişim: 01.12.2022.
- [23] A.J. Dijkstra, Vegetable oils: Composition and analysis. *Encyclopedia of Food and Health*, 2016.
- [24] M.H. Gordon, Factors affecting lipid oxidation. *Understanding and Measuring the Shelf-Life of Food*, 2004.