

## Kurutma ve muhafaza yöntemlerinin fındık yağının sağlık kalite indeks değerleri üzerine etkisi

Ali TURAN<sup>1</sup>, Ali İSLAM<sup>2</sup>, Emel KARACA ÖNER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Giresun

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

<sup>3</sup>Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ordu

Alınış tarihi: 30 Temmuz 2021, Kabul tarihi: 5 Nisan 2022  
Sorumlu yazar: Ali TURAN, e-posta: ali.turan@giresun.edu.tr

### Öz

**Amaç:** Bu araştırma kurutma ve muhafaza yöntemlerinin fındığın çoklu doymamış yağ asitleri/doymuş yağ asitleri (PUFA/SFA), terojenisite (AI) ve trombojenisite indeks (TI) değerleri ile hipokolesterolemik/ hiperkolesterolenik yağ asitleri oranı (H/H) üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmada kullanılan Ordu Levant fındık örnekleri Ordu ili, Altınordu ilçesi Bayadı köyünden alınmıştır. Hasat olum kriterlerine göre hasat edilen örnekler 3 gün soldurulmuş ve daha sonra kurutma makinesi, beton ve çimen harmanda kurutulmuştur. 2014-2015 yılları arasında yürütülen çalışmada örnekler, 12 ay adi depo şartlarında (~25°C sıcaklık ve ~% 80 nispi nem değeri) muhafaza edilmiştir. Her 3 ayda bir alınan örneklerden önce yağ elde edilmiş (Soğuk pres), sonra yağ asitleri bileşimi belirlenmiş ve formülasyonla kalite indeks değerleri hesaplanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Çalışmada kurutma yöntemleri ve muhafazanın etkisi genel olarak istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.001). PUFA/SFA değeri 1.48-1.89, AI 0.23-0.35, TI 0.41-0.53 ve H/H 22.09-25.09 aralığında değişmiştir. Kurutma yöntemlerinin özellikler üzerine etkisi değişkenlik göstermiştir. Şöyle ki, PUFA/SFA' da en yüksek değer kurutma makinesinde tespit edilmişken, diğer özellikler üzerine etki bakımından değişkenlik görülmüştür. Muhafaza süresince PUFA/SFA, AI, H/H değerinde azalma, TI değerinde artış kaydedilmiştir.

**Sonuç:** Sonuç olarak, elde edilen bu verilere dayanarak fındığın insan sağlığı üzerine çok sayıda gıdaya göre daha faydalı olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Aterojenisite, Hipokolesterolemik, Trombojenisite, Yağ asitleri kompozisyonu

### Effect of drying and storage methods on health quality indices of hazelnut oil

#### Abstract:

**Objective:** This work was to determine the effects of drying and storage methods on polyunsaturated fatty acids (PUFA)/saturated fatty acids (SFA) index of atherogenicity (IA), thrombogenicity (IT), and hypocholesterolemic/hypercholesterolenic fatty acid ratio (H/H) of hazelnut.

**Materials and Methods:** Ordu Levant hazelnut samples used in the work were taken from Bayadı village of Altınordu district, Ordu Province. Samples harvested according to harvest criteria were withered for 3 days and then dried in drying machine, concrete and grass ground. The study carried out between 2014 and 2015, the samples were stored under room conditions (~25°C temperature and ~80% relative humidity) for 12 months. Oil was extracted using cold press, the samples taken every 3 months, then the fatty acid composition was determined and the quality index values were calculated with the formulation.

**Results:** In general, the effect of drying and storage methods was found to be significant (P<0.001).

PUFA/MUFA value varied between 1.48-1.89, AI 0.23-0.35, TI 0.41-0.53 and H/H 22.09-25.09. The effect of drying methods on traits varied. Namely, while the highest value in PUFA/SFA was determined in the drying machine, variability was observed in terms of effect on other traits. During the storage period, the PUFA/SFA, AI, H/H value decrease, TI value increase were recorded.

**Conclusion:** Consequently, based on these data, hazelnut was found to be a much more beneficial food for human health than many other nutrients.

**Key words:** Atherogenicity, Hypocholesterolemi, Thrombogenicity, Fatty acids composition

### Giriş

Fındık (*Corylus avellana* L.) dünyada yetiştiriciliği yapılan sert kabuklu meyveler arasında çok önemli bir yer kaplamaktadır (İslam, 2018). Bu önemi sebebiyle de dünyada fındık üretimi artarak genişlemeye devam etmektedir. Fındık doğrudan natürel ve/veya kavrulmuş olarak tüketilmesinin yanında çoğunlukla çikolata gibi endüstriler tarafından kullanılmaktadır. Fındıklar yağ oranı yüksek (~%60) kuruyemişler olarak bilinirler ve ayrıca oleik, linoleik ve palmitik yağ asitleri bakımından da çok zengin gıdalar sınıfında yer alırlar. Bunlara ilave olarak fındıklar, protein gibi (~%17) makro besinler ve vitamin B, E ve tokoferol gibi mikro besin elementleri bakımından da yeterli düzeyde oldukları kabul edilmektedir (Müller ve ark., 2020; Negrillo ve ark., 2021). Hem de meyvelerinde önemli miktarda da K, Mn, Ca ve Mg bulunduğu genel olarak bilinmektedir. Bu yüzden fındıklar; flavonoller, fenolik asitler, tokoferoller ve sterollerin dahil olduğu biyoaktif bileşenler miktarının yüksek olması nedeniyle tüketilmesinin insan sağlığına çok sayıda fayda sağlayan fonksiyonel gıdalar olarak değerlendirilirler (Pelvan ve ark., 2018).

Diğer yandan fındıklar (*Corylus avellana* L.), ana bileşen olarak triasilgliseroller ile yüksek yağ içeriği ile karakterize edilmektedirler. Ayrıca, yüksek oranda tekli doymamış yağ asitleri, fındıklara yüksek bir besin değeri vermesinin yanı sıra, enzimatik kataliz altında otoksidasyon ve/veya bozulma reaksiyonlarına karşıda aynı zamanda büyük bir hassasiyet vermektedirler. Başta karbonil türevleri olmak üzere ikincil yağ oksidasyon ürünlerinin oluşumu, şekerleme endüstrileri için büyük sorun oluştururken diğer taraftan fındığın duyuşal

özelliklerini de etkileyebilmektedir (Rosso ve ark., 2021). Bu yüzden de fındığın yağ fraksiyonunu tanımlamak ve muhafaza süresi boyunca değişimini incelemek için çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir (Turan, 2018).

Fındık gibi yüksek oranda yağ içeren gıdaların bozulmasında ana faktör olarak yağ oksidasyonu kabul edilmekte ve bu yüzden yüksek yağ içeriğine sahip gıdalarda raf ömrünün belirlenmesinde büyük yarar görülmektedir. Fındıkların raf ömrü çoğunlukla saklama koşullarının sıcaklık ve nem içeriğine bağlıdır (Hosseini ve ark., 2014a; Turan, 2018; Shafiei ve ark., 2020). Yağ oksidasyonu gıdaların sadece duyuşal özelliklerini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda kanser gibi patojenleri geliştirme risklerini içeren sağlık üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Kalyanaraman, 2013). Diğer yandan da doymamış oleik ve linoleik yağ asitlerinin yağ oksidasyonuna karşı hassas olduğu bilinmektedir. Bu yüzden de fındığın sağlıklı koşullarda kurutma ve muhafazası büyük önem taşımaktadır (Turan, 2019).

Çok eski yıllardan beri kullanılan geleneksel muhafaza yöntemlerinden biri olan kurutma gıdalarda, ulaşım maliyetini azaltmak, hacmi küçültmek ve su aktivitesini düşürerek raf ömrünü uzatmak için yaygın olarak kullanılan bir muhafaza yöntemidir (Chen ve ark., 2020). Yaygın geleneksel kurutma yöntemleri sıcak hava üfleme, vakum kurutma ve dondurarak kurutmadan oluşmaktadır. Her üç yöntemin de birbirinden farklılıkları ve avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Şöyle ki, gıdalarda yüksek sıcaklık ve uzun süre hava ile kurutma bir taraftan kuru örneklerdeki vitamin C ve klorofil miktarını düşürürken diğer taraftan örneklerdeki su oranını çok düşürerek büyük oranda buruşmaya neden olabilmektedir. Dondurarak kurutma tat ve aromayı belki koruyabilir, ancak aşırı enerji tüketimine neden olması dolayısıyla tercih edilmemektedir. Diğer taraftan vakum kurutma tekniği belki oksidasyonu azaltabilir ancak o da ekonomik olmaması nedeniyle uygun bulunmamaktadır (Sun ve ark., 2019).

Ülkemizde ise fındıkta kurutma genel olarak beton, çimen harmanda yaygın (Güneşte kurutma, doğal kurutma) olarak gerçekleştirilmekte, çok düşük oranda ise suni kurutma tekniği kullanılmaktadır (Turan ve İslam, 2018; Turan, 2019). Ekonomik olması nedeniyle fındık üreticileri genel olarak güneşte kurutmayı tercih etmektedirler. Ancak güneşte kurutma iklim şartlarına bağlı olarak değişkenlik göstermekte ve bazı yağışlı sezonlarda

30 güne kadar çıkabilmektedir. Bu durumda çok uzun süre nem ve sıcaklık ile karşı karşıya kalan iç fındıklarda bir taraftan oksidasyon oluşurken diğer taraftan küf gelişimi olarak raf ömrü kısılabilmektedir. Oluşan yağ oksidasyonu neticesinde fındık besin değeri azalabilmekte ve arzu edilen düzeyde insan sağlığına etkisi yeterince gelişmemektedir (Turan, 2021). Bu yüzden hasat sonrasında hızlı kurutma ve oksidasyonu önleme meyve kalitesini muhafaza açısından büyük önem taşımaktadır.

Fındık üreticileri arasında güneşte kurutma yöntemlerinden beton harmanın daha avantajlı olduğu değerlendirilmektedir. Ancak su tahliyesi yapılmadığı zamanlarda iklim uygun gitmez ise bu durum dezavantaja dönüşmekte ve fındık su içerisinde kalarak oksidasyon düzeyi daha da yükselmektedir. Bu bakımdan suni kurutma yöntemleri kontrollü şartları sağlamakta ve oksidasyon düzeyi kabul edilebilir sınırların altında gerçekleşmektedir (Turan, 2018). Ancak günümüze kadar Türk fındıklarının kalite indeks değerleri üzerine kurutma ve muhafaza yöntemlerinin etkisi konusunda maalesef çalışma bulunmamaktadır. Bu yüzden bu çalışma kurutma yöntemlerinin 12 ay adi depo şartlarında muhafaza süresince Ordu Levant fındıklarının çoklu doymamış/doymuş yağ asitleri, aterosjenisite ve trombojenisite indeks değerleri ile hipokolesterolemik/hiperkolesterolenik yağ asitleri oranı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma sonucunda hangi kurutma yönteminin insan sağlığı üzerine daha etkili olduğu belirlenerek bir yandan ekonomiye, diğer yandan da bilime katkı sağlanacağı öngörülmektedir.

### Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan Ordu Levant fındık örnekleri Ordu ili, Altınordu ilçesi Bayadı köyünden alınmıştır (L 40°54'06.99K, 37°53'36.07D, rakım 300 m). Hasat, harman ve kurutma işlemlerinin tamamı Turan (2018)'e göre yapılmıştır. Çalışmada kullanılan Ordu Levant fındıkları %44.5 Palaz, %34 Tumbul ve %21.5 Kalnkara çeşitlerinden oluşmuştur.

### Yağ ekstraksiyonu

Fındık yağı Ceselsan soğuk pres yağ ekstraksiyon sistemi ile (AIS13004, Ceselsan, Giresun, Türkiye) elde edilmiştir (Basınç kuvveti: 10000 kgf, basınç: 34.7 MPa, sıcaklık: -5°C ~+45 °C ve kapasite; 250 g iç fındık; Turan, 2018). Elde edilen fındık yağı analiz yapılana kadar -18°C'de dondurucuda muhafaza

edilmiştir (Bosch KDN53NW22N A, No-Frost, Germany).

### Kimyasal analizler

Yağ asitleri analizi; yağ asitleri içeriğinin belirlenmesinde gaz kromatografisi (Shimadzu GC-2010, Tokyo, Japan), yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesinde ise Ficarra ve ark. (2010)'a küçük modifikasyon yapılarak Turan (2018) ve Turan (2019)' a göre yapılmıştır. Yağ kalite indeks değerleri; Aterosjenisite (AI) ve trombojenisite indeks (TI) değerleri (Bezerra ve ark., 2017) ve hipokolesterolemik/ hiperkolesterolenik yağ asitleri oranı (H/H) değerleri Fernandes ve ark. (2019) ve Turan (2021)'e göre yağ asitleri formülasyonu ile hesaplanmıştır. Örnekler 12 ay süresince adi depo şartlarında muhafaza edilmiş (~25°C sıcaklık ve ~%80 nem değeri) ve her üç ayda bir örnek alınarak yağ asitleri analizi yapılmıştır.

### İstatistiksel analizler

Analizler üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve tanımlayıcı istatistikler SPSS v. 22.0 (Armok, New York: IBM Corp.)'a göre yapılmıştır. İstatistiksel testler SAS-JAMP v. 10.0 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA) kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılık P<0.05, P<0.01 ve P<0.001 düzeylerinde belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Çoklu doymamış/doymuş yağ asitleri üzerine kurutma ve muhafazanın etkisi

Amerikan diyabet derneğinin 2021 yılındaki standart kılavuzuna göre kontrolü yaşam tarzı, uygulanan rejim kuralları ve programı ile yağ tüketimi hayati önem taşımaktadır (American Diabetes Association, 2021). Diyabet, obezite, metabolik sendrom ve aterosklerotik kardiyovasküler hastalığı olanlar için yeterli kilo kontrolü ve dengeli bir diyet vazgeçilmezdir (Bando, 2021). Kardiyometabolik hastalıkları önlemek için diyetle alınan yağ alımının azaltılması genel olarak çeşitli sağlık uzmanları tarafından bilinmekte ve tavsiye edilmektedir (Abdelhadi ve Ahmad, 2021). Ancak bu değerlendirmeler zaman zaman eleştirilere yol açmakta ve bazı uzmanlar tarafından uygun bulunmamaktadır. Çünkü yüksek oranda doymuş yağ asidi (SFA) alımının, artan kardiyovasküler hastalık riski ile ilişkili olduğuna dair çok sayıda literatür ve bazı kanıtlar bulunmaktadır (Bando, 2021). Bu yüzden de, yağ alımının tek başına azaltılması belki de arzu edilen düzeyde sağlıklı olmayabilir. Şöyle ki, doymuş (SFA) yağ asitleri

yerine tekli (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ile yüksek kaliteli karbonhidrat kullanımının kardiyometabolik riskleri azaltabileceği ile alakalı çok sayıda çalışma ve değerlendirme bulunmaktadır (Telahique ve ark., 2019; Muzsik ve ark., 2020; Shishavan ve ark., 2021).

Çoklu doymamış yağ asitlerini insanların tüketmesinde yarar görülmekte, çünkü bu yağ asitleri kandaki toplam kolesterol seviyesinin düşürülmesine katkı sağlamaktadırlar. Ayrıca yüksek oranda doymamış yağ asitleri tüketilerek; düşük kan akışkanlığı, artan endotel gevşemesi ve antiaritmik etkiler gibi VLDL kolesterolün (Kalp damar sağlığına ciddi oranda zarar verebilecek kolesterol) hepatik sentezini azaltarak plazma trigliserit seviyelerinin azaltılmasını teşvik eder ve ayrıca kardiyovasküler etkilere sahip olabilir (Berto ve ark., 2015). Dahası çoklu doymamış yağ asitleri romatoid artrit ile alakalı semptomların, hafif hiper tansiyonun, diyabet oranının azaltılması ve bazı kanserlerin engellenmesini sağlayabilir (Prato ve Biandolino, 2012; Fernandes ve ark., 2019; Turan, 2021).

Diğer taraftan da tüketilen diyet yağının türü ve miktarının insan metabolik sağlığında rol oynayacağı genel olarak bilinmektedir. Bu yüzden, daha yüksek PUFA alımı, kardiyovasküler riskinde bir azalma sağlayabilir, glikoz homeostazını iyileştirebilir, merkezi yağlanmayı azaltabilir ve hatta yağsız vücut oluşmasını sağlayabilir. Dahası PUFA'nın insan vücudunda anti-inflamatuar fonksiyon gösterebileceği bildirilmektedir (Monnard ve Dulloo, 2021).

Tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) olan oleik asit gıda ve kozmetik sanayisi için çok önemli bir hammaddedir. Ayrıca, MUFA kalp krizi riskini azaltan esas olarak LDL kolesterolü (Kötü kolesterol) olan serum triasilgliserit seviyelerinde bir azalma da dahil olmak üzere insan sağlığı üzerinde yararlı bir etkiye sahiptir (Memon ve ark., 2019). Oleik asit ayrıca, antiinflamatuar sitokin IL 10 ve adiponektin seviyelerini artırırken, tümör nekroz ve sitokinin IL-6 seviyelerini azaltarak anti-inflamatuar etkilerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Palomer ve ark., 2018). Oleik asidin kanser üzerine etkileri olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Ancak kanser hücreleri üzerindeki etkileri, kanser hücre tiplerine bağlı olarak farklı görünse de tam olarak aydınlatılamamıştır (Maan ve ark., 2018). Bir çalışmada MUFA'nın pankreas kanser riskini % 90 azalttığı ortaya konurken (Zatonski ve ark., 1991), başka bir çalışma da ise MUFA tüketimi ile böyle bir

ilişkinin kurulamadığını ortaya konmuştur (Heinen, 2009). Bu farklılıklar farklı oleik asit kaynağı kullanılmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü bazı gıdalarda oleik asit seviyesinin düşük olduğu bilinmektedir. Ancak, Türk fındıklarında oleik asit düzeyinin çok yüksek olduğu bilinmekte (~%80; Turan, 2018) ve bu yüzden de konu ile alakalı yeni çalışmalar yapılmasının çok önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Kurutma yöntemlerinin PUFA/SFA üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuş ( $P < 0.001$ ) ve en yüksek değer kurutma makinesi ortamında tespit edilirken (1.89), en düşük değer ise çimen harmanda (1.68) kaydedilmiştir (Çizelge 1). İnsan sağlığı üzerine PUFA olumlu etki yaparken SFA olumsuz etki yapmakta ve tüketiminin azaltılması gerektiği bildirilmektedir. Bu nedenle en yüksek değere sahip kurutma makinesi bu özellik bakımından değerlendirilebilir. Muhafaza süresince bu oranın küçük dalgalanma ile azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Oysa ki, insan sağlığı açısından bu değerlerin yüksek olması gerekir ve azalması bu ekinin azaldığını göstermektedir (Şekil 1A).

Örnekler adı oda şartlarında muhafaza edilmiştir. Bu azalmayı önlemek ve fındığın insan sağlığı üzerine olan etkisini uzun süre muhafaza etmek için kontrollü şartlarda yani lisanslı depolarda muhafaza edilmesi gerektiği görülmektedir. PUFA/SFA değeri üzerinde çok sayıda çalışma yürütülmüş ve farklılık olduğu görülmüştür. Bir çalışma da bu özellik 1.30 (Muzsik ve ark., 2020) olurken, diğer bir çalışmada 1.46 (Telahique ve ark., 2019) olarak kaydedilmiştir.

Bu farklılık doğal olarak yağ asitlerinin kaynağı, geçtiği süreçler, hasat zamanı, kültürel uygulamalar paketi, rakım ve toprak yapısı gibi birçok faktöre göre değişkenlik göstermektedir.

Diğer taraftan çoklu doymamış ve doymuş yağ asidi (PUFA/SFA) oranı, genellikle diyetdeki yağların beslenme kalitesini değerlendirmek için kullanılan bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Department of Health and Social Security (1994), PUFA/SFA oranı 0.45'den düşük olan besinleri kandaki kolesterolü arttırma eğilimi olacağından insanlar için uygun görmemektedirler. Yürütülen başka çalışmalarda da PUFA/SFA değerinin  $> 0.45$  olması gerektiği vurgulanmıştır (Ozogul ve ark., 2009; Durmuş, 2019; Prato ve ark., 2020; Zanqui ve ark., 2020). Tüm bu veriler ışığında çalışmamızda muhafaza süresi sonunda dahi bu değer çok yüksek çıkmıştır. Buradan elde edilen veriler, fındığın insan

sağlığı ve beslenmesi için çok değerli olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

Çizelge 1. Kurutma yöntemlerinin 12 ay muhafaza süresince çoklu doymamış/doymuş yağ asitleri, aterojenisite ve trombojenisite indeks değerleri ile hipokolesterolemik/hiperkolesterolenik yağ asitleri oranı üzerine etkisi

| Parametre | Muhafaza süresi (Ay) |             |               |               |               |               | Önemlilik     |             |     |     |     |
|-----------|----------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-----|-----|-----|
|           | Ö                    | Y           | 0             | 3             | 6             | 9             | 12            | Ortalama    | Y   | M   | YXM |
| P/S       | B                    |             | 1.71±0.02b-e  | 1.73±0.02bcd  | 1.50±0.01g    | 1.53±0.04fg   | 1.62±0.02ef   | 1.62±0.10b  |     |     |     |
|           | Ç                    |             | 1.68±0.03cde  | 1.68±0.04cde  | 1.72±0.01b-e  | 1.73±0.02bcd  | 1.79±0.04ab   | 1.72±0.05a  | *** | *** | *** |
|           | K                    |             | 1.89±0.07a    | 1.77±0.01bc   | 1.65±0.01de   | 1.48±0.08g    | 1.43±0.03g    | 1.64±0.18b  |     |     |     |
| Ortalama  |                      | 1.76±0.03a  | 1.73±0.02a    | 1.62±0.01b    | 1.58±0.03c    | 1.61±0.01bc   |               |             |     |     |     |
| AI        | B                    |             | 0.32±0.02     | 0.29±0.05     | 0.25±0.00     | 0.24±0.01     | 0.26±0.03     | 0.27±0.04a  |     |     |     |
|           | Ç                    |             | 0.26±0.04     | 0.26±0.04     | 0.23±0.00     | 0.23±0.01     | 0.25±0.02     | 0.24±0.03b  | *** | *** | öd  |
|           | K                    |             | 0.35±0.00     | 0.35±0.00     | 0.25±0.02     | 0.26±0.03     | 0.25±0.00     | 0.29±0.05a  |     |     |     |
| Ortalama  |                      | 0.31±0.00a  | 0.30±0.01a    | 0.24±0.00b    | 0.24±0.00b    | 0.25±0.01b    |               |             |     |     |     |
| TI        | B                    |             | 0.42±0.01de   | 0.41±0.00de   | 0.49±0.00b    | 0.48±0.02bc   | 0.48±0.01bc   | 0.46±0.04a  |     |     |     |
|           | Ç                    |             | 0.41±0.00de   | 0.41±0.01de   | 0.42±0.01de   | 0.42±0.01de   | 0.40±0.00e    | 0.41±0.01b  | *** | *** | *** |
|           | K                    |             | 0.41±0.01de   | 0.42±0.00de   | 0.44±0.00cd   | 0.50±0.04ab   | 0.53±0.01a    | 0.46±0.05a  |     |     |     |
| Ortalama  |                      | 0.41±0.01c  | 0.42±0.00c    | 0.45±0.00b    | 0.47±0.01ab   | 0.47±0.01a    |               |             |     |     |     |
| H/H       | B                    |             | 24.46±0.41abc | 24.40±0.27abc | 22.09±0.06f   | 23.20±1.07de  | 22.87±0.34def | 23.40±1.05b |     |     |     |
|           | Ç                    |             | 25.09±0.12a   | 25.00±0.17ab  | 23.95±0.35bcd | 24.48±0.71abc | 25.00±0.19ab  | 24.71±0.55a | *** | *** | *** |
|           | K                    |             | 23.72±0.07cd  | 23.60±0.19cde | 23.57±0.24cde | 23.45±0.49cde | 22.52±0.30ef  | 23.37±0.52b |     |     |     |
| Ortalama  |                      | 24.42±0.13a | 24.33±0.15a   | 23.20±0.27c   | 23.71±0.66b   | 23.46±0.23bc  |               |             |     |     |     |

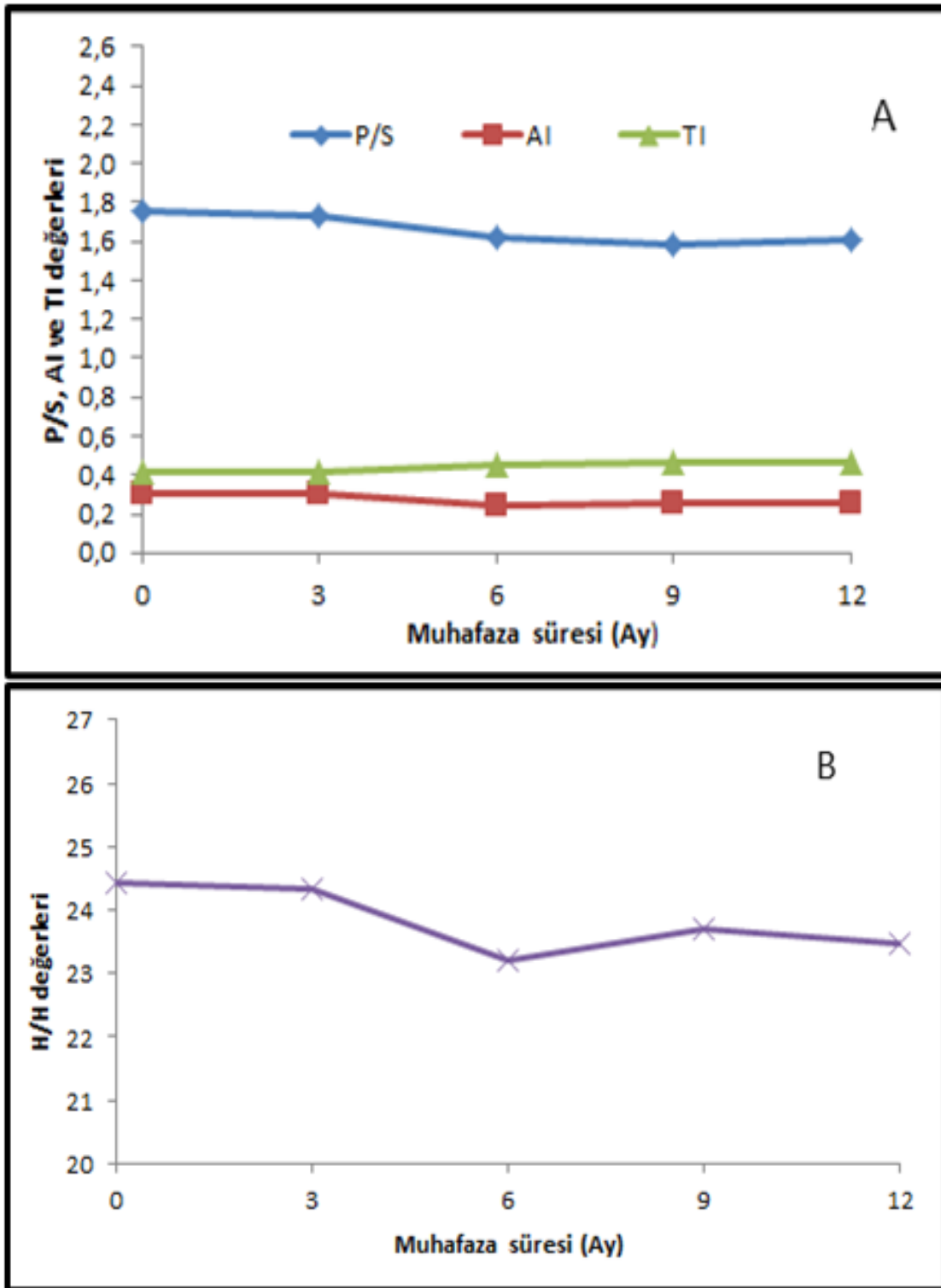
Y: Yöntem, B: Beton harman, Ç: Çimen harman, K: Kurutma makinesi, Ö: Özellik, P/S: Çoklu doymamış/doymuş yağ asitleri, AI: Aterojenisite, TI: Trombojenisite, H/H: Hipokolesterolemik/hiperkolesterolenik yağ asitleri oranı ve M: Muhafaza süresi. Ortalama±standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. Kurutma yöntemi ve muhafaza süreleri arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Önem seviyeleri; \*, \*\*, \*\*\* ve "öd" P<0.05, 0.01, 0.001 ve "önemli değil"

### Yağ sağlık indeksi üzerine kurutma ve muhafazanın etkisi

Yağların küresel diyetetik kalitesi ve onların koroner hastalıkların gelişmesi üzerine potansiyel etkilerinin göstergesi olan aterojenisite (AI) ve trombojenisite indeks (TI) değerleri yağ asitleri içeriğinin bir kalite göstergesi olarak değerlendirilmektedirler (Durmuş, 2019; Telahigue, 2019). Ulbricht ve Southgate (1991) tarafından önerilen bu iki AI ve TI indeks değerleri, yağ asitlerinin potansiyelini daha iyi karakterize edebilmektedirler (Hosseini ve ark., 2014b). Bu değerlerin düşük olması insan sağlığı açısından olumlu değerlendirilirken, yüksek olması sağlığa zararlı olarak değerlendirilmektedir. >1' den daha yüksek AI ve TI değerlerinin insan sağlığı açısından zararlı olduğu bildirilmiştir (Stancheva ve ark., 2014). Şöyle ki, Musalima ve ark. (2019), TI

değerinin >1' den büyük olması durumunda damarlarda kan pıhtılaşması durumu yaşanacağını bildirmişlerdir. Bu yüzden bu özelliklerin sınıra yakın olması arzu edilmektedir.

Çalışmamızda kurutma yöntemleri ve muhafazanın etkisi genel olarak önemli bulunmuş (P<0.001; Çizelge 1) ve muhafaza süresince AI değerinde azalma, TI değerinde artış görülmüştür (Şekil 1A). Elde edilen verilere göre, her iki indeks değeri de eşik değer çok altında kalmıştır. Bu yüzden fındık yağının gıdaların önemli bir kısmından insan sağlığı açısından çok daha yararlı olduğunu görülmüştür. Sonuç olarak günlük 42.5 g (Food and Drug Administration, 2003), 30 g (European Food Safety Authority, 2011) ve 25 g (Stuetz ve ark., 2017) iç fındık tüketiminin insan sağlığı açısından faydalı olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 1. P/S, AI, TI (A) ve H/H (B) değerlerinin muhafaza süresince değişimi

**Hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik yağ asitleri oranı üzerine kurutma ve muhafazanın etkisi**

Hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik yağ asitleri (H/H) oranı kolesterol mekanizması üzerinde yağ asitlerinin etkisi hakkında bilgi sahibi olmak ve yağ

kaynağının kolesterolemik etki indeksini belirlemek için kullanılabilir (Santos-Silave ve ark., 2002; Fernandes ve ark., 2014).

Daha yüksek H/H değeri yüksek oranda PUFA ile ilişkilendirilmektedir ve bu yüzden de bu özelliğin insan sağlığı açısından yüksek olması arzu edilmektedir (Hashempour-Baltork ve ark., 2018; Prato ve ark., 2020). Çalışmamızda kurutma yöntemleri ve muhafazanın etkisi önemli bulunmuştur ( $P < 0.001$ ; Çizelge 1).

Diğer yandan da muhafaza süresince H/H değeri azalma eğilimi göstermiştir (24.42-23.46; Şekil 1B). Diğer birçok gıda da H/H değeri incelenmiştir. Örneğin, yapılan çalışmalara göre yüksekten düşüğe doğru, Harda (8.04), pirinç bazlı gıdalar (2.14-6.99), sebze bazlı gıdalar (6.55-6.85), Heso (6.79), deniz ürünleri (2.25- 5,87), tatlılar (0,65-4,78, Khabeesa hariç, H/H 6,29), çorba (1,22-3,39), et bazlı yiyecekler (1,62-2,04), sandviçler (1,46-1,86) ve en düşük H/H değerine sahip peynirli ürünler (0,55-0,68) olmuştur (Al-Amiri ve ark., 2021). Tüm bu ürünlere göre fındığın H/H değerinin çok yüksek olduğu görülmektedir.

## Sonuç

Bu araştırma, Ordu Levant fındıklarının çoklu doymamış/doymuş yağ asitleri, yağ sağlık indeksi ve hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik yağ asitleri oranı özellikleri üzerine kurutma ve muhafazanın etkisi konusunda literatürde yapılmış ilk çalışmadır. Çalışmada, kurutma yöntemleri ve muhafazanın özellikler üzerine etkisi ortamlara göre farklılık göstermiştir. Elde edilen sağlık kalite indeks değerleri genel olarak önceki çalışmalar ve belirtilen eşik değerlerinden yüksek çıkmıştır. Bu yüzden elde edilen bu verilere dayanarak fındık yağının kalp damar hastalıkları ve kolesterol için çok sağlıklı olduğu söylenebilir.

## Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazarların katkı beyanı

AT: Konsept ve tasarım, Veri toplama, Veri analizi ve yorumlama, Makalenin yazılması, Makalenin içeriğinin gözden geçirilmesi, Aİ: Yorumlama, EKÖ: Veri analizi ve yorumlama

## Kaynaklar

- Abdelhadi, N. N., & Ahmad, M. N. (2021). Fatty acids recommendations: controversies and updates. *Current Nutrition & Food Science*, 17, 288-292. <https://doi.org/10.2174/1573401316666200807203806>
- American Diabetes Association. (2021). 8. Obesity management for the treatment of type 2 diabetes: Standards of medical care in diabetes-2021. *Diabetes Care*, 44(1), 100-110. <https://doi.org/10.2337/dc21-S008>
- Al-Amiri, H. A., Nisar, Ahmed., N., & Tahani Al-Sharrah, T. (2021). Fatty acid profiles, cholesterol composition, and nutritional quality indices of 37 commonly consumed local foods in Kuwait in relation to cardiovascular health. *medRxiv. Elektronik ön baskı*. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.11.18.20233999>
- Bando, M. (2021). Recent topics for optimal intake of monounsaturated fatty acid (MUFA) and polyunsaturated fatty acid (PUFA). *International Medicine*, 3(3), 71-73. <https://doi.org/10.5455/im.79671>
- Berto, A, Silva, A. F., Visentainer, J. V., Matsushita, M., & Souza, N. E. (2015). Proximate compositions, mineral contents and fatty acid compositions of native Amazonian fruits. *Food Research International*, 77, 441-449. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.018>
- Bezerra, C. V., Rodrigues, A. M. C., Olivera, P. D., Silva, D A., & Silva, L. H. M. (2017). Technological properties of amazonian oil and fats and their applications in the food industry. *Food Chemistry*, 221, 1466-1473. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.004>
- Chen, Z., Zhang, M., Xu, B., Sun, J., & Mujumdar, A. S. (2020). Artificial intelligence assisted technologies for controlling the drying of fruits and vegetables using physical fields: A review. *Trent in Food and Technology*, 105, 251-260. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.015>
- Department of Health and Social Security. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report of the Cardiovascular Review Group Committee on Medical Aspects of Food Policy. *Rep Health Soc Subj (Lond)*, 46, 1-186.
- Durmus, M. (2019). Fish oil for human health: omega-3 fatty acid profiles of marine seafood species. *Food Science Technology*, 39(2), 454-461. <https://doi.org/10.1590/fst.21318>

- European Food Safety Authority. (2011). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to nuts and essential fatty acids (omega-3/omega-6) in nut oil (ID 741, 1129, 1130, 1305, 1407) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1324/2006. *EFSA Journal*, 9(4), 2032. Erişim adresi: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2032>
- Food and Drug Administration. (2003). Qualified health claims: Letter of enforcement discretion- nuts and coronary heart disease. Docket No 02P-0505. Washington DC: *Food and Drug Administration*. 1-4. Erişim adresi: <http://www.fda.gov>
- Fernandes, C. E., Vasconcelos, M. A., Ribeiro, Mde, A., Sarubbo, L. A., Andrade, S. A., & Filho, A. B. (2014). Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. *Food Chemistry*, 160, 67-71. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.055>
- Fernandes, I., Fernandes, T., & Cordeiro, N. (2019). Nutritional value and fatty acid profile of two wild edible limpets from the Madeira Archipelago. *Eur Food Res Technol*, 245, 895-905. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03234-y>
- Ficarra, A., Lo Fiego, D. P., Minelli, G., & Antonelli, A. (2010). Ultra fast analysis of subcutaneous pork fat. *Food Chemistry*, 121, 809-814. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.003>
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2018). Chemical, rheological and nutritional characteristics of sesame and olive oils blended with linseed oil. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 8(1), 107-113. <https://doi.org/10.15171/apb.2018.013>
- Heinen, M. M., Verhage, B. A., Goldbohm, R. A., & Van den Brandt, P. A. (2009). Meat and fat intake and pancreatic cancer risk in the Netherlands Cohort Study. *International Journal of Cancer*, 125(5), 1118-26. <https://doi.org/10.1002/ijc.24387>
- Hosseini, H., Ghorbani, M., Sadeghi Mahoonak, A., & Maghsoudlou, Y. (2014a). Monitoring hydroperoxides formation as a measure of predicting walnut oxidative stability. *Acta Aliment Hung*, 43(3), 412-418. <https://doi.org/10.1556/aalim.43.2014.3.7>
- İslam, A. (2018). Hazelnut culture in Turkey. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 259-266.
- Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L. K., & Babakhani, A. (2014b). Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). *Food Chemistry*, 148, 86-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.012>
- Kalyanaraman, B. (2013). Teaching the basics of redox biology to medical and graduate students: Oxidants, antioxidants and disease mechanisms. *Redox Biology*, 1, 244-257. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2013.01.014>
- Maan, M., Peters, J. M., Dutta, M., & Patterson, A. D. (2018). Lipid metabolism and lipophagy in cancer. *Biochem Biophys Res Commun*, 504, 582-589. <http://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.02.097>
- Memon, N. N., Kanwal, S., Talpur, F. N., Hassan, I., Afridi, H. I., Memon, G. Z., Samejo, M. Q., Memon, J. R., & Khan, H. (2019). Nutritional Characteristics (Fatty Acid Profile, Proximate Composition and Dietary Feature) of Selected Nuts Available in Local Market. *Pak J Anal Environ Chem*, 20(1), 39-46. <http://doi.org/10.21743/pjaec/2019.06.05>
- Monnard, C. R., & Dulloo, A. G. (2021). Polyunsaturated fatty acids as modulators of fat mass and lean mass in human body composition regulation and cardiometabolic health. *Obes Rev*, e13197. <https://doi.org/10.1111/obr.13197>
- Musalima, J. H., Ogwok, P., & Mugampoza, D. (2019). Fatty acid composition of oil from groundnuts and oyster nuts grown in Uganda. *Journal of Food Research*, 8(6), 37-48. <https://doi.org/10.5539/jfr.v8n6p37>
- Muzsik, A., Henryk H. Jelen, H.H., & Chmurzynska, A. (2020). Metabolic syndrome in postmenopausal women is associated with lower erythrocyte PUFA/MUFA and n-3/n-6 ratio: A case-control study. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 159, 102155. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2020.102155>
- Müller, A. K., Helms, U., Rohrer, C., Möhler, M., Hellwig, F., Gleis, M., Schwerdtle, T., Lorkowski, S., & Dawczynski, C. (2020). Nutrient composition of different hazelnut cultivars grown in Germany. *Foods*, 9, 1596. <https://doi.org/10.3390/foods9111596>
- Negrillo, C. A., Madrera R. R., Valles B. S., & Ferreira, J. J. (2021). Variation of morphological, agronomic and chemical composition traits of local hazelnuts collected in Northern Spain. *Front Plant Sci*, 12, 659510. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510>
- Ozogul, Y., Ozogul, F., Çiçek, E., Polat, A., & Kuley, E. (2009). GC capillary analysis of fatty acids in 34



- seawater fish species. *J Food Sci Nutr*, 60, 464–475.
- Palomer, X., Delgado, J.P., Barroso, E., & Vazquez-Carrera, M. (2018). Palmitic and Oleic Acid: The Yin and Yang of Fatty Acids in Type 2 Diabetes Mellitus. *Trends in Endocrinology & Metabolism, March*, 29(3), 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2017.11.009>
- Pelvan, E., Olgun, E. Ö, Karadag, A., & Alasalvar, C. (2018). Phenolic profiles and antioxidant activity of Turkish Tombul hazelnut samples (natural, roasted, and roasted hazelnut skin). *Food Chemistry*, 244, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.011>
- Prato, E., & Biandolino, F. (2012). Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. *Food Chemistry*, 131, 1233–1239. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.110>
- Prato, E., Fanelli, G., Parlapiano, I., & Biandolino, F. (2020). Bioactive fatty acids in seafood from Ionian Sea and relation to dietary recommendations, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 71(6), 693-705. <https://doi.org/10.1080/09637486.2020.1719388>
- Rosso, C., M., Stilo, F., Mascrez, S., Bicchi, C., Purcaro, G., & Cordero, C. (2021). Shelf-life evolution of the fatty acid fingerprint in high-quality hazelnuts (*Corylus avellana* L.) harvested in different geographical regions. *Foods*, 10(685), 1-14. <https://doi.org/10.3390/foods10030685>
- Santos-Silva, J., Bessa, R.J.B., & Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livest Prod Sci*, 77, 187–194. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00059-3)
- Shafiei, G., Ghorbani, M., Hosseini, H., Mahoonak, A.S., Maghsoudl, Y., & Jafari, S. M. (2020). Estimation of oxidative indices in the raw and roasted hazelnuts by accelerated shelf-life testing. *J Food Sci Technol*, 57, 2433-2442. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04278-9>
- Stancheva, M., Merdzhanova, A., Dobрева, D.A., & Makedonski, L. (2014). Common carp (*Cyprinus carpio*) and European catfish (*Silurus glanis*) from Danube River as sources of fat soluble vitamins and fatty acids. *Czech J Food Sci*, 32(1), 16–24.
- Stuetz, W., Schlormann, W., & Gleis, M. (2017). B-vitamins, carotenoids and  $\alpha$ - $\gamma$ -tocopherol in raw and roasted nuts. *Food Chemistry*, 221, 222-227. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.065>
- Shishavan, N. G., Masoudi, S., Mohamadkhani, A., Sepanlou, S. G., Sharafkha, M., Poustchi, H., Mohamadnejad, M., Hekmatdoost, A., & Pourshams, A. (2021). Dietary intake of fatty acids and risk of pancreatic cancer: Golestan cohort study. *Nutrition Journal*, 20, 69, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12937-021-00723-3>
- Sun, Q., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2019). Recent developments of artificial intelligence in drying of fresh food: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(14), 2258-2275. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1446900>
- Telahigue, K., Rabeih, I., Chetoui, I., Bejaoui, S., El Cafsi, M., & Hajji, T. (2019). To what extent are hake fat and its oil quality affected by the parasite *Lernaeocera lusci*? *Grasas Aceites*, 70 (2), e297. <https://doi.org/10.3989/gya.0697>
- Turan, A. (2018). Effect of drying methods on fatty acid profile and oil oxidation of hazelnut oil during storage. *European Food Research and Technology*, 12, 2181–2190. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3128-y>
- Turan, A. (2019). Effect of drying on the chemical composition of Çakıldak (cv) hazelnuts during
- Turan, A. (2021). Effect of the damages caused by the green shield bug (*Palomena prasina* L.) on the qualitative traits of hazelnuts. *Grasas Aceites*, 72 (1), e391. <https://doi.org/10.3989/gya.1135192>
- Turan, A., & İslam, A. (2018). Effect of drying methods on some chemical characteristics of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) during storage. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(3), 11–19.
- Ulbricht, T. L., & Southgate, D. A. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985–992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)
- Zanqui, A. B., Claudia, M., Silva, C. M., Ressutte, J. B., Rotta, E. M., Cardozo-Filho, L., & Matsushita, M. (2020). Cashew nut oil extracted with compressed propane under different experimental conditions: Evaluation of lipid composition. *J Food Process Preserv*, 44, e14599.

Zatonski, W., Przewozniak, K., Howe, G. R., Maisonneuve, P., Walker, A. M., & Boyle, P. (1991). Nutritional factors and pancreatic cancer: a case-control study from southwest

Poland. *Int J Cancer*, 48(3), 390-394.  
<https://doi.org/10.1002/ijc.2910480314>