

Çakıldak Fındık Çeşidinde Kurutma Ortamları ve Muhafaza Süresine Bağlı Olarak Meydana Gelen Değişimler

Ali TURAN¹, Ali İSLAM²¹

¹Giresun Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Fındık Ekspertliği Bölümü Giresun-Türkiye

²Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ordu-Türkiye

Özet

Bu araştırma, 2013-2015 yılları arasında Çakıldak fındık çeşidinde yürütülmüştür. Çalışmada örnekler beton harman, çimen harman ve kurutma makinesinde kurutulmuş, 18 ay adi depo şartlarında depolanmış ve meyve özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Depolama süresince her üç ayda bir yağ (%), protein (%), serbest yağ asitliği (%), peroksit sayısı (meqO₂/kg), ransimat (h), nem oranı (%) ve su aktivitesi özellikleri incelenmiştir. Depolama süresince protein oranı % 14.42-17.22, yağ oranı % 48.62-51.93, serbest yağ asitliği % 0.09-0.48, peroksit sayısı 0.026-0.616 meqO₂/kg yağ, ransimat değeri 3.51-4.75 h, nem % 3.43-5.18 ve su aktivitesi değeri 0.37-0.58 arasında değişmiştir. Depolama süresince en düşük serbest yağ asitliği değeri ve en yüksek ransimat değeri kurutma makinesi ortamında tespit edilmiştir. Depolama süresince hiçbir ortam ve zamanda aflatoxin B₁ ve toplam aflatoxin tespit edilmemiştir. Çalışma sonucunda meyve kalitesi ve muhafazası üzerine kurutma makinesinin daha etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Corylus avellana*; Kurutma; Beton; Harman

Changes During Storage Period and The Drying Methods in The Çakıldak Hazelnut Cultivar

Abstract

The research was carried out in Çakıldak hazelnut cultivars between 2013-2015 years. In the study, the samples were dried in concrete, grass threshing and drying machine, stored for 18 months under ambient temperature and changes in nut traits were examined. During storage, protein content, lipid content, free fatty acids, peroxide value, rancimat value, moisture content, and activity water traits was investigated every three month. During storage, protein content was 14.42-17.22 %, lipid content 48.62-51.93 %, free fatty acids 0.09-0.48%, peroxide value 0.026-0.616 meqO₂ / kg, rancimat value 3.51-4.75 h, moisture content 3.43-5.18 and activity water 0.37-0.58. The lowest free fatty acids and highest rancimat value during storage were determined in the hazelnut drying machine. Aflatoxin B₁ and total aflatoxin were not detected at any time and ambient. As a result of the study, it has been seen that hazelnut drying machine is more effective on nut quality and preservation.

Key Words: *Corylus avellana*; Drying; Concrete; Floor

1. GİRİŞ

¹islamali@odu.edu.tr

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi BAP tarafından desteklenen TF1332 nolu projenin ve yayınlanmamış doktora tezinin bir bölümüdür

Türkiye, fındığın en önemli yabancı türlerinin ve kültür çeşitlerinin anavatanıdır. Dünyada fındık üretiminin ve ticaretinin yapıldığı ilk ülkedir (Ayfer ve ark., 1986). Ayrıca Türkiye, günümüzde dünya fındık üretiminin yaklaşık %70' ine, dünya fındık ticaretinin ise yaklaşık %75-85'ine sahiptir (Köksal, 2002).

Fındık Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde yetişen, doğal yayılma alanı olan ve halkının en büyük geçim kaynağı tarımsal sanayi ürünüdür. Tombul çeşidi Giresun, Palaz Ordu'nun, Foşa Trabzon'un ve Çakıldak Karasu'nun tipik yöresel çeşitlerini oluşturmaktadır (Ayfer ve ark., 1986). Çakıldak çeşidi yüksek soğuklama isteği (750-1050 saat) nedeniyle özellikle Ordu ili yüksek kuşaklarında yaygındır. Adaptasyon kabiliyeti yüksek, geç olgunlaşan, yağ oranı % 56.7-58.7 ve protein oranı % 17.72-18.75 arasında olan bir çeşittir.

Özellikle kurutma aşamasında yapılan yanlışlıklar fındıkta önemli kayıplarına neden olmakta, ürünün muhafazası ve pazarlaması aşamasında sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle fındığın toplandıktan sonra zuruflarının ayrılması ve kısa sürede kurutulması büyük önem arz etmektedir. Ancak fındığın en önemli aşaması olan kurutma, ülkemizde geleneksellikten öteye geçememiştir. Fındığın geleneksel yöntemlerle kurutulması için yağışsız ve güneşli günlere ihtiyaç vardır. Hasat sezonunda bölgenin ekolojisinden dolayı birbiri ardına devam eden güneşli günlere az rastlanmaktadır. Bu nedenle de sürekli bir fındık kurutma fırsatı bulunamamaktadır.

Ülkemizde kurutma genellikle beton ve çimen harman üzerinde kontrolsüz koşullarda yapılmaktadır. Geleneksel kurutma ortamlarının olumsuzluklarına rağmen, makinalı kurutmaya geçilememiş ve yaygınlaştırılamamıştır. Üretici ekonomik nedenlerden dolayı, erken hasat ve erken harmanlama yapmak zorunda kalmaktadır. Bu geleneksel hasat ve kurutma yöntemleri ise kaçınılmaz olarak fındığın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Açık havada kurutma işlemi iklim şartlarına bağlı olarak değişmekle birlikte, 2-3 gün soldurulduktan sonra patozla zuruflarından ayrılan fındıkların kuruma süresi 6-10 gün içerisinde olmaktadır. Olgun ve ark., (2000)'na göre ise bu süre 82 saat civarında tamamlanmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, farklı kurutma ortamlarının depolama süresince Çakıldak fındıkta meyve kalite özellikleri üzerinde oluşturduğu etkileri belirlemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, 2013 yılında hasat edilen Çakıldak fındık çeşidinde yürütülmüş olup örnekler 18 ay adi depoda depolanmıştır. Örnekler Ordu ili Gürgentepe ilçesinden 40 yaşında olan bir bahçeden alınmıştır. Hasat edilen fındıklar zuruflu halde 3 gün açık havada soldurulmuş ve patoz yardımıyla zuruflarından ayrılmıştır. Zuruflarından ayrılan fındıklar zaman kaybetmeden kurutma ortamlarına getirilmiştir. Kurutma işlemi nem değeri %7'nin altına düşene kadar devam etmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülmüş ve her tekerrürde 10 kg (toplam 100 kg) fındık jüt çuvala konularak analiz yapılana kadar adi depo şartlarında (20°C sıcaklık ve % 70 nispi nem) bekletilmiştir.

2.1. Kurutma Ortamları

Çalışmada üç farklı kurutma ortamı kullanılmıştır. Beton harmanda, örnekler doğrudan beton zemin üzerine serilmiştir. Çimen harman uygulamasında ise, çimen biçilmiş ve üzerine plastik tente serildikten sonra örnekler bu tente üzerine kurutulmuştur. Kurutma makinesinde 45°C sıcaklıkta (FACMA s.r.l ES 3000, 2013) kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Fındık kurutma makinesinin teknik özellikleri (FACMA ES 3000, 2013)

| Quota(mm) | Ağırlık(kg) | Kapasite(m ³) | Isıtıcı(Kcal/h) | Vida Motoru(kW) | Vantilatör(kW) | Stand. Halka Yüksekliği(mm) |
|-----------|-------------|---------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------------|
| 3.500 | 850 | 6.5 | 85.000 | 1.10 | 4.00 | 1.700 |

2.2. Analizler

Ham yağ oranı: Soxhlet cihazı kullanılarak yapılmış (Venktachalam ve ark., 2006), 5 g öğütülmüş fındık örneği, 60 ml petrol eteri kullanılmış ve % yağ (g/100g) = $\frac{(M_2 - M_1)}{m} \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

Protein oranı: Kjeldahl yöntemiyle yapılmış (Venktachalam ve ark., 2006), 0.5 g öğütülmüş meyve örneği, 2 adet kjeldahl tablet, 12 ml H₂SO₄, 50 ml saf su, 30 ml H₃BO₃, 50 ml NaOH kullanılmış ve protein (%) = $0.014 \times 0.2 \times \ddot{O} \times 100 \times 6.25 / 0.5$ formülü ile hesaplanmıştır.

Serbest yağ asitliği: Fındık yağının etanol ve dietileter karışımında çözülmesi ve bundan sonra ortamda bulunan serbest yağ asitlerinin sodyum hidroksit çözeltisi ile titrasyonu ile

yapılmış (Anonim, 1990a), 2.5-5 g fındık yağı, 25-50 ml nötr alkol eter karışımı, 2-3 damla fenolfitaleyn çözeltisi, titrasyonda 0.1 NaOH çözeltisi kullanılmış ve $SYA(\%) = (V \times N \times 28.2) / m$ formülü ile hesaplanmıştır.

Peroksit sayısı: Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 2.5g yağ, 30 ml asetik asit/isooktan çözeltisi (3/2), 0.5 ml potasyum iyodür, 30 ml saf su, 0.1 N sodyum sülfatla titre edilmiş (Anonim, 1990b) ve peroksit sayısı $(meqO_2/kg) = ((V - V_{k\ddot{a}r}) \times N \times 1000) / m$ formülüyle hesaplanmıştır.

Ransimat değeri: Ransimat 743 cihazında belirlenmiştir (Velasco ve ark., 2004). Nem oranı, $nem(\%) = (M_0 - M_1) \times 100 / M_0$ formülü ile hesaplanmıştır (Ayfer ve ark., 1986). Su aktivitesi, 0.2 mm öğütülmüş fındık örnekleri, örnek kabının 2/3'ünü kaplayacak şekilde doldurulmuş, değerlendirmeler için Novasina Sprint TH 500 cihazı kullanılmış ve 25°C'de yapılmıştır (Anonim, 2004). Aflatoksin B₁ ve toplam aflatoksin değeri HPLC'de belirlenmiş ve $m (ng/g) = 50 g / 250 ml \times 5ml / 2 ml$ formülü ile hesaplanmıştır (Anonim, 2010).

Verilerin analizi tesadüf blokları deneme tertibinde iki yönlü varyans analizi ile yapılmış ve farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplama ve yorumlamalarda önem düzeyi (α) %5 olarak dikkate alınmıştır. Verilerin istatistiki analizi JMP 10.0 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Yağ içeriği

Yağ oranı, 18 ay depolama süresince her üç ayda bir alınan örneklerde incelenmiştir. Depolama süresince görülen farklılıklar istatistik olarak önemli bulunurken, ortamlar arasında farklılık görülmemiştir ($P < 0.05$). Depolama başında ortalama yağ oranı % 51.93 olurken depolama sonunda % 48.62'ye düşmüştür (Çizelge 2). Yağ oranındaki düşüş tüm ortamlarda depolama süresince devam etmiştir.

Çizelge 2. Yağ oranı (%) için ortam*zaman interaksyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

| Zaman | Ortam | | | |
|----------|----------|----------|-------------------|------------|
| | Beton* | Çimen* | Kurutma Makinesi* | Ortalama** |
| 0 | 51.53abc | 52.40a | 51.87ab | 51.93a |
| 3 | 51.20a-d | 51.53abc | 50.07a-e | 50.87a |
| 6 | 51.07a-d | 49.67a-f | 51.93ab | 50.89a |
| 9 | 50.53a-e | 51.00a-e | 51.60abc | 51.04a |
| 12 | 46.93efg | 47.67c-g | 48.00b-g | 47.53b |
| 15 | 45.81fg | 45.13g | 49.13a-g | 46.69b |
| 18 | 48.87a-g | 49.80a-f | 47.19d-g | 48.62b |
| Ortalama | 49.42 | 49.57 | 49.97 | |

*Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

**Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

İslam (2000), Çakıldak çeşidinin yağ oranının % 61.03, Ayfer ve ark., (1986) ise % 56.7-58.7 arasında değiştiğini bildirmiştir. Doğal ve makine ile kurutulan fındıkların bir yıl depolandığı başka bir araştırmada ise birinci yılda tüm kurutma ortamlarında depolama süresince yağ oranı arttığı bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2005). Tombul, Palaz ve Kalınkara çeşitlerinde yapılan bir çalışmada ise 12 aylık depolama süresince yağ oranında artış tespit edilmiştir (Koyuncu ve ark., 2004, 2005). Benzer şekilde adi depo, soğuk hava deposu ve modifiye atmosfer şartlarında 12 ay depolanan fındıklarda, depolama süresince tüm ortamlarda yağ oranında artış tespit edildiği bildirilmiştir (Ghirardello ve ark., 2013). Ancak başka bir araştırmada ise depolama süresince sürekli olmamakla birlikte azalma olduğu bildirilmiştir (Koç Güler, 2015). Diğer bir araştırmada ise depolama süresince yağ oranında değişme olmadığı bildirilmiştir (Çakırmelikoğlu ve ark., 1993). Aynı çalışmada, depolama süresi iki yıla çıkarıldığında ise yağ oranında azalma yönünde bir eğilim olduğu bildirilmiştir. Depolama süresi boyunca fındıkta yağ içeriği nem değişimine bağlı olarak değişebilmektedir. Nem oranının azalması ile örnekteki kuru madde oranı artmakta ve buna bağlı olarak yağ oranı yükselmektedir. Ancak, çalışmada böyle bir değişim görülmemiş ve depolama süresince yağ oranı azalmıştır.

3.2. Protein

Çakıldak fındıkta depolama süresine bağlı olarak protein oranındaki değişim Çizelge 3'te verilmiştir. Protein değerinde depolama süresine bağlı olarak artış olmuş ve bu artış istatistik olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$). Depolamanın başında ortalama protein değeri % 14.42'den % 17.22'ye yükselmiştir. Ortam ortalamaları arasında ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir ($P<0.05$).

Çizelge 3. Protein oranı (%) için ortam*zaman interaksyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

| Zaman | Ortam | | | |
|----------|----------|----------|------------------|-----------|
| | Beton | Çimen | Kurutma Makinesi | Ortalama* |
| 0 | 15.54b-h | 14.32e-h | 13.41h | 14.42e |
| 3 | 14.47d-h | 14.02fgh | 16.67a-g | 15.05de |
| 6 | 14.90c-h | 13.54h | 13.68gh | 14.04e |
| 9 | 14.97c-h | 14.77c-h | 18.33ab | 16.02cd |
| 12 | 17.56a-d | 17.74abc | 17.32a-e | 17.54ab |
| 15 | 18.36ab | 18.73a | 19.10a | 18.73a |
| 18 | 16.95a-f | 17.82abc | 16.89a-f | 17.22b |
| Ortalama | 16.11 | 15.85 | 16.49 | |

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Ayfer ve ark., (1986), Çakıldak çeşidinin protein oranının % 17.72-18.75 arasında değiştiğini, İslam (2000) ise % 15.75 olduğunu bildirmiştir. Tombul, Palaz ve Çakıldak çeşitlerinde adi depolama şartlarında yürütülen bir diğer çalışmada ise protein oranında depolama zamanına bağlı olarak tek yönlü bir değişme olmadığı bildirilmiştir (Çakırmelikoğlu ve ark.,1993). Yine Ordu fındıklarında yürütülen bir çalışmada, 18 ay depolanması sonrasında protein oranında depolama süresince inişli çıkışlı değişimler olduğu görülmüştür (Koç Güler, 2015). Ancak protein değerinin başka bir çalışmada ise depolama süresince arttığı bildirilmiştir (Akar, 2016).

Özellikle depolama başlangıcında protein değerinin diğer zaman dilimlerinden düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, örneklerin depoya alınmadan önce sahip oldukları nem

değerinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 7). Nem değerinin düşmesi ile meyvedeki kuru madde miktarı artmaktadır. Bunun sonucunda meyvedeki azot miktarının artışına paralel olarak protein oranı da yükseltmektedir.

3.3. Serbest Yağ Asitliği (SYA)

Depolama süresince serbest yağ asitliği değeri % 0.09'dan % 0.48'e yükselmiş ve istatistik olarak farklı görülmüştür ($P<0.05$). Ortamlar arasında en düşük serbest yağ asitliği değeri ise %0.23 ile kurutma makinesinde kaydedilmiş ve ortamlar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4).

12 ay depolanan naturel findıklarda serbest yağ asitliği değeri %0.14'den %0.85 değerine yükseldiği bildirilmiştir (Çetin ve ark., 2000). Aynı çalışmada oda sıcaklığında muhafaza edilen örneklerde kalite kaybının olmadığı ve raf ömrünün uzadığı bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise serbest yağ asitleri değerinin % 1'i geçmesi durumunda o ürünler bozulmuş kabul edildiği bildirilmiştir (Hadorn ve ark., 1977). Özdemir ve ark., (1998), ise serbest yağ asitliği değerinin % 0.7'den yüksek olmasının acılaşıma göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Serbest yağ asitliği değeri (%) için ortam*zaman interaksyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

| Zaman | Ortam | | | |
|------------|---------|--------|------------------|-----------|
| | Beton | Çimen | Kurutma Makinesi | Ortalama* |
| 0 | 0.12fgh | 0.08gh | 0.07h | 0.09f |
| 3 | 0.39b | 0.22de | 0.13fg | 0.25d |
| 6 | 0.29c | 0.27cd | 0.28c | 0.28c |
| 9 | 0.23cd | 0.25cd | 0.16ef | 0.21e |
| 12 | 0.24cd | 0.21de | 0.21de | 0.22de |
| 15 | 0.38b | 0.47a | 0.29c | 0.38b |
| 18 | 0.46a | 0.51a | 0.48a | 0.48a |
| Ortalama** | 0.30a | 0.28b | 0.23c | |

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

3.4. Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit değeri depolama süresince 0.026 meqO₂/kg'dan 0.616 meqO₂/kg değerine ulaşmıştır (Çizelge 5). En yüksek değer depolamanın sonunda kaydedilmiş ve depolama zamanları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.05).

Demirci Ercoşkun (2009), peroksit değerinin depolamanın başından itibaren ilk aylarda arttığını, bir zirve yaptıktan sonra düştüğünü ve genellikle 12. aya kadar devam ettiğini bildirmiştir. Ancak Karaosmanoğlu (2012), Tombul fındık çeşidinde peroksit değerinin adi depo şartlarında depolama başında 0.00 meqO₂ /kg yağ, 11. ayın sonunda 0.39 meqO₂ /kg yağ olduğunu ve dalgalanma olmadan sürekli arttığını bildirmiştir. Evren (2011), fındık ununda peroksit değerinin depolama süresince sürekli artış gösterdiğini ve 12 ay sonunda zirve değere ulaştığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada da kontrolsüz şartlarda depolanan fındıklarda 12 ay boyunca peroksit değerinin arttığı bildirilmiştir (Ghirardello ve ark., 2013). Bu bulgular depolama süresince peroksit değerinin değişkenlik gösterdiği yönündedir.

Çizelge 5. Peroksit sayısı değeri (meqO₂/kg) için ortam*zaman interaksyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

| Zaman | Ortam | | | |
|------------|---------|---------|------------------|-----------|
| | Beton | Çimen | Kurutma Makinesi | Ortalama* |
| 0 | 0.000e | 0.000e | 0.077de | 0.026d |
| 3 | 0.000e | 0.000e | 0.017e | 0.006d |
| 6 | 0.283bc | 0.293bc | 0.397b | 0.324b |
| 9 | 0.280bc | 0.013e | 0.000e | 0.098c |
| 12 | 0.000e | 0.04e | 0.217c | 0.088c |
| 15 | 0.033e | 0.037e | 0.073de | 0.048cd |
| 18 | 0.867a | 0.190cd | 0.790a | 0.616a |
| Ortalama** | 0.210a | 0.083b | 0.224a | |

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksyonları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

3.5. Ransimat Değeri (Oksidatif Stabilite Tayini)

Çalışmada ransimat değerinde depolama süresince azalma kaydedilmiştir (Çizelge 6). Depolamanın başında 4.75 h olan ransimat değeri depolamanın sonunda 3.51 h'e düşmüştür. Ortamlar arasında en yüksek değer 4.97 h ile kurutma makinesinde kaydedilmiş ve diğer ortamlardan farklı görülmüştür ($P<0.05$).

Fındıklarda depolama süresince ransimat değerinde azalma olduğu bildirilmiştir (Demirci Ercoşkun, 2009). Yine iç cevizlerde depolama süresince ransimat değerinin azaldığı bildirilmiştir (Lopez ve ark.,1995). Diğer yandan farklı sıcaklıklarda kurutulan Tombul fındık çeşidinde kurutma sıcaklığının artışı ile ransimat değerinin azaldığı bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2002). Araştırma bulgularımız literatürle örtüşmektedir.

Çizelge 6. Ransimat değeri (h) için ortam*zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerlerive Tukey testi sonuçları

| Zaman | Ortam | | | |
|------------|---------|---------|-------------------|----------|
| | Beton* | Çimen* | Kurutma Makinesi* | Ortalama |
| 0 | 4.64cde | 4.64cde | 4.97abc | 4.75 |
| 3 | 4.22f | 4.32ef | 4.72a-d | 4.42 |
| 6 | 4.65cde | 4.68b-e | 4.85a-d | 4.73 |
| 9 | 4.79a-d | 4.58def | 5.08a | 4.81 |
| 12 | 4.83a-d | 4.83a-d | 5.04ab | 4.90 |
| 15 | 3.79g | 3.81g | 4.65cde | 4.08 |
| 18 | 3.39h | 3.54gh | 3.57gh | 3.51 |
| Ortalama** | 4.32b | 4.34b | 4.70a | |

*Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

3.6. Nem

Deponalanacak fındıklarda nem değerinin kabukta % 12 ve iç fındıkta % 7'nin altında olması gerekmektedir. Bu değerlerin üzerindeki nem oranları ürünün bozulmasını

hızlandırmakta ve raf ömrünü kısaltmaktadır. Depolama başında % 5.18 olan nem değeri depolama sonunda %3.43' kadar düşmüştür (Çizelge 7).

Olgun ve ark., (2000), doğal şartlarda kurutmanın iklim şartlarına bağlı olarak 3-10 gün arasında sürdüğünü, bu sürenin kabinet tipi kurutucuda ek kurutucu kullanma durumunda 28 saat, ek kurutucu kullanmadan 50 saat, dolap tipi kurutucularda bu sürenin 73-76 saat arasında sürdüğü bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada oda sıcaklığında ve % 60-65 nemde muhafaza edilen fındıklarda 12 ay sonunda nem değerinin % 6'dan % 5.90'a düştüğü bildirilmiştir (Çetin ve ark., 2000). 4 °C ve % 55 nem değerinde kabuklu olarak depolanan fındıklarda ise nem değerinin 12 ay sonunda % 3.4' den % 4.95'e yükseldiği bildirilmiştir (Ghirardello ve ark., 2013).

Çizelge 7. Nem değeri (%) için ortam x zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

| Zaman | Ortam | | | |
|------------|-------|-------|------------------|-----------|
| | Beton | Çimen | Kurutma Makinesi | Ortalama* |
| 0 | 5.33d | 4.91f | 5.30d | 5.18b |
| 3 | 4.67g | 4.08l | 4.17k | 4.30d |
| 6 | 4.39ı | 4.28j | 4.32j | 4.33d |
| 9 | 5.34d | 5.03e | 5.03e | 5.13c |
| 12 | 6.71a | 6.41c | 6.61b | 6.58a |
| 15 | 4.09l | 4.50h | 4.01m | 4.20e |
| 18 | 3.56n | 3.38o | 3.34o | 3.43f |
| Ortalama** | 4.87a | 4.66c | 4.68b | |

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksiyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

3.8. Su Aktivitesi Tayini (aw)

Su aktivitesi değeri, ürünlerin uzun süre bozulmadan muhafaza edilmesinde kullanılan önemli bir kriterdir. Çalışmada, depolama süresince su aktivitesi değeri azalma göstermiştir (Çizelge 8). Depolamanın başında 0.58 olan su aktivitesi değeri depolama sonunda 0.37'ye düşmüştür ve depolama zamanları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 8. Su aktivitesi değeri için ortam x zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

| Zaman | Ortam | | | |
|----------|-------|--------|------------------|-----------|
| | Beton | Çimen | Kurutma Makinesi | Ortalama* |
| 0 | 0.59d | 0.56e | 0.60cd | 0.58c |
| 3 | 0.57e | 0.56e | 0.56e | 0.56d |
| 6 | 0.51f | 0.50fg | 0.51f | 0.51e |
| 9 | 0.63b | 0.62bc | 0.62bc | 0.62b |
| 12 | 0.73a | 0.72a | 0.72a | 0.72a |
| 15 | 0.49g | 0.51f | 0.48g | 0.49f |
| 18 | 0.35ı | 0.40h | 0.35ı | 0.37g |
| Ortalama | 0.55 | 0.55 | 0.55 | |

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksiyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

Ceylan ve ark. (2005), kurutma işlemi sırasında iç fındık nemi % 5'e düşürüldüğünde su aktivite değerinin 0.34 olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu değer in kavrulmuş fındıklarda ise 0.24 olduğu bildirilmiştir. Demirci Ercoşkun (2009), fındıkta su aktivite değerinin 0.50 değerinden 12 ay depolama sonrasında 0.54'e yükseldiğini bildirmiştir. Başka bir araştırmada ise su aktivite değerinin 0.83 üzerinde 2 günden fazla kalması durumunda aflatoksinin artacağı dolayısıyla su aktivite değerinin 0.7'nin altında tutulması gerektiği bildirilmiştir (Özay ve ark., 2005). Araştırmada veriler incelendiğinde ise su aktivite değerinin tamamının 0.83'ün altında olduğu görülmektedir.

4.9. Aflatoksin miktarı (ng/g)

Depolamanın başından itibaren hiçbir ortam ve çeşitte aflatoksin B₁ ve toplam aflatoksin tespit edilmemiştir. Özay ve ark. (2005), fındıklar hasat edildikten sonra su aktivitesinin 0.83 veya % 7 nem içeriğinin üzerinde 2 günden fazla kalması aflatoksin oluşum riskini

arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada ana bulaşmanın bahçede olduğu ve depolamanın sonlarına doğru aflatoksin oluşturan fungus türlerinin azalma gösterdiği bildirilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kontrollü kurutma parametrelerinin kontrol ve tayini geleneksel kurutma ortamlarına oranla çok daha kolaydır. Türkiye'nin kalite açısından karşılaşmış olduğu sorunların başında kurutma gelmektedir. Uygun olmayan kurutma ortamları fındıkta depolama, kırma, ambalajlama aşamalarında sorun oluşturmakta ve raf ömrünü kısaltmaktadır.

Çakıldak fındık çeşidinde beton harman, çimen harman ve kurutma makinesinde kurutulan ve adi depo şartlarında 18 ay süre ile muhafaza edilen ürünlerde kalite özelliklerinin değişimi ve muhafaza edilebilirliği araştırılmıştır. Çalışmada, yağ oranında depolama süresince azalma tespit edilmiştir. Protein oranında ise depolama süresince kararlı bir değişim tespit edilmemiştir. Serbest yağ asitliği değeri depolama süresince artış göstermiştir.

Kurutma ortamları arasında en düşük serbest yağ asitliği değeri kurutma makinesinde tespit edilmiştir. Peroksit değeri depolama süresince zirve değere ulaştıktan sonra azalma eğilimi göstermiştir. Depolama süresince ransimat değeri azalmış ve en yüksek ransimat değeri kurutma makinesinde tespit edilmiştir. Nem ve su aktivitesi değeri depolama süresince azalmıştır. Depolama süresince aflatoksin B₁ vetoplam aflatoksin tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, tüm veriler değerlendirildiğinde kurutma ortamları arasında değişkenlik sözkonusu olmakla beraber kurutma makinesinin olumlu etkilerinin olduğu söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Akar, A., 2016. Tombul, Palaz ve Kalıncara Fındık Çeşitlerinde Elle ve Patozla Ayıklanmış Örneklerde Depolama Süresince Meydana Gelen Kalite Değişimleri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Anonim, 1990a. Official Methods and Recommended Practices of The American Oil Chemist's Society 5th Ed., American Oil Chemist Society, USA.

- Anonim, 1990b. OilsandsFats. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th. Ed., p. 485-518. Washington DC,USA.
- Anonim, 2004. Operating Manuel Novasina. AW Sprint TH 500 Water Activity Analizers, Switzerland.
- Anonim, 2010. Yağlı Kuru Meyvelerde Aflatoksin Tayin Metotları. TSE, TS EN ISO 16050.
- Ayfer, M., Uzun, A., Baş, F., 1986. Türk Fındık Çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık İhracatçıları Birliği Yayınları, Ankara, 95s.
- Çakırmelikoğlu, C., Çalışkan, N., 1993. Bazı Fındık Çeşitlerinde Hasat Olum Kriterlerinin Belirlenmesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Fındık Araştırma Enstitüsü, Sonuç Raporu.
- Çetin, Ö., Nazlı, B., Bostan, K., Alperden, İ., 2000. Depolamanın Çiğ İç Fındığın Kalitesi Üzerine Etkileri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 26(2), 413-4169.
- Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H., 2005. Doğal Dolaşım, Dolaylı ve Farklı Güneş Enerjili Sistemlerinin Deneysel Karşılaştırılması. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2):77-85.
- Demirci Ercoşkun, T., 2009. Bazı İşlenmiş Fındık Ürünlerinin Raf Ömrü Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Evren, S., 2011. Naturel Fındık Ununun Depolama Stabilitesi. OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun.
- Ghirardello, D., Contessa, C., Valentini, N., Zeppa, G., Rolle, R., Gerbi, V., Botta, R., 2013. Effect of Storage Condition on Chemical and Physical Characteristics of Hazelnut (*Corylus avellana L.*). Postharvest Biology and Technology, 81, 37-43.
- Hadorn, H., Keme, T., Kleinert, J., Zürcher, K., 1977. The Behaviour Under Different Storage Conditions. CCB, 2: 25-36.
- İslam, A., 2000. Ordu İli Merkez İlçede Yetiştirilen Fındık Çeşitlerinde Klon Seleksiyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Karaosmanoğlu, H., 2012. Geleneksel Yöntemlere Göre Depolanan kabuklu Fındıkların Antioksidan Kapasitesindeki Değişim, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. SAMSUN.
- Koç, Güler, S., 2015. Gama Işını Uygulamalarının Natürel İç Fındıkta Depolama Kalitesine Etkileri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Koyuncu, M.A., 2004. Change of Fat Content and Fatty Acid Composition of Turkish Hazelnuts (*Corylus avellana L.*) During Storage. Journal of Food Quality, 27: 304-309.
- Koyuncu, M.A., İslam, A., Küçük, M., 2005. Fat and Fatty Acid Composition of Hazelnut Kernels in Vacuum Packages During Storage. Grasas y Aceites Vol. 56(4):263-266.
- Köksal, A.İ., 2002. Türk Fındık Çeşitleri, Fındık Tanıtım Grubu Yayınları. Ankara.
- Lopez, A., Pique, M., T., Romero, A., Aleta, N., 1995. Influence of Cold-Storage Conditions on the Quality of Unshelled Walnuts. Int. J. Refrig. 18 (8): 544-549.
- Olgun, H., Rzayev, P., 2000. Fındığın Üç Farklı Sistemde Güneş Enerjisi İle Kurutulması. Tr J Engin Environ Sci, Tübitak, 24,1-14.
- Özdemir, M., Özay, G., ve Seyhan, F. G., 1998. Hasattan Ambalaja Fındık İşlemenin Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi. Marmara Araştırma Merkezi. Gebze-Kocaeli.

- Özdemir, M., Yıldız, M., Gürcan, T.Ş., 2002. Effect of Artificial Trying Air Temperature on Stability of The Major Turkish Hazelnut Variety Tombul. *Gıda*, 27 (1): 35-39.
- Özay, G., Seyhan, F., Sena, S., Yılmaz, A., Pembeci, C., 2005. Fındıklarda Aflatoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin ve Önleyici Tedbirlerin Belirlenmesi. 5024143, Sonuç Raporu, Gebze/KOCAELİ.
- Venkatachalam, M., Sathe, S: K., 2006. Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4705-4714.