



Fındıkta Külleme Hastalığının Uzun Süreli Depolamada Bazı İç Bozuklukları ve Kalite Parametrelerine Etkisi

Arzu Sezer¹ , Sümeyye Şahin² 

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ordu

²Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 21.11.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 05.12.2022

Öz

Çalışma *Erysiphe corylacearum* U.Braun & S.Takam'un neden olduğu külleme hastalığının uzun süreli depolama koşullarında fındıkta bazı iç bozuklukları ile kalite parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda fındıkta küflü iç, çürük iç, göbek boşluğunda kahverengi leke (GBKL), lekeli iç, gizli küf gibi iç bozukluklarının görülme oranları ile kuru madde, yağ, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, antioksidan kapasitesi ve yağ asidi kompozisyonu konuları ele alınmıştır. Külleme hastalığına karşı kimyasal mücadele yapılmış ve etkili kontrol sağlanmış fındık parsellerinden alınan fındıklar ile mücadele yapılmamış ve hastalık şiddetinin yüksek olduğu parsellerden alınan fındıklar 22-24 aylık bir depolama sonucunda belirtilen bu özellikler yönünden incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca iç bozuklukları ile ilgili funguslar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda küflü iç değerleri ve yağ asitlerinden linoleik asit değerleri haricindeki değerlerin külleme hastalığı mücadelesine bağlı olarak değişmediği belirlenmiştir. Kusurlu iç fındıklardan *Aspergillus* spp. (%79.07), *Cladosporium* spp. (%9.30), *Alternaria* spp. (%3.49), *Trichothecium roseum* (Pers.) Link (%3.49), *Rhizopus* spp. (%2.33) *Penicillium* sp. (%1.16) ve *Phomopsis* sp. (%1.16) izole edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: fındıkta külleme, iç bozuklukları, depolama, yağ asidi kompozisyonu, antioksidan kapasite

Effect of Hazelnut Powdery Mildew on Some Kernel Defects and Quality Parameters in Long-Term Storage

Abstract

The study was carried out to determine the effect of powdery mildew disease caused by *Erysiphe corylacearum* U.Braun & S.Takam. on hazelnut kernel disorders and quality parameters under long-term storage conditions. Within this scope the incidence of internal disorders such as moldy kernel, rotten kernel, the brown spot in the kernel cavity (BSKC), spotted kernel and hidden mold and also dry matter, oil, free fatty acidity, peroxide number, antioxidant capacity and fatty acid composition of hazelnut were dealt. The hazelnuts taken from the hazelnut plots, where chemical control was made against powdery mildew disease and effective control was provided, and the hazelnuts taken from plots without any control and with high disease severity were examined in terms of these characteristics after 22-24 months of storage and were compared with each other. As a result of the study, it was detected that the values except for the moldy kernel values and linoleic acid values from fatty acids did not change depending on the powdery mildew control. Of the defective hazelnut kernels, *Aspergillus* spp. (79.07%), *Cladosporium* spp. (9.30%), *Alternaria* spp. (3.49%), *Trichothecium roseum* (Pers.) Link (3.49%), *Rhizopus* spp. (2.33%), *Penicillium* sp. (1.16%) and *Phomopsis* sp. (1.16%) were isolated.

Keywords: powdery mildew on hazelnut, kernel disorder, storage, fatty acid composition, antioxidant capacity

Giriş

Türkiye fındık (*Corylus avellana* L.) üretim alanı, üretim miktarı ve ihracat miktarı açısından dünya lideri konumunda olup 2019 yılı verilerine göre dünya üretim alanının %73,4'ünü, üretim miktarının %69'unu ve ihracatının ise %61'ini karşılamaktadır (Bars, 2021). Fındık Türkiye'nin tarım ürünleri ihracatı içerisinde %15-20, toplam ihracat değeri içerisinde ise %2 paya sahiptir (İslam vd., 2021). Kimyasal kompozisyonuna bakıldığında fındık meyvesi yüksek oranda yağ içermekle birlikte (%54-62), fındık yağında tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit ($C_{18:1}\Delta^9$) baskın yağ asididir (%78-84) ve bunu çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit ($C_{18:2}\Delta^{9,12}$) takip etmektedir (Şahin vd., 2022). Fındık yağları yüksek oranda doymamış yağ asitleri ve az miktarda doymuş yağ asitleri içerdiğinden dolayı sağlık açısından önemli olup özellikle kalp ve damar hastalıklarına yakalanma riskini azaltıcı etkileri vardır. Fındık yağı yemeklik yağ olarak gıda sanayinde fırıncılık ve salata soslarında kullanıldığı gibi, ayrıca kozmetik sektöründe de çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır (Alaşalvar ve Shahidi, 2009).

Türkiye'de fındıklar genel olarak hasat sonrasında ortalama 12 ay muhafaza edilmektedir ve bu muhafaza süreci sırasında oluşan değişimlerle ilgili bazı çalışmalar yürütülmüştür (Turan, 2021). Son yıllarda fındıkta daha uzun süre depolama koşullarını kapsayan çalışmalara da rastlanmaktadır (Turan ve İslam, 2018; Turan ve Karaosmanoğlu, 2019).

Fındık üretiminde zaman zaman çeşitli hastalık ve zararlılar sorun olabilmektedir. Külleme hastalığı bunlardan biri olup son 7-8 yıla kadar Türkiye'de ve dünyada fındıkta küllemeye neden olan etmen *Phyllactinia guttata* (Wallr.: Fr) Lévl. olarak bilinmekte ve yaygın olarak görülmekteydi. Ancak 2013 yılından beri ülkemizde fındık üretim alanlarında çok daha ağır hastalık belirtileri gösteren, hem yaprak hem de meyvelerde gözlenen, fındık verimine çok daha büyük zarar veren bir *Erysiphe* türü ortaya çıkmış, bazı morfolojik özelliklerine göre hastalık etmeninin Türkiye'de ve dünyada ticari anlamda önemli fındık türü olan *C. avellana*'da daha önce rapor edilmemiş olan *Erysiphe* (section *Microsphaera*) taksonunda yer aldığı belirlenmiş; moleküler çalışmalar sonucunda ise tür düzeyinde teşhisi *E. corylacearum* olarak yapılmıştır (Sezer vd., 2017). Daha sonraki yıllarda hastalık Azerbaycan, İran, Gürcistan, Ukrayna, Romanya, İtalya, İspanya, İsviçre ve Avusturya'da da rapor edilmiştir (European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO], 2022). Kısa sürede fındığın ana hastalıklarından biri haline gelen külleme için kültürel önlemlerle birlikte ilaçlı mücadele gerekliliği de ortaya çıkmış ve hastalığa karşı gerek kimyasal gerek alternatif mücadele araştırmaları yanında dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesi üzerinde çeşitli çalışmalar yürütülmüştür (Lucas vd., 2018; Sezer, 2018; Türkkkan vd., 2018; Sezer vd., 2019). Hastalık nedeniyle yaprak, çotanak ve taze sürgünler üzerinde külleme belirtileri gözlenmekte, özellikle erken dönemde hastalığa yakalanan yaprak ve çotanaklarda kuruma, kıvrılma, vaktinden önce olgunlaşma ve döküm söz konusu olmaktadır. Hastalık fındıkta verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemekle birlikte verime etkisi için bir rakam belirtmek zordur. Hastalık etmeni direkt iç meyve üzerinde bir zarara neden olmamaktadır. Ancak hastalıktan etkilenen bitkilerin fizyolojik faaliyetlerini normal olarak yürütemeyecekleri gerçeği dikkate alındığında, bu durum diğer birtakım hastalıklar için uygun ortam oluşmasına neden olabilir. Fındıkta külleme hastalığının yoğun zararının görüldüğü son yıllarda hem fındık üreticileri hem de sanayiciler tarafından kalite kriterleriyle ilgili şikayetlerde artışlar olmuştur.

Bu çalışma külleme hastalığının fındıkta uzun süre depolama koşullarında bazı iç bozuklukları ve kalite parametrelerine bir etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Hastalığın bu problemlerle ilişkisini arazi koşullarında herhangi bir müdahalede bulunmadan belirlemek oldukça zordur. Çünkü doğal koşullarda deneme koşullarına uygun külleme hastalığı bulunan ve bulunmayan parseller bulmak mümkün olmamaktadır. Ancak hastalığa karşı mücadele yapılmış ve mücadele yapılmamış parsellerin birbiriyle karşılaştırılması mümkün olabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla 2017 yılında yürütülen bir projede külleme hastalığına karşı kimyasal mücadele yapılmış ve etkili kontrol sağlanmış fındık parsellerinden alınan fındıklar ile mücadele yapılmamış ve hastalık şiddetinin yüksek olduğu parsellerden alınan fındıklar uzun süreli bir depolamanın ardından bazı iç bozuklukları ve kalite parametreleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu parametreler küflü iç, çürük iç, iç fındıklarda göbek boşluğunda kahverengi leke, lekeli iç, gizli küf görülme oranları, kuru madde, yağ, serbest yağ

asitliği, peroksit sayısı, antioksidan kapasitesi ve yağ asidi kompozisyonu olup çalışmada ayrıca bazı iç bozuklukları ile ilgili fungusların belirlenmesi de amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Daha önce yürütülen bir çalışma kapsamında (Sezer, 2018) fındıkta külleme hastalığına karşı kimyasal mücadele uygulanıp yeterli hastalık kontrolünün sağlandığı (etkili maddesi Azoxystrobin 200 g L⁻¹ + Difenoconazole 125 g L⁻¹ olan bir fungusit ile) parsellerden ve mücadele yapılmamış parsellerden (tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her parselde 3 ocağın yer aldığı) alınan, adi depo şartlarında uzun süre depolanan fındık örnekleri çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Çalışmada külleme hastalığına karşı mücadele yapılmış parsellerden alınan örnekler için fungusit uygulanmış, mücadele yapılmayan parsellerden alınan örnekler için ise kontrol terimleri kullanılmıştır. Fungal etmenlerin ve yoğunluklarının belirlenmesi çalışmaları için PDA (Patates Dekstroz Agar), petri kapları, lam, lamel vb. malzemeler, biyokimyasal analizler için de çeşitli kimyasallar ve cihazlar kullanılmıştır. Troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit), etil alkol, sodyum tiyosülfat, dietil eter, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), %25 potasyum metilat ve potasyum iyodür Sigma-Aldrich (St. Louis, ABD) firmasından; hekzan, n-Butanol ve %25 sülfürik asit Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından temin edilmiştir.

Yöntem

Meyve İç Bozuklukları ve İlgili Fungusların Belirlenmesi

Meyve iç bozukluklarını belirlemek için her parselden alınan 200 adet kabuklu meyve tek tek kırılmış, küflü, çürük meyve sayıları ile boş meyve sayısı, abortif meyve, siyah uçlu meyve ve buruşuk meyve sayıları belirlenmiştir. Daha sonra sağlam görünüşlü iç fındıklardan 100 tanesi iç meyvedeki göbek boşluğunda kahverengi leke (GBKL), lekeli iç ve gizli küf yönünden bistüri ile parçalanarak incelenmiş, sonuçlar kaydedilmiş ve yüzde oranları belirlenmiştir.

Küflü, çürük ve diğer kusurlu içlerin %0.5-1'lik sodyum hipoklorit ile yüzeysel dezenfeksiyondan sonra PDA ortamına ekimi yapılmış olup gelişen fungusların teşhisi PDA'da gelişen 7-10 günlük kültür özellikleri ve konidi morfolojileri dikkate alınarak, Ellis (1971) ve Sutton (1980)'a göre yapılmıştır. Fungal gelişimin yoğun olduğu küflü ve çürük fındıklardan direkt olarak misel aktarımı şeklinde de PDA'ya ekim yapılarak izolasyon gerçekleştirilmiştir. Kusurlu içler haricindeki sağlam görünen fındıklardan da rastgele örnekleme yapılarak PDA'ya ekim yapılmış (her parsel için 16 nokta ekim) ve ekim noktalarında gelişen fungus sayıları toplam ekim sayısına oranlanarak sonuçlar yüzde olarak belirlenmiştir.

Kuru Madde Miktarı Tayini

Şahin vd. (2019) tarafından belirtilen metoda göre kuru madde miktarı belirlenmiştir. Buna göre öğütülmüş fındık örnekleri (5 gram) nemi tamamen uzaklaştırılıncaya kadar yani sabit bir ağırlığa ulaşıncaya kadar etüvde (103±2°C) tutulmuş, bu şekilde oluşan ağırlık kaybı üzerinden kuru madde miktarı saptanmıştır.

Yağ Miktarı Tayini

Yağ tayini soxhalet cihazı (Velp Ser 148, Milano, İtalya) ile Şahin vd. (2019) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır. Bunun için öğütülmüş numunelerin önce nemi uzaklaştırılmış, daha sonra da ekstraksiyon işlemi için kartuşlara alınmıştır. Çözücü olarak hekzan kullanılmış olup ekstraksiyon sonrasında distilasyon işlemi ile hekzan tamamen uzaklaştırılmıştır. Böylece elde edilen yağ miktarı kuru madde üzerinden % olarak hesaplanmıştır.

Serbest Yağ Asitliği Tayini

Serbest yağ asitliği Şahin ve Özata (2022)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır. Bunun için etil alkol/dietileter karışımı önce indikatör yardımıyla NaOH çözeltisi (0.1 N) ile nötrleştirilmiş ve yağın üzerine ilave edilip, pembe renk oluşana kadar tekrar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan NaOH miktarı üzerinden % oleik asit cinsinden serbest yağ asitleri miktarı hesaplanmıştır (Şahin, 2011).

Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit sayısı Şahin (2011)'in belirttiği metoda göre belirlenmiştir. Asetik asit/izooktan karışımı ile çözüldürülen yağ üzerine doymuş potasyum iyodür çözeltisi eklenip hızlıca çalkalanmıştır. Üzerine saf su ilave edilip sodyum tiyosülfata karşı titre edilmiştir. Peroksit sayısı meq O₂ kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Şahin vd. (2019) tarafından belirtilen metoda göre toplam antioksidan kapasitesi 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali yardımıyla ile trolox eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Öncelikle fındık örnekleri n-butanol ile çözüldürülmüş, ardından 0,6 mM DPPH çözeltisi ile karıştırılıp 30 dakika oda koşullarında inkübe edildikten sonra absorbansı 515 nm'de spektroskopide (Perkin–Elmer Lambda 35 UV/Vis Spektroskopi, Amerika) okutulmuştur.

Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Şahin vd. (2012) tarafından belirtilen metoda göre yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Bunun için fındık yağ numunesi içerisindeki yağ asitleri potasyum metilat çözeltisi (%25) ile metil esterlerine türevlendirilerek gaz kromatografisi (GC) ile tayini gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan GC (Shimadzu, Tokyo, Japonya) FID dedektör ile donatılmış olup, yağ asitlerinin ayrıştırılmasında 60 m × 0.25 mm I.D., 0.20 µm film kalınlığı özelliklerine sahip TR-CN100 kolonu (Teknokroma, İspanya) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak azot kullanılmıştır.

Veri analizi

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Microsoft Excel 2016 (Microsoft Co., WA ve ABD) programı kullanılarak iki kuyruklu bir t-testi yapılmıştır. Student t testi ile ortalamalar p<0.05 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır.

Bulgular

Meyve ve iç kusurlarını ve ilgili fungal etmenleri belirlemek amacıyla daha önce yürütülen bir çalışma sonucunda, külleme hastalığına karşı fungusit uygulaması yapılmış olan fındık parselleri ve uygulama yapılmayan parsellerden alınan 200 adet kabuklu meyve tek tek kırılmış, küflü, çürük meyve sayısı, boş meyve sayısı, abortif meyve, siyah uçlu meyve ve buruşuk meyve sayıları belirlenmiştir (Tablo 1).

Meyve kusurları yönünden külleme hastalığına karşı mücadele yapılmış ve yapılmamış parsellerden alınıp uzun süre depolanan fındık örnekleri arasında küflü iç sayısı hariç önemli bir fark tespit edilmemiştir. Sağlam görünlü iç fındıklardan 100 tanesinin kesilmesi ile iç meyvedeki göbek boşluğunda kahverengi leke, lekeli iç ve gizli küf ile ilgili sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Fungisit Uygulanmış ve Fungisit Uygulanmamış Parsellerdeki Meyve Kusurlarının Oranları (%)

Uygulama	BFO	BKFO	AİO	BUIO	SUIO	KİO*	ÇİÇ	TKMO
Fungisit uygulanmış	14.25±1.26	1.50±0.91	1.25±1.19	7.50±2.61	2.13±0.25	1.88±0.63	0.50±10	29±3.58
Kontrol	12.75±0.87	2.13±1.44	1.38±1.32	8.25±1.32	2.00±1.63	6.13±2.66	0.63±0.75	33.25±4.57

* Ortalamalar arasında anlamlı bir fark vardır (p<0.05). BFO, boş fındık oranı; BKFO, boş ve küflü fındık oranı; AİO, abortif iç oranı; BUIO, buruşuk iç oranı; SUIO, siyah uçlu iç oranı; KİO, küflü iç oranı; ÇİÇ, çürük iç oranı; TKMO, toplam kusurlu meyve oranı.

İç meyve kusurları açısından külleme mücadelesi yapılmış ve yapılmamış parsellerden alınıp uzun süre depolanan fındık örnekleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Küflü, çürük ve diğer kusurlu iç fındıklardan PDA ortamına ekim yapılmış olup, gelişen funguslar, koloni sayıları ve yüzde oranları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Fungisit Uygulanmış ve Fungisit Uygulanmamış Parsellerde İç Meyvelerdeki GBKL, Lekeli İç Ve Gizli Küf Oranları (%)

Uygulama	GBKL'li İç Oranı	Lekeli İç Oranı	Gizli Küflü İç Oranı	Toplam Kusurlu İç Oranı
Fungisit Uygulanmış	25.00±7.16	8.00±2.94	0.50±0.58	33.50±6.19
Kontrol	35.00±12.35	8.00±0.82	1.25±0.50	44.25±12.59

GBKL göbek boşluğunda kahverengi leke

Tablo 3. Kusurlu İç Fındıklardan İzole Edilen Funguslar, Koloni Sayıları Ve Oranları (%)

Fungus adı	Koloni Sayısı	Oranı
<i>Aspergillus</i> spp.	68	79.07
<i>Cladosporium</i> spp.	8	9.30
<i>Alternaria</i> spp.	3	3.49
<i>Trichothecium roseum</i>	3	3.49
<i>Rhizopus</i> spp.	2	2.33
<i>Penicillium</i> sp.	1	1.16
<i>Phomopsis</i> sp.	1	1.16
Toplam	86	100

Sağlam iç fındıkların PDA ortamına ekimi sonucu ekim noktalarında olan fungal gelişmelerin karşılaştırılmasında külleme hastalığına karşı mücadele yapılmış parsellerde ekim noktalarında fungal gelişme oranı %42.19 iken kontrol parsellerinde bu oran %50.00 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4). Bu fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Fungal gelişme görülen petrilere tamamında *Aspergillus* spp. gözlenmiştir.

Tablo 4. Sağlam İç Fındıklarda Gelişen Fungus Oranları (%)

Uygulama	Gelişen Fungus Oranı
Fungisit Uygulanmış	42.19 ± 16.44
Kontrol	50.00 ± 11.41

Tablo 5'de kimyasal mücadele uygulanmış ve yeterli hastalık kontrolü sağlanmış parsellerden ve mücadele yapılmamış parsellerden alınan ve adi depo şartlarında depolanan fındık örneklerinin kuru madde miktarı ve yağ miktarı verilmiştir. Kuru madde miktarları fungusit uygulanmış parsellerden temin edilen fındıklarda %95.05, fungusit uygulanmamış parsellerden alınan numunelerde (kontrol) %94.88 olarak bulunmuştur. Yağ miktarları fungusit uygulanmış parsellerden temin edilen fındıklarda %57.81, kontrol numunelerinde de %55.15 olarak tespit edilmiştir. Veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde hem kuru madde hem de yağ miktarları bakımından fungusit uygulanmış ve kontrol numuneleri arasında önemli bir değişim saptanmamıştır ($p>0.05$). Bu verilere göre külleme mücadelesine bağlı kimyasal bileşimin değişmediği görülmüştür (Tablo 5).

Tablo 5. İncelenen Fındık Numunelerinin Kuru Madde ve Yağ Miktarları

Uygulama	Kuru Madde Miktarı (%)	Yağ Miktarı (%)
Fungisit Uygulanmış	95.05 ± 0.17	57.81 ± 2.22
Kontrol	94.88 ± 0.27	55.15 ± 3.14

Tablo 6'da kimyasal mücadele uygulanmış ve yeterli hastalık kontrolü sağlanmış parsellerden ve mücadele yapılmamış parsellerden alınan adi depo şartlarında depolanan fındık numunelerinden elde edilen yağların peroksit sayısı ile serbest yağ asit miktarları verilmiştir. Peroksit sayılarının fungusit uygulanmış parsellerden temin edilen fındık yağlarında 4.41 meq O₂ kg⁻¹, kontrol numunelerinde ise 3.1 meq O₂ kg⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Oleik asit cinsinden serbest yağ asitliği miktarları da fungusit uygulanmış parsellerden temin edilen fındık yağlarında %0.77, kontrol numunelerinde ise %1.58

olarak hesaplanmıştır. İstatiksel olarak $p < 0.05$ önem düzeyinde hem peroksit hem de serbest yağ asitliği verileri bakımından fungusit uygulanmış ve kontrol numuneleri arasında bir fark tespit edilememiştir.

Tablo 6. İncelenen Fındık Numunelerinden Elde Edilen Yağların Peroksit Sayısı ile Serbest Yağ Asit Miktarları

Uygulama	Peroksit Sayısı (meq O ₂ kg ⁻¹)	Serbest Yağ Asitliği (%)
Fungisit Uygulanmış	4.41 ± 1.06	0.77 ± 0.06
Kontrol	3.10 ± 0.60	1.58 ± 0.78

Tablo 7’de kimyasal mücadele uygulanmış ve yeterli hastalık kontrolü sağlanmış parsellerden ve mücadele yapılmamış parsellerden alınan adi depo şartlarında depolanan fındık numunelerinden elde edilen yağların yağ asiti kompozisyonu verilmiştir. Buna göre fındık numunelerinde en fazla bulunan yağ asidi olan tekli doymamışlardan oleik asit (C_{18:1}Δ⁹), fungusit uygulanmış parsellerden temin edilen fındık yağlarında %79.3, kontrol numunelerinde ise %76.78 olarak bulunmuştur. Bunu çoklu doymamışlardan linoleik asit (C_{18:2}Δ^{9,12}) takip etmekte olup fungusit uygulanmış parsellerden temin edilen fındık yağlarında %9.17, kontrol numunelerinde ise %10.74 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (C_{16:0}) fungusit uygulanmış parsellerden temin edilen fındık yağlarında %5.35, kontrol numunelerinde ise %5.39 olarak bulunmuştur. Doymuş yağ asitlerinden stearik asit (C_{18:0}) ise ilaçlama yapılmış parsellerden temin edilen fındık yağlarında %2.40, kontrol numunelerinde ise %2.39 olarak bulunmuştur. Veriler istatiksel olarak değerlendirildiğinde palmitik, stearik ve oleik asit miktarları bakımından fungusit uygulanmış ve kontrol numuneleri arasında önemli bir değişim görülmezken ($p > 0.05$), linoleik asit miktarı kontrol numunelerinde daha fazla bulunmuştur.

Tablo 7. İncelenen Fındık Numunelerinin Yağ Asidi Kompozisyonu

Uygulama	Palmitik Asit (%)	Stearik Asit (%)	Oleik Asit (%)	Linoleik Asit (%)*
Fungisit Uygulanmış	5.35 ± 0.31	2.40 ± 0.11	79.30 ± 1.12	9.17 ± 0.58
Kontrol	5.39 ± 0.39	2.39 ± 0.01	76.78 ± 1.54	10.74 ± 0.97

* Ortalamalar arasında anlamlı bir fark vardır ($p < 0.05$)

Tablo 8’de verilen toplam antioksidan kapasitesi verilmiştir. Fungisit uygulanmış parsellerden temin edilen fındık numunelerinde 1.16 ± 0.06 mmol L⁻¹ TE (trolloks eşdeğeri), kontrol numunelerinde ise 0.98 ± 0.11 mmol L⁻¹ TE olarak hesaplanmıştır. İstatiksel olarak $p < 0.05$ önem düzeyinde toplam antioksidan kapasitesi bakımından fungusit uygulanmış ve kontrol numuneleri arasında bir fark tespit edilememiştir.

Tablo 8. İncelenen Fındık Numunelerinin Toplam Antioksidan Kapasitesi

Uygulama	Toplam Antioksidan Kapasitesi
Fungisit Uygulanmış	1.16 ± 0.06 mmol L ⁻¹ TE
Kontrol	0.98 ± 0.11 mmol L ⁻¹ TE

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Külleme hastalığına karşı mücadele yapılmış olan fındık parselleri ve mücadele yapılmayan (kontrol) parsellerden alınan 200 adet kabuklu meyvenin incelenmesi sonucu fungusit uygulanmış parsellerden alınan fındıkların toplamda %29’u, kontrol parsellerinden alınan fındıkların ise %33.25’i kusurlu olarak belirlenmiştir. Fungisit uygulanmış ve kontrol parsellerinde sırasıyla %14.25 ve %12.75 boş fındık, %1.50 ve %2.13 boş ve küflü fındık, %1.50 ve %1.38 abortif, %7.50 ve %8.25 buruşuk fındık, %2.13 ve %2.00 siyah uçlu meyve, % 1.88 ve % 6.13 küflü iç, %0.50 ve % 0.63 oranlarında çürük iç görülmüştür. Yapılan t testi ile bu ortalama değerler arasındaki farklardan sadece küflü iç değerleri arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Uzun süreli depolamada özellikle küflü iç ve çürük iç oranlarının etkileneceği düşünüldüğünde külleme hastalığının mücadelesinin bu açıdan olumlu sonuç verdiği söylenebilir (çürük iç oranları arasındaki fark önemli olmasa da). 2008 yılında Ordu, Giresun ve

Trabzon illerinde yürütülen bir çalışmada toplam 5886 adet kabuklu fındık incelenmiş, boş fındık oranı ortalama %15.85 iken küflü ve çürük meyve oranı %0.59 gibi nispeten düşük bir oranda tespit edilmiştir. Bunun yanında %0.46 oranında da boş olduğu halde küflü olan fındık belirlenmiştir (Sezer ve Dolar, 2016). Söz konusu çalışmada fındıklar hasat edildikten sonra uzun süre depolanmadan incelenmiştir, oysa mevcut çalışmada fındıklar 22 ay depolandıktan sonra değerlendirilmiştir.

Sağlam görünüşlü iç fındıkların incelenmesi sonucu fungusit uygulanmış parsellerde incelenen fındıkların toplam %33.5'inin, kontrol parsellerinde ise %44.25'inin kusurlu olduğu belirlenmiştir. Bu kusurlar GBKL (%25.00 ve %35.00 oranlarında), lekeli iç (%8.00 ve %8.00) ve gizli küf (%0.50 ve %1.25) olarak sıralanmıştır. Ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur. Sezer ve Dolar (2016)'ın çalışmasında göbek boşluğunda kahverengi leke oranı %2.36, lekeli iç oranı ise %0.82 olarak belirlenmiştir.

Küflü-çürük ve diğer kusurlu iç fındıklardan PDA ortamında yapılan izolasyon çalışmaları sonucu gelişen 86 adet fungal koloninin büyük bir bölümünü *Aspergillus* spp. (%79.07) oluşturmuştur. Diğerleri ise *Cladosporium* spp. (%9.30), *Alternaria* spp. (%3.49), *Trichothecium roseum* (%3.49), *Rhizopus* spp. (%2.33), *Penicillium* sp. (%1.16) ve *Phomopsis* sp. (%1.16) olarak tespit edilmiştir. Sezer ve Dolar (2016) da *Alternaria* spp. hariç diğer fungusları izole etmiştir ancak izolasyon oranları oldukça farklı bulunmuş, özellikle *Aspergillus* spp.'nin izolasyon oranı diğerlerine göre oldukça düşük kaydedilmiştir. Bu durumda da yine depolama süresinin etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Tunail (2000) tahıl ve diğer daneli bitkilerde (baklagillerde) tarla döneminde çok sayıda fungus geliştiğini, bu ürünlerin depoya alındığında önce geçiş (ara) fungus florasının oluştuğu (*Epicoccum*, *Chatemium*, *Nigrospora*, *Rhizopus*, *Papullaria*, *Fusarium nivale*, *Trichothecium roseum* cins ve türlerini içeren), uzun süre depolanmış hububat ve baklagil danelerinde ise *Eurotium*, *Aspergillus* ve *Penicillium* cinslerinin dominant hale geldiğini belirtmektedir.

Sağlam iç fındıkların PDA ortamına ekimi sonucu ekim noktalarında olan fungal gelişmelerin karşılaştırılmasında külleme hastalığına karşı mücadele yapılmış parsellerde ekim noktalarında fungal gelişme oranı %42.19 iken kontrol parsellerinde %50.00 olarak bulunmuştur. Bu fark istatistiki açıdan önemsizdir ($p>0.05$). Fungal gelişme görülen petrilere tamamında *Aspergillus* spp. gözlenmiştir. Oregon'da yapılan bir çalışmada küflü fındık içlerinde en yüksek oranda *Penicillium* spp. olmakla birlikte *Aspergillus*, *Cladosporium* ve *Diaporthe rudis* gibi fungusların da izole edildiği (belirti göstermeyen fındıklardan da) belirtilmiştir (Pscheidt vd., 2019). Battilani vd. (2018) Gürcistan'da fındıkta meyve kusurlarına neden olan etmenlerin belirlenmesi üzerinde yaptıkları bir çalışmada hem belirti gösteren hem de belirti göstermeyen fındık örneklerinden *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis* ve *Phoma* cinslerine dahil fungusları izole etmişler, yaygın olan etmenin ise *Diaporthe* spp. olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada *Aspergillus* spp. tüm izolasyonlarda en yaygın fungus grubu olması ve sağlam fındıklardan da yüksek oranda izole edilmesi nedeniyle meyve kusurları ile doğrudan ilişkilendirilmese de neden olabileceği aflatoksin problemi nedeniyle önem arz etmektedir. Bundan kaynaklanan kalite kayıplarının ve sağlık açısından oluşabilecek olumsuzlukların önüne geçebilmek için fındıkların uygun koşullarda depolanmasına dikkat edilmelidir.

Biyokimyasal analizlerle ilgili olarak, çalışmada elde edilen bulgulara göre kuru madde miktarı ile yağ miktarının külleme hastalığının mücadelesine bağlı olarak değişmediği görülmektedir. Çalışmada bulunan fındık numuneleri kuru madde miktarlarının Şengül (2019)'ün Tombul fındıkta tespit ettiği kuru madde miktarı (%94.48-95.74) ile Karaosmanoğlu (2012)'nin çalışmasındaki Tombul fındık kuru madde değerlerine (%94.64) oldukça yakın olduğu görülmektedir. Çalışmada belirlenen fındık numuneleri yağ oranlarının Şengül (2019)'ün Tombul fındıkta tespit ettiği yağ miktarına (%51.42-62.35) yakın, Güneş vd. (2010)'nin Tombul fındık çeşidinde buldukları yağ miktarından ise (%64.11) düşük olduğu görülmektedir.

Kuru madde ve yağ miktarlarında olduğu gibi serbest yağ asitliği ve peroksit sayılarının da külleme hastalığının mücadelesine bağlı olarak değişmediği görülmektedir. Çalışmada belirlenen peroksit

sayılarının Şengül (2019)'ün taze fındık yağında saptadığı peroksit sayısından ($1.30-1.86 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$) yüksek olduğu, bunun nedeninin de adi depolama koşullarına bağlı oksidatif bozulmalar olduğu düşünülmektedir. Çalışmada bulunan serbest yağ asitliği değerlerinin ise Şengül (2019) ile Kesen vd. (2016)'nin Tombul fındık yağına ait çalışma bulgularına (%1.37) benzer olduğu görülmüştür.

Çalışmada incelenen diğer parametrelerden biri olan yağ asitlerinin (linoleik asit hariç) kütleme hastalığının mücadelesine bağlı olarak değişmediği görülmektedir. Çalışmada incelenen fındık numunelerinde tespit edilen oleik asit miktarının Köksal vd. (2006)'nin Tombul fındıkta buldukları oleik asit miktarına (%77.80) benzer, Şengül (2019)'ün Tombul fındıkta tespit ettiği oleik asit miktarından ise (%85.41-86.89) daha küçük olduğu görülmektedir. Çalışmada incelenen fındık numunelerinde tespit edilen linoleik asit miktarının Karaosmanoğlu (2018)'nin Tombul fındıkta tespit ettiği linoleik asit miktarına (%9.5-10.01) benzer, Şengül (2019)'ün Tombul fındıkta tespit ettiği linoleik asit miktarından ise (%6.33-7.43) daha yüksek olduğu görülmektedir.

Toplam antioksidan kapasitesinin de çalışmada incelenen diğer parametrelerde olduğu gibi kütleme hastalığının mücadelesine bağlı olarak değişmediği görülmektedir. Literatür verileri ile karşılaştırıldığında elde edilen verilerin Şengül (2019)'ün çalışmasından (0.19 ile $0.48 \text{ mmol L}^{-1} \text{ TE}$) daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışma sonucunda kütleme hastalığına karşı mücadele yapılan ve yapılmayan bahçelerden alınan örneklerin uzun süre depolama koşullarında, incelenen çoğu özellik açısından farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Ancak bu konu üzerinde farklı koşullarda benzer çalışmalar yürütülmesi, karşılaştırmalar yaparak daha kesin yargıya varmak için yararlı olacaktır.

Destek ve Teşekkür

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi (HD-1909 no'lu proje) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı ilgili kuruma teşekkür ederiz.

Yazar Katkısı

Arzu Sezer, örnekleri temin etti, iç bozuklukları ve bunlarla ilgili fungusların tespitini, verilerin istatistiksel analizlerini yaparak karşılaştırmaları gerçekleştirdi. Sümeyye Şahin, biyokimyasal analizlerin yapılmasını, değerlendirilmesini ve bunlarla ilgili istatistiksel analizlerini yaparak karşılaştırmaları gerçekleştirdi. Yazarlar makaleyi birlikte yazdı, okudu ve onayladı.

Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

ORCID

Arzu Sezer  <https://orcid.org/0000-0002-8215-2125>

Sümeyye Şahin  <https://orcid.org/0000-0002-9344-7690>

Kaynaklar

Alaşalvar, C. ve Shahidi, F. (2009). *Tree nuts: Composition phytochemicals and health effects*. CRC Press.

Bars, T. (2021). Ürün raporu fındık 2021 (Yayın no. 340). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%>

[C4%B1/2021%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/F%C4%B1nd%C4%B1k%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202021-340%20TEPGE.pdf](https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-22872)

- Battilani, P., Chiusa, G., Arciuolo, R., Somenzi, M., Fontana, M., Castello, G. ve Spigolon, N. (2018). *Diaporthe* as the main cause of hazelnut defects in the Caucasus region. *Phytopathologia Mediterranea*, 57, 320-333. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-22872
- Ellis, M. B. (1971). *Dematiaceous hyphomycetes*, Commonwealth Mycological Institute.
- European ve Mediterranean Plant Protection Organization (2022). *Erysiphe corylacearum*, distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/ERYSCY/distribution/AT> adresinden 15 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.
- Güneş, N. T., Köksal, A. İ., Artık, N. ve Poyrazoğlu, E. (2010). Biochemical content of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars from West Black Sea Region of Turkey. *European Journal of Horticultural Science*, 75(2), 77-84. <https://www.pubhort.org/ejhs/2010/1430861.htm>
- İslam, A., Tüfekçi, F. ve Turan, A. (2021). Genel Özellikler. A. İslam (Ed.), *Fındık* (s. 1-19) içinde. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karaosmanoğlu, H. (2012). *Geleneksel yöntemlerle depolanan kabuklu fındıkların antioksidan kapasitesindeki değişim*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. On Dokuz Mayıs Üniversitesi.
- Karaosmanoğlu, H. (2018). *Organik fındığın besinsel karakterizasyonu*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. On Dokuz Mayıs Üniversitesi.
- Kesen, S., Sönmezdağ, A. S., Kelebek, H. ve Selli, S. (2016). Ham ve rafine fındık yağlarının yağ asitleri bileşimi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(1), 79-84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cutarim/issue/30642/329583>
- Köksal, A. İ., Artık, N., Şimşek, A. ve Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509-515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.013>
- Lucas, S. J., Sezer, A., Boztepe, Ö., Kahraman, K. ve Budak, H. (2018). Genetic analysis of powdery mildew disease in Turkish hazelnut. *Acta Horticulturae*, 1226, 413-420. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.63>
- Pscheidt, J. W., Heckert, S., Wiseman, M. ve Jones, L. (2019). Fungi associated with and influence of moisture on development of kernel mold of hazelnut. *Plant Disease*, 103, 922-928. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-18-1520-RE>
- Sezer A. (2017). Külleme hastalığının fındık alanlarındaki coğrafi dağılımı [Çalıştay]. 25 Ekim 2016 Fındıkta Külleme Çalıştayı. Trabzon, Türkiye.
- Sezer, A. (2018, June, 9-13). *Evaluation of effectiveness of some environmentally fiendly products on hazelnut powdery mildew caused by Erysiphe corylacearum* [Poster]. International Ecology 2018 Symposium, Kastamonu, Türkiye.
- Sezer, A., Bilgen, Y., Duyar, Ö., Bulam Köse, Ç., Gümüş, E. ve Er, T. (2019). *Erysiphe corylacearum*'un neden olduğu külleme hastalığına karşı Giresun ili fındık üretim alanlarında kimyasal mücadele olanaklarının belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 71-78. <https://doi.org/10.29278/azd.656526>
- Sezer, A., Dolar F. S., Lucas S. J, Köse Ç. ve Gümüş E. (2017). First report of the recently introduced, destructive powdery mildew *Erysiphe corylacearum* on hazelnut in Turkey. *Phytoparasitica*, 45, 577-581. <https://doi.org/10.1007/s12600-017-0610-1>
- Sezer, A. ve Dolar, F. S. (2016). Hazelnut kernel defects and associated fungi in three provinces in Turkey. *Proceedings of VII International Scientific Agriculture Symposium*, Jahorina, 1312-1318.

<http://agrosym.ues.rs.ba/article/showpdf/BOOK%20OF%20PROCEEDINGS%202016%20FINAL.pdf>

- Sutton, B. C. (1980). *The coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata*. Commonwealth Mycological Institute.
- Şahin, S., Kılıç, Ö., Şengül, S. ve Perçin, S. (2019). Farklı illerden temin edilen fındık zarının bileşimi ve antioksidan etkinliğinin araştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1), 27-35. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ordubtd/issue/46631/567082>
- Şahin, S. (2011). *Bewertung der licht-induzierten Lipidstabilität von konventionellen und high-oleic Rabsölen supplementiert mit natürlichen Antioxidantien*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hamburg University.
- Şahin, S. ve Özata, A. B. (2022). Substitution of cocoa powder with hazelnut skin powder in cocoa hazelnut spreads. *Journal of Food Processing and Preservation*, e17276. <https://doi.org/10.1111/jfpp.17276>
- Şahin, S., Tonkaz, T. ve Yarılgaç, T. (2022). Chemical composition, antioxidant capacity and total phenolic content of hazelnuts grown in different countries. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 262-270. <https://doi.org/10.33462/jotaf.893244>
- Şengül, S. (2019). *Fındık yağı kimyasal kompozisyonu antioksidan kapasitesi ve kalite parametreleri üzerine fındık hasat tarihi ve rakımın etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Tunail, N. (2000). *Funguslar ve mikotoksinler*. <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/DosyaGoster.aspx?DIL=1&BELGEANAH=784&DOSYAISI M=210010320.pdf> adresinden 15 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.
- Turan, A. ve İslam, A. (2018). Postharvest differences between ‘Tombul’ and ‘Palaz’. *Acta Horticulturae*, 1226, 351-358. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.53>
- Turan, A. ve Karaosmanoğlu, H. (2019). Effect of drying methods on long term storage of hazelnut. *Food Science and Technology*, Campinas, 39(Suppl. 2), 406-412. <https://doi.org/10.1590/fst.20518>
- Türkkan, M., Erper İ., Eser Ü. ve Baltacı, A. (2018). Evaluation of inhibitory effect of some bicarbonate salts and fungicides against hazelnut powdery mildew. *Gesunde Pflanzen*, 70, 39-44. <https://doi.org/10.1007/s10343-017-0411-y>