T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ANTEPFISTIĞINDA AFLATOKSİN VE OKRATOKSİN OLUŞUMUNA, AĞAÇ ALTI VE FİZİKSEL KUSURLU MEYVELERİN ETKİLERİ

Seyfettin POLAT

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM 19
3.1. Materyal 19
3.2. Yöntem 22
3.2.1. Nem miktarı tayini 22
3.2.2. Su aktivitesi tayini 22
3.2.3. Toplam küf analizi 22
3.2.4. Aflatoksin (AF) analizi 23
3.2.5. Okratoksin A (OTA) analizi 25
3.2.6. Serbest yağ asitliği analizi 27
3.2.7. Peroksit değeri analizi 27
3.3. İstatiksel Analizler 28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 29
4.1. Meyvelerin Hasat Edilmesi 29
4.2. Nem miktarı ve Su Aktivitesi Sonuçları 30
4.3. Küf Analizi Sonuçları 40
4.4. Aflatoksin Analizi Sonuçları 45
4.5. Okratoksin A analizi Sonuçları 49
4.6. Serbest Yağ Asitliği Sonuçları 50
4.7. Peroksit Değeri Sonuçları 55
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 62
5.1. Sonuçlar 62
5.2. Öneriler 64
KAYNAKLAR 67
ÖZGEÇMİŞ 74
EKLER 75
EK-1. Aflatoksin ve Okratoksin A Analizi Kromatogramları 75
EK-2. İstatistiksel Analiz Sonuçları 80

ÖZET

Doktora Tezi

ANTEPFISTIĞINDA AFLATOKSİN VE OKRATOKSİN OLUŞUMUNA AĞAÇ ALTI VE FİZİKSEL KUSURLU MEYVELERİN ETKİLERİ

Seyfettin POLAT

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
Yıl: 2023, Sayfa: 87

Bu çalışmada; antepfıstığı meyvelerinde önemli bir risk olan aflatoksinler ve okratoksin A mikotoksinlerin varlığı araştırılmıştır. Çalışmada Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstığı meyveleri kullanılmıştır. Meyvelerin hasadı erken hasat (boz hasat) ve normal hasat (ben hasat) olmak üzere iki farklı zamanda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hastalık, zararlı böcek, fiziksel deformasyon gibi etmenler nedeniyle zarar görmüş antepfıstığı meyvelerinin ve ağaç altı diye tabir edilen hasat öncesi kendiliğinden toprağa düşen meyvelerin toprak kaynaklı küflere daha çok maruz kalabileceği ve bu meyvelerde mikotoksin oluşumunun daha fazla olabileceği düşüncesinin tespiti amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Hasat edilen antepfıstığı meyveleri kurutulduktan sonra tasnif edilip depolanmıştır. Çalışmada riskli olduğu düşünülen ağaç altı antepfıstıklarında aflatoksin varlığı tespit edilmemiştir. Depolama esnasında ilk olarak Siirt ben hasarlı numunesinde AFB1 0.2348 ppb (9. ay) olarak bulunmuştur. En yüksek aflatoksin değeri Siirt ben hasarlı meyvelerinde AFB1 0.4429 ppb (36. ay) olmuştur. Mikotoksin yönünden hiçbir numune Türk Gıda Kodeksi (TGK) mevzuatında belirtilen limitleri aşmamıştır. İncelenen meyve örneklerinde herhangi bir numunede okratoksin A tespit edilmemiştir. Hasat sonrası ve depolama esnasında mikotoksin gelişimini etkileyen faktörler olarak; meyvelerin nem miktarı, su aktivitesi ve toplam küf miktarları takip edilmiştir. Depolama süresi boyunca su aktivitesi değerleri 0.60 altında olmuştur. Toplam küf sayısı hasarlı meyve örneklerinde daha fazla çıkmış olup, su aktivitesi düşük seyrettiği için mikotoksin oluşumu yoğun olmamıştır. Antepfıstığı meyvesi yağında gıda kalitesi için önemli faktörler olan serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerine bakılmış olup; 24. aydan sonra bu değerlerin mevzuat limitlerini aşmaya başladığı belirlenmiştir. Serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri boz meyve örneklerinde daha yüksek bulunmuştur. En yüksek serbest yağ asitliği Siirt ben hasarlı meyvelerinde 24. ayda %9.109 oleik asit olarak bulunmuştur. En yüksek peroksit değeri 33. ayda Siirt boz hasarlı meyvelerinde 23.00 meq O_2/kg yağ olarak bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: aflatoksin, okratoksin A, küf sayısı, ağaç altı meyve, kusurlu meyve

ABSTRACT

PhD Thesis

THE EFFECTS OF UNDER-TREE FRUITS AND PHYSICALLY DAMAGED FRUITS ON AFLATOXIN AND OCHRATOXIN FORMATİON IN PISTACHIO NUTS

Seyfettin POLAT

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU
Year: 2023, Page: 87

In this study, the presence of aflatoxins and ochratoxin A mycotoxins, which are an important risk in pistachio fruits, were investigated. In the study, pistachio fruits of Uzun and Siirt cultivars were used. The harvest of pistachio fruits was carried out at two different times as early harvest (boz harvest) and normal harvest (ben harvest). This study was carried out to determine the idea that pistachio fruits damaged by factors such as diseases, pests, physical deformation, and fruits that fall to the ground spontaneously before harvesting, which are called under-tree, may be more exposed to soil-borne molds and mycotoxin formation may be more in these fruits. Harvested pistachio fruits were sorted and stored after drying. In the study, the presence of aflatoxin was not detected in the under-tree nuts, which were risky. During storage, firstly AFB1 was found to be 0.2348 ppb (9th month) in Siirt ben harvest damaged nuts. The highest aflatoxin value (AFB1) was detected in Siirt ben harvest damaged fruits as 0.4429 ppb at 36th month. In terms of mycotoxins, none of the samples exceeded the upper limits specified in the TGK (Turkish Food Legislation). Ochratoxin A was not detected in any of the samples. Moisture content, water activity and total mold content of fruits were monitored as factors affecting mycotoxin growth after harvest and during storage. During the storage period, the water activity values were below 0.60 a_w at all nut samples. The total number of molds was higher in damaged fruit samples; however, mycotoxin formation was not intense because the water activity was low. Free fatty acids and peroxide values, which are important factors for food quality, were examined in pistachio fruit oil. It was determined that these values started to exceed the limits of the legislation after the 24th month storage. Free fatty acids and peroxide values were higher in boz harvest fruit samples. The highest free fatty acid value was found to be 9.109% oleic acid at the 24th month in Siirt ben harvest damaged fruits during storage. The highest peroxide value was found as 23.00 meq O_2/kg oil in Siirt boz harvest damaged fruits at 33rd month.

KEYWORDS: aflatoxins, okratoksin A, total molds, under-tree fruits, defected fruits

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmalarım sırasında bana yol gösteren ve çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU'na, bu çalışma esnasında yardımlarını esirgemeyen desteklerini esirgemeyen ve yol gösteren Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Şerafettin ÇELİK'e, çalışmamda desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. İzzet AÇAR'a, çalışmalarımın değerlendirilmesinde katkı sunan Doç. Dr. Ömer Faruk GAMLI'ya ve Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞUL'a teşekkürlerimi sunarım.

TAGEM çatı projesinde yer alan ve analizlerde yardımcı olan Gıda Yük. Mühendisi Nebahat TAŞ, Gıda Yük. Mühendisi Ahmet ŞAHAN, Ziraat Yük. Mühendisi Dr. Yasemin Bengü ŞAHAN, Dr. Öğretim Üyesi Kamil SARPKAYA, Veteriner Hekim Muhittin KISA ve Kimya Teknisyeni Sıtkı DURMUŞ'a, projeye katkıda bulunan ve yardımlarını esirgemeyen Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Nevzat ASLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarına, projeme maddi destek sunan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne (TAGEM), analizlerin yapılmasında katkı sunan Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne, çalışmam sırasında desteklerini esirgemeyen Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve çalışma arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Siirt çeşidi meyvelerin sağlıklı(hasarsız) ve hasarlı numuneleri 19
Şekil 4.1. Uzun çeşidi boz meyvelerin nem miktarı değerleri..... 31
Şekil 4.2. Uzun çeşidi boz meyvelerin su aktivitesi değerleri..... 32
Şekil 4.3. Siirt çeşidi boz antepfıstığı meyvelerinin nem miktarı değerleri 34
Şekil 4.4. Siirt çeşidi boz antepfıstığı meyvelerinin su aktivitesi değerleri 34
Şekil 4.5. Uzun ve Siirt ben meyvelerinin nem miktarı değişimi 37
Şekil 4.6. Uzun ve Siirt ben meyvelerinin su aktivitesi değişimi 37
Şekil 4.7. Uzun antepfıstığı meyvelerinin nem miktarı değerleri 39
Şekil 4.8. Uzun antepfıstığı meyvelerinin su aktivitesi değerleri 39
Şekil 4.9. Siirt antepfıstığı meyvelerinin nem miktarı değerleri 40
Şekil 4.10. Siirt antepfıstığı meyvelerinin su aktivitesi değerleri 40
Şekil 4.11. Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinin toplam küf sayısı değerleri 42
Şekil 4.12. Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin toplam küf sayısı değerleri 42
Şekil 4.13. Siirt çeşidi antepfıstığı meyveleri..... 44
Şekil 4.14. Antepfıstığı meyvelerinde görülen küflerin fotoğrafları 44
Şekil 4.15. Uzun çeşidi antepfıstığı yağının serbest yağ asitliği değerleri 52
Şekil 4.16. Siirt çeşidi antepfıstığı yağının serbest yağ asitliği değerleri 53
Şekil 4.17. Uzun çeşidi antepfıstığı yağının peroksit değerleri 56
Şekil 4.18. Siirt çeşidi antepfıstığı yağının peroksit değerleri 57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Meyvelerin boyutlarına göre tasnif işlemi 21
Çizelge 3.2. Antepfıstığı meyvelerinin sınıflandırılması 21
Çizelge 3.3. Aflatoksin analizi HPLC şartları 23
Çizelge 3.4. Standard aflatoksin konsantrasyonları 24
Çizelge 3.5. Kullanılan aflatoksin metodunun performans verileri 24
Çizelge 3.6. Aflatoksinlerin alıkonma zamanları 25
Çizelge 3.7. Okratoksin A analizi HPLC şartları 26
Çizelge 3.8. Standart okratoksin A konsantrasyonları 26
Çizelge 3.9. Kullanılan okratoksin A metodunun performans verileri 26
Çizelge 4.1. Uzun çeşidi boz antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi 30
Çizelge 4.2. Uzun çeşidi boz antepfıstığı (kavlak) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi 31
Çizelge 4.3. Siirt çeşidi boz antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi 33
Çizelge 4.4. Siirt çeşidi boz antepfıstığı (kavlak) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi 33
Çizelge 4.5. Uzun çeşidi ben antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi 35
Çizelge 4.6. Siirt çeşidi ben antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi 36
Çizelge 4.7. Taze antepfıstığı meyvelerinin toplam küf sayısı değerleri 41
Çizelge 4.8. Antepfıstığı meyvelerinin aflatoksin sonuçları 46
Çizelge 4.9. Uzun ve Siirt antepfıstığı taze meyvelerinin serbest yağ asitliği 51
Çizelge 4.10. Uzun ve Siirt antepfıstığı taze meyvesi yağlarının peroksit değeri 55

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
AFB1	Aflatoksin B1
AFB2	Aflatoksin B2
AFG1	Aflatoksin G1
AFG2	Aflatoksin G2
AFT	Aflatoksin
a_w	Su aktivitesi
FFA	Serbest yağ asitliği
HNO_3	Nitrik asit
HPLC-FLD	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi-Floresan Dedektör
KBr	Potasyum iyodür
kg	Kilogram
meq	Miliekivalen
mg	Miligram
ml	Mililitre
ng	Nanogram
OTA	Okratoksin A
ppb	Milyarda bir oranı
PV	Peroksit değeri
rpm	Devir/dakika
SA	Siirt ağaç altı
SBEH	Siirt ben hasarlı
SBEİ	Siirt ben iri
SBEN	Siirt ben normal
SBET	Siirt ben taze
SBEU	Siirt ben ufak
SBOH	Siirt boz hasarlı
SBOİ	Siirt boz iri
SBOK	Siirt boz kabuklu
SBON	Siirt boz normal
SBOT	Siirt boz taze
SBOU	Siirt boz ufak
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TKS	Toplam küf sayısı
UA	Uzun ağaç altı
UBEH	Uzun ben hasarlı
UBEİ	Uzun ben iri
UBEN	Uzun ben normal
UBET	Uzun ben taze
UBEU	Uzun ben ufak
UBOH	Uzun boz hasarlı
UBOİ	Uzun boz iri
UBOK	Uzun boz kabuklu
UBON	Uzun boz normal
UBOT	Uzun boz taze
UBOU	Uzun boz ufak
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre

1. GİRİŞ

Aflatoksinler en önemli mikotoksin çeşitlerinden biri olup, büyük çoğunlukla *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus flavus* küfleri tarafından ikincil metabolitler olarak üretilmektedir (Fernane ve ark., 2010). Aflatoksinler akut ve kronik zehirlenmeye sebep olabilen mutajenik, kanserojen ve teratojenik etkiye sahip toksik maddelerdir (Marin ve ark., 2013). Aflatoksinler özellikle antepfıstığı, fındık, mısır, yerfıstığı, incir ve baharatlar gibi kurutularak tüketilen gıdalarda görülmektedir (Blankson ve Mill-Robertson, 2016). Aflatoksinler antepfıstıklarında hasat öncesi, hasat zamanı, işleme ve depolama aşamalarında kontaminasyona sebep olabilmektedirler (Ji ve ark., 2022).

Bir gıda maddesinde aflatoksin oluşumunun engellenmesi için hasattan itibaren gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Antepfıstığında mikotoksin oluşumu iç pazarda ve ihracat ürünlerimizde büyük bir sorun olarak devam etmektedir. Antepfıstığı ihracatında en büyük sorun ihraç edilen ülkenin mevzuatına uygun olmayan ürünlerin sınır kapılarından geri dönmesidir. Bu durum büyük maddi kayıplara ve cezai müeyyidelere neden olduğundan antepfıstığı ihracatı sekteye uğramaktadır. Şu anki durumda ülkemizde üretilen antepfıstığının tamamına yakını iç piyasada tüketilmektedir. Ancak antepfıstığının çiftçilere yüksek gelir getirmesine bağlı olarak yetiştiriciliğine talep büyük oranda artmış ve milyonlarca yeni antepfıstığı fidanı dikilerek yani bahçeler tesis edilmiştir. Şu anda henüz meyveye yatmamış olan bu fidanların birkaç yıl sonra meyve vereceği düşünüldüğünde ülkemizde yıllık antepfıstığı üretimi önemli ölçüde artacak ve yurtiçinde tüketilemeyecek seviyeye gelecektir. Bu da antepfıstığı ihracatını zorunlu hale getireceğinden, ihracat için önemli bir kısıt olan aflatoksin sorununun çözülmesi önem arz etmektedir (Aslan, 2017).

Ülkemizde antepfıstığında aflatoksin sorununun en büyük nedenlerinin başında çiftçilerin ürünü kuruttuktan sonra kendi imkânlarıyla kontrolsüz bir şekilde depolamaları gelmektedir. Uzun yıllardan beri süre gelen bu alışkanlığın değişmesi

uzun yıllar alacaktır. Ancak hasat zamanında yapılan bazı işlemlerin antepfıstığında aflatoksin oluşumunu büyük oranda azaltabileceği öngörülmektedir. Herhangi bir sebeple zarara uğramış antepfıstığı meyvelerindeki küf oluşumunun daha fazla olacağı, bu küflerin antepfıstığı meyvelerinde aflatoksin oluşumuna sebep olacağı düşünülmektedir. Yine aynı şekilde olgunlaştıktan sonra kendiliğinden yere düşen ve ağaç altı fıstık diye tabir edilen antepfıstığı meyvelerinin de toprakta bulunan zararlı küflere daha fazla maruz kalacağı ve bu durumun meyvelerde mikotoksin oluşturma riskinin daha fazla olacağı düşünülmektedir. Bu sebeple hasat öncesi bahçede gerekli önemlerin alınması, hasat sonrasında da zarar görmüş meyvelerin ayrılması, ağaç altı antepfıstıklarının normal antepfıstığı meyvelerinden ayrılarak farklı bir ortama alınması ve bu şekilde farklı özellikteki meyvelerin ayrı ayrı depolanmasının mikotoksin oluşumu riskini önemli oranda azaltacağı öngörülmektedir (Tekin ve Şahan, 2014).

Proje kapsamında antepfıstığı meyvelerinde gıda güvenilirliğinin yanı sıra hasat zamanı ve depolama sırasında kalite kriterleri gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada; antepfıstığında önemli bir sorun olarak var olan ve gıda güvenilirliğine karşı önemli bir sağlık riski teşkil eden mikotoksinlerin (aflatoksin ve okratoksin A) önlenmesi amacıyla hasat esnasında bazı uygulamalar yapılmış ve bunların mikotoksin oluşumuna etkilerinin olup olmadığı belirlenmiştir. İlk olarak mikotoksin oluşturma riski yüksek olduğu tahmin edilen "ağaç altı" antepfıstıkları toplanarak mikotoksinler yönünden incelenmiş ve normal harmana katılmayarak ayrı bir şekilde depolanmıştır. Bunlarda depolama süresince mikotoksin oluşumu gözlemlenmiştir. Daha sonra ağaç üzerindeki antepfıstıkları hasat edilerek aflatoksin oluşumu yönünden riskli olduğu düşünülen yaralı, hasarlı, rengi değişmiş, hastalık, böcek ve kuş zararına uğramış antepfıstıkları seçilerek ayıklandıktan sonra ayrı ayrı, depolama süresince mikotoksin oluşumu gözlemlenerek risk durumları değerlendirilmiştir. Aynı zamanda hasat sonrasında antepfıstıklarında boyutlandırma da yapılarak farklı boyutlardaki antepfıstıklarındaki mikotoksin oluşumu depolama süresince gözlemlenerek meyve iriliğinin mikotoksin oluşuma etkisi tespit edilmiştir. Antepfıstığı erken hasat (boz hasat) ve normal hasat (ben hasat) olmak üzere 2

dönemde yapılarak ülkemizde tatlı sektöründe kullanılan boz antepfıstıkları da aflatoksin ve okratoksin A yönünden mercek altına alınmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sert kabuklu meyveler (antepfıstığı, fındık, ceviz vd) ile yerfıstıkları mikotoksinler tarafından sıklıkla kontamine olabilmektedirler. Antepfıstığı meyvelerinde bu mikotoksinler çoğunlukla da *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus flavus* küfleri tarafından üretilen aflatoksinlerdir. Bu küfler en çok tropikal ve yarı-tropikal iklim şartlarına uyum sağlayabilen, hasarlı ve strese girmiş tarım ürünlerini kontamine etmektedirler (Battilani, 2010). Şu ana kadar 400 tane tanımlanmış mikotoksin vardır. Bunların en önemlileri aflatoksinler (AFG2, AFG1, AFB2, ve AFB2,), okratoksin A (OTA), zearalenone ve deoxynivalenol mikotoksinleridir (Ganesan ve ark., 2022).

Son on yılda, tarımsal gıda ürünlerine yönelik küresel talep dünya nüfusunun hızlı büyümesiyle bağlantılı olarak katlanarak artmaktadır (UN, 2013). Kimyasallarının kaynaklardaki ve ekilebilir arazilerdeki potansiyel azalmaya, tarım kimyasallarının artan kullanımına ve iklim değişikliğine rağmen küresel üretim sistemleri artmalıdır (Calderon ve ark., 2022). Bu nedenle, gıda güvenliğinin ve tüketicilerin sağlığının korunması önemli bir uluslararası ve politik bir gereklilik haline gelmiştir (Campi ve ark., 2021). Dünyada gıda güvenliği ve gıda arzının çok gerekli olduğu bu zamanda, mikotoksinler yüzünden üretilen tarım ürünlerinin %25 kadarı kontamine olmaktadır. Bunu ortadan kaldırmak için araştırma projeleri ve regülasyonlar yapılmaktadır. Tarımsal ürünlerin bütün üretim aşamalarında ve hasat sonrası işlemlerde gıda güvenilirliği şartlarını sağlamak büyük önem arz etmektedir (Calderon ve ark., 2023).

Aflatoksinlerin antepfıstığı ticareti ile ilgisinin araştırıldığı çalışmada; sosyal ağ modelleri, aflatoksin düzenlemelerinin değişen ticaret modellerinde muhtemelen kilit bir rol oynamasıyla birlikte, son 15 yılda fıstık ticareti kalıplarının küresel olarak değiştiğini göstermektedir. Antepfıstığı ihracatında İran bir zamanlar küresel pazara hâkim iken, ancak şimdi dünyanın en büyük ihracatçısı olmak için ABD ile rekabet etmesi gerekiyor. Aflatoksin düzenlemeleri, ABD'nin daha katı aflatoksin

standartlarına sahip ülkelere ihracat yapmasıyla birlikte, mahsulün küresel ticaretini organize etmede önemli rol oynamaktadır. İster insan sağlığını korumak ister ekonomik kayıpları azaltmak olsun, ülkeler, özellikle katı kurallarda maksimum seviyelere sahip ülkeler, ABD'den giderek daha fazla antepfıstığı ithal etmektedir (Bui-Klimke ve ark., 2014). Türkiye'de antepfıstığı ihracatı, iç piyasadaki talep fazlalığı ve ihracatta fiyat istikrarsızlığından dolayı ihracat miktarı azdır. Türkiye'de 2020 yılında üretim 296 000 ton olarak gerçekleştirilmiştir. İhracat miktarı 14 000 ton olup, bu miktar en çok sırasıyla İtalya, Almanya, İsrail, Irak'a yapılmıştır (TEAE, 2022).

Doster ve Michailides (1994), antepfıstığında 14 farklı Aspergillus türü tespit etmişlerdir. En yaygın olarak *A. niger*'in bulunduğunu, ayrıca potansiyel aflatoksin üreticisi olan *A. parasiticus*, *A. flavus* okratoksin A oluşumuna neden olan *A. melleus* ve *A. ochraceus* da antepfıstığı bahçelerinde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Aflatoksinler en önemli mikotoksin çeşitleri olup çoğunlukla *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus flavus* küfleri tarafından ikincil metabolit olarak üretilmektedir (Yu ve ark., 2008). Aflatoksinler çoğu akut ve kronik zehirlenmeye sebep olup mutajenik, kanserojen ve teratojenik etkiye sahiptirler. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansına göre en zehirli aflatoksin çeşidi aflatoksin B1 olarak gösterilmektedir (Jaimez ve ark., 2000).

Saleemullah ve ark. (2006), Pakistan'da tahıl ve kabuklu meyvelerde aflatoksin oluşumun sıcak ortamda (30–37 °C), açık ve nemli ortamda daha fazla arttığı, uygun olmayan ortamlarda depolanan ürünlerde aflatoksin oluşumunun yüksek çıktığını tespit etmişlerdir. Bu yüzden bu gıda ürünlerin depolanması esnasında bu hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

Aflatoksinler, çoğunlukla küflerin ortamdaki besinleri tükettiği, küf miktarı çok yüksek olduğu zaman ve serbest radikaller olduğu zaman oluşmaktadır. Aflatoksinlerin küflerin serbest radikalleri yok etme özelliği olduğu ve serbest

radikallere karşı antioksidan özellikler gösterdiği belirtilmektedir (Finotti ve ark., 2021).

Georgiadou ve ark. (2012), antepfıstığında aflatoksin oluşumu üzerine yaptıkları çalışmada; aflatoksin oluşumunun ağaçta, hasatta ve depolama gibi bütün süreçlerde gözlendiğini tespit etmiştir. Aflatoksin miktarları bakımından AFB1>AFG1>AFB2>AFG2 şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Aflatoksin oluşumunun meyve olgunlaşma esnasında da olduğu ama hasat zamanında yükseldiği, ayrıca böcekler tarafından zarar gören bahçelerde aflatoksin miktarlarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Fernane ve ark. (2010), İspanya'nın Barcelona şehrinde piyasadan toplanan 50 antepfıstığı numunesinde yapılan analizlerin sonucunda aflatoksin B1, B2 ve okratoksin A üretme kapasitesine sahip Aspergillus flavus, Aspergillus nigri, Aspergillus ochraceus ve Penicillium verrucosum küfleri tespit edilmiştir. Numunelerin analizi sonucunda 5 tanesi aflatoksin B1 bakımından maksimum limitleri üstünde çıkmıştır. Bir numunede ise okratoksin A 0.67 mg/kg olarak bulunmuştur.

Sedefoğlu (2013), piyasadan alınan antepfıstıklarında okratoksin A ve aflatoksin varlığınınım araştırıldığı çalışmada 73 numunenin 4 tanesinde 1,238-3.720 µg/l aralığında okratoksin A tespit edilmiştir. Örneklerin %66'sında aflatoksin tespit edilmiş olup 2 tanesi Türk Gıda Kodeksi limitlerinin üstünde çıkmıştır.

Raad ve ark. (2014), Lübnan'da şehir merkezlerinde yaşayan insanların diyetlerinde bulunan besinlerin mikotoksinlere maruz kalma durumları üzerine yaptıkları araştırma sonucuna göre (fıstık çeşitleri, çerezler, zeytin, hurma) ürünlerde; aflatoksin B1 0.180 ile 0.260 ppb arasında, ortalama okratoksin A 0.078 µg/kg ve ortalama deoksivalenolu 62.500 ppb olarak tespit etmişlerdir.

Sharma ve ark. (2014), Hindistan'da çam fıstıklarında aflatoksinler, okratoksin A ve patulin toksinlerinin doğal oluşumu üzerine yaptıkları araştırmada, aflatoksinler

numunelerin %46.55'inde ortalama 493.913 ng/g, okratoksin A %36.20 ortalama 2.253 ng/g, patulin %6.89 ortalama 4.556 ng/g olarak bulunmuştur.

Korkmaz (2016), gıdalarda aflatoksin oluşumunun engellenmesi için hasat ve üretim aşamalarındaki uygulamalara dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Aflatoksin açısından güvenilir pul biber üretebilmek için, üretim işlemlerinden önce, zarar görmüş, zedelenmiş, parçalanmış, çürümüş biberlerin ayrılması gerekmektedir. Aynı zamanda, işlenmemiş taze biberlerin yığınlar halinde ve çuvallar içerisinde çok bekletilmemesi, kurutmada biberlerin ince ve ufak parçalara ayrılması, ince serilmesi, biberlerin kurutma süresi boyunca toprak zeminle temaslarının mutlaka engellenmesi ve kurutmanın temizliği sağlanmış beton zeminlerde (mesela damlarda) yapılması gerektiği belirtilmektedir. Depolama esnasında ürünün bozulmaması için ürünlerdeki kurutmanın yeterli bir şekilde ve bozulmanın olmayacağı uygun nem oranına kadar yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Aslanğray (2015), toprak zemin üzerine serilen sergilerde kurutulan biberler ile beton zemin üzerinde kurutulan biberlerden üretilen pul biberlerin aflatoksin miktarlarına bakılmış olup, toprakta ve tentelerin üstünde kurutulan biberlerde en yüksek mikotoksin birikimi olmuştur. Aflatoksinlerin oluşumu isot biberlerinin terleme süresi aşaması ile son ürün aşamalarında meydana daha çok meydana gelmiştir. Çalışmada betonda kurutulan biber örneklerinde mevzuat limitlerini aşan aflatoksin kontaminasyonunun tespit edilmediğini bildirilmiştir.

Munthali ve ark. (2016), tahıllarda mikotoksin riskini azaltmak için hasat öncesi, hasat zamanı ve hasat sonrasında ürünün uygun şekilde muamele edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Tahılların küflerle kontamine olması hasat öncesi böcek vb. tarafından zarar görmesi, havada bulunan küf sporları tarafından, hasat zamanında toprakta veya uygun olmayan ortamda yetersiz kurutma sırasında olmaktadır. Depolama esnasında nemli ve sıcak ortamda önceden bulaşmış ve ortamda bulunan küflerin gelişmesi sonrasında mikotoksin oluşumu gerçekleşmektedir. Mikotoksin oluşumun en aza indirilmesi için hasat öncesi yeterli zararlı mücadelesi, hasat

sırasında zarar görmüş ürünün temiz üründen ayrılması, temiz ortamda kurutma ve depolama şartlarının ürün için uygun şartlarda olması gerektiği belirtilmiştir.

Avrupa Birliği ülkelerinin dahil olduğu Gıda ve Yemde Hızlı Alarm Sistemi (RASFF) verilere göre 2011-2017 yılları arasında Türkiye'den AB ülkelerine giden 903 ihraç gıda ürünü mikotoksin limitlerini aştığı için piyasadan toplatılmış veya sınırdan geri gönderilmiştir. Bu ürünlerden 218 tanesi antepfıstığı ve antepfıstığı içeren üründür. İncirden (484) sonra en fazla limitleri aşan ürün antepfıstığı olmuştur Son bir senede ise Türkiye'den Avrupa Birliği ülkelerine giden antepfıstığı ve antepfıstığı içeren gıda ürünlerinden 28 tanesinde limitleri aşan aflatoksin tespit edilmiştir (RASFF, 2022).

Yaygın olarak tüketilen tahıllar ve sert kabuklu meyvelerdeki aflatoksin kontaminasyonu, çocukların daha yüksek cücelik riskini ve yetişkinlerde karaciğer kanserine yakalanma riskini artırdığı belirtilmektedir (Gichohi-Wainaina ve ark., 2022). Dünyadaki tropikal bölgelerde, özellikle Afrika'da, mikotoksin oluşumuna sebep olan küflerin hem sağlık açısından hem de gıda ürünlerinin bozulmasına sebep olduğu bildirilmektedir (Bankole ve ark., 2006).

Aflatoksin kontaminasyonu, dünya çapında bir gıda güvenliği sorunudur ve birden fazla gıda ürününün hem pazarlanabilirliğini hem de güvenliğini etkilemektedir (Amaike ve Keller, 2011). Aflatoksin kontaminasyonu gıda güvenilirliği yanında gıda ürünlerinde kayıplara da sebep olmaktadır. Aflatoksinlerle ilgili kayıpların çoğu, insan veya hayvan sağlığından çok pazara yöneliktir. Aflatoksin kontaminasyonundan kaynaklanan ekonomik kayıpların dünya çapında yüz milyonlarca dolar olduğu tahmin edilmekte, mısır ve yer fıstığı en ciddi şekilde etkilenen gıda ürünleri olduğu belirtilmektedir (Mitchell ve ark., 2016). Aynı zamanda, iklim değişikliğinin gıda ürünlerinin mikotoksijenik küfler ve bu küflerin ürettiği mikotoksin kontaminasyonu ile enfeksiyonunu önemli ölçüde etkileyeceği ve bu durumun küresel temel gıda ürünlerinin güvenliğine zorluklar getireceği tahmin edilmektedir (Medina ve ark., 2017). Kuraklık, sıcaklık ve oksidatif stres gibi iklim

değişikliği kaynaklı çevresel stresler, gıda ürünlerinde aflatoksin kontaminasyonunu daha da şiddetlendirebilir (Tian ve ark., 2021).

Baazeem ve ark. (2021), antepfıstığından izole edilen dört tane *Aspergillus flavus* suşunun büyümesi ve AFB1 üretimi için su aktivitesi (aw) ile sıcaklığın optimum etkileşimli abiyotik koşullarının, mısır ve yer fıstığını kolonize eden suşların ekolojisinden çok farklı olduğunu bildirmişlerdir. Tuz veya iyonik olmayan çözünen gliserol ile modifiye edilmiş antepfıstığı içeren agar ortamında büyüme veya toksin üretiminde fark olmadığı görülmüştür. Bu aynı zamanda, su stresi toleransı benzer olabilse de bu suşların yüksek sıcaklıklara karşı daha iyi esnekliğe sahip olacak şekilde evrimleştiğini göstermektedir. Çalışmada, işlenmemiş çiğ antepfıstığı meyveleri üzerinde AFB1 üretimi, öğütülmüş antepfıstığı ortamına göre daha düşük çıkmıştır. Bu durumda ortam neminin %8-10'dan düşük olmasına dikkat edilmelidir. Çünkü antepfıstığı içeriğindeki yağ asitleri dolayısıyla yüksek higroskopik özelliğe sahiptir. Taşınma sırasında ve depolama esnasında meyvelerin ve antepfıstığı içeren gıda ürünlerinin nem almamasına dikkat edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Aflatoksinler tarımsal açıdan önemli iki küf olan *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasitucus* küflerinin ürettiği ikincil metabolitlerdir. A. flavus esas olarak AFB1 ile AFB2 mikotoksinlerini üretirken; *A. parasiticus* küfü 4 tane aflatoksini de (AFB1, AFB2, AFG1 ve AFG2) üretebilmektedir. *A. parasiticus* küfleri genellikle yüksek konsantrasyonlarda aflatoksinleri üretebilmekte olup doğadan izole edilen bu küflerin %90'dan fazlasının aflatoksin üretebildiği saptanmıştır. Her iki türün habitatları örtüşüyor, ancak belirgin farklılıklar görülmektedir. *A. flavus*'un habitatı daha geniştir. Çünkü sadece tahıllarda değil, özellikle buğdayda da bulunmaktadır. Ayrıca yer fıstığı, sert kabuklu meyveler veya yüksek şeker içeren kuru meyveler de bulunmaktadır. (Schmidt-Heydt ve ark., 2010). Buna karşın izole edilen *A. flavus* küflerinin sadece %40 ile %50 arasındakinin toksin üretme kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir (Bennett ve Christensen, 1983).

Küflerin çoğalması ve bunun sonucunda mikotoksin üretmesi ortam koşullarına göre değişmektedir. Bu durum her ürüne göre de farklılık göstermektedir. Genellikle

sıcaklık, su aktivitesi ve gıda ürününün içeriği etkili olmaktadır. Aflatoksin üretimi, yüksek oranda yüksek karbonhidrat ve yüksek yağ içeriği ile alakalıdır. Çünkü *Aspergillus* Sect. *Flavi* türlerinde bu bileşenleri parçalayabilecek geniş bir enzim çeşitliliği mevcuttur. Bunlar proteaz, lipaz, amilaz ve pektinaz enzimleridir (Gallo ve ark., 2016). Aflatoksin biyosentezinde rol alan parametreleri değiştirerek toksin üretimi tümüyle engellenebilir ya da artırılabilir. Bu durumda gıda ürünlerinde hangi parametrelerin ve kombinasyonların aflatoksin üretimini artırdığı ve hangilerinin azalttığı önemli bir durumdur (Abdel-Hadi ve ark., 2012).

Ting ve ark. (2019), aflatoksinlerin farklı su aktivitesi ve sıcaklıklarda oluşma durumlarının inceledikleri çalışmada, keten tohumu unu üzerinde yapılan in-vitro çalışmada, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* toksijenik küflerin büyümesi belirlenmiş ve dört ana aflatoksinin (AFB1, AFB2, AFG1 ve AFG2) konsantrasyonları gözlemlenmiştir. *A. flavus*'un 20, 27 ve 35 °C sıcaklıklarda aw 0.86 ile 0.98 arasında çoğaldığı, en yüksek çoğalma hızının aw 0.90 ile 0.94 ve 27 °C'de olduğu ortaya çıkmıştır. Buna karşın *A. parasiticus*'un optimum gelişme şartları aw 0.90 ile 0.94 ve 35 °C olarak belirtilmiştir. Yapılan doğrusal regresyon modelleri, yüksek inkübasyon sıcaklığının (35 °C) toplam küf gelişimi ve her iki patojenik küf mantarının yüksek seviyelerde aflatoksin oluşumu için optimal olduğu belirtilmiştir.

Su aktivitesi ile sıcaklığın aflatoksin biyosentezi ve fenotipik aflatoksin üretimi üzerindeki etkisini incelemek için son zamanlarda çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmalarda, aflatoksin B1 üretimi ile doğrudan ilişkili olan farklı çevresel koşullar altında temel düzenleyici ve yapısal genlerin ifadesi arasında doğrudan bir ilişki olduğu belirlenmiştir. İklim değişikliği dikkate alınarak yapılan senaryolarda (su aktivitesi, sıcaklık, CO_2 miktarı), bu etkenlerin küflerin büyüme oranları üzerinde az etkiye sahip olasına rağmen aflatoksin biyosentetik gen ekspresyonu (yapısal aflD ve düzenleyici aflR genleri) üzerinde önemli bir etkiye sahip oldukları ve toksijenik küflerin AFB1 üretimini önemli ölçüde uyardıkları belirlenmiştir (Medina ve ark., 2014). Çalışmalardan elde edilen yeni kanıtlar, aflatoksin (AF) sentezinin küf hücrelerinde transkripsiyon düzeyinde kontrol edildiğini göstermiştir: durağan

büyüme fazında küf hücrelerinde biriken reaktif oksidatif maddeler, oksidatif stresle ilgili transkripsiyon faktörü AP-1 aracılığıyla AF sentezinin ana düzenleyicisi olan aflR'nin ekspresyonunu modüle etmektedir. Böylece küflerin besin kaynaklarının çoğunu tükettiğinde, hif yoğunluğu yüksek olduğu durumda ve reaktif oksidatif bileşiklerin ortamda bol miktarda bulunduğu durumlarda aflatoksin sentezlenmesi ve ortama atılması gerçekleşmektedir. Aflatoksinler, peroksitleri verimli bir şekilde temizler ve oksidatif stres koşulları altında büyüyen *E. Coli*'nin ömrünü uzattığı belirtilmektedir. Aflatoksinlerin bir antioksidan olarak yeni bir rol oynadığı ve biyolojik amacının üreten A*spergillus* Sekt. *Flavi* suşlarının ömrünü uzatmak olduğu belirtilmektedir. *Flavi* suşlarının, substrat kaynaklarının tükendiği veya bir konakçı içinde olduğu gibi yüksek reaktif oksidatif koşullar altında aflatoksin üretimini gerçekleştirdiği belirtilmiştir (Finotti ve ark., 2021).

Schmidt-Heydt ve ark. (2009), farklı parametrelerin aflatoksin B1 gen ekspresyonu ve *A. flavus*'un fenotipik üretimi üzerindeki etkisi analiz etmişlerdir. Su aktivitesinin (aw) önde gelen parametre olduğu belirtmişlerdir. Çalışma sonucuna göre, en çok orta sıcaklıklarda (25-30 °C) ve yüksek a_w seviyelerinde (0.95-0.99) aflatoksin B1 üretiminin gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Bhatnagar ve ark. (2006), *A. flavus*'un aflatoksin biyosentezi için optimal sıcaklığın 29-30 °C olduğu, aflatoksin oluşumunun 25 °C'den düşük ve 37 °C'den yüksek sıcaklıklarda yüksek oranlarda düştüğünü bildirmişlerdir. En yüksek küf üretiminin ve mikotoksin oluşumunun yüksek su aktivitesi (aw) değerlerinde meydana geldiği belirtilmektedir. Büyüme ve sporların çimlenmesi 0.85 aw değeri altında yavaşladığı, 0.70 ile 0.75 değerlerinin altında tümüyle baskılandığı belirtilmektedir.

Aspergillus parasiticus'un farklı sıcaklık ve su aktivitesi koşullarında AFB1 ve AFG1 sentezinin araştırıldığı çalışmada, besi ortamında serbestçe kullanılabilen su varlığında (0.99 aw), incelenen hemen hemen tüm sıcaklıklarda büyümeyi desteklediği görülmüş, aw seviyesinden bağımsız olarak 35 °C'nin büyüme için optimum sıcaklık olduğu belirtilmiştir (Schmidt-Heydt ve ark., 2010). Samapundo ve

ark. (2007), *A. parasiticus* için optimum gelişim sıcaklığının 30 °C olduğu bildirmişlerdir.

Aflatoksinler, büyük oranda *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus flavus küfleri* tarafından üretilen mikotoksinlerdir. Bu mikotoksinler, küresel gıda güvenliğini olumsuz etkileyen hem insanların hem de çiftlik hayvanlarının sağlığını tehdit eden kanserojen ve mutajenik poliketit türevi olan ikincil metabolittir. Aflatoksin biyosentezi, patojenik küflerin gelişim aşaması, tarımsal ürünlerin üretim şartları ve çevresel baskı faktörlerinden etkilenmektedir. *A. flavus*'un transkriptomik tepkisi, farklı ikincil metabolik yolların birlikte düzenlenmesinin muhtemelen hücresel homeostazın korunmasına ve stres koşulları altında hücre hayatta kalmasının desteklenmesine katkıda bulunmak için gösterdiği görülmüştür. Bu stres koşulları altında küflerin kojik asit ve imizokuinsler gibi antioksidan özellikleri olan ikincil metabolitleri ürettiği görülmüştür. Küfler stres koşulları altında diğer antioksidan özelliğe sahip aflatoksin ve cyclopiazonik asit gibi mikotoksinleri de üretmektedir (Tian ve ark., 2021).

Mikotoksinler, hayvanlar ve insanlar üzerindeki akut ve kronik toksik etkileri nedeniyle gıda güvenliği bağlamında önemli bir sorun olarak kabul edilen, gıdalardaki küfler tarafından üretilen ikincil metabolitlerdir. Bu nedenle, mikotoksin analizlerinde ekstraksiyon performansını artırmak, tanımlamanın doğruluğunu iyileştirmek ve saptama sınırını (LOD) azaltmak için bunların tanımlanması ve miktar tayini için yeni doğru yöntemler sürekli olarak geliştirilmektedir. Çoğunlukla katı-sıvı ekstraksiyonu ile uygun çözücülerle mikotoksinlerin ekstraksiyon işlemi yapılmaktadır. Ekstraksiyon performansını optimize etmek için daha düşük miktarlarda ekstraksiyon çözücüsüne ihtiyaç duyma avantajına sahip süperkritik sıvı ekstraksiyonu (SFE), hızlandırılmış solvent ekstraksiyonu (ASE) ve mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE) gibi yöntemler de kullanılmaktadır (Shanakhat ve ark., 2018).

Fernane ve ark. (2010), İspanya'nın Katalonya bölgesinde yaptıkları çalışmada, piyasadan alınan 50 tane antepfıstığı numunesinde aflatoksin ve okratoksin A

kontaminasyon durumu araştırmışlardır. Çalışmada 5 tane numunede aflatoksin B1 ve toplam aflatoksin tespit edilmiş olup, limitleri aşan (AFB1: 2 mg/kg; AFT: 4 mg/kg) değerde bulunmuştur. Sadece bir antepfıstığı numunesinde 0.67 mg/kg OTA bulunmuştur.

Toksik etkileri nedeniyle birçok ülkede OTA için izin verilen maksimum seviyeler belirlenmektedir. Avrupa Birliği'nde, gıda matrisine bağlı olarak 0.5 ila 10 µg/kg arasında değişen maksimum seviyeler belirlenmiştir. Doğrudan insan tüketimine yönelik işlenmiş tahıl ürünlerinde izin verilen maksimum seviye 3 ppb ve işlenmemiş tahıl ürünlerinde ise 5 ppb olarak belirlenmiştir. Tahıl bazlı bebek mamaları ve diyet gıdalarına daha özel önem verilmektedir. Bu gıda ürünleri için maksimum seviyeler 0.5 µg/kg olarak belirlenmiştir (OJEU, 2006).

Okratoksinler, genellikle depolanmış tahıllarda *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium verrucosum* küfleri tarafından üretilen mikotoksinlerdir (Frisvad ve ark., 2007). Okratoksinler, izokumarin türevleri olup en yaygın olarak bulunan çeşidi okratoksin A'dır. Buna klorsuz ve daha az toksik bir çeşit olan okratoksin B eşlik etmektedir (Pohland ve ark., 1982). OTA, kanserojen, nefrotoksik, teratojenik, nörotoksik ve immünotoksik bir mikotoksin olarak belirtilmektedir. İnsanlar için muhtemelen kanserojen (grup 2B) olarak sınıflandırılmıştır (IARC, 1993). Çeşitli baharatların aflatoksinler ve okratoksin A (OTA) ile kontaminasyonu ve sorumlu küflerin büyümesi sıcaklık, nem, hasat sırasındaki işlemler ve koşullar kurutma ve depolama gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Bononi ve ark., 2010).

Katalonya (İspanya) bölgesindeki 12 şehirde yaptıkları piyasa çalışmasında tahıl bazlı bebek mamaları, bira, kahvaltılık tahıllar (mısır, pirinç ve buğday bazlı somun ekmek), yer fıstığı ve antepfıstığında okratoksin A (OTA) kontaminasyonunu araştırmışlardır. Numuneler, sıvı-sıvı ekstraksiyonu, ardından immunoafinite kolonda yıkama ve Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi-Floresan Detektör (HPLC-FLD) sisteminde incelenmiştir. OTA oluşumu ve pozitif örneklerin ortalaması; bebek mamalarında %8.7 ve 0.233 ppb; birada %88.7 ve 0.022 ppb; mısır bazlı kahvaltılık tahıllarda %2.8 ve 0.728 ppb; buğday bazlı kahvaltılık tahıllarda %25 ve 0.293 ppb;

somun ekmeğinde %12.9 ve 0.283 ppb; yer fıstığında %41.7 ve 0.241 ppb ve antepfıstığında %2.9 ve 0.228 ppb olarak tespit edilmiştir (Coronel ve ark., 2012). Geçici tolere edilebilir günlük alım miktarları Avrupa Gıda Güvenilirliği Otoritesi (EFSA, 2006) ve Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü (FAO/WHO) Ortak Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi (JECFA, 2007) sırasıyla 17 ve 14 ng/kg vücut ağrılığı/gün olarak belirlenmiştir.

Okratoksin A (OTA), birçok ve *Penicillium* ve *Aspergillus* türü tarafından üretilen bir mikotoksindir ve çok çeşitli gıda ürünlerinde potansiyel bir kontaminanttır. 2012 ve 2014 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nin yedi bölgesindeki küçük ve büyük süpermarketlerden toplanan kuru meyveler ve ağaç yemişleri, perakende paketlenmiş ve dökme kuru üzüm, hurma, incir, kuru erik, badem, antepfıstığı ve ceviz örneklerinde OTA kontaminasyon durumunu belirlemek için analiz yapılmıştır. İncelenen 665 örnek içinde; 48 kuru üzüm örneğinde, 4 incir örneğinde, 4 antepfıstığı örneğinde ve 1 hurma örneğinde OTA tespit edilmiştir. OTA kontaminasyon seviyeleri kuru meyvelerde 0.28 ila 15.34 ng/g ve antepfıstığında 1,87 ila 890 ng/g olarak bulunmuştur. İki kuru üzüm örneği ve bir antepfıstığı örneği, 10 ng/g maksimum limit olan Avrupa Birliği yasal sınırını aşmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre; kuru üzümlerin diğer kuru meyve ve yemişlere göre düşük OTA seviyeleri ile daha sık kontamine olduğunu ve *Aspergillus* türlerinin bu kontaminasyonun muhtemel kaynağı olduğu belirtilmiştir (Palumbo ve ark., 2014).

Okratoksin A oluşumunu tahmin etmek için Milano'daki (İtalya) bir anaokulu kantininde dağıtılan farklı türde makarna ve tahıl ürünlerinden alınan 270 numune üzerine yapılan çalışmada; analiz edilen tüm numunelerde (%100) OTA tespit edilmiş, 39 numunede ise Avrupa Komisyonu Düzenlemelerinde belirtilen maksimum limitleri aştığı belirtilmiştir. Çocukların (5 aylıktan büyük) tüketimine yönelik makarna örneklerindeki ortalama okratoksin A konsantrasyonu 0.56 µg/kg; organik makarnada ortalama konsantrasyon 0.91 µg/kg ve tahıl ürünlerinde saptanan ortalama konsantrasyon 3.12 µg/kg olarak bulunmuştur. Avrupa ülkelerinde buğday ürünlerinin sütten kesmenin ilk aşamalarından itibaren bebekler tarafından yenen ilk

katı gıda olduğu göz önüne alındığında ve tahıllarda ve tahıl ürünlerinde OTA oluşumuna ilişkin çok sayıda ve tekrarlanan uluslararası gıda uyarısı bildirimi ışığında, etkin risk için gözetim ve değerlendirme, özellikle bu savunmasız tüketici gruplarında sürekli olmalıdır (Bonerba ve ark., 2017).

Avrupa Birliğinin Gıda ve Yemde Hızlı Uyarı Sistemindeki (RASFF) verilerine göre Türkiye'den Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilen ve Avrupa Birliği mevzuatında belirlenen maksimum limitleri aşan bütün gıda ürünleri için son iki yıldaki bildirimlere bakıldığında aflatoksin için 148 bildirim olup bunun 33 tanesi antepfıstığı ve antepfıstığı ürünleri içindir. Okratoksin A için toplam 40 tane bildirim tespit edilmiştir. Bu bildirimlerden 1 tanesi antepfıstığı (tuzlu ve kavrulmuş) içindir. Bu üründe aynı zamanda aflatoksin de bulunmuş olup; aflatoksin B1 (AFB1) 27.4 µg/kg, toplam aflatoksin (AFT) 29.7 ve okratoksin A (OTA) 282.8 µg/kg olarak bulunmuştur (RASFF, 2023).

Türkiye'den Avrupa Birliği'ne ihraç edilmek üzere kuru kayısı, kuru incir ve kuru üzüm ve immunoafinite kolon yıkama ekstraksiyonu ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak okratoksin A (OTA) kontaminasyonu araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; araştırılan örneklerden sadece 2 tane kuru üzümde (35.14–58.04 ng/g) Avrupa Birliği mevzuatındaki maksimum limit olarak belirlenen 10 ng/g sınırını aştığı belirlenmiştir (Bircan, 2009).

Okratoksin A (OTA), arpa gibi depolanmış tahıl tanelerinde bulunabilen bir tür olan *Aspergillus ochraceus* da dahil olmak üzere *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin ikincil bir metabolitidir. Işınlanmış arpa tanelerinde *Aspergillus ochraceus* tarafından mantar büyümesinin ve okratoksin A üretiminin su aktivitesi ve sıcaklık etkilerine bağlı olarak araştırıldığı çalışmada, farklı su aktivitesi (aw, 0.80-0.99) ve sıcaklıklar (10, 20, 30 °C) kullanılmıştır. Üç izolat küf gelişimi ve okratoksin A üretimi için en uygun şartların 0.99 aw ve 30 °C olduğu belirtilmiştir. OTA gelişimi için minimum şartların aw değerinin 0.85 and 0.90 aw olduğu gözlenmiştir (Pardo ve ark., 2004).

Siyah aspergilli, antepfıstığındaki ana küf bulaşanlarıdır. Okratoksin A (OTA) üretimi, *Aspergillus* Sect. *Nigri* suşlarında defalarca rapor edilmiştir; OTA antepfıstığında nadir de olsa yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Antepfıstığının nem içeriği ve depolama sıcaklığının bir fonksiyonu olarak antepfıstığından izole edilen bir *Aspergillus carbonarius* tarafından büyüme ve OTA üretim sınırlarını tahmin etmek için yapılan çalışmada; tam faktöriyel bir tasarım kullanılmıştır. Tahlil edilen örneklerde nem içeriği seviyeleri %12.5, %17.9, %24.0, %29.5 ve %34.8 ve inkübasyon sıcaklıkları 10, 15, 20, 25, 30, 37 ve 42 °C olarak tasarlanmıştır. OTA kontaminasyonu miktarı depolama sıcaklığına (15-20 °C) bağlı bir denklem olarak gerçekleşmekte olup, gelişme için optimum sıcaklık 30 ile 35 °C arasındadır. Yüksek OTA miktarlarının yüksek nem içeriğinde gerçekleştiği görülmüştür. Antepfıstıkları hasat edildiği zaman yüksek su içeriğine (%40-50) sahip olduğu için; güneşte kurutma yapılan Batı Asya ülkelerinde (İran, Türkiye), yumuşak dış kabukla beraber yapılan kurutmada kuruma süresine bağlı olarak risk artmaktadır (Marin ve ark., 2008).

Mitchell ve ark. (2004), Avrupa ve İsrail'deki üzümlerden *Aspergillus carbonarius* suşları tarafından büyüme ve okratoksin A üretiminin su ve sıcaklık ilişkilerinin araştırdıkları çalışma sonucunda; büyüme için optimum aw, suşa bağlı olarak 0.930 ila 0.987 arasında, en geniş aw toleransı olarak 25-30 °C olarak belirmişlerdir. Çalışmada okratoksin A (OTA) oluşumu için optimum çevre koşullarının suşa göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Bazı suşların, 15-20 °C ve 0.95-0.98 a_w'de optimal OTA ürettiği görülmüştür. 10 gün sonra üretilen maksimum OTA yaklaşık 0.6-0.7 µg/kg olup, optimum çevre koşullarında sekiz suşun tamamında ortalama OTA üretimi 0.2 µg/kg olarak ölçülmüştür.

Lindblat ve ark. (2004), *Penicillum verrucosum* (kob; koloni oluşturan birim) popülasyonlarını, farklı su aktivitesi ile hava sıcaklığındaki depolama rejimleri altında Avrupa yasal sınırı olan 5 µg/kg'ı aşma olasılığıyla ilişkilendirmek için geliştirdikleri lojistik modelde; yasal sınırın üzerindeki seviyelerde OTA ile kontaminasyondan kaynaklanan risk olasılığı için bir eşik sınırı olarak 1 000 kob *P. verrucosum* /g tahıl eşiğini önermişlerdir.

Nem içeriği, endüstri tarafından tarımsal gıda ürünlerinin depolamadan önce optimum kuruluk seviyesinde olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Su aktivitesi, bir gıda içindeki suyun yaptığı buhar basıncının aynı sıcaklıkta saf sudaki buhar basıncına oranı veya bir maddede metabolik aktivite için mevcut olan bağlanmamış su miktarına oranı olarak ifade edilmektedir. Ürün içindeki su miktarı ve su aktivitesi mikroorganizmaların gelişimi, mikotoksin üretimi, kimyasal değişimler için önemli etkenlerdir (Labuza, 1980).

Gamlı ve Hayoğlu (2012), antepfıstığı ezmesinde antepfıstığı oranının ve depolama sıcaklığının ürünün bazı kimyasal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada 4 °C'de depolanan antepfıstığı ezmesinin serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinin 20 °C'de depolanan antepfıstığı ezmesindeki serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinden daha az olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda bu değerlerin depolama süresi boyunca arttığı belirtmişlerdir.

Yüksek yağ içeriğine sahip sert kabuklu meyvelerde ransidite olarak adlandırılan yağların bozulması olayı; yağların oksidasyona maruz kalması ve hidrolize olması sonucunda meydana gelmektedir. Oksidatif ransidite, oto-oksidasyon, foto-oksidasyon veya enzimatik oksidasyon sonucunda oluşurken; hidrolitik ransidite, ışık ve ısı gibi bir katalizör varlığında suyun lipitlerle reaksiyonundan kaynaklanmaktadır (Shahidi ve John, 2013). Sert kabuklu meyvelerde bulunan triaçilgliseritlerin oksidasyonu, daha sonra aldehitler, ketonlar, furanlar, asitler ve hidrokarbonlar gibi ikincil ve üçüncül ürünlere ayrılabilen bir ara oksidasyon ürünü olan hidroperoksitlerin oluşumuna neden olur. Triaçilgliseritlerin hidrolizi ise serbest yağ asitlerini ortaya çıkarmaktadır (Adkison ve ark., 2021).

Açar ve ark. (2017), antepfıstığında anaç çeşidinin Siirt antepfıstığı meyvelerinin yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, *Pistacia atlantica* anacı üzerine aşılı antepfıstığı meyvelerinde yağ miktarının *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* ve *Pistacia khinjuk* üzerine aşılı meyvelerden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda *Pistacia atlantica* üzerine aşılı meyvelerde toplam doymamış yağ asitleri miktarının da diğer anaçlara

göre daha fazla olduğu belirtilmiş olup, doymamış yağ asitlerinin (tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri) sağlık üzerinde doymuş yağ asitlerinden daha olumlu etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Koyuncu ve ark. (2021), antepfıstığının yeşil kabuğundan elde edilen farklı ekstraktların antikanser etkisinin araştırıldığı çalışmada, n-hekzan ekstraktların (gallik asit, kateşin hidrat, oktadesenoik asit, oktadekadienoik asit) kolon kanseri hücrelerini azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmada fenolik asitleri ve serbest yağ asitlerini sırasıyla LC-MS/MS ve GC-MS metoduyla analiz etmişlerdir.

Oksidasyon sırasında, peroksitler birincil oksidasyon ürünüdür, yani kendi başlarına tüketilebilirler, ikincil ya da üçüncül oksidasyon yan ürünlerine metabolize edilebilirler (Adkison ve ark., 2021).

Lin ve ark. (2012), bir ara oksidasyon ürünü olduğu için peroksit değerlerinin kalite kriteri olarak kullanımının tam sonuca varamadığını belirtmişlerdir. Çünkü oksidasyonun "ısı tarafından desteklenen ancak nem tarafından sınırlanan" bir oksidasyon olarak tanımlandığı ve serbest yağ asitleri hem sıcaklık hem de bağıl nem ile arttığı için, serbest yağ asitleri ile peroksit değerleri arasındaki ilişkinin kopuk olarak tanımlamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Antepfıstığı meyveleri hasat döneminde Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Ahmet Münir Bilgen İşletmesinde yetiştiriciliği yapılan 30 yaşındaki Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstığı ağaçlarından temin edilmiştir. Antepfıstığı hasadı, erken (boz hasat) ve normal (ben hasat) hasat olarak iki farklı zaman diliminde yapılmıştır. Hasada başlamadan önce ağaç altı antepfıstıkları toplanarak harmana katılmadan ayrı bir şekilde analizleri yapılarak depolanmıştır.

İkinci kısım örneklerde mikotoksin oluşumu yönünden riskli olduğu düşünülen yaralı, hasarlı, rengi değişmiş, hastalık ve böcek zararına uğramış antepfıstıkları hasat esnasında seçilerek temiz bir örnek elde edilmiştir. Elde edilen bu temiz örnek ve ayıklanan kısım analizleri yapılarak ve kurutulduktan sonra depolamaya alınmıştır. Şekil 3.1.'de hasarlı ve hasarlı olmayan Siirt çeşidi antepfıstıkları görülmektedir.



Şekil 3.1. Siirt çeşidi meyvelerin sağlıklı(hasarsız) ve hasarlı numuneleri

Üçüncü kısım örneklerde ise boylama işlemi yapılmış ve iki farklı boyda numune elde edilmiştir. Elde edilen örneklerin mikotoksin analizleri depolama boyunca periyodik olarak yapılmıştır. Taze antepfıstıkları kurutulduktan sonra tasnif edilmiştir. Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstıklarında toplam 20 örnek analiz edilmek üzere polietilen (PE) çuvallarda depolanmıştır.

Antepfıstığı meyveleri temiz bir beton zemin üzerinde güneşte kurutulmuştur. Kurutma işlemine meyvelerin nem içeriği %7'nin altına düşürülene kadar devam edilmiştir. Meyvelerin su aktivitesi ölçülüp kuruma süreci gözlenmiştir. Depolama üç yıl boyunca yapılmış ve her 3 ayda bir su aktivitesi, nem miktarı, asitlik değeri (serbest yağ asitliği), peroksit değeri, mikotoksin ve toplam küf sayısı analizleri yapılmıştır.

Antepfıstığı üreticilerinin tamamına yakını depolamayı kendi şartlarında kontrolsüz depolarda yaptığından proje kapsamındaki depolamalar da çiftçi koşullarında yapılmış olup depolama esnasında depo sıcaklığı ve deponun bağıl nem değerleri kayıt altına alınmıştır. Depoda meyvelerin su ve nemden etkilenmemesi için zemine ahşap ızgaralar konulup çuvallar bunların üstüne konulmuştur. Çuvalların nem almaması için duvarlardan temasının olmamasına ayrıca dikkat edilmiştir. Depolama boyunca depo ortamının hijyenine ve gerektiği durumlarda fanlarla havalandırılması sağlanmıştır.

Aflatoksin ve okratoksin A analizlerinde partiyi temsil edecek şekilde örnekleme yapılarak analizler yapılmıştır. Mikotoksin analizleri; aflatoksin (AFT) ve okratoksin A (OTA) analizleri olarak HPLC-FLD cihazında yapılmıştır. Ayrıca örneklerde toplam küf miktarı analizleri de yapılmıştır. Meyvelerdeki su aktivitesi, nem miktarı, asitlik değeri (serbest yağ asitliği) ve peroksit değeri analizleri de mikotoksin analizleri ve toplam küf miktarı analizi ile periyodik olarak yapılmıştır.

Proje kapsamında Uzun ve Siirt olmak üzere 2 farklı çeşit, erken ve normal hasat olmak üzere 2 farklı hasat zamanı ile ağaç altı (Uzun ve Siirt) olmak üzere toplamda 20 farklı kuru numunede çalışılmıştır. Antepfıstığı numune örneklerinde, su aktivitesi, nem miktarı, aflatoksin, okratoksin A, toplam küf sayısı analizleri, peroksit değeri ve asitlik değeri (serbest yağ asitliği) analizleri yapılmıştır.

Antepfıstığı meyvelerinin irilik ya da büyüklüklerine göre tasnif işlemi uygun eleklerle yapılmıştır. Uzun çeşidi boz antepfıstığı numunelerinin sınıflandırılması 8 mm'lik elek vasıtasıyla yapılmış olup eleme işlemi sonunda elek üstünde kalan

meyveler iri alta geçenler ufak olarak adlandırılmıştır. Siirt çeşidi boz antepfıstıklarında 10 mm'lik elekler kullanılmıştır. Eleğin üstünde kalan meyveler iri, alta geçenler 'ufak' olarak adlandırılmıştır. Uzun ben meyveleri için 10 mm'lik elek kullanılmıştır. Elek üstü meyveler 'iri', alta geçen meyveler ufak olarak tasnif edilmiştir. Siirt ben örnekleri için 12 mm'lik elek kullanılmıştır. Elek üstü meyveler iri, alta geçenler ufak olarak değerlendirilmiştir. Boyutlama işlemi yapılan meyvelerin özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Herhangi bir işleme tabi tutulmayan örnekler normal diye adlandırılmıştır. Hasarlı meyve örnekleri normal meyve numunelerinden seçilmiş olup ayrı olarak depolanmıştır. Taze meyve örnekleri de dahil olmak üzere çalışmada kullanılan numunelerin sınıflandırılması Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir. 4 tane taze numune ve 20 tane kuru numune olmak üzere toplam 24 numune çalışmada kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Meyvelerin boyutlarına göre tasnif işlemi

	İri (mm)	Ufak (mm)
Uzun boz	>8	<8
Siirt boz	>10	<10
Uzun ben	>10	<10
Siirt ben	>12	<12

Kurutma işleminden sonra, hasarlı meyveler seçilmiş, sonra boyutlandırma işlemi yapılmıştır. Çalışmada iki farklı hasat döneminde Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstığı meyveleri kullanılmıştır. Hasat dönemleri erken hasat (boz hasat) ve normal hasat (ben hasat) olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Antepfıstığı meyvelerinin sınıflandırılması

Uzun antepfıstığı	Kısaltma	Siirt antepfıstığı	Kısaltma
Uzun boz taze	UBOT	Siirt boz taze	SBOT
Uzun ben taze	UBET	Siirt ben taze	SBET
Uzun boz normal	UBON	Siirt boz normal	SBON
Uzun boz iri	UBOİ	Siirt boz iri	SBOİ
Uzun boz ufak	UBOU	Siirt boz ufak	SBOU
Uzun boz hasarlı	UBOH	Siirt boz hasarlı	SBOH
Uzun boz kabuklu	UBOK	Siirt boz kabuklu	SBOK
Uzun ben normal	UBEN	Siirt ben normal	SBEN
Uzun ben iri	UBEİ	Siirt ben iri	SBEİ
Uzun ben ufak	UBEU	Siirt ben ufak	SBEU
Uzun ben hasarlı	UBEH	Siirt ben hasarlı	SBEH
Uzun ağaç altı	UA	Siirt ağaç altı	SA

3.2. Yöntem

3.2.1. Nem miktarı analizi

Antepfıstığı meyvelerdeki nem miktarı, etüvde kurutulmaya başlanan meyve örneklerinin 103±2 ºC sıcaklıkta içindeki suyun buharlaştırılarak numune ağırlığının sabit bir değere kadar kurutulması esasına dayanmaktadır. Kurutma işleminden sonra antepfıstığı meyveleri içindeki nem miktarı hesaplanmıştır. Antepfıstığı meyvelerindeki nem miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Kashaninejad ve ark., 2006).

$$Nem\ miktarı\ (\%) = \frac{(M1-M2)}{M1} * 100 \quad (3.1)$$

M_1 = Meyve örneklerinin başlangıç ağırlığı, g

M_2 = Meyve örneklerinin kurutma sonrası ağırlığı, g

3.2.2. Su aktivitesi (a_w) analizi

Antepfıstığı meyvelerinde küflerin gelişimi için gerekli olan su aktivitesi değerleri Novasina Labmaster aw su aktivitesi ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Antepfıstığı meyvelerinde depolama esnasında su miktarı değişimleri ve su aktivitesindeki değişimlerin küf sayısı ve mikotoksin oluşumuna etkilerini gözlemlenmesi amacıyla ölçümler yapılmıştır (Kındır, 2010).

3.2.3 Toplam küf sayısı analizi

Antepfıstığı meyvelerinde toplam küf sayısı analizleri spread-plate yöntemine göre yapılmıştır. Örnek hazırlama; aseptik olarak 1 kg öğütülmüş örnekten 25-50 g alt örnek alınarak %0.1 pepton suyu ile 10^{-6}'ya kadar seyreltilmiştir (1:10). Aseptik şartlarda 0.1 ml'lik seyreltilmiş örnekler Dikloran Gliserol Agar (DG 18) besiyerine spread-plate yöntemiyle ekilmiştir. İnkübasyon karanlık ortamda 25 ºC'de 5 gün boyunca yapılmıştır. İnkübasyon sonucunda küf oluşturan sporların kolonileri

sayılmıştır. Toplam küf sayıları koloni oluşturan birim (kob) şeklinde ifade edilmiş ve kob/g veya kob/ml olarak hesaplanmıştır (Tournas ve ark., 2001).

3.2.4. Aflatoksin (AFT) analizi

Aflatoksin analizleri Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi-Floresan Detektör (HPLC-FLD) sisteminde Agilent 1260 Infinity cihazı ile yapılmıştır. 1 kg'lık örnek blenderde öğütülmüş ve homojenize edilmiştir. Bunun içinden 25 g örnek alınarak, 5 g sodyum klorür (NaCl) ve 125 ml solvent karışımı (metanol ve su; 75:50) blender kabına eklenip yüksek hızda 1 dakika karıştırılmıştır. Sonra ekstrakt filtre kâğıdından (Vicam) geçirilmiş, elde edilen filtratın 10 ml'si alınıp üzerine 30 ml PBS eklenip seyreltilmiştir. Seyreltilmiş ekstrakt mikrofiber cam filtreden (Vicam) iyice süzülmüştür. Süzüntünün 20 ml'si (20 ml= 1 g numune eşdeğeri) yaklaşık olarak 1-2 damla/saniye sabit hızda AflaTest (Vicam) immünoaffiniti kolonundan geçirilmiştir. Kolondan ilk önce saniyede 1-2 damla damla ultra saf su sabit hızla geçirilmiştir. Kolondan ikinci defa 10 ml ultra saf su geçirilmiştir. İmmünoaffiniti kolondan hava geçene kadar tüm su geçirilmiştir. İmmünoaffiniti kolondan çok düşük hızda saniyede bir damla olacak şekilde 1ml HPLC özellikli metanol (Merck) geçirilerek kolonda tutulmuş olan aflatoksin temiz bir cam viale alınmıştır. Daha sonra immünoaffiniti kolondan yavaşça 1 ml ultra saf su geçirilerek; bu da aflatoksinlerin olduğu viale toplanmıştır. Vial içindeki ekstrakt Vortex cihazında iyice karıştırılmıştır. HPLC cihazına 100 µl numune enjekte edilip analiz gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2000a). Antepfıstığı meyvelerinin aflatoksin analizinde HPLC cihazının çalışma şartları, Çizelge 3.3.'te belirtilen şartlara göre gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Aflatoksin analizi HPLC şartları

Parametreler	Cihazı şartları
Mobil faz	Su: Metanol: Asetonitril (600 ml + 300 ml + 200 ml) +120 mg/l KBr+100 µl/l %65'lik HNO_3
Mobil fazın akış hızı	1 ml/dk
HPLC kolonu	C-18 (ACE 5 C18), 30 °C
Dedektör	Floresan detektörü dalga boyu (Ex: 360, Em: 440), 30 °C
Çarpım faktörü (multiplier)	2
Türevlendirme	Aflatoksin piklerinin ayırımını sağlayan Kobra Cell ünitesi

Sonuçlar HPLC cihazında oluşturulan metot yardımıyla hesaplanmıştır. Standart aflatoksinler (Supelco, USA) ile farklı konsantrasyon kullanarak standart kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Kullanılan standartların konsantrasyon verileri Çizelge 3.4.'te verilmiştir. Aflatoksinlerin çıkış sırası AFG2, AFG1, AFB2 ve AFB1 şeklindedir. Her farklı konsantrasyon cam viallere konularak HPLC cihazında oluşturulan metoda göre okutulmuştur. Okuma sonuçlarına göre oluşturulan standart kalibrasyon eğrisi kaydedilerek numuneler bu metoda göre analiz edilmiştir. Oluşturan kalibrasyon eğrisi değeri AFG2 için R^2 =0.9998, AFG1, AFB2 ve AFB1 için ise R^2 =0.9999 olarak bulunmuştur. Meyve numunelerinin analiz sonuçları HPLC cihazına bağlı yazılımla kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.4. Standard aflatoksin konsantrasyonları

Vial	Standart konsantrasyonu(ng/ml)			
	Aflatoksin G1	Aflatoksin G1	Aflatoksin B2	Aflatoksin B1
Vial 1	0.15	0.5	0.15	0.5
Vial 2	0.36	1.2	0.36	1.2
Vial 3	0.75	2.5	0.75	2.5
Vial 4	1.2	4.0	1.2	4.0
Vial 5	1.8	6.0	1.8	6.0
Vial 6	3.0	10.0	3.0	10.0

Analizlerde kullanılan analiz yönteminin performans verileri Çizelge 3.5.'te verilmiştir. Çalışmanın performans değerleri Avrupa Birliğinin Komisyon Düzenlemesi (EC) No 1881/2006'ya göre hesaplanmıştır (OJEU, 2006).

Çizelge 3.5. Kullanılan aflatoksin metodunun performans verileri

Aflatoksin	LOD[a] (µg/kg)	LOQ[b] (µg/kg)	Geri kazanım (%)	RSD[c] (%)
AFG2	0.0113	0.0372	97.00	12.13
AFG1	0.0366	0.1209	96.35	10.26
AFB2	0.0069	0.0228	96.24	12.62
AFB1	0.0382	0.1261	89.19	15.28

[a] Belirlenebilen alt limit (LOD)
[b] Hesaplanan alt limit (LOQ)
[c] Bağıl standart sapma (%RSD)

HPLC cihazında okutulan standartların alıkonma zamanları (retention time) öncelik sırasına göre AFG2, AFG1, AFB2 ve AFB1 şeklinde gerçekleşmiştir. Her bir

aflatoksin numunelerinin analizi 13 dakika sürmüştür. Aflatoksinlerin alıkonma süreleri Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Aflatoksinlerin alıkonma zamanları

Aflatoksin çeşidi	Alıkonma zamanı (dakika)
AFG2	6.851
AFG1	7.964
AFB2	8.939
AFB1	10.567

3.2.5. Okratoksin A (OTA) analizi

Okratoksin A analizleri Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi-Floresan Detektör (HPLC-FLD) sisteminde Agilent 1260 Infinity cihazı ile yapılmıştır. 1 kg antepfıstığı numunesi blenderde öğütülerek homojenize edilmiştir. Buradan 50 g öğütülmüş antepfıstığı numunesi blendere alınıp üzerine 100 ml %80'lik metanol (metanol: saf su=80:20) su eklenmiştir. 5 g NaCl eklenmiştir. Numune blenderde 1 dakikalık süre boyunca en yüksek hızda karıştırılmıştır. Daha sonra numune filtre kağıdından süzülmüş ve bu süzüntüden 10 ml alınmıştır. Ekstraktın üzerine 30 ml PBS eklenmiştir. Daha sonra cam filtre kağıdından (Vicam) geçirilmiştir. Süzüntüden 10 ml alınmıştır (10 ml=1 g numune). Süzüntü OchraTest WB (Vicam) immünoaffiniti kolonundan geçirilmiştir. Kolondan 1-2 damla/saniye 10 ml PBS geçirilmiştir. Sonra saniyede bir damla geçecek şekilde 10 ml ultra-saf su immünoaffiniti kolonundan geçirilmiştir. Daha sonra sırasıyla kolondan 1.5 ml HPLC dereceli metanol (Merck) ve 1,5 ml ultra saf su geçirilerek viale alınmıştır. Vial vortekslenip HPLC cihazına yerleştirilmiş, 100 µl numune enjekte edilip analiz gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2000a).

Antepfıstığı meyvelerinin okratoksin A analizinde HPLC cihazının çalışma şartları, Çizelge 3.7.'de belirtilen şartlara göre gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.7. Okratoksin A analizi HPLC şartları

Parametreler	Cihazı şartları
Mobil faz	Asetonitril, ultra saf su, asetik asit (49:49:2, v/v)
Mobil fazın akış hızı	1 ml / dakika
HPLC kolonu	C-18 (ACE 5 C18), 30 °C
Dedektör	Floresan detektör dalga boyu (Ex: 333, Em: 443), 30 °C
Çarpım faktörü (multiplier)	2

Sonuçlar HPLC cihazında oluşturulan metot yardımıyla hesaplanmıştır. Standart okratoksin A (Supelco) ile farklı konsantrasyon kullanarak standart kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Kullanılan standartların konsantrasyon verileri Çizelge 3.8.'de verilmiştir. Her farklı konsantrasyon cam viallere konularak HPLC cihazında oluşturulan metoda göre okutulmuştur. Okuma sonuçlarına göre oluşturulan standart kalibrasyon eğrisi kaydedilerek numuneler bu metoda göre analiz edilmiştir. Oluşturan kalibrasyon eğrisi değeri R^2 =0.999 olarak bulunmuştur. Okratoksin A numunelerinin analiz süresi 15 dakika olarak ayarlanmış olup, okratoksin A'nın alıkonma zamanı (retention time) 10.750 dakikada gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.8. Standart okratoksin A konsantrasyonları

Standart OTA konsantrasyonu	Vial 1	Vial 2	Vial 3	Vial 4	Vial 5	Vial 6
(ng/ml)	0.1	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0

Okratoksin A analizlerde kullanılan analiz yönteminin performans verileri Çizelge 3.9.'da verilmiştir. Çalışmanın okratoksin A performans değerleri Avrupa Birliği Komisyonu Düzenlemesi (EC) No 1881/2006'ya göre hesaplanmıştır (OJEU, 2006).

Çizelge 3.9. Kullanılan okratoksin A metodunun performans verileri

Okratoksin	LOD[a] (µg/kg)	LOQ[b] (µg/kg)	Geri kazanım (%)	RSD[c] (%)
OCA	0.27	0.90	90.3	13.08

[a] Belirlenebilen alt limit (LOD)
[b] Hesaplanan alt limit (LOQ)
[c] Bağıl standart sapma (% RSD)

3.3.6. Serbest yağ asitliği (asitlik derecesi) analizi

Antepfıstığı meyvelerindeki yağın asitlik değeri analizi NaOH ile mikro-titrasyon metodu ile gerçekleştirilmiştir. Antepfıstığının iç meyveleri blenderde öğütülüp macun kıvamına getirilmiştir. Öğütülen örnekler 50 ml'lik plastik tüplere konularak santrifüj cihazında 10 000 rpm hızda 10 dk boyunca çalıştırılmıştır. Bu şekilde meyve yağı posadan ayrılmıştır. Analiz için 1 g yağ numunesi hassas terazide tartılıp 100 ml erlene konulmuştur. 7 ml etanole 1-2 damla indikatör olarak fenolftalein eklenmiş ve 0.1 N değerinde NaOH ile titrasyon yapılmıştır. Menekşe rengi oluşana kadar titrasyon edilip etanol nötralize edilmiştir. Nötralize edilen etanol 1 g yağ numunesine eklenip, 0.1 N NaOH ile titrasyona devam edilmiştir. Dönüm noktasında rengin koyu-kırmızı mor renk alması sağlanmış ve sarf edilen miktar kaydedilmiştir. Serbest yağ asitliği miktarı % oleik asit olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (AOAC, 2003).

$$\%\ oleik\ asit = \frac{\mu l\ alkali * N * 28{,}2\ mg}{numune\ (g) * 1000} \qquad (3.2)$$

N = NaOH normalitesi

3.3.7. Peroksit değeri analizi

Antepfıstığı meyvelerindeki yağın peroksit değeri (PV), $Na_2S_2O_3$ ile mikro titrasyon yapılarak hesaplanmıştır. Antepfıstığı iç meyveleri blenderde macun kıvamına getirilip santrifüj cihazında 10 000 rpm hızda 10 dk boyunca çalıştırılmıştır. Bu şekilde meyve yağı posadan ayrılmıştır. Analiz için 1 g yağ numunesi hassas terazide tartılıp 100 ml'lik erlene koyulmuştur. 2 ml kloroform eklenip yağ çözdürülmüştür. Üzerine 3 ml glasiyal asetik asit eklenerek iyice çalkalanmıştır. Üzerine 0.1 ml KI (doymuş potasyum iyodür çözeltisi) eklenmiş, 1 dakika beklenip kuvvetlice çalkalanmış daha sonra 5 dakika karanlıkta bekletilmiştir. 6 ml saf su eklenip iyice çalkalanmış ve indikatör olarak 0.5 ml nişasta çözeltisi eklenmiştir. Oluşan koyu renk yok oluncaya kadar 0.01 N değerine sahip sodyum tiyosülfat ($Na_2S_2O_3$) çözeltisi ile titrasyon işlemine devam edilmiştir. Antepfıstığı

meyvelerinin yağının peroksit miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplama yapılmıştır (AOAC, 2000b).

$$PV = \frac{(S-B) * N * 1000}{numune\ (g) * 1000} \quad (3.3)$$

PV= Peroksit değeri, meq O_2/kg yağ

S= Numune titrasyonu, µl

B= Şahit titrasyonu (blank), µl

N= $Na_2S_2O_3$ normalitesi

3.3. İstatiksel Analizler

Bu çalışmada, meyve örneklerindeki analizler üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Verilerin işlenmesi ve istatistiksel analizler Microsoft Office Excel ve IBM SPSS Statistics 25 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Örnekler arasındaki çoklu ilişkilendirmeler Multivariate Analysis Testi uygulanarak yapılmıştır. Değişkenler arasındaki ikili ilişkilendirmeler ise Bivariate Analiz ile Pearson Korelasyon Katsayısı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Meyvelerin Hasat Edilmesi

Çalışmada kullanılacak antepfıstığı örnekleri için, Uzun çeşidinde boz hasadı ağustos ayında, 03.08.2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Antepfıstığı meyveleri Antepfıstığı Araştırma Enstitüsünün merkez işletme tesisinde kırmızı yumuşak dış kabukları sulu kavlatma makinesinde soyulmuştur. Kavlatılan meyveler beton zemin üzerinde kurutulmuştur. Erken hasat bu meyveler boz antepfıstığı olarak adlandırılmaktadır. Kuruma süresi boyunca antepfıstığı örneklerinden iki defa analiz için örnek alınmıştır. Örneklerden sabah ve akşam saatlerinde numune alınmıştır. Numunelerin su aktivitesi ve nem analizleri yapılmıştır. Bu analizler Enstitünün Gıda Teknolojileri Bölümünün laboratuvarında yapılmıştır. Ayrıca kabuklu ile kabuksuz meyveler arasındaki kuruma hızını gözlemlemek için meyvelerin bir kısmı kabuklu olarak kurutulmuştur. Uzun çeşidi ben antepfıstığı meyvelerinin hasadı ise 27.08.2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Normal hasat dönemindeki bu meyveler ben antepfıstığı olarak tanımlanmaktadır. Antepfıstığı meyveleri kabuklu olarak temiz beton zemin üzerinde güneşte kurutulmuştur. Su aktivesi ve nem analizleri günde iki defa, sabah ve akşam saatlerinde yapılarak kuruma süreci gözlemlenmiştir.

Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinde erken hasat, 10.08.2018 tarihinde, Uzun boz meyvelerin hasadından bir hafta sonra ağustos ayının ikinci haftasında gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin dış kabukları ayrılarak kavlatma işlemi yapılmıştır. Kavlatma işlemi sulu kavlatma makinasında yapılmıştır. Uzun çeşidinde olduğu gibi Siirt çeşidinde de boz antepfıstığı meyvelerinden bir örnek kavlatılmadan kabuklu olarak ayrı kurutularak, kabuklu ve kabuksuz meyvelerin kuruma özelliği gözlenmiştir Kuruma süresi boyunca meyve örneklerinin su aktivitesi ve nem miktarı analizleri günde iki defa yapılmıştır. Analizler günün sabah ve akşam saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Siirt meyvelerinde normal hasat ekim ayının ilk haftasında, 03.10.2018 tarihinde yapılmıştır. Normal hasat döneminde hasat edilen bu meyveler ben antepfıstığı olarak tanımlanmaktadır.

Siirt çeşidi ben meyveleri kabuklu olarak kurutulmuştur. Bütün hasat dönemlerinde elde edilen antepfıstığı meyveleri beton zeminde hijyen şartları sağlanarak kurutulmuştur.

4.2. Nem Miktarı ve Su Aktivitesi Analizi

Erken hasat edilen Uzun çeşidi antepfıstığı numunelerinin kabuklu meyveleri 5 gün sonunda nem miktarı %53.11'den %4.52'ye düşürülmüştür. Meyveler akşam saatlerinde toplanmış olup polipropilen çuvallara (PP) konulup tasnif işlemi için depoya alınmıştır. Su aktivitesi değeri de 0.961'den 0.391'e düşürülmüştür. Uzun boz kabuklu antepfıstığı meyvelerinin kuruma süresi boyunca ölçümü yapılan su aktivitesi ve nem miktarı sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Meyve örnekleri yaklaşık 4.5 günde kurumuştur.

Çizelge 4.1. Uzun boz antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinde nem miktarı ve su aktivitesi değerleri

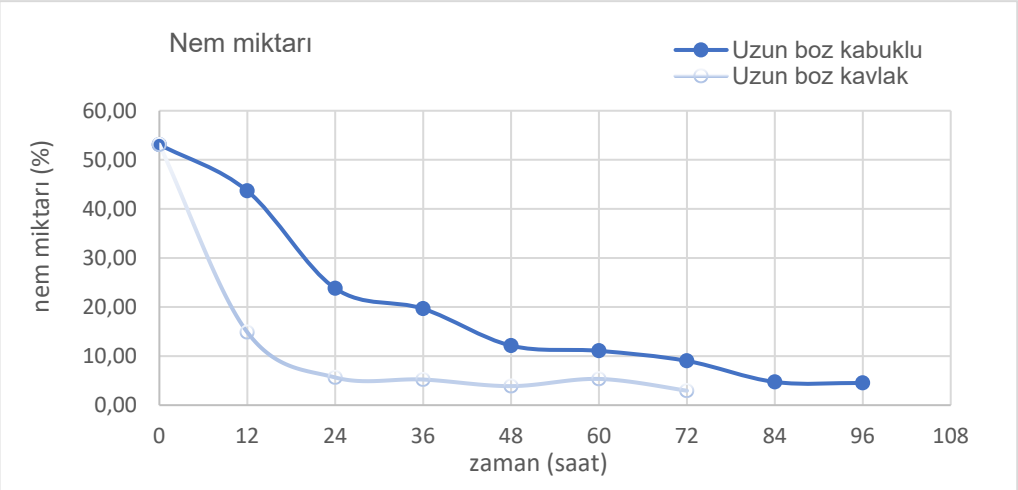
Tarih		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)
03.08.2018	Akşam	53.11±0.15	0.961±0.004
	Sabah	43.67±0.02	0.962±0.001
04.08.2018	Akşam	23.80±0.54	0.944±0.002
	Sabah	19.65±0.39	0.889±0.012
05.08.2018	Akşam	12.13±0.17	0.692±0.032
	Sabah	11.07±0.04	0.683±0.017
06.08.2018	Akşam	9.02±0.05	0.504±0.004
	Sabah	4.73±0.02	0.379±0.005
07.08.2018	Akşam	4.52±0.02	0.391±0.003

Uzun boz antepfıstığı meyvelerinin kavlatılmış örnekleri 4 gün içinde kurumuştur. Nem miktarı 4'üncü günün sonunda %4.52'e düşürülerek kuruma işlemi tamamlanmıştır. Su aktivitesi değeri bu süre sonunda 0.391 olmuştur. Uzun boz antepfıstığı meyvelerinin kuruma süresi boyunca su aktivitesi ve nem miktarı değerleri Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Meyve örnekleri yaklaşık 2.5 günde kurumuştur.

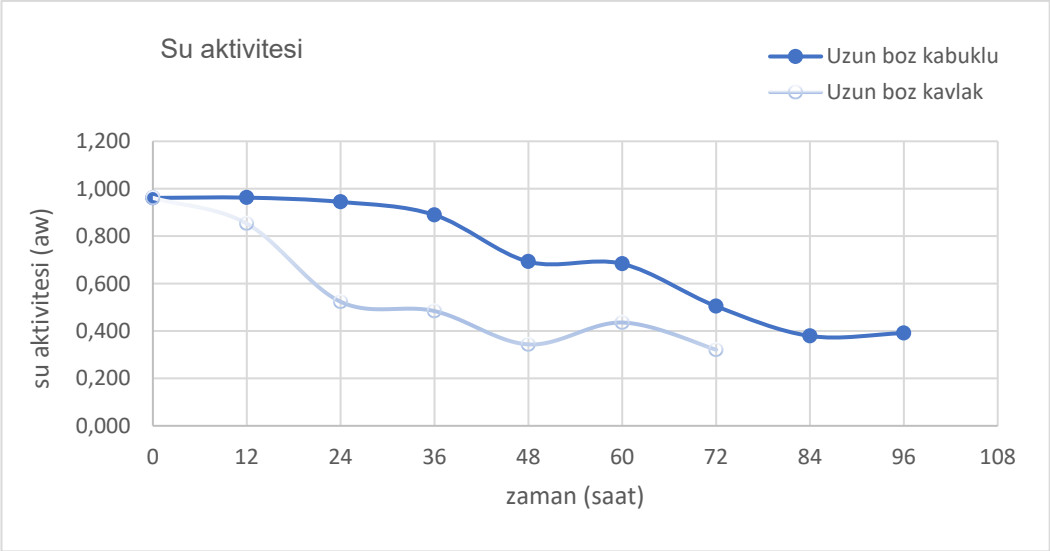
Çizelge 4.2. Uzun çeşidi boz antepfıstığı (kavlak) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi

Tarih		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)
11.08.2018	Akşam	51.33±0.02	0.969±0.001
11.08.2018	Sabah	9.84±0.50	0.774±0.007
	Akşam	6.28±0.03	0.476±0.008
12.08.2018	Sabah	5.76±0.03	0.345±0.007
	Akşam	2.91±0.03	0.334±0.008

Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinin kırmızı kabuklu ve kavlatılmış örnekleri karşılaştırıldığında kırmızı kabuklu meyvelerin kavlatılmış meyvelerden daha geç kuruduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi kabuk inceldiğinde buharlaşma hızının yüksek olması ve bunun sonucunda kavlak meyvelerde nem miktarının daha fazla azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca kırmızı dış kabuğun yoğun lifli yapısından dolayı buharlaşma hızının daha yavaş olduğu düşünülmektedir. Uzun boz meyvelerin kabuklu ve kavlak örneklerinin nem miktarı ve su aktivitesi değerlerinin zamana göre değişim hızları Şekil 4.1. ve 4.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Uzun çeşidi boz meyvelerin nem miktarı değerleri



Şekil 4.2. Uzun çeşidi boz meyvelerin su aktivitesi değerleri

Siirt çeşidi antepfıstığında boz hasadı ağustos ayının ikinci haftası gerçekleştirilmiştir. Hasat işleminden sonra kurutulmaya başlanan antepfıstığı meyvelerinin su aktivitesi analizi ile nem miktarı analizleri sabah ve akşam saatlerinde yapılmıştır. Meyvelerin bir kısmı kabuklu bir kısma da kavlatılmış olarak temiz beton zemin üzerinde kurutulmuştur. Antepfıstığı meyvelerinde su aktivitesi ve nem miktarı analizleri diğer örneklerde olduğu gibi günde iki defa yapılmıştır. Analizler sabah ve akşam saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Uzun çeşidinde olduğu gibi Siirt çeşidinde de boz antepfıstığı meyvelerinden bir örnek kavlatılmadan kabuklu olarak ayrı kurutularak, kabuklu ve kabuksuz meyvelerin kuruma özelliği gözlenmiştir. Siirt çeşidi boz antepfıstığı meyvelerinin kabuklu olarak kurutulan meyvelerin su aktivitesi ile nem miktarı analiz sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Kabuklu meyvelerin kuruma süresi 7 gün olup meyvelerin nem miktarı %51.33'ten %6.44'a düşürülmüştür. Su aktivitesi değeri 0.969'dan 0.424'e düşmüştür. Siirt boz meyvelerinin kabuklu örnekleri yaklaşık 6.5 günde kurumuştur.

Çizelge 4.3. Siirt boz antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinde nem miktarı ve su aktivitesi değerleri

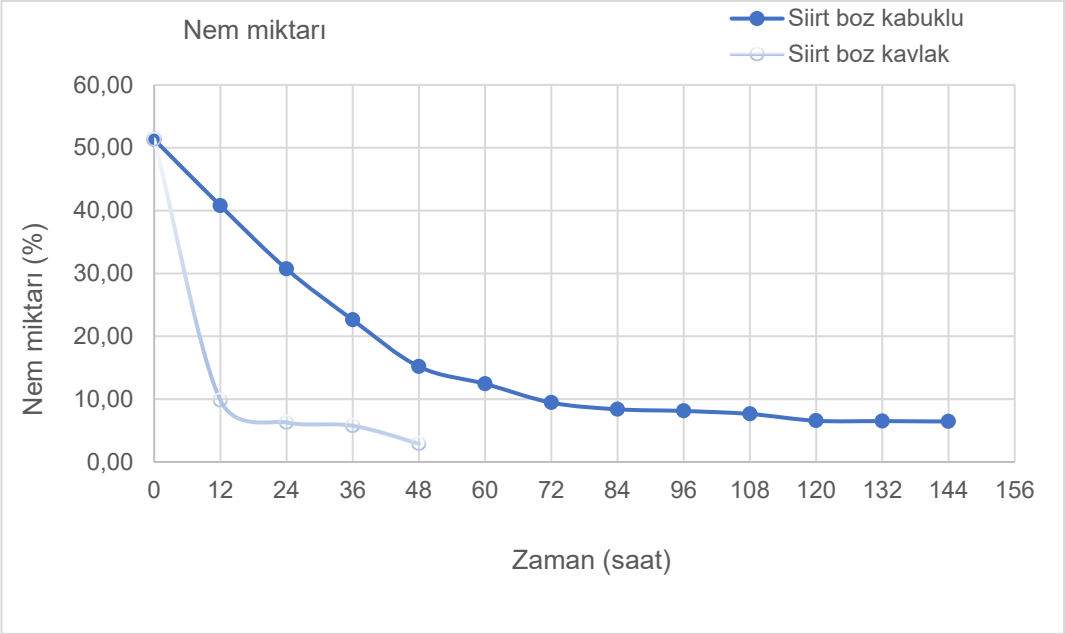
Tarih		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)
10.08.2018	Akşam	51.33±0.02	0.969±0.001
11.08.2018	Sabah	40.78±0.23	0.965±0.002
	Akşam	30.70±0.32	0.958±0.002
12.08.2018	Sabah	22.61±0.29	0.936±0.003
	Akşam	15.17±0.05	0.885±0.005
13.08.2018	Sabah	12.43±0.36	0.758±0.032
	Akşam	9.45±0.11	0.546±0.005
14.08.2018	Sabah	8.39±0.03	0.524±0.003
	Akşam	8.12±0.02	0.468±0.045
15.08.2018	Sabah	7.64±0.04	0.467±0.008
	Akşam	6.56±0.04	0.426±0.019
16.08.2018	Sabah	6.51±0.03	0.433±0.036
	Akşam	6.44±0.03	0.424±0.004

Siirt boz antepfıstığı meyvelerinin kavlak örnekleri 48 saat içinde kurumuştur. Nem miktarı 3 günün sonunda %51.33'ten %6.44'e düşmüştür. Kuruma süresi sonunda su aktivitesi değeri 0.969 birimden 0.334'e düşmüştür. Meyvelerin nem miktarı ve su aktivitesi değerleri Çizelge 4.4.'te gösterilmiştir. Siirt boz kavlak meyveler 2.5 günde kurumuştur.

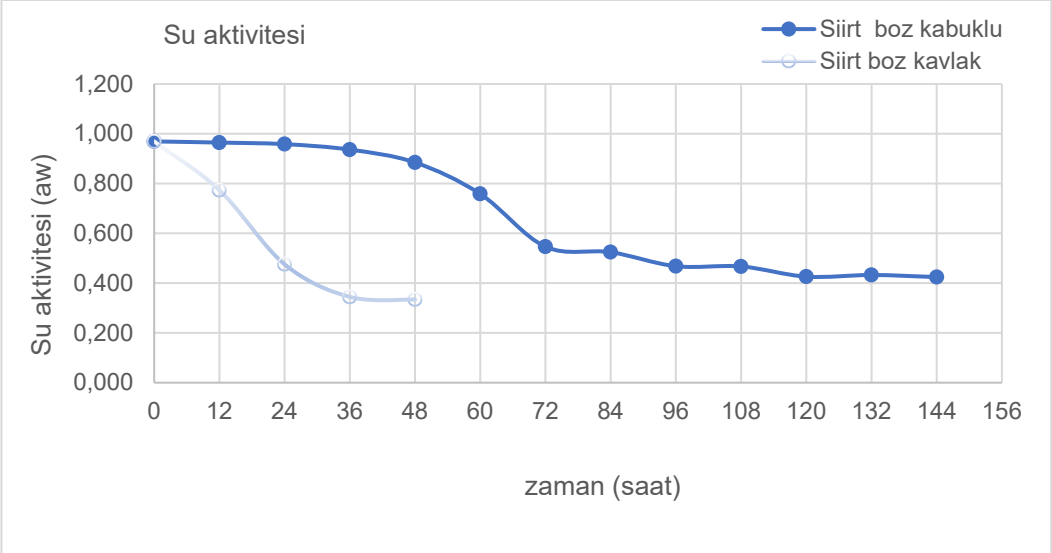
Çizelge 4.4. Siirt çeşidi boz antepfıstığı (kavlak) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi

Tarih		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)
11.08.2018	Akşam	51.33±0.02	0.969±0.001
11.08.2018	Sabah	9.84±0.50	0.774±0.007
	Akşam	6.28±0.03	0.476±0.008
12.08.2018	Sabah	5.76±0.03	0.345±0.007
	Akşam	2.91±0.03	0.334±0.008

Kabuklu ve kavlak meyvelerin arasındaki kuruma süresi nem miktarı ve su aktivitesi değerlerinden açıkça görülmektedir. Meyvelerin nem miktarı ve su aktivitesi değerleri Şekil 4.3. ve 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Siirt boz antepfıstığı meyvelerinde nem miktarı değerleri değişimi



Şekil 4.4. Siirt boz antepfıstığı meyvelerinde su aktivitesi değerleri değişimi

Uzun çeşidi antepfıstığının "ağaç altı" olarak adlandırılan meyveleri ben hasadından önce toplanıp nem miktarı ve su aktivitesi analizleri yapılmıştır. Uzu ağaç altı meyvelerin nem miktarı %5.27, su aktivitesi değeri 0.290 olarak ölçülmüştür. Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinde normal hasat ağustos ayının son haftasında gerçekleştirilmiştir. Antepfıstığı meyvelerinde kurutma işlemi, kabuklu olarak beton zemin üzerinde gerçekleştirilmiştir. Nem ve su aktivesi analizleri her gün sabah ve akşam saatlerinde olmak üzere iki defa yapılmıştır. Uzun ben meyveleri

96 saat içinde kurumuştur. Su aktivitesi ve nem miktarı değerleri Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Meyvelerin nem miktarı kuruma süresi sonunda %41.61'ten %5.27'ye düşürülmüştür. Su aktivitesi 0.962'den 0.290'a düşürülmüştür. Kurtulan meyveler polipropilen (PP) çuvallara konularak depoya alınmıştır.

Çizelge 4.5. Uzun ben antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinde nem miktarı ve su aktivitesi değerleri

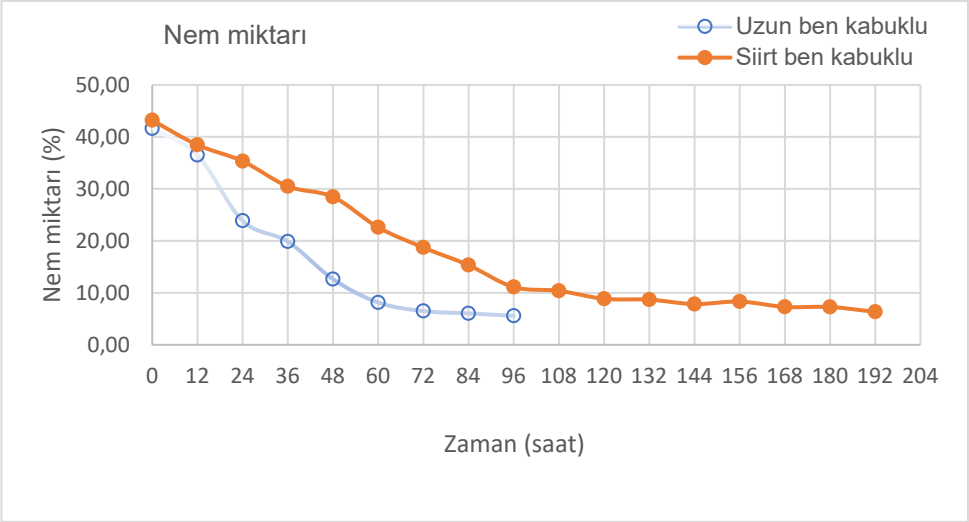
Tarih		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)
27.08.2018	Akşam	41.61±0.05	0.962±0.000
28.08.2018	Sabah	36.49±0.06	0.955±0.002
	Akşam	23.87±0.06	0.937±0.004
29.08.2018	Sabah	19.87±0.03	0.884±0.002
	Akşam	12.64±0.04	0.791±0.002
30.08.2018	Sabah	8.14±0.03	0.568±0.011
	Akşam	6.49±0.02	0.382±0.013
31.08.2018	Sabah	6.04±0.01	0.339±0.008
	Akşam	5.57±0.02	0.291±0.009
Ağaç altı		5.27±0.00	0.290±0.000

Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin ben hasadı 03.10.2018 tarihinde yapılmıştır. Siirt çeşidi antepfıstığının "ağaç altı" olarak adlandırılan meyveleri ben hasadından önce toplanıp nem miktarı ve su aktivitesi analizleri yapılmıştır. Ağaç altı meyvelerin nem miktarı %6.43, su aktivitesi değeri 0.417 olarak ölçülmüştür. Hasat edilen meyveler kavlatılmadan beton zemin üzerinde kurutulmuştur. Siirt ben meyvelerinin kuruma süresi 192 saat olarak gerçekleşmiştir. Nem miktarı %3.18'den %6.35'e düşürülmüştür. Su aktivitesi değeri 0.961'den 0.417'ye düşürülmüştür. Siirt ben meyvelerin su aktivitesi ve nem miktarı değerleri Çizelge 4.6.'de verilmiştir.

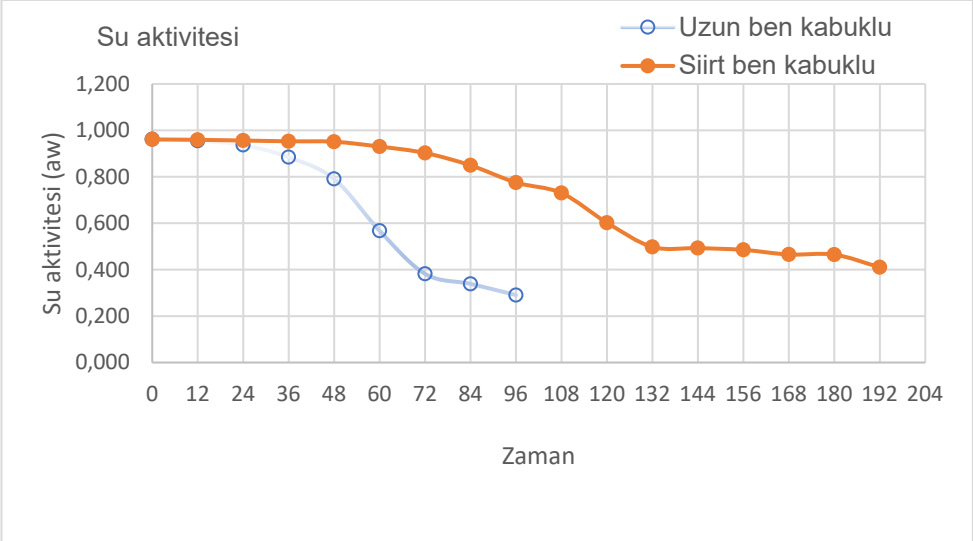
Çizelge 4.6. Siirt çeşidi ben antepfıstığı (kabuklu) meyvelerinin nem miktarı ve su aktivitesi değerleri

Tarih		Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)
03.10.2018	Sabah	43.18±0.00	0.961±0.003
	Akşam	38.45±0.04	0.959±0.001
04.10.2018	Sabah	35.33±0.05	0.956±0.003
	Akşam	30.49±0.07	0.953±0.001
05.10.2018	Sabah	28.45±0.04	0.951±0.002
	Akşam	22.60±0.04	0.930±0.003
06.10.2018	Sabah	18.71±0.02	0.903±0.002
	Akşam	15.32±0.02	0.849±0.007
07.10.2018	Sabah	13.18±0.00	0.812±0.003
	Akşam	11.10±0.04	0.775±0.019
08.10.2018	Sabah	10.39±0.04	0.730±0.040
	Akşam	8.85±0.04	0.602±0.027
09.10.2018	Sabah	8.70±0.01	0.498±0.031
	Akşam	7.84±0.03	0.493±0.025
10.10.2018	Sabah	8.33±0.02	0.485±0.021
	Akşam	7.29±0.04	0.465±0.025
11.10.2018	Sabah	7.28±0.02	0.465±0.014
	Akşam	6.35±0.03	0.410±0.002
Ağaç altı		6.43±0.00	0.417±0.000

Uzun ben meyveleri ve Siirt ben meyvelerinin kuruma süresi sırasıyla 96 saat ve 192 saat olarak gerçekleşmiştir. Siirt meyvelerinin daha geç kurumasının sebepleri hasat zamanının geç olması, günlerin kısa olması, hava sıcaklığının daha düşük olması ve bağıl nemin daha yüksek olması olarak sıralanabilir. Ayrıca Siirt meyveleri Uzun meyvelerden daha iri ve yuvarlak olması için kuruma sürelerini uzatmaktadır. Taze Uzun ve Siirt ben meyvelerinin kuruma esnasında nem miktarı ve su aktivite değerleri Şekil 4.5. ve 4.6.'da verilmiştir.



Şekil 4.5. Uzun ve Siirt ben meyvelerinin nem miktarı değişimi



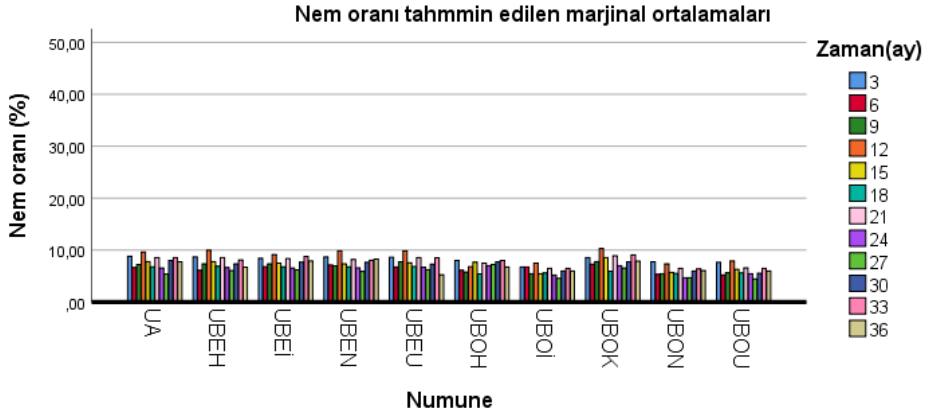
Şekil 4.6. Uzun ve Siirt ben meyvelerinin su aktivitesi değişimi

Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin kuruma sürecine bakıldığında, boz hasat edilen ve kavlatılan meyvelerinin kuruma sürelerinin kısa olduğu görülmüştür. Uzun boz kabuklu ile Uzun ben meyveleri (kabuklu) meyvelerinin kuruma süresi 96 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Siirt boz kabuklu ve Siirt ben (kabuklu) meyveleri daha uzun sürede kurumuş olup, kuruma süreleri sırasıyla 144 saat ve 192 saat olarak gerçekleşmiştir.

Tasnif edilen antepfıstığı meyvelerinin Uzun çeşidi örneklerinin depolama süresi boyunca nem miktarı ve su aktivitesi analizleri sonuçları Şekil 4.7. ve 4.8.'de verilmiştir. Uzun boz (kavlak) numunelerin nem miktarının ben örneklere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Genel olarak yağışın olduğu aylarda bağıl nemin arttığı aylarda örneklerde nem miktarında artış gözlenmiştir. Baazeem ve ark. (2021), *Aspergillus* küflerinin gelişimi için meyvelerde nem miktarının %8-10'un üstüne çıkmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

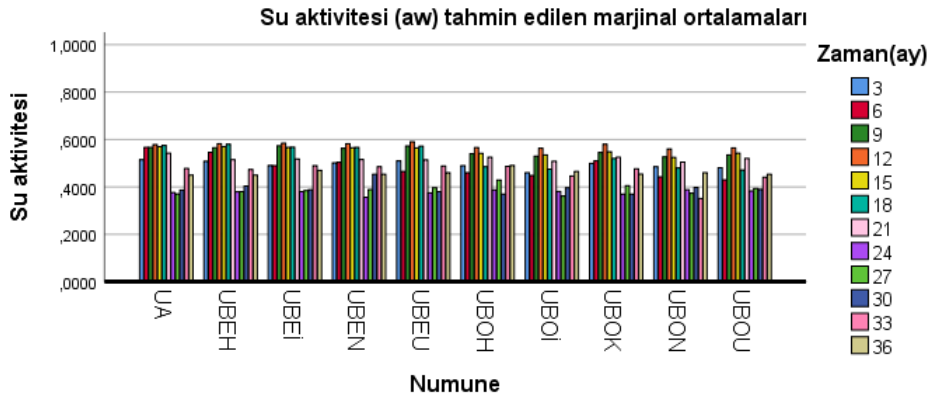
Uzun çeşidi meyvelerin 12. aydaki nem miktarı analizlerinde Uzun ağaç altı (UA), Uzun ben hasarlı (UBEH), Uzun ben normal (UBEN) ve Uzun boz kabuklu (UBOK) meyve örneklerine nem miktarı sırasıyla %9.60, 9.97, 9.85 ve 10.31 olarak yüksek değerlerde ölçülmüştür. Çalışmada çalışılan bütün meyve örneklerine ait tanımlayıcı istatistikler tezin sonundaki EK bölümünde verilmiştir (Ek-2).

Depolama süresi boyunca analiz edilen örneklerin su aktivitesi değerleri 0.60 değerlerinin üstüne çıkmamıştır. Bhatnagar ve ark. (2006), *A. flavus*'un yüksek küf üretimi ve mikotoksin oluşumu için yüksek su aktivitesi (a_w) değerlerine ihtiyaç duyduğu belirtmektedirler. Büyüme ve sporların çimlenmesi 0.85 a_w değerinin altında yavaşlamakta, 0.70 ile 0.75 a_w değerlerinin altında ise tümüyle baskılanmaktadır. Bu çalışmada herhangi bir numunede bu değerlere ulaşan a_w değeri ölçülmemiştir.



UA: Uzun ağa çaltı, UBEH: Uzun ben hasarlı, UBEİ: Uzun ben iri, UBEN: Uzun ben normal, UBEU: Uzun ben ufak, UBOH: Uzun boz hasarlı, UBOİ: Uzun boz iri, UBOK: Uzun boz kabuklu, UBON: Uzun boz normal, UBOU: Uzun boz ufak

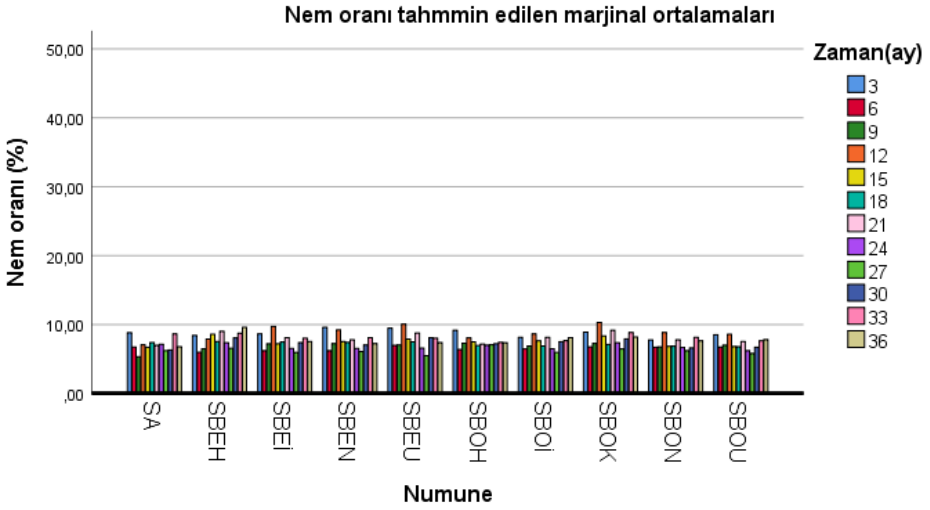
Şekil 4.7. Uzun antepfıstığı meyvelerinin nem miktarı değerleri



UA: Uzun ağa çaltı, UBEH: Uzun ben hasarlı, UBEİ: Uzun ben iri, UBEN: Uzun ben normal, UBEU: Uzun ben ufak, UBOH: Uzun boz hasarlı, UBOİ: Uzun boz iri, UBOK: Uzun boz kabuklu, UBON: Uzun boz normal, UBOU: Uzun boz ufak

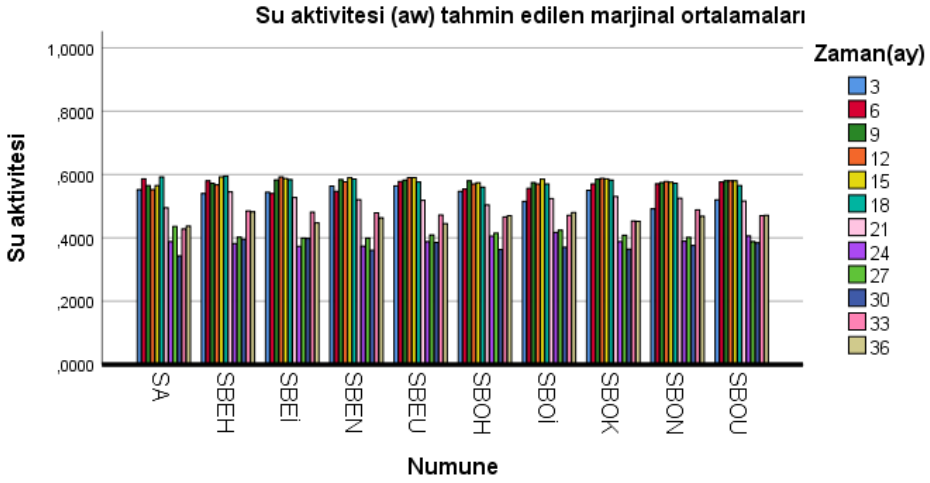
Şekil 4.8. Uzun antepfıstığı meyvelerinin su aktivitesi değerleri

Su aktivitesi ve nem miktarı analizleri Siirt meyvelerinde de 36 ay boyunca yapılmıştır. Analizler depolama süresi boyunca 3 ayda bir tekrarlanmıştır. Siirt çeşidi meyvelerin nem miktarı ve su aktivitesi değerleri Şekil 4.9. ve 4.10'da gösterilmiştir. Siirt örneklerinde nem miktarı en çok 12. ayda Siirt ben hasarlı (SBEİ), Siirt ben ufak (SBEU) ve Siirt ben kabuklu (SBOK) örneklerde sırasıyla %9.72, 10.6 ve 10.31 olarak ölçülmüştür. Aynı örneklerde su aktivitesi analizleri de yapılmıştır. Depolama süresi boyunca yapılan analizlerde su aktivitesi değeri 0.60'ı geçen örnek olmamıştır.



SA: Siirt ağaç altı, SBEH: Siirt ben hasarlı, SBEİ: Siirt ben iri, SBEU: Siirt ben ufak, SBOH: Siirt boz hasarlı, SBOİ: Siirt boz iri, SBOK: Siirt boz kabuklu, SBON: Siirt boz normal, SBOU: Siirt boz ufak

Şekil 4.9. Siirt antepfıstığı meyvelerinin nem miktarı değerleri



SA: Siirt ağaç altı, SBEH: Siirt ben hasarlı, SBEİ: Siirt ben iri, SBEU: Siirt ben ufak, SBOH: Siirt boz hasarlı, SBOİ: Siirt boz iri, SBOK: Siirt boz kabuklu, SBON: Siirt boz normal, SBOU: Siirt boz ufak

Şekil 4.10. Siirt antepfıstığı meyvelerinin su aktivitesi değerleri

4.3. Küf Analizi Sonuçları

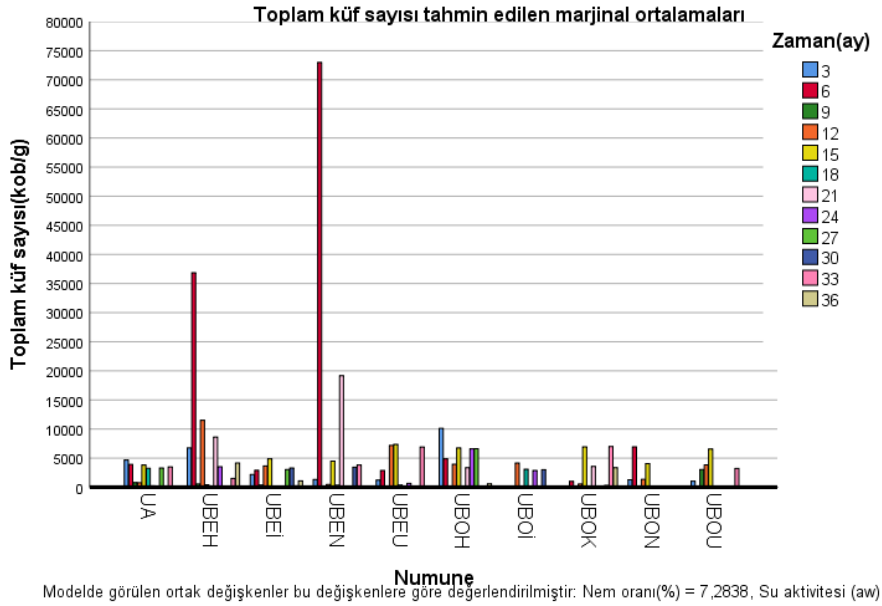
Hasat edilen taze antepfıstığı meyvelerinin küf analizleri Uzun ve Siirt çeşitlerinde yapılmıştır. İki farklı hasat zamanında olmak üzere boz ve ben meyvelerde gerçekleştirilmiştir. Boz antepfıstığı meyveleri hasat edildikten sonra yumuşak dış kabukları sulu kavlatma makinesinde soyulmuştur. Boz meyvelerin bir kısmı kavlatma işlemi yapılmadan kabuklu şekilde kurutulmuştur. Hem Uzun hem de

Siirt çeşidi ben antepfıstığı meyveleri kabuklu olarak kurutulmuştur. Kurutulan örnekler tasnif edildikten sonra depolanmış olup, analizler periyodik olarak 3 ayda bir yapılmıştır. Hasat edilen taze antepfıstığı meyvelerinde yapılan küf analizleri Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Taze meyve örneklerinde sadece Uzun ben taze örneklerinde küf gelişimi görülmüştür. Bu örneklerin küf miktarı $1,0x10^2$ kob/g olarak çıkmıştır.

Çizelge 4.7. Taze antepfıstığı meyvelerinin toplam küf sayısı değerleri

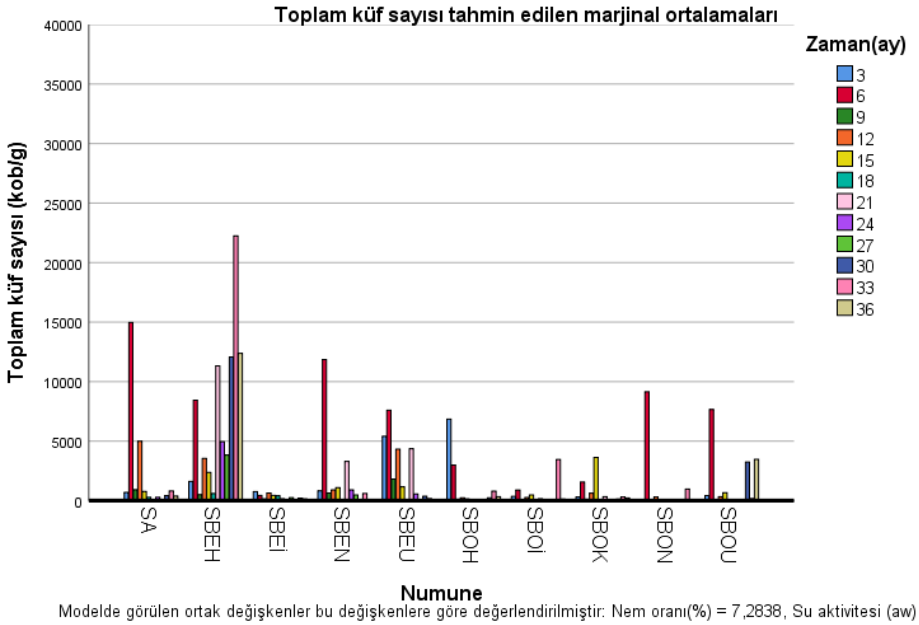
Numune Adı	Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)	Küf sayısı (kob/g)
Uzun boz taze	53.11	0.961	Tespit edilmemiştir
Uzun ben taze	41.61	0.962	$1,0x10^2$
Siirt boz taze	51.33	0.969	Tespit edilmemiştir
Siirt boz taze	43.18	0.961	Tespit edilmemiştir

Antepfıstığı meyvelerinin taze örnekleri kurutulduktan sonra tasnif edilmiştir. Depolama süresi boyunca küf analizleri 3 ayda bir yapılmıştır. Uzun ve Siirt antepfıstığı meyvelerinin küf analizleri Şekil 4.11. ve 4.12.'de gösterilmiştir. Uzun çeşidi meyvelerde küf sayısı en yüksek çıktığı örnekler; 6. ayda Uzun ben hasarlı (UBEH) ve Uzun ben normal örneklerinde sırasıyla $3,7x10^4$ ve $7,3x10^4$ kob/g olarak bulunmuştur. Depolama süresi boyunca bütün örneklerin toplam küf sayısı (TKS) sonuçları tezin sonunda bulunan tanımlayıcı istatistiksel analizler kısmında verilmiştir (EK-2).



UA: Uzun ağaç altı, UBEH: Uzun ben hasarlı, UBEİ: Uzun ben iri, UBEN: Uzun ben normal, UBEU: Uzun ben ufak, UBOH: Uzun boz hasarlı, UBOİ: Uzun boz iri, UBOK: Uzun boz kabuklu, UBON: Uzun boz normal, UBOU: Uzun boz ufak

Şekil 4.11. Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinin toplam küf sayısı değerleri



SA: Siirt ağaç altı, SBEH: Siirt ben hasarlı, SBEİ: Siirt ben iri, SBEU: Siirt ben ufak, SBOH: Siirt boz hasarlı, SBOİ: Siirt boz iri, SBOK: Siirt boz kabuklu, SBON: Siirt boz normal, SBOU: Siirt boz ufak

Şekil 4.12. Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin toplam küf sayısı değerleri

Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin küf analizleri sonuçlarına bakıldığında toplam küf sayısı (TKS) en fazla olan numuneler Siirt ağaç altı (SA), Siirt ben hasarlı (SBEH) ve Siirt ben normal (SBEN) örneklerinde tespit edilmiştir. Bu örneklerin

toplam küf sayıları sırasıyla Siirt ağaç altı $1,5x10^4$ kob/g (6. ay), Siirt ben hasarlı $2,2x10^4$ ve Siirt ben normal $1,2x10^4$ olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca bütün Siirt çeşidi meyve örneklerin toplam küf sayısı (TKS) sonuçları tezin sonunda bulunan tanımlayıcı istatistiksel analizler kısmında verilmiştir (EK-2).

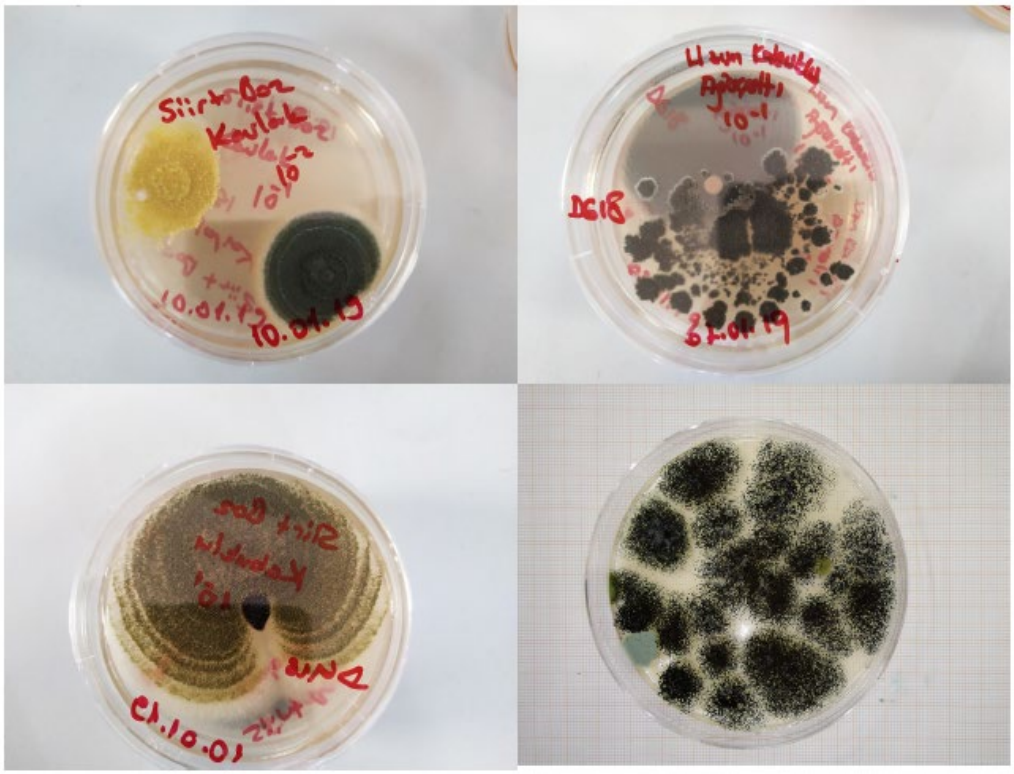
Fernane ve ark. (2010), antepfıstığında küf gelişiminin bahçede gelişebildiği, daha sonraki aşamalarda hasatta ve hasat sonrası depolama sırasında küflerin etkin olduğu belirtmişlerdir. Bazı durumlarda ipliksi (filamentous) küflerin toksik ikincil metabolit ürettiği belirtilmiştir. Bu ikincil metobalitlere mikotoksin denilmektedir. Bu toksik metabolitleri üreten küfler genellikle *Aspergillus*, *Penicillum* ve *Fusarium* cinslerine aittir.

Aspergillus küflerininin sert kabuklu meyvelerde bulunma ve birbiriyle ilişkisinin araştırıldığı çalışmada (Bayman ve ark., 2022), en çok bulunan küflerin *Aspergillus* küfleri ile *Rhizopus* ve *Penicillium* küfleri olduğu belirtilmiştir. Her meyve çeşidinin kendine özgü mikofloraya sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Genel olarak, *Aspergillus* türleri arasında güçlü pozitif ilişkiler gözlemlenmiştir; bir tür tarafından enfekte edilen yemişlerin diğer türler tarafından da kolonize edilmesi muhtemel olduğu belirtilmiştir. *Penicillium*'un varlığının, bazı durumlarda *A. niger* ve *Rhizopus* ile negatif ilişkili olduğu belirtilmiştir. Meyveler, hasat veya hasat sonrası işlemenin meyve mikoflorası üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve küflü meyvelerde genellikle tek bir türden ziyade birkaç küf tarafından kolonize edildiğini göstermektedir.

Bu çalışmada; meyvelerde yapılan toplam küf analizlerinde çoğunlukla siyah renkli küflerin olduğu görülmüştür. Ayrıca yeşil, beyaz-gri, sarı, mavi ve çok nadir pembe renkli küfler görülmüştür. Küf yoğunluğu, hasarlı meyvelerde daha yoğun gözlenmiştir. Aflatoksin bulunma sıklığı en çok Siirt ben hasarlı (SBEH) örneklerde görülmüştür. Siirt ben meyvelerinin normal ve hasarlı meyveleri Şekil 4.13.'te gösterilmiştir. Çalışmada; 25 °C ve 5 gün boyunca besiyerinde bekletilen örneklerin bazılarının küf gelişimi Şekil 4.14.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Siirt çeşidi antepfıstığı meyveleri, normal(solda) ve hasarlı ben meyveleri



Şekil 4.14. Antepfıstığı meyvelerinde görülen küflerin fotoğrafları

Bu çalışmada depolama esnasında numunelerde yapılan küf analizlerinde küf oluşumu gözlenmiştir. Bu durumda ortamda küf sporlarının varlığının olduğu, fakat meyvelerin su aktivitesi (a_w) düşük olduğu için küf gelişiminin az olduğu görülmüştür. Bu yüzden meyvelerde mikotoksin varlığı azdır ve limitlerin altında çıkmıştır. Depo şartlarının uygun olmadığı, nem miktarının fazla ve su aktivitesinin

yüksek (0.80 ve üzeri) olduğu durumlarda küf yoğunluğunun yüksek; bu küflerin meyvelerin bozulmasına ve mikotoksin oluşturabileceği beklenmektedir.

4.4. Aflatoksin Analizi Sonuçları

Antepfıstığı meyvelerinde aflatoksin analizleri HPLC-FLD cihazında yapılmıştır. Antepfıstığı numunelerinin taze örnekleri analiz süresine kadar -22 ºC'de soğuk ortamda bekletilmiştir. Uzun ve Siirt çeşitlerinin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi-Floresan Detektör (HPLC-FLD) sisteminde yapılan ilk analizlerinde aflatoksin tespit edilmemiştir. Analizler Uzun boz ve Uzun ben taze ile Siirt boz ve Siirt ben taze, Uzun ağaç çaltı ve Siirt ağaç altı örneklerinde yapılmıştır. Kurutma işleminden sonra Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstığı meyveleri tasnif edilip depolanmıştır. Depolama süresi boyunca aflatoksin analizleri yapılmıştır. Taze meyvelerde yapılan analizlerden sonra kurutulan meyvelerin aflatoksin analizlerine 3 aylık periyotlarla 36 ay boyunca devam edilmiştir.

Depolama süresi esnasında yapılan analizlerde ilk aflatoksin tespit edilen numune örneği Siirt ben hasarlı (SBEH) örneğinde, 9. ayda yapılan analizde ölçülmüştür. Bu örnekte AFB1 0.2982 ppb olarak bulunmuştur. Diğer meyve örneklerinde aflatoksin tespit edilmemiştir. 3. ve 6. aydaki analizlerde aflatoksin tespit edilmemiştir.

Antepfıstığı meyvelerinde yapılan aflatoksin analizlerinde Uzun boz normal (UBON) meyve örneklerinde 12. aydaki analizde AFB1 0.4137 ppb olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde yapılan aflatoksin analizlerinde diğer numunelerde aflatoksin tespit edilmemiştir. Periyodik olarak devam edilen aflatoksin analizlerinde, 15. ve 18. aylarda herhangi bir numune örneğinde aflatoksin tespit edilmemiştir.

Çalışma boyunca yapılan aflatoksin analizlerinde en çok aflatoksin bulunan meyve örnekleri Siirt ben hasarlı meyveleri olmuştur. 21. aydaki analizlerde Siirt ben hasarlı numunesinde AFB1 0.0366 ppb, AFB2 0.2348 ppb olarak ölçülmüştür. Bu dönemde diğer meyve örneklerinde aflatoksin tespit edilmemiştir.

Siirt ben hasarlı meyve örneklerinde 24. aydaki aflatoksin analizinde AFB1 0.1626 ppb, AFG1 0.0378 ppb olarak bulunmuştur. Bu dönemde diğer meyve örneklerinde aflatoksin tespit edilmemiştir. 27. ayda yapılan analizlerde Siirt ben hasarlı meyve örneklerinde AFB1 0.0599 ppb olarak ölçülmüştür. Bu dönemde diğer meyve örneklerinde yapılan analizlerde aflatoksin tespit edilmemiştir. 30. ayda yapılan analizlerde, Siirt ben hasarlı numunesinde AFB1 0.2018 ppb, Uzun boz kabuklu (UBOK) numunesinde AFB1 0.1323 ppb olarak bulunmuş olup diğer öneklerde aflatoksin tespit edilmemiştir. 33. aydaki aflatoksin analizlerinde herhangi bir meyve örneğinde aflatoksin tespit edilmemiştir. Depolama süresinin son dönemi olan 36. ayda aflatoksin analizlerinde sadece Siirt ben hasarlı numunesinde aflatoksin tespit edilmiştir. Bu numunede AFB1 0.4429 ppb, AFB2 0.3280 olarak bulunmuştur. Çalışmada depolama süresi boyunca yapılan aflatoksin analizlerinde aflatoksin tespit edilen numunelerin analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir. En yüksek aflatoksin değeri, Siirt ben hasarlı (SBEH) meyve örneklerinde 36. ayda AFB2 0.3280 ppb, AFB1 ise 0.4429 ppb olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Antepfıstığı meyvelerinin aflatoksin sonuçları

Numune	AFG2 (ppb)	AFG1 (ppb)	AFB2 (ppb)	AFB1 (ppb)	Zaman (ay)
UBON				0.4137±0.063	12. ay
UBOK				0.1323±0.020	30. ay
SBEH				0.2982±0.044	9. ay
			0.2348±0.029	0.0366±0.005	21. ay
		0.0378±0.003		0.1626±0.024	24. ay
				0.0599±0.009	27. ay
				0.2018±0.030	30. ay
			0.3280±0.033	0.4429±0.067	36. ay

Çalışmada en çok aflatoksin tespit edilen meyve örnekleri Siirt ben hasarlı meyve örneklerin olmuştur. Bu sonuçlar Avrupa Birliği Mevzuatı ve Türk Gıda Mevzuatının (TGK, 2011; UJEU, 2010) belirlediği üst limitlerin altında çıkmıştır. Avrupa Birliği ve Türk Gıda mevzuatındaki aflatoksin üst limitleri aynıdır. Bu limitler doğrudan tüketime sunulmayan ve işleme tabi tutulacak antepfıstığında AFB 112.0 ppb, toplam aflatoksin (AFT) 15.0 ppb olarak belirlenmiştir. İşleme tabi tutulan, doğrudan insana tüketimine sulan veya gıdalarda bileşen olarak kullanılan antepfıstığı meyvelerinde ise aflatoksin üst limitleri AFB1 8.0 ppb, toplam aflatoksin (AFT) 15.0 ppb olarak belirlenmiştir. Çalışmada bu limitleri aşan herhangi bir

numune olmamıştır. Meyveler hasarlı olmasına rağmen ve depo zararlıları tarafından meyve içinin daha da zarar görmesi gözlenmesine rağmen bağıl nemin düşük olması ve bu yüzden su aktivite değerlerinin küflerin gelişimi için gerekli olan 0.70 değerinin altında olduğu için mikotoksin oluşturan küflerin gelişimi etkili olamamıştır.

Gıdaların içerisindeki su miktarı, su aktivitesi, sıcaklık ve ürün kompozisyonu mikroorganizmaların gelişimini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Antepfıstığı meyvelerinin bozulmasına sebep olan ve mikotoksin üreten *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus flavus* ve başlıca riskli küflerdir. *A.* parasiticus ve *Aspergillus flavus* daha düşük su aktivitesi ve daha yüksek sıcaklıklara sahip ortamlarda gelişebildikleri için başta tahıllar olmak üzere çeşitli gıdalarda aflatoksin kontaminasyonunun ana nedenleridir. *Aspergillus*'un büyümesi ve aflatoksin ve siklopiazonik asit (cyclopiazonic acid) mikotoksinlerinin oluşumu, çevresel uyaranlardan güçlü bir şekilde etkilenir ve depolama sırasında su aktivitesi, pH, sıcaklık ve ışık gibi parametreler değiştirilerek mikotoksin oluşumu engellenebilir ya da azaltılabilir. Antepfıstığı depolamasında küf gelişimini etkileyen faktörler depo sıcaklığı, nem miktarı ve su aktivitesi olarak sıralanabilir (Priesterjahn ve ark., 2022).

Bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biri, ben hasadı öncesi olgunlaşan ve kendiliğinden yere düşen, toprakta kuruyan "ağaç altı" ben meyvelerinde aflatoksin ve okratoksin tespit edilmemesi olmuştur. Bunun sebebi torağın kuru olması olabilir. Çünkü antepfıstığı meyveleri ben hasadından yapılmadan 1 ay önce sulamama kesilmektedir. Ayrıca bu meyvelerin hiçbirinin dış kabuğu hasar görmemiştir ve renkleri diğer meyvelere göre daha canlıdır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde hasat zamanı olan yaz ayları ve sonbaharın ilk aylarında sıcaklık yüksek ve bağıl nem düşük olduğu için antepfıstığı meyveleri çabuk kurumakta ve küflerden az etkilenmektedir.

Antepfıstığı ve antepfıstığı içeren gıda ürünlerinin Avrupa Birliği ülkelerine yapılan ihracatında son bir yıl içerisinde 28 adet gıda ürünü Avrupa Birliği gıda mevzuatı şartlarını sağlamamıştır (RASFF, 2022). Doğrudan tüketime sunulan

antepfıstığında aflatoksinler için üst limitler AFB1 8.0 µg/kg (ppb) ve toplam aflatoksin (AFB1+AFB2+AFG1+AFG2) 10.0 ppb olarak belirtilmektedir. Mevzuatta belirtilen limitlere uymayan ürünler piyasadan toplatılmış ya da sınırdan geri çevrilmiştir (OJEU, 2010).

Bu çalışmada herhangi bir numunede limitleri aşan mikotoksin tespit edilmemiştir. Hasarlı meyvelerde (çoğunlukla Siirt ben hasarlı numunesi) mikotoksin tespit edilmesine rağmen limitlerin altında çıkmıştır. Meyve örneklerinde yapılan toplam küf analizlerinde küt oluşturan sporlar bulunmasına rağmen analizlerde mevzuat limitlerini aşan aflatoksin bulunmamıştır. Bu durumun sebebi depolama esnasında su aktivitesinin fazla olmaması sebebi ile ilgilidir.

Su aktivitesi (a_w), gıdaların içindeki suyun ne kadarının serbest ne kadarının da bağlı olduğu hakkında fikir veren bir değer olarak tanımlanabilir. Gıda içindeki su serbest ise yani bağlı değilse bu suyu mikroorganizmalar daha rahat kullanabilir. Kimyasal, biyokimyasal reaksiyonlarda da su varlığı önem teşkil etmektedir. Mikroorganizmaların gelişmesi ve çoğalması için de gıda içindeki kullanılabilir su miktarı önem arz etmektedir (Mermelstein, 2009). Gıdalarda bozulmaya sebep olan ve mikotoksin üreten küfler gıdada su aktivitesinin 0.70 altında olduğu durumlarda etkin olamamaktadırlar. Antepfıstığı meyvelerinin muhafaza edildiği depoların bağıl nem oranının düşük olması gerekmektedir. Bu sayede meyvelerin ortamdan nem alması az olacağından su aktivite değerleri de az olacaktır.

Antepfıstığı meyvelerinde birçok küf çeşidi kırmızı dış kabuk ve iç meyveye zarar verebilmektedir (Denizel ve ark., 1976). Antepfıstığı meyvelerinin bozulmasına sebep olan bu küfler *Cladosporium*, *Epicoccum, Alternaria*, *Fusarium, Aspergillus*, *Penicillium*, *Eurotium*, *Trichoderma*, *Ulocladium* ve *Rhizopus* çeşidi küfler olarak sıralanmaktadır (Fernane ve ark., 2010). Bu çalışmada hasarlı meyveler, kırmızı dış kabuğu yırtılan meyveler (çoğunlukla Siirt çeşidi ve ben meyvelerde), böcek ve kuş zararı meyveler meyve yapısı bozulduğu çevresel faktörlere (nem, sıcaklık, depo zararlısı) daha hassastır.

Yapılan çalışmalarda bildirilen binlerce küf türünden yaklaşık 100 türün çeşitli mikotoksinler üretebildiği belirtilmektedir. Mikotoksin üreten küflerin en öncelikli olanları *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium* cinslerine ait olan küflerdir (Manna ve Kim, 2016).

Bu çalışmada; küf gelişimi ve buna bağlı olarak uygun şartlarda mikotoksin üretiminin gerçekleşmesi için yeterli şartlar oluşmamıştır. Özellikle su aktivitesi değerleri proje çalışması boyunca 0.70 ve üstüne çıkmamıştır. Bu değer patojen küflerin gelişimi için minimum değer olarak kabul edilmektedir. Bu avantajlı durum sayesinde antepfıstığı meyvelerinde küf gelişimi için uygun şartlar oluşmamıştır. Hasattan sonra taze örneklerde yapılan küf analizlerinde sadece Uzun ben taze (UBET) örneklerinde $1{,}0x10^2$ toplam küf tespit edilmiştir. Uzun boz taze (UBOT), Siirt boz taze (SBOT) ve Siirt ben taze (SBET) örneklerinde küf çıkmamıştır. Taze örneklerde nem miktarı ve su aktivitesi(a_w) küf gelişimi için uygun olmasına rağmen kuruma süresinin kısa olması ve meyvelerin sergi ortamında ince serilmesi küflerin gelişimini engellemiştir. Kurumanın yapıldığı beton zeminin kuru, temiz ve havadar olması antepfıstığı meyvelerin hijyenik bir şekilde kurumasını sağlamıştır.

4.5. Okratoksin A Analizleri Sonuçları

Antepfıstığı meyvelerinde okratoksin A analizleri HPLC-FLD cihazında yapılmıştır. Okratoksin A OTA analizleri taze ürünlerde ve kurutulmuş ürünlerde yapılmıştır. Analizler üç aylık periyotlarla otuz altı aya kadar yapılmıştır. Okratoksin A (OTA) mikotoksini çalışmada yapılan hiçbir analizde tespit edilmemiştir. Okratoksin A antepfıstığı meyvelerinde bulunma sıklığı çok olmadığı için mevzuatta belirtilen bir limit bulunmamaktadır (TGK, 2011).

Fernane ve ark. (2010), İspanya'da gerçekleştirdikleri piyasa araştırmasında antepfıstığında mikotoksinlerin (aflatoksinler ve okratoksin A) varlığı araştırılmış, yapılan analizlerde 50 antepfıstığı numunesi incelenmiş olup sadece bir numunede OTA (0.67 µg/kg) tespit etmişlerdir. Çalışmada izole edilen küflerin OTA üretebilme özelliği olmasına rağmen, bu küflerin antepfıstığında bulaşan oluşturma

oranının çok az olduğu belirtilmiştir. Bu tezin kapsamında yapılan analizlerde herhangi bir numunede okratoksin A tespit edilmemiştir.

Yapılan çalışmalarda ve piyasa denetimlerinde çok nadir olsa da antepfıstığı örneklerinde OTA tespit edildiği belirtilmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinin ortak sistemi olan Gıda ve Yemde Hızlı Uyarı Sistemi (RASFF) verilerine göre Türkiye'de Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilen ve Avrupa Birliği mevzuatından belirlenen maksimum limitleri aşan; Okratoksin A için toplam 40 tane bildirim tespit edilmiştir. Bu bildirimlerden sadece 1 tanesi antepfıstığı içindir ve miktar olarak yüksek çıkmıştır. Bu üründe aynı zamanda aflatoksin de bulunmuş olup; aflatoksin B1(AFB1) 27.4 ppb, toplam aflatoksin (AFT) 29.7 ve okratoksin A(OTA) 282.8 ppb olarak bulunmuştur (RAFF, 2023).

Bu çalışmada; farklı hasat dönemi, irilik, hasar durumu, ağaç altı meyveler ve depolama zamanı dikkate alınarak yapılan analizlerde inkübasyon sonrası küf kolonileri oluşmasına rağmen meyve örneklerinde okratoksin A (OTA) tespit edilmemiştir. Meyve örneklerinde küf sporları bulunmasına rağmen çevre şartları (nem miktarı, su aktivitesi vb.,) küflerin gelişimi için optimum olmadığı için küflerin yoğun bir şekilde gelişmesi ve sonucunda mikotoksin üretemediği görülmüştür.

4.6. Serbest Yağ Asitliği Sonuçları

Yağları meydanı getiren triaçilgliseritlerin hidrolizi sonucunda serbest yağ asitleri ortaya çıkmaktadır. Yağların hidrolizi gıda ürünü içindeki nem miktarı ile artmaktadır (Dijkstra, 2016). Antepfıstığı meyveleri yüksek yağ içeriği ve bu yağların önemli bir kısmının tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri olması sebebiyle serbest yağ asitliği oluşumu gözlemlenebilmektedir. Mikotoksin oluşumunda olduğu gibi serbest yağ asitliğinin ortaya çıkması için ürün içindeki nem miktarının yüksek olması gerekmektedir. Gıda güvenilirliği ve gıda kalitesi şartlarının sağlanması için ürün içindeki nem miktarının düşük tutulması, depolamanın temiz, kuru ve havadar bir ortamda yapılması gerekmektedir.

Çalışmada, Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinden çıkarılan yağların serbest yağ asitliği analizleri yapılmıştır. Hasat işleminden sonra Uzun boz ve Uzun ben taze ile Siirt boz ve Siirt ben taze örneklerinden elde edilen yağların serbest yağ asitliği analizleri yapılmıştır. Taze antepfıstığı meyvelerinin serbest yağ asitliği Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Bu analizlerde serbest yağ asitliği değeri Uzun boz taze yağında %0.310, Uzun ben taze yağında %0.338, Siirt ben taze yağında %0.338 ve Siirt ben taze yağında %0.423 oleik asit olarak hesaplanmıştır. Bu örneklerde Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğinde belirtilen soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda serbest yağ asitliği değeri maksimum 4.0 mg KOH/g yağ olarak belirlenmiştir. Bu değer %2.0 oleik asit değeri ile eşdeğerdir. Taze meyve örneklerinde bu değeri aşan numune olmamıştır.

Çizelge 4.9. Uzun ve Siirt antepfıstığı taze meyvelerinin serbest yağ asitliği

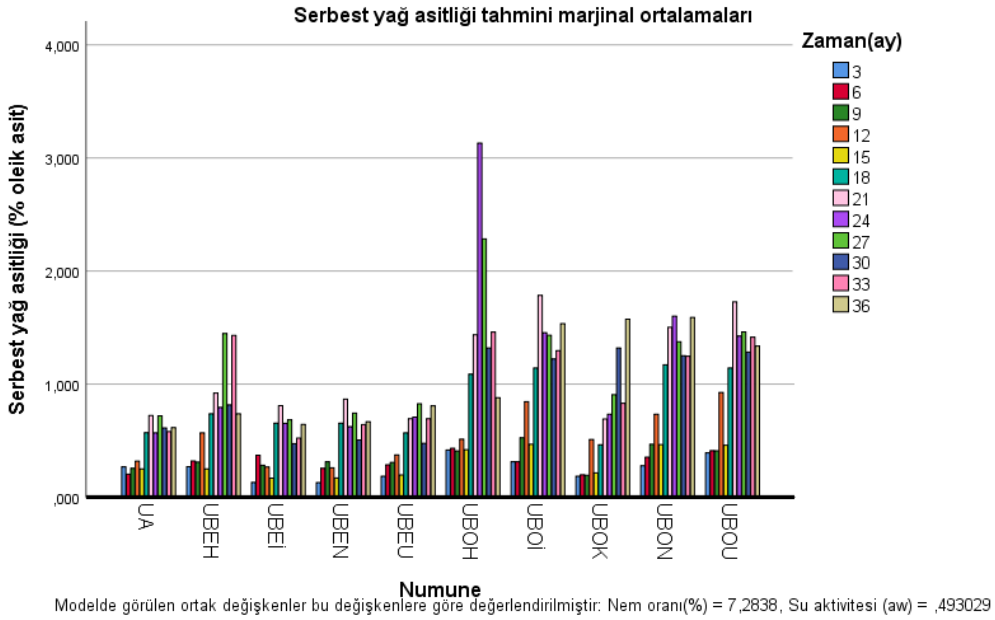
Numune Adı	Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)	Serbest yağ asitliği (% FFA, oleik asit)
Uzun boz taze	53.11	0.961	0.310
Uzun ben taze	41.61	0.962	0.338
Siirt boz taze	51.33	0.969	0.338
Siirt ben taze	43.18	0.961	0.423

Hasat edildikten sonra kurutulan antepfıstığı meyvelerinin boz ve ben örnekleri tasnif edilip depolanmıştır. Tasnif işlemi meyve çeşidi, hasar durumu, meyve iriliği, hasat zamanı ve meyve çeşidine göre yapılmıştır. Uzun ve Siirt çeşidi meyvelerinde 10'ar numune olmak üzere toplamda 20 tane kuru numune örneği depolanmıştır. Serbest yağ analizleri 3 aylık periyotlarla 36 ay boyunca yapılmıştır.

Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinin depolama boyunca yapılan (asitlik değeri) serbest yağ asitliği analiz sonuçları Şekil 4.15.'te verilmiştir. Serbest yağ asitliği analizi, meyve örneklerinden çıkarılan yağ örneklerinin NaOH ile mikro-titrasyonu ile yapılmıştır. Meyvelerden elde edilen yağın asitlik değeri (serbest yağ asitliği, FFA) değeri % oleik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

Depolama süresi boyunca yapılan analizlerde, Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinde serbest yağ asitliği değerinin en yüksek olduğu numune 24. ayda Uzun boz hasarlı (UBOH) meyvesinden çıkarılan yağda tespit edilmiştir. Bu analizde

serbest yağ asitliği (FFA) %3.1300 oleik asit olarak tespit edilmiştir. Aynı örnekte 27. ayda serbest yağ asitliği %2.2840 olarak tespit edilmiştir. Bu analizler dışında herhangi örnekte %2.0 değerini aşan örnek olmamıştır. Uzun çeşidi meyvelerin bütün boz örnekleri ile Uzun ben hasarlı meyve örneklerinde elde edilen yağların serbest yağ asitliği Uzun ben hasarlı meyvelerden fazla çıkmıştır. Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinden çıkarılan yağların serbest yağ asitliği değerleri tezin sonunda verilen tanımlayıcı istatistikler çizelgesinde gösterilmiştir (EK-2).

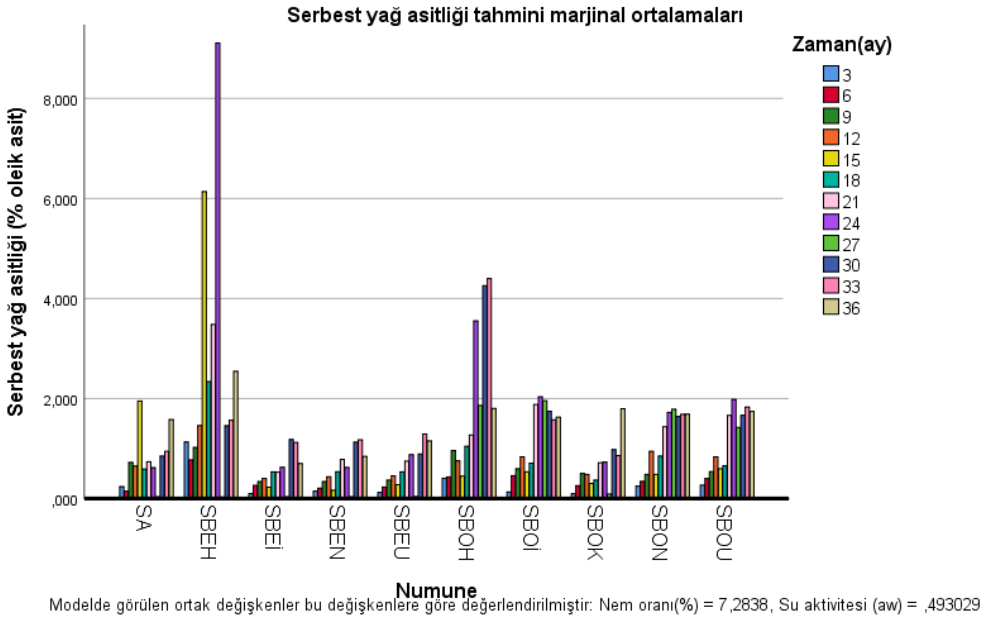


UA: Uzun ağa çaltı, UBEH: Uzun ben hasarlı, UBEİ: Uzun ben iri, UBEN: Uzun ben normal, UBEU: Uzun ben ufak, UBOH: Uzun boz hasarlı, UBOİ: Uzun boz iri, UBOK: Uzun boz kabuklu, UBON: Uzun boz normal, UBOU: Uzun boz ufak

Şekil 4.15. Uzun çeşidi antepfıstığı yağının serbest yağ asitliği değerleri

Türk gıda mevzuatı TGK Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğinde belirtilen değerlere göre; bitkisel asitlik değeri (serbest yağ asitliği) maksimum %2.0 oleik asit olarak belirtilmektedir. Bu değerler soğuk preslenmiş yağlarda ve natürel yağlarda belirtilen değerlerdir. Bu çalışmada bu limitleri aşan Uzun çeşidi antepfıstığı numuneleri Uzun boz hasarlı örneğinde olmuştur. Bu örneklerde 24. ayda %3.1300 oleik asit, 27. ayda %2.2840 oleik asit olarak ölçülmüştür. Uzun meyvelerin diğer örneklerinde %2.0 oleik asit limitini aşan numune tespit edilmemiştir.

Hasat edildikten sonra kurutulan ve tasnif edilen Siirt çeşidi antepfıstıklarında serbest yağ asitliği değerleri Şekil 4.16.'da verilmiştir. En yüksek serbest yağ asitliği miktarı Siirt ben hasarlı (SBEH) numunesinde %9.1090 oleik asit olarak 24. aydaki analizde bulunmuştur. Depolama süresi boyunca serbest yağ asitliği değeri %2.0 oleik asit değerini aşan örnekler Siirt ben hasarlı, Siirt boz hasarlı, Siirt boz iri meyve yağları olmuştur. Siirt ben hasarlı yağının serbest yağ asitliği %6.1480 (15. ay), %2.310 (18. ay), %3.4970 (21. ay), %9.1090, %9.1090 (24. ay) ve %2.5660 oleik ait (36. ay) bulunmuştur. Siirt boz hasarlı yağının serbest yağ asitliği %3.5530 (24. ay), %4.2580 oleik asit (30. ay) bulunmuştur. Siirt boz iri yağının serbest yağ asitliği değeri %2.0300 oleik asit (24. ay) olarak ölçülmüştür. Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinden çıkarılan yağların serbest yağ asitliği değerleri tezin sonunda verilen tanımlayıcı istatistikler çizelgesinde gösterilmiştir (EK-2).



SA: Siirt ağaç altı, SBEH: Siirt ben hasarlı, SBEİ: Siirt ben iri, SBEU: Siirt ben ufak, SBOH: Siirt boz hasarlı, SBOİ: Siirt boz iri, SBOK: Siirt boz kabuklu, SBON: Siirt boz normal, SBOU: Siirt boz ufak

Şekil 4.16. Siirt çeşidi antepfıstığı yağının serbest yağ asitliği değerleri

Antepfıstığı meyvelerinden elde edilen yağların serbest yağ asitliğine bakıldığında kavlatılmış meyvelerde ve hasarlı meyvelerde daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Siirt ben hasarlı meyvelerde; sonraki aylarda bu değerin altında olmasının sebebi, hasarlı ve aynı zamanda çıtlak meyvelerin içinin böcek hasarı nedeniyle

olmaması ve çıtlak olmayan meyvelerde yağın daha az bozulmuş olması olarak düşünülmektedir. Depolama esnasında ilk olarak Siirt ben hasarlı numunesinin serbest yağ asitliği 15. ayda %6.148 bulunmuştur. Türk gıda mevzuatı TGK Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğine göre; bitkilerden çıkarılan yağların izin verilen maksimum asitlik değeri (serbest yağ asitliği) % 2.0 oleik asit eşdeğeri (4.0 mg KOH/g yağ) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada bu limiti ilk aşan numune Siirt ben hasarlı numunesidir. Bu durum hasarlı ve çıtlak numunelerin böcek hasarı, nem ve oksijene daha çok maruz kalması ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Dijkstra, 2016).

Antepfıstığı meyveleri yüksek yağ içeriğine sahip meyvelerdir. Antepfıstığı meyvelerinde doymamış yağ asitleri oranı %87.07 olup (Polat, 2016), bu yağların oksidasyona maruz kalma durumları doymuş yağlardan daha fazladır. Serbest yağ asitliği, hasarlı ve boz meyvelerde daha yüksek çıkmıştır. Zamana göre de serbest yağ asitliği artış göstermiştir. Nem miktarı ve su aktivitesi ile serbest yağ asitliği arasında da ilişki olduğu görülmüştür (EK-2). Mevzuatta üst limit olan %2.0 değeri 24. aydan sonra boz örneklerde ve Siirt ben hasarlı (SBEH) meyve örneklerinde gözlenmiştir. Siirt ben hasarlı örneklerde 24. ayda serbest yağ asitliği (FFA) %9.109 olarak ölçülmüştür. Çalışmanın son aylarında çıtlak ve ağzı açık olan Siirt ben hasarlı meyvelerin çoğunluğu depo zararlıları tarafından tüketildiği için, az miktarda bu örneklerin sadece çıtlamamış olanları kalmıştır. Bunlardan elde edilen yağların serbest yağ asitliği meyve içi az zarar gördüğü için düşük çıkmaya başlamıştır.

Çalışmada aflatoksin değerleri Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği Mevzuatında (TGK, 2011; OJEU, 2006) belirtilen aflatoksin limitleri aşmadığı ve okratoksin A değerleri tespit edilmemesine rağmen; 24. aydan sonra meyve örneklerinde bulunan yağların serbest yağ asitliği miktarının limitleri aştığı gözlenmiştir. Siirt ben hasarlı meyvelerinden edilen yağların serbest yağ asitliği 15. ayda mevzuat limitleri (%2.0 oleik asit) aştığı görülmüştür. Serbest yağ asitliği boz örneklerde ve hasarlı örneklerde ben meyvelerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden mikotoksin üst limitleri aşılmasa dahi gıda kalite kriterleri göz önüne alındığı çiftçi şartlarında (sıcaklık ve nem kontrolü olmayan depolar) yapılan depolamada 24. aydan sonra ürünün kalite ve müşteri memnuniyeti konularında

sorun yaşayacağı beklenmektedir. Özellikle Siirt boz hasarlı ile Siirt ben hasarlı meyvelerin takip edilmesi, 15. aydan önce piyasaya arz edilmesi büyük önem arz etmektedir. Hasarlı meyvelerin depolama esnasında depo zararlarına zararlılarından daha çok etkilendiği gözlemlenmiştir.

4.7. Peroksit Değeri Sonuçları

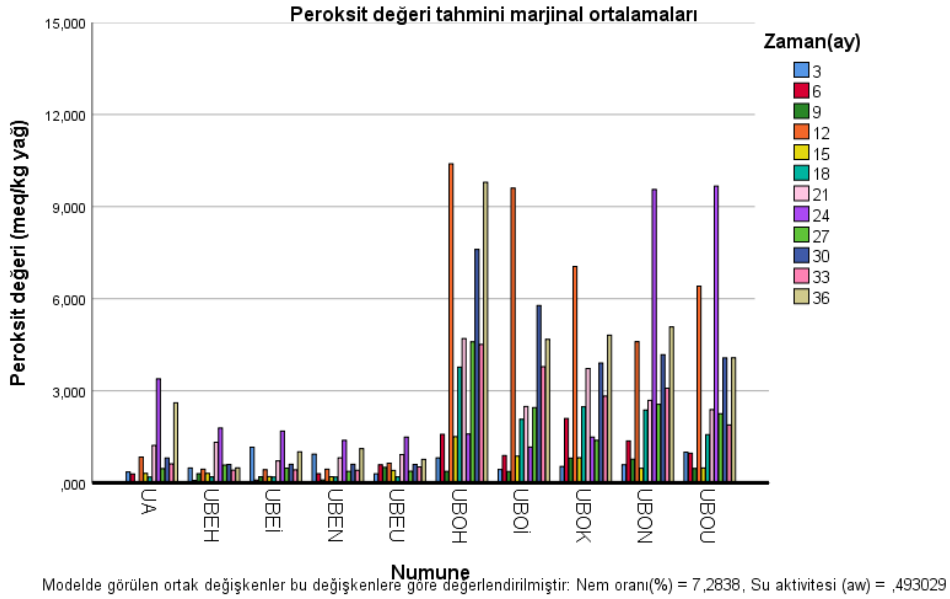
Peroksit değeri (PV) yenilebilir yağların oksidatif bozulma sonucu tazelik kriterini gösteren bir değerdir. Kimyasal olarak PV, yağlardaki doymamış yağların hidroksil gruplarının moleküler oksijen tarafından hidroperoksitlere ve peroksitlere birincil oksidasyonunun bir ölçümüdür. Peroksit değeri milliequivalents O_2/kg (meq O_2/kg) yağ olarak ifade edilmektedir (Gilbraith ve ark., 2021).

Çalışmada, ilk önce hasat edilen Uzun ve Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinin boz ve ben olarak hasat edilen taze örneklerinden ekstrakt edilen yağların peroksit değeri analizi mikro-titrasyon yöntemiyle yapılmıştır. Yağ örneklerinin peroksit değeri Çizelge 4.10.'da gösterilmiştir. Taze ürünlerde peroksit tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.10. Uzun ve Siirt antepfıstığı taze meyvesi yağlarının peroksit değeri

Numune Adı	Nem miktarı (%)	Su aktivitesi (a_w)	Peroksit değeri; PV (meq O_2/kg yağ)
Uzun boz taze	53.11	0.961	0.000
Uzun ben taze	41.61	0.962	0.000
Siirt boz taze	51.33	0.969	0.000
Siirt ben taze	43.18	0.961	0.000

Uzun meyvelerin boz ve ben hasat edilen meyveleri temiz beton zemin üzerinde kurutulduktan sonra tasnif edilip polipropilen (PP) çuvallarda muhafaza edilerek depolanmıştır. Depolama süresi boyunca meyve örneklerinden üç ayda bir yağ ekstrakt edilip peroksit değeri analizleri yapılmıştır. Depolama süresi 36 ay olup yağların peroksit analizleri Şekil 4.17.'de verilmiştir.



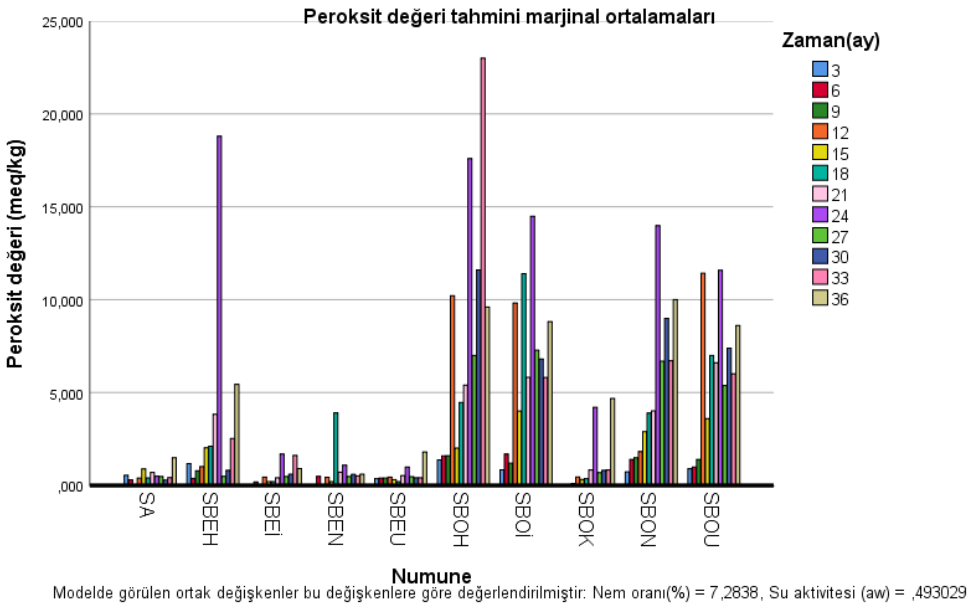
UA: Uzun ağa çaltı, UBEH: Uzun ben hasarlı, UBEİ: Uzun ben iri, UBEN: Uzun ben normal, UBEU: Uzun ben ufak, UBOH: Uzun boz hasarlı, UBOİ: Uzun boz iri, UBOK: Uzun boz kabuklu, UBON: Uzun boz normal, UBOU: Uzun boz ufak

Şekil 4.17. Uzun çeşidi antepfıstığı yağının peroksit değerleri

Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinden elde edilen peroksit değerlerine bakıldığında Uzun boz meyve örneklerinde peroksit değeri daha fazla çıkmıştır. Bu örnekler Uzun boz hasarlı (UBOİ), Uzun boz iri (UBOİ), Uzun boz kabuklu (UBOK), Uzun boz normal (UBON), Uzun boz ufak (UBOU) olarak sıralanmaktadır.

Uzun boz hasarlı (UBOH) meyvelerinin peroksit değeri yüksek çıkan örnekler 10,200 (12. ay), 11,6000 (30. ay) ve 9,6000 meq O_2/kg yağ olarak sıralanmaktadır. Uzun boz iri (UBOİ) meyvelerde peroksit değerleri yüksek çıkan örnekler 9,6000 (12. ay) ve 5,8000 meq O_2/kg yağ (30. ay) olarak ölçülmüştür. Uzun boz kabuklu (UBOK) meyvelerin peroksit değerleri 7.000 (12. ay) ve 4.8003 meq O_2/kg yağ (36. ay) olarak ölçülmüştür. Uzun boz normal (UBON) 4,6003 (12. ay), 4.6003 meq O_2/kg yağ (24. ay) ve 5.1000 meq O_2/kg yağ (36. ay) olarak ölçülmüştür. Uzun boz ufak (UBOU) meyve yağının peroksit değerleri 6.4000 (12. ay) ve 9.7000 meq O_2/kg yağ (24. ay) olarak ölçülmüştür. Depolama süresi boyunca Uzun çeşidi antepfıstığı meyvelerinden çıkarılan yağların peroksit değerleri tezin sonunda verilen tanımlayıcı istatistikler çizelgesinde gösterilmiştir (EK-2).

Siirt çeşidi antepfıstığı meyveleri hasat edildikten sonra kurutulup tasnif edilmiştir. Tasnif edilen meyve örnekleri polipropilen (PP) çuvallara konularak depolanmıştır. Üç ayda bir Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinden ekstrakt edilen yağların peroksit değeri analizleri periyodik olarak yapılmıştır. 36 aylık depolama süresi boyunca yapılan peroksit değeri analizleri Şekil 4.18.'de verilmiştir.



SA: Siirt ağaç altı, SBEH: Siirt ben hasarlı, SBEİ: Siirt ben iri, SBEU: Siirt ben ufak, SBOH: Siirt boz hasarlı, SBOİ: Siirt boz iri, SBOK: Siirt boz kabuklu, SBON: Siirt boz normal, SBOU: Siirt boz ufak

Şekil 4.18. Siirt çeşidi antepfıstığı yağının peroksit değerleri

Siirt çeşidi antepfıstığı meyvelerinden ekstrakt edilen yağların peroksit değerlerine bakıldığında Siirt boz (kavlak) örneklerin ve Siirt ben hasarlı örneğin peroksit değeri diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Siirt boz örneklerin peroksit değeri yüksek olmasına rağmen, Siirt boz kabuklu örneğinin peroksit değeri daha düşük çıkmıştır.

Çalışmada hem Uzun çeşidi hem Siirt çeşidi meyvelerin peroksit değerleri boz meyve örneklerinde daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun sebebi normal hasat (ben hasat) örneklerin peroksit değerinin daha az çıkmasının sebebi kırmızı dış kabukla ilgili olabilir. Antepfıstığı meyvelerinin kırmızı dış kabuklarının içeriğindeki fenolik maddelerin antioksidan özellikleri ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Doğan ve ark. (2022), ceviz, badem ve antepfıstığı kabuklarının öğütülüp yoğurtta bileşen

olarak kullanılarak yoğurdun kalite karakteristiklerine etkisi araştırmışlardır. Çalışmada meyve kabuklarının yoğurtta yağ oksidasyonunu yarıya kadar azalttığı belirtilmektedir.

Ayrıca hasat zamanının da peroksit değeri üzerine etkisi olabileceği düşünülmektedir. Erken hasatta meyve yağında doymamış yağa sitlerinin daha fazla olduğu, doymamış yağ asitlerinin oksidasyona karşı hassas olduğu ve bu sebeple erken hasat edilen boz meyvelerde peroksit değerlerinin daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Hasat zamanının ceviz ve bademde yağ oranı, yağ asidi içeriği, tokoferol ve sterol içeriğine etkisi araştırıldığı çalışmada (Matthäus ve ark. (2018), meyvelerde linolenik ve linoleik asit miktarının olgunlaşmaya bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir. Bu yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitleri olup oksidasyona karşı daha hassastırlar. Erken hasat edilen meyvelerde bu yağ asitlerinin daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bu tezin çalışmasında, erken hasat edilen boz meyvelerde peroksit değerlerinin yüksek çıkması bu yağ asitlerinin yüksek oranda bulunması ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Depolama boyunca Siirt çeşidi antepfıstığı yağının peroksit değeri analizlerine bakıldığında, peroksit değeri yüksek çıkan meyveler Siirt ben hasarlı, Siirt boz ufak, Siirt boz iri, Siirt boz normal ve Siirt boz ufak olarak sıralanmaktadır. Siirt ben hasarlı (SBEH) meyvelerinin peroksit değerinin yüksek olduğu aylarda peroksit değeri 18.80 (24. ay) ve 5.40 meq O_2/kg yağ olarak bulunmuştur. Siirt boz hasarlı (SBOH) meyvelerin yağında peroksit değeri 10.20 (12. ay), 17.60 (24. ay), 11.60 (27. ay), 23.00 (33. ay) ve 9.60 meq O_2/kg yağ (36. ay) olarak ölçülmüştür. Siirt boz iri (SBOİ) meyvelerin yağında peroksit değeri %9.80 (12. ay), 11.40 (18. ay), 14.50 9.60 meq O_2/kg yağ (24. ay) ve 8.80 (36. ay) olarak ölçülmüştür. Siirt boz normal (SBON) meyvelerin yağında peroksit değeri %14.00 (24. ay), %9.00 (30. ay) ve 10.00 meq O_2/kg yağ olarak ölçülmüştür. Siirt boz ufak (SBOU) meyvelerin yağında peroksit değeri %11.40 (12. ay), 11.60 (24. ay) ve 8.60 meq O_2/kg yağ olarak ölçülmüştür.

Çalışmada örneklerin peroksit değerleri arasında aylar arasında oynamalar olmuştur. Bu durumun sebebi peroksitlerin zamana bağlı olarak aldehitler, ketonlar, furanlar, asitler ve hidrokarbonlar gibi ikinci ya da üçüncül bileşenlere dönüşmesinden dolayıdır. Peroksitler stabil olmadığı için zamanla diğer bileşenlere dönüşmektedir.

Kaliforniya bademlerinde depolama esnasında yağ bozulmasının araştırıldığı çalışmada (Lin ve ark., 2012), peroksit değerlerinde dalgalanmalar yaşandığı, oluşan peroksitlerin zamanla azaldığı ve yeniden oluştuğu belirtilmiştir. Peroksitlerin stabil olmadığı, daha sonra aldehitler, ketonlar ve diğer maddelere dönüşebildiği belirtilmektedir. Aynı zamanda yeni peroksit oluşmasına rağmen önce oluşan peroksitler ikincil ve üçüncül maddeler dönüşebilmektedir. Bu tezin çalışmasında da peroksit değerlerinde dalgalanmalar görülmüştür.

Depolama sırasında gıda maddelerindeki su miktarı yüksekse ya da serbest su miktarı yüksekse, gıda içinde bulunan yağlarda hidrolitik ransidite (bozulma, acılaşma) oluşmaktadır. Hidrolitik ransidite, yağları meydana getiren trigliseritlerin kısmi olarak veya tamamen hidrolize olmaları sonucu oluşan bir bozulma şeklidir. Yağlarda asitlik derecesinin artması bu durum sonucunda oluşmaktadır ve trigliseritlerdeki yağ asitleri serbest hale gelip serbest yağ asitlerini meydana getirmektedir. Yağlarda diğer bir bozulma şekli olan oksidatif ransidite ya da oksidatif bozulma ise, yağ asitlerinin oksijenle reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır. Tekli ve çoklu doymamış yağ asidi içeren trigliseritlerde oksidatif ransidite hızı daha fazla olmaktadır. Çünkü çift bağ içeren yağ asitleri daha fazla oksijenle reaksiyona girip oksidatif ransiditeye sebep olmaktadır. Peroksitler oksidatif ransidite sırasında oluşan birincil ürünlerdir. Reaktif olanla birincil ürünler zamanla ikincil, üçüncü ya da dördüncül bileşenlere ayrılabilmektedirler. Peroksitler ikincil bozulma basamaklarında ikincil oksidatif ürün olan p-Anisidine dönüşmektedir. Peroksit analizleri çoğunlukla yağlarda oksidatif ransiditenin ilerlemesini ya da durumunu ölçmek için kullanılan bir analiz yöntemidir (Gordon, 2004).

Depolama zamanı artıkça yağlarda hidrolitik ransidite ve oksidatif ransidite hızı artmaktadır. Bunun sonucunda yağların peroksit değeri ve asitlik derecesi artmaktadır. Bu tezin kapsamında yapılan çalışmalarda erken hasat edilen ve kavlatılmış meyvelerin, boz kavlak meyvelerin, serbest yağ asitliği ve peroksit değeri daha yüksek miktarda bulunmuştur. Türk gıda mevzuatı, TGK Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğinde belirlenen limitlere bakıldığında; natürel yağlar ve soğuk preslenmiş yağlarda asitlik derecesinin oleik asit eşdeğeri olarak en fazla %2.00 olması gerektiği, peroksit değerinin de en fazla 15.00 milieküvalen oksijen, meq O_2/kg yağ, olabileceği belirtilmektedir (TGK, 2012).

Bu tezin kapsamında yapılan çalışmada, analiz edilen örneklerden peroksit değeri en yüksek çıkan numune Siirt boz hasarlı örneğinde bulunmuştur. Bulunan değer 23.000 meq/kg yağ olarak bulunmuştur (33. ay). Sonraki ayda daha düşük çıkmasının sebebi (9.600 meq/kg yağ), hasarlı meyvelerin hasat öncesi ve depolama sırasında böcek hasarına maruz kaldığı için; hasarlı meyvelerin içindeki çıtlak meyvelerin içinin böcek ve diğer depo zararlıları tarafından tüketilmesi sebebiyledir. Çıtlak olmayan hasarlı meyvelerden elde edilen yağların peroksit değeri daha az çıkmıştır. Bu durumun diğer bir sebebi peroksitlerin zamanla aldehitler, ketonlar ve diğer ikincil ve üçüncül maddelere dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada yapılan analizlerde; ilk olarak taze meyvelerden çıkarılan yağların peroksit değerine bakılmış olup, bu örneklerde peroksit bulunmamıştır. Şekil 4.8'de görüldüğü üzere üst limit değeri olan 15.00 meq/kg yağ değerini aşan numuneler Siirt ben hasarlı (SBEH) ve Siirt boz numuneleridir. Çalışmada serbest yağa asitliğinde olduğu gibi boz meyvelerde peroksit değerleri daha yüksek çıkmıştır. Önceki çalışmalarda (Lin ve ark., 2012; Adkison ve ark., 2021) belirtildiği gibi peroksitler birincil oksidasyon ürünleridir. Yani kendi başlarına tüketilebilirler veya ikincil veya üçüncül oksidasyon yan ürünlerine metabolize edilebilirler. Bu durumda analizlerde ortaya çıkan sonuçların peroksit değerini tam temsil etmediği durumlar da olabilir. Gerçek oksidasyon seviyesi daha yüksek olabilmektedir. Serbest yağ asitliği nem miktarı ve sıcaklık artışına bağlı olarak artmakta; peroksit miktarı sıcaklıkla artmasına rağmen yüksek nem miktarında azalma göstermektedir.

Çalışmada meyve örneklerinde yapılan su aktivitesi, nem miktarı, peroksit değeri, serbest yağ asitliği, toplam küf sayısı ve aflatoksinlerin birbirleri ile olan ilişkisini ortaya çıkarmak için değişkenler arası Bivariate analizi kullanılıp Pearson Korelasyon katsayısına göre karşılaştırma yapılmıştır. Depolama zamanı ile su aktivitesi arasında doğrusal bir ilişki olup Pearson Korelasyon katsayısı 0.624 olarak bulunmuştur. Nem miktarı ile su aktivitesi arasındaki korelasyon katsayısı 0.672, serbest yağ asitliği sayısı ile peroksit değeri arasında korelasyon katsayısı 0.633 ve serbest yağ asitliği ile AFG1 arasındaki korelasyon katsayısı 0.569 olarak bulunmuştur. Değişkenlere ait bütün veriler tezin sonundaki Ekler bölümündeki Değişkenler arasındaki korelasyonlar kısmında verilmiştir (EK-2).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu proje kapsamında yapılan tez çalışmasında; antepfıstığı meyvelerinde aflatoksinler (AF) ve okratoksin A (OTA) mikotoksinleri araştırılmıştır. Çalışmada ağaç altı, hasarlı (kuş, böcek ve hastalık zararı) meyvelerin mikotoksin bulaşma durumu gözlemlenmiştir. Meyveler erken ve normal hasat olarak iki Farklı zamanda gerçekleştirilmiştir. Çeşit arasındaki farklılıkları gözlemleyebilmek için Uzun ve Siirt olmak üzere iki çeşit çalışılmıştır. Ayrıca kırmızı dış kabuğun etkisinin olup olmadığı belirlemek için kavlak (kabuğu alınmış) ve kavlak olmayan meyveler de dikkate alınmıştır.

Çalışmada meyve içindeki su miktarının ve su aktivitesi kuruma sürecinde takip edilmiştir. Kavlatılmış meyvelerin daha hızlı kuruduğu gözlenmiştir. Fakat depolama esnasında serbest yağ asitliği ve peroksit değeri kavlak örneklerde daha çok çıkmıştır. Depolama zamanı artınca serbest yağ asitliği ve peroksit değeri artmıştır. Bu durum toplam küf miktarı için geçerli değildir. Toplam küf miktarı taze örneklerde sadece Uzun ben örneğinde $1,0x10^2$ olarak bulunmuştur. Uzun boz taze, Siirt boz taze ve Siirt ben taze örneklerinde tespit edilmemiştir. Depolama esnasında meyve örneklerinde yapılan küf analizlerinde küf tespit edilmesine rağmen çok değişkenlik göstermemiştir. Bunun sebebi su aktivitesinin devamlı 0.70'in altında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yüksek küf miktarı bulunan örnekler; Uzun boz hasarlı $1,7x10^4$ kob/g (3. ay), Uzun ben hasarlı $3,7x10^4$ kob/g (6. ay), Siirt boz hasarlı $3,1x10^4$ kob/g (6. ay), Uzun ben normal $7,3x10^4$ kob/g (6. ay), Siirt ağaç altı $1,5x10^4$ kob/g (6. ay), Siirt ben hasarlı $1,1\ x10^4$ (21. ay), Siirt ben hasarlı $1,2x10^4$ kob/g (30. ay) olarak bulunmuştur.

Meyve örneklerinde yapılan aflatoksin analiz sonuçlarına bakıldığında Türk Gıda Kodeksi mevzuatı ve Avrupa Birliği mevzuatında belirtilen limitleri aşan numune tespit edilmemiştir. İlk aflatoksin tespit edilen örnekler Siirt ben hasarlı

meyvelerinde AFB1 0.2348 ppb (9. ay) olarak tespit edilmiştir. Uzun boz normal meyvelerinde ise AFB1 0.4137 ppb olarak tespit edilmiştir. (12. ay). Depolama süresince Siirt ben hasarlı numunelerinde aflatoksin tespit edilmesine rağmen düşük oranlarda çıkmıştır. Bu durumu sağlayan etken; depolama esnasında su aktivitesi değerinin düşük seyretmesidir. En çok aflatoksin tespit edilen örnek Siirt ben hasarlı meyveleri olmuştur. Bu örnekte 9. ay, 21. ay, 27. ay, 30. ay ve 36. aylarda aflatoksinler tespit edilmiştir. Siirt ben hasarlı meyve örneğinde aflatoksin miktarının en yüksek tespit edildiği zaman 36. ayda AFB1 0.4429 ppb ile AFB2 0.3280 ppb olmuştur.

Çalışmada depolama süresi boyunca 3 aylık periyotlarda tekrarlan analizlerde hiçbir numunede okratoksin A tespit edilmemiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gıda güvenilirliği şartları dikkate alındığı takdirde, antepfıstığı meyvelerinde okratoksin A mikotoksinin bir risk olmayacağı görülmüştür.

Bu çalışmada riskli olduğu düşünülen ağaç altı meyvelerinde aflatoksin ve okratoksin A tespit edilmemiştir. Antepfıstığı tarımının susuz ya da sulu tarım yapılan bahçelerde ise hasat esnasında sulamanın kesilmiş olması ve toprak neminin çok düşük olması sebebi ile kendiliğinden yere düşen ve yeterli bir şekilde kuruyan ağaç altı meyvelerin mikotoksin oluşumu bakımından riskinin diğer meyvelerden farklı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Antepfıstığı meyvelerinin serbest yağ asitliği değerlerine bakıldığında Türk gıda mevzuatında belirtilen limit değerlerini (%2.0 oleik ait) en çok aşan numune Siirt ben hasarlı numunesidir. Bu numunede 15. ayda oleik asit %6.148 olarak tespit edilmiştir. Aynı numunenin 24. aydaki analizinde serbest yağ asitliği %9.109 oleik asit olarak bulunmuştur. Boz örneklerde de 24. aydan sonra serbest yağ asitliği değerleri, üst limit değeri olan %2.0 değerini aşmaya başlamıştır. Bu numuneler; Uzun boz hasarlı %3.130 oleik asit (24. ay), Siirt boz iri %2.030 oleik asit (24. ay), Siirt boz hasarlı %3.553 oleik asit olarak tespit edilmiştir. Sonraki aylarda daha düşük değerlerin çıkmasının sebebi hasarlı örneklerden sadece çıtlak olmayanların meyve içinin olmasındandır. Hasarlı ve çıtlak olan meyveler depolama süresi artınca

meyve içi böcekler tarafından tüketildiği için sadece olmayan meyvelerden yağ çıkarılabilmiştir. Bu meyvelerin serbest yağ asitliği ve peroksit değeri düşük çıkmıştır. Peroksit değerleri boz örneklerde daha yüksek bulunmuştur. En yüksek değer Siirt boz hasarlı meyve örneklerinde 17.60 meq O_2/kg yağ (24. ay) ile 23.00 meq O_2/kg yağ (33.ay) olarak tespit edilmiştir. Siirt ben hasarlı meyve örneğinde peroksit değeri yüksek çıkan örnek 24. ayda 18,80 meq O_2/kg yağ olarak ölçülmüştür. Türk gıda mevzuatında belirtilen peroksit limitlerini (15 meq O_2/kg yağ) antepfıstığı meyveleri Siirt boz hasarlı ve Siirt ben hasarlı meyve örnekleridir.

5.2. Öneriler

Antepfıstığı meyveleri sert kabuklu ve dayanıklı bir meyve olarak kabul edilse de antepfıstığı üreticilerinin çoğu ürünlerini sıcaklık kontrolü ve nem kontrolü yapılmayan depolarda muhafaza etmektedirler. Hasat esnasında ve hasat sonrası işlemlerde hasarlı meyvelerin ayrılması önem arz etmektedir. Bu meyveler sıcaklığa, oksijene ve zararlı küflere karşı daha hassastır. Depolamadan önce bu meyvelerin ayrılması, diğer meyvelerin zarar görmemesi için temizleme işlemi büyük önem arz etmektedir. Düşük sıcaklıklarda ve kontrolün sağlandığı depo şartlarında antepfıstığı meyvelerinin kalite değerlerinin daha iyi olacağı düşünülmektedir. Düşük sıcaklığa sahip depolarda serin ve kuru hava şartlarında muhafaza edilen meyvelerde patojenik küfler tarafından bozulması ve bu küflerin mikotoksin üretmesi engellenebileceği düşünülmektedir. Türkiye'de birçok tarımsal üründe olduğu gibi antepfıstığında da lisanslı depoculuk faaliyete geçmiştir. İlk olarak Gaziantep ilinde faaliyete geçen lisanslı depoculuğunun, yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki diğer illerin üreticilerine ve gıda işletmecilerine de örnek olması, antepfıstığı meyvelerinin muhafazasında faydalı olacağı, kalite ve gıda güvenirliliği açısından da faydalı olacağı düşünülmektedir.

Antepfıstığı meyvelerinde mikotoksin oluşumu için küflerin yoğun bir şekilde aktif olması gerekmektedir. Aflatoksin üreten küflerin aktif olabilmesi için gıdanın su aktivitesinin minimum 0.70, bu küflerin mikotoksin üretmesi için de gıdanın su aktivitesinin 0.80'nin üzerine çıkması gerekmektedir. Bu çalışmada depolama süresi

boyunca antepfıstığı meyvelerinin su aktivitesi değerleri 0.60'nın altında olmuştur. Bu durumda antepfıstığı meyvelerinin muhafaza edildiği depoların asgari gıda hijyeni şartları sağlandığı takdirde, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin iklim koşullarının antepfıstığının depolanması için ideal olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada antepfıstığı meyvelerinde gıda mevzuatı limitlerini aşan aflatoksin tespit edilmemiş olup, çalışmada herhangi bir örnekte okratoksin A tespit edilmemiştir. Depolama süresince serbest yağ asitleri sonuçlarına bakıldığında, Siirt boz hasarlı, Siirt boz iri ve Uzun boz hasarlı meyveleri 24. ayda, Siirt ben hasarlı meyveleri 15. ayda Türk Gıda Kodeksi (TGK) mevzuatında üst limit olan %2.0 oleik asit değerini aşmışlardır. Çalışmada peroksit değerlerine bakıldığında TGK mevzuatında belirtilen 15.00 meq O_2/kg yağ üst limitini aşan meyve örnekleri Siirt boz hasarlı ile Siirt ben hasarlı meyve örnekleri olmuştur. Bu durumda antepfıstığı meyvelerinde kalite kriterleri olan serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri sıcaklık artıkça yükseldiği için depolamanın düşük sıcaklıklarda olması önerilmektedir.

Antepfıstığı meyvelerinin kalitesinin ve gıda güvenilirliğinin sağlanması için; bahçeden başlayarak iyi tarım uygulamaları, hastalıklarla mücadele, hasatta meyvelerin zarar görmemesi, meyvelerin hasat edildikten sonra hızlı bir şekilde temiz bir ortamda kurutulması önem arz etmektedir. Mikotoksin üreten küflerin hasat esnası ve kuruma süreci boyunca yüksek nem içeriğine sebep olan meyvelerde gelişim gösterebileceği; kurutma işleminin hızlı yapılması bu durumun önüne geçileceği düşünülmektedir.

Antepfıstığı üreticilerinin ve gıda işletmelerinin hasarlı meyveleri ayırması, muhafaza depolarının gıda hijyeni şartlarını taşıması, depo kontrolünün sık periyotlarla yapılması durumunda ürün kalitesinin 24. aya kadar süreceği düşünülmektedir. Daha uzun süreli depolamada serbest yağ asitliği ve peroksit değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Antepfıstığında mikotoksinlerin riskini daha ayrıntılı gözlemlemek için antepfıstığı örneklerinde bulunan küflerin tanımlamasına yönelik kapsamlı çalışmalar yapılabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada antepfıstığı meyvelerinin hasadı, kurutulması ve depolanması aşamalarında mikotoksinler araştırılmıştır. Bundan sonraki araştırmalarda antepfıstığının işlenmesi ve gıda sanayinde kullanım alanlarında mikotoksin oluşumu durumu ile kapsamlı çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

ABDEL-HADİ, A., SCHMİDT-HEYDT, M., PARRA, R., GEISEN, R. and MAGAN, N., 2012. A systems approach to model the relationship between aflatoxin gene cluster expression, environmental factors, growth and toxin production by *Aspergillus flavus*. J. R. Soc. Interface 9: 757–767.

AÇAR, İ., SALİH, K., VENETA, K.T. and ERCİŞLİ, S., 2017. Effect of rootstock on fat content and fatty acid composition of immature pistachio kernels. Comptes rendus de l'Académie Bulgare des Sciences. 70: 1049-1056

ADKISON, C., RICHMOND, K., LINGGA, N., BIKOBA, V. and MITCHAM, E. 2021. Optimizing walnut storage conditions: effects of relative humidity, temperature, and shelling on quality after storage. HortScience horts, 56(10): 1244-1250.

AMAIKE, S. and KELLER, N. P., 2011. *Aspergillus flavus*. Annual Reviews of Phytopathology. 49: 107–133.

AOAC, 2000a. Official methods of analysis of AOAC International. 17th edition. Gaithersburg, MD, USA.

AOAC, 2000b. Association of Official Analytical Chemists, Horwitz W. (Ed.), Official methods of analysis of the AOAC International (17th ed.), AOAC International, Gaithersburg, Maryland (2000) AOAC Official Method 965.33. 2000.

AOAC, 2003. AOAC official method 940.28. Fatty acids (free) in crude and refined oils. Official methods of analysis of AOAC International. Washington, DC: AOAC International.

ASLAN, N., 2017. Dünya'da ve Türkiye'de antepfıstığı üretimi. Antepfıstığı Araştırma Dergisi, 6:1-5.

ASLANĞRAY, Y., 2015. Şanlıurfa'da Geleneksel Olarak Üretilen Pul Biberlerde Aflatoksin Oluşum Aşamalarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 91 s.

BAAZEEM, A., GARCIA-CELA, E., MEDINA, A. and MAGAN, N., 2021. Interacting abiotic factors affect growth and aflatoxin B1 production profiles of *Aspergillus flavus* strains on pistachio-based matrices and pistachio nuts. Frontiers in Microbiology, 11, Aricle 624007.

BANKOLE, S., SCHOLLENBERGER, M., and DROCHNER, W., 2006. Mycotoxins in food systems in Sub Saharan Africa: a review. Mycotoxin Res. 22(3):163–169.

BATTILANI, P. 2010. Mycotoxins in nuts. In: Zakynthinos G. (ed.). XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds. Zaragoza: CIHEAM / FAO / AUA / TEI Kalamatas / NAGREF, p. 167-173.

BENNETT, J.W. and CHRISTENSEN, S.B., 1983. New perspectives on aflatoxin biosynthesis. Adv Appl Microbiol 29:53–92.

BHATNAGAR, D., CARRY, J.W., EHRLICH, K., YU, J., and CLEVELAND, T.E., 2006. Understanding the genetics of regulation of aflatoxin production and *Aspergillus flavus* development. Mycopathologia 162:155–166.

BİRCAN, C., 2009. Incidence of ochratoxin A in dried fruits and co-occurrence with aflatoxins in dried figs. Food and Chemical Toxicology, 47(8): 1996–2001.

BLANKSON, G.K., and MILL-ROBERTSON, F.C., 2016. Aflatoxin contamination and exposure in processed cereal-based complementary foods for infants and young children in greater Accra, Ghana. Food Control. 64:212–217.

BONERBA, E., CECI, E., BALZARETTI, C., VALLONE, L., CRESCENZO, G., DI PINTO, A., CELANO, G.V., TANTILLO, G. and BOZZO, G., 2017. Ochratoxin A detection by HPLC-FL in processed baby foods. Journal of Nephrology & Therapeutics 7:4.

BONONI, M., GALLONE, F. and TATEO, F., 2010. Validation data for HPLC/FLD determinations of ochratoxin A in red paprika and black pepper adopting a one-step clean-up procedure. Food additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment, 27(2): 249–254.

BUI-KLIMKE, T.R., GUCLU, H., KENSLER, T.W., YUAN, J-M. and WU, F., 2014. Aflatoxin regulations and global pistachio trade: Insights from social network analysis. PloS ONE 9(3): e92149.

CALDERON, R., JARA, C., ALBORNOZ, F., PALMA, P., ARANCIBIA-MIRANDA, N., KARTHIKRAJ, R. and ZHUJ H., 2022. Accumulation and distribution of perchlorate in spinach and chard growing under greenhouse: Implications for food safety in baby foods commodities. Food Chemistry, 370, Article 131101.

CALDERON, R., PALMA, P., GODOY, M., VIDAL, M. and RIVERA, A., 2023. Co-occurrence and estimation of the risk of total aflatoxins (B1, B2, G1, and G2) and ochratoxin A in agri-food products consumed in Chile. Food Control, Volume 146, Article 109493.

CAMPI, M., DUEÑAS, M. and FAGIOLO, G., 2021. Specialization in food production affects global food security and food systems sustainability. World Development, Volume 141, Article 105411.

CORONEL, M. B., MARÍN, S., CANO-SANCHO, G., RAMOS, A. J. and SANCHIS, V., 2012. Exposure assessment to ochratoxin A in Catalonia (Spain) based on the consumption of cereals, nuts, coffee, wine, and beer. Food additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment, 29 (6): 979–993.

DENİZEL, T., JARVİS, B., and ROLF, E.J., 1976. A field survey of pistachio (*Pistacia vera*) nut production and storage in Turkey with particular reference to aflatoxin contamination. J Sci Food Agric. 27: 1021–1026.

DIJKSTRA, A.J., 2016. Vegetable oils: Composition and analysis. Encyclopedia of Food and Health.

DOĞAN, C., ÇELİK, Ş., and DOĞAN, N. (2022). Changes of quality characteristics of functional fruit yogurts fortified with husk extracts of various nuts during cold storage. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 12 (3): e5830.

DOSTER, M.A. and MICHAILIDES, T.S., 1994. *Aspergillus* molds and aflatoksin in pistachio nuts in California. Phytopathology 84 (6): 583-590.

EFSA, 2006. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to ochratoxin A in food (Question no. EFSA-Q-2005-154). EFSA Journal, 365:45.

FAO, 2017. FAOSTAT, http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC, Erişim Tarihi:10.12.2022.

FERNANE, F., CANO-SANCHO, G., SANCHIS, V., MARÍN, S. and RAMOS, A.J., 2010. Aflatoxins and ochratoxin A in pistachios sampled in Spain: Occurrence and presence of mycotoxigenic fungi. Food Additives & Contaminants: Part B, 3(3): 185-192.

FINOTTI, E., PARRONI, A., ZACCARIA, M., DOMIN, M., MOMENI, B., FANELLI, C. and REVERBERI, M., 2021. Aflatoxins are natural scavengers of reactive oxygen species. Nature Scientific Reports 11, Article 16024.

FRISVAD, J.C., THRANE, U. and SAMSON, R.A., 2007. Mycotoxin producers. In: Dijksterhuis J, Samson RA (eds) Food Mycology–A Multifaceted Approach to Fungi and Food. CRC Press, Boca Raton, pp:135–159.

GALLO, A., SOLFRIZZO, M., EPIFANI, F., PANZARINI, G., and PERRONE, G., 2016. Effect of temperature and water activity on gene expression and aflatoxin biosynthesis in *Aspergillus flavus* on almond medium. International Journal of Food Microbiology, 217: 162–169.

GAMLI, Ö.F. and HAYOĞLU, İ., 2012. Effects of nut proportion and storage temperature on some chemical parameters of pistachio nut cream. Journal of Food Science and Engineering, 2: 15-23.

GANESAN, A. R., MOHAN, K., RAJAN, D. K., PILLAY, A. A., PALANISAMI, T., SATHISHKURNAR, P. and CONTEMO, L. (2022). Distribution, toxicity, interactive effects, and detection of ochratoxin and deoxynivalenol in food: A review. Food Chemistry, 378, Article 131978.

GEORGIADOU, M., DIMOU, A. and YANNIOTIS, S., 2012. Aflatoxin contamination in pistachio nuts: A farm to storage study. Food Control 26:580-586.

GICHOHI-WAINAINA, W.N., KUMWENDA, N.C., HARRY, M., MATUMBA, L., NJOROGE, S.M.C and OKORI, P., 2022. Aflatoxin in cereals and groundnut from small holder farming households in Malawi, Food Additives & Contaminants: Part B, 15:4, 266-274.

GILBRAITH, W. E., CARTER, J. C., ADAMS, K. L., BOOKSH, K. S., and OTTAWAY, J. M., 2021. Improving prediction of peroxide value of edible oils using regularized regression models. Molecules (Basel, Switzerland), 26(23): 7281.

GORDON, M.H., 2004. Factors affecting lipid oxidation. Understanding and Measuring the Shelf-Life of Food. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 1st Edition – 2004.

IARC, 1993. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. In: IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol 56.

JAIMEZ, J., FENTE, C.A., VAZQUEZ, B.I., FRANCO, C.M., CEPEDA, A., and MAHUZIER, G., 2000. Application of the assay of aflatoxins by liquid chromatography with fluorescence detection in food analysis. Journal of Chromatography A, 882: 1-10.

JI, J., JIANG, M., ZHANG, Y., HOU, J. and SUN., 2022. Co-occurrence of aflatoxins in plant oil products from China, Food Additives & Contaminants: Part B, 15(4): 275-282.

JECFA, 2007. Evaluation of certain food additives and contaminants, 68th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Technical Report Series No. 947. Geneva (Switzerland): WHO.

KASHANINEJAD, M., MORTAZAVI, A., SAFEKORDI, A. and TABIL, L.G., 2006. Some Physical Properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Nut and its Kernel. Journal of Food Engineering, 72: 30-38.

KINDIR, Ö., 2010. Siyah Üzüm Posasının Antioksidan Kaynağı Olarak Değerlendirilmesinde Proses Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 136 s.

KORKMAZ, A., 20016. Şanlıurfa Pul Biberlerinin (İsot) Üretim Ve Depolama Aşamalarında Meydana Gelen Bazı Fizikokimyasal Ve Biyokimyasal Değişimlerin Saptanması. Doktora Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 277 s.

KOYUNCU, İ., GÖNEL, A., TEMİZ, E., KARAOĞUL, E., and UYAR, Z., 2021. Pistachio Green Hull Extract Induces Apoptosis through Multiple Signaling Pathways by Causing Oxidative Stress on Colon Cancer Cells. Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry, 21(6): 725–737.

LABUZA, T.P., 1980. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. Food Technol. 34:36–41.

LIN, X., WU, J., ZHU, R., CHEN, P., HUANG, G., LI, Y., YE, N., HUANG, B., LAI, Y., ZHANG, H., LIN, W., LIN, J., WANG, Z., ZHANG, H. and RUAN, R., 2012. California Almond Shelf Life: Lipid Deterioration During Storage. Journal Of Food Science, 77(6): C583–C593.

LINDBLAT, M., JOHNSSON, P., JONSSON, N., LINDQVIST, R. and OLSEN, M., 2004. Predicting noncompliant levels of ochratoxin A in cereal grain from *Penicillium verrusocum* counts. Journal of Applied Microbiology 97: 609–616.

MANNA, M. and KIM K.D. 2017. Influence of temperature and water activity on deleterious fungi and mycotoxin production during grain storage. Mycobiology, 45(4): 240-254.

MARIN, S., HODZIĆ, I., RAMOS, A. J. and SANCHIS, V., 2008. Predicting the growth/no-growth boundary and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* in pistachio nuts. Food Microbiology, 25(5): 683–689.

MARIN, S., RAMOS, A.J., CANO-SANCHO, G. and SANCHIS, V., 2013. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. Food Chem Toxicol. 60:218–237.

MEDINA, A., RODRIGUEZ, A. and MAGAN, N., 2014. Effect of climate change on Aspergillus flavus and aflatoxin B1 production. Frontiers in Microbiology, 5, Article 348.

MEDINA, A., AKBAR, A., BAAZEEM, A., RODRIGUEZ, A. and MAGAN, N., 2017. Climate change, food security and mycotoxins: do we know enough? Fungal Biol. Rev. 31: 143–154.

MERMELSTEIN, N.H., 2009. Measuring moisture content and water activity. Food Technology Magazine, 63:11.

MITCHELL, D., PARRA, R., ALDRED, D. and MAGAN, N., 2004. Water and temperature relations of growth and ochratoxin A production by Aspergillus carbonarius strains from grapes in Europe and Israel. Journal Of Applied Microbiology, 97(2): 439–445.

MITCHELL, N. J., BOWERS, E., HURBURGH, C. and WU, F., 2016. Potential economic losses to the US corn industry from aflatoxin contamination. Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo Risk Assess 33: 540–550.

MUNTHALİ, W.M, CHARLİE, H.J., KACHULU, L. and SEETHA, D. 2016. How to reduce aflatoxin contamination in groundnuts and maize a guide for extension workers. Monograph. ICRISAT, Patancheru 502 324, Telangana, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 24 pp.

OJEU, 2006. European Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuff. Official Journal European Union L, 364:5–24.

OJEU, 2010. Amending Regulation (EC) No 1881/2006 Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs as Regards Aflatoxins. Official Journal of European Union, Commission Regulation (EU) No 165/2010.

PALUMBO, J. D., O'KEEFFE, T. L., HO, Y. S. and SANTILLAN, C. J., 2015. Occurrence of ochratoxin a contamination and detection of ochratoxigenic Aspergillus species in retail samples of dried fruits and nuts. Journal of Food Protection, 78(4): 836–842.

PARDO, E., MARÍN, S., SANCHIS, V. and RAMOS, A.J., 2004. Prediction of fungal growth and ochratoxin A production by *Aspergillus ochraceus* on irradiated barley grain as influenced by temperature and water activity. International Journal of Food Microbiology, 95(1): 79–88.

PRIESTERJAHN, E.M., GEISEN, R., and SCHMIDT-HEYDT, M., 2020. Influence of light and water activity on growth and mycotoxin formation of selected isolates of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. Microorganisms, 8(12): 2000.

POHLAND, A.E., SCHULLER, P.L., STEYN, P.S. and VAN EGMOND, H.P., 1982. Physicochemical data for some selected mycotoxins. Pure Appl Chem 54(11): 2219–2284.

POLAT, 2016. Melengiç (*Pistacia terebinthus*), Buttum (*Pistacia khinjuk*) ve Antepfıstığı (*Pistacia vera*) Meyvelerinde Kurutmanın Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 91 s.

RAAD, F., NASREDDINE, L., HILAN, C., BARTOSIK, M. and PARENT-MASSIN, D., 2014. Dietary exposure to aflatoxins, ochratoxin A and deoxynivalenol from a total diet study in an adult urban Lebanese population. Food and Chemical Toxicology 73: 35–43.

RASFF, 2022. European Commission RASFF–the Rapid Alert System for Food and Feed, https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search, Erişim Tarihi:10.12.2022.

RASFF, 2023. European Commission RASFF–the Rapid Alert System for Food and Feed, https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search, Erişim Tarihi:17.04.2023.

SALEEMULLAH, A.I., IQTIDAR A.K and HAMIDULLAH S., 2006. Aflatoxin contents of stored and artificially inoculated cereals and nuts. Food Chemistry 98: 699–703.

SAMAPUNDO, S., DEMEULENAER, B., ATUKWASE, A., DEBEVERE, J., and DEVLIEGHERE, F., 2007. The influence of modified atmospheres and their interaction with water activity on the radial growth and fumonisin B1 production of *Fusarium verticillioides* and *F. proliferatum* on corn. Part II: The effect of initial headspace oxygen concentration. Int J Food Microbiol 113:339–345.

SCHMIDT-HEYDT, M., ABDEL-HADI, A., MAGAN N. and GEISEN, R., 2009. Complex regulation of the aflatoxin biosynthesis gene cluster of *Aspergillus flavus* in relation to various combinations of water activity and temperature. International Journal of Food Microbiology 135:231–237.

SCHMIDT-HEYDT, M., RUFER, C.E., ABDEL-HADI, A., MAGAN, N. and GEISEN, R., 2010. The production of aflatoxin B1 or G1 by *Aspergillus parasiticus* at various combinations of temperature and water activity is related to the ratio of aflS to aflR expression. Mycotox Research 26: 241–246.

SEDEFOĞLU, C., 2013. Antepfıstıklarında Okratoksin A ve Aflatoksin Varlığının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 89 s.

SHAHİDİ, F. and JOHN, J.A., 2013. Oxidative rancidity in nuts, p. 198–229. In: L.J. Harris (ed.). Improving the Safety and Quality of Nuts. Woodhead Publishing.

SHANAKHAT, H., SORRENTINO, A., RAIOLA, A., ROMANO, A., MASI, P. and CAVELLA, S., 2018. Current methods for mycotoxins analysis and innovative strategies for their reduction in cereals: an overview. Journal Of The Science Of Food And Agriculture, 98(11): 4003–4013.

SHARMA, S., GUPTA, D. and SHARMA, Y.P., 2015. Natural Incidence of Aflatoxins, Ochratoxin A, Patulin and Their Co-occurrence in Chilgoza Pine Nuts Marketed in Jammu, India Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.85: 45-50.

TEAE, 2022. Tarım Ürünleri Piyasaları, Antepfıstığı Raporu-Temmuz 2022. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari, Erişim Tarihi: 07.06.2023.

TEKİN, A. ve ŞAHAN, A., 2014. Antepfıstığında aflatoksin. Antepfıstığı Araştırma Dergisi, 3: 24-25.

TGK, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği, T. C. Resmî Gazete, 29 Aralık 2011, 3. Mükerrer sayı: 28157.

TGK, 2012. Türk Gıda Kodeksi, Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ No:2012/29.

TIAN, F., LEE, S.Y., WOO, S.Y., CHOİ, H.Y., HEO., G.N. and CHUN, H.S., 2021. Transcriptomic responses of *Aspergillus flavus* to temperature and oxidative stresses during aflatoxin production. Scientific Reports 11, 2803. https://doi.org/10.1038/s41598-021-82488-7.

TING, W.T.E., CHANG, C.H., SZONYI, B., and GIZACHEW, D., 2020. Growth and aflatoxin B1, B2, G1, and G2 production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* on ground flax seeds (*Linum usitatissimum*). Journal of Food Protection, 83(6): 975–983.

TOURNAS, V., STACK, M.E., MISLIVEC, P.B., KOCH, H.A. and BANDLER, R., 2001. Bacteriological Analytical Manual Chapter 18, Yeasts, Molds and Mycotoxins.https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm, Erişim Tarihi:25.12.2017.

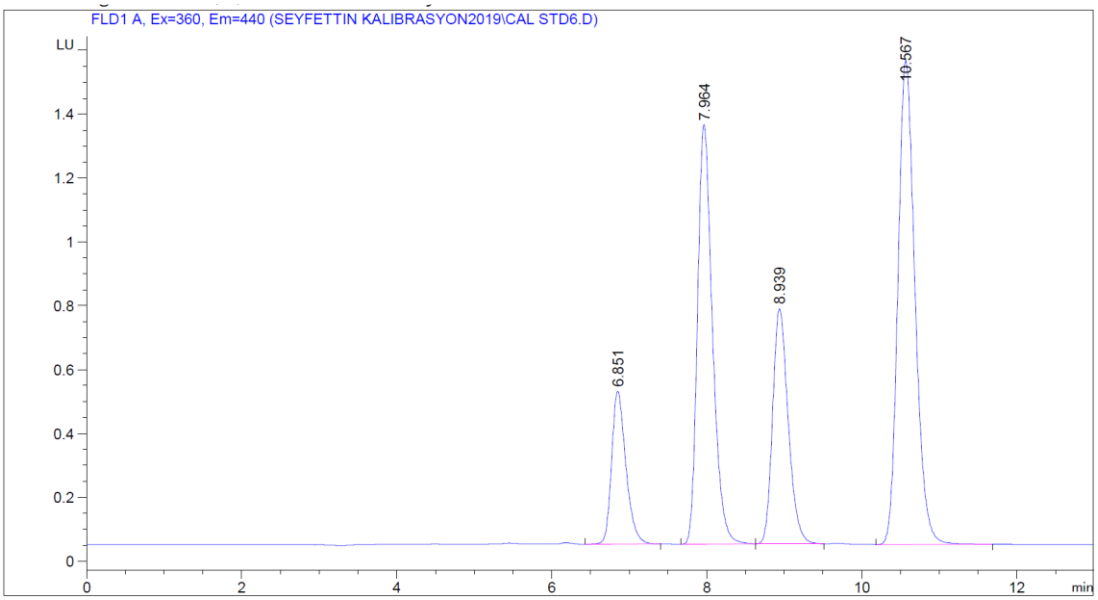
UN, 2013. World population projected to reach 9.6 billion by 2050. United Nations Department of Economic and Social Affairs. https://www.un.org/development/desa/en/news/population/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050.html, Erişim Tarihi: 15.04.2023.

YU, J., PAYNE, G. A., CAMPBELL, B. C., GUO, B., CLEVELAND, T. E. and ROBENS, J.F., 2008. Mycotoxin production and prevention of aflatoxin contamination in food and feed. In G.H.Goldman, & S. A. Osmani (Eds.), The Aspergilli: Genomics, medical aspects, biotechnology, and research methods (pp. 457-472). Boca Raton: CRC Press.

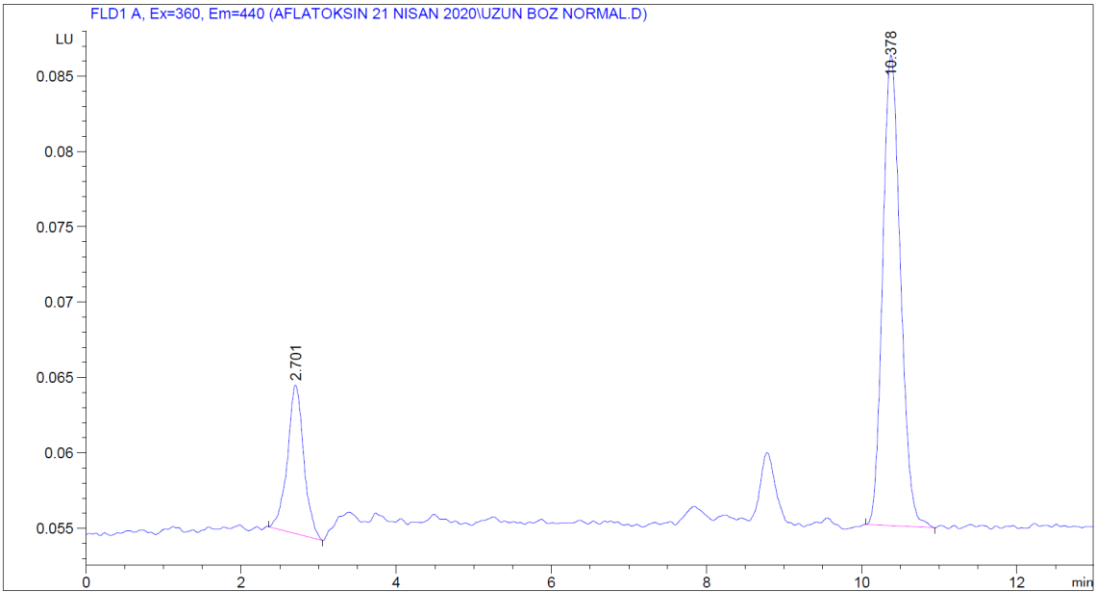
EKLER

EK-1. Aflatoksin ve Okratoksin A Analizi Kromatogramları

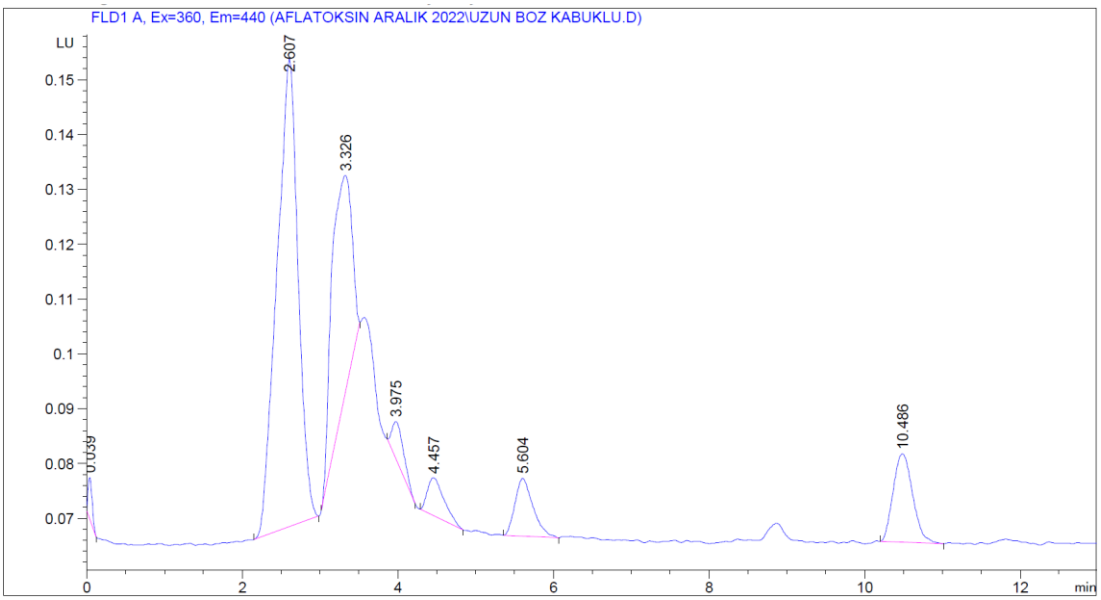
Aflatoksin standardı kromatogramı



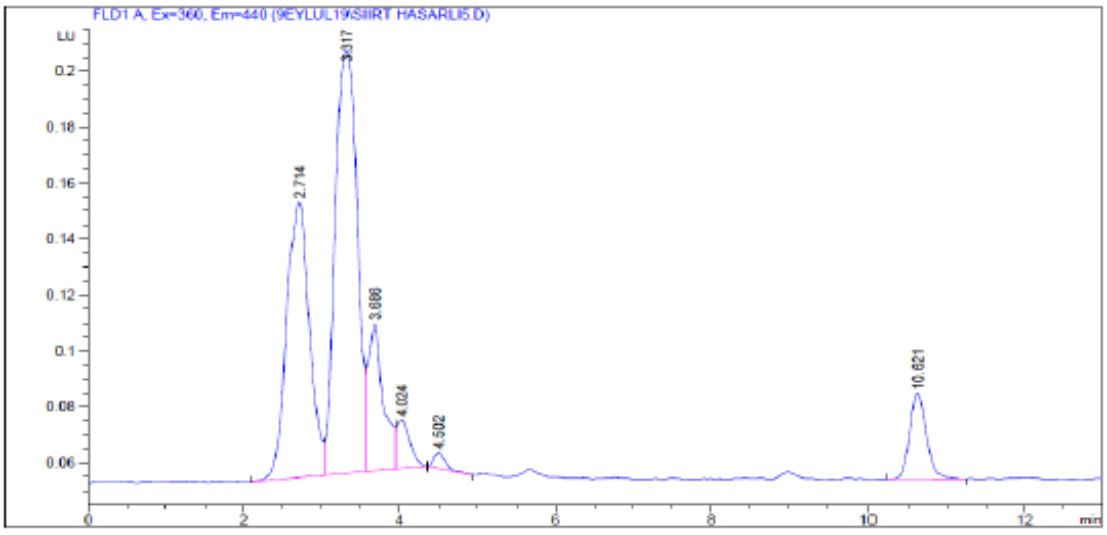
Uzun boz normal örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (12. ay)



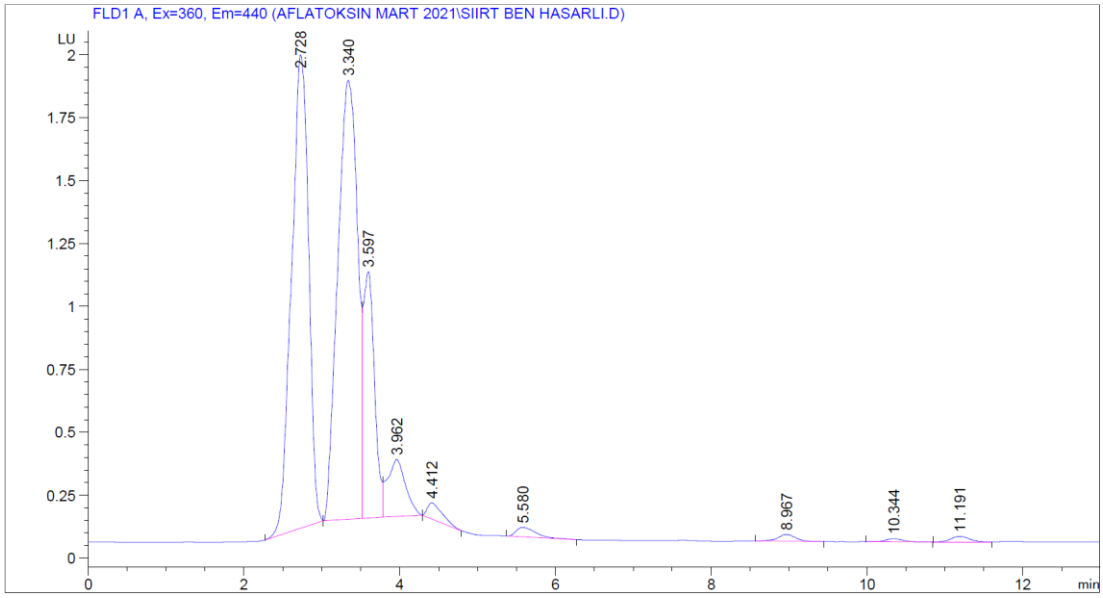
Uzun boz kabuklu örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (30. ay)



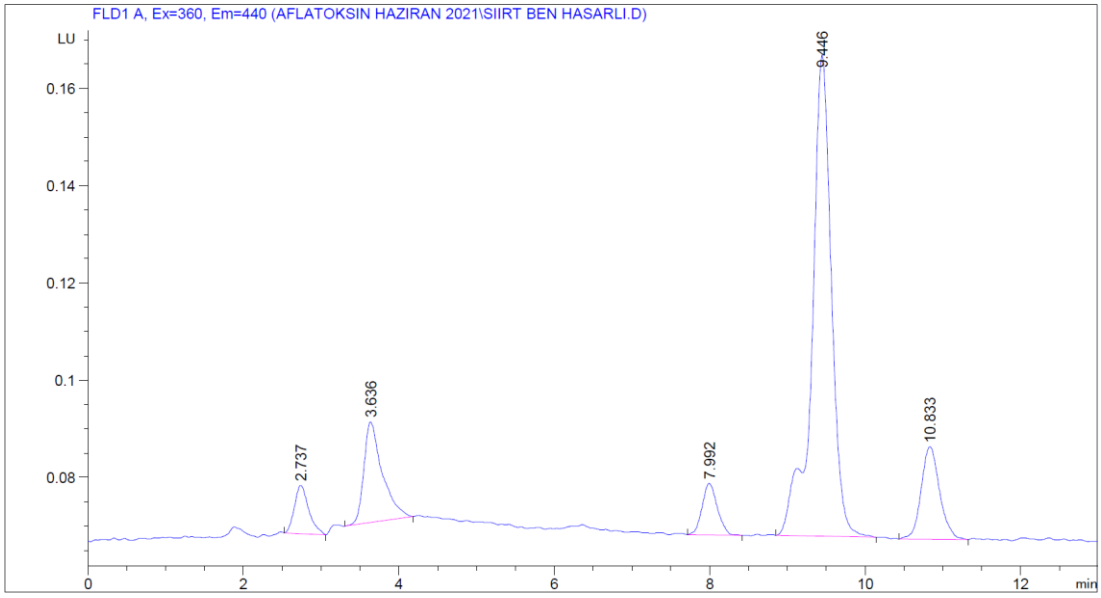
Siirt ben hasarlı örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (9. ay)



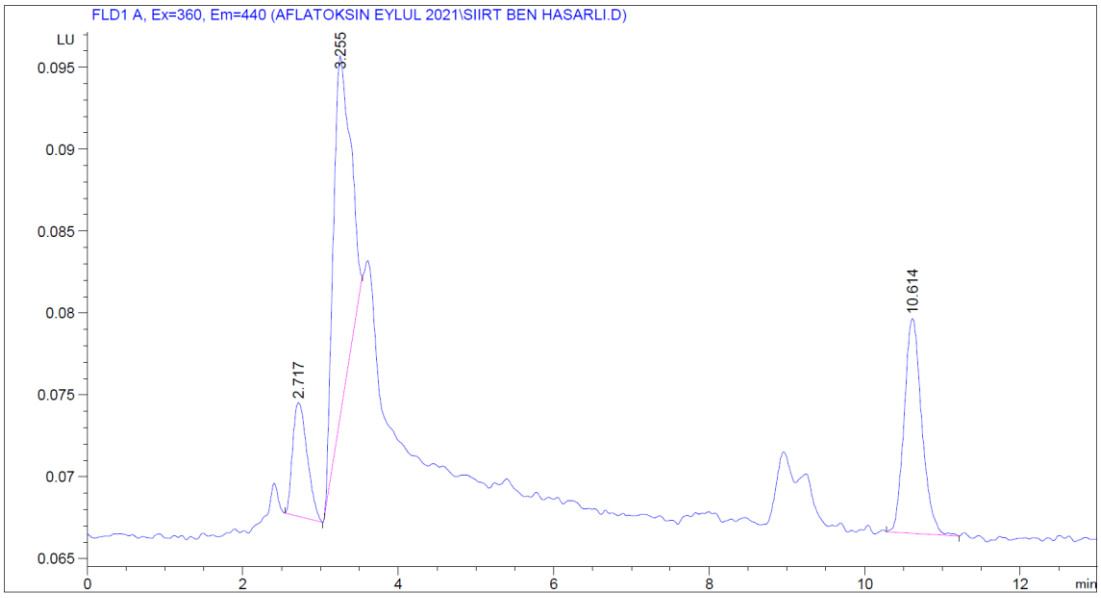
Siirt ben hasarlı örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (21. ay)



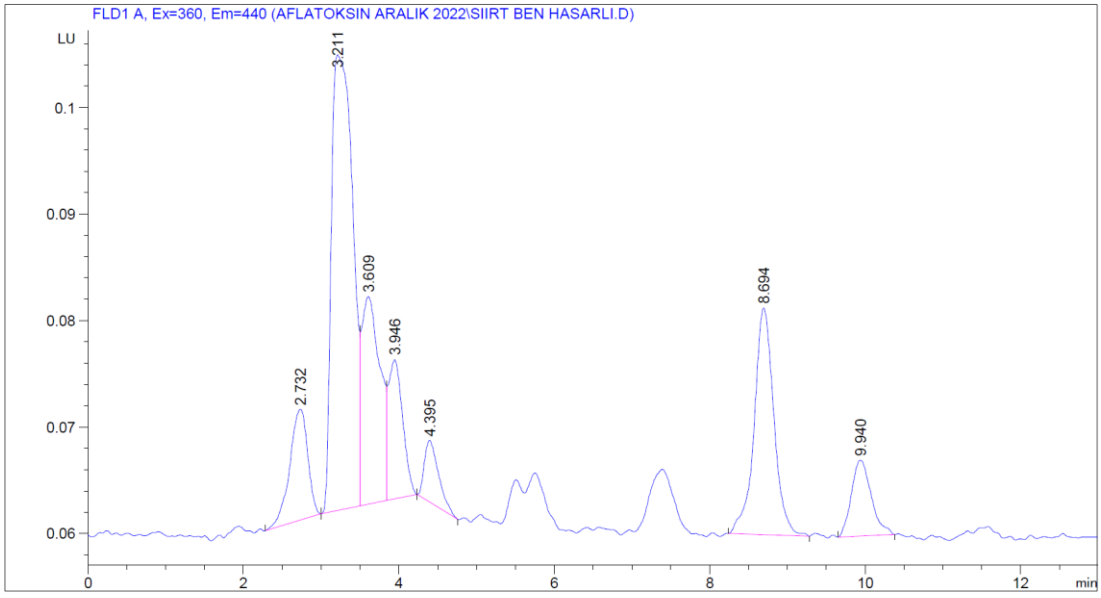
Siirt ben hasarlı örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (24. ay)



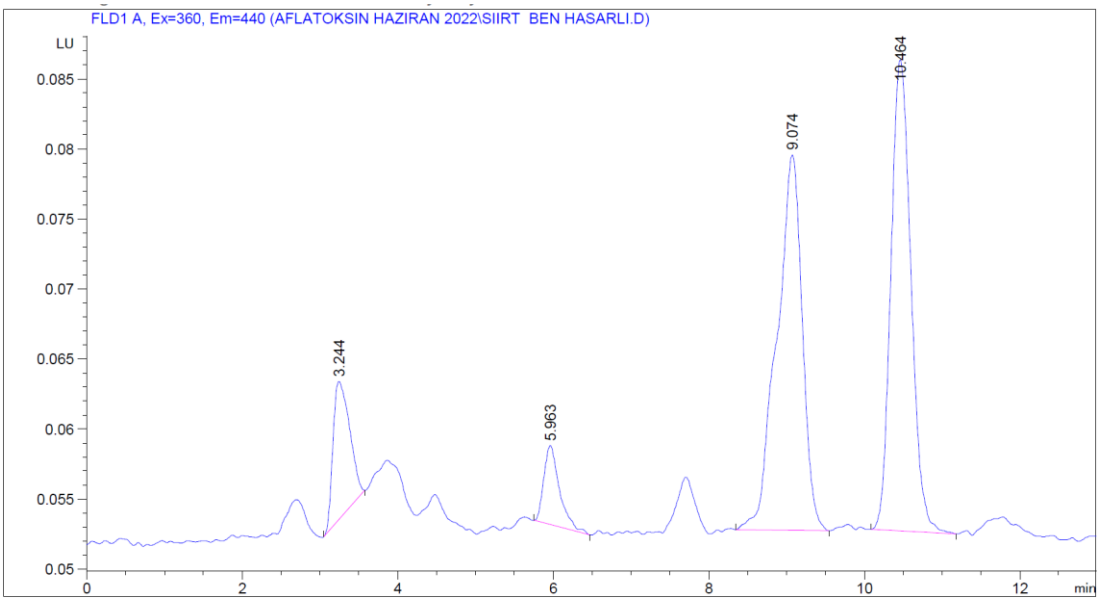
Siirt ben hasarlı örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (27. ay)



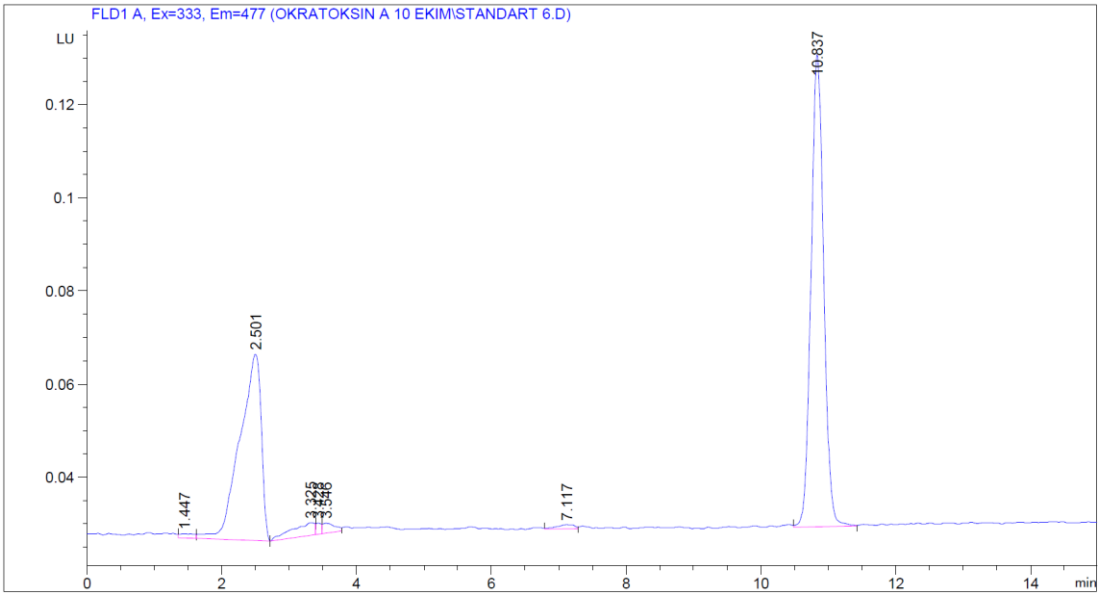
Siirt ben hasarlı örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (30. ay)



Siirt ben hasarlı örneğinin HPLC-FLD aflatoksin kromatogramı (36. ay)



Okratoksin A standardı kromatogramı



EK-2. İstatistiksel Analiz Sonuçları

Değişkenler arası korelasyonlar

Korelasyon Analizi											
		zaman	Nem	aw	FFA	PV	TKS	AFB1	AFT	AFB2	AFG1
zaman	P.C.	1	-,253**	-,624**	,403**	,316**	-,139**	0,050	,092*	,120**	0,029
	Sig.		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,179	0,013	0,001	0,429
TKS	P.C	-,253**	1	,672**	-,083*	-,105**	-0,033	-0,003	0,010	0,026	-0,007
	Sig.	0,000		0,000	0,025	0,004	0,367	0,931	0,793	0,484	0,852
aw	P.C	-,624**	,672**	1	-,276**	-,234**	0,044	-0,021	-0,017	0,001	-,080*
	Sig.	0,000	0,000		0,000	0,000	0,231	0,569	0,643	0,986	0,030
FFA	P.C	,403**	-,083*	-,276**	1	,633**	-0,030	,208**	,256**	,196**	,569**
	Sig.	0,000	0,025	0,000		0,000	0,415	0,000	0,000	0,000	0,000
PV	P.C	,316**	-,105**	-,234**	,633**	1	-,105**	,096**	,099**	0,048	,294**
	Sig.	0,000	0,004	0,000	0,000		0,005	0,009	0,007	0,196	0,000
TKS	P.C	-,139**	-0,033	0,044	-0,030	-,105**	1	,131**	,197**	,226**	0,029
	Sig.	0,000	0,367	0,231	0,415	0,005		0,000	0,000	0,000	0,439
AFB1	P.C	0,050	-0,003	-0,021	,208**	,096**	,131**	1	,910**	,462**	,213**
	Sig.	0,179	0,931	0,569	0,000	0,009	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	732	732	732	732	732	732	732	732	732	732
AFT	P.C	,092*	0,010	-0,017	,256**	,099**	,197**	,910**	1	,786**	,181**
	Sig.	0,013	0,793	0,643	0,000	0,007	0,000	0,000		0,000	0,000
AFB2	P.C	,120**	0,026	0,001	,196**	0,048	,226**	,462**	,786**	1	-0,007
	Sig.	0,001	0,484	0,986	0,000	0,196	0,000	0,000	0,000		0,849
AFG1	P.C	0,029	-0,007	-,080*	,569**	,294**	0,029	,213**	,181**	-0,007	1
	Sig.	0,429	0,852	0,030	0,000	0,000	0,439	0,000	0,000	0,849	
**. Korelasyon p<0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-seviyeli).											
*. Korelasyon p<0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-seviyeli).											

P.C: Pearson Korelasyonu, Sig.: Significance, FFA: serbest yağ asitliği, PV: Peroksit değeri, TKS: Toplam küf sayısı, AFT: Toplam aflatoksin, AFB1: Aflatoksin B1, AFB2: Aflatoksin B2, AFG1: Aflatoksin G1.

Tanımlayıcı İstatistikler (7 sayfa)

zaman	Numune	nem	SD	aw	SD	FFA	SD	PV	SD	TKS	SD
0	SBET	43,18	0,04	0,961	0,001	0,4227	0,003	0,0000	0	0	0
	SBOT	51,35	0,04	0,966	0,004	0,3370	0,002	0,0000	0	0	0
	UBET	41,69	0,14	0,961	0,004	0,3377	0,003	0,0000	0	100	10
	UBOT	53,17	0,07	0,961	0,001	0,3117	0,003	0,0000	0	0	0
	Total	47,35	5,21	0,962	0,003	0,3523	0,044	0,0000	0	25	45
3	SA	8,81	0,02	0,552	0,002	0,2540	0,002	0,5190	0	400	20
	SBEH	8,43	0,03	0,540	0,002	1,1407	0,003	1,1490	0	1400	30
	SBEİ	8,64	0,04	0,544	0,003	0,1130	0,003	0,0000	0	500	20
	SBEN	9,60	0,02	0,563	0,001	0,1687	0,002	0,0000	0	400	20
	SBEU	9,47	0,03	0,564	0,002	0,1410	0,003	0,3207	0	5000	100
	SBOH	9,18	0,06	0,547	0,004	0,4230	0,002	1,3400	0	6500	200
	SBOİ	8,14	0,01	0,515	0,003	0,1410	0,003	0,8200	0	200	20
	SBOK	8,89	0,03	0,550	0,003	0,1127	0,003	0,0000	0	0	0
	SBON	7,76	0,02	0,492	0,004	0,2537	0,001	0,7190	0	0	0
	SBOU	8,52	0,04	0,520	0,003	0,2800	0,002	0,8780	0	200	10
	UA	8,80	0,04	0,515	0,002	0,2820	0,001	0,3283	0	4400	200
	UBEH	8,68	0,04	0,508	0,003	0,2820	0,002	0,4630	0	6500	500
	UBEİ	8,43	0,03	0,490	0,001	0,1413	0,001	1,1437	0	2000	200
	UBEN	8,68	0,01	0,502	0,002	0,1413	0,001	0,9157	0	1100	20
	UBEU	8,60	0,03	0,510	0,002	0,1967	0,001	0,2757	0	1000	150
	UBOH	7,99	0,01	0,490	0,002	0,4233	0,003	0,8023	0	10000	100
	UBOİ	6,72	0,02	0,460	0,003	0,3097	0,003	0,4457	0	0	0
	UBOK	8,56	0,02	0,499	0,003	0,1973	0,003	0,5150	0	0	0
	UBON	7,74	0,02	0,485	0,002	0,2823	0,002	0,5817	0	1200	50
	UBOU	7,63	0,04	0,481	0,001	0,3950	0,001	0,9947	0	1000	20
	Total	8,46	0,66	0,516	0,030	0,2839	0,220	0,6106	0	2090	2790
6	SA	6,74	0,04	0,586	0,003	0,1413	0,001	0,3000	0	15000	600
	SBEH	5,99	0,03	0,580	0,004	0,7607	0,005	0,4000	0	8600	150
	SBEİ	6,20	0,01	0,540	0,001	0,2540	0,002	0,2000	0	600	40
	SBEN	6,21	0,02	0,547	0,002	0,1970	0,000	0,4997	0	12000	250
	SBEU	6,98	0,03	0,578	0,002	0,2257	0,001	0,4000	0	7600	100
	SBOH	6,38	0,03	0,554	0,002	0,4230	0,002	1,6000	0	3100	100
	SBOİ	6,47	0,03	0,556	0,003	0,4507	0,003	1,7000	0	1000	50
	SBOK	6,76	0,06	0,570	0,003	0,2537	0,001	0,0000	0	1600	50
	SBON	6,72	0,03	0,570	0,001	0,3380	0,002	1,4100	0	9200	200
	SBOU	6,74	0,04	0,576	0,002	0,3950	0,002	1,0000	0	7700	100
	UA	6,63	0,02	0,567	0,001	0,1967	0,002	0,3000	0	4000	100
	UBEH	6,13	0,02	0,546	0,003	0,3100	0,004	0,1000	0	37000	300
	UBEİ	6,80	0,02	0,490	0,002	0,3670	0,003	0,1000	0	3000	100
	UBEN	7,11	0,04	0,504	0,001	0,2547	0,001	0,3017	0	73000	600
	UBEU	6,74	0,01	0,465	0,001	0,2820	0,002	0,6000	0	3000	90
	UBOH	6,13	0,03	0,460	0,001	0,4230	0,001	1,6000	0	5100	50

	UBOİ	6,72	0,02	0,448	0,003	0,3090	0,001	0,9000	0	97	6
	UBOK	7,28	0,02	0,510	0,003	0,1973	0,001	2,1000	0	1000	40
	UBON	5,34	0,04	0,442	0,001	0,3377	0,001	1,4003	0	7300	100
	UBOU	5,20	0,03	0,430	0,002	0,3950	0,003	1,0000	0	100	5
	Total	6,46	0,52	0,526	0,052	0,3256	0,133	0,7956	1	10000	16679
9	SA	5,34	0,04	0,565	0,002	0,7050	0,003	0,0000	0	1200	30
	SBEH	6,47	0,04	0,572	0,002	1,0150	0,001	0,8000	0	600	20
	SBEİ	7,22	0,03	0,583	0,003	0,3380	0,003	0,0000	0	100	5
	SBEN	7,24	0,02	0,584	0,001	0,3383	0,002	0,0000	0	600	20
	SBEU	7,03	0,05	0,582	0,002	0,3667	0,003	0,4000	0	1800	50
	SBOH	7,28	0,03	0,580	0,001	0,9590	0,004	1,6003	0	67	3
	SBOİ	6,88	0,04	0,575	0,001	0,5917	0,002	1,2000	0	0	0
	SBOK	7,26	0,04	0,585	0,005	0,5000	0,008	0,1003	0	67	5
	SBON	6,76	0,01	0,574	0,001	0,4790	0,001	1,5007	0	0	0
	SBOU	7,00	0,03	0,580	0,003	0,5360	0,002	1,4000	0	0	0
	UA	7,22	0,01	0,567	0,003	0,2540	0,002	0,0000	0	770	30
	UBEH	7,34	0,05	0,565	0,002	0,3100	0,002	0,3000	0	500	20
	UBEİ	7,34	0,03	0,573	0,003	0,2820	0,002	0,2003	0	330	25
	UBEN	6,97	0,01	0,563	0,002	0,3093	0,001	0,0993	0	0	0
	UBEU	7,75	0,01	0,572	0,002	0,3100	0,002	0,5000	0	0	0
	UBOH	5,76	0,01	0,540	0,006	0,3950	0,003	0,3997	0	33	4
	UBOİ	5,45	0,03	0,530	0,001	0,5083	0,004	0,4000	0	340	10
	UBOK	7,76	0,03	0,545	0,001	0,1973	0,003	0,8000	0	33	2
	UBON	5,44	0,01	0,527	0,003	0,4510	0,003	0,8003	0	0	0
	UBOU	5,64	0,01	0,535	0,002	0,3953	0,002	0,5000	0	3300	80
	Total	6,76	0,78	0,565	0,019	0,4621	0,214	0,5501	1	487	802
12	SA	7,05	0,60	0,552	0,002	0,6490	0,001	0,4000	0	5000	100
	SBEH	7,90	0,05	0,567	0,002	1,4660	0,002	1,0000	0	3400	80
	SBEİ	9,72	0,03	0,592	0,002	0,4227	0,003	0,4000	0	180	10
	SBEN	9,22	0,04	0,577	0,002	0,4507	0,001	0,3997	0	530	20
	SBEU	10,06	0,04	0,590	0,003	0,4790	0,002	0,4000	0	3800	50
	SBOH	8,06	0,04	0,570	0,003	0,7607	0,001	10,2000	0	67	1
	SBOİ	8,64	0,04	0,570	0,001	0,8460	0,004	9,8000	0	0	0
	SBOK	10,31	0,06	0,588	0,003	0,5080	0,002	0,4000	0	67	0
	SBON	8,85	0,01	0,578	0,003	0,9587	0,002	1,8000	0	0	0
	SBOU	8,60	0,03	0,580	0,002	0,8460	0,001	11,4000	0	67	2
	UA	9,60	0,06	0,578	0,004	0,3380	0,004	0,8000	0	330	20
	UBEH	9,97	0,02	0,582	0,006	0,5917	0,004	0,4000	0	11000	200
	UBEİ	9,14	0,02	0,585	0,001	0,2820	0,003	0,4000	0	3300	80
	UBEN	9,85	0,05	0,582	0,002	0,2817	0,001	0,4010	0	0	0
	UBEU	9,85	0,03	0,590	0,004	0,3950	0,001	0,6000	0	6700	100
	UBOH	6,80	0,06	0,566	0,004	0,5080	0,002	10,4000	0	4000	50
	UBOİ	7,49	0,03	0,563	0,004	0,8460	0,002	9,6000	0	4100	80
	UBOK	10,31	0,04	0,580	0,002	0,5360	0,001	7,0000	0	0	0
	UBON	7,36	0,03	0,560	0,001	0,7330	0,001	4,6003	0	1300	40

	UBOU	7,90	0,03	0,565	0,005	0,9310	0,003	6,4000	0	3700	90
	Total	8,83	1,12	0,576	0,011	0,6415	0,284	3,8401	4	2377	2883
15	SA	6,72	0,04	0,565	0,002	1,9460	0,004	0,9000	0	830	20
	SBEH	8,60	0,06	0,592	0,002	6,1480	0,003	2,0000	0	2100	80
	SBEİ	7,22	0,02	0,587	0,002	0,2260	0,002	0,2003	0	400	10
	SBEN	7,55	0,02	0,590	0,003	0,1690	0,001	0,2003	0	1000	50
	SBEU	7,90	0,03	0,590	0,001	0,2820	0,002	0,3000	0	1000	90
	SBOH	7,49	0,04	0,574	0,003	0,4507	0,003	2,0003	0	67	2
	SBOİ	7,63	0,03	0,585	0,003	0,5360	0,002	4,0000	0	370	30
	SBOK	8,35	0,02	0,586	0,002	0,3100	0,005	0,3000	0	3400	100
	SBON	6,84	0,01	0,575	0,002	0,4793	0,001	2,9010	0	0	0
	SBOU	6,82	0,02	0,580	0,002	0,5920	0,002	3,6000	0	700	40
	UA	7,78	0,03	0,570	0,002	0,2540	0,001	0,3000	0	3700	80
	UBEH	7,78	0,02	0,570	0,001	0,2540	0,003	0,3000	0	300	30
	UBEİ	7,49	0,04	0,567	0,002	0,1693	0,001	0,2000	0	4800	100
	UBEN	7,34	0,03	0,565	0,005	0,1690	0,005	0,2000	0	4433	143
	UBEU	7,53	0,03	0,564	0,001	0,1973	0,001	0,4003	0	7300	100
	UBOH	7,67	0,05	0,542	0,001	0,4227	0,003	1,5000	0	6667	143
	UBOİ	5,45	0,05	0,535	0,001	0,4510	0,004	0,9000	0	400	20
	UBOK	8,56	0,01	0,548	0,003	0,2260	0,002	0,8000	0	6700	100
	UBON	5,70	0,04	0,525	0,001	0,4507	0,003	0,5000	0	4300	80
	UBOU	6,28	0,02	0,542	0,010	0,4507	0,003	0,5000	0	6700	100
	Total	7,34	0,83	0,568	0,020	0,7092	1,313	1,1001	1	2758	2571
18	SA	7,40	0,03	0,592	0,002	0,5917	0,001	0,4003	0	200	0
	SBEH	7,55	0,05	0,595	0,002	2,3410	0,002	2,1000	0	500	20
	SBEİ	7,46	0,04	0,584	0,001	0,5360	0,002	0,2000	0	330	20
	SBEN	7,42	0,03	0,585	0,001	0,5363	0,003	3,9000	0	0	0
	SBEU	7,50	0,02	0,576	0,002	0,5360	0,002	0,2000	0	0	0
	SBOH	6,95	0,02	0,560	0,003	1,0430	0,003	4,4667	1	0	0
	SBOİ	6,89	0,04	0,570	0,002	0,7050	0,001	11,4000	0	0	0
	SBOK	7,10	0,05	0,582	0,002	0,3670	0,002	0,3667	0	0	0
	SBON	6,86	0,02	0,572	0,001	0,8463	0,003	3,9003	0	0	0
	SBOU	6,78	0,01	0,565	0,002	0,6490	0,003	7,0000	0	0	0
	UA	6,75	0,01	0,575	0,003	0,5640	0,002	0,2000	0	3300	100
	UBEH	6,90	0,02	0,580	0,003	0,7330	0,001	0,2000	0	130	5
	UBEİ	6,76	0,02	0,567	0,001	0,6490	0,002	0,2000	0	230	10
	UBEN	6,76	0,04	0,567	0,001	0,6490	0,004	0,2000	0	400	20
	UBEU	6,82	0,03	0,572	0,002	0,5640	0,003	0,2000	0	400	0
	UBOH	5,40	0,04	0,485	0,002	1,0720	0,002	3,8000	0	330	10
	UBOİ	5,60	0,03	0,475	0,002	1,1280	0,003	2,1000	0	3400	50
	UBOK	5,94	0,02	0,520	0,001	0,4510	0,003	2,5000	0	37	1
	UBON	5,50	0,02	0,480	0,001	1,1557	0,006	2,4013	0	0	0
	UBOU	5,62	0,04	0,471	0,001	1,1277	0,001	1,6000	0	0	0
	Total	6,70	0,69	0,554	0,041	0,8122	0,428	2,3668	3	463	985
21	SA	6,99	0,04	0,495	0,001	0,7330	0,002	0,7000	0	33	1

	SBEH	9,02	0,03	0,545	0,003	3,4970	0,002	3,8000	0	11000	200
	SBEİ	8,10	0,04	0,527	0,002	0,5360	0,001	0,4000	0	0	0
	SBEN	7,80	0,03	0,520	0,001	0,7897	0,002	0,7000	0	3200	218
	SBEU	8,77	0,04	0,518	0,002	0,7610	0,002	0,5000	0	4100	40
	SBOH	7,15	0,05	0,504	0,003	1,2693	0,001	5,4000	0	0	0
	SBOİ	8,14	0,05	0,524	0,001	1,8890	0,003	5,8000	0	0	0
	SBOK	9,18	0,02	0,530	0,002	0,7330	0,002	0,8000	0	0	0
	SBON	7,78	0,04	0,525	0,002	1,4383	0,006	3,9997	0	0	0
	SBOU	7,53	0,03	0,516	0,002	1,6637	0,003	6,5997	0	0	0
	UA	8,56	0,02	0,542	0,002	0,7330	0,002	1,2000	0	0	0
	UBEH	8,56	0,02	0,515	0,001	0,9310	0,003	1,3000	0	8400	100
	UBEİ	8,35	0,03	0,518	0,003	0,8180	0,002	0,7000	0	0	0
	UBEN	8,18	0,02	0,515	0,004	0,8743	0,003	0,8007	0	19000	1000
	UBEU	8,56	0,04	0,514	0,002	0,7050	0,003	0,9000	0	0	0
	UBOH	7,49	0,02	0,525	0,004	1,4380	0,003	4,7000	0	3300	80
	UBOİ	6,49	0,02	0,508	0,004	1,7770	0,002	2,5000	0	0	0
	UBOK	8,89	0,04	0,525	0,001	0,7050	0,002	3,7000	0	3300	70
	UBON	6,49	0,02	0,505	0,003	1,4953	0,002	2,6993	0	0	0
	UBOU	6,57	0,05	0,520	0,001	1,7203	0,003	2,4000	0	33	2
	Total	7,93	0,84	0,520	0,012	1,2254	0,678	2,4800	2	2618	4863
24	SA	7,13	0,03	0,388	0,001	0,6200	0,001	0,5000	0	370	15
	SBEH	7,37	0,04	0,382	0,002	9,1090	0,004	18,8000	0	5000	120
	SBEİ	6,53	0,03	0,373	0,003	0,6200	0,002	1,7000	0	0	0
	SBEN	6,53	0,02	0,373	0,001	0,6197	0,002	1,1000	0	1100	50
	SBEU	6,59	0,04	0,388	0,003	0,8740	0,002	1,0000	0	733	15
	SBOH	7,01	0,04	0,405	0,001	3,5530	0,002	17,6000	0	170	5
	SBOİ	6,49	0,02	0,417	0,002	2,0300	0,002	14,5000	0	0	0
	SBOK	7,36	0,02	0,388	0,002	0,7330	0,002	4,2000	0	0	0
	SBON	6,65	0,02	0,389	0,001	1,7203	0,005	14,0000	0	0	0
	SBOU	6,22	0,03	0,406	0,002	1,9740	0,002	11,6000	0	0	0
	UA	6,55	0,02	0,376	0,002	0,5640	0,001	3,4000	0	0	0
	UBEH	6,65	0,01	0,379	0,002	0,7900	0,002	1,8000	0	3700	150
	UBEİ	6,53	0,05	0,380	0,002	0,6493	0,002	1,7000	0	33	0
	UBEN	6,57	0,02	0,356	0,001	0,6203	0,005	1,3997	0	0	0
	UBEU	6,70	0,02	0,375	0,003	0,7053	0,003	1,5000	0	830	10
	UBOH	6,99	0,05	0,387	0,004	3,1300	0,005	1,6000	0	6700	90
	UBOİ	5,18	0,02	0,381	0,002	1,4380	0,003	1,2000	0	3300	60
	UBOK	6,99	0,02	0,370	0,001	0,7327	0,001	1,5000	0	0	0
	UBON	4,66	0,02	0,388	0,001	1,5790	0,006	9,6000	0	0	0
	UBOU	5,43	0,03	0,383	0,003	1,4100	0,005	9,7000	0	0	0
	Total	6,51	0,68	0,384	0,014	1,6736	1,915	5,9200	6	1097	1927
27	SA	6,22	0,03	0,436	0,001	0,0280	0,002	0,5000	0	230	5
	SBEH	6,57	0,02	0,402	0,001	0,0280	0,001	0,5000	0	4000	100
	SBEİ	5,95	0,05	0,399	0,003	0,0280	0,000	0,5000	0	530	15
	SBEN	6,09	0,04	0,399	0,002	0,0280	0,001	0,5000	0	730	10

	SBEU	5,49	0,05	0,409	0,002	0,0280	0,000	0,5000	0	430	30
	SBOH	7,07	0,03	0,415	0,002	1,8610	0,003	7,0000	0	100	0
	SBOİ	5,95	0,05	0,424	0,003	1,9460	0,001	7,3000	0	33	0
	SBOK	6,47	0,02	0,408	0,001	0,0847	0,001	0,7000	0	0	0
	SBON	6,21	0,03	0,401	0,001	1,7770	0,002	6,7000	0	0	0
	SBOU	5,80	0,03	0,388	0,002	1,4100	0,002	5,4000	0	33	5
	UA	5,36	0,02	0,371	0,003	0,7047	0,001	0,5000	0	3700	160
	UBEH	6,05	0,03	0,380	0,002	1,4380	0,002	0,6000	0	0	0
	UBEİ	6,20	0,03	0,385	0,001	0,6767	0,004	0,5000	0	3300	100
	UBEN	5,88	0,03	0,389	0,003	0,7330	0,003	0,4003	0	0	0
	UBEU	6,20	0,01	0,396	0,002	0,8180	0,003	0,4000	0	0	0
	UBOH	7,22	0,02	0,429	0,002	2,2840	0,003	4,6000	0	6667	153
	UBOİ	4,57	0,02	0,362	0,001	1,4100	0,002	2,5000	0	0	0
	UBOK	6,55	0,02	0,405	0,003	0,9020	0,001	1,4000	0	0	0
	UBON	4,66	0,06	0,373	0,003	1,3540	0,002	2,6000	0	0	0
	UBOU	4,43	0,02	0,393	0,003	1,4380	0,002	2,3000	0	33	0
	Total	5,95	0,74	0,398	0,019	0,9489	0,732	2,2700	2	989	1840
30	SA	6,32	0,02	0,343	0,001	0,8460	0,001	0,3000	0	670	10
	SBEH	8,06	0,02	0,395	0,003	1,4660	0,003	0,8000	0	12000	200
	SBEİ	7,38	0,03	0,398	0,002	1,1840	0,002	0,6000	0	130	20
	SBEN	7,03	0,02	0,361	0,004	1,1280	0,003	0,6000	0	130	10
	SBEU	8,10	0,04	0,385	0,002	0,9020	0,002	0,4000	0	300	30
	SBOH	7,22	0,04	0,363	0,002	4,2580	0,003	11,6000	0	330	10
	SBOİ	7,51	0,03	0,370	0,001	1,7480	0,002	6,8000	0	0	0
	SBOK	7,92	0,03	0,364	0,002	0,9870	0,002	0,8000	0	100	20
	SBON	6,61	0,02	0,376	0,002	1,6357	0,001	9,0000	0	33	2
	SBOU	6,72	0,05	0,384	0,002	1,6640	0,001	7,4000	0	3400	100
	UA	7,99	0,05	0,387	0,002	0,6200	0,005	0,8000	0	0	0
	UBEH	7,34	0,01	0,404	0,001	0,8180	0,004	0,6000	0	130	5
	UBEİ	7,67	0,03	0,388	0,003	0,4793	0,003	0,6003	0	3300	90
	UBEN	7,63	0,02	0,453	0,003	0,5100	0,002	0,6000	0	3400	50
	UBEU	7,30	0,04	0,380	0,002	0,4790	0,002	0,6000	0	33	1
	UBOH	7,74	0,04	0,370	0,003	1,3253	0,002	7,6000	0	0	0
	UBOİ	5,95	0,03	0,397	0,002	1,2130	0,002	5,8000	0	3300	80
	UBOK	7,74	0,07	0,370	0,002	1,3250	0,001	3,9000	0	327	15
	UBON	5,95	0,02	0,398	0,002	1,2410	0,002	4,2000	0	33	3
	UBOU	5,55	0,01	0,390	0,002	1,2690	0,003	4,1000	0	0	0
	Total	7,19	0,75	0,384	0,022	1,2549	0,793	3,3550	3	1381	2777
33	SA	8,64	0,04	0,428	0,002	0,9590	0,002	0,4000	0	630	10
	SBEH	8,74	0,21	0,485	0,003	1,5790	0,003	2,5000	0	22000	200
	SBEİ	8,02	0,02	0,481	0,002	1,1280	0,002	1,6000	0	100	10
	SBEN	8,10	0,02	0,479	0,002	1,1840	0,004	0,5000	0	470	10
	SBEU	8,02	0,03	0,472	0,003	1,2970	0,002	0,4000	0	67	3
	SBOH	7,42	0,02	0,466	0,002	4,3993	0,005	23,0000	0	800	50
	SBOİ	7,67	0,03	0,471	0,002	1,5790	0,004	5,8000	0	3400	60

	SBOK	8,85	0,05	0,453	0,003	0,8740	0,002	0,8000	0	67	2
	SBON	8,14	0,02	0,488	0,002	1,6920	0,002	6,7000	0	830	15
	SBOU	7,65	0,03	0,470	0,002	1,8330	0,003	6,0000	0	130	5
	UA	8,56	0,02	0,478	0,001	0,5920	0,002	0,6003	0	3300	100
	UBEH	8,10	0,02	0,473	0,002	1,4380	0,003	0,4003	0	1400	50
	UBEİ	8,77	0,02	0,490	0,002	0,5360	0,003	0,4003	0	0	0
	UBEN	8,04	0,03	0,485	0,002	0,6490	0,001	0,4000	0	3700	80
	UBEU	8,52	0,04	0,488	0,002	0,7047	0,003	0,5000	0	6700	90
	UBOH	7,99	0,05	0,487	0,002	1,4660	0,003	4,4997	0	0	0
	UBOİ	6,47	0,02	0,446	0,002	1,2887	0,081	3,8000	0	0	0
	UBOK	9,06	0,02	0,476	0,001	0,8460	0,003	2,8000	0	6700	100
	UBON	6,38	0,03	0,351	0,117	1,2407	0,001	3,1000	0	0	0
	UBOU	6,49	0,04	0,441	0,002	1,4093	0,047	1,9000	0	3400	50
	Total	7,98	0,78	0,465	0,038	1,3347	0,802	3,3050	5	2685	4947
36	SA	6,78	0,02	0,437	0,002	1,5790	0,004	1,5000	0	500	40
	SBEH	9,60	0,04	0,482	0,002	2,5660	0,002	5,4000	0	12000	150
	SBEİ	7,55	0,03	0,447	0,002	0,7050	0,003	0,9000	0	130	15
	SBEN	7,25	0,04	0,463	0,002	0,8460	0,002	0,6000	0	130	10
	SBEU	7,40	0,02	0,445	0,003	1,1563	0,001	1,8000	0	0	0
	SBOH	7,36	0,02	0,470	0,002	1,8047	0,003	9,6000	0	330	15
	SBOİ	8,10	0,02	0,480	0,002	1,6357	0,001	8,8000	0	0	0
	SBOK	8,18	0,03	0,452	0,002	1,8047	0,003	4,6667	0	100	0
	SBON	7,65	0,02	0,468	0,002	1,6920	0,002	10,0000	0	33	2
	SBOU	7,82	0,02	0,471	0,002	1,7480	0,002	8,6000	0	3400	90
	UA	7,74	0,02	0,450	0,002	0,6200	0,003	2,6003	0	0	0
	UBEH	6,70	0,02	0,450	0,001	0,7330	0,003	0,5000	0	4300	90
	UBEİ	7,90	0,06	0,470	0,016	0,6493	0,003	1,0003	0	1000	50
	UBEN	8,27	0,03	0,453	0,004	0,6770	0,002	1,1000	0	33	1
	UBEU	5,24	0,05	0,460	0,002	0,7900	0,002	0,8000	0	0	0
	UBOH	6,72	0,02	0,491	0,001	0,8743	0,001	9,8000	0	670	30
	UBOİ	5,95	0,02	0,465	0,002	1,5233	0,001	4,7000	0	67	2
	UBOK	7,86	0,03	0,454	0,002	1,5790	0,003	4,8003	0	3300	100
	UBON	6,05	0,01	0,460	0,002	1,5790	0,003	5,1000	0	67	0
	UBOU	5,95	0,04	0,453	0,002	1,3250	0,002	4,1000	0	330	10
	Total	7,30	0,99	0,461	0,014	1,2944	0,528	4,3184	3	1320	2781
Total	SA	7,01	0,94	0,495	0,083	0,7543	0,537	0,5349	0	2089	4156
	SBEH	7,86	1,08	0,511	0,078	2,5930	2,520	3,2708	5	6883	6266
	SBEİ	7,50	1,02	0,505	0,080	0,5076	0,354	0,5584	1	250	207
	SBEN	7,50	1,04	0,503	0,084	0,5379	0,373	0,7500	1	1691	3258
	SBET	43,18	0,04	0,961	0,001	0,4227	0,003	0,0000	0	0	0
	SBEU	7,78	1,22	0,508	0,081	0,5874	0,397	0,5517	0	2069	2409
	SBOH	7,38	0,67	0,501	0,073	1,7671	1,438	7,9506	7	961	1891
	SBOİ	7,38	0,81	0,505	0,070	1,1748	0,668	6,4933	4	417	956
	SBOK	8,05	1,10	0,505	0,083	0,6056	0,462	1,0945	2	450	1003
	SBON	7,24	0,76	0,501	0,076	1,1092	0,593	5,2192	4	841	2567

	SBOT	51,35	0,04	0,966	0,004	0,3370	0,002	0,0000	0	0	0
	SBOU	7,18	0,83	0,503	0,075	1,1326	0,618	5,9065	4	1303	2317
	UA	7,63	1,15	0,498	0,080	0,4769	0,190	0,9191	1	1958	1835
	UBEH	7,52	1,13	0,496	0,075	0,7191	0,398	0,5803	0	6113	10096
	UBEİ	7,61	0,91	0,492	0,073	0,4749	0,216	0,5954	0	1774	1660
	UBEN	7,61	1,04	0,495	0,070	0,4891	0,239	0,5682	0	8756	20320
	UBET	41,69	0,14	0,961	0,004	0,3377	0,003	0,0000	0	100	10
	UBEU	7,48	1,22	0,491	0,075	0,5123	0,225	0,6063	0	2164	2895
	UBOH	6,99	0,84	0,481	0,059	1,1468	0,832	4,2751	3	3622	3336
	UBOİ	6,00	0,79	0,464	0,061	1,0168	0,499	2,9038	3	1250	1648
	UBOK	7,96	1,17	0,484	0,068	0,6579	0,442	2,6513	2	1783	2528
	UBON	5,94	0,92	0,458	0,071	0,9916	0,491	3,1319	2	1183	2232
	UBOT	53,17	0,07	0,961	0,001	0,3117	0,003	0,0000	0	0	0
	UBOU	6,06	0,96	0,467	0,061	1,0222	0,476	2,9579	3	1550	2138
	Total	7,94	5,26	0,501	0,095	0,9046	0,925	2,5337	4	2317	6006

* nem: nem miktarı, aw: su aktivitesi, FFA: serbest yağ asitliği, PV: Peroksit değeri,

TKS: Toplam küf sayısı, SD: standart sapma.