



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKTİF KARBON VE BENTONİT UYGULAMASININ
FINDIK SÜTÜNÜN AFLATOKSİN PROFİLİ VE KALİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

CÜNEYT ÇAKIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORDU 2020

TEZ ONAY

Cüneyt ÇAKIR tarafından hazırlanan “**AKTİF KARBON ve BENTONİT UYGULAMASININ FINDIK SÜTÜNÜN AFLATOKSİN PROFİLİ ve KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 05.02.2020 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

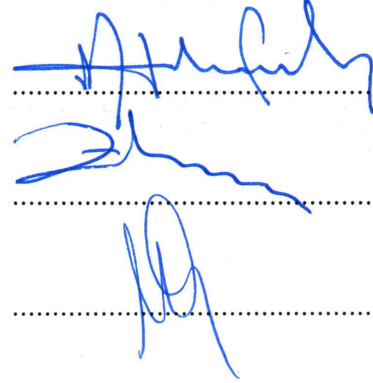
Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Atilla ŞİMŞEK

İkinci Danışman
Prof. Dr. İlkey KOCA

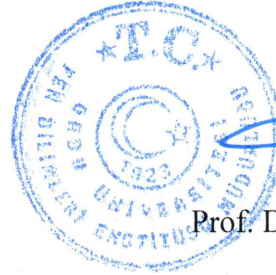
Jüri Üyeleri

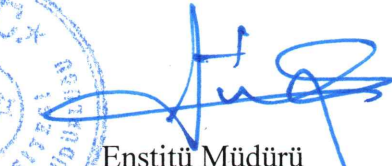
Üye
Dr. Öğr. Üyesi Atilla ŞİMŞEK
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi
Üye
Prof. Dr. Zekai TARAKÇI
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi
Üye
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Remzi OTAĞ
Gıda Mühendisliği, Giresun Üniversitesi

İmza



07 / 02 / 2020 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 07 / 02 / 2020 tarih ve 2020 / 73. sayılı kararı ile onaylanmıştır.




Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Selahattin MADEN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



Cüneyt ÇAKIR

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-1907 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

AKTİF KARBON VE BENTONİT UYGULAMASININ FINDIK SÜTÜNÜN AFLATOKSİN PROFİLİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Cüneyt ÇAKIR

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 70 SAYFA

TEZ DANIŞMANI: Dr. Öğr.Üyesi Atilla ŞİMŞEK

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. İlkay KOCA

Bu araştırmada, farklı firmalardan aflatoksin içeriği yüksek fındık füreleri temin edildikten sonra, başlangıçtaki aflatoksin profili ile nem, yağ, protein miktarı, viskozite değeri, pH, serbest yağ asitliği (SYA), peroksit değeri (PD), Hunter L*, a* ve b* renk değerleri, toplam fenolik madde miktarı (TFM), antioksidan aktivite (DPPH-RSA), toplam tokoferol (TT) içeriği gibi çeşitli kalite özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra aflatoksin miktarı yüksek füreler fındık sütüne işlenmiş, ön denemeler sonucu tespit edilmiş olan farklı doz (% 6, 9 ve 12) ve sürelerde (30, 45 ve 60 dk) aktif kömür (AK) ve bentonit (B) ile işleme tabi tutulmuştur. AK ve B uygulamasından sonra fındık sütlerinde fiziksel kimyasal ve aflatoksin (TAF, AFB₁, AFB₂, AFG₁ ve AFG₂) analizler gerçekleştirilerek kalite değişimleri ortaya konulmuştur. Araştırma 2 tekerrür olarak yürütülmüş olup, elde edilen sonuçlar istatistik analize tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır.

Araştırmada kullanılan fındık sütünde; nem % 74.13-74.43, Hunter L* değeri 61.60-62.97, Hunter a* değeri 6.34-6.37, Hunter b* değeri 12.08-12.99, viskozitesi 99.90-99.60 (cP), pH'ı 6.08, yağ miktarı % 13.51-14.05, protein miktarı % 11.25-13.03, SYA'ı 1.40-1.47 (g/100 g), PD 2.75-2.99 (meq/kg yağ), TFM miktarı 238.13-247.75 (mg GAE/100 g), TT miktarı 211.23-215.83 (mg/kg), DPPH-RSA'ı % 58.75-58.86 arasında değişmiştir. Aflatoksin profilini oluşturan AFB₁ 2.62-2.75 (µg/kg), AFB₂ 0.31-0.32 (µg/kg), AFG₁ 3.17-3.33 (µg/kg), AFG₂ 0.52-0.55 (µg/kg) ve TAF düzeyi 6.62-6.95 (µg/kg) ise sınırları içerisinde tespit edilmiştir.

Fındık sütünün nem miktarı, Hunter L*, a* ve b* renk değeri, viskozitesi, pH'ı, yağ miktarı, PD, DPPH-RSA'ı ile AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂ ve TAF seviyeleri üzerine A (Absorban) x KO (Katki Oranı) x S (Süre) interaksyonunun etkisi önemli (p<0.05) bulunmuştur. SYA'ı üzerine KO ve S faktörleri etkili bulunurken, TFM ve TT miktarı üzerine ise KOxS interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur.

AK ve B fındık sütlerinde kullanıldığında, Hunter L* ve Hunter b* değerinin azalırken, tersine Hunter a* değeri B kullanımında ise bir miktar artmış, AK kullanımında düşmüştür. Örneklerin viskozitesi B kullanımında kontrol örneklerine ve AK'e göre daha fazla artış göstermiş ve daha kıvamlı ürünler vermiştir. pH değeri AK uygulamasında B'e göre daha yüksek çıkmış 6.69-7.25 arasında değişim göstermiştir. Yağ miktarı KO ile dalgalanma gösterse de yüksek KO ve S'de bir miktar yükselmiştir. PD ise her iki absorbanla düşüş göstermiş bu düşüşler aynı sınırlar içerisinde yer almıştır. DPPH-RSA'ı kontrol örneklerine göre TT ve TFM gibi antioksidanların azalışına bağlı olarak azaldığı, kayıpların AK ilavesi ile daha arttığı gözlemlenmiştir. SYA değerinin sadece KO ve S faktörleri ile düşse de istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. TFM ve TT miktarı ise her iki absorban ile azalış göstermiştir. Çalışmanın asıl hedeflerinden biri olan fındık sütünde aflatoksin miktarının AK ve B ile düşürülmesi büyük ölçüde amacına ulaşmış, fındık sütünde TAF miktarı 6.78'den 1.96 gibi yasal sınırın (10 µg/kg) altına çekilebilmiştir. AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂ miktarları ise sırasıyla 0.38, 0.095, 1.17, 0.255 değerlerine kadar indirilmiştir

Anahtar Kelimeler: Absorbanlar, Aflatoksin, Aktif Kömür, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, Bentonit, Fındık Furesi, Fındık Sütü.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ACTIVE CARBON AND BENTONITE APPLICATION ON THE PROFILE OF AFLATOXIN AND QUALITY PROPERTIES OF HAZELNUT MILK

CÜNEYT ÇAKIR

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

FOOD ENGINEERING

MASTER THESIS, 70 PAGES

SUPERVISOR: Assist. Prof. Dr. Atilla ŞİMŞEK

CO-SUPERVISOR: Prof. Dr. İlkey KOCA

In this research, after obtaining hazelnuts puree with high aflatoxin content from different companies, various quality features such as aflatoxin profile, moisture, oil, protein amount, viscosity value, pH, free fatty acidity (FFA), peroxide value (PV), Hunter L *, a * and b * color values, total phenolic matter (TPM), antioxidant activity (DPPH-RSA), tocopherol content were determined. Afterwards, hazelnut puree with high aflatoxin levels were processed into hazelnut milk and treated with activated charcoal (AC) and bentonite (B) at different doses (6, 9 and 12 %) and times (30, 45 and 60 minutes). After AC and B application, physical chemical and (TAF, AFB₁, AFB₂, AFG₁ and AFG₂) analyzes were performed in hazelnut milk and quality changes were revealed. The study was carried out in 2 replicates, the results were subjected to statistical analysis (ANOVA) and the averages of the variation sources that were found important were compared with the Tukey Multiple Comparison Test.

In the hazelnut milk used in the research; moisture 74.13-74.43 %, Hunter L * value 61.60-62.97, Hunter a * value 6.34-6.37, Hunter b * value 12.08-12.99, viscosity 99.90-99.60 (cP), pH 6.08, oil 13.51-14.05% protein 11.25-13.03%, FFA 1.40-1.47 (g/100 g), PN 2.75-2.99 (meq/kg fat), TPM amount 238.13-247.75 (mg GAE/100 g), TT amount 211.23- 215.83 mg/kg), DPPH-RSA ranged from 58.75 to 58.86 %. Aflatoxin limits of samples determined between 2.62-2.75 (µg/kg) for AFB₁, 0.31-0.32 (µg/kg) for AFB₂, 3.17-3.33 (µg/kg) for AFG₁, 0.52-0.55 (µg/kg) for AFG₂ and 6.62-6.95 (µg/kg) for TAF. Effect of A (Absorban) x AR (Additive Ratio) x T (Time) interaction on moisture, Hunter L *, a * and b * color value, viscosity, pH, oil, PV, DPPH-RSA and AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂ and TAF levels of hazelnut milks was found significantly (p<0.05). While AR and T factors were effective on FFA, the effect of ARxT interaction on TPM and TT was found to be significant.

When used in AC and B in hazelnut milk, Hunter L * and Hunter b * value decreased, on the contrary, Hunter a * value increased slightly in B use and decreased in AC use. The viscosity of the samples increased more than the control samples and according to the use of B, AC gave more viscous products. The pH value was higher in the AC application compared to B and varied between 6.69-7.25. Although the amount of oil fluctuated with AR, it increased slightly in AR and T. PV decreased with both absorbents and these decreases took place within the same limits. It has been observed that DPPH-RSA decreases due to the decrease of antioxidants such as TT and TFM compared to control samples, and losses increase with the addition of AC. Although FFA decreased only with AR and T factors, it was statistically insignificant. The amount of TPM and TT decreased with both absorbents. The aim of the study was to reduce the amount of aflatoxin in hazelnut milk with AC and B to a large extent, and the amount of TAF in hazelnut milk could be reduced from 6.78 to 1.96, below the legal limit (10 µg / kg). The amounts of AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂ were reduced to 0.38, 0.095, 1.17, 0.255, respectively.

Keywords: Absorbents, Aflatoxin, Activated Coal, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, Bentonite, Hazelnut Milk, Hazelnut Paste.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında başta danışman hocam Sayın Sayın Dr. Öğr. Üyesi Atilla ŞİMŞEK'e ve Prof. Dr. İlkay KOCA'ya çalışmalarına sağladığı destek ve katkılarından dolayı Sayın Araş.Gör. Emre TURAN'a, fındık fûresinin temin edilmesini ve laboratuvar imkanlarının kullanılmasını sağlayan Karimex Gıda San. ve Dış Tic. Ltd. Şti. Genel Müdürü Sayın Emrah ALBAYRAK'a, Çelebioğlu Gıda Pazarlama San. ve Tic. Ltd. Şti. Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Yalçın ÇELEBİ ve Gökhan ÇELEBİ'ye, Poyraz Poyraz Fındık Entegre San. Tic. A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Mustafa POYRAZ'a, Na-bentonitin temin edilmesini sağlayan Bentaş Bentonit Madencilik San. ve Tic. A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Mustafa GÜZELDAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	IX
EKLER LİSTESİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
3.MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1 Materyal	18
3.2 Yöntem.....	18
3.2.1 Fındık Füresinin fındık sütüne işlenmesi	18
3.2.2 Örneklerin Hazırlanması	18
3.2.3 Fiziksel Analizler	19
3.2.3.1 Nem Analizi	19
3.2.3.2 Renk Ölçümü	19
3.2.3.3 Viskozite Ölçümü.....	19
3.2.4 Kimyasal Analizler.....	19
3.2.4.1 pH Değeri Analizi	19
3.2.4.2 Protein Miktarı Analizi	19
3.2.4.3 Yağ Miktarı Analizi	19
3.2.4.4 Serbest Yağ Asitliği Analizi	20
3.2.4.5 Peroksit Değeri Analizi	20
3.2.4.6 Toplam Fenolik Madde Analizi	20
3.2.4.7 Toplam Tokoferol Analizi.....	21
3.2.4.8 Antioksidan Aktivitesi Analizi.....	21
3.2.4.9 Aflatoksin Analizi	21
3.2.5 Deneme Planı ve İstatiksel Analizler	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1 Araştırmada Kullanılan Fındık Füresi ve Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal, Özellikleri ve Aflatoksin Profili	23
4.2 Farklı Oran ve Sürelerde Uygulanmış AK ve B'nin Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Aflatoksin Profiline Etkisi	26
4.2.1 Nem Değişimi	29
4.2.2 Hunter L* Değeri Değişimi.....	30
4.2.3 Hunter a* Değeri Değişimi	31
4.2.4 Hunter b* Değeri Değişimi	33
4.2.5 Viskozite Değişimi.....	34
4.2.6 pH Değişimi	36
4.2.7 Yağ Miktarı Değişimi	37
4.2.8 Serbest Yağ Asitliği Değişimi.....	39
4.2.9 Peroksit Değeri Değişimi	40

4.2.10 Toplam Fenolik Madde Değişimi	42
4.2.11 Toplam Tokoferol Değişimi.....	43
4.2.12 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesinin Değişimi (DPPH-RSA).....	45
4.2.13 Aflatoksin B ₁ Miktarının Değişimi	46
4.2.14 Aflatoksin B ₂ Miktarının Değişimi	48
4.2.15 Aflatoksin G ₁ Miktarının Değişimi.....	50
4.2.16 Aflatoksin G ₂ Miktarının Değişimi.....	51
4.2.17 Toplam Aflatoksin Miktarının Değişimi.....	53
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	55
6. KAYNAKLAR	58
EKLER	66
ZGEÇMİş	70



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Aflatoksinlerin İzomer Yapıları.....	7
Şekil 4.1 Nem Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu	30
Şekil 4.2 Hunter L* Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu.....	31
Şekil 4.3 Hunter a* Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu.....	33
Şekil 4.4 Hunter b* Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu.....	34
Şekil 4.5 Viskozite Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu ...	36
Şekil 4.6 pH Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu ..	37
Şekil 4.7 Yağ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu	39
Şekil 4.8 PD Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu.....	41
Şekil 4.9 TFM Miktarı Üzerine Etkili Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu	43
Şekil 4.10 Toplam Tokoferol Miktarı Üzerine Etkili Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu.....	45
Şekil 4.11 DPPH-RSA Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu	46
Şekil 4.12 AFB ₁ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu	48
Şekil 4.13 AFB ₂ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu	50
Şekil 4.14 AFG ₁ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu.....	51
Şekil 4.15 AFG ₂ Miktarının Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu.....	52
Şekil 4.16 TAF Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu	54

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	2017-2018 yılı Türkiye Fındık İhracat Verileri	3
Çizelge 2.2	Türk Gıda Kodeksine Göre Bazı Gıdalar İçin Aflatoksin Limit Değerleri	8
Çizelge 4.1	Fındık Füresinin ve Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Aflatoksin Profili	23
Çizelge 4.2	Farklı Oran ve Sürelerde Uygulanmış İki Farklı Absorban Maddenin (AK, B) Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Aflatoksin Profiline Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	27
Çizelge 4.3	Nem Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	29
Çizelge 4.4	Hunter L* Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	30
Çizelge 4.5	Hunter a* Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	32
Çizelge 4.6	Hunter b* Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	33
Çizelge 4.7	Viskozitenin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi.....	35
Çizelge 4.8	pH Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	36
Çizelge 4.9	Yağ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	38
Çizelge 4.10	Serbest Yağ Asitliği (SYA) Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye göre değişimi	40
Çizelge 4.11	Peroksit Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye göre değişimi	41
Çizelge 4.12	TFM Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi.....	42
Çizelge 4.13	TFM Miktarının Katkı Oranı x Süreye göre değişimi	43
Çizelge 4.14	Toplam Tokoferol Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	44
Çizelge 4.15	Toplam Tokoferol Miktarının Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi ...	44
Çizelge 4.16	DPPH-RSA'nin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	45
Çizelge 4.17	AFB ₁ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi....	47
Çizelge 4.18	AFB ₂ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi....	49
Çizelge 4.19	AFG ₁ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi....	50
Çizelge 4.20	AFG ₂ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi....	52
Çizelge 4.21	TAF Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi	53

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

AOAC	:	Association of Official Analytical Chemist
Abs	:	Absorbans
aw	:	Su Aktivitesi
cm	:	Santimetre
cP	:	Santipoise
g	:	Gram
HPLC	:	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi
IARC	:	Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı
IDF	:	International Dairy Federation
kGy	:	Kilogray
KİB	:	Karadeniz İhracatçılar Birliği
kPa	:	Kilopaskal
meq	:	Miliekivalent
mg	:	Miligram
ml	:	Mililitre
MPa	:	Megapaskal
ng	:	Nanogram
nm	:	Nanometre
µg	:	Mikrogram
rpm	:	Devir/Dakika
TDI	:	Günlük Tolere Edilebilir Doz
WHO	:	Dünya Sağlık Örgütü
UV	:	Ultraviyole
°C	:	Santigrat Derece

EKLER LİSTESİ

Sayfa

EK 1: AK, B % 6, 60 dk Uygulamasının Aflatoksin Miktarına Etkisi	67
EK 2: AK, B % 9, 60 dk Uygulamasının Aflatoksin Miktarına Etkisi	68
EK 3: AK, B % 12, 60 dk Uygulamasının Aflatoksin Miktarına Etkisi	69



1. GİRİŞ

Besin değeri ve bileşimi yönünden bakıldığında fındık değerli bir gıda olup ekonomik olarak ülkemiz için önemli bir gıda sanayi hammaddesidir. Aynı zamanda ülke ekonomisine katkılarının yanında, insanlarımız için önemli bir geçim kaynağıdır. Dünya fındık üretiminin büyük kısmı Türkiye tarafından gerçekleştirilmektedir. FAO 2017 yılı verilerine göre Türkiye’de 439.097 hektar alanda 675.000 ton fındık üretimi ile ilk sırada yer alırken, onu sırasıyla 131.281 ton ile İtalya ve 29.030 ton ile ABD izlemiştir. (Anonim, 2017).

Fındık doğal halde, beyazlatılıp, kavrulup ya da yan ürünleri halinde tüketilmektedir. Küçük parçalar halinde, kırılmış, un, yağ ve fındık ezmesi olarak kendi ürünleri bulunurken organoleptik özelliklerinden ötürü, yalnızca meyve olarak değil, aynı zamanda çerez, çikolata, tahıl, unlu mamul, süt, salata, ara sıcak, sos, dondurma ve diğer tatlı formülasyonları gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanımı ile dünyanın her yerinde tüketilir. Fındığın % 80’i çikolata endüstrisi, pastacılık, % 15’i bisküvi ve şekerleme endüstrisinde, % 5’i ise herhangi bir işleme uğramadan tüketilmektedir (Köksal ve ark., 2006).

Fındık füresi, tekniğine uygun şekilde iç fındığın ezilmesiyle elde edilen, kıvamlı yarı mamuldür. Fındık füresinin yağ oranı en az % 55, nem en çok % 6, toplam aflatoksin miktarı en fazla 10 µg/kg olmalıdır. Birinci sınıf fındık füresi kaliteli, sağlam işlenmiş iç fındıklardan elde edilir. Birinci sınıf fındık füresinde serbest yağ asiti miktarı oleik asit cinsinden ve ekstrakte edilen yağ üzerinden en fazla % 1, peroksit değeri ise en çok 7 meq/kg olmalıdır. İkinci sınıf fındık füresi ise beyazlatılmış kusurlu iç fındık ve kavrulmuş kusurlu iç fındıktan elde edilir. İkinci sınıf fındık füresinde serbest yağ asidi miktarı oleik asit cinsinden ve ekstrakte edilen yağ üzerinden en fazla % 1-1.5, peroksit değeri ise en çok 8-10 meq/kg olmalıdır (TS 10938, 2016). Fındık füresinin 100 gramı, ortalama; % 64 yağ, % 12.5 protein, % 3.6 karbonhidrat, % 17 diyet lifi, % 2.3 kül, % 0.9 nem ve 593 kcal enerji ihtiva eder (Özçelik ve Karaali, 2002).

Ülkemiz, fındık üretiminde dünyada ilk sırada olmasına rağmen ihracatta bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Fındık ve fındık ürünlerindeki bu sorunların en büyüğü aflatoksindir. Aflatoksin, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus flavus* küfleri

tarafından üretilen bir mikotoksin türüdür. Zamanında yapılmayan hasat, uygun olmayan kurutma ve depolama şartları fındıkta aflatoksin riskini arttırmaktadır (Özçakmak ve Dervişoğlu, 2007).

Fındık, antepfıstığı, kurutulmuş meyveler vb. doğrudan tüketim için işlenen ürünlerde Avrupa Birliği'ne göre yasal sınırlar aflatoksin B₁ (AFB₁) için maksimum 2 ng/g, toplam aflatoksin için ise 4 ng/g belirlemiştir (Şen ve Nas, 2010).

Fındık küf bulaşması için hassas bir üründür. Bulaşma sonrası oluşan aflatoksin, ürünün kalitesini düşürmekte, uygulanan ısı işlemler etkisiz kalmakta ve yasal limitler doğrultusunda bu ürünler değerlendirilememektedir. Aflatoksinin sağlık açısından zararları göz önüne alındığında fındık ve ürünlerindeki aflatoksinin uzaklaştırılması gerekmektedir. Özellikle üretiminde, kalitesi düşük fındık kullanımından dolayı, fındık füresi ve fındık füresinden üretilen diğer ürünleri (fındık sütü, çikolata üretimi vs.) aflatoksin açısından riskli ürünler içinde yer almaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için çeşitli gıdalarda fiziksel, biyolojik ve kimyasal yöntemler uygulanmasına rağmen, fındık ve ürünlerinde absorban madde kullanılarak aflatoksin seviyesinin sınır değerlere düşürülmesine yönelik yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, aflatoksin sorununun giderilmesi için kolay ve uygulanabilir bir yöntem olarak tutucu etkiye sahip aktif karbon (AK) ve bentonit (B) kullanılarak, fındık füresinden elde edilen fındık sütünde aflatoksinin azaltılması ve/veya tamamen uzaklaştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca, kullanılan absorban maddelerin fındık sütünün bileşim unsurları ve bazı biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Farklı kültür çeşitleri olan fındık, *Betulaceae* familyasına ait olup *Corylus* cinsindedir. Bodur, çalı forma sahip bir kültür bitkisi olan fındık başta ülkemiz olmak üzere kuzey yarım kürenin ılıman iklim kuşağındaki bölgelerde yetişmektedir. Bu cinsin 25 türü olduğu bilinmektedir. Ekonomik olarak yaygın yetiştirilen türleri *Corylus avellana* L., *Corylus colurna* L. (Türk fındığı) ve *Corylus maxima* mill (lambert fındığı)' dir. Türkiye fındık üretiminin % 85'i Giresun, Ordu, Trabzon, Samsun, Sakarya illerinde yapılmaktadır. Türkiye'de Tombul, İncekara, Kargalak, Uzunmusa, Palaz, Kalınkara, Çakıldak, Mincane, Foşa, Değirmendere, Yassı Badem, Yuvarlak Badem, Sivri, Kan, Acı, Cavcava çeşitleri olmasına karşın ekonomik açıdan önemli olan çeşitler Tombul, Palaz, Foşa'dır (Köksal, 2002; Şimşek, 2004).

Fındık, Türkiye'de ekonomik olarak önemli bir yere sahiptir, bitkisel ürünler içinde en yüksek döviz getiren üründür. Yıllık ortalama 350.000 ton işleme kapasiteli 40 fabrika bu alanda faaliyet göstermektedir (Öztürk ve ark., 2017). Türkiye 2018 yılı verilerine göre 279.250 ton fındık ihracatı gerçekleştirerek 1.635. 235.672 dolar gelir elde etmiştir (KİB, 2018).

Çizelge 2.1 2017-2018 yılı Türkiye Fındık İhracat Verileri (KİB, 2018)

Dönem	01/09/2017-31/08/2018	
Ülke	Miktar(Kg)	Değer(\$)
ALMANYA	69.901.505	424.902.342
İTALYA	57.379.855	357.331.342
FRANSA	20.042.502	124.506.889
KANADA	12.165.447	77.498.628
HOLLANDA	10.207.393	65.763.663
İSVİÇRE	10.122.798	61.555.049
POLONYA	9.060.534	59.183.736
BELÇİKA	8.820.758	51.699.462
AVUSTURYA	8.642.573	53.692.903
ÇİN	6.904.062	49.099.904
A.B.D.	6.371.480	41.180.190
İSPANYA	6.245.217	38.309.615
LÜKSEMBURG	5.040.000	27.594.090
İNGİLTERE	5.002.774	33.753.650
RUSYA FED.	4.470.143	29.045.731
BREZİLYA	3.548.190	21.927.201
MISIR	3.498.863	20.819.030
AVUSTRALYA	3.182.566	19.655.719
UKRAYNA	2.688.394	16.431.134
YUNANİSTAN	2.430.286	14.472.609
Toplam	255.725.340	1.588.422.887

Gıda sanayisinde çikolata, pastacılık, bisküvi ve şekerleme gibi benzer bir çok alanda hammadde olarak kullanılan bir meyve olan fındık besin değeri açısından oldukça zengin içeriğe sahiptir. Fındık içeriğindeki yüksek orandaki protein, karbonhidrat, yağ miktarından dolayı zengin bir besin kaynağıdır. Fındığın iç kısmı, % 2-6.5 su, % 10-24 protein, % 50-73 yağ, % 10-22 karbonhidrat, % 1-3 selüloz, % 1-3 kül içermektedir. Fındığın yağ bileşimi, iklim, bölge, toprak ve fındık çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Türkiye'deki fındık çeşitlerinin temel yağ asiti değerlerine bakıldığında tekli doymamış yağ asitleri oleik asit % 75.2-84.2, palmitoleik asit % 0.2, çoklu doymamış yağ asitleri linoleik asit % 7.9-18.5, linolenik asit % 0.1-1.9, doymuş yağ asitleri palmitik asit % 4.6-6.1, stearik asit % 1.2-3'tür. (Şimşek ve Aslantaş, 1999). Doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı yaklaşık 12.8'dir. Bu yüksek oran, işlenmiş gıdaların besin kalitesinin artırılmasında, fındık yağını iyi bir seçenek yapmıştır. Fındık yağında yüksek oranda bulunan oleik asitin kanda kolesterol seviyesinin iyileştirilmesinde ve damar sertliğine karşı etkili olduğu belirtilmiştir (Durak ve ark., 1999; Köksal ve ark., 2006).

İç fındık % 10-24 arasında protein içermektedir. Fındığın protein miktarı yumurta, tahıllardan yüksek, et ve baklagillerdeki miktarlarla yaklaşık aynı seviyededir. Tüketilen 100 g fındık, günlük protein ihtiyacının % 22'sini karşılamaktadır. Fındıkta esansiyel amino asitlerden arginin (2003 mg/100 g), lösin (1150 mg/100 g), esansiyel olmayan amino asitlerden glutamik asit (2714 mg/100 g), aspartik asit (1493 mg/100 g) ihtiva ettiği belirtilmiştir (Şimşek ve Aslantaş, 1999; Köksal ve ark., 2006).

Fındık % 1-3.4 arasında kül içermektedir. 100 g fındık için makroelement miktarları, potasyum (K) 863 mg, fosfor (P) 287 mg, kalsiyum (Ca) 186 mg, magnezyum (Mg) 173 mg, mangan (Mn) 5.6 mg olarak bulunmuştur (Köksal ve ark., 2006). Yapılan bir çalışmada 16 fındık çeşidinin mikroelement profili incelenmiştir. Çeşitler arasında mikroelement miktarlarında önemli farklar bulunmuştur. Ortalama mikroelement miktarlarına bakıldığında 100 g fındıkta, bor (B) 13-23.87 mg, kobalt (Co) 0.47-0.82 mg, krom (Cr) 0.22-0.52 mg, bakır (Cu) 17-32.23 mg, demir (Fe) 31-51.60 mg, lityum (Li) 0.035-0.042 mg, nikel (Ni) 1.15-2.27 mg, selenyum (Se) 0.96-1.39 mg, çinko (Zn) 22-44.03 mg bulunmuştur (Şimşek ve Aykut, 2007).

İç fındık karbonhidrat miktarı % 10-12 arasında değişmektedir. Fındıkta toplam şeker % 2.8-7.9 arasındadır. Toplam şekerin % 90'ını oluşturan sakkaroz fındığın lezzetine katkı sağlamaktadır. Kuru maddenin % 1-3.6'sını nişasta oluşturmaktadır (Mashev ve Kabatrzhikov, 1978; Şimşek ve Aslantaş, 1999).

Fındık fenolik bileşikler açısından zengin bir besindir. Yapılan bir çalışmada 17 fındık türünün toplam fenolik bileşimi incelenmiştir. En yüksek toplam fenolik miktarı Mincane çeşidinde (1093 mg/100 g) bulunurken, en düşük toplam fenolik miktarı Foşa çeşidinde (529 mg/100 g) bulunmuştur. Tüm çeşitlerde kateşin, kateşol, klorojenik ve kuersetin ana fenolik bileşik olarak bulunmuştur. Çeşitliliğin fenolik madde içeriğinde etkili olduğu gözlemlenmiştir (Şimşek ve ark., 2017).

100 g fındıktaki niasin, vitamin B₁, vitamin B₂, vitamin B₅, askorbik asit, folik asit, retinol, toplam tokoferol miktarları sırasıyla 1.45 mg, 0.28 mg, 0.05 mg, 0.5 mg, 2.45 mg, 0.043 mg, 3.25 mg, 26.9 mg olarak bulunmuştur (Köksal ve ark., 2006). Fındık özellikle doğal bir antioksidan olan E vitamini bakımından bitkisel yağlardan sonra en iyi kaynaklardan birisi olma özelliğini taşımaktadır. Fındık yağı zengin bir E vitamini kaynağı olup 25-30 g tüketilmesi günlük E vitamini gereksinimini % 100 karşıladığı rapor edilmiştir (Şimşek ve Aslantaş, 1999)

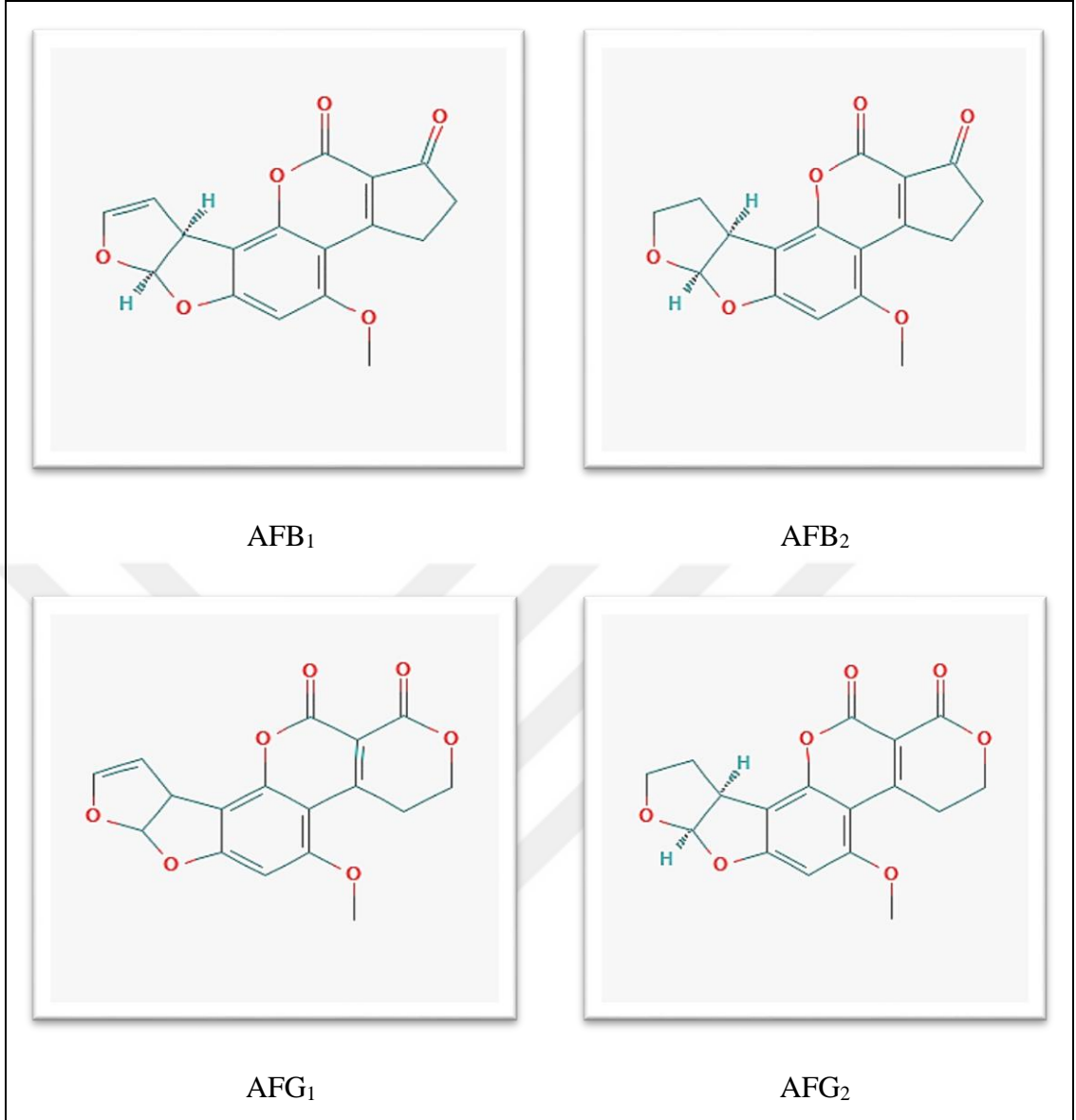
Süt kaynağının kıtlığı, tüketici tercihleri, laktoz intoleransı ve süt proteini alerjisi benzeri sağlık sorunlarından dolayı bitkisel sütlere (soya, badem, yerfıstığı, fındık, ceviz vs.) olan ilgiyi artmaktadır. Laktoz intoleransı, laktaz eksikliğinden kaynaklanan laktozun sindirilememesine neden olan kalıtsal bir durumdur. Laktoz içeren gıdaların tüketimi sonucu karın ağrısı, şişkinlik gibi sıkıntılar olmaktadır. Bundan dolayı laktoz içeren gıdalardan uzak durulmalı veya tüketilen gıdalar laktoz içermeyen formlara dönüştürülmelidir (Mäkinen ve ark., 2015). Bitkisel sütler kolesterol emilimini azaltır, kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkiye sahiptir (Ermiş ve ark., 2018; Gül ve ark., 2018). Bitkisel sütler parçalanmış, çözülmüş su özleri veya bunların emilsiyonlarıdır. Genel olarak fındık sütü hazırlanırken hammadde ıslatılarak veya kuru olarak öğütülerek un haline dönüştürülür (Wallace ve Khaleque, 1971; Rubico ve ark., 1992; Maghsoudlou ve ark., 2016).

Bitki sütleri laktoz ve kolesterol bulundurmazlar. Fitokimyasal içeriğinden dolayı sağlık açısından uygun gıdalardır. Bitkisel rnler kullanılarak yapılan süt ürünleri mono ve çoklu-doymamış yağ asitleri, protein, diyet lifi, vitamin, mineral, içeriğinden dolayı süt yerine güçlü bir alternatif olmaktadır. Bitki sütü yapımında genellikle soya fasulyesi, badem, yerfıstığı, fındık, brlce, kaplan somunu, bambara gibi gıdalar kullanılmaktadır (Ermiş ve ark., 2018).

Fındık bileşiminde bulundurduğu protein, lipit, karbonhidrat, mineral, vitamin, fenolikler, fitosteroller, diyet liflerinden dolayı beslenme ve sağlık açısından nenmli bir gıdadır. Fındık yüksek kalsiyum, potasyum, fosfor içeriği nedeniyle laktoz intoleransı olan hamile, yaşlı ve lyak hastası insanlar için süt yerine alternatif bir bitkisel ieidir (Gl ve ark., 2018).

Mikotoksinler, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, küflerinin belirli nem, sıcaklıkta ürettiği, insan ve hayvanlarda hastalıklara yol açan toksik maddelerdir (Sabuncuoğlu ve ark., 2008; şen ve Nas, 2010). Mikotoksin oluşturan küfler Dünya genelinde yaygın olarak bulunurken hasat, kurutma, depolama, taşıma sırasında uygun sıcaklık ve nemde toksin üretirler. Mikotoksinler, insan ve hayvanlarda alındıkları zaman akut, kronik türde zehirlenmelere sebep olurlar (Kaya ve Yarsalı, 1995).

Aflatoksinler, *A. flavus* ve *A. parasiticus* küfleri tarafından sentezlenen ikincil toksik metabolitlerdir. Ultraviyole ışıkta verdikleri renge göre adlandırılmıştır. Ultraviyole ışık altında aflatoksin B₁, aflatoksin B₂ mavi, aflatoksin G₁, aflatoksin G₂ yeşil renk verirler. Bu toksinler çeşitli besinlerde farklı oranlarda bulunurken en etkin olanı AFB₁'dir (Bakırcı, 2014). Aflatoksin M₁, aflatoksin M₂, aflatoksin B₁ ve B₂'nin oksidatif metabolik ürünleridir ve genellikle süt sığırlarının aflatoksin ile kontamine olmuş yemi tüketmesi sonucu oluşmaktadır (Ayçiçek ve ark., 2005). Aflatoksinler, metanol, kloroform gibi organik çözücülerde çözünürler. Aflatoksinler gıda ve yemlerde çok dayanıklıdır fakat düşük su aktivitesi ve okside edici ajanlarla birlikte UV ışığa maruz kaldığında aktivitelerini kaybederler (zkaya ve Temiz, 2003).



Şekil 2.1 Aflatoksinlerin İzomer Yapıları (Anonim, 2020).

Gıdalarda ekonomik kayıplara neden olan aflatoksin insan sağlığı açısından önemli risk teşkil etmektedir. hepatotoksik, kanserojen, immünsüpresif etki gösterirler. IARC tarafından AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂, toksinleri grup 1 kanserojen olarak sınıflandırılmıştır (Gan ve ark., 2019). Aflatoksinler, canlılarda enzim aktivitesinin inhibisyonuna, fosfolipidler, trigliseritler, kolesterol, sentezinin engellenmesi ve pıhtılaşma nedeni gibi etkileri vardır (Girgin ve ark., 2001).

Çizelge 2.2 Türk Gıda Kodeksine Göre Bazı Gıdalar İçin Aflatoksin Limit Değerleri (TGK, 2011)

Gıda Maddesi	Aflatoksin Maksimum Limit ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
	B ₁	B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	M ₁
Fındık, antepfıstığı gibi sert kabuklu meyveler, yer fıstığı, yağlı tohumlar, kuru meyveler ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar	5.0	10.0	-
Yerfıstığı (doğrudan tüketime sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce sınıflandırma, ayıklama gibi fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	8.0	15.0	-
Tahıllar (karabuğday (<i>Fagopyrum sp.</i>) dahil) ve bunlardan üretilen işlenmiş gıdalar (doğrudan tüketilen veya gıda bileşeni olarak kullanılan)	2.0	4.0	-
Mısır (doğrudan tüketime sunulmadan veya gıda bileşeni olarak kullanılmadan önce sınıflandırma, ayıklama gibi fiziksel işlemlere tabi tutulacak olan)	5.0	10.0	-
Çiğ süt, ısıtılmış süt, süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılan süt	-	-	0.050
Baharatların aşağıdaki türleri için;			
• Kırmızıbiber (<i>Capsicum spp.</i>) (bunların kurutulmuş meyveleri, kırmızıbiber ve acı kırmızıbiberin bütün ve toz hali dahil)	5.0	10.0	-
• Karabiber (<i>Piper spp.</i>) (bunların meyveleri, akbiber ve karabiber dahil)			
Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları	0.10	-	-
Bebek formülleri ve devam formülleri (bebek sütleri ve devam sütleri dahil)	-	-	0.025
Bebekler için özel tıbbi amaçlı diyet gıdalar	0.10	-	0.025
Diğer gıda maddeleri (bulunması muhtemel riskli gıdalar)	5.0	10.0	0.5

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'ne göre doğrudan tüketime sunulacak fındık için aflatoksin B₁ ve toplam aflatoksin maksimum limit değerleri sırasıyla 5 ve 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. İşlenecek fındık için ise bu değerler aflatoksin B₁ (AFB₁) için 8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, toplam aflatoksin (TAF) için ise 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirtilmektedir (TGK, 2011).

Pastörizasyon ve pişirme sıcaklığına dayanıklı olan aflatoksinin, insan ve hayvanlar üzerinde teratojenik, kanserojenik, mutojenik etki göstererek sağlığı olumsuz etkilediği görülmüştür. İnsanların aflatoksine maruz kalması, kontamine olmuş gıdayı tüketmeyle veya aflatoksin içeren yemlerle beslenmiş hayvansal ürünlerin tüketimi sonucu gerçekleşmektedir. Özellikle buğday, mısır, arpa gibi tahıl taneleri, yer fıstığı, antepfıstığı, fındık, kırmızıbiber, süt ürünleri, incir ve hayvan

yemlerinde bulunan aflatoksin insan sağlığı açısından ciddi sağlık sorunlarına neden sebep olmaktadır. Bunun yanında ticari yonden ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Ayrıca erken hasat, tekniğine uygun olmayan depolama Şartları, harmanda ürünün su altında kalması ve yanlıŐ işleme AFB₁ yükünün üründe artmasına neden olmaktadır (Kireççi ve ark., 2007).

Yapılan bir çalışmada 28 findık, 24 ceviz, 18 yerfıŐtıđı, 13 badem, 11 leblebi rneği aflatoksin bulaşması açısından incelenmiştir. Çalışmada 94 rneğin 26'sında, 1-113 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında değişen miktarlarda aflatoksin tespit edilmiştir. Enyksek ortalama aflatoksin değerleri yerfıŐtıđında (43 $\mu\text{g}/\text{kg}$) bulunurken bunu findık (33.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$), ceviz (22.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$), badem (7.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$), leblebi (1.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$) takip etmiştir (Gürses, 2006).

Keskin, (2012) 30 iğ, 50 kavrulmuş findık, 20 ezme ve 50 i zar örneğinde aflatoksin varlığı araŐtırılmıŐ ve sonuç olarak çiğ, kavrulmuş findık ve ezme örneklerinin sadece birinde yasal sınırların aŐıldıđı, i zar örneklerinin tamamında ise yasal sınırlar aŐıldıđını bildirmiştir.

Afyonkarahisar ilinde tüketilen cevizlerin aflatoksin içeriğinin incelendiği çalışmada, cevizlerin % 36.67'de aflatoksin kontaminasyonu görülmüştür. Kontamine olmuş cevizlerin % 16.7' sinde ise limit değerlerin aŐıldıđı ve bu değerlerin 5.14-27.49 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında değiştiği bulunmuştur. Çalışmada ayrıca kabuksuz cevizlerin, kabuklulardan daha fazla kontaminasyon riski taŐıdıđı ortaya konmuŐtur (Taner, 2009).

Sedefoğlu, (2013) AntepfıŐtıđının 72 örneğinin 54'nde toplam aflatoksin miktarını 0.001 ile 23.542 $\mu\text{g}/\text{l}$ arasında belirlemiŐ, bunun dıŐında 2 örnekte yasal sınırların aŐtıđını tespit etmiştir.

Aflatoksin kontaminasyonunun görüldüğü gıdalardan biri de baharatlardır. Baharatlarda aflatoksin varlığının araŐtırıldıđı bir çalışmada 93 adet organik baharattan 41'inde AFB₁'in yasal sınırları aŐtıđı ortaya konulmuştur (Arslan, 2013).

Bakırcı, (2014) tahıl ve tahıl ürünlerine ait 381 örneğin aflatoksin, okratoksin A (OTA), zearalenon, fumonisin ve deoksinivalenol mikotoksinleri açısından araŐtırdıđı çalıŐmasında, OTA analizi yapılan 67 örneğin 4'nde OTA, aflatoksin

analizi yapılan 24 örneğin tümünde sonuçların limit değerlerin altında kaldığını bildirmiştir.

Geniş yüzey alanı, absorbant özelliği ve gözenekli yapısından dolayı aktif karbon ve bentonit gibi absorbant maddeler eczacılık, gıda, kimya sanayinde katalizör ve tutucu olarak kullanılmaktadır. Aktif karbon elde etmek için düşük inorganik içeriğe sahip kömür, odun, hindistancevizi kabuğu, meyve çekirdekleri (kayısı, kiraz, üzüm çekirdeği), sert kabuklu meyveler (badem, fındık, fıstık ve ceviz kabuğu), şeker kamışı küspesi kullanılmaktadır (Soleimani ve Kaghazchi, 2008). Bentonit, alüminyum ve magnezyumca zengin montmorillonit içeren, bir çok alanda kullanılan bir kildir. Bentonitin jeolojik özellikleri göre değişkenlik gösterebilmektedir. Yüksek absorblama kapasitesine sahip Na bentonit su ile temas halinde kendi hacminin 8-10 katı, Ca bentonit ise hacminin 2-3 katı kadar şişmektedir (Anonim, 2020).

Aktif karbon absorpsiyonu, elde edildiği kaynağa, yüzey alanına, gözenek boyutu ve dağılımı gibi bazı fizikokimyasal özelliklere bağlıdır. Mikotoksinlerin absorpsiyonunda ise mikotoksin türü, ortamın pH'sı, ortamın bileşimi, karbonun yüzey alanının etkili olduğu bildirilmektedir (Galvano ve ark., 2001).

Farklı süre ve dozlarda uygulanmış granül ve toz aktif karbon, elma sularının organik asit dağılımı üzerine yapılan çalışmada kullanılmıştır. Elma suyunda 3 g/L doz, 5 dk süre uygulaması, % 8.70-12.3 arasında malik asitte azalma sağlarken, sitrik asit miktarında azalma görülmüş fakat bunun uygulamadan kaynaklanmadığı belirtilmiştir (Akbulut, 1995).

Çoklar, (2007) aktif karbonun ticari elma suyu konsantresindeki hidroksimetilfurfural (HMF) ve toplam fenolik madde düzeyi üzerine etkisini incelediği çalışmada, HMF miktarında % 5-46.5 arasında azalma sağlanmıştır. HMF üzerine 3 g/L doz, 15 dk süre uygulamasının maksimum etki göstermiştir. Toplam fenolik madde miktarında % 20.5-74.5 arasında azalma görülürken, aynı uygulamada toplam fenolik madde miktarında maksimum azalma sağlamıştır.

Dermanlı, (2006) soya yağının ağartılması için ceviz, fındık ve antepfıstığı kabuklarından kullanılarak elde edilen aktif karbonlar kullanılmıştır. Ham soya yağının ağartılması için 2 g aktif karbon 100 g yağ örneğine eklenmiştir. Çalışma

ticari bir ağartıcı olan Tonsil FF 210'a karşı yapılmış olup bu materyal % 53.5 renk açılması sağlarken, aktif karbon % 8.7-64.6 arasında renk açılması sağlanmıştır.

Elma sularında renk açılması için farklı dozlarda (1, 2.5, 3.75, 5, 6.25, 8 g), farklı sürelerde (5, 10, 15, 20, 25 dk) aktif karbonun uygulandığı çalışmada aktif karbon miktarı ve süresi arttıkça renkte iyileşme artmıştır. Renkte iyileşme oranının üzerine pH (3.5) etkili olurken, çalışmada optimum doz ve süre 3.75 g/L, 10, 20 dk olarak belirlenmiştir (Kolukisa ve ark., 1990).

Okratoksin A (OTA) seviyesinin azaltılmasında hem beyaz şarapta hem de fosfat tampon çözeltisinde (PBS) aktif karbon uygulaması yapılmıştır. 5, 10, 20 ng/ml OTA ile 0.2, 0.4, 1 mg/ml aktif karbon muamele edilmiştir. 0, 4, 24 saat olarak 3 farklı süre parametresinde çalışılmıştır. Çalışmada sonuç olarak toksin seviyesi % 87-100 arasında azaltılmıştır (Var ve ark., 2008).

Elma sularında patulin seviyesinin azaltılması için yapılan bir çalışmada 0.25, 0.5, 1 g aktif karbondan hazırlanan kolonlardan 20 µg/L patulin içeren elma suyu örneği 1 ml/dk hızda geçirilmiştir. Sonuç olarak 1 g aktif karbon içeren kolonun absorpsiyon verimi en iyi bulunmuş ve sıcaklık arttıkça absorpsiyon veriminin arttığı görülmüştür (Huebner, 2000).

Şaraptaki bazı pestisitlerin ortamdaki uzaklaştırılması üzerine çeşitli absorban maddeler kullanılmıştır. 120 mg/l, 360 mg/L ve 600 mg/L dozda uygulanan aktif karbon, tüm dozlarda pestisitleri % 96-100 arasında uzaklaştırmıştır (Şen, 2005).

Kalagatur ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmada, jatropha (kürkas) tohumları kullanılarak elde edilen aktif karbon, çinko klorür ($ZnCl_2$) ile kimyasal aktivasyon yapılarak, zearalenon (ZEA) toksinin absorpsiyonu sağlanmıştır. Absorpsiyon üzerine sürenin etkisini bulmak için 1 mg/ml aktif karbon farklı konsantrasyonlardaki ZEA (25, 50, 75, 100 µg/ml) üzerine ve pH 7.0'de oda sıcaklığındaki 3 saatlik bir periyotta uygulanmıştır. Absorpsiyon üzerine pH'nın etkisini belirlemek için 1 mg/mL aktif karbon farklı konsantrasyonlardaki ZEA (25, 50, 75, 100 µg/ml) ve farklı pH (3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9) değerlerinde 120 dk boyunca uygulanmıştır. Aktif karbon miktarının etkisinin belirlenmesi için ise 100 µg/ml ZEA üzerine pH 7'de farklı konsantrasyonlarda (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5 ve 4.0 mg/ml) aktif karbon 120 dk süreyle uygulanmıştır. Sonuçlar, 3 saatlik uygulama süresinin ilk

15 dakikası için aktif karbon tarafından ZEA'nın hızlı bir şekilde absorpsiyona uğradığını göstermiştir. İlerleyen süre zarfında, ZEA absorpsiyonu, denge elde edilene kadar yavaş seyretmiş ve absorpsiyon denge süresi elde etmek için geçen süre 120 dakika olarak gerçekleşmiştir. Uygulanan aktif karbon dozu arttıkça ZEA'nın absorpsiyonunun arttığı ancak farklı pH değerlerinin etkisinin çok fazla olmadığı gözlenmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada, floresan kontrastını arttırmak ve aflatoksin sentetik fungus için algılama verimliliğini geliştirmek için siklodekstrin içeren bir kültür ortamına aktif kömür tozu eklenmiştir. Farklı iki agar, patates dekstroz agar ve maya özü sukroz agar, hem plak hem de sıvı kültür kullanılarak çalışma yapılmış ve ortamdaki siklodekstrin, aktif karbonun son konsantrasyonları sırasıyla 3 mg/ml ve 0.3 mg/ml olarak belirlenmiştir. Aktif karbon ilavesi, ışık saçılmasının % 30'unu azaltarak floresan görünürlüğünü geliştirmiş ve yalnızca siklodekstrin ile tespit edilemeyen funguslar, aktif karbon ilave edilmesiyle tespit edilebilmiştir. Aktif karbonun ayrıca patates dekstroz sıvı kültür ortamında fungus gelişimini kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Suzuki ve Iwahashi, 2016).

Elma sularında sorun olan fumarik asit ve patulin ile ilgili olarak yapılan çalışmada 8 farklı proses uygulamasının [Ultra filtrasyon (UF), Aktif karbon (AK), Polyvinylpolypyrrolidone (PVPP), Jelatin (J) + Bentonit (B), (J+B) + UF, (J+B) + AK, (J+B) + PVPP ve (J+B) + Kiselgur (K)] fumarik asit (FA), hidroksimetil furfural (HMF), renk ve berraklık değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. FA ve HMF değerlerindeki azalma, renk ve berraklık değerlerindeki artışlar; AK, K, PVPP, J ve B miktarlarının artırılması ile elde edilmiştir. FA ve HMF değerinde elde edilen en iyi sonuç sırasıyla 2.63 ve 3.14 mg/L ile (J+B) + AK uygulaması gerçekleştirilerek ulaşılmıştır (Yılmaz, 2005).

Ayçiçek yağını ağartmak için farklı 2 bentonit kullanılmıştır. Bentonitlerin ağartma verimliliği ticari bir ağartıcı olan tonsil ile kıyaslanmıştır. Bentonitler farklı konsantrasyonlardaki sülfirik asit ile aktive edilmiştir. Tonsil % 48 ağartma sağlarken bentonitler % 45-48 arasında ağartma sağlamıştır. Aktivasyon için kullanılan asitin konsantrasyonu ağartma verimini etkilediği ortaya koyulmuştur (Foletto, 2011).

Aflatoksin M₁ ile kontamine olmuş çiğ süte, farklı doz, sürede bentonit ve K_sSO₃ (potasyum sülfid) uygulanmış, 5 saat sürenin sonunda K_sSO₃ ilavesinin, % 45 oranında detoksifikasyon sağladığı, 4 saat süre sonunda bentonit uygulamasında ise % 89 oranında AFM₁ absorpsiyonu sağladığı tespit edilmiştir (Applebaum ve Marth, 1982).

Diaz ve ark., (2003) in vitro ortamda, 4 farklı bentonitin aflatoksin absorplama yeteneğini inceledikleri çalışmada, 5 mg/ml olarak kullandıkları bentonitlerin AFB₁ absorplama etkisini % 95 ile % 98 arasında bulmuşlardır. Bentoniti, Ca-bentonit olarak kullandıklarında ise absorplama etkisi % 98.5'a çıkmıştır.

Bentonit sindirim sistemindeki toksinleri absorbe ederek aflatoksin miktarının azaltılmasını sağlamaktadır. Bundan dolayı yem katkı maddesi olarak kullanılabilir. Çalışmada çinko ile modifiye edilmiş bentonit kullanılması halinde AFB₁ için % 31.92-48.28 arasında absorpsiyon sağlamıştır. Çalışmada sıcaklığın etkili olmadığı belirtilmiştir (Nones ve ark., 2017).

Aflatoksinlerin toksik etkisini azaltmak için tavşanlar diyetlerine 0.25 ppm aflatoksin, ayrıca bu diyetlere 5 g/kg sodyum bentonit ve 5 g/kg kumarin ilave edilmiştir. Yapılan sodyum bentonit ve kumarin ilavesi toksik etkinin azaltılmasını sağlamıştır (Hassan ve ark., 2019).

Benzer şekilde aflatoksin miktarının azaltılması için Na-bentonit etlik piliçlerin diyetlerine uygulanmıştır. Çalışmada yemler 3 mg/kg aflatoksin ile kontamine edilmiştir. Kontamine yemlere sırasıyla 2.5 ve 5 g/kg sodyum bentonit eklenmiş, 42 gün boyunca etlik piliçlere verilmiştir. Bentonitin 5 g/kg uygulamasının, aflatoksinin etkilerini kısmen önlediği görülmüştür (Santurio, 1999).

Farklı absorban maddeler kullanılarak AFB₁'in giderilmesi amaçlanan bir diğer benzer çalışmada, maya hücre ekstraktları, sulu sodyum kalsiyum aluminosilikat (HSCAS) ve bunların karışımları ile hazırlanan diyet katkıları etlik piliç yemlerine uygulanmıştır. Yemler AFB₁ ile kirletilmiş ve AFB₁ 98.9 µg/kg olarak ölçülmüştür. Absorban maddelerin her biri % 1.5 oranında yemlere eklenmiştir. AFB₁ bağlanma hızını ölçmek için hazırlanan test çözeltisinde sadece HSCAS katkısı 10 dk içerisinde % 97.69 absorpsiyon sağlamıştır (Li ve ark., 2010).

Polivinilpolipirrolidon (PVPP)'nin civciv yemlerine katılarak aflatoksin üzerindeki yok edici etkisi incelenmiştir. Hayvanlar 2.1 mg/kg aflatoksinle, 3 g/kg PVPP ile karıştırılan yem ile 21 gün boyunca beslenmiştir. Çalışma sonucunda PVPP, aflatoksin üzerinde önemli bir yok edici etkisi olduğu ortaya koyulmuştur (Çelik ve ark., 1996).

Yapılan bir diğer çalışmada, süt ineklerinin diyetine 1.95 µg/kg AFB₁ ilave edilmiştir. Bu diyetlere sonra 3 farklı bentonit eklenmiştir. Sütlerde rastlanan AFM₁ miktarı 153, 159, 162 ppt olarak ölçülmüştür. İki hafta sonunda AFM₁'in % 69.7 oranında düşüş göstermiştir (Soufiani ve ark., 2016).

Yapay mide ve bağırsak sıvılarına, absorban özelliğine sahip talk ve diatomitin kontrollü olarak ilave edilmesi halinde, ilk dakikada AFB₁'in bağırsak sıvısından talk ile absorpsiyonu % 92, aynı sıvı için aynı sürede doğal ve kalsine diatomit ile absorpsiyonu % 100 olmuştur (Sprynskyy ve ark., 2018).

İn vitro ortamda 5 farklı mikotoksin türünün absorpsiyonuyla ilgili çalışmada 5 farklı bölgeden 27 bentonit kili kullanılmıştır. Çalışmada % 0.02, 0.12, 0.20 (w/v) dozlarında bentonit killeri farklı dozlarda mikotoksin içeren (0.02, 0.10, 0.50, 1, 2, 4 mg/L) in vitro ortamlara eklenmiştir. En düşük miktarda AFB₁ içeren ortamda % 82-99 arasında absorpsiyon sağlarken en yüksek miktarda AFB₁ bulunan örnek için ise % 26-96 arasında azalma sağlamıştır (Donat ve ark., 2019).

Aflatoksinin gıdadan uzaklaştırılması ve detoksifikasyonu için fiziksel, kimyasal, biyolojik bir çok çalışma yapılmıştır. Kavurma, zar atma, mekanik ayırma, antimikrobiyal madde ekleme, radyasyon uygulamaları, absorban madde kullanımı gibi fiziksel işlemler uygulanmaktadır. Aflatoksinin giderilmesi için kimyasal işlemler olarak ozonlama, amonyaklama yöntemleri kullanılmaktadır. Biyolojik yöntemlere bakıldığında saf mantar ve bakteri kültürleri izole edilerek, toksinlere uygulandığı ve bunların toksik etkilerini indirgediği belirtilmiştir (Keser ve Kutay, 2009).

Özer, (2009) tarafından yapılan çalışmada kavurma, zar atma, ayıklama işlemleri uygulanmış ve aflatoksin durumu incelenmiştir. Fındıklara yapay olarak 10 µg/kg ve 20 µg/kg düzeylerinde aflatoksin olacak şekilde *Aspergillus flavus* küfü eklenmiştir. 140-145°C ve 150-155°C'de kavurma işlemi gerçekleştirilmiş olup

başlangıç örneklerinde 21.74 ng/g, ısıtılma işlemi sonrasında ise fındıklarda 0.19 ng/g toplam aflatoksinin tespit edilmiştir. Fındık örneklerinin zarlarında aflatoksinin miktarı 2.09 ng/g ve elle ayıklama sonrasında çürük fındıklarda ise 16 ng/g olarak belirlenmiştir. Çalışmada % 98'e kadar aflatoksinin azalması sağlanmıştır. Çalışma sonucunda ayıklama sonucu çürük fındıklarda aflatoksinin arttığı ve ileri derecedeki çürümelerdeki yüzeysel temizlemenin etkisiz kaldığı görülmüştür.

Kavurma işleminin yerfıstığındaki aflatoksinin düzeyini üzerine etkisi araştırılmıştır. Yerfıstığı örnekleri 3 farklı konsantrasyona sahip aflatoksinin örneği (35, 332, 695 µg/kg) ile kontamine edilmiştir. Yerfıstığı örnekleri 180°C, 20 dk kavurma işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sonucu sırasıyla % 55, 64, 81 oranında aflatoksinin degradasyona uğramıştır. Daha sonra 85 µg/kg aflatoksinin içeren örnekler 160, 180 ve 200°C kavurma işlemine tabi tutulmuş sırasıyla aflatoksinin azalması % 61.6, 83.6, 89.7 olarak ölçülmüştür (Martins ve ark., 2017).

Başka bir diğer çalışmada fıstık unu 35.8 µg/kg AFB₁ ile kontamine edilmiş, fıstıklar, ekstrüder ile 130, 140 ve 150°C sıcaklıklarda işlem görmüş ve sonrasında 45°C'de 8 saat kurutulmuştur. Örneklerde 150°C'de ekstrüzyon sonunda AFB₁ için % 77.6 azalma görülmüştür (Zheng ve ark., 2015).

AFB₁'in yok etmek için kavurma ve tuzlama teknikleri uygulanan çalışmada, 1 ppm AFB₁ ile kontamine edilen tuzlu (% 2, % 5), tuzsuz yerfıstıkları 150°C'de 30 dk ev şartlarında ve mikrodalgada 900 Watt 1.5 dk'da kavurma işlemi uygulanmıştır. Mikrodalga uygulaması ve ev şartlarında kavurma işleminde AFB₁ önemli oranda azalmıştır. Sonuç olarak ev şartlarında yapılan kavurma işlemi ve mikrodalga uygulamasında AFB₁ sırasıyla % 30.5 ve % 38.5 miktarında azaltılmıştır. Çalışmada bu iki uygulamanın arasında AFB₁ azaltılmasında önemli bir fark bulunamamıştır (Özkarlı, 2003).

Aflatoksinin miktarının azaltılması için pişirme işleminin etkisi pirinç örneklerinde çalışılmıştır. 20 dk, 160°C'de ticari basınçlı tencerede bu işlem gerçekleştirilmiştir. AFB₁ miktarında % 68-71 oranında azalma görülmüştür (Park ve Kim, 2006).

Güneş ışığı, γ-radyasyon, mikrodalga uygulamalarının tavuk yemindeki aflatoksinin miktarı üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, örneklerde

başlangıçtaki toplam aflatoksin miktarları 210-965 µg/kg ve AFB₁ için ise 192.1-894, µg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklere 5-25 kGy arasındaki dozlarda 52 dk γ-radyasyonu, 2-10 dk 1450 Watt mikrodalga ve 3-30 saat boyunca güneş ışığında bekletme işlemi gibi 3 farklı teknik uygulanmıştır. Bu işlemler sonucunda 30 saat güneş ışığında bekletme işleminin diğer uygulamalara göre daha fazla aflatoksin degradasyonunu sağladığı, örneklerdeki toplam aflatoksini % 65 ve AFB₁'i ise % 72 oranında azalttığı belirlenmiştir (Herzallah ve ark., 2008).

Aflatoksin yükünün azaltılması için ultraviyole (UV) radyasyon uygulaması, aflatoksin ile kirletilmiş fındık örneklerine de uygulanmış, uygulamada UV radyasyon şiddeti ve örneğe uzaklık ve süre parametrelerinin etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 3 cm kalınlığında serilen örneğe 15 Watt UV-C tüpü bulunan sterilize edilmiş bir kutuda 15 ve 30 cm uzaklıkta ve 2- 12 saat arasında değişen sürelerde UV-radyasyon uygulanmıştır. En iyi aflatoksin miktarındaki azalma 10.'uncu saatten sonra ve 15 cm uzaklıkta elde edilmiştir. Başlangıç 350 µg/kg olan aflatoksin miktarı, 3 µg/kg'ye kadar düşmüş fakat üründe asitliğin arttığı görülmüştür (Garg ve ark., 2013).

Mısır AFB₁ yönünden riskli bir üründür. Bu amaçla γ-radyasyon uygulaması bunu gidermek için 2, 6, 10 kGy dozlarında 30-40 cm mesafede uygulanmıştır. 24, 70, 116 dk işleme tabi tutulan mısır örneklerinde uygulama sonucu 6 kGy, 70 dk, 30 cm, en iyi uygulama olduğu görülmüştür. AFB₁ % 95 oranında azaltılmıştır (Serra ve ark., 2018).

Mısır bitkisi üzerine yapılan bir diğer çalışmada, 200 g örneğe 2, 5, 10 kGy dozlarında uygulanan γ-radyasyonun sonucunda, 2 kGy dozda AFB₁ % 68 azalırken 5 kGy dozda % 46 azalma sağlamış, 10 kGy doz uygulaması ile ise hiçbir toksin görülmemiştir (Aquino ve ark., 2005).

Flavobacterium aurantiacum NRRL B-184 suşunun kırmızı biber, mısır, zeytin, soya fasulyesi, kuru incir ve fındık gibi farklı gıda ürünlerinden AFB₁ uzaklaştırma yeteneğini ölçüldüğü bir çalışmada, bütün örneklerde % 80 üzeri bir azalma gözlemlenmiştir. AFB₁ düşüşü en fazla % 98.84 ile fındıkta göstermiştir. Bu işlem 72 saat inkübasyon sonucu gerçekleşmiştir (Zorlugenç, 2009).

Hontanaya ve ark., (2015) *A. parasiticus* suşu ile bulaştırılmış fındık, kaju, yerfıstığı, Antepfıstığı, badem ve ceviz örneklerine dışarıdan ilave edilen 2 farklı

(doğu kökenli ve sarı) hardal tozunun aflatoksin oluşumunu inhibe ettiğini, doğu kökenli hardal tozu kullanımının % 83.1-87.2, sarı hardal tozunun ise % 27-32.5 arasında inhibisyon sağladığını tespit etmiştir.

AFB₁ yok etmek için *Bacillus licheniformis* *CFR1* suşu kullanılan çalışmada 500 μg/kg AFB₁ kullanılmıştır. Çalışmada 24 saat inkübasyon sonucu AFB₁, % 94.7 bozunmaya uğramıştır. Bozunmanın optimum koşulları; pH 7, sıcaklık 37°C ve 24 saat olarak ortaya koyulmuştur (Rao ve ark., 2017).

AFB₁ seviyeleri bilinen (268 ve 383 μg/kg) Antep fıstığı örnekleri sıcaklık ve sitrik asit uygulamasıyla içeriğindeki aflatoksin değerlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Çalışmada 50 g örneğe, 30 ml saf su, 30 ml limon suyu ve 6 g sitrik asit eklenmiş ve 1 saat 120°C'de beklenilmiştir. Sonuçta AFB₁'in % 93.1 oranında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Rastegar ve ark., 2017).

Muz kabuğu tozu kullanılarak aflatoksin absorpsiyonu amaçlanan bir çalışmada fıstık örnekleri kullanılmıştır. 1080, 1158, 1191.6, 1436.3 μg/kg konsantrasyonlarındaki aflatoksin içeren örnekler 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 g/L dozlarındaki muz kabuğu tozuna maruz bırakılmıştır. Sonuç olarak % 95 üzeri azalma sağlanmıştır (Ali ve ark., 2019).

Aflatoksin ile (5, 10, 25 ve 50 μg/kg) kirletilmiş fındıkta aflatoksinin uzaklaştırılması üzerine ozon konsantrasyonu (5, 10, 20 ppm) ve uygulama süresinin (10, 20 dk) etkisinin incelendiği bir çalışmada, Uygulama süresi ve konsantrasyona paralel olarak aflatoksin parçalanmasının arttığı grlmştir. AFB₁ için en yüksek parçalanma % 38.96 olarak tespit edilmiştir (Atakan, 2019).

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan fındık füresi Ordu ilindeki Çelebioğlu Gıda Pazarlama San. ve Tic. Ltd. Şti, Poyraz Poyraz Fındık Entegre San. Tic. A.Ş. ve Karimex Gıda San. ve Dış Tic. Ltd. Şti. firmalarına ait fabrikalardan temin edilmiştir. Analiz süresince örnekler 5 kg'lık plastik kovalar içerisinde ve oda ısısında (20-25°C) muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan Na-bentonit (partikül boyutu: 3-6 mm,) Bentaş Bentonit Madencilik San. ve Tic. A.Ş. firmasından (Fatsa / Ordu), aktif karbon (partikül boyutu: 2-4 mm) ise Tropical, Tadeusz Ogrodnik (Polonya) firmasından internet yolu ile temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Fındık Füresinin fındık sütüne işlenmesi

Aflatoksin miktarı yüksek (25-35 µg/kg) fındık fureleri, kullanılmadan önce 150 rpm, 30 dk, 30°C'de çalkalayıcı inkübatörde birleştirilerek homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen füre örnekleri, ağırlıkça 3:1 (w:w, su-fındık füresi) olacak şekilde su ilave edilerek karıştırılıp, basınçlı tencerede 5 dk pişirilmiştir. Pişirilen ürün ultra turraks ile 8000 rpm'de homojen hale getirilerek fındık sütüne dönüştürülmüştür.

3.2.2 Örneklerin Hazırlanması

Fındık füresinden üretilmiş fındık sütü, deneme desenine göre, 250 ml'lik erlenlere her bir erlen için 150 g olacak şekilde tartılmıştır. Tartımı yapılmış örneklere bentonit (B) ve aktif kömür (AK) % 6, % 9, % 12 oranlarında ilave edilip, homojen hale getirilmesi için çalkalayıcı inkübatörde 150 rpm, 30-45-60 dk., 30°C'de karıştırılmıştır. Daha sonra örnekler kaba materyali tutmak için süzgeçlerden (25 mesh), 200 ml'lik cam kavanozlara süzölmüş ve analiz süresince buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir.

3.2.3 Fiziksel Analizler

3.2.3.1 Nem Analizi

Örnekler darası alınmış cam petrilere 2 g olacak şekilde tartımı yapıldıktan sonra 105°C'de 4 saat etüvde (Ecocell, Germany) bekletilip, oda sıcaklığına soğuması için desikatöre alınmıştır. Sonra tartımı yapılan örnekler ağırlık farkından faydalanılarak yüzde nem hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.3.2 Renk Ölçümü

Hunter L, a ve b renk değerleri, renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Cr-410) ile fındık füresi ile fındık füresinden üretilen sütlerin yüzeyinde tespit edilmiştir. Örneklerin renkleri, cihazın beyaz kalibrasyon plakasına göre $L=97.79$, $a=-0.44$ ve $b=+2.04$ olacak şekilde kalibre edildikten sonra okunmuştur (Mc Guire, 1992).

3.2.3.3 Viskozite Ölçümü

Örneklerin viskozitesini belirlemek amacıyla ön denemelerle tespit edilen viskozimetre kayma hızı (100 rpm) ve uygun başlık (S-62) kullanılarak viskozimetre cihazı (Brookfield Digital Viscometer) yardımıyla tespit edilmiştir.

3.2.4 Kimyasal Analizler

3.2.4.1 pH Değeri Analizi

Homojen örneklerin pH değerleri potansiyometrik olarak pHmetre (Mettler Toledo-S210, İsviçre) cihazıyla ölçülmüştür. Cihaz, pH 4.0 ve pH 7.0 tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir.

3.2.4.2 Protein Miktarı Analizi

Örneklerin protein miktarı kjeltech ünitesi kullanılarak Kjeldahl metoduna göre tayin edilmiştir. Hesaplama $N \times 6,25$ faktörü kullanılmıştır (James, 1995).

3.2.4.3 Yağ Miktarı Analizi

Yağ miktarları için örneklere n-hegzan ile soğuk ekstraksiyon metodu uygulanmıştır. Örnekler homojen hale getirildikten sonra falkon tüplere 20 g olarak tartılmıştır. Tartılan örnekler n-hegzan ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Homojen hale getirildikten sonra 5 dk 4000 rpm santrifüj işlemi uygulanmıştır. İşlem her örnek için üç tekrarlı yapılmıştır. Üste kalan hegzan-yağ karışımı evaporatör balonlarına aktarıldıktan sonra 45°C'de hegzan uzaklaştırılmıştır. Darası alınan kaplarda yağlar kalan hegzanın uçurulması için etüvde 105°C'de 1.5 saat bekletilmiştir. Örneklerin

yağ miktarının belirlenmesinde ağırlık farkından faydalanılarak % olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.4 Serbest Yağ Asitliği Analizi

Serbest yağ asitliği (SYA), AOAC 'da belirtilen yöntem doğrultusunda titrimetrik olarak oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim, 1990). Soğuk ekstraksiyon yapılan yağ örneklerinden 2 g tartılmıştır. Yağ örneğine 12 ml dietileter-etanol karışımı (1:1 oranında) eklenmiştir. Sonra 2-3 damla % 1'lik fenolfitalein ilave edildikten sonra 0,01 N etanollü KOH çözeltisiyle açık pembe renk olana kadar titre edilmiştir.

$$\% \text{ SYA (g/100g)} = V * N * M / (10 * \ddot{O})$$

- V: Titrasyonda harcanan KOH miktarı (ml)
N: KOH normalitesi
M: Oleik asitin moleköl ağırlığı (g)
Ö: Örnek miktarı (g)

3.2.4.5 Peroksit Değeri Analizi

Fındık yağlarının peroksit değeri IDF standart metoduna göre belirlenmiştir. Fındık yağları 0.2 g deney tüplerine tartıldıktan sonra 9.8 ml kloroform-metanol (7:3, v/v) oranında ile karıştırılmıştır. Karışımın üzerine amonyum tiyosiyanat çözeltisi 50 µl ilave edilmiştir. Sonra 50 µl demir (II) çözeltisi eklenmiş vorteks karıştırıcıda karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında örnekler, 500 nm dalga boyunda yağ hariç tüm reaktifleri içeren köre karşı spektrofotometrede okuma yapılmıştır (Shantha ve Decker, 1994).

$$\text{Peroksit Değeri (meq /kg yağ)} = [(Abs_{\ddot{O}rnek} - Abs_{k\ddot{O}r}) * m] / [55.84 * m_o * 2]$$

- Ab_{Sörnek}: Titrasyonda harcanan KOH miktarı (ml)
Ab_{Skör} : KOH normalitesi
m : Oleik asitin moleköl ağırlığı (g)
55.84 : Örnek miktarı (g)
m_o : Örnek ağırlığı (g)

3.2.4.6 Toplam Fenolik Madde Analizi

0.5 g örnek falcon tüplere tartılmıştır. Üzerine 10 ml % 80'lik metanol eklenmiştir. Örnekler sonra 30 dk, 30°C ultrasonik banyoya alınmıştır. Sonra 4000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Üste kalan berrak kısım falcon tüplere aktarılmıştır.

Alınan berrak kısımdan 100 µl örneğe, 75 µl folin-ciocalteu, 750 µl % 6'lık NaCO₃, 675 µl saf su eklenmiştir. Homojen hale getirilen örnekler 90 dk karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede 725 nm'de okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde, tayininde kolorimetrik folin-ciocalteu metodu kullanılmıştır ve fenoliklerin hesaplanmasında gallik asitten hazırlanmış çözeltilerden elde edilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak gallik asit eşdeğeri (mg GAE/100 g fındık füresi) üzerinden hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965).

3.2.4.7 Toplam Tokoferol Analizi

Soğuk ekstraksiyon yöntemi kullanılarak elde edilen yağlardan 0.1 g tartılarak deney tüplerine alınmıştır. 2.5 ml toluen ardından karışıma sırasıyla 1.75 ml 2,2'-bipyridine ve 0.5 ml FeCl₃.6H₂O eklendikten sonra toplam hacim % 95'lik etanol-su karışımı ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. 520 nm dalga boyunda 1 dk bekledikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu UV mini-1240) her bir örnek için absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçların hesaplanması için yöntemde belirtilen formül kullanılmıştır (Wong ve ark., 1988).

3.2.4.8 Antioksidan Aktivitesi Analizi

Antioksidan bileşiklerin mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH* (2,2 difenil-pikrilhidrazil) radikalini indirme gücünün ölçülmesine dayanan DPPH* yöntemi ile tayin edilmiştir (Blois, 1958). Toplam fenolik madde tayini için hazırlanan örnekten 100 µl örnek üzerine 2.9 ml DPPH* radikali eklenmiştir ve toplam hacim metanolle 3 ml'ye tamamlanmıştır. 30 dk bekledikten sonra metanolle sıfırlanan spektrofotometrede (Shimadzu UV mini-1240, Japonya) 517 nm'de okuma yapılmıştır.

$$\text{DPPH-RSA (\% inhibisyon)} = (1 - (\text{Abs}_{\text{örnek}} / \text{Abs}_{\text{kontrol}}) \times 100)$$

3.2.4.9 Aflatoksin Analizi

Aflatoksin profili (AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂) ve toplam aflatoksin (TAF) miktarları, AOAC-999-07 metoduna göre HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışmada düşük basınç ve gradient (kademeli elüsyon) çalışılmıştır.

HPLC Koşulları:

Kolon: ODS-3 4,6x150mm

Mobil Faz: H₂O:CH₃CN: MeOH (60/30/10)

Basınç: 170 kPa

Akış Hızı: 1 ml/dk

Enjeksiyon Hacmi: 1 ml

Sıcaklık: 40°C

Dedektör: RF-20A Floresan Dedektör

Dedektör Dalga Boyu: Floresan Excitation: 360 nm Emission: 430 nm

Pompa Sistemi: Total Pump A Flow 1000 ml/dk

Program: LC Solution

3.2.5 Deneme Planı ve İstatiksel Analizler

Araştırma Tesadüf Parselleri Faktöriyel Deneme düzende 2 Absorban madde (A) x 3 Katkı Oranı (KO) x 3 Uygulama Süresi (S) x 2 Tekerrür olmak üzere toplam 36 örnek ile kurulup, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada MİNİTAB 18 istatistik programı kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Araştırmada Kullanılan Fındık Füresi ve Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal, Özellikleri ve Aflatoksin Profili

Fındık füresi ve fındık sütüne ait bazı fiziksel, kimyasal ve aflatoksin profili Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Fındık Füresinin ve Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Aflatoksin Profili (n=2)

Özellikler	Füre			Fındık Sütü			
	Min	Max	Ort ± StSp	Min	Max	Ort ± StSp	
Nem (%)	1.10	1.12	1.11 ± 0.01	74.13	74.43	74.28 ± 0.21	
Hunter Renk Değerleri	L	44.61	44.61	44.61 ± 0.00	61.60	62.97	62.28 ± 0.96
	a	8.06	8.08	8.07 ± 0.01	6.34	6.37	6.36 ± 0.14
	b	7.74	7.75	7.75 ± 0.01	12.99	12.08	12.53 ± 0.65
Viskozite (cP)	-	-	-	99.60	99.90	99.75 ± 0.21	
pH	-	-	-	6.08	6.08	6.08 ± 0.00	
Protein Miktarı (%)	34.16	36.87	35.51 ± 1.91	11.25	13.03	12.14 ± 1.26	
Yağ Miktarı (%)	61.90	62.70	62.30 ± 0.57	13.51	14.05	13.78 ± 0.38	
SYA (g/100 g)	1.42	1.47	1.45 ± 0.03	1.40	1.47	1.44 ± 0.05	
Peroksit (meq/kg yağ)	2.23	2.29	2.26 ± 0.04	2.75	2.99	2.87 ± 0.17	
TFM (mg GAE/100 g)	242.93	248.52	245.73 ± 3.96	238.13	247.75	242.94 ± 6.80	
Top. Tokoferol (mg/ kg)	232.83	242.00	237.41 ± 6.48	211.23	215.83	213.53 ± 3.25	
DPPH-RSA (%)	54.35	55.70	55.03 ± 0.68	58.75	58.86	58.81 ± 0.08	
AFB ₁ (µg/kg)	11.99	12.58	12.29 ± 0.42	2.62	2.75	2.69 ± 0.92	
AFB ₂ (µg/kg)	1.47	1.54	1.50 ± 0.05	0.31	0.32	0.32 ± 0.01	
AFG ₁ (µg/kg)	19.06	20.01	19.54 ± 0.67	3.17	3.33	3.25 ± 0.54	
AFG ₂ (µg/kg)	3.01	3.16	3.09 ± 0.11	0.52	0.55	0.54 ± 0.02	
TAF (µg/kg)	35.53	37.29	36.41 ± 1.25	6.62	6.95	6.79 ± 0.23	

Çizelge 4.1 incelendiğinde fındık füresinde nem miktarının % 1.11, ile en düşük, fındık sütünde ise % 74.28 ile en yüksek ortalama değeri aldığı görülmektedir. Bernat ve ark., (2015) fındık sütünde nem miktarını % 94.1, Demirkesen ve ark. (2018) fındık sütünün nem miktarını % 61.68-85.26 olarak belirtmiştir. Bulgularımız Demirkesen ve ark., (2018) ile benzer sonuç göstermiştir.

Hunter renk değerlerine (L^* , a^* , b^*) ait sonuçlar incelendiğinde; açıklık ve koyuluğun göstergesi olan Hunter L^* değeri fındık füresi için 44.61 değeri ile fındık sütüne (62.97) göre daha koyu renk tonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Kırmızılığın göstergesi olan Hunter a^* değeri fındık füresinde ortalama 8.07 ile en yüksek, fındık sütünde ise 6.36 ile en düşük değeri almıştır. Hunter b^* değeri incelendiğinde ise fındık füresinde ortalama 7.75 olan b^* değeri, fındık sütü üretimi ile ortalama 12.53 b^* değerine yükseldiği dolayısıyla açık sarıya doğru renk açılmasının olduğu belirlenmiştir. Çelik, (2019) fındık sütünde Hunter renk değerlerini (L^* , a^* , b^*) sırasıyla 66.06, 2.53, 10.93, Gül ve ark. (2018) 78.69-82.95, 0.03-1.53, 10.23-14.21 arasında belirtmiştir. Hunter L^* ve a^* renk değerleri literatürdeki verilere göre farklılık göstermiştir. Farklılığın fındık füresinin kıvamından ve fürenin süte işlenirken kullanılan seyreltme oranından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hunter b^* değeri sonuçları ise Gül ve ark. (2018) ve Çelik, (2019) ile benzerlik göstermiştir.

Fındık sütüne ait viskozite değerleri Çizelge 4.1'de cP olarak verilmiş olup ortalama 99.75 cP olarak belirtilmiştir. Fındık sütüne ait pH değeri ise ortalama 6.08'dir. Gül ve ark., (2018) fındık sütünde viskoziteyi 4-2030 cP, pH değerini 6.39-6.58 arasında bulmuştur. Çalışmamızda tespit edilen viskozite ve pH değerinin literatür sonuçları ile benzer sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Çizelge 4.1'de fındık füresi için yağ miktarı % 61.90-62.70, protein miktarı ise % 34.16-36.87 arasında değişmektedir. Fındık sütünde yağ miktarı ise seyreltmeye bağlı olarak azalarak % 13.51-14.05, protein miktarı ise % 11.25-13.03 arasında değiştiği saptanmıştır. İlyasoğlu ve Yılmaz, (2019), fındık sütünde yağ miktarını % 6.6 ve protein miktarını % 3.01, Bernat ve ark., (2015) fındık sütünde yağ miktarını % 4.02, protein miktarı ise % 0.65 tespit etmiştir. Yağ miktarları ve protein miktarları literatür verileriyle karşılaştırıldığında farklılık göstermiştir. Sonuçlarımızın farklı olması konsantrasyon farkından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Fındık furesi ve fındık sütü için serbest yağ asiti (SYA) miktarı (g/100 g) Çizelge 4.1'de verilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde fındık furesi için ortalama 1.45 (g/100 g) olan SYA'nın, fındık sütü için ise 1.44 (g/100 g) olarak bulunmuştur. Oğraş ve ark., (2018) ham fındık yağında SYA miktarını 0.87-1.10 g/100 g arasında, Ciemniowska ve ark., (2015) kavrulmuş kabuklu fındıklarda SYA miktarını 0.08-0.52 g/100 g olarak belirtmiştir. SYA bulgularımız literatürdeki verilere göre biraz yüksek olsada TS 10938, (2016)'e göre SYA miktarı belirtilen değer 1.5 g/100 g altında bulunmuştur.

Peroksit değerine (PD) bakıldığında, fındık furesinde 2.23-2.29 (meq/kg yağ) arasında değişen PD'nin, fındık sütüne dönüştürme sırasında artış gösterdiği ve 2.75-2.99 (meq/kg yağ) arasında değer aldığı tespit edilmiştir. Şimşek, (2004) farklı fındık çeşitlerinde PD'ni 0.034-0.145 meq/kg yağ arasında bulmuştur. PD bulgularımız, Şimşek, (2004)'e göre yüksek değerler almıştır. Bu farkın düşük kaliteli fındıklardan üretilen fındık furesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gallik asit cinsinden toplam fenolik madde miktarları (TFM), yağsız fındık furesi örnekleri için 242.93-248.52 (mg GAE/100 g) arasında değişirken, yağsız fındık sütü örnekleri (238.13-247.75) için ise aynı sınırlar içerisinde değişim göstermiştir. TFM bulgularımız Şimşek ve ark., (2017)'nin belirlediği 529-1093 mg GAE/100 g değerinden az, Çelik, (2019)'in belirlediği 33-51 mg GAE/100 g değerinden yüksektir. Bu fark muhtemelen fındık sütü üretimindeki seyreletme işleminden kaynaklanmaktadır.

Toplam tokoferol (TT) miktarı fındık furesi ve fındık sütünden elde edilen yağ örneklerinde sırasıyla ortalama 237.41 mg/kg, 213.53 mg/kg değerlerini almıştır. Şimşek, (2004) Kavrulmamış Foşa, Palaz ve Tombul fındıklarında TT'i 238-369.14, aynı çeşitlerin kavrulmuş fındıklarında ise 178.73-356.13 mg/kg arasında belirlemiştir. TT verilerimiz literatür verisiyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Fındık füresi ve fındık sütü için DPPH-RSA değerleri ise toplam fenolik madde değerlerine paralel ve uyumlu olarak % 54.35-58.86 arasında değişiklik göstermektedir. Çelik, (2019) fındık sütünde DPPH-RSA'ı % 59.4-63.02 arasında belirlemiştir. DPPH-RSA sonuçlarımız benzerlik göstermektedir

Fındık füresi ve fındık sütü için başlangıç koşullarında HPLC ile tespit edilen aflatoksin profili (AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂) ve toplam aflatoksin miktarı (TAF) µg/kg olarak Çizelge 4.1'de verilmiştir. Fındık füresi için AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂, TAF değerleri sırasıyla 12.58, 1.54, 20.01, 3.16, 37.29 (µg/kg) maksimum değerleri alırken, fındık sütü için seyreltmeye bağlı olarak düşüş göstererek sırasıyla 2.75, 0.32, 3.33, 0.55, 6.95 (µg/kg) maksimum değerlerini almıştır. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'ne göre doğrudan tüketime sunulacak fındıkta AFB₁ ve TAF'ı sırasıyla 5 ve 10 µg/kg olarak, işlenecek fındık için ise AFB₁'i 8 µg/kg, TAF' i 15 µg/kg olarak belirtilmektedir (TGK, 2011). Farklı araştırmalarda, farklı sert kabuklu meyvelerde TAF'ı fındıkta ortalama 33.4 µg/kg (Gürses, 2006), çiğ fındıkta 2.11-10.03 µg/kg, kavrulmuş fındıkta 0.1-4.04 µg/kg, fındık ezmelerinde 0.2-6.02 arasında (Keskin, 2012), cevizde 5.14-27.49 µg/kg arasında (Taner, 2009), Antepfıstığı'nda 0.001-23.54 µg/L arasında (Sedefoğlu, 2013) bildirmişlerdir. Bulgular ile fındık füresi ve fındık sütü örneklerimizi karşılaştırdığımızda benzer sınırlar içerisinde değiştiği görülmektedir.

4.2 Farklı Oran ve Sürelerde Uygulanmış AK ve B'nin Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Aflatoksin Profiline Etkisi

Farklı katkı oranı ve sürelerde uygulanmış iki farklı absorban maddenin (AK ve B) fındık sütünde meydana getirdiği bazı fiziksel, kimyasal özellikler ile aflatoksin profilindeki değişimleri gösteren istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Yapılan analizlere ait önemli çıkan ortalamalar ile Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları her bir bileşim unsuruna ait başlıklar içinde tartışılmıştır.

Çizelge 4.2 Farklı Oran ve Sürelerde Uygulanmış İki Farklı Absorban Maddenin (AK, B) Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Aflatoksin Profiline Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Nem Miktarı (%)		Hunter L* Değeri		Hunter a* değeri		Hunter b* değeri		Viskozite (cP)		pH		Yağ Miktarı (%)	
		KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri
Absorban Madde (A)	1	4.308	72.86**	85.262	356.38**	29.037	66055.82**	49.980	477.15**	9441.63	7505.77**	3.597	57553.2**	13.0313	106.94**
Katkı oranı (KO)	2	2.408	40.73**	5.409	22.61**	0.398	904.5**	1.422	13.57**	4637.43	3686.6**	0.127	2032.03**	8.0494	66.05**
Süre (S)	3	16.797	284.06**	76.704	320.61**	0.565	1284.74**	14.483	138.27**	5001.01	3975.63**	0.621	9937.07**	8.6958	71.36**
A X KO	2	1.321	22.34**	5.581	23.33**	0.490	1115.4**	2.107	20.12**	110.55	87.89**	0.124	1990.9**	4.7707	39.15**
A X S	3	0.789	13.34**	10.145	42.4**	3.231	7349.45**	5.718	54.59**	1418.1	1127.34**	0.418	6680.67**	4.6375	38.06**
KO X S	6	0.323	5.47**	0.742	3.1*	0.055	124.66**	0.231	2.200	595.32	473.26**	0.016	248.17**	4.304	35.32**
A X KO X S	6	0.323	5.47**	0.836	3.5*	0.131	298.47**	0.639	6.1**	152.93	121.57**	0.018	292.63**	1.5415	12.65**
Hata	24	0.059		0.2392		0.0004		0.105		1.260		0.000		0.122	

Çizelge 4.2 Farklı Oran ve Sürelerde Uygulanmış İki Farklı Absorban Maddenin (AK, B) Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Aflatoksin Profiline Ait Varyans Analiz Sonuçları (devamı)

Varyasyon Kaynakları	SD	%SYA (g/100 g)		Peroksit (meq /kg yağ)		TFM (GAE mg/100 g)		TT (mg/kg)		DPPH-RSA (%)	
		KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri
Absorban Madde (A)	1	0.005	3.450	0.214	17.11**	4322.50	9.01**	49.800	1.770	388.570	9.96**
Katkı oranı (KO)	2	0.009	5.99**	0.138	11.08**	5926.10	12.36**	380.190	13.52**	116.400	2.980
Süre (S)	3	0.012	8.22**	0.814	65.14**	3575.20	7.46**	386.470	13.74**	835.870	21.43**
A X KO	2	0.001	0.900	0.057	4.53*	1366.80	2.850	44.290	1.580	579.030	14.84**
A X S	3	0.001	0.500	0.031	2.450	833.80	1.740	62.570	2.230	297.910	7.64**
KO X S	6	0.002	1.150	0.122	9.79**	3107.80	6.48**	176.090	6.26**	235.930	6.05**
A X KO X S	6	0.001	0.510	0.033	2.67*	1037.50	2.160	30.000	1.070	160.520	4.11**
Hata	24	0.001		0.012		479.50		28.120		39.010	

Çizelge 4.2 Farklı Oran ve Sürelerde Uygulanmış İki Farklı Absorban Maddenin (AK, B) Fındık Sütünün Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Aflatoksin Profiline Ait Varyans Analiz Sonuçları (devamı)

Varyasyon Kaynakları	SD	AFB ₁ (µg/kg)		AFB ₂ (µg/kg)		AFG ₁ (µg/kg)		AFG ₂ (µg/kg)		TAF (µg/kg)	
		KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri	KO	F-Değeri
Absorban Madde (A)	1	4.563	1214.19**	0.012	257.78**	1.068	145.72**	0.006	25.31**	10.258	362.78**
Katkı oranı (KO)	2	0.017	4.46*	0.001	20.65**	0.314	42.82**	0.008	33.16**	0.644	22.76**
Süre (S)	3	6.242	1660.84**	0.072	1498.01**	4.714	643.19**	0.111	481.19**	27.585	975.53**
A X KO	2	0.120	31.84**	0.001	20.91**	0.051	6.96**	0.001	2.710	0.333	11.77**
A X S	3	0.573	152.5**	0.002	44.45**	0.200	27.3**	0.002	7.96**	1.469	51.95**
KO X S	6	0.115	30.72**	0.002	37.58**	0.311	42.42**	0.003	13.19**	0.950	33.59**
A X KO X S	6	0.126	33.4**	0.001	26.36**	0.127	17.37**	0.001	4.36**	0.598	21.16**
Hata	24	0.004		0.000		0.007		0.000		0.028	

* : p<0.05 düzeyinde önemli. **: p<0.01 düzeyinde önemli

4.2.1 Nem Değişimi

Farklı absorban (A), katkı oranı (KO) ve sürenin (S) fındık sütünde meydana getirdiği değişimi gösteren Varyans Analiz sonuçları (ANOVA), Çizelge 4.2’de, Önemli çıkan varyasyon kaynaklarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.3’de ve önemli bulunan AxKOxS interaksiyonun seyri Şekil 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde A, KO, S ana faktörleri ile bunların AxKO AxS KOXS ile AxKOxS interaksiyonlarının nem miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

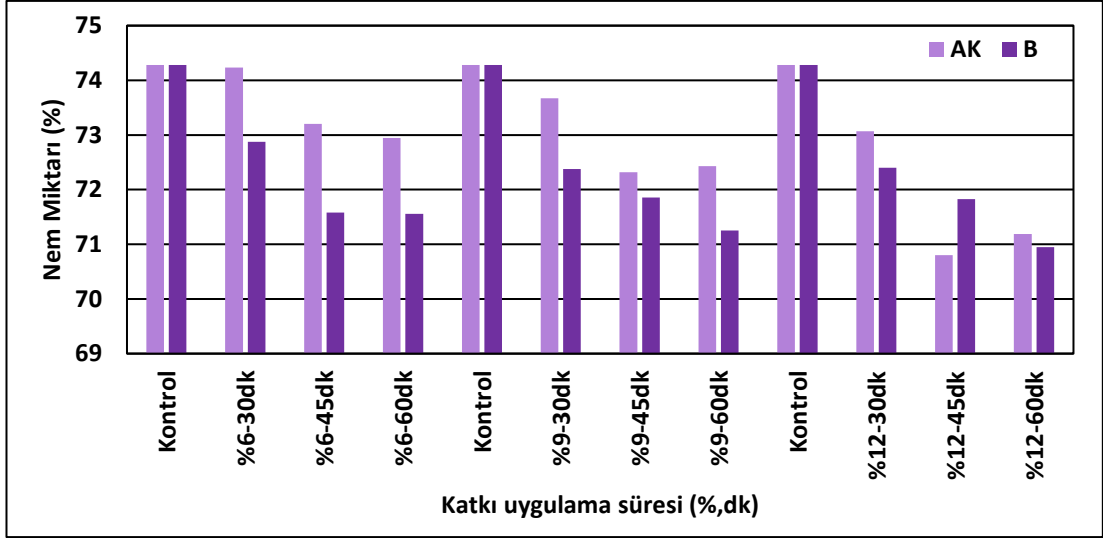
Çizelge 4.3 Nem Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	Nem (%)	
AK	Kontrol		74.280 ^A	
		6	30	74.235 ^A
			45	73.205 ^{BC}
	60		72.945 ^{BC}	
	9	30	73.670 ^{AB}	
		45	72.320 ^{CD}	
		60	72.430 ^{CD}	
	12	30	73.065 ^{BC}	
		45	70.800 ^F	
		60	71.185 ^{EF}	
	B	6	30	72.875 ^{BC}
			45	71.580 ^{DEF}
60			71.555 ^{DEF}	
9		30	72.375 ^{CD}	
		45	71.855 ^{DE}	
		60	71.250 ^{EF}	
12	30	72.400 ^{CD}		
	45	71.825 ^{DE}		
	60	70.950 ^{EF}		

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Testine göre, kontrol örneklerinde % 74.28 olan nem miktarının KO ve S arttıkça azaldığı, AK ve B fındık sütünde suyu bağlayarak 60 dk sonunda sırasıyla rutubet miktarını sırasıyla % 71.18 ve % 70.95 değerine kadar düşürdüğü ve nem miktarının her iki uygulamada farklılık göstererek kaybın B uygulamasında daha yüksek değer gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1).

Konuya benzer yapılan çalışmalarda, bitki sütlerinden fındık sütünde nem miktarını Naziri ve ark. (2017)’i % 82.4, Çelik (2019) ise % 82 olarak tespit etmiştir. Çalışmamızdaki bulunan sonuca göre farkın, AK ve B’in tutucu etkisinden ve seyretime oranından kaynaklandığı akla gelmektedir.



Şekil 4.1 Nem Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.2 Hunter L* Değeri Değişimi

Fındık sütünün Hunter L* değeri üzerine farklı absorban (A), katkı oranı (KO) ve sürenin (S) meydana getirdiği değişimler Çizelge 4.2’de, Önemli bulunan ($p < 0.05$) AxKOxS interaksiyonun Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.4’de ve grafik ile gösterimi Şekil 4.2’de verilmiştir.

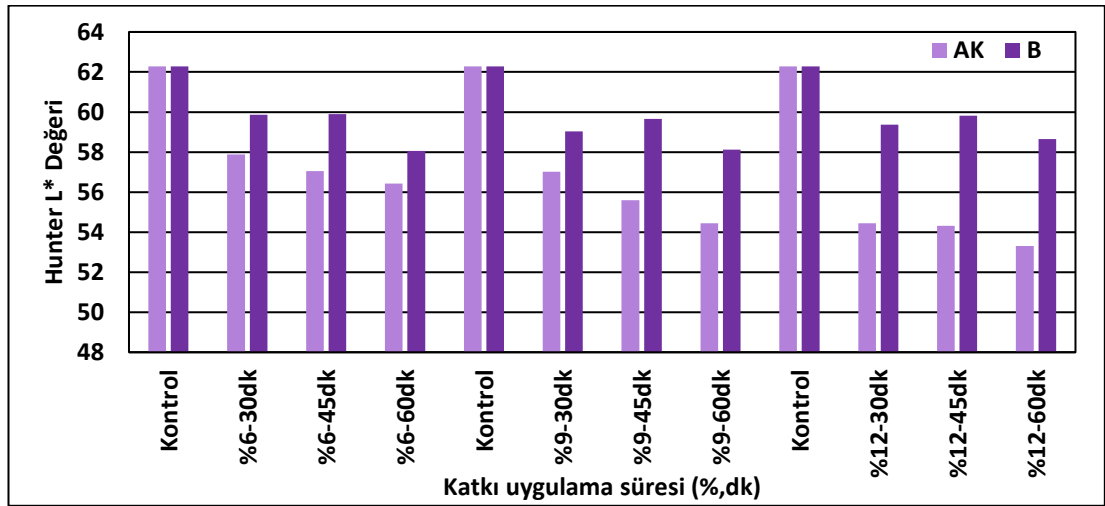
Çizelge 4.4 Hunter L* Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi ($n=2$)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	L* değeri		
AK	Kontrol		62.2833 ^A		
		30	57.8867 ^{CDEF}		
		60	56.4267 ^{FGH}		
	6	6	45	57.0500 ^{DEFG}	
			60	56.4267 ^{FGH}	
			30	57.0200 ^{EFG}	
		9	9	45	55.6000 ^{GHI}
				60	54.4433 ^{HIJ}
				30	54.4467 ^{HIJ}
	12	12	45	54.3167 ^{IJ}	
			60	53.3067 ^J	
			30	59.8700 ^{BC}	
6		6	45	59.8967 ^B	
			60	58.0567 ^{BCDEF}	
			30	59.0367 ^{BCD}	
	B	9	45	59.6500 ^{BC}	
			60	58.1267 ^{BCDEF}	
			30	59.3733 ^{BC}	
12		12	45	59.8233 ^{BC}	
			60	58.6500 ^{BCDE}	
			30	58.6500 ^{BCDE}	

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde varyasyon kaynaklarından KOxS ile AxKOxS interaksiyonlarının açıklık-koyuluğun göstergesi olan Hunter L* değeri üzerine etkisi $p < 0.05$ önem seviyesinde önemli bulunurken diğer tüm faktörlerin etkisi ise çok önemli olarak ($p < 0.01$) bulunmuştur. Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları kontrol örneklerine göre AK uygulamasında artan KO ve S Hunter L* değerini belirgin şekilde 62.28'den 53.30'a kadar düşürmüştür ve rengi B uygulamasına göre daha koyulaştırmıştır. B uygulamasında ise Hunter L* renk değerinin % 6, 9 ve 12 KO'nun 45 dk uygulamalarında bir miktar yükseldiği sonra düştüğü izlenmiştir. Fakat bu dalgalanmaların istatistiki olarak birbirinden farksız olduğu ortaya çıkmıştır.

Gül ve ark., (2018) yüksek basınçlı homojenizasyon koşullarında farklı konsantrasyonlardaki fındık keklerinden fındık sütü elde etmiştir ve Hunter L* renk değeri 78.69-82.94 arasında salınım gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda Hunter L* renk değerleri ise 53.30-59.89 arasında değişim göstermiştir. Bulgularımızın farklılığı fındık sütü hazırlanırken kullanılan seyreltme oranından, kullanılan absorban çeşidinden ve fındık sütüne işlediğimiz fındık furesinin özelliklerinden (koyu renkli ve kıvamlı) kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.2 Hunter L* Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.3 Hunter a* Değeri Değişimi

Fındık sütünün Hunter a* renk değeri üzerine Absorban (A), katkı oranı (KO), süre (S) ana faktörlerinin ve bunlarının interaksiyon etkileri Çizelge 4.2'de,

önemli bulunan AxKOxS interaksiyonunun ortalamaları ile Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.5’de ve grafiği Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

Varyans Analiz tablosu (ANOVA) incelendiğinde kırmızı rengin göstergesi olan Hunter a* renk değerinin üzerine A, KO ve S ile bunların ortak etkilerinin çok önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

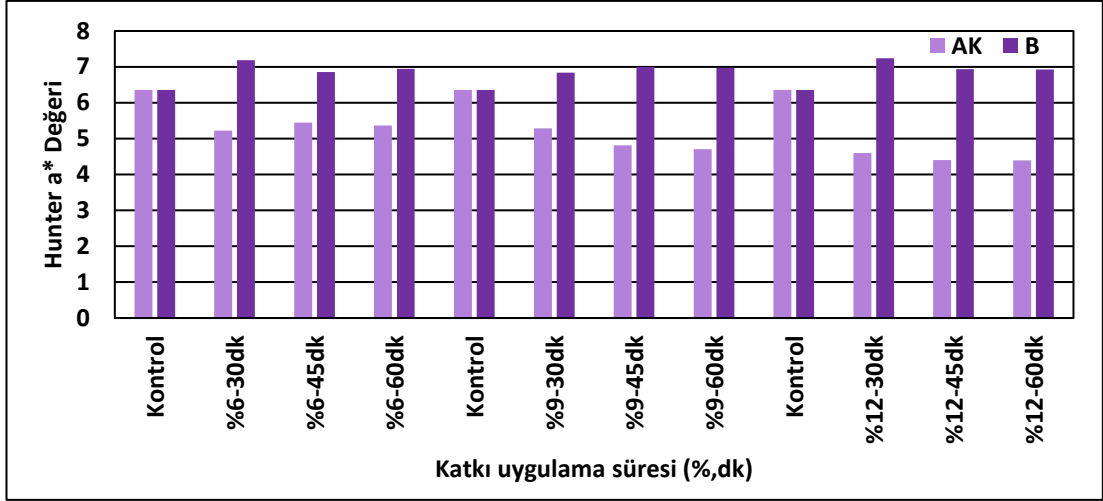
Çizelge 4.5 Hunter a* Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	a* değeri	
AK	Kontrol	30	6.35667 ^E	
		45	5.22667 ^H	
		60	5.44667 ^F	
	6	30	60	5.36667 ^{FG}
			45	5.28333 ^{GH}
			60	4.81667 ^I
		9	30	4.70333 ^J
			45	4.60000 ^K
			60	4.40333 ^L
	12	45	60	4.39000 ^L
			30	7.18333 ^A
			45	6.85333 ^{CD}
6		60	6.94333 ^B	
		30	6.83667 ^D	
		45	7.00333 ^B	
B	9	60	6.97333 ^B	
		30	7.24333 ^A	
		45	6.94000 ^B	
	12	45	6.94000 ^B	
		60	6.92667 ^{BC}	
		30	6.92667 ^{BC}	

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Önemli bulunan AxKOxS ortalamalarının Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi’ne göre başlangıç yani kontrol değerine göre AK’ün artan KO’ı ve S ile azalarak 6.35’den 4.39’a kadar düştüğü, fakat aksine B’nin artan KO ve S’i ile artış göstererek 6.85-7.24 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.3).

Yapılan bir çalışmada fındık sütü C vitamini bakımından zengin farklı meyve pulplarıyla farklı oranlarda katkılanmış, karışımların Hunter a* renk değerleri fındık sütünde 2.50-2.55 arasında değişim göstermiştir (Çelik, 2019). Başka bir çalışmada farklı konsantrasyonlara sahip fındık sütlerinde Hunter a* renk değeri 0.03-1.53 arasında değişmiştir (Gül ve ark., 2018). Çalışmamızda farklı olarak Hunter a* renk değeri 4.39-7.24 arasında tespit edilmiştir. Bulgularımızın farklılığı fürenin özellikleri ile ilişkilidir.



Şekil 4.3 Hunter a* Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.4 Hunter b* Değeri Değişimi

A, KO, ve S faktörleri ve bunların interaksiyonlarının AK ve B ile katkılanmış fındık sütünün Hunter b* değerine ait Varyans analizi Çizelge 4.2’de, önemli çıkan AxKOxS interaksiyonu ortalamaları ile Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6’da özetlenmiş ve grafiği Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Varyans analizi sonucunda Hunter b* değeri üzerinde, A, KO ve S ile bunların interaksiyonu AxKO, AxS ve AxKOxS interaksiyonları $p < 0.01$ seviyesinde etkili olduğu, KOxS interaksiyonunun ise etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

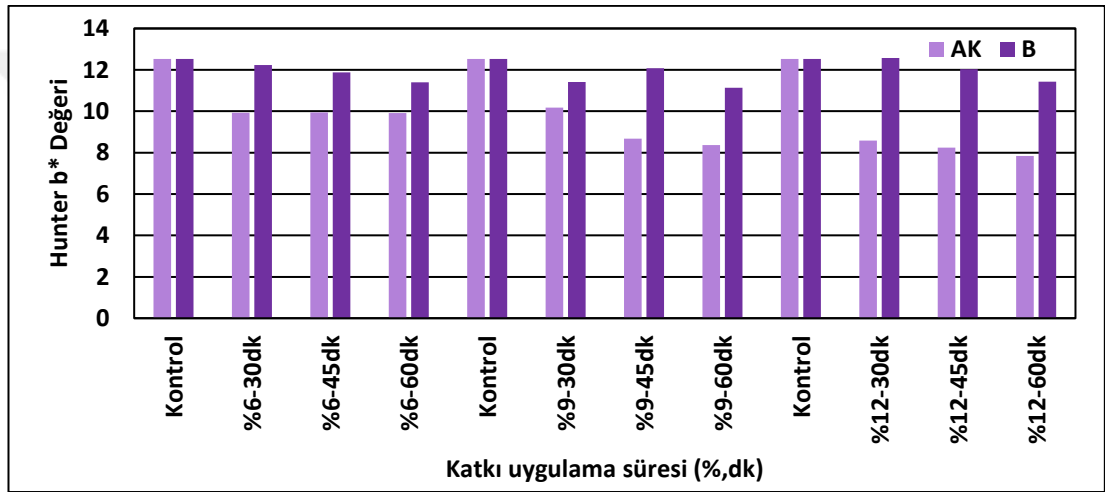
Çizelge 4.6 Hunter b* Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	b* değeri
AK	Kontrol		12.5333 ^A
		30	9.9333 ^{DE}
		45	9.9467 ^{DE}
	6	60	9.9100 ^{DE}
		30	10.1800 ^{CD}
		45	8.6767 ^{EF}
	9	60	8.3700 ^F
		30	8.5867 ^F
		45	8.2433 ^F
	12	60	7.8400 ^F
		30	12.2300 ^{AB}
		45	11.8767 ^{AB}
B	6	60	11.3967 ^{ABC}
		30	11.4067 ^{ABC}
		45	12.0867 ^{AB}
	9	60	11.1400 ^{BCD}
		30	12.5667 ^A
		45	12.0400 ^{AB}
	12	60	11.4333 ^{ABC}

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Hunter b* değerinin AK uygulanmış fındık sütünde başlangıç ortalamasına (12.53) göre KO ve S arttıkça azaldığı (7.84) belirlenmiştir. B uygulanmış fındık sütlerinde ise Hunter b* değerinin kontrol örneğine göre pek değişmediği, hemen hemen benzer değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.4).

Gül ve ark. (2018) farklı konsantrasyondaki fındık sütlerinde (% 5, 10, 15) Hunter b* renk değerini 10.23-14.21 arasında bildirmişlerdir. Hunter b* renk değerlerine (7.84-12.56) ait bulgularımız aynı sınırlar içerisindedir. Çalışmada özellikle kullandığımız AK konsantrasyonu Hunter b* değerini biraz daha aşağıya çekmiştir.



Şekil 4.4 Hunter b* Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.5 Viskozite Değişimi

Fındık sütünün AK ve B'in % 6, 9 ve 12 karışımları ile 30-60 dk muamele edilmesi sonucu viskozite değerlerine ait Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2'de, AxKOxS interaksiyonuna göre Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.7'de, grafiği ise Şekil 4.5'de verilmiştir. Varyans Analizi sonucunda AK ve B karışımlarının viskozite değerleri üzerine A, KO, S faktörleri ile AxKO, AxS, KOxS ve AxKOxS interaksiyonlarının etkisi $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

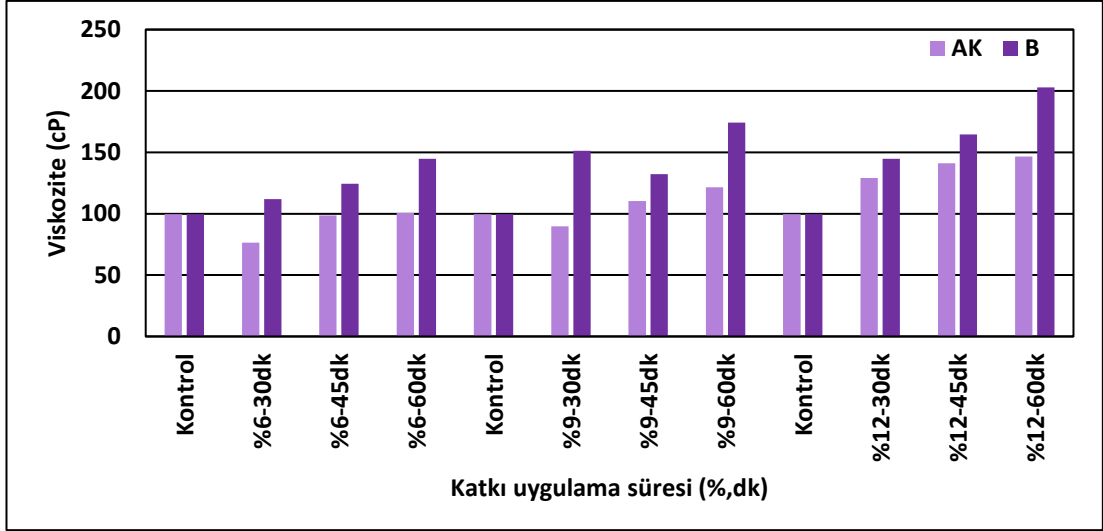
Çizelge 4.7 Viskozitenin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^α

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	Viskozite (cP)
	Kontrol		99.75 ^J
		30	76.35 ^L
	6	45	98.55 ^J
		60	100.70 ^J
AK	9	30	89.85 ^K
		45	110.25 ^I
		60	121.65 ^H
	12	30	129.15 ^G
		45	141.00 ^F
		60	146.55 ^E
	6	30	111.90 ^I
		45	124.50 ^H
		60	144.75 ^{EF}
B	9	30	151.20 ^D
		45	132.15 ^G
		60	174.15 ^B
	12	30	144.75 ^{EF}
		45	164.45 ^C
		60	202.80 ^A

α: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Önemli çıkan AxKOxS varyasyon kaynağına göre viskozite ortalamaları Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçlarına göre karşılaştırıldığında, KO ve S arttıkça viskozite değerinin arttığı ve AK karışımında, % 12 KO'nun 60 dk uygulamasında 100 rpm kayma hızında 146.5 cP, B karışımında ise %12 KO'nun 60 dk uygulamasında 202.8 cP ile en yüksek değeri aldığı görülmektedir (Çizelge 4.7, Şekil 4.5).

Çelik, (2019) Vit C bakımından zengin kuşburnu ve çilek pulpunu fındık sütüne kattığı çalışmada fındık sütünün viskozitesini 4.86-4.97 cP arasında, Gül ve ark., (2018) homojenize fındık sütünde viskoziteyi 4-197 cP arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızda viskozite 76.35-202.80 cP arasında salınım göstermiştir. Bulgularımızın farklılığı, muhtemelen fındık sütü hazırlanırken kullanılan seyreltme oranı, kullanılan absorbanın su bağlaması ve viskozitenin farklı kayma hızlarında ölçülmesinden ileri gelmektedir.



Şekil 4.5 Viskozite Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.6 pH Değişimi

Fındık sütüne uygulanan farklı absorban (A), katkı oranı (KO) ve süre (S) ana faktörleri ile bunların ortak etkilerinin pH değerleri üzerine etkisini gösteren Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. pH değerine ait AxKOxS interaksiyonun Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.8’de, değişimi yansıtan grafik ise Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

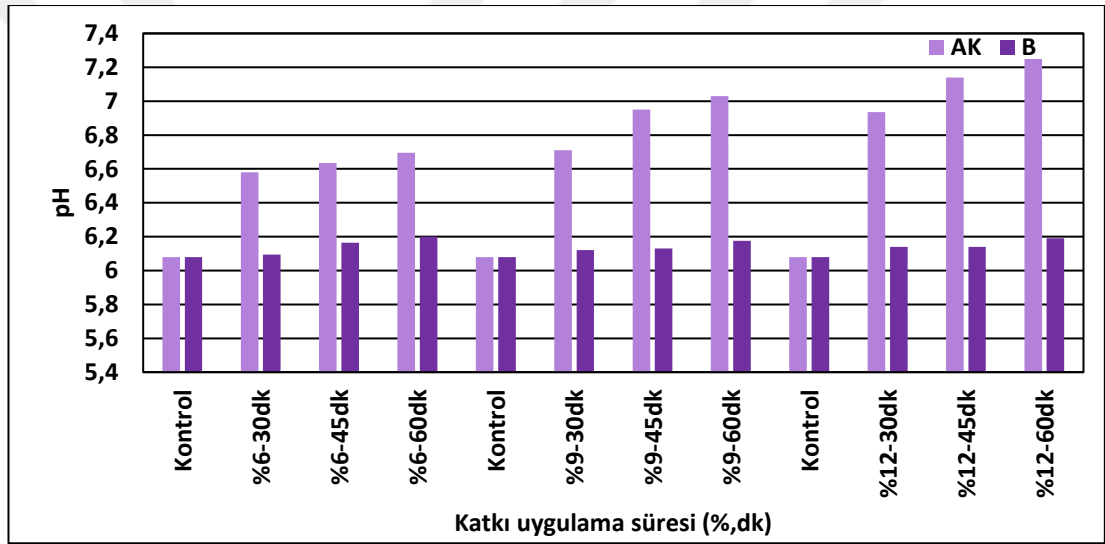
Çizelge 4.8 pH Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	pH
AK	Kontrol		6.080 ^M
		30	6.580 ^G
		45	6.635 ^F
	6	60	6.695 ^E
		30	6.710 ^E
		45	6.950 ^D
	9	60	7.030 ^C
		30	6.935 ^D
		45	7.140 ^B
	12	60	7.250 ^A
		30	6.095 ^{LM}
		45	6.165 ^{IJ}
B	6	60	6.200 ^H
		30	6.120 ^{KL}
		45	6.130 ^K
	9	60	6.175 ^{HI}
		30	6.140 ^{JK}
		45	6.140 ^{JK}
	12	60	6.190 ^{HI}

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde kontrole (6.08) göre pH değerinin aktif kömür (AK) kullanımında artış göstererek, % 12 katkı oranında en yüksek değer olan ortalama 7.25'e ulaşmıştır. Bentonit (B) kullanımında ise pH değerinde ise bir miktar artış olmasına karşın, bu artış AK'ye göre daha azdır.

Tsai ve ark., (2018) yüksek basınç (200, 400, 600 MPa) ve ısıl işleme (80°C-3 dk) tabii tuttukları fındık sütünde, pH değerini 5.25-6.28 arasında bulmuşlardır. Bernat ve ark., (2014) kontrol örneğinde pH değerini 6.50, fermente fındık sütünde ise 3.63-6.50 değerleri arasında tespit etmişlerdir. Örneklerimizin pH değeri (6.08-7.14) fermente olmayan fındık sütü örnekleri ile benzer sınırlar içerisinde salınım göstermiştir.



Şekil 4.6 pH Değeri Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.7 Yağ Miktarı Değişimi

Fındık sütünün yağ miktarı üzerine ana değişkenlerin ve bunların interaksiyonlarının etkileri Varyans Analiz tablosunda (Çizelge 4.2), yağ miktarının değişiminin önemli olduğu AxKOxS interaksiyonu ortalamalarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.9'da ve değişimi gösteren grafik ise Şekil 4.7'de verilmiştir.

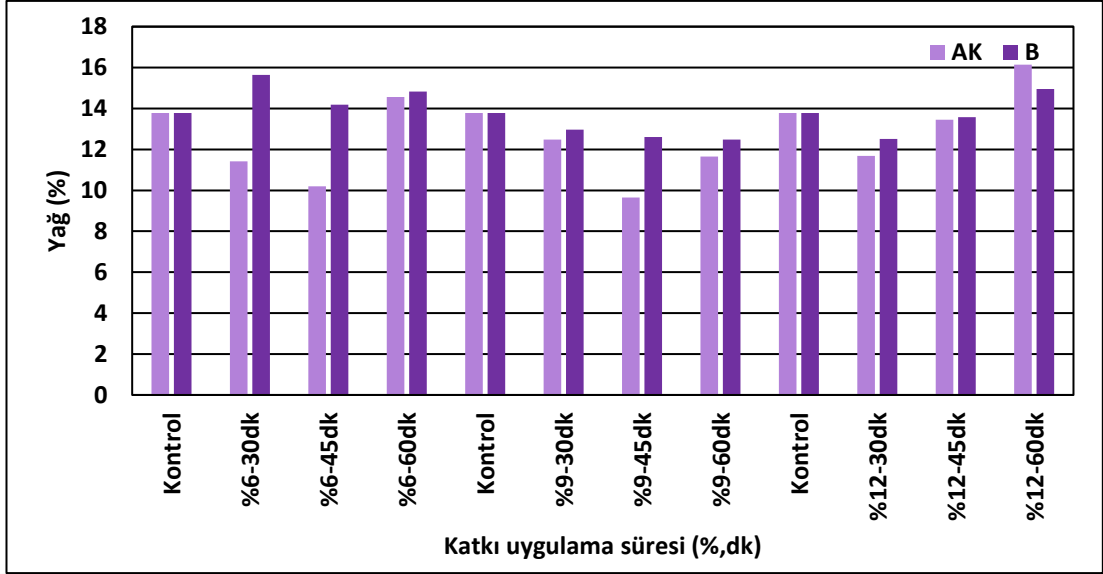
Çizelge 4.9 Yağ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^α

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	Yağ Miktarı (%)	
AK	Kontrol		13.780 ^{CDEF}	
		6	30	11.410 ^{HI}
			45	10.190 ^{IJ}
	60		14.560 ^{BCD}	
	9	30	30	12.475 ^{FGH}
			45	9.645 ^J
			60	11.650 ^{GH}
		12	30	11.680 ^{GH}
			45	13.450 ^{DEF}
			60	16.145 ^A
	12	6	30	15.640 ^{AB}
			45	14.185 ^{CDE}
60			14.820 ^{ABCD}	
9		30	12.960 ^{EFG}	
		45	12.605 ^{FGH}	
		60	12.475 ^{FGH}	
12	30	30	12.505 ^{FGH}	
		45	13.575 ^{CDEF}	
		60	14.945 ^{ABC}	

α: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Varyans Analizi tablosu incelendiğinde ana faktörler ile bunların ortak etkilerinin yağ miktarı üzerine etkilerinin $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Yağ miktarına ait ortalamaların Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları incelendiğinde, artan katkı oranı ve süre ile yağ miktarında değişimlerin bir miktar artış veya azalış gösterdiği, artışın % 12 AK ve B uygulamasının son sürelerinde (60 dk) belirgin olduğu, yağ miktarı ortalama % 14.94-16.15 arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.7). Artan AK ve B'nin KO ve S'e bağlı olarak yağ miktarının artmasına neden olduğu bu artışın da muhtemelen bağlanarak uzaklaşan su ve KM artışından kaynaklanmaktadır.

Naziri ve ark., (2017) findık sütünde yağ miktarını % 13.9, bir diğer çalışmada Bernat ve ark., (2015) % 4.02 saptamıştır. Çalışmamızda ise yağ miktarları % 9.64-16.14 arasında salınım göstermiştir. Bulgularımız Naziri ve ark. (2017)'nin bulduğu sonuç değerler arasında yer alırken, Bernat ve ark. (2015)'nin bulduğu değere göre daha yüksek çıkmıştır. Bu farkın findık sütünün elde edilirken kullanılan seyreltme oranından ve kullanılan AK ve B'in konsantrasyonu artırmasından (suyu bağlayarak uzaklaştırması) kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.7 Yağ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı xSüre İnteraksiyonu

4.2.8 Serbest Yağ Asitliği Değişimi

Varyasyon kaynaklarının fındık sütünün serbest yağ asitliği (SYA) değerlerine ait Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2’de bildirilmiştir. AxKOxS interaksiyon ortalamaları ise Çizelge 4.10’da verilmiştir. Varyans Analiz tablosu incelendiğinde KO ve S ana faktörlerinin SYA üzerine etkisinin önemli ($p < 0.01$), A, AxKO, AxS, KOxS ile AxKOxS interaksiyonlarının etkisinin ise önemsiz olduğu saptanmıştır. SYA, kontrol örneğine göre AK ve B’nin tüm KO ve en son S’de (60 dk) bir miktar düştüğü bu düşüşlerin ise istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı ortaya çıkmıştır.

Yeşil kahve ekstratı katkılanan fındık ezmesinin raf ömrüyle ilgili olarak SYA fındık ezmesi örneği için 0.25 g/100 g değerine 3 ay depolama sonunda çıkmıştır (Çiçek, 2019). Başka bir çalışmada ham fındık yağında moleküler damıtma kullanılarak SYA değeri 17.26 g/100 g olarak tespit edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2018). Bulgularımız (1.29-1.43 g/100 g) Çiçek, (2019)’e göre daha yüksek çıkarken, Altuntaş ve ark., (2018)’a göre ise daha düşük değerler vermiştir. Çalışmamızda kalitesi düşük fındıklardan üretilen fürelerin kullanılması SYA sonucunu etkilemiş olması muhtemeldir.

Çizelge 4.10 Serbest Yağ Asitliği (SYA) Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye göre değişimi (n=2)

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	% SYA (g/100 g)
AK	Kontrol		1.4340
		30	1.4350
		45	1.4385
	6	60	1.4080
		30	1.4225
		45	1.4265
	9	60	1.3995
		30	1.3995
		45	1.3510
		60	1.2925
		30	1.3800
		45	1.3960
6	60	1.3675	
	30	1.4085	
	45	1.3885	
	60	1.3445	
	30	1.3760	
	45	1.3290	
B	12	60	1.3380

4.2.9 Peroksit Değeri Değişimi

A, KO, S faktörleri ve bunların interaksiyonlarının AK ve B ile katkılanmış fındık sütündeki peroksit değerine (PD) ait Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2’de, peroksit değerinin AxKOxS interaksiyonuna ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.11’de, değişimi gösteren grafik Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, PD’nin üzerine A, KO, S ile KOxS interaksiyonunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde, AxKO, AxKOxS interaksiyonlarının $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, AxS interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

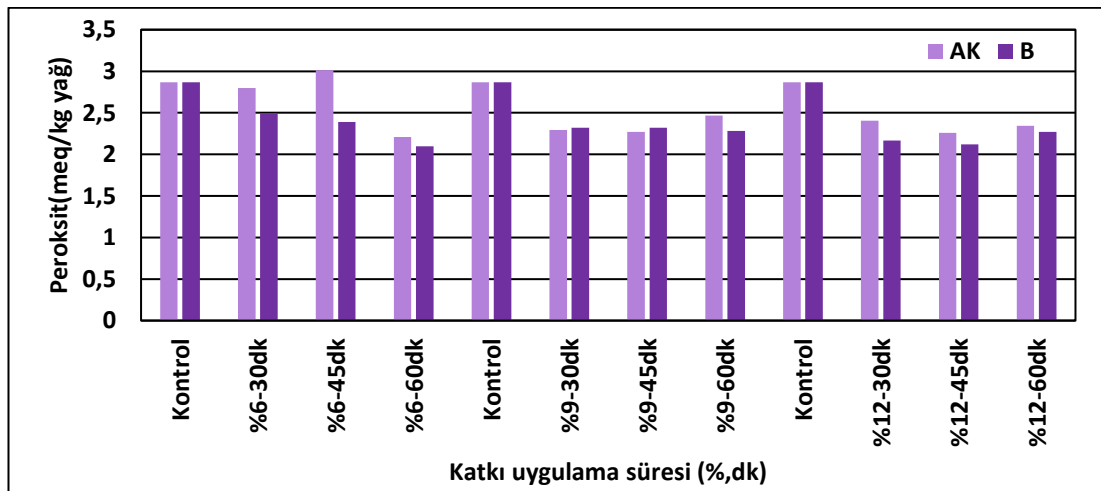
Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde peroksit değerinin başlangıca göre (2.86 meq/kg yağ) AK kullanılması halinde % 6 KO, 60 dk S ‘de en fazla düşüş gösterdiği, diğer KO ve S’lerde ise PD’nin dalgalanmalar gösterdiği saptanmıştır. B kullanımında ise kontrole göre tüm KO’ı ve S’de azalma tespit edilmiştir. PD’nin düşmesinde B’in, AK’den daha etkili olduğu, B daha sonraki doz ve sürelerine ait PD ortalamaları arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır (Çizelge 4.11, Şekil 4.8).

Çizelge 4.11 Peroksit Değerinin Absorban x Katkı Oranı x Süreye göre değişimi (n=2)^α

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	PD (meq/ kg yağ)
AK	Kontrol		2.8685 ^{AB}
		30	2.7975 ^{ABC}
		45	3.0145 ^A
	6	60	2.2095 ^D
		30	2.2920 ^D
		45	2.2700 ^D
	9	60	2.4655 ^{BCD}
		30	2.4060 ^{CD}
		45	2.2590 ^D
	12	60	2.3415 ^D
		30	2.4905 ^{BCD}
		45	2.3880 ^{CD}
B	6	60	2.0985 ^D
		30	2.3220 ^D
		45	2.3195 ^D
	9	60	2.2825 ^D
		30	2.1655 ^D
		45	2.1185 ^D
	12	60	2.2690 ^D

α: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Seydim ve Ertekin, (2006) farklı ambalajlarda 12 ay depolama süresince depoladıkları fındık yağında, depolama süresi arttıkça peroksit değerinin arttığını, 0.31-2.85 (meq/kg yağ) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çiçek, (2019) fındık ezmesinde PD 0.62-0.76 (meq/kg yağ) arasında bildirmiştir. Çalışmamızda PD 2.09-3.01 (meq/kg yağ) arasında değişim göstermiştir. SYA benzer olarak PD bulgularımızın Çiçek, (2019)'e göre yüksek olması, fındık sütünde kullanılan fındık furesinin özelliklerinden (bayat, SYA ve PD yüksek fındık kullanılması vs.) kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.8 PD Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.10 Toplam Fenolik Madde Değişimi

Absorban (A), katkı oranı (KO), süre (S) faktörleri ve bunların interaksyonlarının fındık sütünün toplam fenolik madde (TFM) miktarına ait Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2’de, AxKOxS interaksiyonuna ait ortalamalar Çizelge 4.12’de ve önemli ($p<0.01$) bulunana KOxS interaksiyonuna ait ortalamaların Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.13’de, değişimin grafiği ise Şekil 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 TFM Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	TFM (mg GAE/ 100 g)	
AK	Kontrol	30	242.940	
		45	235.723	
		60	205.862	
	6	9	30	257.253
			45	246.364
			60	208.745
		12	30	140.559
			45	141.168
			60	158.006
	B	6	30	199.645
			45	222.100
			60	234.530
9		30	235.147	
		45	274.640	
		60	246.287	
12		30	209.564	
		45	213.633	
		60	200.801	
		60	184.372	

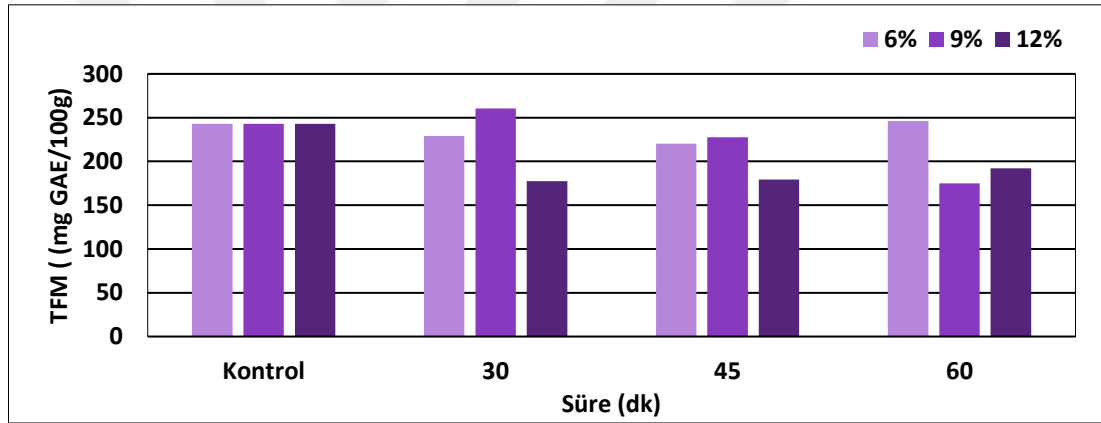
Varyans Analiz (ANOVA) sonuçlarına göre A, KO, S ile KOxS’nin TFM miktarı üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) bulunurken, AxKO, AxS, AxKOxS interaksyonlarının TFM miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.13 incelendiğinde Fındık sütünün TFM miktarının kontrol örneğine göre her iki absorban maddenin % 6 KO’ da istatistiki olarak pek değişmediği fakat % 9 ve 12 KO ve artan S ile belirgin şekilde azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.13 TFM Miktarının Katkı Oranı x Süreye göre değişimi (n=4)^α

Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	TFM (mg GAE/100 g)
Kontrol		242.941 ^{AB}
	30	228.912 ^{ABC}
	45	220.196 ^{ABC}
6	60	246.200 ^{AB}
	30	260.502 ^A
	45	227.516 ^{ABC}
9	60	175.062 ^C
	30	177.401 ^C
	45	179.404 ^C
12	60	192.008 ^{BC}

α: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Diğer bir ifadeyle % 6 üzerinde kullanılan KO'nun TFM'yi düşürmede daha etkili olduğu, bu sonucunda seçilen her iki absorbanın fenolik maddeleri bağlama etkisi ile ilişkili olduğunu akla getirmektedir.



Şekil 4.9 TFM Miktarı Üzerine Etkili Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.11 Toplam Tokoferol Değişimi

Fındık sütünün toplam tokoferol (TT) miktarı üzerine A, KO, S faktörleri ve bunların interaksiyonlarının etkilerini gösteren Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Toplam tokoferol ortalamalarının AxKOxS göre değişimi Çizelge 4.14'de, Önemli bulunan KOxS interaksiyonunun Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Toplam Tokoferol Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	Top. Tokoferol (mg/kg)
AK	Kontrol		213.530
		30	203.365
		45	205.590
	6	60	208.490
		30	199.615
		45	202.965
	9	60	205.285
		30	204.105
		45	191.085
	12	60	189.200
		30	210.790
		45	217.140
B	6	60	210.335
		30	186.185
		45	212.040
	9	60	203.920
		30	203.550
		45	195.680
12	60	194.505	

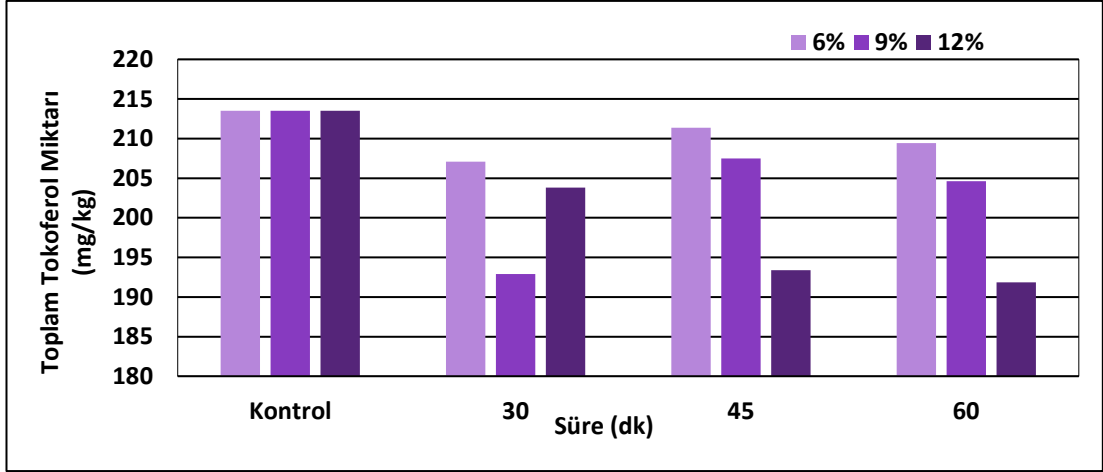
Çizelge 4.2 incelendiğinde AxKO, AxS, AxKOxS interaksiyonlarının TT miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu, KOxS interaksiyonunun etkisinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Çizelge 4.15 incelendiğinde TT miktarının her iki absorban maddenin %6'lık konsantrasyonunda 30-60 dk süresince değişmediği, diğer bir ifadeyle istatistiki olarak ortalamaların benzer olduğu veya benzer sınırlar içerisinde değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.15 Toplam Tokoferol Miktarının Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=4)^α

Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	Top. Tokoferol (mg/kg)
Kontrol		213.530 ^A
	30	207.077 ^A
	45	211.365 ^A
6	60	209.413 ^A
	30	192.900 ^B
	45	207.502 ^A
9	60	204.603 ^{AB}
	30	203.827 ^{AB}
	45	193.382 ^B
12	60	191.853 ^B

α: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Fakat AK ve B'nin % 6, % 9 ve %12 KO'da 45 ve 60 dk bekleme süresi sonunda başlangıç değerine (kontrol) göre TT miktarının belirgin miktarda azalma gösterdiği, 193 ve 191 mg/kg ortalama değerlerini aldığı izlenmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Toplam Tokoferol Miktarı Üzerine Etkili Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.12 DPPH-Radikal Süpürme Aktivitesinin Değişimi (DPPH-RSA)

Fındık sütünde DPPH-RSA değerlerine ait Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2’de, DPPH-RSA değerlerine etkili olan ve istatistiki açıdan önemli çıkan AxKOxS interaksiyonun Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.16’da, ilgili grafik Şekil 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, varyasyon kaynaklarından KO faktörünün etkisinin önemsiz, A, S faktörü ile AxKO, AxS, KOxS, AxKOxS interaksiyonlarının etkisinin ise önemli ($p < 0.01$) olduğu bulunmuştur.

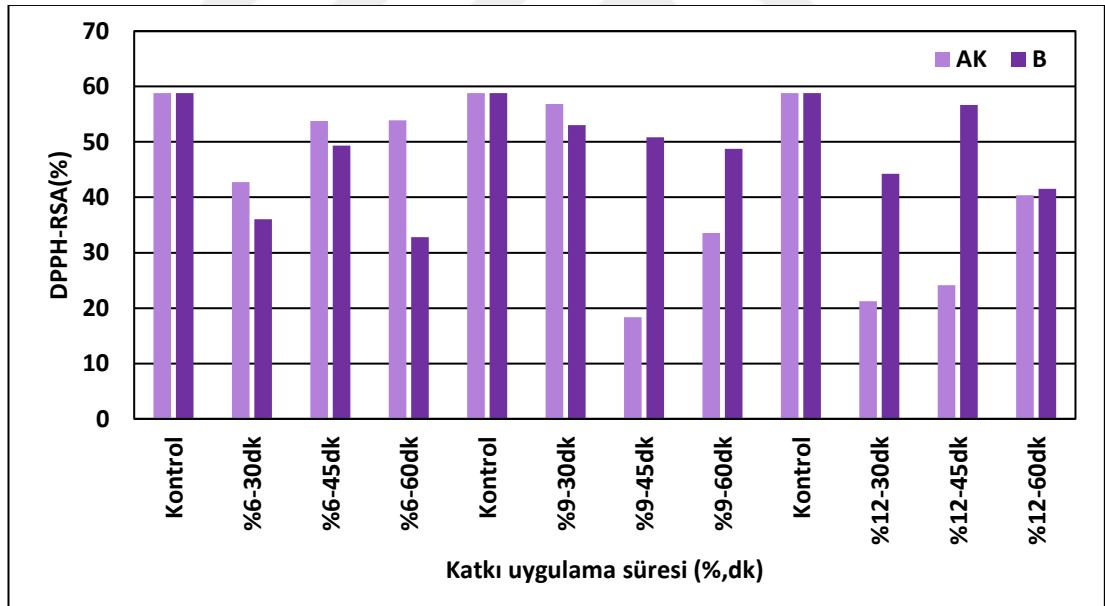
Çizelge 4.16 DPPH-RSA’nin Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi ($n=2$)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	DPPH-RSA (%)
AK	Kontrol		58.805 ^A
		30	42.760 ^{ABCDE}
		45	53.810 ^{AB}
	6	60	53.880 ^{AB}
		30	56.850 ^{AB}
		45	18.360 ^E
	9	60	33.550 ^{ABCDE}
		30	21.215 ^{DE}
		45	24.115 ^{CDE}
	12	60	40.390 ^{ABCDE}
		30	36.020 ^{ABCDE}
		45	49.325 ^{ABC}
B	6	60	32.790 ^{BCDE}
		30	53.045 ^{ABC}
		45	50.860 ^{AB}
	9	60	48.750 ^{ABC}
		30	44.250 ^{ABCD}
		45	56.665 ^{AB}
	12	60	41.510 ^{ABCDE}

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre ortalamadaki değişimler incelendiğinde, AK absorbanı kullanımında % 9 KO 45 dk S’de DPPH-RSA değeri % 18.36 olarak en düşük değeri göstermiş, AK kullanımında ise % 6, % 12 KO’larında, S’nin artışı ile DPPH-RSA değerini kontrol değerine göre düşürse de bu düşüşler belirgin sapmalar göstermektedir. B absorbanı muamelesinde ise % 6, 9 ve 12 KO’nın, 60 dk S’i sonunda kontrol örneğine göre DPPH-RSA değerinde azalma görülmüş, bu azalış % 32.90-48.75 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.11).

Tsai ve ark., (2018) fındık sütüne homojenizasyon ve ısıtma işlemi uygulanmış ve DPPH-RSA değeri kontrol örneğinde % 65.3-71.3 arasında değişim göstermiştir. Yapılan farklı bir çalışmada fermente fındık sütünün antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Çalışmada DPPH-RSA % 50.47-81.65 arasında değerler almıştır (Maleki, 2015). Çalışmamızdaki kontrol örneği bu değerler arasında yer alırken, AK ve B kullanımında DPPH-RSA % 18.36-56.85 arasında değişim göstermiştir



Şekil 4.11 DPPH-RSA Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.13 Aflatoksin B₁ Miktarının Değişimi

AK ve B ile katkılanan fındık sütünde AFB₁ miktarına ait absorban (A), katkı oranı (KO), süre (S) değişkenleri ve bunların ortak etkileri için Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. AFB₁ miktarındaki değişimi gösteren Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.17’te, değişimi gösteren grafik

Şekil 4.12’de, örnek kromotogramlar EK 1, 2 ve 3’de gösterilmiştir. Varyasyon kaynakları istatistiki açıdan incelendiğinde A, S faktörleri ve AxKO, AxS, KOxS, AxKOxS interaksiyonlarının etkisi $p<0.01$ düzeyinde, KO interaksiyonunun etkisi ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17 AFB₁ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^a

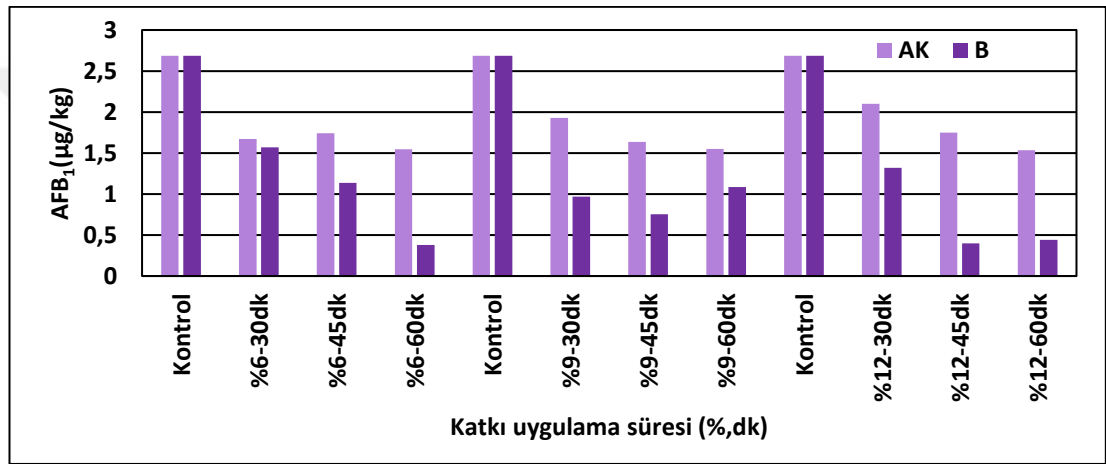
Absorban (%)	Katkı Oranı	Süre (dk)	AFB ₁ (µg/kg)
	Kontrol		2.685 ^A
		30	1.670 ^D
	6	45	1.740 ^{CD}
		60	1.545 ^{DE}
AK	9	30	1.930 ^{BC}
		45	1.635 ^D
		60	1.550 ^{DE}
	12	30	2.100 ^B
		45	1.750 ^{CD}
		60	1.535 ^{DE}
B	6	30	1.570 ^D
		45	1.135 ^{FG}
		60	0.380 ^I
	9	30	0.970 ^{GH}
		45	0.755 ^H
		60	1.085 ^{FG}
12	30	1.320 ^{EF}	
	45	0.400 ^I	
		60	0.440 ^I

a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir

Fındık sütünde AK ve B absorbanı kullanımında KO arttıkça S’ye bağlı olarak AFB₁ seviyesinde azalma görülmüştür. AK absorbanıyla muamele edilen fındık sütünde KO ve S arttıkça AFB₁ miktarında düşüş sağlanmıştır. AK kullanımında en yüksek KO ve S uygulamasında AFB₁ 2.68 µg/ kg’dan 1.53 µg/ kg seviyesine inmiştir. AFB₁’in düşürülmesinde B kullanılması halinde ise % 6 KO, 60 dk S ile % 12 KO, 45-60 dk S arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir. İlgili grafik incelendiğinde B absorbanı, AK’e göre AFB₁ miktarında daha fazla azalma sağlamıştır (Şekil 4.12).

Diaz ve ark., (2003) in vitro ortamda, B kullanarak, AFB₁’i % 95-98, Donat ve ark., (2019) ise AFB₁’i % 26-96 oranında azaltmışlardır. Yemlerde AFB₁’i Nones ve ark., (2017) % 32-48 arasında, Li ve ark., (2010) kalsiyum aluminosilikat (HSCAS) ilave ederek % 98 oranında düşürürken, Hassan ve ark., (2019) ise B ve kumarin ilavesi ile aflatoksinin etkisini benzer şekilde azaltabilmişlerdir. Sprynskyy ve ark., (2018) ise yapay mide ve bağırsak sıvılarındaki AFB₁ talk ve diatomit

kullanılarak % 92-100 arasında değişen oranlarda indirgeyebilmişlerdir. Applebaum ve Marth, (1982) ve Soufiani ve ark., (2016) AFM₁ ile kontamine olmuş sūtlere B ilave ederek AFM₁'i sırasıyla % 45 ve % 89 oranında redüksiyon sağlamışlardır. Bizim çalışmamızda ise B kullanılarak AFB₁ en fazla % 86 oranında azaltılabilmektedir. Fındığın kompleks bir bileşime sahip olması, AFB₁ yanında diğer bileşim unsurlarını (TFM, TT, protein vs.) da bağlaması gibi olumsuz etkenlerden dolayı, fındık sūtü örneklerimizden AFB₁'in uzaklaştırılması Diaz ve ark., (2003), Li ve ark., (2010) ve Sprynskyy ve ark., (2018) göre nispeten daha az oranda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.12 AFB₁ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.14 Aflatoksin B₂ Miktarının Değişimi

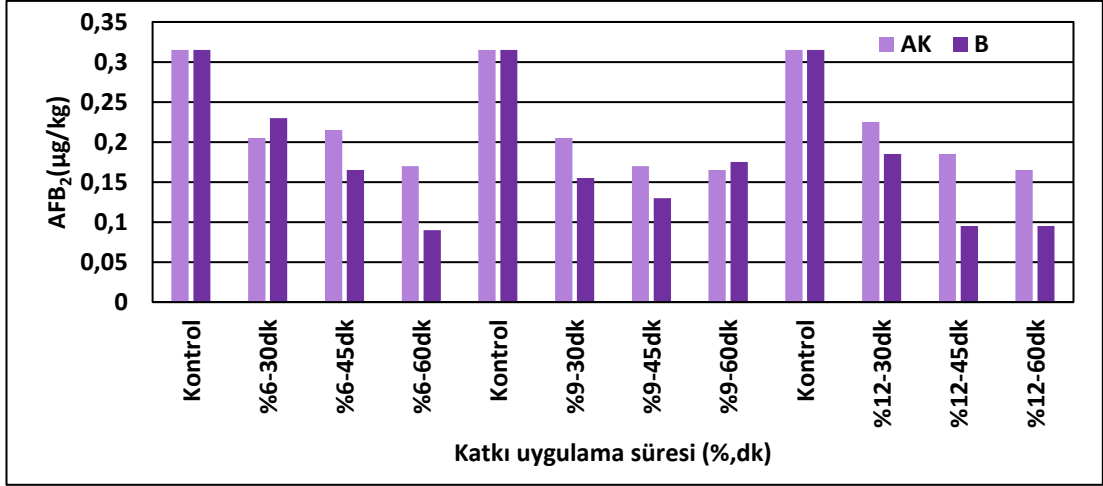
Aflatoksin içeren fındık sūtünde AFB₂ miktarına ait Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. İstatistiki açıdan önemli bulunan AxKOxS interaksiyonu için Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.18'de, AFB₂ miktarındaki değişimi gösteren grafik Şekil 4.13'te sunulmuştur. Varyasyon kaynakları incelendiğinde tüm faktörlerin (A, KO, S) ve bu faktörlere ait interaksiyonların (AxKO, AxS, KOxS, AxKOxS) etkisinin önemli (p<0.01) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.18 AFB₂ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^α

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	AFB ₂ (µg/kg)
	Kontrol		0.315 ^A
		30	0.205 ^{BC}
	6	45	0.215 ^B
		60	0.170 ^{DE}
AK		30	0.205 ^{BC}
	9	45	0.170 ^{DE}
		60	0.165 ^{DE}
		30	0.225 ^B
	12	45	0.185 ^{CD}
		60	0.165 ^{DE}
		30	0.230 ^B
	6	45	0.165 ^{DE}
		60	0.090 ^G
		30	0.155 ^{EF}
B	9	45	0.130 ^F
		60	0.175 ^{DE}
		30	0.185 ^{CD}
	12	45	0.095 ^G
		60	0.095 ^G

α: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Fındık sütünde başlangıçta AFB₂ ortalamasının 0.315 µg/kg olduğu, AK ile muamele edildiğinde artan KO ve S ile AFB₂' de azalma görülmüş, % 12 katkı oranında 60 dk süre sonunda AFB₂ 'nin 0.165 µg/kg kadar azalmıştır. Fakat AK kullanımında, tüm KO'nun 60 dk S'i sonunda AFB₂ ortalamaları arasındaki farkın olmadığı veya istatistiki açıdan benzer olduğu tespit edilmiştir. Fındık sütünde B absorbanı kullanımında ise artan katkı oranı ve süre ile birlikte doğru orantılı bir şekilde AFB₂ miktarında düzenli bir azalma olmuştur. % 12 KO 45 dk S'nin sonunda AFB₂ 0.095 µg/kg'a kadar inmiştir. Bu katkı oranı ve süreden sonra AFB₂ sabit seviyede kalmıştır. Sonuçta B absorbanının, AK'e göre AFB₂'de daha fazla absorbsiyon sağlamıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 AFB₂ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.15 Aflatoksin G₁ Miktarının Değişimi

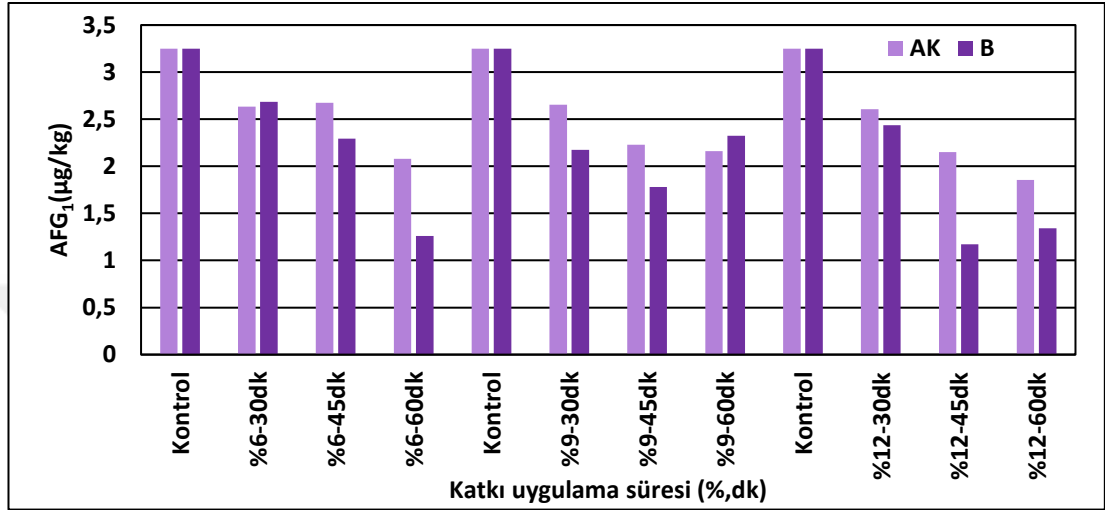
AK ve B absorbanı karışımları ilave edilen fındık sütünde AFG₁ miktarına varyasyon kaynaklarının etkisini gösteren Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Fındık sütündeki AFG₁ miktarındaki değişimi gösteren Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.19’da gösterilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde varyasyon kaynaklarının AFG₁ üzerine etkisi önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Çizelge 4.19 AFG₁ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	AFG ₁ (µg/kg)
AK	Kontrol		3.250 ^A
		30	2.635 ^{BCD}
		45	2.675 ^B
	6	60	2.080 ^{FGH}
		30	2.655 ^{BC}
		45	2.230 ^{EF}
	9	60	2.160 ^{EFG}
		30	2.605 ^{BCD}
		45	2.150 ^{EFG}
	12	60	1.855 ^{GH}
		30	2.685 ^B
		45	2.295 ^{DEF}
B	6	60	1.260 ^I
		30	2.175 ^{EFG}
		45	1.780 ^H
	9	60	2.325 ^{CDEF}
		30	2.435 ^{BCDE}
		45	1.170 ^I
12	60	1.340 ^I	

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre AK kullanımında % 12 KO ve 60 dk S sonunda, en düşük AFG₁ miktarına (1.85 µg/kg) ulaşılmıştır. Fındık sütüne ilave edilen B absorbanında ise en düşük AFG₁ miktarına % 12 KO ve 45 dk S'nin sonunda (1.170 µg/kg) ulaşılmıştır. B, AK'e göre AFG₁'in düşürülmesinde daha etkili olmuştur (Çizelge 4.19, Şekil 4.14).



Şekil 4.14 AFG₁ Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.16 Aflatoksin G₂ Miktarının Değişimi

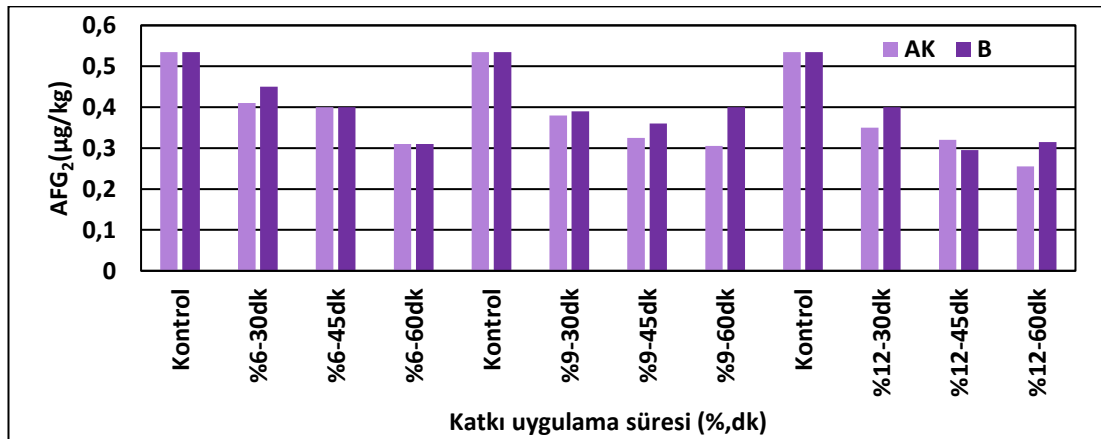
Farklı katkı oranı, sürelerde fındık sütünde AK ve B katkısında A, KO, S faktörleri ve bunların interaksiyonları için Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. AFG₂ miktarına ait AxKOxS interaksiyonundaki ortalama değişimleri gösteren Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Varyasyon kaynakları incelendiğinde A, KO, S ana faktörleri ve AxS, KOxS, AxKOxS interaksiyonlarının etkisi önemli (p<0.01) bulunmuş, AxKO interaksiyonunun etkisi ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20 AFG₂ Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^α

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	AFG ₂ (µg/kg)
AK	Kontrol	30	0.535 ^A
		45	0.410 ^{BC}
		60	0.400 ^{BC}
	6	30	0.310 ^{EFG}
		45	0.380 ^{CD}
		60	0.325 ^{DEF}
	9	30	0.305 ^{EFG}
		45	0.350 ^{CDEF}
		60	0.320 ^{DEF}
	12	30	0.255 ^G
		45	0.450 ^B
		60	0.400 ^{BC}
B	6	45	0.310 ^{EFG}
		60	0.390 ^{BC}
		30	0.360 ^{CDE}
	9	45	0.400 ^{BC}
		60	0.400 ^{BC}
		30	0.400 ^{BC}
	12	45	0.295 ^{FG}
		60	0.315 ^{EFG}
		30	0.315 ^{EFG}

^α: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Fındık sütündeki AFG₂ miktarının değişimi incelendiğinde, kontrol için ortalama 0.535 µg/kg olan AFG₂'nin AK'ün artan KO ve S'i ile birlikte düzenli bir azalış göstererek, en düşük değere AK'ün % 12 KO, 60 dk S sonunda 0.255 µg/kg'a ulaşmıştır. B kullanımında ise % 6 ve % 12 KO için 60 dk S'i sonunda AFG₂ düşüşleri karşılaştırıldığında aralarında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir. B absorbanı katkısında en fazla AFG₂ düşüşü, % 12 KO, 45 dk S'i sonunda 0.295 µg/kg değeriyle ulaşılmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 AFG₂ Miktarının Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

4.2.17 Toplam Aflatoksin Miktarının Değişimi

Fındık furesinden elde edilen fındık sütünde toplam aflatoksin TAF miktarı üzerine A, KO, S faktörleri ve interaksyonları için Varyans Analiz (ANOVA) sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Fındık sütünde TAF miktarına ait AxKOxS interaksyonunu için ortalama değişimleri gösteren Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelgede varyasyon kaynakları incelendiğinde AxKO, AxS, KOxS, AxKOxS interaksyonlarının etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

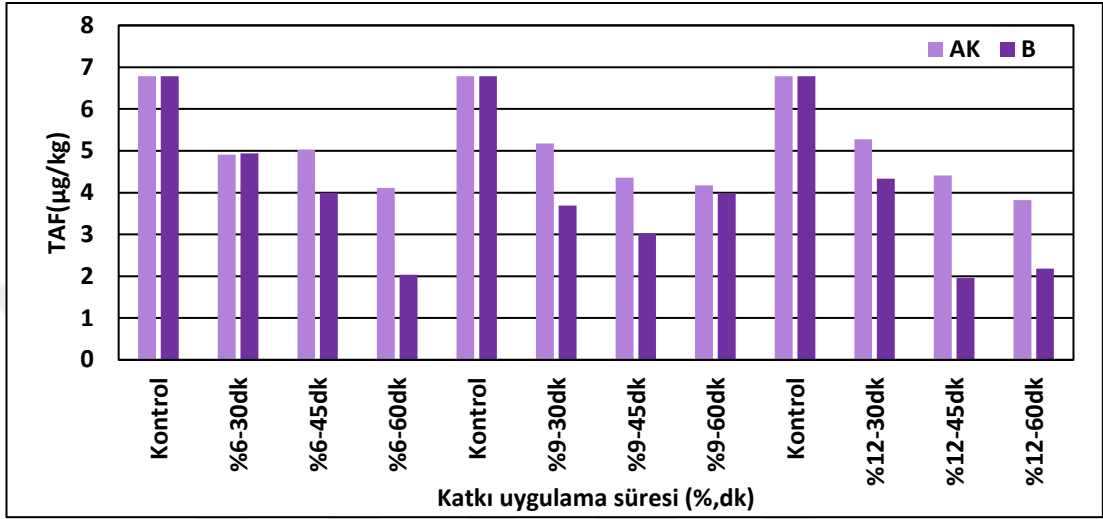
Çizelge 4.21 TAF Miktarının Absorban x Katkı Oranı x Süreye Göre Değişimi (n=2)^a

Absorban	Katkı Oranı (%)	Süre (dk)	TAF ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
	Kontrol		6.785 ^A
AK	6	30	4.910 ^{BCD}
		45	5.020 ^{BC}
		60	4.110 ^{EF}
		30	5.175 ^B
		45	4.355 ^{CDEF}
		60	4.170 ^{EF}
	9	30	5.275 ^B
		45	4.410 ^{CDE}
		60	3.820 ^{EF}
		30	4.940 ^{BCD}
		45	3.995 ^{EF}
		60	2.040 ^H
B	9	30	3.690 ^{FG}
		45	3.025 ^G
		60	3.985 ^{EF}
	12	30	4.335 ^{DEF}
		45	1.960 ^H
		60	2.180 ^H

^a: Aynı harfle gösterilmiş olan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Fındık sütünde AK muamelesinde artan KO miktarıyla 30-60 dk S’de TAF’de azalma görülmüş ve kontrol örneğindeki miktara göre (6.78 $\mu\text{g}/\text{kg}$) % 39-44 arasında azalma (3.82 $\mu\text{g}/\text{kg}$) sağlanmıştır. B absorbanı katkılanmasında KO arttıkça, S ile birlikte fındık sütünde TAF kontrol örneğine göre % 67-71 arasında absorpsiyon tespit edilmiştir. B, % 12 KO, 45 dk S’de TAF 1.96 $\mu\text{g}/\text{kg}$ seviyesine inmiştir (Şekil 4.16). B ile muamele edilen fındık sütünde % 6 KO 60 dk S sonunda ki azalmayla, % 12 katkı oranı 60 dk S sonundaki azalış arasında istatistik olarak bir fark olmadığı görülmüştür.

Santurio, (1999) ve Hassan, (2019) aflatoksin içeren hayvan yemlerine B ilave ederek Çelik ve ark., (1996) PVPP ilave ederek aflatoksini toksik etkisini azaltmışlardır. Çalışmamız sonucunda fındık sütünde AK ve B kullanımının, TAF ve aflatoksin profilini düşürmede etkili olduğu, literatür verileri ile aflatoksini azaltma konusunda benzerlik gösterdiği tesbit edilmiştir.



Şekil 4.16 TAF Miktarı Üzerine Etkili Absorban x Katkı Oranı x Süre İnteraksiyonu

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kullanılan fındık füresi Ordu'daki farklı fındık işleme fabrikalarından (Çelebioğlu Gıda Pazarlama San. ve Tic. Ltd. Şti, Poyraz Poyraz Fındık Entegre San. Tic. A.Ş. ve Karimex Gıda San. ve Dış Tic. Ltd. Şti.) temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan Na-bentonit Bentaş Bentonit Madencilik San. ve Tic. A.Ş. firmasından (Fatsa / Ordu), aktif karbon ise internet yoluyla Tropical, Tadeusz Ogrodnik (Polonya) firmasından sağlanmıştır. Aflatoksin miktarları bilinen fındık fureleri (25-35 µg/kg), birleştirilerek 150 rpm, 30 dk, 30°C'de çalkalayıcı inkübatörde homojen hale getirilmiştir. Fındık füresi su ile seyreltilerek karıştırılıp, pişirildikten sonra ultra turraks ile homojen hale getirilip fındık sütüne dönüştürülmüştür. Elde edilen fındık sütü, B ve AK ile % 6, % 9, % 12 KO'larında 30, 45, 60 dk S'lerde muamele edilmiş ve işlem sonrası süzgeçlerden süzülerek cam kavanozlarda buz dolabı koşullarında muhafaza edilmiştir.

Fındık füresi ve fındık sütünün nem miktarlarına bakıldığında; sırasıyla % 1.11 ve % 74.28 bulunmuştur. Hunter renk değerlerine ait sonuçlar incelendiğinde, koyuluğun ve açıklığın göstergesi olan Hunter L* değeri, fındık füresi için 44.61, fındık sütü için ise 62.97 olarak bulunmuş ve fındık füresinin, fındık sütüne göre daha koyu renkte olduğu tespit edilmiştir. Kırmızılığı ifade eden Hunter a* renk değeri fındık füresinde ortalama 8.07, fındık sütünde 6.36 değerlerini almıştır. Sarı rengin ifadesi olan Hunter b* renk değerine bakıldığında fındık füresinde 7.75, fındık sütünde ise 12.53 değerlerini almıştır. Fındık sütünde Hunter a* değeri, fındık füresine göre daha yüksek bulunmuş olup rengin açık sarıya doğru renk açılması olduğu görülmüştür. Viskozite değerleri sentipoise (cP) olarak fındık sütünde 99.75 (cP), pH değeri ise fındık sütünde 6.08 değeri bulunmuştur. Protein miktarı fındık füresinde % 34.16-36.87, fındık sütünde %11.25-13.03 arasında salınım göstermiştir. Yağ miktarlarına bakıldığında fındık füresinde % 62.30, fındık sütünde % 13.78 değerleri saptanmıştır. SYA değerleri incelendiğinde fındık füresinde 1.45 (g/100 g), fındık sütünde ise 1.44 (g/100 g) değerleri saptanmıştır. Fındık füresi ve fındık sütü için peroksit değerleri sırasıyla 2.26, 2.87 (meq/kg yağ) değerlerini almıştır. TFM miktarları gallik asit eşdeğeri üzerinden hesaplanmış, fındık füresinde 245.73 (mg GAE/100 g), fındık sütü için ise 242.84 (mg GAE/100 g) değerlerini aldığı saptanmıştır.

Toplam tokoferol miktarları fındık füresi ve fındık sütünde sırasıyla 237.41, 213.53 mg/kg olarak bulunmuştur. DPPH* radikali süpürme aktiviteleri incelendiğinde fındık füresinde % 54.35-55.70 arasında, fındık sütünde ise % 58.75-58.86 arasında salınım göstermiştir. Fındık füresinde AFB₁ miktarı 11.99-12.58 µg/kg arasında, fındık sütünde ise 2.62-2.75 µg/kg arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. AFB₂ seviyelerine bakıldığında fındık füresinde, 1.47-1.54 µg/kg, fındık sütünde ise 0.31-0.32 µg/kg arasında değerler almıştır. Fındık füresi ve fındık sütüne ait AFG₁ miktarları karşılaştırıldığında sırasıyla 19.06-20.01 µg/kg ve 3.17-3.33 µg/kg arasında değişim göstermiştir. AFG₂ miktarları ise fındık füresinde 3.09 µg/kg, fındık sütünde ise 0.54 µg/kg tespit edilmiştir. Toplam aflatoksin düzeyleri incelendiğinde fındık füresi 36.41 µg/kg, fındık sütü 6.79 µg/kg değerini aldığı tespit edilmiştir.

Fındık sütü, AK ve B absorbanlarla, farklı KO (% 6, % 9, % 12), S'de (30, 45, 60 dk) muamele edilmiş, yapılan Varyans Analizi (ANOVA) sonucu önemli çıkan varyasyon kaynakları, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Fındık sütünün nem miktarı, Hunter L*, a*, b* değeri, viskozite, pH, yağ miktarı, PD, DPPH-RSA, aflatoksin miktarı ve profili üzerine AxKOxS interaksyonu etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05). AK ve B, fındık sütündeki suyu bağlayarak üründen uzaklaştırmıştır. Nem miktarının azalmasında B, AK'e göre daha etkili olmuştur. Hunter renk değerleri incelendiğinde; AK ve B ile muamelede kullanımında Hunter L* ve Hunter b* değeri azaldığı rengin kontrol örneğine göre koyulaştığı ve sarı rengin koyu tonlara doğru gittiği ve bu koyulaşmanın B'e göre AK'de daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hunter a* değeri ise AK kullanımında azalmış, B kullanımında ise bir miktar artış göstermiştir. Viskozite B kullanımında kontrol örneklerine ve AK'e göre daha fazla artış göstermiş ve daha kıvamlı ürünler vermiştir. pH değeri AK uygulamasında B'e göre artan KO ve S'e ile daha yüksek çıkmış 6.69-7.25 arasında değişim göstermiştir. Yağ miktarı düşük KO ile dalgalanma gösterse de yüksek KO ve S'de bir miktar yükselmiştir. PD ise AK ve B kullanımı ile düşüş göstermiş bu düşüşler hem A hem de KO ve S için aynı sınırlar içerisinde gerçekleşmiştir. DPPH-RSA'yi kontrol örneklerine göre AK ve B kullanımında, TT ve TFM gibi antioksidanların azalışına bağlı olarak azaldığı, kayıpların AK ilavesi ile daha da arttığı gözlemlenmiştir.

SYA değerinin sadece KO ve S faktörleri ile düşüş yönünde farklılık gösterse de istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Diğer taraftan, TFM ve TT miktarı üzerine KOxS interaksyonu etkili ($p<0.01$) olduğu saptanmıştır. KO ve S arttıkça kontrol örneğine göre her iki absorban (AK ve B) ile azalış göstermiştir.

Çalışmanın asıl hedeflerinden biri olan aflatoksin miktarının AK ve B ile fındık sütünde düşürülmesi büyük ölçüde amacına ulaşmış, fındık sütünde toplam aflatoksin miktarı 6.78'den 1.96 $\mu\text{g}/\text{kg}$ gibi yasal sınırın da (10 $\mu\text{g}/\text{kg}$) altına çekilebilmiştir. AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂ miktarları ise sırasıyla 0.38, 0.095, 1.17, 0.255 $\mu\text{g}/\text{kg}$ değerlerine kadar indirilmiştir. Neticede, kalitesi düşük fındıklar kullanılarak üretilen füreler, fındık sütüne işlendiğinde sorun olan yüksek aflatoksin düzeyi, kolay ve uygulanabilir bir yöntem olarak AK ve B kullanımı ile alt seviyelere çekilebileceği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada karşılışılan zorluklardan biri absorban olarak kullanılan AK ve B'in kısmen ürün içerisinde kalabilmesi, kıvamı artırması, renk üzerine olumsuz etkide bulunması (AK için), bazı değerli besin unsurlarını uzaklaştırması (fenolikler ve tokoferol, protein vs) ve süzmeyi zorlaştırmasıdır. Bu nedenle daha ileri süzme tekniklerinin geliştirilmesi ve kullanılması veya kolon dolgusu olarak bu absorbanların akışı engellemeyecek şekilde, kısa süre içerisinde kullanımının daha doğru ve etkin olacağı ortaya çıkmaktadır. Benzer çalışmaların sonunda, farklı gıdalara dönüştürülmeden önce AK ve B kalıntı düzeyinin belirlenmesi, kalıntı veya bulaşan olarak kontrolün sağlanması ve uzaklaştırılması açısından ELİSA testleri mutlaka kullanılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Akbulut, M. (1995). Elma suyu konsantrlerinde aktif kömür uygulamasının organik asit dağılımı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Ali, D. M., Abdel-Rahman, T. M., Abo-hagger, A. A., & Ahmed, M. S. (2019). In vitro and in vivo assessment of banana peel powder as an aflatoxins biosorbent. *Egyptian Journal of Botany*, 59(2), 399-411.
- Altuntaş, A. H., Ketenoğlu, O., Cetinbas, S., Erdogdu, F., & Tekin, A. (2018). Deacidification of crude hazelnut oil using molecular distillation–multiobjective optimization for free fatty acids and tocopherol. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(4), 1700369.
- Anonim, (1990). Oils and fats. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th. Ed., Washington DC, USA. 485-518p.
- Anonim, (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi:20.01.2020).
- Anonim, (2020). Maden Teknik Arama ve Genel Müdürlüğü (MTA) <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/bentonit>(Erişim Tarihi:20.01.2020).
- Anonim, (2020). The National Center for Biotechnology Information (NCBI) <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/14421> (Erişim: 20.01.2020)
- Applebaum, R. S., & Marth, E. H. (1982). Use of sulphite or bentonite to eliminate aflatoxin M₁ from naturally contaminated raw whole milk. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 174(4), 303-305.
- Aquino, S., Ferreira, F., Ribeiro, D. H. B., Corrêa, B., Greiner, R., & Villavicencio, A. L. C. H. (2005). Evaluation of viability of *aspergillus flavus* and aflatoxins degradation in irradiated samples of maize. *Brazilian Journal of Microbiology*, 36(4), 352-356.
- Arslan, R. (2013). Türkiye’de üretilen bazı organik baharat ve bitkisel çayların aflatoksin B₁ düzeyleri ve mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- Atakan, O. (2019). Ozon uygulamasının fındıkta aflatoksin miktarına ve bazı kalite kriterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Ayçiçek, H., Aksoy, A., & Saygı, S. (2005). Determination of aflatoxin levels in some dairy and food products which consumed in ankara, turkey. *Food Control*, 16(3), 263-266.
- Bakırcı, G. T. (2014). Tahıl ve tahıl ürünlerinin aflatoksin, okratoksin a, zearalenon, fumonisin ve deoksinivalenol mikotoksinleri yönünden incelenmesi. *Akademik Gıda*, 12(2), 46-56.
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2014). Hazelnut milk fermentation using probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG and

inulin. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(12), 2553-2562.

- Bernat, N., Chafer, M., Rodríguez-García, J., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2015). Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 488-496.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1200.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, 657s., ISBN: 978-975-98578-6-8, Ankara.
- Ciemniewska-Żytkiewicz, H., Bryś, J., Sujka, K., & Koczoń, P. (2015). Assessment of the hazelnuts roasting process by pressure differential scanning calorimetry and MID-FT-IR spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 8(10), 2465-2473.
- Çelik, İ. ve ark. (1996). Aflatoksin ve aflatoksin bağlayıcısı olan polivinilpolipirrolidon (PVPP) verilen broilerlerde peritoneal makrofajların fagositlik ve mikrosidal aktivitelerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Bilimi Dergisi*, 12, 1: 145-151.
- Çelik, S. K. (2019). Fındık sütünün C vitamince zengin meyve pulpları ile zenginleştirilmesi, bileşimi ve raf ömrü üzerine araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.
- Çiçek, B. (2019). Yeşil kahve ekstrakti ile katkılanmış fındık ezmelere raf ömrünün belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.
- Çoklar, H. (2007). Aktif kömür uygulamasının ticari elma suyu konsantresindeki hidroksimetilfurfural (HMF) ve toplam fenolik madde düzeyi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Demirkesen, I., Vilgis, T. A., & Mert, B. (2018). Effect of microfluidization on the microstructure and physical properties of a novel yoghurt formulation. *Journal of Food Engineering*, 237, 69-77.
- Dermanlı, Y. (2006). Gıda fabrikasyon atıklarından aktif karbon üretimi ve soya yağının ağartma performansının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Diaz, D. E., Hagler Jr, W. M., Hopkins, B. A., W Hitlo W , L. W., (2002). Aflatoxin binders I: in vitro binding assay for aflatoxin B₁ by several potential sequestering agents. *Mycopathologia*, 156, 2 23 -22 6.
- Durak, I. (1999). Hazelnut supplementation enhances plasma antioxidant potential and lowers plasma cholesterol levels. *Clinica Chimica Acta*, 284, 113-115.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları. Ankara Üniv. Yayın No: 1021, 381s. Ankara.

- Ermiş, E., Güner, K. Ö., & Yilmaz, M. T. (2018). Characterization of hazelnut milk powders: a comparison of spray-drying and freeze-drying. *International Journal of Food Engineering*, 14(11-12).
- Foletto, E. L., Colazzo, G. C., Volzone, C., & Porto, L. M. (2011). Sunflower oil bleaching by adsorption onto acid-activated bentonite. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 28(1), 169-174.
- Galvano, F., Piva, A., Ritieni, A., & Galvano, G. (2001). Dietary strategies to counteract the effects of mycotoxins: a review. *Journal of Food Protection*, 64(1), 120-131.
- Gan, F., Hang, X., Huang, Q., & Deng, Y. (2019). Assessing and modifying China bentonites for aflatoxin adsorption. *Applied Clay Science*, 168, 348-354.
- Girgin, G., Başaran, N., & Şahin, G. (2001). Dünyada ve Türkiye’de insan sağlığını tehdit eden mikotoksinler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, Cilt 58, No 3, S : 97 – 118.
- Gül, O., Atalar, I., Mortas, M., & Saricaoglu, F. T. (2018). Application of TOPSIS methodology to determine optimum hazelnut cake concentration and high pressure homogenization condition for hazelnut milk production based on physicochemical, structural and sensory properties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2404-2415.
- Gül, O., Atalar, I., Saricaoglu, F. T., & Yazici, F. (2018). Effect of multi-pass high pressure homogenization on physicochemical properties of hazelnut milk from hazelnut cake: An investigation by response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(5), e13615.
- Gülmez, Ö., & Şahin, S. (2019). Evaluation of oxidative stability in hazelnut oil treated with several antioxidants: Kinetics and thermodynamics studies. *LWT*, 111, 478-483.
- Gürses, M. (2006). Mycoflora and aflatoxin content of hazelnuts, walnuts, peanuts, almonds and roasted chickpeas (LEBLEBI) sold in Turkey. *International Journal of Food Properties*, 9(3), 395-399.
- Hassan, A. A., Hafsa, S. H. A., Elghandour, M. M., Reddy, P. R. K., Monroy, J. C., & Salem, A. Z. (2019). Dietary supplementation with sodium bentonite and coumarin alleviates the toxicity of aflatoxin B₁ in rabbits. *Toxicol*, 171, 35-42.
- Herzallah, S., Alshwabkeh, K., & Fataftah, A. A. (2008). Aflatoxin decontamination of artificially contaminated feeds by sunlight, γ -radiation, and microwave heating. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(4), 515-521.
- Hontanaya, C., Meca, G., Luciano, F. B., Mañes, J., & Font, G. (2015). Inhibition of aflatoxin B₁, B₂, G₁ and G₂ production by *Aspergillus parasiticus* in nuts using yellow and oriental mustard flours. *Food Control*, 47, 154-160.
- Huebner, H. J., Mayura, K., Pallaroni, L., Ake, C. L., Lemke, S. L., Herrera, P., & Phillips, T. D. (2000). Development and characterization of a carbon-based

- composite material for reducing patulin levels in apple juice. *Journal Of Food Protection*, 63(1), 106-110.
- İlyasoğlu, H., & Yılmaz, F. (2019). Preliminary investigation of yoghurt enriched with hazelnut milk. *International Food Research Journal*, 26(2), 631-637.
- James, C. S. (1995). Analytical chemistry of foods. *Publisher Blackie Academic and Professional*. 176 p., London.
- Kalagatur, N. K., Karthick, K., Allen, J. A., Ghosh, N., Sivaraman, O., Chandranayaka, S., ... & Mudili, V. (2017). Application of activated carbon derived from seed shells of *Jatropha curcas* for decontamination of zearalenone mycotoxin. *Frontiers in Pharmacology*, 8, 760.
- Kaya, S., & Yarsalı, E. (1995). Yem ve yem hammaddelerinde küflenmenin önlenmesi ve mikotoksinlerle kirletilmiş bu tür yemlerin değerlendirilmesine yönelik uygulamalar. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 42 (2): 111-122.
- Keser, O., & Kutay, H. C. (2009). Mikotoksinlerin önlenmesinde kullanılan bazı yöntemler II. kimyasal ve biyolojik yöntemler. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 35(1), 19-30.
- Keskin, Z. (2012). Fındık ve fındık ürünlerinde doğal olarak oluşan mikoflora ile aflatoksin oluşumlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas.
- Khandal, K.R., Aggarwal, M., Jawed, S., Garg, N. (2013). Studies for optimization of conditions for reducing aflatoxin contamination in peanuts using ultraviolet radiations. *International Journal of Drug Development and Research*, (3): 408-424.
- KİB, (2019). Karadeniz fındık ihracat istatistiği. <http://www.kib.org.tr/tr/ihracat-istatistikler-findik-istatistikleri.html> (Erişim tarihi 20.01.2020)
- Kireççi, E., Savaşçı, M., & Ayyıldız, A. (2007). Sarıkamış'ta tüketilen süt ve peynir ürünlerinde aflatoksin M₁ varlığının belirlenmesi. *İnfeksiyon Dergisi (Turkish Journal of Infection)*, 21(2), 93-96.
- Kolukısa, G., Artık, N., & Yıldız, O. (1990). Aktif kömürün renk kontrolü amacıyla elma suyu konsantresi (ESK) üretiminde kullanılması. *Gıda Dergisi*, 15(5).
- Köksal, A.İ., Artık, N., Şimşek, A., & Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509-515.
- Köksal, A.İ. (2002). Türk Fındık Çeşitleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 135 s, ISBN975-92886-0-5, Ankara.
- Li, J. J., Suo, D. C., & Su, X. O. (2010). Binding capacity for aflatoxin B₁ by different adsorbents. *Agricultural Sciences in China*, 9(3), 449-456.
- Maghsoudlou, Y. Alami, M., Mashkour, M., & Shahraki, M.H. (2016). Optimization of ultrasound-assisted stabilization and formulation of almond milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40, 828-829.

- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339-349.
- Maleki, N., Khodaiyan, F., & Mousavi, S. M. (2015). Antioxidant activity of fermented hazelnut milk. *Food Science and Biotechnology*, 24(1), 107-115.
- Mashev, N. P. & Kabartzhikov, L. G. (1978). Chemical composition and nutritive value of hazelnuts kernels. *Food Science and Technology Abstract*, 10(1), J 154.
- Mc Guire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27 (12), 1254-1255.
- Naziri, E., Koupantsis, T., Mantzouridou, F. T., Paraskevopoulou, A., Tsimidou, M. Z., & Kiosseoglou, V. (2017). Influence of thermal treatment on the stability of vegetable “milk” obtained by ultrafiltration of aqueous oil body extracts from various sources. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(7), 1600362.
- Nones, J., Solhaug, A., Eriksen, G. S., Macuvele, D. L. P., Poli, A., Soares, C., & Nones, J. (2017). Bentonite modified with zinc enhances aflatoxin B₁ adsorption and increase survival of fibroblasts (3T3) and epithelial colorectal adenocarcinoma cells (Caco-2). *Journal of Hazardous Materials*, 337, 80-89.
- Oğraş, Ş. Ş., Kaban, G., & Mükerrerem, K. A. Y. A. (2018). Volatile compounds and fatty acid composition of crude and refined hazelnut oils. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2), 104-110.
- Özçakmak, S., & Dervişoğlu, M. (2007). Fındıkta aflatoksin oluşumuna etkili faktörler, Avrupa Birliği'nin limit değerlerle ilgili düzenlemeleri ve Türk fındığı ihracatına etkileri. *Gıda*, 32(1), 33-40.
- Özçelik, B., & Karaali, A. (2002). Characterization of the texture and flavor profiles of hazelnut puree. *Journal of Food Quality*, 25(6), 553-568.
- Özer, H. (2009). Fındıklara uygulanan fiziksel ve ısıl süreçlerin aflatoksinler üzerine etkisi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Özkarslı, M. (2003). Yerfıstıklarında aflatoksin B₁ üzerine geleneksel ve mikrodalgada kavurmanın etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Özkaya, Ş., & Temiz, A. (2003). Aflatoksinler: Kimyasal yapıları, toksisiteleri ve detoksifikasyonları. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(01), 1-2.
- Öztürk, D., Yıldız, S., & Topsakal, E. (2017). Analysis of the current state of hazelnut processing plants in Ordu. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(12), 1651-1659.
- Park, J., & Kim, Y. (2006). Effect of pressure cooking on aflatoxin B₁ in rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2431-2435.

- Rao Raksha, R., Vipin, A.V., Hariprasad, P., Anu Appaiah, K.A., (2017). Biological detoxification of aflatoxin B₁ by *Bacillus Licheniformis Cfr1*. *Food Control*, 71; 234-241.
- Rastegar, H., Shoeibi, S., Yazdanpanah, H., Amirahmadi, M., Khaneghah, A. M., Campagnollo, F. B., & Sant'Ana, A. S. (2017). Removal of aflatoxin B₁ by roasting with lemon juice and/or citric acid in contaminated pistachio nuts. *Food Control*, 71, 279-284.
- Rubico, S.M., Resurreccion, A.V.A., Frank, J.F., & Beuchat, L.R. (1987). Suspension stability, texture and color of high temperature trethead peanut beverage. *Journal of Food Science*, 52(6), 1676-1679.
- Sabuncuoğlu, S. A., Baydar, T., Giray, B., & Şahin, G. (2008). Mikotoksinler: toksik etkileri, degradasyonları, oluşumlarının önlenmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, (1), 63-92.
- Santurio, J. M. (1999). Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins. *British Poultry Science*, 40(1), 115-119.
- Sedefoğlu, C. (2013). Antep fıstıklarında okratoksin A ve aflatoksin varlığının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Serra, M. S., Pulles, M. B., Mayanquer, F. T., Vallejo, M. C., Rosero, M. I., Ortega, J. M., & Naranjo, L. N. (2018). Evaluation of the use of gamma radiation for reduction of aflatoxin B₁ in corn (*Zea mays*) used in the production of feed for broiler chickens. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 7(01), 21.
- Seydim, A., & Ertekin, B. (2006). Farklı ambalaj kullanımının fındık yağının depolama stabilitesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 341-345.
- Shantha, N. C., & Decker, E. A. (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of AOAC International*, 77(2), 421-424.
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A.Jr. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 6, 144-158.
- Soleimani, M., & Kaghazchi, T. (2008). Adsorption of gold ions from industrial wastewater using activated carbon derived from hard shell of apricot stones—An agricultural waste. *Bioresource Technology*, 99(13), 5374-5383.
- Soufiani, G. N., Razmara, M., Kermanshahi, H., Velázquez, A. B., & Daneshmand, A. (2016). Assessment of aflatoxin B₁ adsorption efficacy of natural and processed bentonites: In vitro and in vivo assays. *Applied Clay Science*, 123, 129-133.
- Sprynskyy, M., Krzemień-Konieczka, I., Gadzała-Kopciuch, R., & Buszewski, B. (2018). Separation of aflatoxin B₁ from synthetic physiological fluids using

- talç and diatomite: Kinetic and isotherm aspects. *Journal of Chromatography B*, 1072, 1-8.
- Suzuki, T., & Iwahashi, Y. (2016). Addition of carbon to the culture medium improves the detection efficiency of aflatoxin synthetic fungi. *Toxins*, 8(11), 338.
- Şen, K. (2005). Durultma maddelerinin şaraptaki bazı pestisitlerin ortamdaki uzaklaştırılmasına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Şen, L., & Nas, S. (2010). Fındık ve antepfıstığının mikotoksin problemi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 49-56.
- Şimşek, A., & Aslantaş, R. (1999). Fındığın bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi. *Gıda*, 24(3).
- Şimşek, A., & Aykut, O. (2007). Evaluation of microelement profile of Turkish hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties for human nutrition and health. *International Journal of Food Sciences and Human Nutrition*, 58(8), 677-688.
- Şimşek, A., (2004). Değişik Kavurma Proseslerinin Bazı Fındık Çeşitlerinde Oluşturduğu Biyokimyasal Değişiklikler. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Şimşek, A., Artık, N., & Konar, N. (2017). Phenolic profile of meals obtained from defatted hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*, Vol. 6, No. 1.
- Taner, E. (2009). Afyonkarahisar ilinde tüketilen cevizlerin aflatoxin içeriği açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
- TKG, (2011). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği. Tarım ve Orman Bakanlığı, Sayı : 28157, Ankara.
- TS 10938, (2016). (1993)'ün Revizyonu. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara. Türk Standardı Tasarısı (TST), TS 10938/Revizyon.
- Tsai, M. J., Cheng, M. C., Chen, B. Y., & Wang, C. Y. (2018). Effect of high-pressure processing on immunoreactivity, microbial and physicochemical properties of hazelnut milk. *International Journal Of Food Science & Technology*, 53(7), 1672-1680.
- Var, I., Kabak, B., & Erginkaya, Z. (2008). Reduction in ochratoxin A levels in white wine, following treatment with activated carbon and sodium bentonite. *Food Control*, 19(6), 592-598.
- Vila-Donat, P., Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2019). New mycotoxin adsorbents based on tri-octahedral bentonites for animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 255, 114228.
- Wallace, G.M., & Khaleque, A. (1971). Studies on the processing and properties of soymilk III. -Factors affecting concentration of soymilk and its stability during heat sterilisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22, 531-535.

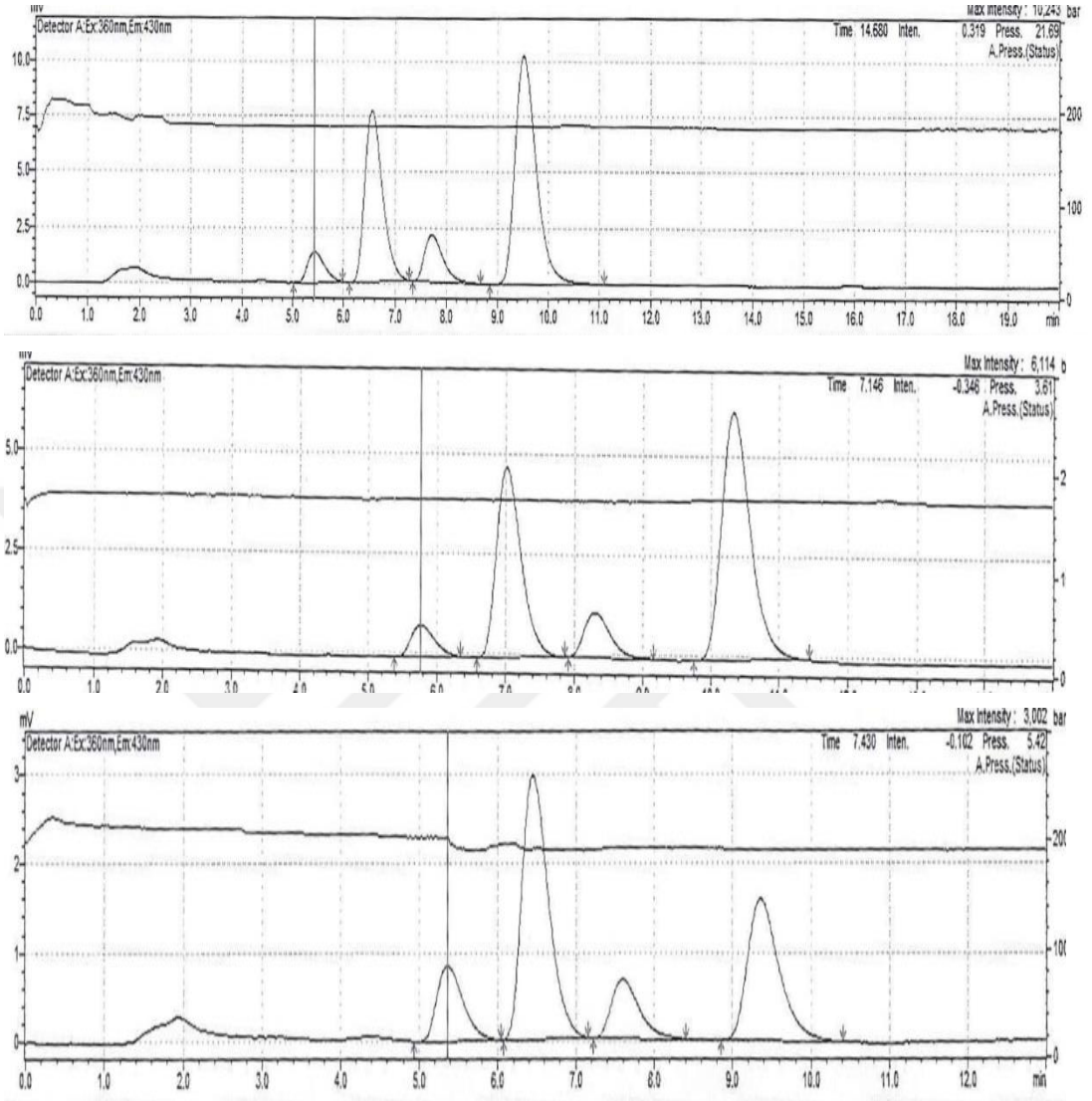
- Wong, M.L., Timms, R.E. & Goh, E.M. (1988). Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. *JAACS*, 65(2), 258-261.
- Yılmaz, Ş. (2005). Farklı durultma proseslerinin elma suyu üretiminde fumarik asit miktarına ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale, Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Zheng, H., Wei, S., Xu, Y., & Fan, M. (2015). Reduction of aflatoxin B₁ in peanut meal by extrusion cooking. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2), 515-519.
- Zorlugenç, B. (2009). Çeşitli gıda maddelerinden *Flavobacterium aurantiacum* ile aflatoksin B₁ miktarının azaltılması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.



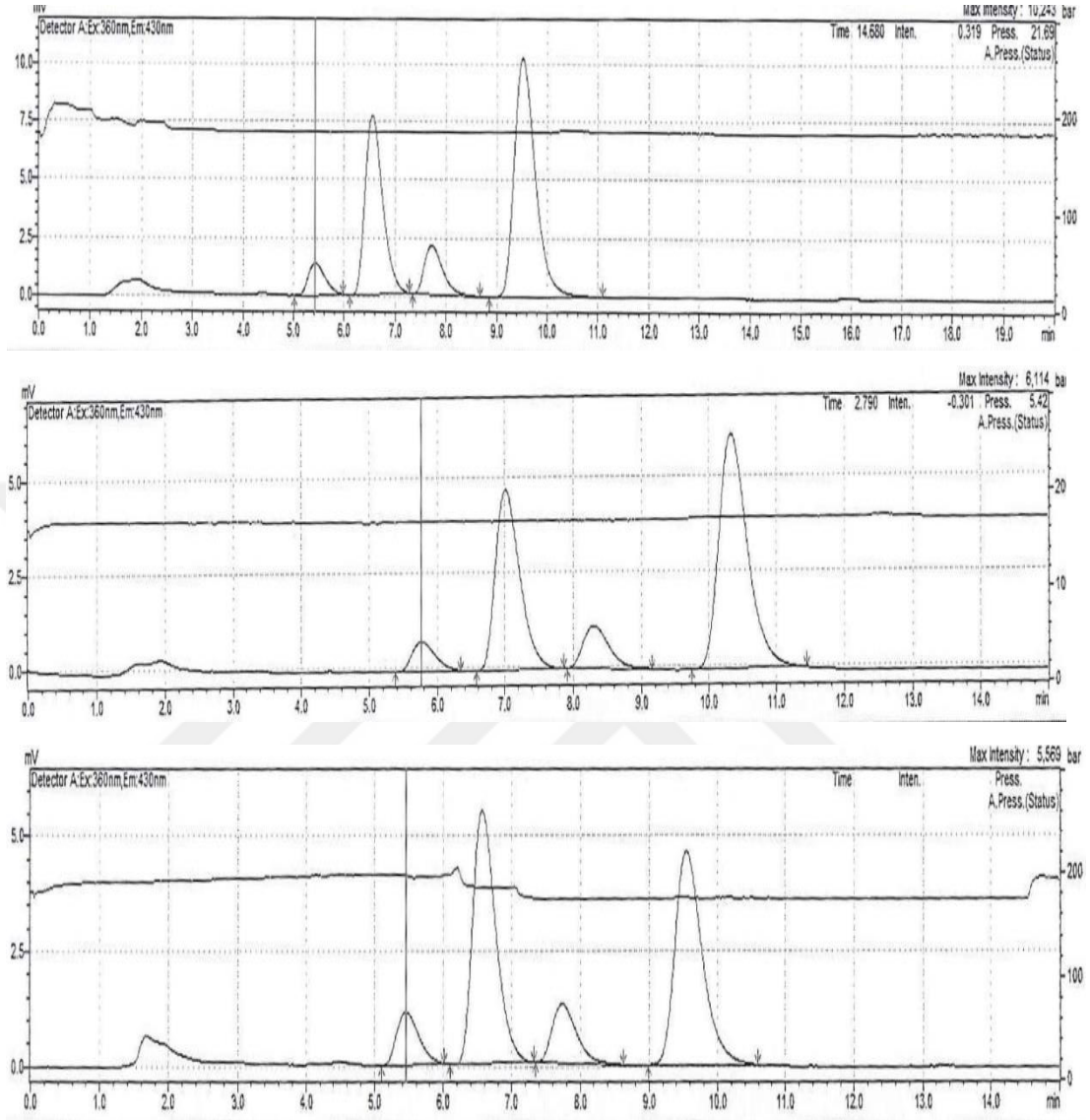


EKLER

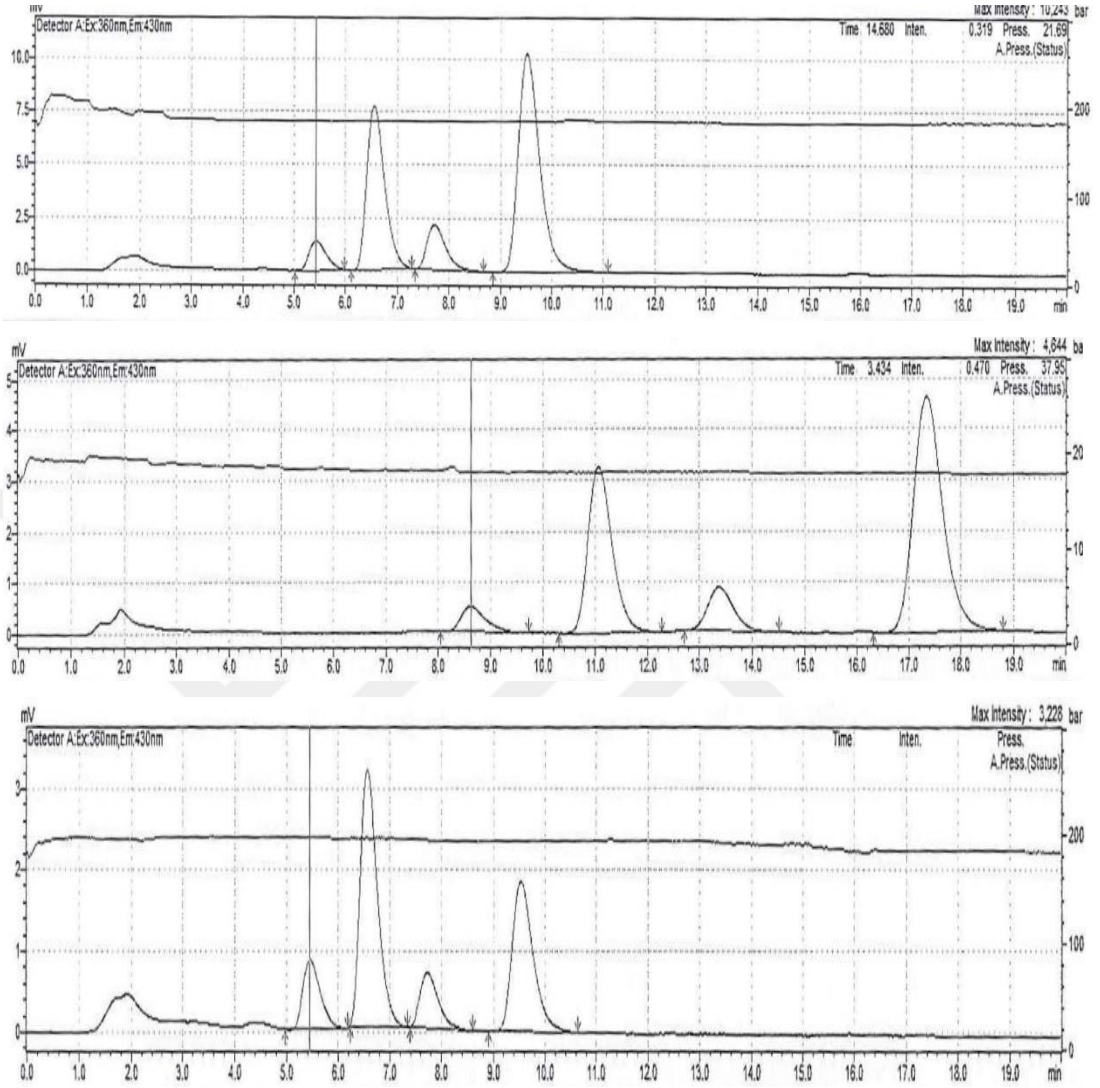
EK 1: AK, B % 6, 60 dk Uygulamasının Aflatoksin Miktarına Etkisi (Kontrol, A160, B160)



EK 2: AK, B % 9, 60 dk Uygulamasının Aflatoksin Miktarına Etkisi (Kontrol, A260, B260)



EK 3: AK, B % 12, 60 dk Uygulamasının Aflatoksin Miktarına Etkisi (Kontrol, A360, B360)



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Cüneyt ÇAKIR
Doğum Yeri	İstanbul
Doğum Tarihi	14.01.1992
Uyruğu	T.C.
Telefon	0546 7400718
E-Posta Adresi	cuncakir@gmail.com

Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite	Ordu Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Gıda Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2016

Yüksek Lisans

Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	2020