



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KONSERVE ETLERDE BİSFENOL A MİKTARININ ELISA YÖNTEMİ İLE
BELİRLENMESİ**

FATMA NUR KIRIKTAŞ

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANA BİLİM DALI

**Şanlıurfa
2025**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KONSERVE ETLERDE BİSFENOL A MİKTARININ ELISA YÖNTEMİ İLE
BELİRLENMESİ**

FATMA NUR KIRIKTAŞ

**BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANA BİLİM DALI
Tez Danışmanı: SERAP KILIÇ ALTUN**

**Şanlıurfa
2025**

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında bana rehberlik eden, bilgi ve deneyimlerini cömertçe paylaşan değerli danışmanım Prof. Dr. Serap KILIÇ ALTUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez konumun belirlenmesinden, yürütülmesine kadar gösterdiği sabır, yönlendirme ve katkıları, bu sürecin en değerli yönleri olmuştur.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında teknik destek sağlayan Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Öğretim Üyelerine ve Lisansüstü öğrencilerine teşekkür ederim. Ayrıca, tez sürecinde fikir alışverişinde bulunduğum, moral ve motivasyonlarıyla yanımda olan tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Her daim yanımda olan, sabır ve anlayışlarıyla beni destekleyen sevgili aileme ise en içten şükranlarımı sunuyorum. Onların varlığı, bu sürecin en büyük güç kaynağı olmuştur.

Son olarak, 24140 nolu projeye mali desteği sağlayan Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER	v
KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Beslenme ve Sağlıklı Yaşam	4
2.2. Etin Tanımı ve Özellikleri	5
2.3. Gıda Ambalajlanması	7
2.4. Konserve Üretim Süreçleri ve Teknolojik Uygulamalar	9
2.4.1. Konserve Etler ve Et Ürünleri	10
2.5. Bisfenol A (BPA)	12
2.5.1. BPA'nın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	13
2.5.2. BPA'nın Konserve Gıdalarda Kullanımı	14
2.5.3. BPA'nın Gıdalarla Alınması (Migrasyon)	16
2.5.4. BPA Maruziyeti ve Toksik Etkileri	18
2.5.5. BPA'ya İlişkin Mevzuat Durumu	20
2.6. ELISA Yöntemi	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM	23
3.1. Araştırma Soruları ve Hipotezler	23
3.2. Gereç	23
3.3. Yöntem	25
3.3.1. Çalışmada Kullanılan Cihazlar	26
3.3.2. Çalışmada Kullanılan Malzemeler	27
3.3.3. Konserve Gıdalarda BPA Ölçümü	28
3.4. Veri Analizi	30
4. BULGULAR	31
4.1. Kırmızı Et Bazlı Konservelerde BPA Düzeyleri	31
4.2. Tavuk Eti Bazlı Konservelerde BPA Düzeyleri	31
4.3. Balık Eti Bazlı Konservelerde BPA Düzeyleri	32
4.4. Konserve Türlerine Göre BPA Düzeylerinin Karşılaştırılması	33
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇLAR	41
7. ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	55

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONSERVE ETLERDE BİSFENOL A MİKTARININ ELISA YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

FATMA NUR KIRIKTAŞ

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANA BİLİM DALI

Yıl: 2025, Sayfa : 64

Günümüzde yaşam temposunun artmasıyla birlikte, pratik ve ulaşımı kolay konserve gıdalara olan talep artmıştır. Konserve üretimi, hammadde seçimi, yıkama, ayıklama, haşlama gibi ön işlemler ve hammaddeye göre sterilizasyon veya pastörizasyon gibi ısı işlemleri içermektedir. Bu süreçlerde kullanılan Bisfenol A (BPA), endüstriyel bir kimyasal olarak, gıda ile temas eden malzemelerin yapısında (polikarbonat plastikler), konserve kaplarının iç kaplama materyali olarak kullanılan epoksi reçinelerin üretiminde ve gıda ile temas eden polivinil klorür (PVC) malzemelerinde bir antioksidan olarak kullanılmaktadır. Ancak BPA, halk sağlığı için risk oluşturan, gıda ile temas eden ambalaj malzemelerinin yapımında kullanılan kimyasal bileşiklerden biridir. BPA'nın gıda maddelerine migrasyonu, özellikle konserve gıdalarda önemli bir sağlık riski oluşturabilir. Bu tez çalışmasında, Türkiye'de satışa sunulan konserve etlerde BPA varlığını ve buna bağlı halk sağlığı riskini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında, Şanlıurfa'da marketlerde ve internet üzerinden satışa sunulan farklı firmalara ait toplam 42 konserve gıda örneği incelenmiştir. Bu örnekler arasında ton balığı konserveleri (Grup I), diğer balık konserveleri (Grup II) ve et-tavuk-hindi konserveleri (Grup III) bulunmaktadır. Araştırmada, 2025 Ocak-Mart ayları arasında toplanan konserve örneklerinin BPA düzeylerinin tespitinde ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemi kullanılmıştır. Araştırma bulguları, en yüksek ortalama BPA düzeyinin balık eti bazlı konservelerde ($0.0706 \mu\text{g/kg}$) olduğunu saptamıştır. Bunu tavuk eti bazlı konserveler ($0.0144 \mu\text{g/kg}$) takip etmiş, en düşük ortalama BPA konsantrasyonu ise kırmızı et bazlı konservelerde ($0.0048 \mu\text{g/kg}$) ölçülmüştür. Bu sonuçlar, konserve etlerde BPA varlığının, ürün türüne ve içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ve bazı ürünlerin halk sağlığı açısından risk oluşturabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, konserve etlerde BPA varlığının belirlenmesi, halk sağlığı açısından önemli bir konu olup, bu tür ürünlerin tüketimi ile ilgili bilinçli tercihler yapılması gerektiği vurgulanmaktadır. BPA'nın gıda ile temas eden ambalajlardan migrasyonu, üretim süreçleri ve ambalaj malzemelerinin özellikleri ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle, gıda güvenliği açısından BPA'nın kullanımı ve alternatif malzemelerin değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Bisfenol A, BPA, ELISA, konserve balık, konserve tavuk , konserve et,

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF BISPHENOL A LEVELS IN CANNED MEATS USING THE ELISA METHOD

FATMA NUR KIRIKTAŞ

**HARRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE EDUCATION
DEPARTMENT OF FOOD HYGIENE AND TECHNOLOGY**

Year: 2025, Page : 64

With the increasing pace of life today, there is a growing demand for practical, easily accessible canned foods. The production of canned food includes selecting the raw materials, and then carrying out processes such as washing, sorting and boiling, as well as heat treatments such as sterilisation or pasteurisation, depending on the type of raw material. Bisphenol A (BPA) is used in these processes and is an industrial chemical found in food contact materials (polycarbonate plastics), epoxy resins (used as an inner coating for canned containers) and polyvinyl chloride (PVC) antioxidants. However, BPA is one of the chemical compounds used in the production of food contact packaging materials that pose a risk to public health. The migration of BPA into food can pose a significant health risk, particularly in canned foods. The aim of this thesis study was to reveal the presence of BPA in canned meats on sale in Turkey and the associated public health risk. Within the scope of the research, 42 canned food samples belonging to different companies and offered for sale in markets and online in Şanlıurfa were examined. The samples included canned tuna (Group I), other canned fish (Group II) and canned meat (chicken and turkey) (Group III). The ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) method was used to determine the BPA levels in the samples, which were collected between January and March 2025. The research findings revealed that fish-based canned foods had the highest average BPA level (0.0706 µg/kg). The lowest average BPA concentration was measured in red meat-based canned foods (0.0048 µg/kg), followed by chicken-based canned foods (0.0144 µg/kg). These results demonstrate that the presence of BPA in canned meat varies according to the product type and content, suggesting that some products may pose a risk to public health. Therefore, identifying the presence of BPA in canned meat is important.

KEYWORDS: Bisphenol A, BPA, ELISA, canned fish, canned chicken, canned meat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	BPA'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri	13
Şekil 3.1.	Konserve grup dağılım grafiği	24
Şekil 3.2.	Konserve firma dağılım grafiği	25
Şekil 3.3.	Çalışmada kullanılan numuneler	28
Şekil 3.4.	Çalışmada kullanılan test cihazı	28
Şekil 3.5.	Test cihazından alınan sonuç tablosu	29
Şekil 4.1.	Konservelerde Bisfenol A (BPA) Düzeylerinin Karşılaştırılması (µg/kg)	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Konserve grup bilgileri	24
Çizelge 3.2.	Çalışmada kullanılan test malzemeleri	27
Çizelge 4.1.	Kırmızı et bazlı konservelerde Bisfenol A (BPA) Düzeyleri (µg/kg)	31
Çizelge 4.2.	Kırmızı et bazlı konservelerde Bisfenol A (BPA) Düzeyleri (µg/kg)	31
Çizelge 4.3.	Balık et bazlı konservelerde Bisfenol A (BPA) Düzeyleri (µg/kg)	32
Çizelge 4.4.	Konservelerde Bisfenol A (BPA) Düzeylerinin Karşılaştırılması (µg/kg)	33

SİMGELER

%	Yüzde
g	Gram
n	nano
°	°C Sıcaklık (Santigrad derece)
μ	Micro

KISALTMALAR

BPA	Bisfenol A
DLLME	Dağıtıcı Sıvı-Sıvı Mikroekstraksiyonu
EBK	Endokrin Bozucu Kimyasallar
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
ELISA	Enzim Bağlantılı İmmünosorbent Testi
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	ABD Gıda ve İlaç Dairesi
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GC	Gaz Kromatografisi
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
LDPE	Düşük Yoğunluklu Polietilen
MAE	Microwave Assisted Extraction (Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon)
MS	Kütle Spektrometrisi
PC	Polikarbonat
PP	Polipropilen
PVC	Polivinil Klorür
SPE	Katı Faz Ekstraksiyonu
SPM	Katı Faz Mikroekstraksiyonu
TDI	Tolere Edilebilir Günlük Alım
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TGK	Türk Gıda Kodeksi
uv	ultraviyole

1. GİRİŞ

İçerisinde yaşadığımız çağda, bireyler beslenmelerine artık önem vermekte ve beslenme hususunda sağlık yönünden uygun olan gıdaları tercih etmeye özen göstermektedirler. Bunun yanında modern hayat tarzı, sanayileşme ve son dönemde ortaya çıkan pandemiyle birlikte hazır paketlenmiş gıdalara ve konserve ürünlere yönelim de artmış durumdadır (Rüstemli, 2023). İnsan beslenmenin önemli unsurlarından olan et; sığır, keçi, koyun, su ürünleri, kümes hayvanlarıyla çeşitli av hayvanlarının iskelet kasları ile iç organlarının belli bazı işlemlerden geçirilmesininneticesinde elde edilen bir besin türüdür (Demirci, 2011). Et, ihtiva etmekte olduğu önemli proteinler, insan vücudu tarafından sentezi yapılamayan eksojen aminoasitler, Zn, Fe, P, Cuvb. mineral maddeler, B12 vitamini ve kimi yağları içermesi sebebiyle insan beslenmesi yönündenciddi bir öneme sahip bulunmaktadır (Anar, 2012).

Et, bir besin olarak yüksek protein ve düşük yağ, mineral, yağ asitleri ve vitamin içeriğiyle gündelik diyetin temel kaynakları arasında yer almaktadır. İşlenmiş veya taze et ürünleri biçimindebütün dünyada yaygın şekilde tüketilmektedir. Globalleşen dünyada endüstriyel faaliyetlerinartması ve yaşam standartlarının yükselmesiyleberaber besin maddelerine olan talep de artış göstermektedir. Eti meydana getiren kimyasal yapının mikrobiyal gelişme ve bozulmalaraelverişli olması nedeniyle artan bu talep karşısında ne şekilde muhafaza edileceği hususu önem kazanmaktadır. Bu bağlamda mikrobiyal gelişmeyi kontrol etme ve etteki raf ömrünü uzatmaadınayeni stratejiler geliştirilmekte ve kullanılmaktadır (Akçay, 2017).

Dünya genelindeki nüfusun artmasına paralel şekilde gıda maddelerine özellikle de et ve et mamüllerineyönelik yükselen talep artışı, söz konusu bu ürünlerin raf ömürlerinin artırılması, mikro-biyolojik kalitesinin yükseltilmesi vb. bazıönemli amaçları da gündeme getirmiş durumdadır. Gıda maddelerinin muhafazasında kullanılmakta olan yöntemler; fiziksel (soğutma, dondurma, ısınlama, ısıl işlemvb.)ve kimyasal yöntemler şeklindedir (Akçay, 2017). Doğal yapısı gereği olarak et, mikroorganizmaların üremeleri ve gelişmeleri adına uygun bir ortamımeydana getirmektedir. Bu sebeple et ürünlerinin üretimi aşamasında bu mikroorganizmaların gelişmelerinin engellenmesi ve uzun süreyle kalite niteliklerini muhafaza ederek bozulmasının önlenmesi bakımından, tekniğine uygun bir şekildekorunması gerekmektedir (Güvenç & Gürbüz, 2023).

Gıda güvencesi, gıdanın kullanılabilirliğini ve güvenliğini sağlamakla ilgilidir (Hinojosa-Nogueira vd., 2023). Gıdaların besleyici ve çekici olmasının yanı sıra her şeyden önce güvenli olması gerekmektedir. İnsanlar beslenme yoluyla olumsuz sağlık etkilerine neden olabilecek çok çeşitli maddelere maruz kalabilmektedirler (Vasconcelos vd., 2021).

Günümüzde önemli bir besin olan etin raf ömrünün artırılması için kullanılan yöntemlerden birisi de konserve. Konserve işlemi, ısının sıcak bir ortamdan soğuk olan ortama akışını temin eden bir uygulama biçiminde tanımlanır. Bir başka söyleyişle, kapalı bir kaba koyulmuş olan gıda maddelerinin sterilizasyonu adına ısı kullanılmakta olan termal bir uygulamadır (Akçay, 2017). Yani gıdanın, hermetik (kap içinin dışarıyla bütün bağlantısının kesilmesi) bir ambalaja (metal kutu, şişe, kavanozvb.) doldurulup kapatılmasından sonra daha önceden belirlenmiş olan belirli bir sıcaklıkta ve sürede ısıtılıp ve soğutulması işlemlerini ihtiva edenbu proses geleneksel nitelikli ısı işlem uygulamasıdır (Cemeroğlu, 2010).

Konserve etlerin metal kutularda ambalajlanmasında Bisfenol A (BPA) kullanılmaktadır. Bisfenol A, modern dönemdeki ürünlerinambalalanmasında kullanılmakta olan polikarbonat ve epoksi reçinelerin yapısında bulunan ve östrojenik aktiviteler gösteren kimyasal bir madde şeklinde tanımlanmaktadır (Chong ve ark., 2011). Yapısı içerisinde Bisfenol A bulunan bu epoksi reçineler, gıda maddelerinin metalle olan temasının engellenmesiadına gıda ambalajlarının içinde kaplama malzemesi şeklinde kullanılmaktadır. Bu sebepten dolayı Bisfenol A gıda maddelerinekolaylıkla bulaşabilmektedir (Fan vd., 2007; Huang vd., 2011).

Metal gıda ambalaj materyallerinin iç yüzeylerinin kaplanması işleminde genelde BPA'nın temel komponent durumunda olduğu epoksi reçinelerdenfaydalanılmaktadır (Schaefer & Sımat, 2004). Bu reçineler, fiziksel olarakriyebilme ve çözünebilme özelliklerine sahiptirler (Munguia-Lopez & Soto-Valdez, 2001). Epoksi reçinedeki polimerizasyonun tam bir şekilde gerçekleşmesi ve reaksiyona girmemiş olan epoksi bileşiklerin de miktarı migrasyon yönünden önem arz etmektedir. Polimerizasyonun tamamlanmadığı hallerde ortamda BPA bulunabilmekte ve de sıcaklığın etkisiyle kolaylıkla gıdalara transfer gerçekleşmektedir (Goodson vd., 2002). Ek olarak epoksi monomeri olan BPA türevli bir migrant madde olan BPAdiglisidileterde migrasyona uğrayıpyine gıda maddelerine geçebilmektedir (Schaefer & Sımat, 2004).

Gıda ürünlerinde bulunan zararlı kimyasalların izlenmesi insan sağlığı

açısından kritik bir gerekliliktir. Çalışmamızda ele alınan Bisfenol A (BPA), endüstriyel et konserve uygulamalarında yaygın şekilde kullanılan bir kimyasaldır ve özellikle gıda ambalajlarında bulunması nedeniyle insan sağlığı üzerinde potansiyel olumsuz etkileri olduğuna dair endişeler mevcuttur. Bu çalışma, konserve etlerde bulunmakta olan BPA miktarının belirlenmesi amacı ile ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemini kullanmayı hedeflemektedir. ELISA'nın yüksek duyarlılığı ve spesifikliğı sayesinde, bu yöntem ile alınan gıda örneklerinde düşük konsantrasyonlarda BPA'nın tespiti mümkün olmaktadır. Böylece, konserve etlerin BPA ile kontaminasyon düzeylerinin belirlenmesi, hem gıda güvenliğı açısından hem de tüketici sağlığı bakımından önemli bir katkı sağlayacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Beslenme ve Sağlıklı Yaşam

Beslenme; sağlığın korunması, geliştirilmesi ve hayat kalitesinin artırılması adına metabolizma için gereksinim duyulan besin öğelerinin vücuda yeterli ölçülerde ve doğru öğünlerle alınarak bilinçli bir şekilde gerçekleştirilen davranışların bütünüdür (Ünsal, 2019).

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre sağlık; bilişsel, fiziksel ve de sosyal yönlerden tam bir iyilik halinin olması durumudur. Herkes için sağlık tanımındaki asıl amaç yeterli beslenme ile beraber insanların hayatları boyunca ulaşabilecekleri en yüksek sağlık seviyelerine ulaşmaları amaçlanmaktadır (WHO, 2003).

Beslenme, insanın temel ihtiyaçlarının başında gelmektedir. İnsanlar, iklim koşulları elverişli olduğu zaman evleri ve giyisileri olmadan yaşayabilirler fakat gıdasız yaşayamazlar. Bununla ilişkili olan dengeli ve yeterli beslenme kavramı ise; kişinin vücudunun gereksinimi olan enerji ile besin öğelerini optimum seviyede almalarıyla karakterize şekilde olan beslenme şeklini belirtmektedir (Baysal, 2012).

Bireylerin sağlıklı yaşam sürmeleri için gerekli olan sağlıklı beslenme, toplumun refahı ve gelişmesi için de temel koşul olarak belirtilmiştir (Topuzoğlu vd., 2007). Sağlıklı olmanın temel taşı iyi beslenmedir. Sağlıksız beslenme (örneğin, tuz, şeker ve yağ bakımından zengin ve diyet lifi bakımından düşük beslenme) düşük fiziksel aktivite; obezite, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türleri vb. bulaşıcı olmayan sağlık sorunlarının görülme sıklığını artırmaktadır (Haines vd., 2019).

Bireylerin sağlıklı olmasında beslenmenin oldukça önemli bir rolü vardır. Toplumu oluşturanlar da insanlar olduğundan dolayı sağlıklı insanlar sağlıklı bir toplumun temelidir. Bu bağlamda sağlıklı toplum adına yeterli ve dengeli, yani sağlıklı bir beslenme önem taşımaktadır. Ancak sağlıklı beslenme insanın doğumundan ölümüne kadar olan süre boyunca devamlılık arz etmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2015). Gıda hususunda günümüzdeki tüketicilerin bilinçlenmesiyle beraber, gıdaların artık daha güvenilir bir biçimde imal edilmesi, besin değerini yitirmemesi ve yine mümkün olduğu kadar da doğal özelliklerini koruması amaçlanmaktadır (Zorba & Kurt, 2005).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), sağlıklı erişkin bir bireyde vücut ağırlığındaki

kilogram başına günlük 0,83 gr. proteinin tüketilmesini ve mevcut protein ihtiyacında yüzde ellisinin hayvansal kaynaklı olan proteinlerden karşılanması gerektiğini belirtmektedir (WHO, 2007). Çünkü hayvansal kaynaklı olan proteinlerin tüketilmesi sağlık açısından ciddi önem taşımaktadır. Etin yüksek seviyeli bir biyolojik değerde olması, doyuruculuğu ve bunların yanında lezzet bileşenlerinin ihtiva etmesi sebebiyle insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (İnal, 1992). Hayvansal proteinler aynı miktardaki bitkisel proteinle kıyaslandığında daha yüksek düzeyde esansiyel aminoasitlere sahip bulunduğu bilinmektedir. Nitekim hayvansal protein içeriği yeterli olmayan diyetler, immun ve sinir sistemi başta olmak üzere bütün vücut fonksiyonlarının olumsuz bir şekilde etkilenmesine neden olmaktadır (Gürbüz, 2009).

2.2. Etin Tanımı ve Özellikleri

Amerikan Et Bilim Derneği, etin tanımını insan tüketimi için sağlanan memeli, kuş, sürüngen ve su türlerinden elde edilen iskelet kası ve ilişkili dokuları olarak ifade etmiştir (Seman vd., 2018). Etin tanımı Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'nde şu şekilde yapılmıştır: “Sığır, manda, keçi, koyun gibi küçük ve büyükbaş hayvanlar; tavuk, kaz, hindi, ördek, beç tavuğu vb. evcil kanatlı hayvanlarla tavşan ile domuzdan elde edilen insanların tüketimine elverişli olan bütün parçalar.” Ayrıca et ürünleri de: “Etin işlenmesinden ya da işlenmiş ürünlerin daha ileri düzeylerde işlenmesi ile elde edilen ve kesit yüzeyinde çiğ etteki karakteristik özellikleri taşımayan mamüller” şeklinde tanımlanmaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2007).

Et çeşitleri kırmızı ve beyaz et olarak sınıflanmakta olup; dana, sığır, domuz, kuzu kırmızı et olarak sınıflanmakta, kümes hayvanları ise beyaz et sınıfındadır. Bir diğer sınıflandırma ise işlenmiş et grupları olup endüstriyel ortamda raf ömrü uzatılmak için tuz veya kür gibi malzemelerin eklenmesiyle elde edilen sucuk, salam, sosis vb. et ürünlerini içermektedir (Battaglia Richi vd., 2015).

Et, en az üç milyon sene önce beslenmemize dahil olmuştur. İnsan evriminde etin tüketilmeye başlanmasının önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Günümüzde de et içerdiği makro ve mikro elementler ile insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Delgado vd., 2021). Et, lezzet algısı ve besleyici değeri yönünden insanlar tarafından sıkça ve sevilerek tüketilmekte olan bir gıdadır. Et ayrıca A vitamini, B vitamini, demir ve çinko gibi bazı vitaminler ve minerallerle beraber esansiyel amino asitleri ihtiva etmesi nedeniyle de insanların

beslenmesinde önem arz eden bir protein kaynağı konumundadır (Geniş & Tuncer, 2018). Günümüzde hayvansal kaynaklı protein tüketimi bir gelişmişlik göstergesi şeklinde kabul görmektedir, bu bağlamda artan ekonomik refah düzeyiyle birlikte dünya genelindeki ete olan talep son dönemlerde oldukça ciddi bir artış göstermektedir. Gıda ve Tarım Örgütü'nce (FAO) yayınlanmış olan ilgili verilerde, 1980'de kişi başına düşen et tüketim düzeyi senelik bazda otuz kilogram iken, 2005'te bu miktarın 41 kilografa yükseldiği görülmektedir (Rohrmann & Linseisen). Ancak artış gösteren bu et tüketimiyle beraber etin ve et ürünlerinin içermiş olduğu yüksek miktarlardaki yağ, sodyum, kolesterol, doymuş yağ asitleri vb. bazı bileşenlerin de bireyin sağlığına tehditler oluşturan hastalıklara sebep olabileceği öngörülmektedir (Wolk, 2017).

Kırmızı ette elde edilmiş olduğu hayvana göre değişmekle beraber bu etin yapısında ortalama olarak yapısı şu şekildedir; %75'i su, %20'si protein, %3'ü yağ, %1'i karbonhidrat ve %1 oranında mineraller ve vitaminlerdir. İnsanın günlük beslenmesi içerisinde önemli bir rolü bulunan kırmızı etin 100 gram tüketilmesiyle beraber yaklaşık olarak 119 kcal (500 kJ) bir enerji elde edilmiş olmaktadır. Tüketilmekte olan yüz gram kırmızı et insanın gündelik alması önerilen; kobalaminin %37'sini, çinkonun % 32'sini, niasinin %25'ini, selenyumun % 24'ünü, pridoksinin % 18'ini ve demirin de yaklaşık % 12'sini karşılamaktadır (Şireli & Artık, 2014).

Kırmızı et, ihtiva etmekte olduğu yüksek düzeydeki su miktarı ve diğer bileşenler sebebiyle kolayca bozulabilen bir üründür. Nem, depolamadaki sıcaklık, ambalajlama şartları, ışık, endojen enzimler, mikroorganizmalar vb. etkenler etin raf ömrünün yanında kalitesini de etkilemektedir (Pighin vd., 2016). Çiğ etteki doğal metabolizmaya da sahip olunan floradaki mikrobiyal aktiviteler, etin kimyasal ve fiziksel niteliklerini istenilen seviyelerin ya da sınırların ötesinde değiştirdiği takdirde, çiğ et artık bozulmakta ve tüketilemez duruma evrilmektedir (Bekhit vd., 2021). Tüketici sağlığı yönünden oldukça ciddi riskler barındıran bozulmuş olan etler, et endüstrisi bağlamında da üretimin neredeyse % 40'ına varan ciddi firelere sebep olarak ekonomik kayıplar da oluşturmaktadır (Ren vd., 2021). Bu sebeple eti işleme ve muhafaza teknolojileri, gittikçe yükseliş gösteren talebe karşı yeterli miktarlarda kaliteli nitelikte ve de uygun fiyatlara et ürünlerini tedarik etme adına gıda güvenliğinde ciddi roller üstlenmektedir (Pighin vd., 2016).

Diğer et çeşitlerinde olduğu dünya genelinde gibi kanatlı et tüketimi de artış göstermektedir. Kırmızı et tüketimi, beyaz ete göre daha yüksek olsa da son zamanlarda beyaz et tüketimine eğilim artmıştır (Marangoni vd., 2015). Tavuk eti

tüketimi sığır etine kıyasla, yüksek oranda protein, çoklu doymamış yağ asitleri ve düşük yağ içermesi yanı sıra düşük fiyatı ile çok fazla tercih edilen bir besindir. Ancak, bileşiminde bulunan yüksek oranda ki çoklu doymamış yağ asitleri oksidasyona uğrayarak raf ömrünü kısaltmaktadır (Chmiel vd., 2019). Tavuk eti, kırmızı ete kıyasla daha düşük kalori düzeyine sahiptir ayrıca B grubu vitamin ve minerallerce daha zengin bir yapısı olmasından ötürühususiyetler sporcuların diyetlerinde de sıkça tercih edilmektedir (Milani vd., 2020).

Kanatlı etinin, diğer etler ve yumurta gibi yüksek kaliteli protein içeriğine sahip olduğu belirtilmektedir. Ayrıca derisiz hindi ve tavuk etlerindeki protein miktarları pişirme işlemiyle %60 arttığı da bildirilmektedir. Kanatlı etinin sindirilebilirliğinin yüksek olması düşük kolajen içermesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü kolajen sindirilebilirliği zorlaştıran bir bileşendir. Tavuk ve hindi etinin yağ bileşimi, göğüs eti gibi az yağlı yerlerde %1 oranındayken; kanat gibi yağlı bölgelerde %17'ye kadar çıkabilmektedir (Akbar vd., 2017).

Balık eti, oldukça yüksek bir besleyici değere sahip bulunmasının yanında, dana ve tavuk etlerinden daha çok doymamış yağ asitleri ihtiva eden, esansiyel yağ asitleriyle esansiyel aminoasitler yönünden de zengin bir protein kaynağı konumundadır. Bunların yanı sıra balık eti; kırmızı ve beyaz etlere kıyasla daha kolay şekilde sindirilebilir özelliktedir. Biyolojik değerinde yüksek olduğu bilinen balık

etinin özellikle çocukların gelişiminde ciddi katkılarının olduğu bilinmektedir. Ötetaftan, balık etinin bileşimindeki omega-3 yağ asitlerinin kalp damar hastalıklarının engellenmesi hususunda oldukça etkili olduğu da belirtilmektedir (Gogus & Smith, 2010; Merdzhanova vd., 2013). Balık proteini sindirilebilirliği yüksektir ve metionin, lizin gibi karasal et proteinlerinde sınırlı miktarda bulunan çeşitli peptitler, temel aminoasitlerden zengin bir besindir. Protein hidrolizatları, aminoasit bileşiminin oldukça iyi olması ve kolay sindirilebilir proteinler bulundurmasıyla beslenmeye yönelik üstün olarak gösterilmektedir. Balık etinin önemli bir özelliği de iyi bir D vitamini kaynağı olmasıdır (Tilami & Sampels, 2018).

2.3. Gıda Ambalajlanması

Ambalaj, gıda ürünlerinin rahat bir şekilde taşınabilmesi ve muhafaza edilebilmesisebebiyle uzun dönemlerden beri kullanılagelmektedir. Ambalajın ilk olarak ortaya çıkması, insanoğlunun özellikle yiyeceklerini muhafaza ve

taşımagereksinimiyle birlikte görülmüştür. Ağaç kabukları ve yapraklar, tarihsel süreç içerisinde insanlar tarafından kullanılmış olan ilk ambalajlara örnek olarak verilebilir. Gerçekleştirilen arkeolojik çalışmalarda M.Ö. 8000 yılları civarında doğal malzemelerin olarak kullanıldığını ortaya çıkarılmıştır (İlisulu, 2019). Ayrıca ahşap ve camında tahminen beş bin yıldır ambalaj malzemesi şeklinde kullanımda olduğundan düşünülmektedir. İngiliz girişimci Peter Durand, 1823 yılında sac levhalardan imal edilen ilk metal ambalaj olan “canister”e ait patentini almıştır (Ambalaj Sanayicileri Derneği, 2023).

İçerisinde yaşadığımız çağda ambalaj, gıda ürünlerinin muhafazası için kullanılan endüstriyel bir materyal olmasının yanı sıra nihai tüketicilerin ürünü beğenip satın almasında ve yine ürünü devamlı şekilde tercih etmesinde önemli bir unsurdur. Durumuna gelmiştir (Dilber vd., 2012). İlgili endüstride kullanılmak olan ambalaj maddelerinin seçimi ise ürüne uygun şekilde yapılmalıdır. Ambalaj maddeleri seçimi esnasında göz önünde bulundurulması gerekli olan bazı hususlar mevcuttur. Öncelikle ambalaj malzemesi, içerisinde bulunduracağı ürüne herhangi bir zarar vermemelidir (Çelik & Tümer, 2016). Aroma, tat ve kokunun ürüne ve üründen de dışarıya olan temas durumunu ise asgari düzeye indirmelidir. Bütün bunların yanında da ekonomik olmalı, tasarım açısından dikkat çekmeli, son olarak ise ambalajın üstünde ürüne ilişkin gerekli bilgiler bulunmalıdır (Üçüncü, 2011).

Gıda endüstrisindeki ambalajlama işlemi, gıdaların nihai tüketicilere güvenli bir biçimde ulaştırılabilmesi adına ciddi bir önem taşımaktadır. Nitekim bu ambalaj; ambalajlama materyalinin özellikleri ve gıda maddesinin özellikleri, ultraviyole ışığa maruziyeti ve ürünün depolama zamanı, ambalajlama ve depolama sıcaklığı vb. kimi koşullara bağlı şekilde gıdayla devamlı şekilde etkileşim durumundadır (Meiron & Saguy, 2007). Fakat bu süreçte gıda ambalaj malzemelerinin hazırlanması için kullanılan kimi kimyevi bileşikler sebebiyle, insan ve toplum sağlığı adına zararları olabilecek bu bileşenlerin gıdalara olan migrasyonu, gıda güvenliğini olumsuz biçimde etkilemektedir. Ayrıca bu durum, tüketicilerin sağlığı açısından da yine tehlike arz etmektedir (Gölge vd., 2005).

Günümüzde yaygın bir şekilde gıda ambalaj malzemesi şeklinde kullanılmakta olan plastik, metal vekaif malzemeden gıdalara geçen bazı kontaminantlar bulunmaktadır. Örneğin teneke kutulara ve konservelerden gıdalara BADGE (Bisfenol A Diglisidil Eter) ve Bisfenol A; geri dönüşümlü kağıtlarla kartonlardan gıdalara DIPN (Diisononilfitalat); alüminyum veya alüminyum tabakalı olan karton malzemelerden gıdalara alüminyum geçişi; polikarbonattan yapılmış olan

ürünlerden içme sularına geçen Bisfenol A; polistiren malzemeden sütlere ve süt ürünlerine, bebek mamalarına geçen stiren ve monostiren kontaminantlar bunların arasında bulunmaktadır (Sezer, 2024).

2.4. Konserve Üretim Süreçleri ve Teknolojik Uygulamalar

Konservenin tanımı yapılacak olursa; yiyeceklerin, besinsel özelliklerini yitirmeden uzun bir süre saklanması adına geliştirilmiş olan oldukça eski bir tekniktir denilebilir. Bu sayede sebze, et ve meyve gibi hızlıca bozuluma uğrayabilen besinler uzun müddet sağlıklı bir şekilde saklanabilmektedir. Konserve işlemi yapılır iken yiyeceklerin bozulmadan muhafaza edilmesi oldukça önemlidir. Bunu sağlama adına dayine yapım safhasında konserve içerisine girmiş veya girebilecek olan mikroorganizmaların elimine edilmesi gerekmektedir. Konserve yapımındaki aşamalar şunlardır: ön işlem, dolum, hava çıkarma ve kapama, ısıl işlem, soğutma ve depolama (Köroğlu, 2012). Beslenme gerekliliği, yaşam temposunun artması sebebiyle hızlı pratik ve ulaşımı kolay konserve gıdalara yönelimi önemli ölçüde artırmıştır (Özdikmenli & Zorba, 2012).

Isı uygulamak suretiyle muhafaza, gıda maddeleri içerisinde bulunması istenilmeyen mikroorganizmaları ısısal etkiyle inaktive etme şeklinde, gıdalara uzun süreli bir dayanıklılık kazandırma prosesidir. Nitekim bu amaçlar doğrultusunda uygulanmakta olan ısıtmaysa “ısıl işlem” veya “thermal process” şeklinde adlandırılmaktadır. Gıdaların hermetik olarak kapatılabilen ambalajlara (kavanoz, kutu, şişe vb.) doldurulup kapatılmasından sonra daha önceden belirlenmiş olan bir sıcaklık ve süre içerisinde ısıtma ve soğutma işlemlerini ihtiva eden uygulama, geleneksel ısıl işlem uygulamasıdır. Modern gıda sanayisinde gıdalar üzerindeki bu uygulamaların temel hedefleri ise şunlardır (Cemeroğlu, 2015):

- Gıda maddelerinde bulunmakta olan ve tüketicilerin sağlığını da olumsuz bir şekilde etkileyecek bütün patojen mikroorganizmaları inhibe etmek,

- Patojen olmasa bile normal depolama koşulları altında gıdalarda bozulma sebepleri olabilecek bütün mikroorganizmaları engellemek,

- Enzimlerin inaktivasyonunu sağlama,

- Gıdalardaki mikrobiyolojik ve kimyasal içeriği dikkate alarak daha önceden belirlenmiş olan uygun süre ve sıcaklık uygulamasıyla gıdadaki kalite

karakteristiğine minimum zararı vermektir.

Gıdalardaki konserveleme işlemi esnasında bu gıdalar çoğunlukla çelik ve alüminyumdan mamül kutulara doldurulmaktadır. Konservasyondaki dolum safhasından önce ya da sonra ısıtma işleminin uygulanması yapılmaktadır. Konserveleme yapılacak gıdalar ve de ambalaj materyali, gerekli termal işlemler uygulanarak, yeterli süre için 100 °C'nin altında olan düzeyde pastörize ya da 105 ile 130°C'de sterilize edilmektedirler. Sonra gelen aşamada saklama kutusu kapağı yine hermetik bir yöntemle kapatılmaktadır. Uygulanmakta olan bu ısıtma işlemi, gıdanın çeşidine göre de değişiklik göstermektedir. Yüksek asitliği bulunan ve pH yönünden 4,5'in altında bulunan gıdalarda pastörizasyon tercih edilirken asitliği düşük ve pH yönünden 4,5'in üzerinde bulunan gıdalarda sterilizasyon işlemi kullanılmaktadır (Afoakwa, 2007).

Günümüzdeki modern konserve teknolojisi içerisinde işlenecek olan gıdalarda bulunan çeşitli tür ve düzeylerdeki mikroorganizmaların inhibisyonu işleminde gıdanın mikroorganizma içeriğine bağlı olarak uygulanacak süre ve sıcaklıklar farklılık göstermektedir. Her gıdaya göre özel olarak belirlenmiş olan bu değerler hesaplama hususunda D değeri, Z değeri ve F değeri oldukça önemlidir. Bunlara bakılacak olursa D değeri; sabit bir sıcaklıkta ortam içerisinde mevcut olan mikroorganizmaların yüzde doksanının inhibe etme adına gerekli olan süre şeklinde tanımlanmaktadır. Buradaki zaman aralıkları, her bir mikroorganizma adına farklılık arz etmektedir ve bu da “desimal azalma süresi (D)” şeklinde isimlendirilmektedir. Z değeri; kısaca belli mikroorganizmaların ısıya karşı olan direnci şeklinde tanımlanabilmektedir. D değerinde 1/10 değerinde düşüşe sebep olan sıcaklık artışıdır (Cemeroğlu, 2010; Anar, 2012). F değeri ise; referans sıcaklıkta toplam etkiyi göstermektedir. Bu değer, ürüne ait raf ömrü süresini tahmin etme, ilgili mikroorganizmaların ısıtma ölüm derecelerini belirleme ve de ısıtma işlemlerinin güvenilirliğini belirleyen bir değer konumundadır. Ayrıca farklı ısıtma işlemlerinin de hesaplanması, değerlendirilmesi, karşılaştırılması yine F değerinin üzerinden yapılmaktadır (Hui vd., 2001; Knipe & Rust, 2009).

2.4.1. Konserve Etler ve Et Ürünleri

Alanyazında konserve işlemi için “ısının sıcak bir ortamdan soğuk olan bir ortama doğru akışını sağlayan bir uygulama” şeklinde tanımlar yapılmaktadır. Bir başka ifadeyle, hermetik bir kap içerisine konulan gıda maddelerinin sterilizasyonu adına ısının kullanıldığı bir termal uygulamadır. Konserve işlemindeki temel amaç,

mikrobiyal popülasyonununa da etin bozulmasından sorumlu olan enzimlerin inhibesini sağlayabilmektir. Konserve imalatı genel olarak; kullanılacak hammaddenin seçilmesi, yıkama ve temizleme, ayıklama, haşlamavb. ön işlemler; ardından da seçilen hammaddelerin ambalajlara doldurulumu ve gıdanın asitlik derecesine bağlı olaraksterilizasyon ya da pastörizasyon gibi ısı işlemleri ihtiva etmektedir. Mikroorganizmaların çeşidine bağlı olarak; bakteriler, küfler ve vejetatif hücreler, 60° ile 90°C’de inhibe edilmektedir. Et enzimleri ise 60° ile 75°C’de; bakteri sporları da 115° ile 121°C’de ısı işlemin uygulanmasıyla inhibe edilmektedirler. Etteki konserveleme işlemi kürleme, tütüleme ve kurutma vb.farklımuhafaza yöntemlerine göre önemli avantajlarısunmaktadır. Bunlar; oldukça basit muhafazaşartlarına sahip bulunması, raf ömrünün daha uzun olması, işlenmemiş olan hammaddeye en yakın kalitede ve besleyicilikniteliklerine sahip ürünler elde edilmesi bu avantajların arasında gösterilebilir (Özdikmenli & Zorba, 2015).

Et konservelerinde uygulanan prosesler aslında sebze ve meyve konserve işlemleriyle benzer nitelikler taşımaktadır. Farklı katkı maddelerini içerebilen bazı ön işlemlerden geçirilmiş olan hazır etler, ebatları ve de şekilleri değişikliklertaşıyan teneke kutuların içerisine paketlenmektedir. Konserve et üretiminde kullanılmakta olan çoğu teneke kutulariçerisindeki paslanma durumunu önlemeadına ince bir kalay filmiyle kaplanmıştır. Ek olarak da kükürtlü bileşiklerin tenekeyle etkileşime girmesi neticesindeortayaçıkan metal korozyonunu önlemeadına tenekelerin üzeri kükürde dirençli olan bir lak tabakasıyla kaplanmaktadır (Hui vd., 2001).

Konserve olarak işlenecek olan et ürünlerindeki pH diğer ürünlere kıyasla daha yüksektir (pH>6,5). Bu sebeple gıda içerisinde bulunan bu patojenleri elimine etmehususunda yüksek seviyeli bir ısı işlem gerekmektedir. pH 4,6 değeri Cl. botulinum için gelişme sınırı konumundadır. Mutlak anaerob olan bu mikroorganizma yaygın şekildedoda bulunmakta, konserve gıdalardaysanadır olarak görülmektedir. Konserve et ürünlerininürün gamında; sosis, et haşlamaları, soslu et yemekleri ve de et ezmeleri mevcuttur. Bu ürünler, konserveleme işleminde önce tamamıyla pişirilebilir ya da teneke kutunun içerisinde iken pişirme işlemleri uygulanabilir (Nute, 2010).

Konserve etlerin önemli bir bölümünü balık ürünleri oluşturmaktadır. Balık, taze olarak işlendiği ve sunulduğu zaman kısa bir raf ömrüne sahiptir. Balığın kalitesine ve depolama koşullarına bağlı olarak raf ömrü birkaç günden birkaç haftaya kadar uzayabilmektedir (Moody, 2003). Bu nedenle, deniz ürünlerine erişimi

artırabilmek ve raf ömrünü uzatma adına konserve, dondurma, tuzlama, tütüleme ve kurutma gibi çeşitli muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır (Okyere vd. 2015; Bell vd., 2019). Konserve, balıkları muhafaza etmenin en yaygın yollarından biridir. Dünya çapında toplam balıkçılık üretiminin (167,2 milyon ton) yaklaşık 19 milyon tonu konserveleme ile korunmaktadır. Konserve yapılan en önemli balık türleri ton balığı, hamsi, palamut, sardalya ve uskumrudur (Akhbarizadeh vd., 2020).

2.5. Bisfenol A (BPA)

Bisfenol A (BPA), bir dönem bebeklerin biberonlarında, gıdalar ve içeceklerin ambalajmalzemelerinde hammadde şeklinde kullanılan polikarbonat plastiklerle epoksi reçinelerin monomeri şeklinde olan endüstriyel nitelikli bir kimyasal maddedir (Maragou vd., 2006; Podlipna & Markl, 2007).

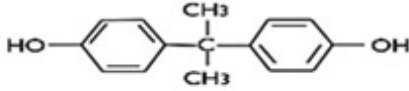
BPA ilk olarak, 1891'de Rus bir kimyager olan Aleksandr Dianin tarafından sentezlenmiştir (Dianin, 1891) ve 1950'lerden sonra polikarbonat plastik ve epoksi reçinelerin yapımında ticari amaçla kullanılmaya başlanmıştır (Vogel, 2009). Günümüzde kullanım alanı artmış olup, halen polikarbonatlardan, dış dolgularına kadar pek çok üründe kullanılmaktadır (Spagnuolo vd., 2017; Vilarinho vd., 2015). Küresel bisfenol A pazarının 2023 yılı sonunda yaklaşık 7348 bin tona ulaşacağı ve 2017-2023 döneminde yıllık yaklaşık %3'lük Bileşik Yıllık Büyüme Oranına (Compound Annual Growth Rate/CAGR) sahip olacağı tahmin edilmektedir. Avrupa Birliği Bilimsel Gıda Komitesi 1986 yılında BPA'yı plastik materyallerde kullanımı ve gıda maddeleriyle teması nedeniyle halk sağlığı yönünden değerlendirmeye almıştır. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EuropaFoodSafetyAgency/EFSA) 2015 yılında tolere edilebilir düzeydeki günlük (TDI) BPA miktarını yaklaşık 12 kat düşürerek 50 µg/kg vücut ağırlığı/gün'dendirekt olarak 4 µg/kg vücut ağırlığı/gün'e düşürmesi bu konunun hassasiyetini göstermektedir (EFSA, 2015).

BPA'nın endüstriyel ve ticari olarak kullanım alanı oldukça geniş bir düzeydedir (Tsai, 2006). Endüstriyel bileşikler arasında önemli bir yeribulunan BPA, PC plastikleri ile epoksi reçinelerin üretiminde öncelikli ara madde şeklinde kullanılmasının yanı sıra; elektronik ekipmanlar, dijital medya, otomobiller, inşaat sektörü camları, medikal araçlar, spor koruma teçhizatları, çok kullanımlı bebek biberonları, sofa takımları, dış kaplamacılığı ile gıda sektöründeki ambalaj kutuların laklanması olmak üzere oldukça geniş bir alanda sıkça tercihe dilmektedir (Olmo vd., 1997; Ikezuki vd., 2002; Sajiki & Yonekubo, 2003; Huang vd., 2011).

BPA ve benzeri polimerik malzemelerin çok geniş yelpazeli bir kullanım alanlarına sahip bulunmalarının sebebi; yapısal özelliklerinin istenilen biçimde kolayca ayarlanabilir olması ve bunun yanında ekonomik bir şekilde edilebilmeleridir. BPA'nın yapısal özelliklerinin kolaylıkla ayarlanabilmesi, monomerlerin kendi kendileriyle ve öteki monomerler ile kolayca bağlanabilmelerinin bir neticesidir. Ek olarak istenen fonksiyonlara sahip bulunan polimerler de yine uygun olan fonksiyonel gruplu monomerlerin kullanılmasıyla kolaylıkla hazırlanabilirler (Şakar, 2007).

2.5.1. BPA'nın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

BPA 2,2-bis (4-hidroksifenil) 2 mol fenil ve 1 mol asetondan meydana gelmektedir. Organik bir bileşik şeklinde olan BPA, metil köprüsünün fenil iki halkayı birleştirmesinden oluşmuştur. BPA, oda sıcaklığında katı formda olup beyaz kristal bir şekline sahiptir, bunun yanında hafif de bir fenolik kokusu bulunmaktadır (Tan vd., 2022). BPA'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Staples vd., 1998; Czub, 2011).

Özellik	Değer
Kimyasal yapısı	
Moleküler formülü	$C_{15}H_{16}O_2$
Moleküler ağırlığı	228.29 g/mol
Renk	Beyaz
Koku	Hafif fenolik koku
Fiziksel durumu	Küçük parçalı ya da toz şeklinde
Erime noktası	155 – 157 °C
Özgül ağırlığı (25°C de)	1.060 – 1.195 g/cm ³
İyi çözündüğü maddeler	Metanol, etanol, aseton, dietil eter, anhidroz asetik asit, yağ ve alkali çözeltiler
Suda çözünürlüğü	Pratikte çözünmez.

Şekil 2.1. BPA'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Bisfenol A, temel olarak farklı iki yöntemle imal edilmektedir. Birinci yöntemde düşük pH ile yüksek bir sıcaklığın altında ve yine katalizörün eşliğinde fenolle aseton kondense edilmektedir. Ham Bisfenol A, gerekli distile yöntemlerinin kullanılmasıyla saflaştırılmaktadır. Sıvı formda bulunan mamül, filtrelerden süzülür ve ardından da kurutulma işlemine tabi tutulur. Diğer yöntem ise yine ilkin benzemektedir fakat bu yöntemde farklı katalizörler ve bazı saflaştırma amaçlı

teknikler de kullanılarak daha düşük oranda bir atık elde edilmektedir. Bu iki yöntemin sonucunda da elde edilen BPA kristal ya da pelet şekline dönüştürülmektedir (Staples vd., 1998). BPA'dan; poliestерler, poliakrilatlar, fenol reçineler ve özellikle epoksi reçinelerle polikarbonat plastiklerin imalatında faydalanılmaktadır. Bu epoksi reçineler ise konserve kutularının laklanması aşamasında sıkça tercih edilmektedir. (Kang vd., 2006).

Bisfenol A, asetonun eşdeğer iki fenol ile yoğunlaştırılmasının sonucunda sentezlenen bir organik bileşiktir. Bu bileşik, hem alkali hem de asitle katalizlenebilen bir reaksiyonun sonucunda oluşmuş olsa da, endüstriyel üretim aşamasında meydana çıkan yan ürün miktarını minimize etme adına asitle (hidroklorik asit) katalizleme kullanılmaktadır. Reaksiyon sonucunda, yüksek saflıkta ve polikarbonat imalatında kullanılan Bisfenol A ile daha düşük saflıkta ve epoksi rezin üretiminde kullanılan BPA olmak üzere farklı kalitedeki iki mamüle elde edilmektedir. Bisfenol A'nın suda çözünürlüğünün 120-130 mg/L düzeyinde olduğu bilinmektedir. Sulu ortamlar içerisinde Bisfenol A bozunması sürecini etkileyen kimyasal etkenler mevcuttur. Bisfenol A'nın atık sulardan uzaklaştırılmasında, yüksek tuz konsantrasyonları ve pH'nın varlığında ise elektrokimyasal oksidasyon yöntemleri etkilidir. Reaktif oksijen türlerinin varlığında ise Bisfenol A bozunması daha kolay şekilde gerçekleşmektedir. Süperoksit anyon, sodyum klorür, hidroksil radikal ve yağlar da yine Bisfenol A bozunumunu hızlandırmaktadır (Yıldız, 2009; Şişe, 2011).

Bisfenol A katı haldeyken gayet stabil olsa da, çevresel koşullarda bu durum süreklilik göstermez ve bozulma yarı ömrü ise yaklaşık olarak 4,5 gün şeklindedir. Toprak ve su içerisindeki başlıca kayıp sebebi aerobik biyolojik bozulmalardır. Atmosferdeki kayıp süreci ise hidroksil radikalleriyle süratli bir reaksiyona girmesinden kaynaklanır. Foto-oksidasyon yarılanma ömrü de hava içerisinde tahmini olarak dört saattir. Ek olarak Bisfenol A'nın kağıt endüstrisinde beyazlatma maddesi ve kanalizasyonların arıtılmasında dezenfekte maddesi olan sodyum hipokloritler rahat bir şekilde klorlanabileceğinden, klorlanmış Bisfenol A atık sularda ve içme suları içerisinde bulunabilmektedir (Cao, 2010). Bisfenol A'nın termal kaplama işlemi esnasında da yine klorlanmış türevleri ortaya çıkabilmektedir (Gallart-Ayala vd., 2011).

2.5.2. BPA'nın Konserve Gıdalarda Kullanımı

BPA, ham madde olarak gıda sektöründe çok tercih edilen konserve kutularının iç yüzeylerinin kaplanması için kullanılmaktadır. Bu tür

malzemelerle temas eden gıdalara sızarak belirli oranlarda kontaminasyona yol açabilmektedir (Vandenberg vd., 2007). Ayrıca bu türdeki kaplama malzemeleri, günlük hayatta sıklıkla kullanılmakta olan cam kavanozların metal kapaklarının iç kısımlarında da bulunmaktadır (Cao vd., 2011). Bu nedenle özellikle konserve gıdalar, BPA'ya maruziyetin ana kaynağı şeklinde kabul edilmektedir. Polikarbonattan üretilen şişeler ve ambalaj ham maddeleri gibi gıda maddeleriyle teması olan plastik türevli malzemelerden de BPA kolaylıkla yiyecek ve içeceklerle sızabilmektedir (Hartmann, 2014). Bu durum, özellikle gıda maddelerinin yüksek sıcaklık derecelerinde saklanması ve işlenmesi sırasında kolaylıkla gerçekleşebilmektedir (Geens vd., 2012).

Konserve gıdalar; krom kaplı çelikten, alüminyumdanya da çelik kaplı olan tenekelerden mamül kutularda genellikle muhafaza edilebilmektedir. Gıdayla metal konserve kutusunun arasında istenilmeyen etkileşimler ve korozyonların engellenerek gıdaların korunması adına bu kutuların iç kısmında internal polimerik kaplamalar yani bir tür lak kullanılmaktadır. Böylelikle de gıda metalle değil, bu lak kaplamasıyla temasta olmaktadır (Thomson & Grounds, 2005; de Fátima Pocas & Hogg, 2007).

Konserve endüstrisinde laklama işlemi gıdanın türüne göre değişiklikler göstermektedir. Meyve vb. asitli gıdalardan genellikle asitlere karşı dirençli olan laklamatercih edilirken; et ürünleri, sebze, baklagil vb. asidik olmayan gıdalarda ise çoğunlukla sülfüre dirençli olan laklama yöntemi tercih edilmektedir (Ramaswamy & Marcotte, 2006). Endüstriyel olarak kullanılan bu tür lakların gıdalara karşı olan kimyasal dirençleri de yinede değişiklik arz etmektedir. Bununla beraber aynı lakın farklı gıdalara karşı olan direncinde de değişiklikler olabilmektedir. Bu sebeple, içerisine konulacak olan gıdaya dayanıklı bir çeşit lak ile kaplanmış ambalajların tercihi edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda lak açısından en sıkıntılı olan gıdalardan başında soslu balık konserveeleri gelmektedir. Çünkü balığın kendisinin sülfürlü bir gıda olmasının yanında kutuya eklenen soslarda da asit bulunmaktadır. Bu sebeple lak seçimi hususunda bazı zorluklar ile karşılaşmaktadır. Bu türdeki soslu balık konserveeleri için en uygun olan çözüm; epoksi fenolik laklarla kaplanmış olan kalaysız tenekeler ya da iki parça şeklinde derin çekme alüminyumdan mamül kutuların tercihi edilmesidir (Üçüncü, 2000). Konserve ambalajlarında en sık kullanılan lak tipleri şunlardır; Polivinil klorür (PVC), epoksifenolik, organosolile polyester fenolik lak (Goodson vd., 2002).

Metal konserve ambalaj malzemelerinin iç yüzeylerinin laklanması

işleminde çoğunlukla temel komponent durumunda Bisfenol A'nın olduğu epoksi bazlı reçineler tercih edilmektedir (Schaefer & Simat, 2004). Bu reçineler, aynı zamanda çözünme ve de eriyebilme özelliğine sahiptirler (Munguia-Lopez EM & Soto-Valdez, 2001). Epoksi reçinelerde polimerizasyonunun tam bir şekilde gerçekleşmesi ve yine reaksiyona da girmeyen epoksi bileşiklerin düzeyi migrasyon yönünden önem arz etmektedir. Polimerizasyonun tamamlanamadığı hallerde ortam içerisinde Bisfenol A kalıntısı bulunabilmekte ve ısıнын etkisiyle de BPA rahat bir şekilde gıdalara transfer olmaktadır (Goodson vd., 2002). Ek olarak epoksi monomeri olan BPA türevli bir madde şeklinde olan Bisfenol A diglisidileterde yine migrasyona uğramak suretiyle gıda maddelerine taşınabilmektedir (Schaefer & Simat, 2004).

2.5.3. BPA'nın Gıdalarla Alınması (Migrasyon)

Migrasyon, ilgili alanyazında gıda maddesiyle ambalaj materyalinin arasında gerçekleşen etkileşimle meydana çıkan kütle transferi şeklinde tanımlanmıştır. Kullanılan ambalaj materyali üzerinden gıda maddelerine; oligomerler, monomerler ve plastik katkı maddeleri benzeri bir çok madde migrasyon yoluyla taşınabilmektedir (Lau & Wong, 2000).

BPA, epoksi reçinelerin yapısında bulunmakta olan bir tür monomerdir ve bu bileşiğin de gıda maddelerine olangeçiş/migrasyonu literatürde bilinen bir durum şeklindedir (Ramakrishnan & Wayne, 2008). Polimerizasyonun tamamlanamaması ya da polimerlerin kısmi hidrolizi neticesinde ambalajlardan gıda maddelerine Bisfenol A'nın migrasyonu kolay bir şekilde gerçekleşebilmektedir (Estevez-Alberola & Marco, 2004).

Gıda maddelerinin ambalajlanması aşamasında; gıdalar, ambalaj ve de çevre birbirleriyle bir etkileşimin içerisine girmektedirler. Karşılıklı nitelikte olan bu etkileşimlerin neticesinde ambalaj malzemelerinden gıdalara ve gıdalardan da ambalaj malzemelerine madde geçişleri olabilmektedir. Bunun geçişlerin sonucunda bazen gıda maddesindeki kalite bozulabilmekte, ambalajın kimi özellikleri değişebilmekte ve hatta ambalajlar koruyucu işlevlerini de kaybedebilmektedir (Üçüncü, 2000).

Ambalaj materyalleri üzerinden gıdalara bisfenollerin migrasyonu sürecinde önemli bir parametre şeklinde öne çıkmaktadır ve 30°C'nin üzerinde olan sıcaklıklarda migrasyonun miktarında kimi artışlar görülebilmektedir (Barnes vd., 2007). Migrasyondaki başlangıç ısıs, gıdanın içerisinde bulunmuş olduğu kaba

ya da ambalaja göre değişiklikler gösterebilmektedir. Şayet gıda örneği, bir ambalajın içerisindeyse ambalajın bulunmuş olduğu ortamın sıcaklığı değerlendirilir iken, gıdanın pişirilimi durumunda ise pişirme sıcaklığı da yine dikkate alınmaktadır. Gıda endüstrisinde yüksek sıcaklık gerektiren işlemler kimi durumlarda ambalajın içinde bulunan gıdaya da uygulanabilmektedir. Buna örnek olarak ise sterilizasyon işlemini gösterilebilir. Bu durumda sterilizasyondaki sıcaklığa bağlı şekilde ambalajdan gıdaya doğru bir migrasyon söz konusu olabilir (Pedersen vd., 2015).

Polikarbonat malzemenin bozunması ile birlikte temas durumunda bulunmakta olduğu gıdalara BPA migrasyonu gerçekleşmektedir. BPA'nın molekülleri arasında bulunmakta olan kimyasal bağlar çok kararlı olmadıklarından dolayı sıcaklık vb. etkenlerin de etkisiyle bu bağlar zayıf bir hale gelmekte, bu ise malzemenin bozunmasına sebep olmaktadır. Bu durumda malzemede mevcut olan serbest BPA miktarı da artış göstermektedir (Biedermann-Brem & Grob, 2009; Maia vd., 2009). BPA'ya maruziyet genel olarak gıdayla teması olan epoksi reçineler ve polikarbonat malzemelerden gıdalara ve içeceklere geçmesi ile gerçekleşmektedir (Le vd., 2008; Elobeid vd., 2012).

Konserve gıdaların ambalajlarında sıkça kullanılması sebebiyle BPA proses uygulamalarında gıdalara taşınabilmektedir. İlgili alanyazında sıcaklık uygulamalarının migrasyonu özellikle artırmakta olduğuda bildirilmiştir. Epoksi reçineler, aynı zamanda stabilize edici nitelikteki komponentler şeklinde BADGE (BPA diglisidil eter BPA diglisidil eter) ile BFDGE (Bisfenol-F diglisidil eter) ihtiva edebilirler. BPA, konserve gıdaların muhafazasında gıdalarda bulunan kimi uyarıcıların etkisiyle parçalanabilmektedir (Poustkova vd., 2004). Ayrıca polikarbonat kapların da otoklav işlemi sırasında yine BPA açığa çıkmakta ve düşükdüzeyli bir östrojenik aktivite içerebilmektedir (Yoshida vd., 2003).

Son dönemlerde hazır gıdalar ve içeceklerin tüketiminin artmasıyla birlikte Bisfenol A'nın insan sağlığına dönük olan tehditleri artık endişe verici boyutlara ulaşmıştır (Maragou vd., 2006). ABD'de yapılan araştırmalarda hamile kadınların yaklaşık olarak % 96'sında Bisfenol A'dan kaynaklanmakta olan kimyasal maddelerin tespiti yapılmıştır. Ayrıca içme suları ile diğer içeceklerden gelen Bisfenol A alımıyla birlikte idrardaki konsantrasyon %70 düzeyinde artış gösterdiği belirtilmiştir (Elobeid vd., 2012). Özellikle oldukça hassas bir bünyeler bulunan bebeklere dönükte birer artırılmaya başlanmış, bebeklere yönelik olan ürünlerde Bisfenol A kullanımına ciddi kısıtlamalar getirilmiştir (Carwile vd., 2009). Nitekim 2011 yılında AB ve ülkemizde polikarbonat malzemenin

biberonlarda kullanımı tamamen yasaklanmıştır (Bingöl, 2013).

2.5.4. BPA Maruziyeti ve Toksik Etkileri

Bisfenol A'nın pek çok tüketici ürünü ve yine gıda maddelerinde yaygın şekilde kullanılmakta olan, kalıcı olmayan ve çevresel yönden her yerde bulunan bir bileşik şeklinde olması sebebiyle insana maruziyeti sıklıkla görülmektedir (Meli vd., 2020). Alanyazındaki "maruz kalma değerlendirmesi" bir kimyasaldaki sağlık açısından risk değerlendirmesinin de önemli bir parçası durumundadır. Bisfenol A, yiyecek ve içeceklerin ambalajlarında ve yine teneke kutuların iç astarlarında kullanılmakta olan polikarbonat plastiklerle epoksi reçinelerde bulunması nedeniyle, insanların bu şekilde muhafaza edilen yiyeceklerle içecekler yoluyla Bisfenol A'ya maruz kalmaları muhtemeldir (Arakawa vd., 2004).

Bisfenol A suda, toprakta ve havada bulunur. Bisfenol A bazlı olan ürünlerin akarsulara/denizleregeçişinden ve arıtma tesislerinden ve depolama sahalarından çıkan atık sulara boşaltılmaktadır. İnsanların Bisfenol A maruziyeti, çevresel kaynaklı da olabilmektedir ancak insanlar üzerindeki maruziyetin temel kaynağı ise gıdalardır. Gıdalar arasında ise nispeten yüksek Bisfenol A düzeyleri konserveleşmiş gıdalarda tespit edilmektedir ve bunların maksimum seviyeli konsantrasyonu da 842 ng/g şeklindedir. Bisfenol A'nı yutulumundan sonra, BPA-glukuronid ve BPA-sulfat vb. bir kaç inaktif metabolite hızlıca metabolize edilmektedir. Serbest Bisfenol A temel olarak dışkıyla (%56-82) ve metabolitleri de idrar yoluyla (%13-28) atılır. Metabolizmaları hızlı olmasına rağmen, yetişkinlerle çocukların idrarlarında, hamilelerden alınmakta olan serumlarda, kordon serumları içerisinde ve yine anne sütünde de serbest BPA gözlenmektedir (Murata & Kang, 2018).

ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından 1988 yılında yapılan araştırmalar neticesinde BPA'nın kullanımı ve gıdalarla teması ile ilgili güvenlik standartları geliştirilmiş olup, BPA'nın insanlardaki tolere edilebilir günlük dozu 50 µg/kg vücut ağırlığı/gün şeklinde bildirilmiştir (Vogel, 2009). Fransa Gıda, Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (ANSES) ise özellikle en hassas nüfus popülasyonu için, BPA'nın gıdayla temas eden malzemelerde de farklı bir malzemenin kullanılmasıyla bu maruziyetin düşürülmesini tavsiye etmektedir (Alabi vd., 2014).

BPA'nın bir diğer özelliği de insan vücudundaki hormonların düzenli çalışmasını bozması sebebiyle endokrin bozucu şeklinde kabul edilmektedir. Bisfenol A, vücutta bulunan bazı hormonlara müdahale ederek; gelişimsel sorunlar, üreme

sistemi bozuklukları ve metabolik kimi bozukluklar da dahil olmak üzere bazı önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Oral yolla ve yine inhalasyon yoluyla insan vücuduna alınan BPA, hormonal sistem içerisinde yer alan pek çok reseptör ile etkileşime girip, endokrin sisteminde oldukça önemli hasarlara sebep olabilmektedir. BPA'daki olumsuz endokrinel etkilerin yanı sıra östrojen aktivitesindeki farklılıklar, merkezi sinir sistemi üzerinde değişiklikler, immün sistemin zayıflatılması, androjen sisteminde farklılıklar ve tiroitte bozukluklara sebep olabilmektedir. İnsan vücuduna geçen BPA, karaciğer tarafınca emilerek minör ve majör metabolitlere dönüşebilmektedir. BPA'nın ayrıca lipofilik bir yapısı bulunduğundan yağ bakımından zengin nitelikli olan dokularda birikebileceği de öngörülmektedir. Yapılan çalışmalarda anne sütünde, vücuttaki yağda, kanda, plasentada, amniyotik sıvı içinde, fetüste, idrar ve tükürükte de yine BPA saptanmıştır. 2010 senesinde Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'nce yayınlanmış olan raporda, Bisfenol A'nın anne karnındaki bebeklerde ve yine çocuklarda zararlı kimi etkilerinin olabileceği hususunda görüş bildirilmiştir (Kenan, 2019).

BPA ve bileşiklerinin yenidoğanlarda, fetüslerde, çocuklarda ve yetişkinlerde ne türden riskler oluşturduğunun aşamalı olarak araştırılması ve tartışılması gerekmektedir. BPA'nın güvenli olup olmadığı ile alakalı endişelerin bulunması dünyada sağlık ajansları tarafınca pek dikkate alınmamasının sebepleri vardır ki en önemli sebepten BPA gibi hormon engelleyici kimyasalların risklerini değerlendirme adına hangi bilimsel kanıtların gerektiğine ilişkin net bir yaklaşım henüz mevcut değildir. Risk değerlendirilmesinin yapılabilmesi adına direk kontrollü deneylerin insanlarda yapılması ise etik olmayacaktır, aynı şekilde hayvanlar üzerinde yapılan araştırmaların ise insanlar üzerinde ne tür etkiler çıkarabileceği konusunda da belirsizlikler bulunmaktadır. BPA, kullanılan binlerce kimyasallardan birisi ve bu kimyasal özellikle üreme sistemi üzerine etkisi olduğu düşünülmektedir (Şişe, 2011). Nitekim Ho ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, BPA'ya düşük düzeyde bir maruziyetin insandaki prostat kanseri vb. hastalıklara yakalanmada artırıcı bir etkisinin bulunup bulunmadığını incelemişlerdir ve bu araştırmanın sonucunda ise düşük olan dozlarda bile BPA'ya maruz kalmış olan sıçanlarda, prostat kanserinin görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca Nasir ve ark.'nın (2018), şehirlerde yaşayanların %41'inde, kırsalda yaşayanların da %14.8'inin saç örneğinde BPA saptanmıştır. Böylece yaşam tarzının da BPA maruziyetinin önemli bir indikatörü olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

BPA, Çevre Koruma Örgütü (EPA) tarafınca: "Yetişkinlerin ve de çocukların endokrin sisteminin fonksiyonel yapılarını değişikliğe uğratan ve önemli yan etkileri

olan bir dış kimyevi madde ya da karışım” şeklinde tanımlanmıştır. Endokrin bozucu kimyasallar genetik düzeyde bulunan olayları engellerler. Ayrıca maruziyetin süresi de oldukça kritiktir; nitekim yaşam süresince yararlanabilirlikte değişmektedir. Bir erişkinde cinsel fizyoloji ve davranışlar olgunluğa erişmiş ve fonksiyonlar da düzgün şekilde çalıştığından ilk maruziyet sona erdiği takdirde hormonal hareketler de tekrardan normale dönebilmekte, ancak fetus ve yenidoğan bebekler BPA vb. endokrin bozucularından kaynaklanmakta olan yan etkilerde en önemli risk grubunu teşkil etmektedirler (Patisaul, 2010).

2.5.5. BPA’ya İlişkin Mevzuat Durumu

Gıda endüstrisinde kullanılmakta olan ambalaj materyallerinden gıdalara toksik bazı maddelerin migrasyonu günümüz için ciddi bir sağlık sorunu konumundadır (Arvanitoyannis & Bosnea, 2004). Avrupa Birliği’nin yaptığı düzenlemelerde gıdayla temas halinde bulunan ambalaj malzemelerinin insan sağlığını tehlikeye düşürecek, gıdadaki organoleptik özelliklerin bozulmasına ya da gıda için kabul edilemez niteliksel değişikliklere sebep olacak düzeylerde gıda maddelerine geçmemesinin gerekliliği bildirilmiştir (European Union, 1990).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), tüketicilerin sağlıklarını koruma amacıyla BPA’nın gündelik tolere edilebilir olan alım değerlerini ve migrasyonun sınırını (SML) sınırlandırmaktadır. Nitekim 1986’da Bilimsel Gıda Komitesi (SCF) Bisfenol A’nın gündelik alım değerini, gıda ile temasta bulunan plastik malzemelerde 50 µg/kg şeklinde belirlemiştir. Ancak 2015 yılında tolere edilebilir günlük (TDI) BPA miktarını yaklaşık 12 kat düşürerek 50 µg/kg vücut ağırlığı/günden 4 µg/kg vücut ağırlığı/güne düşürülmüştür (EFSA, 2015).

BPA ilk olarak Nisan 2008’de Kanada’da insanlar ve çevre adına toksikolojik bir madde olarak kabul edilmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde ve yine Türkiye’de ise 2011 yılında, ABD’de de 2012 yılında bebeklerin kullanımı için üretilen biberonlarda kullanımı kesin olarak yasaklanmıştır (Battal, 2012).

Ülkemizde, “Gıdayla Temasta Bulunan Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği”nde Bisfenol A’ya ilişkin spesifik migrasyon limiti 0,5 mg/kg şeklinde belirlenmiştir. Ek olarak, Türk Gıda Kodeksi - Bebek Formülleri ve Türk Gıda Kodeksi - Devam Formülleri Tebliği’nde bebek şeklinde tanımlanmakta olan tüketici grubu için kullanılmakta olan, polikarbonat maddelerle malzemelerin üretimi aşamasındaki kullanılamayacağı kesin olarak ifade edilmiştir (Türk Gıda Kodeksi,

2019).

Japonya Ulusal İleri Endüstriyel Bilim ve Teknoloji Enstitüsü (AIST), 2011 yılında yaptığı risk değerlendirmesinde BPA'nın insan sağlığı açısından riskinin çok düşük olduğunu, bu nedenle BPA kısıtlamasına gerek olmadığını bildirmiştir. Buna rağmen Japon üreticiler, çocuklar için gıda ile temas eden malzemelerde BPA bazlı ürünleri aşamalı olarak kaldırmışlardır (Baluka & Rumbeiha, 2016).

2.6. ELISA Yöntemi

ELISA, ilk olarak 1971 yılında Stockholm Üniversitesi'nden Peter Perlmann ile Eva Engvall tarafından geliştirilmiş olan bir yöntemdir (Engvall, 2010).

ELISA, günümüzdeki kantitatif analiz alanında sık bir şekilde kullanılmakta olan seçici, hassas, basit ve çok sayıdaki numuneyi de hızlı şekilde ve yine aynı anda analiz yeteneğine olan sahipimmundiagnostik bir teknik konumundadır (Wei vd., 2016). Serolojik testlerde, enzimlerde bulunan yüksek katalitik aktiviteden faydalanılarak, sinyal çoğalması yolu ile hedef molekülün (antijen) iz miktarlarının saptanmasında kullanılmaktadır (Shah & Maghsoudlou, 2005). ELISA, ilk kullanımından bu yana gıda sanayisindeki çeşitli uygulamalarda, serolojik kan testleri ile toksikoloji alanında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Konvansiyonel ELISA tekniğinde, kaplama reaktiflerinin (antikor ya da antijen) eklenmesi esas olarak moleküllerle mikro plaka yüzeyi arasında olan elektrostatik ve de hidrofobik etkileşimlere dayanılmaktadır. Küçük çaplı moleküllerin ELISA plakasına bağlanabilme yetenekleriyle neticelenen zayıf etkileşimler göreceli düşüktür ve de ELISA test performansına azaltıcı etkilerinin bulunduğu saptanmıştır (Ball vd., 1994; Stearns vd., 2016). Bu sebeplerden ötürü hedef molekülleri yüksek düzey hassasiyet ve seçicilik ile tespit etme adına fonksiyonel moleküllerin mikro plaka üstündeki immobilizasyon verimlerinin artırılması ve sinyal-gürültü oranının da yükseltilmesi yine önem arz etmektedir (Ekremoğlu & Altınkaynak, 2020).

ELISA tekniğiyle et türlerinin ayırt edilmesi işleminde, türe özgü olan poliklonal (PAbs) ve monoklonal (MAbs) olmak üzere farklı iki tipteki antikordan yararlanılmaktadır. Monoklonal antikorun bazı avantajları sebebiyle çiğ ve aynı zamanda pişmiş olan etlerde türün tespitine dönük olan ticari nitelikli kitler geliştirilmiştir (Günşen vd., 2006; Ayaz vd., 2006). ELISA testi, farklı üç yöntem ile gerçekleştirilmektedir. Yüzeyi antikor kaplı olan kuyucuklar, örnekten ekstrakte edilmiş protein solüsyonu ile yıkanarak, aranan türe özgü olan antijenlerin bu

antikorlara bağlanması temin edilmektedir. Solüsyonun yıkanması ile antijen-antikor kompleksi haricindeki öteki proteinler ortamdan uzaklaştırılmış olmaktadır. Aranılan antijene bağlanabilen bir enzimin eklenmesi ile beraber ortamda mevcut olan substratlar parçalanmakta ve yine renkteki değişimlerde spektrofotometrik şekilde ölçümlenmektedir (ELISA-TEKTM).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Soruları ve Hipotezler

Araştırma Sorusu 1: Türkiye’de satışa sunulan konserve etlerde Bisfenol A (BPA) var mı?

H1: Türkiye’de satışa sunulan konserve etlerde BPA bulunmaktadır.

Araştırma Sorusu 2: Farklı konserve et türlerinde BPA seviyeleri arasında anlamlı bir fark var mı?

H2: Ton balığı, diğer balık konserve ve et-tavuk-hindi konserve arasında BPA seviyelerinde anlamlı farklılıklar gözlemlenmektedir.

Araştırma Sorusu 3: Türkiye'deki marketler ve internet üzerinden satışa sunulan konserve etlerde BPA seviyeleri arasında fark var mı?

H3: Yerel marketlerde ve internet üzerinden satışa sunulan konserve etlerde BPA seviyeleri arasında farklılıklar bulunmaktadır.

3.2. Gereç

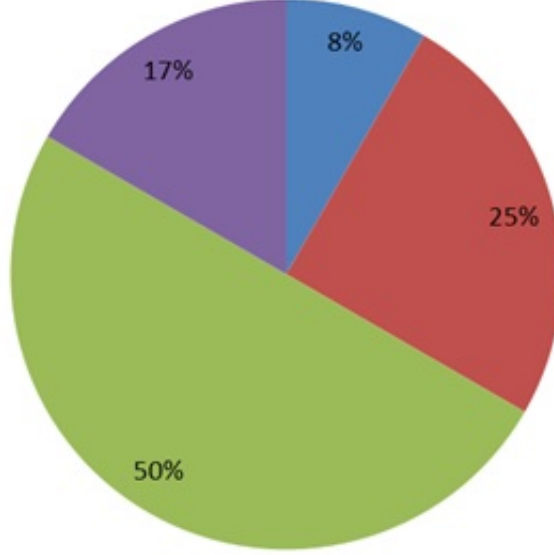
Bu çalışmada Türkiye’de satışa sunulan konserve etlerde Bisfenol A (BPA) miktarı ve konsantrasyonu ELISA yöntemi ile belirlenmiştir.

Türkiye’de Şanlıurfa ilinde süpermarketlerden satışa sunulan ve internet üzerinden satışa sunulan; 2 farklı firmaya ait 4 adet kırmızı et konserve (Grup I), 6 farklı firmaya ait 13 adet tavuk-hindi konserve (Grup II), 12 farklı firmaya ait 16 adet ton balık konserve (Grup III), 4 farklı firmaya ait 9 adet diğer balık konserve (Grup IV) olmak üzere toplam 16 farklı firmaya ait 42 konserve gıda (aynı firma örneklerinde ise farklı kutu tipi ve farklı içerikler olmasına dikkat edilmiştir) örnek olarak kullanılmıştır. Yapılan ön çalışma sonrası örnekleme tercihi, aynı firmaya ait farklı parti seri numaralı örneklerden ziyade, farklı firmalar, çeşitli serilerden, farklı ambalaj tipi ve farklı içerik olmasına dikkat edilerek seçilmiştir.

Çalışmanın dört ana konserve grubuna ait numune sayısının dağılımı Şekil 3.1’ de verilmiştir.

Konserve Grup Dağılım Grafiği

■ Kırmızı Et ■ Tavuk-hindi ■ Ton balık ■ Diğer balıklar



Şekil 3.1. Konserve grup dağılım grafiği

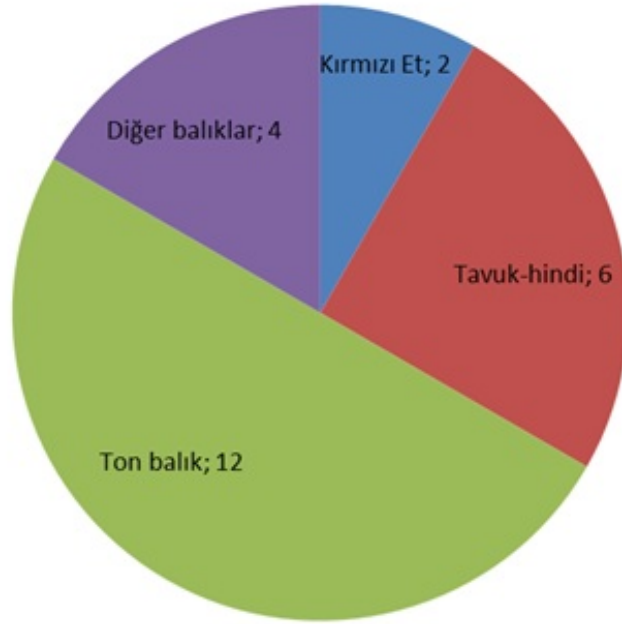
Çalışmada kullanılan konserve gruplarının özellikleri, numune adetleri ve firma sayıları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Konserve grup bilgileri

Gruplar	N (Adet)	Firma Sayıları*
Grup I- Kırmızı et	4	2
Grup II-Tavuk-Hindi	13	6
Grup III-Ton balık	16	12
Grup IV-Diğer balıklar	9	4
Toplam	42	16

*: Bazı firmaların farklı gruplarda ve farklı özellikler için örnekleri kullanılmıştır

** : Aynı firmaya ait konserve tek adet sayılmıştır.



Şekil 3.2. Konserve firma dağılım grafiği

3.3. Yöntem

Bu çalışma Türkiye'deki konserve etlerde BPA seviyelerini sistematik bir şekilde inceleyen ilk geniş ölçekli çalışmalardan biridir. Bu çalışma, farklı firmalardan ve çeşitli ambalaj tiplerinden alınan örneklerle kapsamlı bir değerlendirme yaparak, ülkemizdeki konserve etlerde BPA varlığı hakkında önemli veriler sunmaktadır. Ayrıca, ELISA yöntemi kullanılarak yapılan bu analizler, BPA'nın konserve etlerdeki gerçek seviyelerini belirlemede daha hassas ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Alınan örneklerin analizi Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Laboratuvarında yapıldı.

Analiz Yöntemi: BPA varlığını ve konsantrasyonunu belirlemek için Enzim Bağlı Immunosorbent Testi (ELISA) yöntemi kullanılmıştır. ELISA, BPA'nın düşük konsantrasyonlarını hassas bir şekilde tespit etmek için uygun ve güvenilir bir yöntemdir.

Numune Hazırlığı: Konserve et örnekleri laboratuvar ortamında hazırlık aşamasından geçirilecektir. Bu aşamada, örneklerin uygun şekilde homogenize edilmesi ve çözücü ile işlenmesi sağlanmıştır.

ELISA Testi: Bu yöntem, : BPA'nın düşük seviyelerini hassas bir şekilde tespit edebilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. ELISA, yüksek doğruluk oranı ve güvenilir sonuçları ile bilinen bir tekniktir ve bu çalışma için uygun bir seçimdir.

Hazırlanan örnekler, BPA tespiti için ELISA kitleri kullanılarak analiz edilmiştir. Test sonuçları, her bir örnekte BPA konsantrasyonlarını belirlemektedir. Farklı kaynaklardan ve ambalajlardan alınan örneklerin analiz edilmesi, geniş bir değerlendirme yapılmasına olanak tanıyarak ve elde edilen bulguların genelleştirilebilirliğini artırmıştır.

3.3.1. Çalışmada Kullanılan Cihazlar

-Perkin Elmer Victor 3V Multilabel HTS Counter MultitaskPlate Reader: Perkin Elmer Victor3, çok çeşitli ışık yayan ve ışık emen tespit teknolojilerini destekleyen çok yönlü, çok etiketli (multilabel) ve çok görevli (multitask) bir mikropłaka okuyucusudur. Cihazın özellikleri; sıcaklık kontrolü (çevre sıcaklığının 2°C üzerine kadar, maksimum 45°C), sallama, taramalı okuma, üstten ve alttan okuma, çift pencereci zaman çözünürlüklü florometri, alttan floresans okuma, çift oranlı ölçümler ve kinetik analizler yapmaktadır.

- PA (Bisfenol A) ELISA Kiti (BosterBio): Bu ELISA kiti, biyolojik örneklerde BPA (Bisfenol A) seviyelerinin belirlenmesi için kullanılır. İnsanlarda, BPA glukuronid, BPA'nın birincil metabolitidir. Bu kit; idrar, serum, plazma, hücreler ve dokular gibi örneklerde BPA belirlenmesi amacıyla kullanılabilir.

Kitin çalışması: Bu ELISA kiti, sınırlı sayıda bağlanma bölgesi için BPA epitopu ile BPA-HRP konjugatı arasında gerçekleşen karşılaşmaya dayanır. Bu bağlanma bölgeleri, 96 kuyucuklu mikropłakanın tabanına kaplı olan anti-BPA antikoru tarafından sağlanır. Konjugatın (HRP bağlı BPA'nın) konsantrasyonu her bir kuyucukta sabit tutulurken, örnekteki BPA'nın miktarı değişkendir. Dolayısıyla kuyucuklara bağlanabilen konjugat miktarı, örnekteki BPA miktarıyla ters orantılıdır. Her kuyucuğa bağlanan konjugat miktarı, sonrasında TMB (substrat) eklenerek oluşan renk miktarı ile belirlenir. TMB, kuyucuktaki HRP ile reaksiyona girerek mavi renkli bir ürün oluşturur. Ardından sülfürik asit ilavesiyle bu ürün sarı renkli hale dönüşür. Bu renk değişimi, 450 nm dalga boyunda çalışan bir plaka okuyucu ile okunabilir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan test malzemeleri

Malzeme	Açıklama
BPA ELISA Plakası	Her bir kuyucuğu anti-BPA antikoru ile kaplanmış 96 kuyucuklu katı plaka
BPA Standardı	1 mg/mL konsantrasyonda stok standart
BPA-HRP Konjugatları	1000 kat konsantre çözelti
Örnek Seyreltme Tamponu	Koruyuculu Tris-bufferlanmışsalin çözeltisi (10X)
HRP Tamponu	Koruyuculu Tris-bufferlanmışsalin çözeltisi (1X)
Yıkama Tamponu Çözeltisi	Deterjan ve koruyucu içeren Tris-bufferlanmışsalin çözeltisi (10X)
TMB Substratı	TMB (tetra metil benzidin) çözeltisi

3.3.2. Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Plaka okuyucu, Pipet, mikropipetler, mini santrifüj tüpleri, saklama şişeleri, deiyonize su, %2'lik sülfürik asit.

Analiz sırasında, farklı numunelerin analizi gerçekleştirilirken, çalışılan tezgah, kullanılan malzemeler kontaminasyonu engellemek amacıyla %70'lik etil alkol ile temizlenmiştir.



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan numuneler



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan test cihazı

3.3.3. Konserve Gıdalarda BPA Ölçümü

Örnek Hazırlama

- Konserve et örneğini homojenize edildi

- Homojenize örneğe metanol veya asetonitril eklendi.
- Vortexlenip ve 20-30 dakika çalkalandı
- Santrifüjlenerek üst sıvı dikkatlice alındı.
- Elde edilen ekstraktı kit talimatlarına göre uygun oranda PBS ile seyreltildi.

BPA'nın konserve gıdalardaki ölçümü aşağıdaki protokolle yapıldı:

1.Sıvı kısmı süzerek katı maddeleri ayrıldı.

2.Sıvı hacmi ölçüldü.

3.Sıvı santrifüj tüpüne aktarılıp ve 4°C'de 1000g'de 4 dakika boyunca santrifüjlendi. Geriye kalan katı maddeleri uzaklaştırıldı.

4.Süpernatant 4 kat seyreltildi ve 100 µL örneği ELISA plakasındaki bir kuyucuğa eklendi.

5.ELISA kısmına geçildi.

Plate	Repeat	End time	Start time	End time	StarCode						
1	1	07:41:49	21.5	21.5	166						
Absorbance @ 450 (0.1s) (A)											
0.000											
0.073	0.401	0.596	0.553	0.505	0.534	0.448	0.214	0.207	0.294	0.274	0.264
0.452	0.390	0.420	0.585	0.485	0.518	0.385	0.312	0.194	0.209	0.148	0.195
0.516	0.314	0.535	0.304	0.393	0.392	0.214	0.242	0.174	0.205	0.175	0.154
0.520	0.381	0.386	0.392	0.493	0.293	0.185	0.182	0.185	0.185	0.185	0.182
0.450	0.441	0.295	0.316	0.435	0.292	0.139	0.189	0.127	0.127	0.175	0.136
0.202	0.348	0.459	0.370	0.459	0.248	0.121	0.174	0.189	0.186	0.142	0.137
0.095	0.442	0.581	0.418	0.485	0.471	0.138	0.233	0.147	0.178	0.142	0.137
0.494	0.479	0.492	0.551	0.581	0.297	0.249	0.234	0.148	0.289	0.186	0.187

Şekil 3.5. Test cihazından alınan sonuç tablosu

3.4. Veri Analizi

Elde edilen veriler istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Araştırma kapsamında deneme gruplarından elde edilen BPA değerinin analizi için IBM SPSS Statistics ... paket programı kullanılmıştır. Konservelerde bulunan ortalama BPA düzeyleri hem grup olarak hem de her bir konserve için ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca, verilerin güvenilirliğini artırmak için gerekli doğrulama ve kontrol analizleri yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, ticari olarak temin edilen farklı et türlerine ait konservelelerde Bisfenol A (BPA) düzeyleri ELISA yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz edilen örnek gruplarına ait bulgular aşağıda sunulmuştur:

4.1. Kırmızı Et Bazlı Konservelelerde BPA Düzeyleri

Analiz edilen 4 adet kırmızı et bazlı konserve örneğinde BPA konsantrasyonları 0.0001038 µg/kg ile 0.008818 µg/kg aralığında tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu gruptaki örneklerin ortalama BPA düzeyi 0.0048 ± 0.0018 µg/kg olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

Çizelge 4.1. Kırmızı et bazlı konservelelerde Bisfenol A (BPA) Düzeyleri (µg/kg)

Kırmızı et bazlı konserve	µg/kg BPA
1	0,0001038
2	0,0040173
3	0,0061905
4	0,0088180

4.2. Tavuk Eti Bazlı Konservelelerde BPA Düzeyleri

Toplam 13 adet tavuk eti bazlı konserve örneği incelenmiş olup, BPA konsantrasyonlarının 0.00000006 µg/kg ile 0.122788 µg/kg arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Tavuk eti konserveleleri için ortalama BPA düzeyi 0.0144 ± 0.0095 µg/kg olarak saptanmıştır (Tablo 4).

Çizelge 4.2. Kırmızı et bazlı konservelelerde Bisfenol A (BPA) Düzeyleri (µg/kg)

Tavuk et bazlı konserve	µg/kg BPA
1	0,12278819
2	0,00011681
3	0,03927218
4	0,00080170
5	0,00018722

6	0,000064780
7	0,001903639
8	0,000020719
9	0,015901646
10	0,005085932
11	0,000410959
12	0,000000066
13	0,000092275

4.3. Balık Eti Bazlı Konservelerde BPA Düzeyleri

Çalışma kapsamında analiz edilen 26 adet balık eti bazlı konserve örneğinde, BPA konsantrasyonları 0.00000020 µg/kg minimum ve 1.643884 µg/kg maksimum değerleri arasında oldukça geniş bir dağılım göstermiştir (Tablo 3). Bu gruptaki ortalama BPA konsantrasyonu 0.0706 ± 0.0650 µg/kg olarak bulunmuştur (Tablo 4). Gözlemlenen yüksek standart hata değeri (0.0650 µg/kg), bu kategorideki örnekler arasındaki BPA düzeyleri açısından belirgin bir heterojenliğe işaret etmektedir. Özellikle bazı örneklerde (örnek no: 20, 21, 22) diğerlerine kıyasla dikkat çekici derecede yüksek BPA seviyeleri ölçülmüştür.

Çizelge 4.3. Balık et bazlı konservelerde Bisfenol A (BPA) Düzeyleri (µg/kg)

Balık et bazlı konserve	µg/kg BPA
1	0,000000200
2	0,000002902
3	0,181916022
4	0,008478112
5	0,010733164
6	0,013588026
7	0,002227770
8	0,000011046
9	0,000001175

10	0,000166401
11	0,005501909
12	0,000107987
13	0,001055634
14	0,000410959
15	0,000480933
16	0,0000033969
17	0,0000215497
18	0,0000437247
19	0,005722487
20	0,280321699
21	0,431958956
22	1,643884174
23	0,000256414
24	0,239536105
25	0,000633264
26	0,004520185

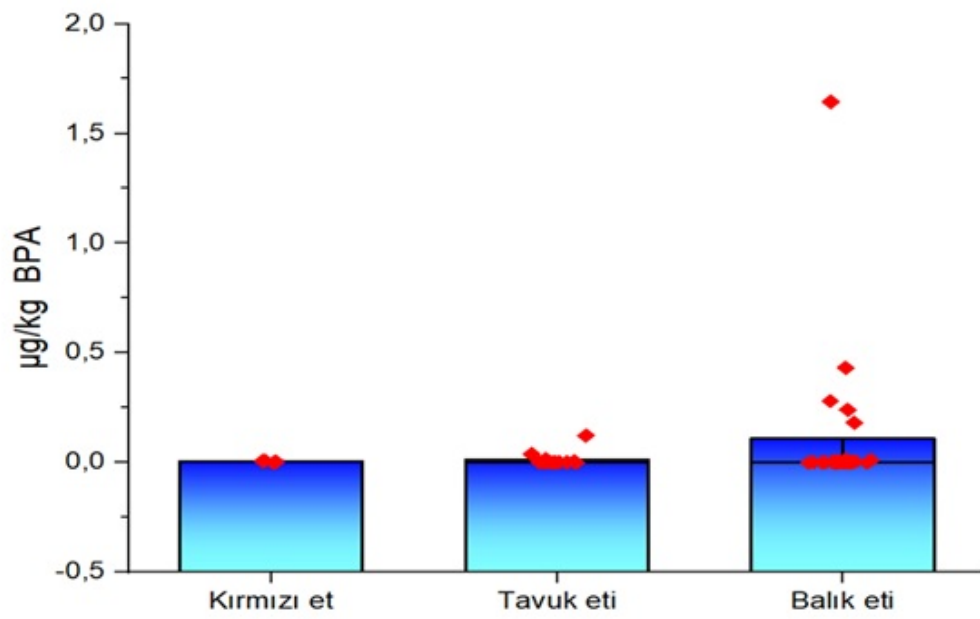
4.4. Konserve Türlerine Göre BPA Düzeylerinin Karşılaştırılması

Elde edilen veriler ışığında, incelenen konserve türleri arasında ortalama BPA konsantrasyonları açısından istatistiksel olarak farklılıklar gözlemlenmesinde, en yüksek ortalama BPA düzeyi balık eti bazlı konservelede (0.0706 µg/kg) saptanırken, bunu tavuk eti bazlı konservele (0.0144 µg/kg) takip etmiş, en düşük ortalama BPA konsantrasyonu ise kırmızı et bazlı konservelede (0.0048 µg/kg) ölçülmüştür. Bulgular, özellikle balık eti bazlı konservelelerin, ambalaj materyalinden gıdaya BPA migrasyonu açısından diğer et türlerine göre daha yüksek bir potansiyele veya değişkenliğe sahip olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.4. Konservelede Bisfenol A (BPA) Düzeylerinin Karşılaştırılması (µg/kg)

	Örnek sayısı	Minimum	Maximum	
--	--------------	---------	---------	--

	(n)	($\mu\text{g/kg}$)	($\mu\text{g/kg}$)	Ortalama $\pm$ SE ($\mu\text{g/kg}$)
Kırmızı Et	4	0,00010382	0,008818	0,0048 $\pm$ 0,0018
Tavuk Et	13	0,00000006	0,122788	0,0144 $\pm$ 0,0095
Balık Et	26	0,00000020	1,643884	0,0706 $\pm$ 0,0650



Şekil 4.1. Konservelerde Bisfenol A (BPA) Düzeylerinin Karşılaştırılması ($\mu\text{g/kg}$)

5. TARTIŞMA

Temel gereksinimlerin başında beslenme gelmektedir. Günümüzde, protein alımı bireyin beslenme alışkanlığı içerisinde önemli rol almaktadır. Özellikle etler; yeterli ve dengeli beslenmede protein rezervlerinden kaynaklı insan vücudunda sentezlenemeyen, dışardan alınması zorunlu ekzojen aminoasitlerin gerekli miktarda ve değerlendirilebilir formda içermelerinden dolayı ayrı öneme sahiptirler (Öksüz vd., 2018). Taze et tüketimi beslenme açısından önemli olmakla birlikte, zaman ve saklama koşullarına bağlı kısıtlılıklar nedeniyle konserve et ürünleri, alternatif bir protein kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Yoğun yaşam temposu nedeniyle taze et tüketimi her zaman mümkün olmadığından, pratik bir alternatif olarak konserve et ürünleri tercih edilebilmektedir.

Konserve et ürünlerinde Bisfenol A (BPA)'nın büyük kısmı kutu ambalajından gıdaya geçiş yoluyla oluşmaktadır (Siddique ve ark., 2021). BPA, çevrede yaygın olarak bulunan sentetik bir kimyasaldır ve endokrin bozucu maddeler arasında yer almaktadır. BPA içeren malzemelerde saklanan gıdalara geçme eğilimi göstermektedir. BPA' nın insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin ve BPA' nın insanlara geçiş yollarında en fazla maruziyetin %83 oranında diyet ile olduğu ve bu oranda konserve gıdaların oranının %50 olduğunu belirlediklerini söylemişlerdir (Gorecki vd., 2017). Çin'de yapılan bir beslenme anketine göre ise konserve et ürünlerinin katkısı oldukça sınırlı kalmış ve konserve gıdalardan kaynaklanan toplam BPA maruziyetinin yalnızca %8,5'ini oluşturmuştur (Cao vd., 2021).

BPA maruziyetinin halk sağlığı açısından değerlendirilmesinde, gıda ürünlerindeki BPA düzeyinin hassas, güvenilir ve pratik bir şekilde ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemi, BPA analizinde önemli avantajlar sunan bir immünoassay tekniğidir. ELISA'nın en büyük avantajları arasında hızlı, ekonomik ve yüksek duyarlılıkla sonuçlar verebilmesi bulunmaktadır. ELISA testi, BPA'ya özgü antikorlar aracılığıyla çalıştığı için, düşük konsantrasyonlardaki BPA varlığını dahi tespit edebilmekte; bu da onu erken uyarı ve rutin izleme açısından güçlü bir araç haline getirmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'de satışa sunulan konserve etlerde Bisfenol A (BPA) miktarı ve konsantrasyonu ELISA yöntemi ile belirlenmiştir. Şanlıurfa ilinde süpermarketlerden satışa sunulan ve Türkiye'de internet üzerinden satışa sunulan; 2 farklı firmaya ait 4 adet kırmızı et konservesi (Grup I), 6 farklı firmaya ait 13 adet

tavuk-hindi konservesi (Grup II), 12 farklı firmaya ait 16 adet ton balık konservesi (Grup III), 4 farklı firmaya ait 9 adet diğer balık konservesi (Grup IV) olmak üzere toplam 16 farklı firmaya ait 42 konserve gıda (aynı firma örneklerinde ise farklı kutu tipi ve farklı içerikler olmasına dikkat edilmiştir) örnek olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler ışığında, incelenen konserve türleri arasında ortalama BPA konsantrasyonları açısından istatistiksel olarak farklılıklar gözlemlenmesede, en yüksek ortalama BPA düzeyi balık eti bazlı konserve türlerinde ($0.0706 \mu\text{g/kg}$) saptanırken, bunu tavuk eti bazlı konserve türleri ($0.0144 \mu\text{g/kg}$) takip etmiş, en düşük ortalama BPA konsantrasyonu ise kırmızı et bazlı konserve türlerinde ($0.0048 \mu\text{g/kg}$) ölçülmüştür. Bulgular, özellikle balık eti bazlı konserve türlerinin, ambalaj materyalinden gıdaya BPA migrasyonu açısından diğer et türlerine göre daha yüksek bir potansiyele veya değişkenliğe sahip olabileceğini göstermektedir.

Türkiyede Tokat ve ark. (2018) Bursa ilinde satışa sunulan 40 adet yağlı ton balığı konserve türlerinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi yöntemi kullanarak Bisfenol A (BPA) tayini yapmışlardır. Analizi yapılan konserve gıdalar için $104.78\text{--}177.86 \mu\text{g/kg}$ arasında BPA tespit etmişlerdir. Ton balık konserve analiz sonuçları bulgularımızdan daha yüksek tespit edilmiştir (Tokat vd., 2018).

Amerikada Lorber ve arkadaşlarının (2015) GC-MS yöntemiyle yaptıkları çalışmada ton balığı konserve türlerinde bisfenol A miktarlarının 1.07 ng/g , parçalanmış tavuk etlerinde 0.26 ng/g , dana etinde ise $1.64\text{--}1.73 \text{ ng/g}$ aralıklarında değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulguları ile kıyaslandığında araştırmacıların bulguları bizim bulgularımızdan daha yüksek tespit etmişlerdir (Lorber vd., 2015).

Belçikada Geens ve ark.'nın (2011) GC-MS yöntemiyle yaptıkları çalışmada yağda ve suda ton balığı konserve türlerinde bisfenol A miktarlarının ortalama sırasıyla 169.3 ng/g ve 126.4 ng/g tespit edildiğini bildirmişlerdir. Yağdaki konserve türlerinin sudaki konserve türlerinden daha yüksek bisfenol A içermesi yağın kutu iç yüzeyinden bisfenol A'nın geçişinde daha kolay ortam sağladığını göstermektedir. Bizim çalışmamızdaki örneklerde yağda konserve türlerinin olmasına rağmen araştırmacıların bulguları ile kıyaslandığında bizim bulgularımızdan daha yüksek tespit etmişlerdir (Geens vd., 2011).

Portekizde Cunha ve ark.'nın (2012) GC-MS yöntemiyle yaptıkları çalışmada sebze yağında ve zeytinyağında ton balığı konserve türlerinde bisfenol A miktarlarının ortalama sırasıyla 21.2 ng/g ve 5.2 ng/g tespit edildiğini bildirmişlerdir. Zeytinyağındaki konserve türlerinin sebze yağındaki konserve türlerinden daha düşük bisfenol

A içermesi bilimsel açıdan oldukça değerli bir bulgudur. Bizim çalışmamızdaki örneklerde sebze yağında konserveler olmasına rağmen araştırmacıların bulguları ile kıyaslandığında bizim bulgularımızdan daha yüksek tespit etmişlerdir (Cunha vd., 2012).

İtalyada Fattore ve ark.'nın (2015) LC-MS/MS yöntemiyle yaptıkları çalışmada İtalyan marketlerde satılan zeytinyağında ton balığı konservelerinde bisfenol A miktarlarının ortalama 62.3 ng/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulguları ile kıyaslandığında araştırmacıların bulguları bizim bulgularımızdan daha yüksek tespit etmişlerdir (Fattore vd., 2015).

Japonyada Kawamura ve ark.'nın (2014) GC-MS yöntemiyle 2011-2012 yılları arasında yaptıkları çalışmada Japonyada üretilen ve ülkeye ithal gelen zeytinyağında ton balığı konservelerinde bisfenol A miktarlarının ortalama sırasıyla 3.4 ng/g ve 57 ng/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulguları ile kıyaslandığında araştırmacıların Japonyada üretilen ürünlere yakın olduğu belirlenmiştir (Kawamura vd., 2014).

İspanyada Fasano ve ark.'nın (2015) GC-MS yöntemiyle yaptıkları çalışmada balık konservelerinde bisfenol A miktarlarının ortalama 1.1 ng/g, tavuk konservelerinde 82 ng/g, et konservelerinde ise 0.87 ng/g olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulguları ile kıyaslandığında araştırmacıların balık ve tavuk konservelerinde bulunduğu ortalama bulguları bizim bulgularımızdan daha yüksek olup et konservesindeki bulguları bizim bulgularımıza yakın bulgular tespit etmişlerdir (Fasano vd., 2015).

Kanadada Cao ve Popovic'in (2015) GC-MS yöntemiyle yaptıkları çalışmada 52 adet balık konservesinde bisfenol A miktarlarının ortalama 28 ng/g olduğunu ve 0.96-265 ng/g aralığında Bisfenol A rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulguları ile kıyaslandığında araştırmacıların minimum bulgusu bizim bulgularımıza yakın olup ortalama değer bu çalışmadan daha yüksek tespit edilmiştir (Cao & Popovic, 2015).

Yaptığımız bu çalışmada Şanlıurfa ilinde süpermarketlerden satışa sunulan ve internet üzerinden satışa sunulan; 2 farklı firmaya ait 4 adet kırmızı et konservesi (Grup I), 6 farklı firmaya ait 13 adet tavuk-hindi konservesi (Grup II), 12 farklı firmaya ait 16 adet ton balık konservesi (Grup III), 4 farklı firmaya ait 9 adet diğer balık konservesi (Grup IV) olmak üzere toplam 16 farklı firmaya ait 42 konserve

gıda (aynı firma örneklerinde ise farklı kutu tipi ve farklı içerikler olmasına dikkat edilmiştir) örnek olarak kullanılmıştır. Farklı et türlerine ait bu konserveelerde Bisfenol A (BPA) düzeyleri ELISA yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

Araştırmamızda analiz edilen 4 adet kırmızı et bazlı konserve örneğinde BPA konsantrasyonları 0.0001038 µg/kg ile 0.008818 µg/kg aralığında tespit edilmiştir. Bu gruptaki örneklerin ortalama BPA düzeyi 0.0048 ± 0.0018 µg/kg olarak hesaplanmıştır. Analize dahil edilen tüm konserve örneklerinde çeşitli miktarlarda BPA saptanmıştır.

2015 yılında Avrupa Gıda Güvenliği (EFSA) tarafından BPA'nın diyetle maruz kalma değerlendirmesi yapılmıştır. Paketlenmiş ve paketlenmemiş gıdalar karşılaştırıldığında, BPA'nın en yüksek değeri (18.68 µg/kg) paketlenmiş gıdalarda tespit edilmiştir. Anne sütü, kahvaltılık gevrekler, atıştırmalıklar, baharatlar, balık ve etler hazır gıda BPA kategorisinde yer almaktadır. Bunlar 30 µg/kg BPA'nın üzerindeki değerlere ulaşmaktadır. Paketlenmemiş gıdalar arasında et ve balıkta sırasıyla 9.4 µg/kg ve 7.4 µg/kg ile en yüksek BPA konsantrasyonu saptamışlardır (EFSA, 2015; Tan vd., 2022).

Adeyi ve Babalola (2019)'nın yetişkin nüfusun yaygın olarak tükettiği gıdalardaki BPA konsantrasyonlarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, en yüksek BPA konsantrasyonunun bitkisel yağda (28,4 ng/g) olduğu ardından konserve su ürünleri (26,3 ng/g), konserve sığır eti (21,3 ng/g) ve kurutulmuş karides (17,5 ng/g) olmuştur. Çiğ sığır eti, tavuk, peynir, elma, domates, fasulye, pirinç ve tavuk yumurtasında ise BPA tespit etmemişlerdir (Adeyi & Babalola, 2019).

Araştırmalar, BPA'nın polikarbonat içeren kaplamalardan konserve et ürünlerine iki ana yolla geçebildiğini göstermiştir: bunlardan ilki, üretim sonrasında PC içerisinde kalan artık BPA'nın difüzyon yoluyla geçişi; ikincisi ise kaplama polimerinin hidrolizidir. Genel olarak, göç (migrasyon) süreçleri; gıdanın bileşimi, temas süresi ve şekli, temas sıcaklığı, ambalaj materyalinin türü, migran maddenin doğası ve miktarı gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Arvanitoyannis & Kotsanopoulos, 2014).

Geens ve arkadaşlarının yaptığı araştırma, konserve katı gıdalarda bulunan BPA konsantrasyonunun, konserve içeceklerdeki ortalama BPA seviyesinden 40 kat, katı gıdaların sıvı fazından ise yaklaşık yedi kat daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Geens ve ark., 2010). Katı gıdalarda -özellikle et ürünlerinde- gözlenen

yüksek BPA seviyeleri, kaplamalardan daha çok yüksek yağ içeriğine sahip katı gıdalara BPA göçünün gerçekleştiğini düşündürmektedir. Bu farkın, içecek ve gıda konservesi kutularının farklılığı, kaplama koşulları, örnek matrisinin yapısı, yağ içeriği ve sterilizasyon işlemleri arasındaki farklardan kaynaklandığı değerlendirilmektedir (Noonan vd., 2011).

Sajiki ve arkadaşlarının (2007) Japonya Chiba Eyaleti ve Tokyo metropol bölgesindeki süpermarketlerde satılan gıdalardaki Bisfenol A (BPA) miktarını belirlemek için üç farklı ambalaj türünde (konserve kutuları, plastik ve kağıt kaplar) toplam 87 yaygın tüketilen gıda ile çalışmışlardır. Bu ürünler arasında 48 konserve kutusu (7 balık, 5 kırmızı et, 16 meyve ve sebze, 18 çorba ve sos, 2 diğer), 23 plastik kap (3 içecek, 5 çikolata ve kurabiye, 4 çorba ve sos, 7 fastfood ve 4 diğer) ve 16 kağıt kap (9 içecek, 5 süt ürünü ve 2 fastfood) bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonunda konserve dana etinde bildirilen BPA konsantrasyonları dana etinde 9–10 µg/kg bulunmuştur (Sajiki vd., 2007).

Yeni Zelanda'da Thomson ve Grounds (2005) tarafından yapılan çalışmada, konserve ve şişelenmiş gıda tüketimi yoluyla Bisfenol A (BPA) maruziyeti belirlenmiştir. Satın alınan 80 farklı konserve gıda, gaz kromatografisi/kütle spektrometrisi (GC/MS) yöntemiyle BPA konsantrasyonu açısından analiz edilmiştir. Analiz edilen tüm gıdalarda -gazlı içecekler hariç- BPA'ya rastlanmıştır. BPA konsantrasyonları genellikle <10 ile 29 µg/kg arasında değişmiştir. Ancak, bazı bireysel örneklerde (ton balığı-109 µg/kg, konserve dana eti-98 µg/kg ve hindistan cevizi kreması-191 µg/kg) daha yüksek düzeyler tespit edilmiştir. Konserve dana etinde (cornedbeef) min 29 µg/kg iken max 98 µg/kg saptanmıştır (Thomson & Grounds, 2005).

Braunrath ve arkadaşlarının 2005 yılında Avusturya'daki süpermarketlerden satın alınan konserve içecekler, meyveler, sebzeler ve yağ içeren gıda maddelerinde Bisfenol A (BPA) konsantrasyonları belirledikleri çalışmalarında; konserve dana etinde min BPA değer 9,6 µg/kg iken max BPA değeri 22 µg/kg olarak bulunmuştur (Braunrath vd., 2005).

Feshin ve arkadaşlarının (2012) çalışmalarında çeşitli sebze-meyve, sebze-meyve konserveleri, kırmızı et konservelerini GC/MS yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmada konserve et püresi ve ette BPA konsantrasyonu 19,39 µg/kg bulunmuştur (Feshin vd., 2012).

Stojanović ve arkadaşları Sırbistan Silahlı Kuvvetleri için üretilen konserve et ürünlerindeki Bisfenol A (BPA) miktarını incelemişlerdir. Konservelerde, dana gulaş ve domates soslu et köfte bulunmaktadır. BPA düzeyi LC-MS yöntemiyle analiz edilmiştir. Dana gulaş konservesinde 18,0-64,8 µg/kg arasında değişirken, et köftede ise 21,3-31,2 µg/kg arasında değişmektedir (Stojanović vd., 2019).

Araştırmamızda elde edilen bu sonuçlar, kırmızı et konservelerinde BPA geçişinin sınırlı düzeyde olduğunu göstermektedir. Ancak, analiz edilen tüm konserve gruplarında BPA varlığına rastlanmış olması, bu tür ambalajlı gıdaların BPA maruziyetine potansiyel bir kaynak olabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen BPA düzeylerinin uluslararası düzenlemelerde belirtilen sınır değerlerin altında olması önemli bir bulgu olmakla birlikte, uzun vadeli ve sürekli tüketimin kümülatif etkileri göz önünde bulundurulduğunda halk sağlığı açısından izlemeye devam edilmesi gereken bir durumdur. Ayrıca, BPA düzeylerindeki farklılıkların ürün tipi, içerik, kutu tipi ve üretici firma gibi değişkenlerle ilişkilendirilmesi, ilerleyen çalışmalar için önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Bu bağlamda, çalışmamız gıda ambalaj güvenliği konusunda yerel düzeyde güncel ve özgün veriler sunarak literatüre katkı sağlamaktadır.

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışması, Türkiye'de satışa sunulan konserve et ürünlerinde Bisfenol A (BPA) varlığını ve bunun halk sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma kapsamında, Şanlıurfa il sınırlarında bulunan marketlerde ve çevrimiçi platformlarda satılan farklı firmalara ait 42 konserve gıda örneği analiz edilmiştir. ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) yöntemi kullanılarak yapılan analizlerde, en yüksek ortalama BPA düzeyinin balık eti bazlı konserveelerde ($0.0706 \mu\text{g/kg}$) bulunduğu, bunu tavuk eti bazlı konserveelerin ($0.0144 \mu\text{g/kg}$) ve kırmızı et bazlı konserveelerin ($0.0048 \mu\text{g/kg}$) takip ettiği saptanmıştır. Bu bulgular, BPA'nın konserve et ürünlerinde varlığının, ürün türüne ve içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ve bazı ürünlerin halk sağlığı açısından risk oluşturabileceğini göstermektedir.

7. ÖNERİLER

Gıda ambalajlarında kullanılan BPA'nın sağlık üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak, BPA içermeyen alternatif malzemelerin araştırılması ve bu alternatiflerin gıda ambalajlarında kullanımının teşvik edilmesi önemlidir. Tüketicilerin BPA'nın potansiyel sağlık riskleri hakkında bilinçlendirilmesi amacıyla, kamu spotları, broşürler ve sosyal medya kampanyaları gibi çeşitli iletişim araçlarıyla bilgilendirme yapılmalıdır. Bu önerilerin hayata geçirilmesi, konserve et ürünlerinde BPA'nın potansiyel sağlık risklerini azaltmaya ve halk sağlığını korumaya katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Adeyi, A. A., & Babalola, B. A. (2019). Bisphenol-A (BPA) in foods commonly consumed in Southwest Nigeria and its human health risk. *Scientific Reports*, 9(1), 17458. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53790-2>
- Afoakwa, E.O. (2007). Canning technology-recent advances through optimization and modelling techniques. Terrance P. Klening (Ed.), *Food engineering research developments* in (pp. 167-219). Nova Science Pub Inc.
- Akçay, S. (2017). *Konserve sosis üretiminde ısıtma işlem parametreleri ile depolama süresince bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akhbarizadeh, R., Dobaradaran, S., Nabipour, I., Tajbakhsh, S., Darabi, A. H., & Spitz, J. (2020). Abundance, composition, and potential intake of microplastics in canned fish. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111633.
- Alabi, A., Caballero-Casero, N., & Rubio, S. (2014). Quick and simple sample treatment for multiresidue analysis of bisphenols, bisphenol diglycidyl ethers and their derivatives in canned food prior to liquid chromatography and fluorescence detection. *Journal of Chromatography A*, 1336, 23-33.
- Ambalaj Sanayicileri Derneği. (2023). Ambalaj Sanayicileri Derneği. <https://ambalaj.org.tr/tr/gundem-arsiv-2023>
- Anar, Ş. (2012). *Et ve et ürünleri teknolojisi* (s. 67–70). Dora Yayınları, Bursa.
- Arakawa, C., Fujimaki, K., Yoshinaga, J., Imai, H., Serizawa, S., & Shiraishi, H. (2004). Daily urinary excretion of bisphenol A. *Environmental health and preventive medicine*, 9(1), 22–26. <https://doi.org/10.1265/ehpm.9.22>
- Arvanitoyannis, I. S., & Bosnea, L. (2004). Migration of substances from food packaging materials to foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 44(2), 63-76.
- Arvanitoyannis, I. S., & Kotsanopoulos, K. V. (2014). Migration phenomenon in food packaging. Food–package interactions, mechanisms, types of migrants, testing and relative legislation—A review. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 21-36.
- Ayaz, Y., Ayaz, N. D., & Erol, I. (2006). Detection of species in meat and meat products using Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. *Journal of Muscle Foods*, 17(2), 214-220.
- Ball, J. M., Henry, N. L., Montelaro, R. C., & Newman, M. J. (1994). A versatile synthetic peptide-based ELISA for identifying antibody epitopes. *Journal of immunological methods*, 171(1), 37-44.
- Baluka, S. A., & Rumbeiha, W. K. (2016). Bisphenol A and food safety: Lessons from developed to developing countries. *Food and Chemical Toxicology*, 92, 58-63.
- Barnes, K., Sinclair, R., and Watson, D. (2007). *Chemical migration and food*

contact materials. Woodhead Publishing Limited, England.

- Battaglia Richi, E., Baumer, B., Conrad, B., Darioli, R., Schmid, A., & Keller, U. (2015). Health Risks Associated with Meat Consumption: A Review of Epidemiological Studies. *International journal for vitamin and nutrition research. Internationale Zeitschrift für Vitamin- und Ernährungsforschung. Journal international de vitaminologie et de nutrition*, 85(1-2), 70–78. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000224>
- Battal, D. (2012). Mersin ilinde yaşayan bireylerdeki Bisfenol A düzeyinin belirlenmesi [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Baysal, A. (2012). *Beslenme*, Hatipoğlu Basım ve Yayım, Ankara
- Bekhit, A. E. D. A., Holman, B. W., Giteru, S. G., & Hopkins, D. L. (2021). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 280-302.
- Bell, J. D., Sharp, M. K., Havice, E., Batty, M., Charlton, K. E., Russell, J., ... & Gillett, R. (2019). Realising the food security benefits of canned fish for Pacific Island countries. *Marine Policy*, 100, 183-191.
- Biedermann-Brem, S., & Grob, K. (2009). Release of bisphenol A from polycarbonate baby bottles: water hardness as the most relevant factor. *European Food Research and Technology*, 228(5), 679-684.
- Bingöl, M. (2013). *Polikarbonat (Pc) su damacaneleri ve bebek biberonlarından Bisfenol A migrasyonuna ve pc degradasyonu sonucu bpa oluşumuna çeşitli faktörlerin etkilerinin belirlenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Braunrath, R., Podlipna, D., Padlesak, S., & Cichna-Markl, M. (2005). Determination of bisphenol A in canned foods by immunoaffinity chromatography, HPLC, and fluorescence detection. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(23), 8911-8917.
- Cao, P., Zhong, H. N., Qiu, K., Li, D., Wu, G., Sui, H. X., & Song, Y. (2021). Exposure to bisphenol A and its substitutes, bisphenol F and bisphenol S from canned foods and beverages on Chinese market. *Food Control*, 120, 107502.
- Cao, X. L. (2010). Chemistry and analytical methods for determination of bisphenol A in food and biological samples. In *World Health Organization FAO/WHO Expert Meeting on Bisphenol A (BPA), Ottawa, Canada* (pp. 2-5). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://iris.who.int/bitstream/10665/44624/1/97892141564274_eng.pdf
- Cao, X. L., & Popovic, S. (2015). Bisphenol A and three other bisphenol analogues in canned fish products from the Canadian market 2014. *Journal of food protection*, 78(7), 1402-1407.
- Cao, X. L., Perez-Locas, C., Dufresne, G., Clement, G., Popovic, S., Beraldin, F., ...

- & Feeley, M. (2011). Concentrations of bisphenol A in the composite food samples from the 2008 Canadian total diet study in Quebec City and dietary intake estimates. *Food Additives and Contaminants*, 28(6), 791-798.
- Carwile, J. L., Luu, H. T., Bassett, L. S., Driscoll, D. A., Yuan, C., Chang, J. Y., ... & Michels, K. B. (2009). Polycarbonate bottle use and urinary bisphenol A concentrations. *Environmental health perspectives*, 117(9), 1368-1372.
- Cemeroğlu, B. (2015). *Gıda mühendisliğinde temel işlemler*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- Cemeroğlu, S.B. (2010). *Gıda mühendisliğinde temel işlemler*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- Chmiel, M., Roszko, M., Adamczak, L., Florowski, T., & Pietrzak, D. (2019). Influence of storage and packaging method on chicken breast meat chemical composition and fat oxidation. *Poultry science*, 98(6), 2679-2690.
- Chong, Y.W., Aung, H.P., & Leong, L.K. (2011). Determination of Bisphenol A in polycarbonate drinking bottles, canned foods and environmental waters by high- performance liquid chromatography with fluorescence detection, UMTAS 2011. *Empowering Science, Technology and Innovation Towards a Better Tomorrow*, 156-160.
- Cunha, S. C., Cunha, C., Ferreira, A. R., & Fernandes, J. O. (2012). Determination of bisphenol A and bisphenol B in canned seafood combining QuEChERS extraction with dispersive liquid-liquid microextraction followed by gas chromatography-mass spectrometry. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 404, 2453-2463.
- Czub, P. (2011). Chapter 7: Bisphenol-A. Thomas, S., & Visakh, P. M. (Eds.). In: *Handbook of Engineering and Specialty Thermoplastics* (pp. 221-269). John Wiley & Sons, New Jersey.
- Çelik, İ., & Tümer, G. (2016). Gıda ambalajlamada son gelişmeler. *Akademik Gıda*, 14(2), 180-188.
- de Fátima Pocas, M., & Hogg, T. (2007). Exposure assessment of chemicals from packaging materials in foods: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18(4), 219-230.
- Del Olmo, M., Gonzalez-Casado, A., Navas, N. A., & Vilchez, J. L. (1997). Determination of bisphenol A (BPA) in water by gas chromatography-mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 346(1), 87-92.
- Delgado, J., Ansorena, D., Van Hecke, T., Astiasarán, I., De Smet, S., & Estévez, M. (2021). Meat lipids, NaCl and carnitine: Do they unveil the conundrum of the association between red and processed meat intake and cardiovascular diseases?_Invited Review. *Meat science*, 171, 108278. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108278>
- Demirci, M. (2011). Beslenme (s. 82–86). Gıda Teknolojisi Yayınları, Tekirdağ (Yayın No. 44)

- Dianin, A. P. (1891). Condensation of ketones with phenols. *Zhurnal Russkogo Fiziko-Khimicheskogo Obshchestva. J. Russ. Phys. Chem. Soc. St. Petersburg*, 23(488-517), 601-11.
- Dilber, U. F., Dilber, Ö. A., & Karakaya, P. M. (2012). Gıdalarda ambalajın önemi ve tüketicilerin satın alma davranışlarına etkisi (Karaman ili örneği). *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 1(3), 159-190.
- Durmaz Dayılar, Ö. (2024). *Kırmızı et muhafazasında ozon uygulamaları ve kaliteye etkileri* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- EFSA (European Food Safety Authority). (2015). Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavours and Processing Aids (CEF). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs. *EFSA Journal*, 13(1), 3978.
- Ekremoglu, M., & Altinkaynak, C. (2020). ELISA sisteminde protein-inorganik hibrit konjugatın kullanılabilirliği. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri Ve Biyoteknoloji*, 9(2), 226-238.
- ELISA-TEKTM Cooked Meat Specification Kits for the Identification of Animal Species Content in Cooked and Canned Meat and Poultry Products by Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay. ELISA Technologies, Inc, Florida, USA.
- Elobeid, M. A., Almarhoon, Z. M., Virk, P., Hassan, Z. K., Omer, S. A., ElAmin, M., ... & AlOlayan, E. M. (2012). Bisphenol A detection in various brands of drinking bottled water in Riyadh, Saudi Arabia using gas chromatography/mass spectrometer. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 11(3), 455-459.
- Engvall, E. (2010). The ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay. *Clinical Chemistry*, 56(2), 319-320.
- Estevez-Alberola, M. C., & Marco, M. P. (2004). Immunochemical determination of xenobiotics with endocrine disrupting effects. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 378(3), 563-575.
- European Union (EU) (1990). European Parliament and Council Directive No 90/128 /EEC. Relating to plastics materials and articles intended to come into contact with food stuffs. http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/leg_files/90_128_en.pdf
- Fan, J., Guo, H., Liu, G., & Peng, P. (2007). Simple and sensitive fluorimetric method for determination of environmental hormone bisphenol A based on its inhibitory effect on the redox reaction between peroxy radical and rhodamine 6G. *Analytica chimica acta*, 585(1), 134-138.
- Fasano, E., Cirillo, T., Esposito, F., & Lacorte, S. (2015). Migration of monomers and plasticizers from packed foods and heated microwave foods using

- QuEChERS sample preparation and gas chromatography/mass spectrometry. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2), 1015-1021.
- Fattore, M., Russo, G., Barbato, F., Grumetto, L., & Albrizio, S. (2015). Monitoring of bisphenols in canned tuna from Italian markets. *Food and Chemical Toxicology*, 83, 68-75.
- Feshin, D. B., Fimushkin, P. V., Brodskii, E. S., Shelepchikov, A. A., Mir-Kadyrova, E. Y., & Kalinkevich, G. A. (2012). Determination of bisphenol A in foods as 2, 2-bis-(4-(isopropoxycarbonyloxy) phenyl) propane by gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Analytical Chemistry*, 67, 460-466.
- Gallart-Ayala, H., Moyano, E., & Galceran, M. T. (2011). Fast liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the analysis of bisphenol A-diglycidyl ether, bisphenol F-diglycidyl ether and their derivatives in canned food and beverages. *Journal of Chromatography A*, 1218(12), 1603-1610.
- Geens, T., Aerts, D., Berthot, C., Bourguignon, J. P., Goeyens, L., Lecomte, P., ... & Covaci, A. (2012). A review of dietary and non-dietary exposure to bisphenol-A. *Food and chemical toxicology*, 50(10), 3725-3740.
- Geens, T., Apelbaum, T. Z., Goeyens, L., Neels, H., & Covaci, A. (2010). Intake of bisphenol A from canned beverages and foods on the Belgian market. *Food Additives and Contaminants*, 27(11), 1627-1637.
- Geens, T., Goeyens, L., & Covaci, A. (2011). Are potential sources for human exposure to bisphenol-A overlooked?. *International journal of hygiene and environmental health*, 214(5), 339-347.
- Geniş, B., & Tuncer, Y. (2018). Determination of antibiotic susceptibility and decarboxylase activity of coagulase-negative Staphylococcus and Micrococcus caseolyticus strains isolated from fermented Turkish sausage (sucuk). *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13329.
- Gogus, U., & Smith, C. (2010). n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International journal of food science & technology*, 45(3), 417-436.
- Goodson, A., Summerfield, W., & Cooper, I. (2002). Survey of bisphenol A and bisphenol F in canned foods. *Food Additives & Contaminants*, 19(8), 796-802.
- Gorecki, S., Bemrah, N., Roudot, A. C., Marchioni, E., Le Bizec, B., Faivre, F., ... & EDEN Mother-Child Cohort Study Group. (2017). Human health risks related to the consumption of food stuffs of animal origin contaminated by bisphenol A. *Food and Chemical Toxicology*, 110, 333-339.
- Gölge, E., Demirağ, K., & Ova, G. (2005). Bir gıda kontaminantı: bisphenol A. *Akademik Gıda*, 3(3), 16-18.
- Günşen, U., Aydın, A., Ovalı, B., & Coşkun, Y. (2006). Çiğ et ve ısıtılmış et ürünlerinde elisa tekniği ile farklı et türlerinin tespiti. *İstanbul Üniversitesi*

- Gürbüz, Ü. (2009). *Mezbaha bilgisi ve pratik et muayenesi*. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Güvenç, H., & Gürbüz, Ü. (2023). Soğuk ve Donmuş Muhafazanın Etin Bazı Kalite Niteliklerine Etkisi. S. Demirel (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde yenilikçi çalışmalar* içinde (s. 909-940). Duvar Yayınları, İzmir.
- Haines, J., Haycraft, E., Lytle, L., Nicklaus, S., Kok, F. J., Merdji, M., ... & Hughes, S. O. (2019). Nurturing children's healthy eating: position statement. *Appetite*, 137, 124-133.
- Hartmann, C. (2014). *Human biomonitoring of phthalates and Bisphenol A exposure in Austria* [Unpublished Doctoral Thesis]. University of Vienna, Institute of Nutritional Sciences.
- Hinojosa-Nogueira, D., Muros, J. J., Navajas-Porras, B., Delgado-Osorio, A., Pérez-Burillo, S., Pastoriza, S., & Rufián-Henares, J. Á. (2023). Development of a food composition database of different food contaminants CONT11 and estimation of dietary exposure in children of southern Spain. *Food and Chemical Toxicology*, 177, 113843.
- Ho, S. M., Tang, W. Y., Belmonte de Frausto, J., & Prins, G. S. (2006). Developmental exposure to estradiol and bisphenol A increases susceptibility to prostate carcinogenesis and epigenetically regulates phosphodiesterase type 4 variant 4. *Cancer research*, 66(11), 5624-5632.
- Huang, Y. Q., Wong, C. K. C., Zheng, J. S., Bouwman, H., Barra, R., Wahlström, B., ... & Wong, M. H. (2012). Bisphenol A (BPA) in China: a review of sources, environmental levels, and potential human health impacts. *Environment international*, 42, 91-99.
- Hui, Y.H., Hui, Y.H., Nip, W.-K., & Rogers, R. (Eds.). (2001). *Meat Science and Applications* (1st ed.). CRC Press, New York. <https://doi.org/10.1201/9780203908082>
- İlisulu, T. İ. (2019). Gıda ambalajı tasarımlarında değişen tüketici beklentileri. *Sanat-Tasarım Dergisi*, (10), 16-23.
- İnal, T. (1992). *Besin hijyeni hayvansal gıdaların sağlık kontrolü*. Final Ofset, İstanbul.
- Ikezuki, Y., Tsutsumi, O., Takai, Y., Kamei, Y., & Taketani, Y. (2002). Determination of bisphenol A concentrations in human biological fluids reveals significant early prenatal exposure. *Human reproduction*, 17(11), 2839-2841.
- Jalal, N., Surendranath, A. R., Pathak, J. L., Yu, S., & Chung, C. Y. (2018). Bisphenol A (BPA) the mighty and the mutagenic. *Toxicology reports*, 5, 76-84.
- Kang, J. H., Kondo, F., & Katayama, Y. (2006). Human exposure to bisphenol

A. *Toxicology*, 226(2-3), 79-89.

- Kawamura, Y., Etoh, M., Hirakawa, Y., Abe, Y., & Mutsuga, M. (2014). Bisphenol A in domestic and imported canned foods in Japan. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31(2), 330-340.
- Kenan, F. (2019). Termal kâğıtlardan insanlara geçen Bisfenol A'nın belirlenmesi ve insanlara geçen miktarının teorik olarak hesaplanması [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Khalili Tilami, S., & Sampels, S. (2018). Nutritional value of fish: lipids, proteins, vitamins, and minerals. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(2), 243-253.
- Knipe, C.L., & Rust, R.E. (Eds.). (2009). Thermal processing of ready-to-eat meat products. Wiley-Blackwell Publishing.
- Köroğlu, M. (2012). *Konservelerden yiyeceklere geçen Bisfenol A miktarının belirlenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lau, O. W., & Wong, S. K. (2000). Contamination in food from packaging material. *Journal of chromatography. A*, 882(1-2), 255-270. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00356-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00356-3)
- Le, H. H., Carlson, E. M., Chua, J. P., & Belcher, S. M. (2008). Bisphenol A is released from polycarbonate drinking bottles and mimics the neurotoxic actions of estrogen in developing cerebellar neurons. *Toxicology letters*, 176(2), 149-156.
- Lorber, M., Schechter, A., Paepke, O., Shropshire, W., Christensen, K., & Birnbaum, L. (2015). Exposure assessment of adult intake of bisphenol A (BPA) with emphasis on canned food dietary exposures. *Environment international*, 77, 55-62.
- Maia, J., Cruz, J. M., Sendón, R., Bustos, J., Sanchez, J. J., & Paseiro, P. (2009). Effect of detergents in the release of bisphenol A from polycarbonate baby bottles. *Food Research International*, 42(10), 1410-1414.
- Maragou, N. C., Lampi, E. N., Thomaidis, N. S., & Koupparis, M. A. (2006). Determination of bisphenol A in milk by solid phase extraction and liquid chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1129(2), 165-173.
- Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L., & Poli, A. (2015). Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document. *Food & nutrition research*, 59(1), 27606.
- Meiron, T. S., & Saguy, I. S. (2007). Adhesion modeling on rough low linear density polyethylene. *Journal of food science*, 72(9), E485-E491.
- Meli, R., Monnolo, A., Annunziata, C., Pirozzi, C., & Ferrante, M. C. (2020).

- Oxidative stress and BPA toxicity: an antioxidant approach for male and female reproductive dysfunction. *Antioxidants*, 9(5), 405.
- Merdzhanova, A., Makedonski, L., & Stancheva, M. (2013). Black Sea Shad and Red Mullet as sources of omega 3 Fatty Acids. *Scripta Scientifica Medica*, 45, 18-23.
- Milani, M. A., Dana, M. G., Ghanbarzadeh, B., Alizadeh, A., & Afshar, P. G. (2020). Effect of novel bioactive coating enriched with nanoemulsion of mustard essential oil on the quality of turkey meat. *Journal of Food & Nutrition Research*, 59(1).
- Mir, N. A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., & Shukla, V. (2017). Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of food science and technology*, 54, 2997-3009.
- Moody, M. W. (2003). Fish Processing. B. Caballero (Ed.). In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition) (pp. 2453-2457). Oxford: Academic Press.
- Munguia-Lopez, E. M., & Soto-Valdez, H. (2001). Effect of heat processing and storage time on migration of bisphenol A (BPA) and bisphenol A– diglycidyl ether (BADGE) to aqueous food simulant from Mexican can coatings. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(8), 3666-3671.
- Murata, M., & Kang, J. H. (2018). Bisphenol A (BPA) and cell signaling pathways. *Biotechnology advances*, 36(1), 311-327.
- Noonan, G. O., Ackerman, L. K., & Begley, T. H. (2011). Concentration of bisphenol A in highly consumed canned foods on the US market. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(13), 7178-7185.
- Nute, G.R. (2010). Sensory evaluation of meat products. F. Toldrá (Ed.). In: *Handbook of Meat Processing* (pp. 457–468). State Avenue: Wiley-Blackwell.
- Okoye, H., Voegborlo, R. B., & Agorku, S. E. (2015). Human exposure to mercury, lead and cadmium through consumption of canned mackerel, tuna, pilchard and sardine. *Food chemistry*, 179, 331-335.
- Öksüz, A., Alkan, Ş. B., Taşkın, H., & Ayrancı, M. (2018). Yaşam boyu sağlıklı ve dengeli beslenme için balık tüketiminin önemi. *Food and Health*, 4(1), 43-62.
- Özdikmenli, S., & Demirel Zorba, N. N. (2015). Közlenmiş Kırmızı Biber (Kıyap) Konservesi Üretiminde Gıda Güvenliği. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 12(1).
- Panel, E. C. (2015). Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs: Executive summary. *Efsa Journal*, 13(1), 3978.
- Patisaul, H. (2010). Assessing Risks from Bisphenol A: Evaluating human health risks from endocrine disruptors such as BPA is difficult, but animal studies

- suggest trouble is afoot. *American Scientist*, 98(1), 30-39.
- Pedersen, G. A., Hvilsted, S., & Petersen, J. H. (2015). Migration of bisphenol A from polycarbonate plastic of different qualities: Environmental project No. 1710, 2015.
- Pighin, D., Pazos, A., Chamorro, V., Paschetta, F., Cunzolo, S., Godoy, F., ... & Grigioni, G. (2016). A contribution of beef to human health: A review of the role of the animal production systems. *The Scientific World Journal*, 2016(1), 8681491.
- Podlipna, D., & Cichna-Markl, M. (2007). Determination of bisphenol A in canned fish by sol-gel immunoaffinity chromatography, HPLC and fluorescence detection. *European Food Research and Technology*, 224, 629-634.
- Poustková, I., Dobiáš, J., Steiner, I., Poustka, J., & Voldřich, M. (2004). Stability of bisphenol A diglycidyl ether and bisphenol F diglycidyl ether in water-based food simulants. *European Food Research and Technology*, 219, 534-539.
- Ramakrishnan, S., & Wayne, N. L. (2008). Impact of bisphenol-A on early embryonic development and reproductive maturation. *Reproductive Toxicology*, 25(2), 177-183.
- Ramaswamy, H.S., & Marcotte, M. (2005). Food Processing: Principles and Applications (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203485248>
- Ren, B., Wu, W., Soladoye, O. P., Bak, K. H., Fu, Y., & Zhang, Y. (2021). Application of biopreservatives in meat preservation: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(12), 6124-6141.
- Rohrmann, S., & Linseisen, J. (2016). Processed meat: the real villain?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(3), 233-241.
- Rüstemli, N. (2023). *Piyasada satışa sunulan ton balığı konservelerinin ağır metal yönünden incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Sajiki, J., & Yonekubo, J. (2003). Leaching of bisphenol A (BPA) to seawater from polycarbonate plastic and its degradation by reactive oxygen species. *Chemosphere*, 51(1), 55-62.
- Sajiki, J., Miyamoto, F., Fukata, H., Mori, C., Yonekubo, J., & Hayakawa, K. (2007). Bisphenol A (BPA) and its source in foods in Japanese markets. *Food Additives and Contaminants*, 24(1), 103-112.
- Schaefer, A., & Simat, T. J. (2004). Migration from can coatings: part 3. Synthesis, identification and quantification of migrating epoxy-based substances below 1000 Da. *Food additives and contaminants*, 21(4), 390-405.
- Seman, D. L., Boler, D. D., Carr, C., Dikeman, M. E., Owens, C. M., Keeton, J. T., Pringle, T., Sindelar, J. J., Woerner, D. R., de Mello, A. S. & Powell, T. H., (2018) "Meat Science Lexicon", *Meat and Muscle Biology*, 2(3), 1-15.
- Sezer, C. (2024). *Sıcak içeceklerde kullanılan bardaklarda bisfenol migrasyonunun*

- belirlenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Shah, K., & Maghsoudlou, P. (2016). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA): the basics. *British journal of hospital medicine*, 77(7), C98-C101.
- Siddique, M. A. B., Harrison, S. M., Monahan, F. J., Cummins, E., & Brunton, N. P. (2021). Bisphenol A and metabolites in meat and meat products: Occurrence, toxicity, and recent development in analytical methods. *Foods*, 10(4), 714.
- Spagnuolo, M. L., Marini, F., Sarabia, L. A., & Ortiz, M. C. (2017). Migration test of Bisphenol A from polycarbonate cups using excitation-emission fluorescence data with parallel factor analysis. *Talanta*, 167, 367-378.
- Staples, C. A., Dome, P. B., Klecka, G. M., Oblock, S. T., & Harris, L. R. (1998). A review of the environmental fate, effects, and exposures of bisphenol A. *Chemosphere*, 36(10), 2149-2173.
- Stearns, N. A., Zhou, S., Petri, M., Binder, S. R., & Pisetsky, D. S. (2016). The use of poly-L-lysine as a capture agent to enhance the detection of antinuclear antibodies by ELISA. *PloS one*, 11(9), e0161818.
- Stojanović, B., Radović, L., Natić, D., Dodevska, M., Vraştanović-Pavičević, G., Balaban, M., ... & Antić, V. (2019). Influence of storage conditions on migration of bisphenol A from epoxy-phenolic coating to canned meat products. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 84(4), 377-389.
- Şakar, D. (2007). *Bisfenol A'nın tereftalik ve izoftalik asit kopoliesteri ile poli (2,6-dimetil-1,4-fenilen oksit)'in ve karışımlarının çeşitli yöntemlerle incelenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Şireli, T., & Artık, N. (2014). *Kırmızı et hakkında bazı bilgiler ve bilimsel gerçekler*. Ankara Üniversitesi Gıda Güvenliği Enstitüsü, Ankara.
- Şişe, Ş. (2011). *Anne sütünde Nonilfenol ve Bisfenol A düzeylerinin belirlenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Afyonkarahisar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tan, S., Demir, P., & Arslan, A. (2022). Bisfenol A (BFA) ve halk sağlığı açısından önemi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 34(1), 11-17.
- T.C. Sağlık Bakanlığı (SB). (2015). *Türkiye beslenme rehberi*. chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://okulsagligi.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_01/27102535_turkiye_beslenme_rehberi.pdf
- Thomson, B. M., & Grounds, P. R. (2005). Bisphenol A in canned foods in New Zealand: an exposure assessment. *Food additives and contaminants*, 22(1), 65-72.
- Tokat, İ. E., Cumbul, D., Yavaş, H., & Birlik, P. M. (2018). Yağlı Ton Balığı Konserveleri ve Kullanılan Metal Ambalajlarda Bisfenol A (BFA) Miktarının Araştırılması. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (19), 1-8.
- Topuzoğlu, A., Hıdıroğlu, S., Ay, P., Önsüz, F., & İkişık, H. (2007). Tüketicilerin

- gıda ürünleri ile ilgili bilgi düzeyleri ve sağlık risklerine karşı tutumları. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(4), 253-258.
- Tsai, W. T. (2006). Human health risk on environmental exposure to Bisphenol-A: a review. *Journal of Environmental Science and Health Part C*, 24(2), 225-255.
- Türk Gıda Kodeksi. (2007). *Mekanik olarak ayrılmış kanatlı eti tebliği*. Tebliğ no: 2007/34. Resmi Gazete: 03.08.2007-26602.
- Türk Gıda Kodeksi. (2019). Gıda ile Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği, 2019/44 tebliği, 30989 sayılı Resmi Gazete.
- Üçüncü, M. (2011). *Gıda ambalajlama teknolojisi*. Uğurer Yayıncılık, Kayseri.
- Üçüncü, M. (2000). *Migrasyon, gıdadan ambalaja ambalajdan gıdaya madde geçişi*. Ege Üniversitesi Basım Evi.
- Ünsal, A. (2019). Beslenmenin önemi ve temel besin öğeleri. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-10.
- Vandenberg, L. N., Hauser, R., Marcus, M., Olea, N., & Welshons, W. V. (2007). Human exposure to bisphenol A (BPA). *Reproductive toxicology*, 24(2), 139-177.
- Vasconcelos, H., de Almeida, J. M., Matias, A., Saraiva, C., Jorge, P. A., & Coelho, L. C. (2021). Detection of biogenic amines in several foods with different sample treatments: An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 86-96.
- Vilarinho, F., Vaz, M. F., Costa, H. S., & Sanches-Silva, A. (2015). State of the art of the analytical methods for Bisphenol A determination as result of its migration from polycarbonate. In 5th MoniQA International Conference.
- Vogel, S. A. (2009). The politics of plastics: the making and unmaking of bisphenol a “safety”. *American journal of public health*, 99(S3), S559-S566.
- Wei, T., Du, D., Zhu, M. J., Lin, Y., & Dai, Z. (2016). An improved ultrasensitive enzyme-linked immunosorbent assay using hydrangea-like antibody-enzyme-inorganic three-in-one nanocomposites. *ACS applied materials & interfaces*, 8(10), 6329-6335.
- Wolk, A. (2017). Potential health hazards of eating red meat. *Journal of internal medicine*, 281(2), 106-122.
- World Health Organisation WHO/FAO/UNU Expert Consultation. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. World Health Organisation Technical Report Series, Geneva. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf)
- World Health Organization (WHO). (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. WHO Technical Report Series 916, Geneva. <https://www.who.int/publications/i/item/924120916X>
- Yıldız, N. (2009). *Çevresel östrojenlerden Bisfenol A ve Oktilfenolün erkek*

sıçanlarda subkronik etkileri [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yoshida, H., Harada, H., Nohta, H., & Yamaguchi, M. (2003). Liquid chromatographic determination of bisphenols based on intramolecular excimer-forming fluorescence derivatization. *Analytica chimica acta*, 488(2), 211-221.
- Zorba, Ö., & Kurt, Ş. (2005). Yüksek basınç uygulamalarının et ve et ürünleri kalitesi üzerine etkisi. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1), 71-76.