

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

YEŞİL VE SİYAH ÇAYIN KRAKERLERDE
MALONDİALDEHİT (MDA) OLUŞUMU ÜZERİNE
ETKİLERİNİN *İN VİTRO* GASTROİNTESTİNAL
SİSTEM İLE ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşranur UÇAN

İstanbul
Ekim - 2022

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

YEŞİL VE SİYAH ÇAYIN KRAKERLERDE
MALONDİALDEHİT (MDA) OLUŞUMU ÜZERİNE
ETKİLERİNİN *İN VİTRO* GASTROİNTESTİNAL SİSTEM İLE
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşranur UÇAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mustafa YAMAN

İstanbul
Ekim - 2022

TEZ ONAYI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN

Üye Dr. Öğr. Üyesi Erman DUMAN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

İmza

Doç. Dr. Erhan İÇENER
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak yazmış olduğum “Yeşil ve Siyah Çayın Krakerlerde Malondialdehit (MDA) Oluşumu Üzerine Etkilerinin *İn Vitro* Gastrointestinal Sistem İle Araştırılması” adlı çalışmanın tez öneri aşamasından başlayarak, araştırmamın sonuçlandığı sürecin tamamında, bilimsel etiği ve akademik kuralları dikkate alarak bu kurallara uyduğumu, tez içerisindeki tüm bilgileri bilimsel etik ve gelenek çerçevesini göz önünde bulundurarak elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uyarak hazırladığımı, çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yapmış olduğum bütün alıntıları kaynak gösterdiğimi ve faydalandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Büşranur UÇAN

ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgisi ve tecrübesi ile beni yönlendiren, bu çalışmada destek olan tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa Yaman'a, yaşamımın her anında bana destek olan günlere gelmemde büyük emekleri bulunan anne ve babama ve onlar kadar değerli olan anneanne ve dedeme, desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen teyzelerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Büşranur UÇAN

İstanbul - 2022

ÖZET

**YEŞİL VE SİYAH ÇAYIN KRAKERLERDE
MALONDİALDEHİT (MDA) OLUŞUMU ÜZERİNE
ETKİLERİNİN *İN VİTRO* GASTROİNTESTİNAL SİSTEM İLE
ARAŞTIRILMASI**

Büşranur UÇAN

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Ekim, 2022 - 60 Sayfa

Gıda endüstrisinin gelişmesi ve değişmesiyle birlikte insanların beslenme alışkanlıkları da değişmiştir. Paketli gıdalara olan ilgi ile birlikte daha hızlı ve erişimi kolay gıdalar tercih edilmeye başlanmıştır. Yoğun çalışma temposunun arasında yemek hazırlama için vakit bulunamamasından kaynaklı tüketilen birçok hazır gıdalar ve atıştırmalıklar vardır. Bunlardan biri de krakerdir. Krakerler, kolay hazırlanması ve uzun ömürlü olması sebebiyle yüzyıllardır tercih edilen bir hamur ürünüdür. Yeşil çay ve siyah çay ise günlük diyetle sıklıkla tercih edilen iki çay çeşididir. Özellikle yeşil çay, kateşin içeriğinden dolayı sağladığı metabolik yararlar ve antioksidan içeriğinden dolayı beslenmede önemli bir yer tutar. Bu çalışmada günlük beslenmede sıklıkla tüketilen krakerler seçilmiş ve bunların her birine uygulanan yeşil çay ve siyah çay ile birlikte malondialdehit miktarları değerlendirilmiştir. Malondialdehit, yağ oksidasyonunun son ürünüdür ve vücutta birikmesi birçok hastalığın oluşumunda rol oynayabilir. Bu tezin amacı, tüketilen krakerlerin insan vücudundaki sindirimine benzer etkilerini gözlemlemek ve bu etkiyi azaltmak için yeşil çay ve siyah çaydan faydalanılabileceğini göstermektir. Ürünlerdeki ileri glikasyon son ürünleri öncüllerinin miktarları, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak belirlenmiştir. Kraker çeşitlerinde HPLC yöntemiyle analiz edilen başlangıç MDA değerleri, en yüksek 217 µg/ 100 g iken en düşük değer 77 µg/ 100 g'dır. Sindirim sonrası sindirimde ise en yüksek 175 µg/ 100 g ve en düşük 77 µg/ 100 g'dır. Siyah çaylı sindirim sonrası bütün krakerlerdeki MDA değerlerinde artış, yeşil çaylı sindirimde ise değerlerde azalma gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kraker, MDA, Siyah Çay, Yeşil Çay, Sindirim

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF GREEN AND BLACK TEA ON THE FORMATION OF MALONDIALDEHYDE (MDA) IN CRACKERS BY *IN VITRO* GASTROINTESTINAL SYSTEM

Büşranur UÇAN

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN

October, 2022 - 60 Pages

As the food industry evolved and changed, people's diet habits changed. With interest in packaged foods, faster and easier to access foods are being preferred. There are many ready to eat foods and snacks that are consumed due to the lack of time for meal preparation among the busy work schedule. One of them is crackers. Crackers are a dough product that has been preferred for centuries due to its easy preparation and longevity. Green tea and black tea are two types of tea that are frequently preferred in the daily diet. In particular, green tea has an important place in nutrition due to its metabolic benefits and antioxidant content due to its catechin content. In this study, crackers that are frequently consumed in daily diet were selected and the amounts of malondialdehyde applied to each of them were evaluated together with green tea and black tea. Malondialdehyde is the end product of fat oxidation and its accumulation in the body may play a role in the formation of many diseases. The purpose of this thesis is observing the effects of consumed crackers similar to the digestion of the human body and to show that green tea and black tea can be used to reduce this effect. The amounts of advanced glycation end products precursors in the products were determined using high performance liquid chromatography (HPLC). Initial MDA values analyzed by HPLC method in cracker varieties were the highest at 217 µg/ 100 g, while the lowest value was 77 µg/ 100 g. In post-digestion digestion, the highest is 175 µg/ 100 g and the lowest is 77 µg/ 100 g. An increase in MDA values was observed in all crackers after digestion with black tea, and a decrease in values in digestion with green tea.

Keywords: Cracker, MDA, Black Tea, Green Tea, Digestion

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLO LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
SEMBOLLER	xi
KISALTMALAR	xii
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER	2
2.1.Kraker.....	2
2.1.1.Atıştırmalık Krakerler	3
2.1.2.Soda (tuzlu) Krakerler	3
2.1.3.Aromalı (çeşnili) Krakerler	3
2.2.Yeşil Çay ve Siyah Çay.....	4
2.2.1.Yeşil Çay ve Siyah Çayın Bileşenleri	6
2.2.2.Yeşil Çayın Sağlık Üzerine Etkisi.....	8
2.3.Lipit Oksidasyonu ve Malondialdehit Oluşumu	11
2.3.1.Malondialdehitin Kimyasal Yapısı.....	12

2.3.2.Lipit Oksidasyon Ürünleri ve Hücrel Etkileri.....	13
2.3.3.Gıdalarda MDA Oluşumu	15
2.3.4. <i>İn Vitro</i> Gİ Sistemin MDA Oluşumuna Yeşil Çayın Potansiyel Etkisi	15
2.3.5.Malondialdehit ve Hastalıklarla İlişkisi	16
2.3.5.1.Obezite	16
2.3.5.2.Koroner Arter Kalp Rahatsızlığı.....	18
2.3.5.3.Mide Kanseri	19
2.3.5.4.Gastrit	20
2.3.5.5.Alzheimer	21
2.3.5.6.Sigara ve Alkol Tüketimi	22
2.3.5.7.Diyabet	22
2.3.5.8.Osteopoz.....	23

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL METOT	24
3.1.Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Örneklem	24
3.2.Kullanılan Cihaz ve Malzemeler.....	24
3.2.1.Kromotografik Cihazlar	24
3.2.2.Kullanılan Diğer Cihazlar	24
3.2.3.Kullanılan Diğer Malzemeler.....	24
3.3.Çözelti Hazırlama.....	25
3.3.1.MDA Analiz Çözeltileri	25
3.3.2. <i>İn Vitro</i> Sindirim Solüsyonları	25
3.3.3. Yeşil ve Siyah Çayın Demlenmesi.....	27
3.4. <i>İn Vitro</i> Sindirim.....	27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	29
4.1.Sonuç.....	29
4.1.1.Örneklem Etiket Bilgisi.....	29
4.1.2.Örneklemelerin MDA Değerleri	30
4.1.3.Örneklemelerin Biyoerişebilirlik MDA Değerleri	31
4.1.4.MDA Kromatograf Değerleri.....	32
4.2.Öneriler	33
4.3.Tartışma.....	34
KAYNAKÇA	38
ÖZGEÇMİŞ.....	44

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1: Başlıca Çay Üretici Ülkeler

Tablo 2.2: Yetişkinlerde VKİ Değerleri Sınıflandırması

Tablo 4.1: Kraker Çeşitlerinin Etiket Bilgileri

Tablo 4.2: Kraker Çeşitlerinin MDA Değerleri

Tablo 4.3: Kraker Çeşitlerinin Biyoerişebilirlik MDA Değerleri



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Basit kateşin yapıları

Şekil 2.2: Gallokateşin Formları

Şekil 2.3: Epikateşin Gallat Formları

Şekil 2.4: Bisflavanlar

Şekil 2.5: Doku proteinlerinde tespit edilen özel gelişmiş lipit oksidasyon son ürünlerinin yapıları

Şekil 3.1: Kullanılan Cam Tüpler

Şekil 3.2: Enzimlerin Eklenmesi

Şekil 3.3: Analiz Şişeleri (50 ml)

Şekil 4.1: Örnek MDA Kromatogramı

Şekil 4.2: Standart MDA Kromatogramı

SEMBOLLER

ml : Mililitre

μg : Mikrogram

μm : Mikrometre

mg : Miligram

g : Gram

kg : Kilogram

L : Litre

dk : Dakika

mm : Milimetre

m^2 : Metrekare

rpm : Revolutions Per Minute (dakikadaki devir sayısı)

KISALTMALAR

°C	: Celsius
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BMI	: Body Mass Index
CaCl ₂ H ₂ O	: Calcium chloride monohydrate
CH ₃ CN	: Asetonitril
CH ₃ OH	: Metanol
Cu	: Bakır
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
EC	: Epikateşin
ECG	: Epikateşin gallat
EGC	: Epigallokateşin
EGCG	: Epigallokateşin gallat
GGT	: γ -glutamil transpeptidaz
GSH	: Glutasyon
GSSG	: Okside glutasyon
H ₂ O ₂	: Hidrojen Peroksit
HCl	: Hidroklorik asit
HIV	: İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü
KAH	: Koroner arter kalp rahatsızlığı
KCl	: Potasyum klorür
NaCl	: Sodyum Klorür
NaHCO ₃	: Sodyum bikarbonat
O ₂ ⁻	: Süperoksit anyon
OH	: Hidroksi radikal
pH	: Power of Hydrogen
RNA	: Ribonükleik asit
ROT	: Reaktif oksijen türleri

SOD	: Süperoksit dismutaz
TBA	: Tiobarbitürikasit
TCAA	: Triklorasetikasit
TMP	: Tetrametoksipropanm
TNF- α	: Tümör nekrozis faktör
UV	: Ultraviyole
VKI	: Vücut Kütle İndeksi
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
Zn	: Çinko



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İnsanların beslenme alışkanlıkları, yaşam tarzlarına göre şekillenmektedir. Çalışma hayatı ve besine kolay ulaşma talepleri doğrultusunda hazır ve paketli gıdalara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Kolay ulaşılabilirliği sebebiyle tüketilen bu gıdalardan biri de krakerlerdir. Krakerler, uzun raf ömrü ve paketli gıdalar olması sebebiyle uzun yıllardır tercih edilen bir üründür (Taşçı, 2018). Krakerler hazırlanış şekillerine ve aromalı seçenekleri ile farklı gruplara ayrılrsa da ana hamuru benzer özellikler gösterir (JeeYup, 2010). Yeşil çay ve siyah çay, insanların gündelik hayatlarında tercih ettikleri içeceklerdendir. Yeşil çay, özellikle Asya toplumundan tüm dünyaya yayılmış, demleme yöntemiyle hazırlanan ve yüzyıllardır tüketilen bir bitkidir. İçeriğinde bulunan farklı kateşin bileşenleri sayesinde vücuda yarar sağlar ve antioksidan içeriğinden dolayı beslenmede önemli bir yer tutar (Lunder, 1989). İnsan vücudunda gerçekleşen ve birçok hücrenin etkilendiği metabolik olaylardan birisi de lipit oksidasyonudur. Bu oksidasyon sonucu oluşan aldehitlerin son ürünü olan malondialdehitin (MDA), hücrede birikmesi sonucu toksik etki oluşmaktadır (Taub, 1984). Gastrointestinal sistemde; mide suyunun düşük pH'ı, çiğneme sırasında gıdalla alınan oksijen ve metalik iyonlar gibi koşullarda lipit oksidasyonun artmasına ve MDA oluşumuna sebep olur (Cintesun, 2022). Gıdanın nem içeriği, uzun af ömrüne sahip olması için eklenen katkı maddeleri ve lezzet amacıyla kullanılan maillard reaksiyonları krakerlerdeki MDA miktarını önemli ölçüde değiştirmektedir (Zhu Z. F., 2020). MDA'nın nemli besinlerdeki miktarıyla ilgili birçok çalışma vardır fakat kraker gibi nem oranı düşük besinlerdeki etkisinin gösterildiği çalışmalar daha kısıtlıdır. Bu çalışmada günlük beslenmede sıklıkla tüketilen krakerler seçilmiş ve bunların her birine uygulanan yeşil çay ve siyah çay ile birlikte malondialdehit miktarları değerlendirilmiştir. Bu tezin amacı, tüketilen krakerlerin insan vücudundaki sindirimine benzer etkilerini gözlemlemek ve bu etkiyi azaltmak için yeşil çay ve siyah çaydan faydalanılabileceğini göstermektir.

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Kraker

Unlu mamuller toplumun beslenmesinde önemli bir yer oluşturmaktadır. Buğday; bu gıda sektörünün önemli bir hammaddesidir. Dünya’da ve Türkiye’de bu hammaddeye bağlı gıdalar, toplumun beslenmesinde önemli bir yer tutar. Bu nedenle hammaddesinde un ve unlu mamuller kullanarak üretim yapan firmalar, ülkemizde gıda sektöründeki firmalar arasında sayıca fazladır (Taşçı, 2018).

Krakerler çoğunlukla un ve sudan üretilir. Genellikle farklı lezzetler, şekiller ve boyutlarda sunulur (Nedeljković, 2013). Yemeye hazır, kullanışlı ve ucuz gıda ürünleridir. Sindirim ve beslenmeye yararlı bileşenler içerir (Miskelly, 2017). Krakerler, tarih boyunca kolay hazırlanması ve mayalanmadan hazırlanabilmesinden dolayı kolay bir gıda olarak kullanılmıştır. Geçmişe baktığımızda Mısır köleliğinden kaçan Yahudiler, hamurlarının kabarmasına izin veremeyecek kadar acele ettiklerinden, kraker gibi ince ve kabarmamış ürünler ortaya çıkmıştır. İngilizler ise bu ürünü “biscuit” olarak kendilerine göre geliştirmişlerdir. Dönem şartlarına göre düşük nem seviyesi ile küf riskini azaltmışlardır ve böylece saklama koşullarını daha elverişli hale getirmişlerdir (JeeYup, 2010).

Krakerler, genellikle şekersiz ve mayasız hamurdan yapılan ince, gevrek gofretler veya bisküviler olarak tanımlanır. Soda krakerler genellikle daha fazla tercih edilirler. Sünger ve hamur sistemi kullanılarak üretilirler, bu sayede bileşenlerin bir kısmı karıştırılarak 16-20 saat mayalanmaya bırakılır. Bu süre zarfında karışımda dokusal ve lezzet özelliklerine katkıda bulunan değişiklikler meydana gelir. Malzemelerin geri kalanı süngere eklenir ve hamur, pişirmeden önce 3-6 saat daha dinlenmeye ve mayalanmaya bırakılır. İkinci kategori aperatif (püskürtmeli) krakerlerdir. Bu krakerler genellikle 30 dakika ila 4 saat arasında bir gıda sınıfı asit varlığında sodyum veya amonyum bikarbonat kullanılarak kimyasal olarak mayalanır. Son kategori aromalı krakerlerdir. Bu krakerler, peynir veya baharatlar gibi ilave tatlara sahiptir, genellikle fermente edilir ve soda krakerlere benzer bir şekilde üretilir. Dinlenme süresinden sonra, her üç kraker türü için hamur inceltir, lamine edilir, kenetlenir ve

fırınlanır. Hamur genellikle yaklaşık 2 mm'ye kadar inceltir ve 200-300 derecede 2-5 dakika pişirilir. Krakerleri hazırlanış biçimi ve üretim şekillerine göre sınıflandırıp; atıştırmalık krakerler, soda (tuzlu) krakerler ve aromalı (çeşnili) krakerler olarak üç grupta inceleyebiliriz (JeeYup, 2010).

2.1.1. Atıştırmalık Krakerler

Atıştırmalık krakerler genellikle gıda asidi ile; amonyum bikarbonat veya sodyum gibi kimyasal kabartıcı özelliği olan maddelerle 30 dakikadan 4 saate kadar kabartma işlemine girerler. Pişirme işleminden sonraki alkali/bazik reaksiyon, bu şekilde yapılan krakerlerin ayırt edici özelliklerinden biridir. Atıştırmalık krakerler, soda krakerlere göre formülasyon farklılıkları gösterir. Yüksek miktarda yağ içerirler. Hazırlama aşamasında soda krakerlere göre uzun bir fermantasyon süreci yoktur, bunun yerine kimyasal kabartıcılar kullanılır. Hamur hazırlandıktan sonra dinlenmeye bırakılır. İnceltme işleminden geçirilir, iğneli kalıplarla şekil verilerek, kesilir. İğneli kalıplarla şekil verilmesi ve kesilmesi işlemine “docking” denir. İnceltip levha haline getirilen hamur, iğnelerle delinir ve sonrasında hamur katmanlarının birbirine tutunması sağlanır (Hoseney, 1988).

2.1.2. Soda (tuzlu) Krakerler

Soda krakerler, mayalanma yöntemi ile hazırlanır. Öncelikle hamur hazırlandıktan sonra, bileşenler eklenir ve elde edilen yumuşak hamur 16-20 saat fermantasyona bırakılır. Fermantasyondaki hamurda aroma özelliklerini etkileyen değişiklikler meydana gelir. Fermantasyon sürecinin sonunda, formülasyonda kalan bileşenler, başta hazırlanan hamura eklenerek, kraker yapılacak hamur yoğrulmakta, şekil verme ve pişirmeden önce tekrar 3-6 saat fermantasyona bırakılmaktadır (Han, 2010). Toplamda 2 farklı fermantasyon süreci geçirir fakat bazı durumlarda tek aşamalı fermantasyonda uygulanabilir, bu yöntem “direkt mayalama” olarak adlandırılır. Soda krakerler hazırlanış olarak en basit şekilde yapılan kraker çeşididir (Elgün, 2007).

2.1.3. Aromalı (çeşnili) Krakerler

Aromalı krakerler hazırlanış biçimi soda krakerlerle benzerlik gösterir. Buna ek olarak içerisine çeşnilendirmek için peynir veya baharat gibi aroma vericiler eklenir. Pişirme işleminden sonra bazı durumlarda, görünüm ve lezzetin daha iyi olması için yağ

püskürtme işlemi uygulanabilir. Aromatik tatları vermek için aroma vericiler, uygun miktarlarda kullanılır. Bu krakerlerin üretiminde aroma vermek için kullanılan uçucu maddeler, fırın sıcaklığında buharlaştığından kayba neden olmaktadır. Bu nedenle, bu tip kraker hamurlarının pH'sı 5,5 civarında olmalıdır. Peynir, maya otolizi sonucu oluşan maddeler, bitkisel protein hidrolizatları, pek çok bitki ve biberler ile sentetik tütüsüler, fırın sıcaklıklarına dayanıklıdır. Tüketilirken oluşan ağızdaki hissi, lezzetteki kuruluşu azaltmak ve lezzeti geliştirmek amacıyla, aromalı kraker formülasyonlarına, bir miktar şeker veya glikoz şurubu da eklenebilmektedir (Manley, 1991).

Hazırlanan üç çeşit kraker çeşidinde de hazırlanma süreci mayalandırma veya kabartıcılar ile kabartılan kraker hamuru, silindir yardımıyla inceltir. Kesme işlemine geçmeden önce, yapısının bozulmaması için bir süre dinlendirilir. Dinlenmiş hamur istenilen boyutlarda kesilir ve iğneli kalıplarla şekil verilir. Daha sonra uygun fırınlarda pişirilir (200-300°C' de 2-5 dakika) (Elgün, 2007).

Kraker üretiminde dikkat edilmesi gereken en önemli unsurların başında kullanılan un çeşidi gelmektedir. Kraker yapımında kullanılan yumuşak ve sert buğday unu karışımları yerine orta sertlikteki unlar kullanılması önerilmektedir. Kraker kalitesi kullanılan un kalitesine bağlı olarak değişkenlik gösterir (Perez, 2003). Kraker üretiminde kullanılan unlar, bisküvi üretiminde kullanılan unlara göre biraz daha kuvvetlidir. Yapısının daha sert olması istendiği için bu farklılık göz önünde bulundurulur. Bunu sağlamak için yaklaşık %10 protein içermektedir (Gabriela, 2003).

Kraker üretiminde bir diğer dikkat edilmesi gereken özellikler, eklenen yağın miktarı ve kalitesi, ilave edilecek su miktarıdır. Bunlar krakerin yapısından, duyu kalitesinden ve görünümünden sorumlu, temel bileşendir. Bileşenlerin hamura ilave edilme sırasında, önemli bir etkidir. Yağ, sudan önce ilave edilirse, un partiküllerinin yüzeyi yağ ile kaplanacağından, gluten oluşumu engellenmektedir (Faridi, 1990).

2.2. Yeşil Çay ve Siyah Çay

Dünya üzerinden en çok tüketilen içeceklerden biri çaydır. Çay, *Camellia sinensis* türü olarak kabul edilen bitki, yaprak veya içecektir. İki önemli çeşidi vardır; *sinensis* and *assamica*. Bu çeşitler arasındaki en önemli fark yaprak boyutudur. *Sinensis*, küçük yapraklı olanıdır ve yaprakları 5-12 cm arasındadır. *Assamica*, daha büyük olanıdır ve yaprakları 20 cm'ye kadar ulaşabilir. Çay bitkilerinde çok fazla hibridizasyon

meydana gelmiştir. Bu durum; yetiştirme, bitki örtüsü yayılması ve seçimi, kompozisyon farklılıkları dahil olmak üzere çeşitli özelliklere sahip binlerce çeşidin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Genel olarak çaylar, soğuğa karşı dayanıklıdır ve bu nedenle ılıman iklimlerde işlemeye uygundur. Dünya çapında çay üretimi genel olarak artış göstermektedir. Üretimin artması; büyük oranda modern bahçecilik uygulamalarının uygulanmasıyla ve eski bitkilerin yeni geliştirilmiş yüksek verimli çeşitlerle değiştirilmesiyle elde edilen verim artışından kaynaklanır. Bu yeni klonların dikkatli bir bitki seçimiyle veya doku kültürüyle oluşturulması, farmakolojik ve geleneksel ürün ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmış, değiştirilmiş kompozisyonlarla sonuçlanabilecek diğer istenilen özelliklerin eklenmesine de olanak tanır (Zhu Q. Y., 1997).

Tablo 2.1: Başlıca Çay Üretici Ülkeler

Ülke	Kuru Ağırlık Ton/10.000 Ton
Hindistan	715
Çin	540
Sri Lanka	230
Kenya	200
Endonezya	150
Türkiye	130
Sovyetler Birliği	110
Japonya	90
İran	55
Bangladeş	45
Malavi	40
Vietnam	40
Arjantin	35

Yeşil çay üretiminde birincil amaç, yaprak kateşinlerinin korunmasıdır. Toplama, buharlama veya tavada ateşleme, harlama ve yüksek sıcaklıkta havayla kurutma yoluyla hızlı enzim inaktivasyonunu içeren adımlar izlenmektedir. Büyüyen yaprakta bulunan aromatik ve terpen alkollerin glikozitleri koparıldıktan sonra hızla hidrolize

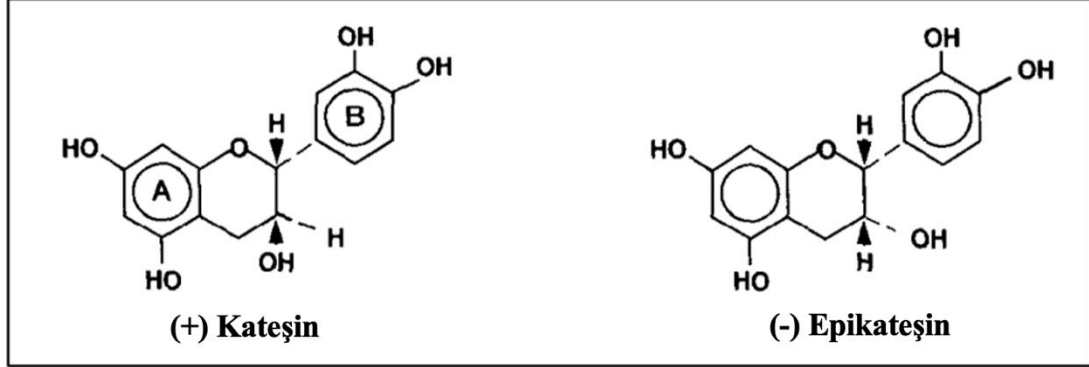
edilerek serbest uçucu alkollerini oluşturur. Japonya'da enzim inaktivasyonu genellikle iki veya elli set halinde, büyük dönen silindirlerde buharla gerçekleştirilir, ardından arzu edilen bir görünüm elde etmek ve nemi kademeli olarak yaklaşık %3'e düşürmek için tasarlanmış bir dizi bükme ve kurutma adımı takip edilmektedir. Bu şekilde üretilen çaya *sencha* denir ve birkaç kalite kategorisine ayrılır. Çoğu Çin yeşil çayı, tavada hızlı yoğurma veya kavurma, ardından büküm ve kurutma ile üretilir. Hindistan'da, inaktivasyon adımı için uzun dönen ısıtmalı silindirler kullanılarak Çin tarzı yeşil çay üretilir. Yeşil çay üretiminin çeşitli tarzları kompozisyon farklılıklarına yol açar. Kullanılan çay, işleme tekniklerini net bir şekilde belirtmek için uygulanan tüm işlemler raporlanarak hazırlanır. Silindir ile döndürme işlemi, görünümü iyileştiren bir kıvrım sağlar. Son kurutma adımında, yeşil çay aromatik lezzetini önemli derecede etkileyen birçok yeni aromatik bileşim oluşur. Yeşil çay bileşimi, ana bileşenlerle ilgili olarak taze yaprağın kompozisyonuna benzemektedir (Joy, 1986).

2.2.1. Yeşil Çay ve Siyah Çayın Bileşenleri

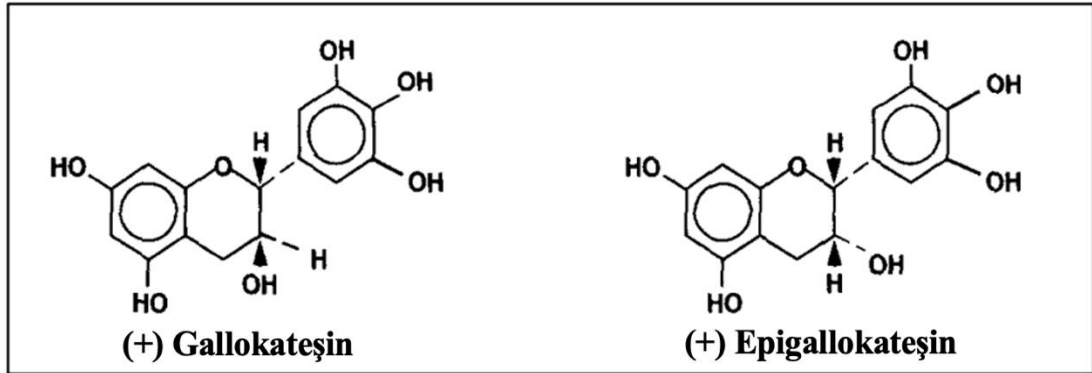
Yeşil çaylar, polifenolik bileşiklerin oksidasyonunu önlemede en etkili olan türdür. Siyah çaylar, yaprak polifenollerinin yüksek derecede enzimatik olarak katalize edilmiş aerobik oksidasyonu ve ardından bir dizi kimyasal kondansasyonu sonucu ortaya çıkmışlardır (Lunder, 1989). Çayın içerisindeki bileşenler; hava şartları, mevsim, bahçecilik uygulamaları, çeşidi ve yaprak yaşına yani yaprakların hasat edildiği konuma göre değişmektedir. Polifenoller, çay yaprağı bileşenlerinin en önemli grubunu, flavonoidlerin kateşin grubunu oluşturur. Bunlardan altısı, taze yapraklarda önemli miktarlarda meydana gelir. Basit kateşin yapısı Şekil 2.1'de gösterilmiştir. İki farklı konfigürasyon vardır ancak kateşinlerin çoğu "epi-" olarak adlandırılan formdadır. "B" halkasında üç hidroksi grubu mevcut olduğunda, gallokateşinler olarak adlandırılırlar (Şekil 2.2). Başka bir grup ise gallik asitle piran halkasında OH grubunun esterleşmesiyle ortaya çıkar (Şekil 2.3) (Bhatia, 1968).

Son yıllarda, daha sofistike ayırma ve tanımlama tekniklerinin gelişmesiyle birlikte, taze çay yaprağında kateşinler ve buna benzer ürünler tanımlanmıştır ancak çok az nicel veri rapor edilmiştir. Bunlara kateşin digallat ve bazı metillenmiş kateşinler dahildir. Chalcan flavanlar adı verilen yeni bir grup bileşen de tanımlanmıştır. Bunlar, kalkon türevine bağlı bir kateşinin bimoleküler kombinasyonlarıdır. Bisflavanollar (aynı zamanda *theasinensins* olarak da bilinir) yeşil yaprakta oluşur. Bunlar, Şekil

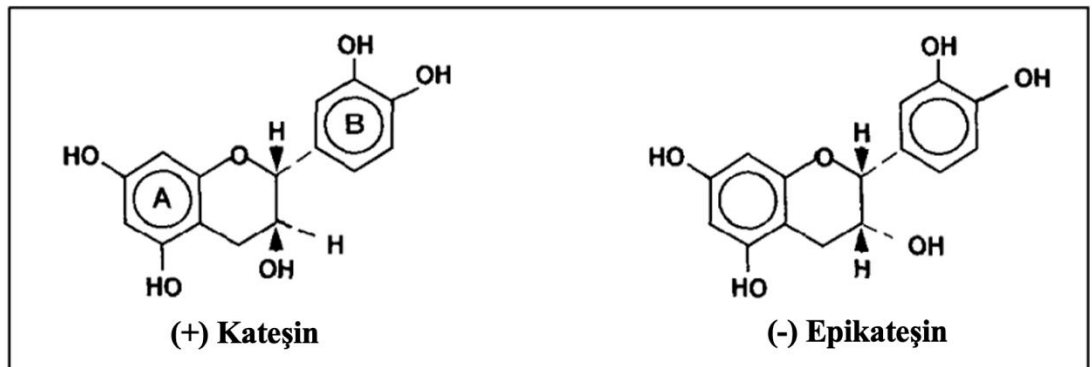
2.4'te gösterildiği gibi "B" halkalarında C-C yapıları ile bağlantılı olan dimerik gallokateşinlerdir (Bhatia, 1968).



Şekil 2.1: Basit Kateşin Yapıları

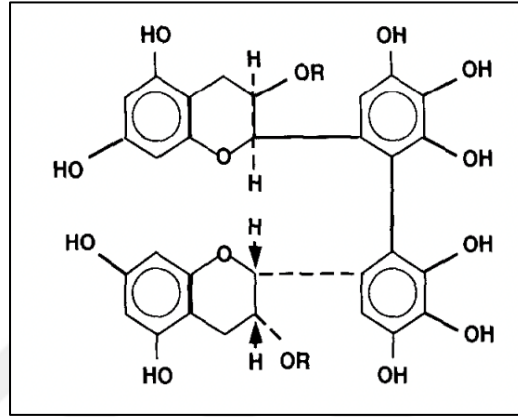


Şekil 2.2: Gallokateşin Formları



Şekil 2.3: Epikateşin Gallat Formları

Taze çay yaprağında dimerik proantosiyanidinler de bulunur. Bunlar aynı zamanda kateşinlerin yoğunlaşma ürünleri olarak da kabul edilebilir, ancak bir "A" halkası ile bir piran halkası arasındaki C-C bağları ile bağlantılıdır. Monomerik antosiyaninler, siyanidin ve delphinidin, sırasıyla epikateşin (EC) ve epigallokateşinin (EGC) flavonoid eşdeğerleridir (Wang, 2000).



Şekil 2.4: Bisflavanlar

Yeşil çay, yapısında bulunan kateşinlerce ve kateşin türevi flavonoidlerce çok zengin bir bitkidir. Yeşil çayda bulunan kateşinler; EC, epigallokateşin gallat (EGCG), epikateşin gallat (ECG) ve EGC. Aralarında %60'lık bulunma oranıyla en çok mevcut olan madde ise EGCG'dir. Sonrasında bulunma miktarları $EGC > EC \geq ECG$ şeklinde sıralanabilir (Khokhar S, 2002). Yeşil çayın demine buruk ve acı bir tat veren kateşinler, suda çözünen ve renksiz olan bileşiklerdir. C ve E vitaminin antioksidan aktivitesine göre yeşil çay kateşinlerinin antioksidan aktivitesi daha fazladır. Çay yaprağında bulunan polifenol oksidaz enzimi sayesinde siyah çayın içerisindeki kateşinler okside olmaktadır. Bu sayede siyah çay, kendine özgü tat ve rengini oluşturan flavonlere dönüşür. Çayın içerisinde flavonoller genellikle glikon formlarından çok glikozit olarak mevcuttur (Wang, 2000).

2.2.2. Yeşil Çayın Sağlık Üzerine Etkisi

Yeşil çayın sağlık üzerine etkileri yapılan birçok çalışmada ortaya konmuştur. Yeşil çayın; hücre yenileyici, antioksidan, ödem azaltıcı, kanser önleyici, damar büyümesini engelleyici, obezite önleyici, mutasyon önleyici etkileri vardır. Bu özelliklerinin yanında yeşil çayın, kolesterolü düşürücü, damar sertliğini önleyici, antidiyabetik ve

antibakteriyel, yaşlanmayı geciktirici etkileri bulunmaktadır (Koo, 2004). Yeşil çayın etki mekanizmasının bu kadar geniş olmasının, içeriğinde bulunan kateşinlerden kaynaklandığını bulunmuştur. Ayrıca yeşil çayın ve içinde bulunan kateşinlerin kansere karşı güçlü şekilde koruyucu etkisi vardır. Hücre döngüsünün durdurulmasında, hücre çoğalmasını engellemesinde, mitotik uyarıların baskılanmasında, etken reseptörlerin baskılanmasında, detoksifikasyon enzimlerinin etkinleştirilmesinde, genotoksisitenin ve mutajenitenin önlenmesinde, serbest radikallerin temizlenmesinde, kanser hücrelerinin apoptosisinin hızlandırılmasında ve anjiyonezisin engellemesinde aktif rolü görülmektedir (Singh, 2002).

Mevcut polifenollerin, proteinlere bağlanma özellikleri vardır. Bu sebeple bazı özel enzim ve reseptörleri etkileyebilmektedir. Yeşil çay kateşinlerinden biri olan ve en yüksek miktarda bulunan EGCG, prooksidan ve nitrik oksit sentezaz gibi özel enzimleri inhibe etmektedir. Ayrıca tümör ve iltihap oluşumunda etkili bileşiklerden nitrik oksitin ve prostoglandinlerin salınımını da azaltmaktadır. Yeşil çayın tümörün yayılmasını engellediği ve böylece oluşan kanserin ilerlemesini önleyebileceği yapılan çalışmalarda gösterilmektedir (Wang, 2000).

Yeşil çay ile ilgili yapılan *in vitro* çalışmaların bir diğesinde, ağız içinde oluşan yaralarda G1 hücre döngüsünün durmasına katkı sağladığı, kanser hücrelerinin apoptosisini hızlandırdığını kanıtlanmıştır (Koo, 2004). Wang'ın 2000 yılında yayınladığı makaleye göre, deney hayvanları kullanılarak yapılan çalışmada, yeşil çayın akciğerde, karaciğerde, sindirim sistemi organlarında, ciltte ve meme bezlerindeki kanserojen kaynaklı tümör gelişimi üzerine ve hücre metastazına karşı önleyici etki gösterdiği ifade edilmiştir (Wang, 2000).

Güçlü antioksidan olarak kabul edilen bu polifenollerinin reaktif olan oksijen ve nitrojen türlerini bağlayıcı etkisi vardır. Ayrıca glutatyon-S-redüktaz, glutatyon redüktaz, süperoksit dismutaz (SOD), kinon redüktaz ve katalaz gibi endojen antioksidan enzimlerinin sentezini uyarabilir ve antioksidan aktivite gösterebilir. Bu etkileri sayesinde yeşil çay, lipid peroksidasyon oluşumunu önleyebilir ve deoksiribonükleik asit (DNA)'in yapısında oluşabilecek hasarları engelleyebilir. Tüm bunlara ek olarak, fraksiyonlarına ayrışmamış yeşil çay ve EGCG'nin metal iyonlarını bağlama özellikleri mevcuttur. Bu özellik, reaktif serbest radikallerin oluşumunu azaltabileceği, özellikle demir iyonlarını bağlama aktivitesi ile antioksidan enzimlerin çalışmasını düzenleyebileceği savunulmuştur. Serbest radikal hasarlarının sebep

olduğu bazı nöronal hastalıklar özellikle Parkinson ve Alzheimer gibi durumlara karşı koruyucu etki edebileceğini belirtilmiştir (Wang, 2000).

Yeřil ay polifenollerinin, misellerde ve dűřük yoğunluklu lipoproteinlerin yanı sıra insandaki kırmızı kan hücrelerinde serbest radikallerin sebep olduğu lipid peroksidasyonuna karşı da güçlü antioksidan etki göstermektedir. Tas, yeşil çayın, lipoprotein oksidasyonu engellemesi ve paraokzonaz aktivitesini koruduğunu ifade etmiştir. Bu koruma, diyabet, yüksek kolesterol gibi kronik hastalıkların sebebi olan ve kalp damar hastalıklarının başlangıcı olan damar sertliğini veya tıkanıklığını engelleyebileceğini makalesinde ifade etmiş, düzenli yeşil çay tüketiminde, kalp rahatsızlıklarını ve kanser riskini azaltabildiği göstermektedir (Tas, 2005).

Yeşil ayın bileşiminde bulunan EGCG'nin, özellikle de endotelial morfogenez sırasında proteaz aktivitesinin düzenlenmesinde antianjiyogenik etki gösterdiği, böylelikle patolojik anjiyogenezele bağlantılı olan tümör büyümesi, romatoid artrit, hemanjiyom ve diyabetik retinopati gibi hastalıkların önlenmesine destekleyici etki gösterebileceği bildirilmektedir. Ayrıca doku nakil işlemlerinde, nakledilen yeni dokunun kişinin bağışıklık sistemi tarafından kabul edilmemesi durumunun engellenmesinde yeşil çayın tedaviye yardımcı olarak kullanılabiliceği belirtilmektedir (Bayer, 2004).

Diřlerde oluşan tartar ve çürüklere sebep olan *Streptococcus sobrinus* ve *Streptococcus mutans* gibi bakterilerin diř minesine yapışmasında, biyolojik aktivitelerini baskılamakta ve ağız kokusunun önlenmesinde yeşil çayın anti bakteriyel etkisi görev almaktadır. Yeřil ay ekstraktları metisiline dirençli olan *Staphylococcus aureus*'un metisilin direncini dűřürmektedir. Ayrıca sindirim sistemi hastalıklarına neden olan *Helicobacter pylori*'nin oluşumunu engellemektedir. Çayın bileşiminde önemli yer kaplayan kateşinlerin, İnsan Bağışıklık Yetmezliđi Virűsü'nün (HIV) revers transkriptaz enzimi ile hücresele DNA ve ribonűkleik asit (RNA) polimerazları inhibe ettiği bildirilmektedir. Yeřil ay ekstraktlarının ve özellikle EGCG, ECG polifenollerinin, *Salmonella typhimurium* ve *Escherichia coli* gibi enfeksiyona sebep olan mikrobiyal sistemlerde, memeli hücre sistemlerinde ve *in vivo* hayvan deneylerinde birçok mutajene karşı antimutajenik etki gösterdiği de yapılan çalışmalarda gösterilmektedir (Kuroda, 1999).

Çaydaki kateşinlerin sindirim sistemi içerisinde, demir ile çözünmeyen kompleksler oluşturarak, demir emilimini bir miktar engelleyebileceği gösterilmektedir. Bu etki göz önünde bulundurularak; demir içeren ilaçların ya da yiyeceklerin çay ile birlikte diyetle tüketilmemesi, çaya eklenen süt veya askorbik asitin bu olumsuz etkisini önlenebileceği belirtilmektedir. Yapılan bir araştırmada, günlük diyetle 3-4 fincan çay içilmesinin, demir eksikliğine bağlı oluşan anemi problemine olumlu etki ettiği bildirilmektedir (Kuroda, 1999).

2.3. Lipit Oksidasyonu ve Malondialdehit Oluşumu

Lipit oksidasyon mekanizması; başlangıç, gelişme ve sonuç olmak üzere üç aşamada gerçekleşmektedir. Serbest radikallerin oluşumuna neden olan reaksiyonlar zinciridir. Isı, ışık, yüksek enerjili radyasyon ve geçiş metalleri gibi başlatıcılar ile birleştiğinde, serbest yağ asidi veya trigliserit molekülünden bir serbest radikal oluşmaktadır. Oluşan serbest radikal, oksijen ile reaksiyona girmesiyle peroksil radikali oluşmaktadır. Bu reaksiyon ise sadece moleküler oksijen ile değil hidroksi radikal (OH), süperoksit anyon (O_2^-) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi diğer türlerle de oluşmaktadır (Taub, 1984).

Serbest radikal mekanizması, primer oksidasyon ve ikincil oksidasyon olarak iki fazdan oluşmaktadır. Primer oksidasyon süresince, oksidasyon işlemi belli bir düzeyde, yavaş olarak ilerlemektedir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyon sürecinde, yağda kötü lezzet ve bozulma hatta acıma oluşmasına neden olmaktadır. Meydana gelen serbest radikal trigliserit veya serbest yağ asidi ile etkileşerek hidroperoksitleri meydana getirmektedir. Hidroperoksitler kötü lezzeti oluşturan ilk üründür. İki tür mekanizma oluşumdan sorumludur. Birincisi; karanlıkta meydana gelen klasik serbest radikal oluşum mekanizmasıdır. İkincisi ise; ışık veya bazı fotosensitizörler varlığında meydana gelen foto oksidasyon mekanizmasıdır. Bu mekanizmada; eritrosin, klorofil, miyogloblin ve diğer pigmentler; riboflavin ve diğer metal iyonları gibi sensitizörler, singlet oksijeni meydana getirmektedir. On aşamada oluşmuş olan singlet oksijen ise moleküler oksijenden 1500 kat daha hızla metil linoleatla reaksiyona girmekte ve allil hidroperoksitleri oluşturmaktadır (Guillen-Sans R, 1998). Üçüncü olarak ise henüz çok fazla çalışılmayan, lipoksigenaz mekanizmasıyla hidroperoksitler oluşur (Drumm, 1991).

Primer oksidasyon ürünlerinden olan hidroperoksitler, kararlı bileşikler olarak kabul edilmektedir. Bu ürünler maddenin oksidasyonuna neden olmaktadır. Polimerizasyonla rengi koyu organik polimerler meydana getirmektedir. Proteinlerle veya aminoasitlerle de etkileşime girebilmektedir. Bu etkileşimde ayrıca sistein ve metioninin yan zincirleri daha hassastır (Spanier, 1988). Oksidatif olaylar daha hızla ikinci faz sürecinde gelişmektedir. Lipit hidroperoksitleri çok dayanıksızdır ve homolitik veya heterolitik kırılma sonucu, serbest alkolik radikallere parçalanmaktadır. Farklı hidroperoksitlerden, birbirinden farklı ikincil ürünler oluşmaktadır. Örneğin; metil linoleatın 13-hidroperoksitinin kırılması pentane ve metil 13-oxo 9,11-tridekadienoatı meydana getirirken; metil linoleatın 9-hidroperoksitinin kırılması 2, 4-dekadienal ve metil oktanoatın oluşumuna neden olmaktadır. Bütün bu etkileşimlerin sonucunda kötü koku ve tada neden olan alkoller, aldehytler, ketonlar, asitler, hidrokarbonlar ve epoksitler gibi ikincil oksidasyon ürünleri oluşmaktadır. Alkoller daha az miktarda oluşmaktadır. Doymuş aldehytler (formaldehit, hekzanal), doymamış aldehytler (akrolein), 4-hidroksi 2 nonenal (3-dikarbonil) bileşikleri (malondialdehit) miktarda en çok oluşan bileşikler arasında sayılmaktadır. Formaldehit, karsinogenik olarak düşünülürken akroleinin hayvanlara, bitkilere ve tek hücreli organizmalara toksiktir (Halliwell, 1995). MDA ise mutajen ve potansiyel karsinogen olarak tanımlanmaktadır (Sofos, 1993).

2.3.1. Malondialdehitin Kimyasal Yapısı

Serbest radikal reaksiyonlarının son fazında üç karbonlu malondialdehit oluşmaktadır. Malondialdehitin kapalı formülü $C_3H_4O_2$ ve molekül ağırlığı 72'dir. Besinlerin bazılarında özellikle lipit fraksiyonu içerenlerde otooksidasyon meydana gelmektedir. Otooksidasyon sürecinin sonunda MDA düzeyini öğrenmek için tiobarbitürik asit (TBA) testinden yararlanılmaktadır. MDA, 1,1,3,3-tetraetoksipropanın (TEP) veya 1,1,3,3-tetrametoksipropanın (TMP) asidik hidroliziyle elde edilir. TEP'in asit hidrolizi sonucu dayanıklı bir MDA solüsyonu oluşmaktadır. Asit ortamda TEP hemiasetal ve ethanole hidrolize olmaktadır. Hemiasetal ayrışarak 1,3-propanediale yani MDA'ya ve ethanole dönüşmektedir. Suyun içerisindeki MDA, genellikle uçucu olmayan enolat anyonu olarak bulunmaktadır. Nötr pH'da; protein, aminoasit, glikojen ve diğer bileşenlerle reaksiyona girerek MDA'yı oluşturmaktadır (Sofos, 1993). Dondurarak depolama sırasında MDA ile miyosinin ϵ -amino gruplarıyla olan

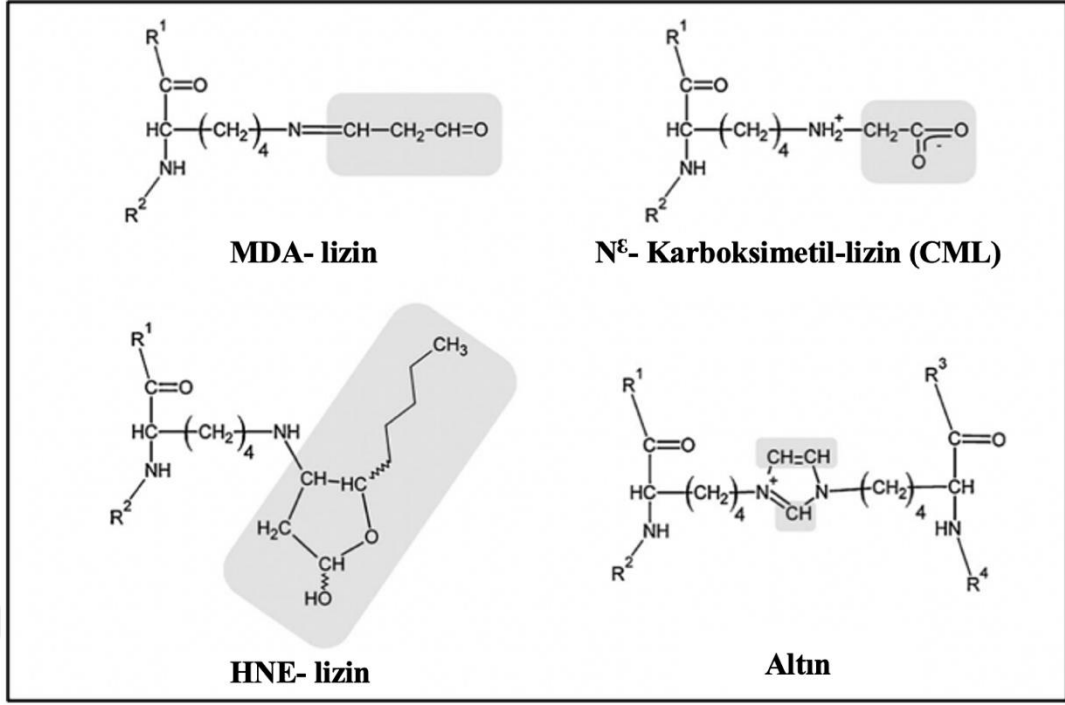
reaksiyonu -20°C'de, 0°C'den daha fazla olmaktadır. MDA özellikle histitin, arginin, tirozin ve metionin ile reaksiyona girmektedir. Bağlı formda bulunan MDA'yı serbest forma sokmak için uygulanması gereken koşulların tespiti zordur. Kuvvetli ısı ve asit ile işlem görmeden özellikle et proteinlerine bağlı MDA'nın tamamının hidrolizi güçtür. Bu ortam sağlandığında ise TBA ile MDA kompleksinin dayanıklılığı tehlikeye girmektedir ve geri kazanılan MDA miktarı ile ilgili problemler ortaya çıkabilmektedir (Buttkus, 1967).

Serbest radikal reaksiyonu sonucu ortaya çıkan MDA, mutajenik ve karsinojenik etkisi sebebiyle oldukça ilgi çekmektedir. Yapılan çalışmalarda, MDA'nın DNA ile reaksiyona girerek mutajenik etkide bulunduğu gösterilmektedir. *In vivo* ortamdaki endojen MDA oluşumunu; nitrojen oksitler, ozon gibi lipit peroksidasyonuna stimüle eden çevresel faktörler de arttırmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin bozulması sonucu oluşan ekzojen MDA'nın metabolizmasının, endojen MDA'dan önemli ölçüde farklı olduğu görülmektedir (Draper, 1990).

Besinlerin bileşiminde bulunan MDA'nın önemsiz bir bölümü serbest formda geri emilmektedir. Bu nedenle diyetin dokulardaki serbest MDA'nın önemli bir kaynağı olduğu düşünülmemektedir. MDA besinlerde, insan plazmasında ve idrarda yapılan testler ile gözlemlenebilmekte ve karsinogenez ile ilişkili biyolojik davranışlar göstermektedir. Plazmada ve idrardaki MDA miktarları, besinlerdeki veya dokulardaki lipit peroksidasyonunun göstergesidir.

2.3.2. Lipit Oksidasyon Ürünleri ve Hücresel Etkileri

Lipit oksidasyon reaksiyonları sırasında üretilen reaktif karbonil türler; protein, DNA ve fosfolipit hasarına, sinyal yolu aktivasyonuna ve bununla birlikte aktivasyonu değiştirmeye kadar çok çeşitli moleküler ve biyolojik etkiler sergilemektedir. Bununla birlikte, toksisite ile ilgili ayrıntılı mekanizmalar çoğunlukla bilinmemektedir. Lipit oksidasyon reaksiyonları, fiziki ve kimyasal özelliklerde değişiklikler gibi proteinlerin yapısında da yapısal ve işlevsel değişikliklere yol açar (Thorpe, 2003).



Şekil 2.5: Doku proteinlerinde tespit edilen özel gelişmiş lipit oksidasyon son ürünlerinin yapıları

Kaynak: (Marnett, 2002).

Elektroforetik hareketlilik, intramoleküler protein çapraz bağlantıları ve agregalarının oluşumu; enzim aktivitesinde ve büyüme faktörlerinde azalış, protein bozulmasının değiştirilmesi, proteinlerin işlenmesi, hücre dışı matris özelliklerinin ve hücre-matris etkileşimlerinin modifikasyonu ve otokolimasyon uyarımı bu değişikliklere örnek verilebilir. Bu nonenzimatik protein modifikasyonları spontane, rastgele, programlanmamış ve katalize edilmemiş kimyasal reaksiyonlardır. Ayrıca, tüm proteinlerin hedefi olabilir. Bununla birlikte, bazı temel hücresel veya hücre dışı moleküllerin bu kimyasal modifikasyonların tercihli hedefleri olup olmadığı ve bu değişikliklerin kapsamının bozulmuş hücresel ve doku işlevlerini açıklamak için yeterli olup olmadığı önemli sorulardır. Bu konuda belirli proteinlerin hasar görmesi durumunda, kararlı hal seviyelerinin belirlenmesi fark etmemize izin vermez. Proteinlerin lipoksidatif hasarının etkileyebilecek faktörler arasında metal bağlayıcı bir alan, çok parçalı konformasyon, proteolsiz oranı ve lipoksidatif reaksiyonlara duyarlı amino asit kalıntılarının göreceli bolluğu sayılabilir.

2.3.3. Gıdalarda MDA Oluşumu

Günümüzde modern dünyanın gelişmesi ile beraber değişen beslenme alışkanlıkları paketli gıdalara olan talebi arttırmaktadır. Bu gıdalar hazırlanırken işleme teknikleri, yüksek sıcaklıktaki işlemler, besin bileşimi, düşük nem ve pH nedeniyle işlenmiş gıdaların besin değerlerinde insan sağlığını olumsuz etkileyici değişimler meydana gelmektedir. Raf ömrünü uzatmak için eklenen katkı maddeleri, paketli gıdalardaki uzun süre ambalajlı saklama koşulları altında kimyasal değişimler meydana getirmektedir. Yapılan bir çalışma, ambalajlanan balık krakerlerinin üç ay boyunca farklı sıcaklıklar altında kimyasal özelliklerini ve lipit stabilitesini incelemiş ve değerleri gözlenmiştir. Krakerlerin uzun süreli ve sıcaklığa bağlı olarak MDA değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Ibadullah, 2019). Gıdalarda lezzetin daha ön plana çıkması için uygulanan Maillard reaksiyonu ile özellikle şekerli ürünlerde tat ön plana çıkmaktadır. Yapılan bir çalışmada Maillard reaksiyonu uygulanan besinlerin MDA değerleri analiz edildiğinde, değerlerde artış gözlenmektedir (Zhu Z. F., 2020). MDA tayini ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise etlerdeki MDA değerinin neme bağlı olarak yüksek çıktığı bulunmuştur (Aksoy, 2022). Lipit peroksidasyonu gıda kalitesini düşürdüğü, doku özelliklerini değiştirdiği ve raf ömrünü kısalttığı için gıda endüstrisinde ciddi bir problemdir. Ayrıca lipit peroksidasyonu insan vücudunda iltihaba neden olur. Bu durum ateroskleroz riskini artırır, yaşa bağlı kronik durumlar, kanser ve nörodejeneratif hastalıkların oluşmasına sebep olabilir. Tüm bu olumsuz etkiler göz önüne alındığında gıdalarda lipit peroksidasyon oluşumunun önlenmesi önemlidir. Lipid peroksidasyonu enzimler, ısı, metal iyonları, radikal türler ve reaktif oksijen türleri gibi eksojen ve endojen faktörler tarafından indüklenir. Gıda yağ bileşimi de en önemli belirleyicilerden biridir, özellikle çoklu doymamış yağlar doymuş yağlardan daha fazla lipit peroksidasyonu riski altındadır (Cintesun, 2022).

2.3.4. *In Vitro* Gİ Sistemin MDA Oluşumuna Yeşil Çayın Potansiyel Etkisi

Vücuda alınan gıdaların sindirim sisteminde enzimlerle birlikte daha küçük parçalara ayrışması sürecini etkileyen birçok etken mevcuttur. Mide suyunun düşük pH'ı, çiğneme sırasında gıdaya katılan oksijenin varlığı ve metalik iyonlar gibi gastrointestinal sistemdeki prooksidan koşullar nedeniyle gastrik sindirim altında lipitlerin oksidasyon süreci artar (Cintesun, 2022). Lipit oksidasyon reaksiyonunun, özellikle DNA ve proteinler ile negatif etkileşime girebilen ve hücrelerin işlev

bozukluğuna yol açabilen, oldukça reaktif oksidasyon ürünleri üretir. Bu reaktif oksidasyon ürünlerinden biri de MDA'dır. Yapılan birçok çalışmada MDA'nın, lipit oksidasyonunun spesifik olmayan bir biyobelirteci ve sağlık üzerinde olası olumsuz etkileri olan bir molekül olduğu düşünölmektedir (Del Rio, 2005). MDA ve GÍ sistem ile ilgili yapılan çalışmalardan biri de ton balığı yağı, oleik ayçiçek yağı ve ayçiçek yağı karışımı kullanılarak elde edilen deniz yağının *in vitro* sindirim sırasındaki lipit oksidasyonunun araştırılmasıdır. Bu çalışmada MDA oluşumu, sindirim süresince artmış ve en yüksek değeri bağırsak sindirimde iken bulunmuştur (Kenmogne-Domguia, 2014). MDA aşılınmış kanser hücreleri üzerine yeşil çayın etkisini araştıran bir çalışmada ise, hücrelere eklenen yeşil çay sonrası hücrelerdeki apoptozu engellediği ve tümörlü hücrelerdeki proliferasyonu inhibe ettiği gözlemlenmiştir. Çalışmada özellikle yeşil çayın içerisinde bulunan kateşinlerin MDA değerlerini azaltıcı etkisi ile bu sonuca ulaşıldığı düşünölmektedir (Thangapazham, 2007).

2.3.5. Malondialdehit ve Hastalıklarla İlişkisi

Günlük beslenme ile vücuda alınan besinlerin vücutta sindirimi sonucu ortaya protein, yağ ve karbonhidrat çıkar. Ortaya çıkan yağ molekülünün son yapıtaşı olan MDA, vücutta önemli metabolik faaliyetlere giren bir bileşen olması dolayısıyla birçok hastalıkla ilişkilendirilebilir. Hücre zarının yapısının lipit formunda olması, MDA'nın vücutun en küçük yapı taşını etkilediğini ve bununla beraber birikiminde ortaya çıkan hastalıklar ile doğrudan veya dolaylı olarak bir bağlantı içerisinde olduğunu göstermektedir (Gönenç, 2001).

2.3.5.1. Obezite

Değişen yaşam şartları, hareketsiz, beslenme şekilleri ile ortaya çıkan obezite birçok hastalığın başlıca sebeplerindedir. Obezite prevalansı son birkaç yılda istikrarlı bir şekilde artmıştır ve artmaya devam etmektedir. ABD (Amerika Birleşik Devletleri)'li yetişkinlerin %68'inden fazlası aşırı kilolu ve %35'i obez olarak kabul edilmektedir (Flegal, 2010). Bu artış her yaş, cinsiyet, ırk ve sigara içme durumunda meydana gelmiştir ve veriler, en yüksek ağırlık kategorilerindeki ($VKİ > 40 \text{ kg/m}^2$) bireylerin, düşük Vücut Kütle İndeksi ($VKİ$) kategorilerindekilere göre orantılı olarak daha fazla arttığını göstermektedir ($VKİ < 35 \text{ kg/m}^2$) (Hill, 1999).

Obezite, kilogram cinsinden kilonun metre cinsinden kare içine bölünüp Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre kategorilere ayrılmasıyla hesaplanan vücut kitle indeksi (VKİ/BMI) ile tanımlanır (WHO, 2000).

Tablo 2.2: Yetişkinlerde VKİ Değerleri Sınıflandırması.

VKİ Değerleri (kg/m ²)	Sınıflama
<18.5	Zayıf
≥18,5- <24,9	Normal
≥25- <29,9	Hafif Şişman
≥30- <39,9	Şişman
≥ 40	Ağır Düzeyde Şişman

Obezite en yaygın olarak enerji harcamasına (metabolik ve fiziksel aktivite yoluyla enerji kaybı) göre aşırı enerji tüketiminden (diyet alımı) kaynaklanır. Değişen hayat şartları ve iş seçenekleri, hareketsiz yaşamı beraberinde getirmiştir. Bunun sonucu olarak bireyler gerekli fiziksel aktivitelerde bulunmadıkları ve buna ek olarak yüksek kalorili besinler tükettikleri için obezite oranı her geçen gün daha da artmaktadır. Bununla beraber obezitenin etiolojisi farklı kriterlere göre değerlendirilmektedir. Genetik, fizyolojik, çevresel, psikolojik, sosyal, ekonomik faktörler obezitenin artışı etkileyen faktörlerdendir (Aronne, 2009).

Dünya geneline baktığımızda Asya, Latin Amerika, Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Sahra altı Afrika'nın kentsel alanlarındaki çoğu ülke, son birkaç on yılda, beslenme düzeninin genel yapısıyla ilgili önemli araştırmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar gösteriyor ki, bireylerin günlük beslenmelerinde büyük diyet değişikliği, diyetle yağ ve ilave şeker tüketiminde büyük bir artış gözlenmektedir. Genellikle hayvansal gıda ürünlerinde belirgin bir artış olup, toplam tahıl alımı ve lif alımında bir düşüş kaydedilmiştir. Batı diyetine benzer özellikler gösteren bu diyet değişikliği, nüfusun büyük bir bölümünün enerjisinin %30'dan fazlasını yağdan tükettiği sonucu çıkarılmaktadır. Buna rağmen yüksek gelir düzeyi olmasına rağmen beslenme biçimlerine dikkat eden ülkeler de vardır. Örneğin, Asya'nın yüksek gelirli ülkelerinden biri olan Güney Kore, geçtiğimiz yarım yüzyılda hızlı bir gelir artışına rağmen geleneksel beslenmenin birçok unsurunu korumuştur. Hindistan ve Güney Asya'da, süt ürünleri ve ilave şeker tüketimi önemli

ölçüde fazladır. Özellikle sebze yağı kullanımı, diyetteki yağ oranını arttırmaktadır. “Dalda” olarak adlandırılan sebze yağı, yaklaşık %50 trans yağ asidi içermektedir (Kim, 2000).

Obezitenin oranı yetişkinlerde arttığı gibi çocuklarda da artmaktadır. Özellikle fastfood tüketiminin artış gösterdiği çocuklarda; bilgisayar, tablet, telefon gibi bağımlılıkların da ortaya çıkmasıyla birlikte hareketsiz ve sağlıksız beslenme görülmeye başlanmıştır. Yapılan araştırmalar, obez çocukların ilerleyen yaşlarda obez bireyler olma olasılığının zayıf akranlarına göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca obez ebeveynlere sahip olan obez çocukların yetişkinlik döneminde obez bireyler olması; zayıf ebeveynlere sahip olan obez çocukların yetişkinlik döneminde obez bireyler olma olasılığı daha yüksektir (Epstein, 1985).

Vücuttaki yağ kütlesinin normal değerlerin üzerinde artması sonucu ile beraber ortaya çıkan obezite, oksidatif stresi de beraberinde getirmektedir. Oksidatif stres, antioksidan ve oksidan sistemler arasında olan dengenin yönünün oksidan sistemlere doğru bozulması, lipit peroksidasyonu ve buna bağlı olarak reaktif oksijen türlerinden (ROT) açığa çıkması ve organizmada hücre hasara yol açması olarak tanımlanır. Birçok hastalıkta kritik öneme sahiptir (Fearon, 2009). Obeziteyle birlikte artan yağ kütlesi ve vücudun genişlemesine bağlı olarak vücutta oluşan basınç sebebiyle kümülatif ve progresif hücre hasarı meydana gelmektedir. Özellikle tümör nekroz faktör alfa (TNF- α) en çok rastlanandır ve çeşitli sitokinlerin salınımına yol açmaktadır. Bu durum dokularda ROT açığa çıkmasına neden olabilir (Khan, 2006). Bu faktörlere ek olarak diyetle alınan antioksidan miktarıyla birlikte fazla alınan serbest yağ asidi lipit peroksidasyonuna yol açarak oksidatif stresi artırabilir (Galic, 2010). Yağ doku hücreleri ve çevresindeki bağ dokusundan salınan adipokin veya adipositokin moleküllerinin, vücutta oksidatif strese ve kronik inflamasyona yol açtığı düşünülmektedir. Obezite ile beraber hücrede biriken yağ dokularının artmasına sebep olduğu için, MDA miktarında buna bağlı olarak artış gösterir (Higdon, 2003).

2.3.5.2. Koroner Arter Kalp Rahatsızlığı

Koroner arter kalp rahatsızlığı (KAH), dünyadaki ölüm sebepleri arasında en çok görülen sebeplerdendir. Dünya Sağlık Örgütü, ilerleyen yıllarda KAH sebepli ölümlerin sayısında artış gözleneceğini öngörmektedir (Sargowo, 2018). KAH vakalarının çoğunluğundaki neden aterosklerozistir (Erçin, 2019). Oksidatif stres,

mitokondri içinde solunum zincirinin disfonksiyonuna yol açmaktadır. Bu stres, vücutta endotel fonksiyon bozukluğuna ve doku hasarına neden olmaktadır. Oksidatif stres sonucunda ortaya çıkan ve aterosklerozun gelişiminde rol oynayan serbest radikallerden kaynaklı endotel disfonksiyonunun olduğu bilinmektedir. Ateroskleroz durumunda organ tutulumu olmadan erken yapılan teşhis ve yaygınlığını tespit etmek için çalışmalar yapılmaktadır (Wassmann, 2004). Serbest radikaller normal metabolizma sırasında veya patolojik yolla ortaya çıkmaktadırlar. Dokularda ve hücrelerde bu durum birçok zarara yol açmaktadır. Oluşan oksidatif hasar; nükleik asitleri, lipitleri, proteinleri ve biyomolekülleri etkilediği için bazı testler yapılmaktadır (Thérond, 2000).

MDA'nın hücre membranının geçirgenliğini arttırdığı, enzim aktivitelerinin bozduğu, membranın iyon alışverişi üzerine etki ederek hücrenin içindeki iyon dengesini bozduğu, DNA yapısında kırılmalara ve bazlardaki değişimlerine neden olduğu görülmektedir. Ayrıca bu artışın reaktif üretimini arttırıcı, antioksidan aktiviteyi azaltıcı etki gösterdiği belirtilmektedir. Bunun sonucu olarak ise serbest radikaller ile antioksidanlar arasındaki dengenin bozulmasına sebep olarak, endotel disfonksiyonuna ve buna bağlı ateroskleroza neden olabilmektedir (Halliwell, 1995).

2.3.5.3. Mide Kanseri

Mide kanseri dünyada sıklıkla görülen ve kanserler içerisinde en sık rastlanılan kanser türlerindedir (Sadler, 1996). Mide kanseri diğer ülkelere göre Japonya, Kore, Kolombiya, İrlanda gibi ülkelerde daha sık görülmektedir. Genel olarak genetik yatkınlık, çevresel faktörler ve diğer faktörler rol oynayabilmektedir (Yusefi, 2018). Kötü beslenme alışkanlıkları, sekonder aminler, nitrit ve nitrat içerikleri yüksek gıdaların alımı, tuzlu gıdaları tüketmek ve sigara içilmesi risk faktörleri arasındadır. Taze sebze, süt, C vitamini tüketimindeki artış risk faktörlerini azaltabilmektedir. Gelişmekte olan ülkelere ve gelişmiş ülkelerin ise bazı sosyoekonomik düzeylerinin daha düşük olduğu bölgelerde görülme sıklığı fazladır (Endo, 2019).

Mide kanseri gelişmemiş ülkelere yetersiz ve dengesiz beslenmeden kaynaklı olabileceği gibi, gelişmiş ülkelere de değişen beslenme alışkanlıkları ve yağ oranı yüksek gıdaların tüketiminin artması sonucunda ortaya çıkabilmektedir. Mide mukozasının zarar görmesi sonrası bozulan lipid metabolizması kansere sebebiyet verebilmektedir. Mide tümörleri arasında en sık görüleni %90-95 ile

adenokarsinomdur. İkinci sırada görülme sıklığı olan ise %4 ile lenfomalar, %3 karsinoidler ve %2'si tümörler olarak gösterilebilir (Cevikbas, 1994).

2.3.5.4. Gastrit

Gastrit, mide mukozasının inflamasyonu olarak adlandırılmaktadır ve birçok sebebi olan prevelansı yüksek bir hastalık kabul edilmiştir. Temel olarak hipoksi, düşük tansiyon ve sepsis ile ortaya çıkan gastrik mukozal bir iskemidir. Gastrik mukozal hasarın sebeplerinin en önemli sebebi serbest oksijen radikalleridir ve iskeminin varlığıyla artış göstermektedir. Serbest oksijen radikallerinin dokular üzerinde oluşturduğu bir başka hasarın sonucu da gelişen lipit peroksidasyonudur. Bu peroksidasyon seviyesinin tayini için kullanılan yöntemlerden biri MDA seviyesini tespit etmektir (Jesberger, 1991).

Lipit peroksidasyonu; glikolipit, gliserit, fosfolipit ve steroidlerin yapısında bulunmakta olan doymamış yağ asitlerinin oksidan maddeler aracılığıyla aldehit, alkol, hidroksi asit, etan ve pentan gibi ürünlere yıkımını meydana getiren, yıkıcı etkisinin gerçekleşme ihtimalinin yüksek olduğu zincir reaksiyondur. Bu yolla meydana gelen membran hasarı geri dönüşümsüzdür. Biyolojik sistemlerde bu radikallerin hidroksil radikali ile süperoksit radikali olduğu kabul edilmektedir. Oksidanların artması veya antioksidanların yetersiz kalması durumunda, oluşan oksidatif hasardan organizma etkilenmektedir. Dokuda radikal metabolitlerin artması ve bunların oluşturmuş olduğu lipit peroksidasyonu ile protein ve DNA oksidasyonu sonucunda hücre membranındaki geçirgenlik seviyesi artmakta ve hücre ölümü gelişmektedir (Yerer, 2000).

Vücutta bazı enzim sistemleri, hücre ölümleri ve metabolik karışıklıkları azaltan, oksidatif strese sebebiyet veren etmenlerin etkilerini ortadan kaldırmak ve hücrenin optimum koşullarda tutulmasını sağlamak için çalışmaktadır. Bunlardan biri olan, düşük molekül ağırlıklı ve hemen hemen tüm aerobik canlılarda bulunan intrasellüler tiyol bileşiği olan redükte glutatyondur (GSH). Hidroperoksitlerin redükte olması sırasında oluşan okside glutatyon (GSSG), GSH'a, GSSG-R'ın katalizlediği reaksiyonlar sayesinde tekrar dönüşebilmektedir (Pelayo, 2007). GSH hemen hemen tüm aerobik canlılarda en çok bulunan, düşük molekül ağırlıklı intrasellüler tiyol bileşiğidir. Tripeptit yapısında olan GSH molekülü, sülfidril grubu ve gamma-glutamil köprüsü şeklinde iki kısımdan meydana gelmektedir. Hücre dışına taşınabilen GSH,

hücre zarında mevcut olan γ -glutamil transpeptidaz (GGT) enzimi sayesinde aminoasit ile birleşip taşınmalarında rol almaktadır. Taşınmış olan GSH hücre membranı ve etrafında oluşan indirgenme tepkimelerine katılabilmekte; plazmaya ve diğer hücrelere geçebilmektedir. Bundan dolayı glutatyonun; sisteinin, transport ve depo formu olduğu fikri oluşmaktadır. GSH birçok reaksiyonda koenzim olarak görev yapabilmektedir. İlaçlar ve diğer yabancı maddeler, metabolik aktivasyon esnasında oluşan prostoglandin, östrojen ve lökosit gibi bileşiklerle eş oluşturarak metabolizma olaylarına katılabilmektedir (Meister, 1983).

2.3.5.5. Alzheimer

Alzheimer beyindeki bazı bölgelerde görülen nöronlarda kayıp ve metabolik aktivitede azalma olarak tanımlanabilir. Yavaş yavaş unutkanlık ile kendini gösteren hastalık, ilerleyen süreçlerde konuşmayı ve duyguları da etkileyen bir hastalıktır. Mental işlemlerin yerine getirememesi, öncelikle yakın zamanın unutulması ve ardından basit işlemlerin unutulması görülebilmektedir. Son evrede ise hastalar tamamen bağımlı hale gelmekte ve sonrasında da hayatlarını yitirmektedir. Genellikle ilerleyen yaşlarda görülen Alzheimer, oryantasyon ve dikkat kaybıyla kendini gösteren, hafıza ve sensör yeteneklerinin azalmasıyla en sonunda kaybedildiği bir hastalıktır. Yapılan çalışmalar hastalığın 65 yaş üstü kişilerde daha sık görüldüğünü göz önüne sermektedir. Her yıl Alzheimer olan bireylerin sayısında artış yaşanmaktadır. Hastalık ülkemizde de sıkça görülmektedir (Akyar, 2009).

Antioksidan savunma sistemleri ile reaktif oksijenler hücreden yok edilemezse, lipit peroksidasyon sistemi oluşturmakta ve hücreye zarar vermektedirler. Lipit peroksidasyonu, hücre zarında bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin reaktif oksijenler ile oksidasyonunu ifade etmektedir. Hücredeki lipit peroksidasyonun artması, hücrede serbest radikallerin arttığının göstermektedir. Hücre zarının yapısı da lipit olduğu için, lipit peroksidasyonu hücre zarına zarar vermektedir. Membran zar yapısı ve buna bağlı olarak fonksiyonları bozulmaktadır. Lipit peroksidasyonu sonucunda ise hücre zarının akışkanlığı ve geçirgenliği bozulmaktadır. Lipit peroksidasyonu sonucu meydana gelen son ürünler arasındaki aldehitler yer almaktadır ve aldehitlerin son ürünü MDA'dır. Hücrede MDA birikmesi sonucu zarar gören hücreler, hastalıkların görülebilme ihtimalini arttırmaktadır (Gönenç, 2001).

2.3.5.6. Sigara ve Alkol Tüketimi

Dünyadaki en yaygın alışkanlıklardan olan sigara ve alkol kullanımı; diyabet, böbrek rahatsızlıkları, kanser, ateroskleroz gibi birçok hastalığa sebep olmaktadır. Bu hastalıkların görülmesindeki en büyük faktör, sigara ve alkolün hücre yapısında oksidatif hasara neden olmasıdır. Sigara ve alkol tüketimi, her yıl daha fazla artış göstermektedir. Verilere göre Amerika'da her yıl 400,000 kişinin, Avrupa'da ise 500,000 kişinin bu sebeplerden dolayı ölmektedir. Alkol tüketime bağlı olarak gelişen hastalıkları inceleyen bir çalışmada, alkolün kronik olarak uygulanmasının sıçanların beyin dokusunda lipit peroksidasyonunu aşırı artırdığı, bununla beraber Cu, Zn-SOD aktivitesinin önemli derecede düşürdüğü ortaya konmuştur. Araştırmacılar bu durumun dokuda alkol kaynaklı oksidatif stres oluşumu nedeniyle meydana gelmiş olabileceğini bildirmişlerdir (Omodeo-Sale, 1997).

Sigara tüketen bireylerde 4000'in üzerinde madde vücuda alınmaktadır. Sigarada bulunan maddeler serbest radikal kaynaklı oksidatif strese yol açmaktadır. Oksidatif hasar, hücre yapısında lipit peroksidasyonu ile sonuçlanır. Bu durumlar neticesinde, hücre zarının geçirgenliği azalır, esnek yapısı, akışkanlığı ve yapısal özelliklerinde bozulma meydana gelmektedir. Ortaya çıkan MDA miktarında artış gözlenmektedir. Artan MDA miktarına bağlı oluşan tahribat neticesinde, hücrede bozulmalar ve beraberinde birçok hastalığa zemin hazırlayacak bir durum oluşmaktadır (Omodeo-Sale, 1997).

2.3.5.7. Diyabet

Diyabet, son yıllarda artış gösteren diğer bir hastalıktır. Özellikle Amerika'da vakalarda önemli bir artış yaşanmaktadır. Artan diyabet riski öncelikle yaş, etnik köken, ailede diyabet öyküsü, sigara içme, obezite ve fiziksel hareketsizlik ile ilişkilidir. Diyabet, Tip 1 ve Tip 2 diyabet olarak iki grupta incelenmektedir. Tip 1 diyabetli bireylerde insülin üretimi yoktur, tip 2 diyabetli bireylerde ise insülin üretimi vardır fakat metabolik sorunlardan dolayı üretilen insülin kullanılamamaktadır. Çeşitli çalışmalardan elde edilen bulgular, daha düşük fiziksel aktivite düzeylerinin, bireylerde görülen diyabet riskini artırdığını göstermektedir. Orta yoğunlukta fiziksel aktivite ve diyabeti araştıran çalışmada, önerilen orta düzeyde aktiviteye sahip olan

bireylerin, aktif olmayan meslektaşlarına göre diyabetin gelişme olasılığının yaklaşık %30 daha az olduğuna göstermiştir (Jeon, 2007).

MDA konsantrasyonunun yüksekliği diyabeti önemli ölçüde arttırdığı gösterilmektedir. Bunun sebeplerinden biri de diyabetli bireylerde, hiperglisemi ve dislipidemi, mikroanjiyopatinin oluşumunda önemli bir mekanizma olan lipit peroksidasyonu ve peroksil radikal oluşumunun artmasına neden olur. Artan MDA miktarına bağlı kan serum seviyesindeki aminoasitlerde değişimler meydana gelebilir. Yapılan çalışmalarda ise artan MDA miktarına bağlı olarak serum E vitamini ve C vitamini düzeylerinde azalma görülmektedir (Deshpande, 2008).

2.3.5.8. Osteoporoz

Osteoporoz, klinik olarak iskelet kırıkları, özellikle omur, kalça ve distal önkol kırıkları ile kendini gösteren, yaşa bağlı yaygın bir hastalıktır. Bu kırıkların başlıca nedeni düşük kemik kütlesi olmakla birlikte, yaşlılarda düşmelere bağlı travma artışı da katkıda bulunur. Herhangi bir bireyde osteopeni gelişimine farklı şekilde katkıda bulunabilecek düşük kemik kütlesinin birden çok nedeni vardır. En önemli neden, yeterli pik kemik kütlesine ulaşamama, yaşlanma ile ilgili süreçlere bağlı yavaş kemik kaybı, kadınlarda menopoz ve bazılarında kemik kütlesini etkileyen ancak bazılarında etkilemeyen çeşitli sporadik davranışsal, beslenme ve çevresel faktörlerdir. En önemli yaklaşım önlemedir. Kemik kaybına neden olduğu bilinen ilaçlar ve davranışsal faktörler ortadan kaldırılmalı ve perimenopozal kadınlar olası koruyucu östrojen uygulaması için değerlendirilmelidir. Osteoporozlu hastaların tedavisinde genellikle antirezorptif ajanlar, kalsiyum, östrojen ve kalsitonin kullanılmaktadır (Riggs, 1991).

Postmenopozal dönemde sıklıkla görülen östrojen eksikliğinin önemli sebeplerinden biri de oksidatif strestir. Oksidatif stresin kemik homeostazına etkisini araştıran çalışmalarda bu konu ile farklı sonuçlar alınmasından kaynaklı veriler net değildir. MDA, lipit peroksidasyonunun son ürünüdür. Yağ asitlerinin parçalanması ile meydana gelen lipit peroksidasyonu sonucunda dokularda MDA birikmesi osteoporoz riski artabilmektedir (Sheweita, 2007).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL METOT

3.1.Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Örneklem

Çalışmamızda selüloz asetat, hidroklorik asit (HCl), metanol (CH₃OH), 4-nitro-1,2-phenylenediamine, asetonitril (CH₃CN), etanol, Triklorasetikasit (TCAA), TBA, tetraetoksipropan standardı, prigallol, ph:3 olan fosfat tampon ve distile su, piyasada satışı olan 12 farklı kraker çeşidi üzerinde Sabahattin Zaim Üniversitesi tarafından temin edilmiş olup, AR-GE laboratuvarında çalışılmıştır.

3.2. Kullanılan Cihaz ve Malzemeler

3.2.1. Kromotografik Cihazlar

HPLC: UFLC-Shimadzu 20 AT

Zorbax C-18 (4.6 mm × 150 mm) kolon

3.2.2. Kullanılan Diğer Cihazlar

UV-Vis Spectrofotometre

Analitik terazi (Hassasiyet: ±0.0001 g)

pH metre

Manyetik karıştırıcı

Ultrasonik su banyosu

Etüv (130±3°C'ye ayarlanabilen)

3.2.3. Kullanılan Diğer Malzemeler

Analiz şişeleri (50 ml'lik ağzı kapaklı)

Süzme sistemi ve 0.22 µm filtre

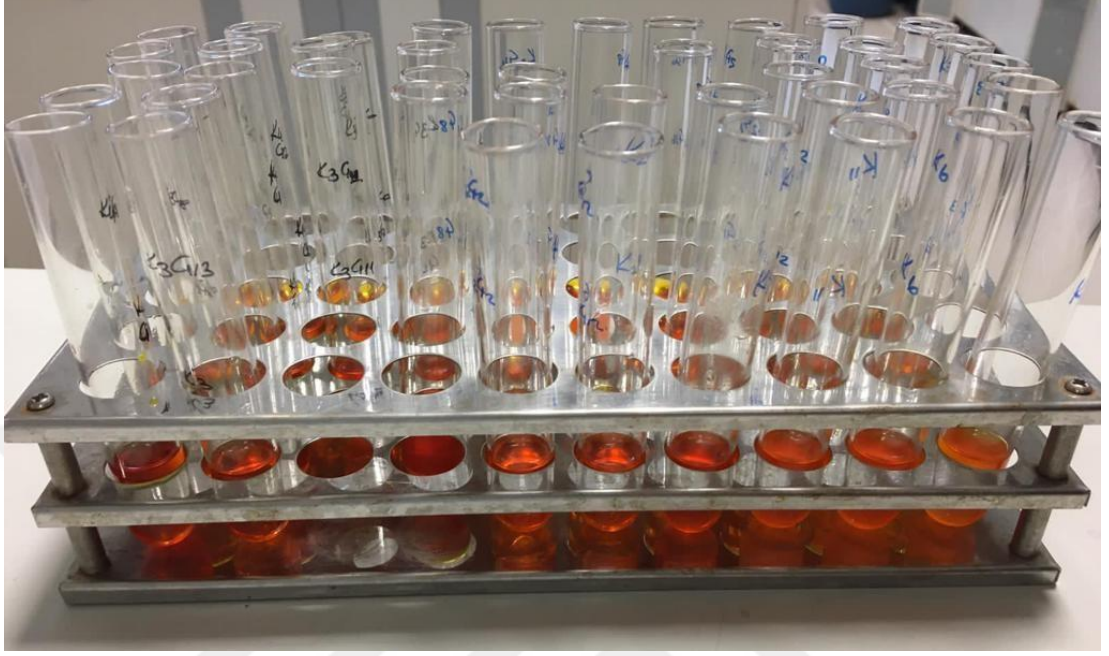
Adi filtre kâğıdı ve 0.2 µm filtre

Çeşitli cam malzeme

Cam tüpler + 10 ml test tüpleri

Amber renkli balon jojeler

1ml pipet, 2 ml pipet, 3 ml pipet, 4 ml pipet, 5 ml pipet ve 10 ml pipet



Şekil 3.1: Kullanılan Cam Tüpler

3.3. Çözelti Hazırlama

3.3.1. MDA Analiz Çözeltileri

100g TCAA, deiyonize suda çözülerek 1000 ml'ye tamamlanarak %10'luk TCAA çözeltisi hazırlandı. 1.675 g tiyobartirik asit bidistile suda çözünerek 250 ml ye tamamlandı. Daha sonra %0,67'lik TBA çözeltisi hazırlandı. TEP Standardı: TEP standardından 0.5 ml alınmıştır. 100 ml etanol eklenmiştir ve çözeltilerden 0.1 ml alınarak 100'e deiyonize su ile karıştırılmıştır. Konsantrasyonu 20 µl/L olarak standart çözelti elde edilmiştir. Prigallol Çözeltisi (%7.2): 7.2 g prigallol 100 ml etanol ile çözülerek hazırlanmıştır.

3.3.2. *In Vitro* Sindirim Solüsyonları

Ağız ortamı: 1.7 ml NaCl (175.3 g/L), 15 g ürik asit, 8 ml üre (25 g/L), 280 mg amilaz ve 25 mg müsün, 500 ml'lik bir erleninde deiyonize su ile çözdürüldü. Daha sonra deiyonize su ile hacimde eksik miktar tamamlanmıştır ve pH, yaklaşık 6.8 ± 0.2 'e olarak ayarlanmıştır. pH uygun değerde değilse, HCl veya NaOH çözeltisi kullanılarak istenilen aralığa getirilmiştir.

Mide ortamı: 6.5 ml HCl (37 g/L), 2.5 g pepsin, 18 ml CaCl₂H₂O (22 g/L), 1 g sığır serumu albümini ve 3 g musin, 500 ml'lik bir erlen içerisinde deiyonize su ile çözdürülmüştür. Deiyonize su ile eksik kalan miktar sonrasında tamamlanmıştır. pH 1.5'a (± 0.02) getirilmiştir ve eğer uygun aralıkta değilse HCl veya NaOH çözeltisi ile ayarlanmıştır.

İnce bağırsak ortamı: 9 ml CaCl₂H₂O (22.2 g/L), 6,3 ml KCl (Potasyum klorür) (89.6 g/L), 1 g pankreatin, 2 g sığır serum albümini ve 1.5 g lipaz, deiyonize su ile 500 ml'lik bir erlen içerisinde çözdürülmüştür. Deiyonize su ile hacim tamamlanmıştır ve pH 8 ± 0.2 'e ayarlanmıştır. pH istenilen değerde değil ise, HCl veya NaOH çözeltisi ile ayarlanmıştır.



Şekil 3.2: Enzimlerin Eklenmesi

Safra solüsyonu: 10 ml CaCl₂H₂O (22.2 g/L), 30 g safra, 68.3 ml NaHCO₃ (Sodyum bikarbonat) (84.7 g/L), 1.8 g sığır serum albümini ve 500 ml'lik bir erlende deiyonize su ile çözdürülmüştür. Sonrasında hacim, deiyonize su ile tamamlanmış ve pH 7 ± 0.2 'ye ayarlanmıştır. 100 ml'lik erlenlere örneklerden 5'er g tartılmıştır. Sırasıyla ağız, mide ve ince bağırsak ortamına uygun olarak hazırlanan solüsyonlar ilave edilerek *in vitro* ortamda sindirim gerçekleştirilmiştir.

3.3.3. Yeşil ve Siyah Çayın Demlenmesi

Piyasadan alınan 5 g siyah ve yeşil çay tartıldı üzerine 200 ml 100 °C'de su ilave edildi ve 3 dakika boyunca demlenmesi sağlandı.

3.4. *In Vitro* Sindirim

Ağız ortamında; 100 ml'lik bir beher içerisinde 1 g tartılan örneklerin üzerine, hazırlanan yeşil ve siyah çay örneklerinde 12 ml ilave edildi ve ağız solüsyonundan 5 ml eklenerek karıştırılmıştır. 30 saniye boyunca vorteks ile karıştırılmış ve homojen hale getirilmiştir. Sonrasında bu karışım 5 dakika boyunca 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir.

Mide ortamında; ağız ortamındaki sindirimi tamamlandıktan sonra gelen karışıma 12 ml mide solüsyonu ilave edilmiştir. Bu karışım, 30 saniye boyunca vorteks ile karıştırılmış ve 2 saat boyunca 37 ° C'de çalkalamalı su banyosunda tekrar inkübe edilmiştir.

İnce bağırsak ortamında; mide ortamında sindirimi tamamlandıktan sonra elde edilen karışıma 10 ml ince bağırsak solüsyonu ve 5 ml safra solüsyonu eklenmiştir. Bu karışım 2 saat süre ile 37°C'de tekrar çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir. Sindirim aşaması tamamlandıktan sonra, deiyonize su ile eksik kalan hacim 50 ml'ye tamamlanmış ve seyreltilmiştir. Daha sonra numuneler 8000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve 0.22 mikron CA filtreden süzülmüştür. Analiz edilene kadar -80 ° C'de dondurucuda saklanmıştır. Hazırlanan çözeltiler 50 ml'lik analiz şişelerine krakerlerin çeşidine göre eklenip analiz için cihaza konulmuştur.



Şekil 3.3: Analiz Şişeleri (50 ml)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç

4.1.1. Örneklem Etiket Bilgisi

Çalışmamız, piyasadan toplanmış olan farklı markalara ait 12 çeşit kraker üzerinde tamamlanmıştır. Krakerlerin çalışmamızla ilgili etiket bilgileri aşağıdaki Tablo 4.1’de gösterildiği gibidir.

Tablo 4.1: Kraker Çeşitlerinin Etiket Bilgileri

Kod	Kraker Çeşidi	Yağ (g)	Doymuş Yağ (g)	Karbonhidrat (g)	Protein (g)
K1	Baharatlı Çubuk Kraker	19	9	64	8.7
K2	A Marka Peynirli Çubuk Kraker	16	7.5	69	9.8
K3	Acılı Çubuk Kraker	19	8.7	64	9.1
K4	Acılı Kraker	22.9	10.8	61.1	8
K5	Baharat Çeşnili Kraker	24.6	11.6	60.1	7.4
K6	Peynirli Soğanlı Kraker	15	7.5	69	7
K7	Balık Kraker	21	9.8	63	7.8
K8	Susamlı Çubuk Kraker	19	7.3	61	10
K9	Sade Çubuk Kraker	6.8	3.1	73	11
K10	B Marka Peynirli Çubuk Kraker	19	8.7	65	8.9
K11	Acı Baharatlı Çubuk Kraker	17	8	63	7
K12	Peynirli Soğanlı Çubuk Kraker	15	7.5	69	7

4.1.2. Örneklemelerin MDA Değerleri

Çalışmamızda yer alan 12 örnekleminin içerdiği başlangıç MDA değerleri, sindirim sonrası MDA değerleri, siyah çaylı sindirim sonrası MDA değerleri ve yeşil çaylı sindirim sonrası MDA değerleri Tablo 4.2’de gösterildiği gibidir. Buna göre başlangıç MDA değeri en düşük 77 ± 3 $\mu\text{g}/100$ g ile dört numaralı acılı kraker iken, en yüksek 217 ± 8 $\mu\text{g}/100$ g ile üç numaralı acılı çubuk krakerdir. Sindirim sonrası MDA değeri en düşük 77 ± 3 $\mu\text{g}/100$ g ile beş numaralı baharat çeşnili kraker iken, en yüksek 175 ± 6 $\mu\text{g}/100$ g ile sekiz numaralı susamlı çubuk krakerdir. Siyah çaylı sindirim sonrası MDA değeri en düşük 198 ± 7 $\mu\text{g}/100$ g ile on iki numaralı peynirli soğanlı çubuk kraker iken, en yüksek 298 ± 11 $\mu\text{g}/100$ g ile numaralı peynirli çubuk krakerdir. Yeşil çaylı sindirim sonrası MDA değeri en düşük 78 ± 3 $\mu\text{g}/100$ g ile beş numaralı baharat çeşnili kraker iken, en yüksek 138 ± 5 $\mu\text{g}/100$ g sekiz numaralı susamlı çubuk krakerdir.

Tablo 4.2: Kraker Çeşitlerinin MDA Değerleri

Kraker Çeşitleri	Başlangıç Değeri MDA ($\mu\text{g}/100$ g)	Sindirim Sonrası MDA ($\mu\text{g}/100$ g)	Siyah Çaylı Sindirim Sonrası MDA ($\mu\text{g}/100$ g)	Yeşil Çaylı Sindirim Sonrası MDA ($\mu\text{g}/100$ g)
K1	216 ± 8	148 ± 5	285 ± 10	110 ± 4
K2	183 ± 6	136 ± 5	298 ± 11	102 ± 4
K3	217 ± 8	89 ± 3	289 ± 10	124 ± 4
K4	77 ± 3	82 ± 3	289 ± 10	87 ± 3
K5	88 ± 3	77 ± 3	257 ± 9	78 ± 3
K6	95 ± 3	92 ± 3	271 ± 10	95 ± 3
K7	170 ± 6	111 ± 4	268 ± 9	90 ± 3
K8	174 ± 6	175 ± 6	273 ± 10	138 ± 5
K9	164 ± 6	162 ± 6	285 ± 10	129 ± 5
K10	119 ± 4	117 ± 4	242 ± 9	97 ± 3
K11	112 ± 4	91 ± 3	246 ± 9	82 ± 3
K12	165 ± 6	121 ± 4	198 ± 7	92 ± 3

4.1.3. Örneklemlerin Biyoerişebilirlik MDA Değerleri

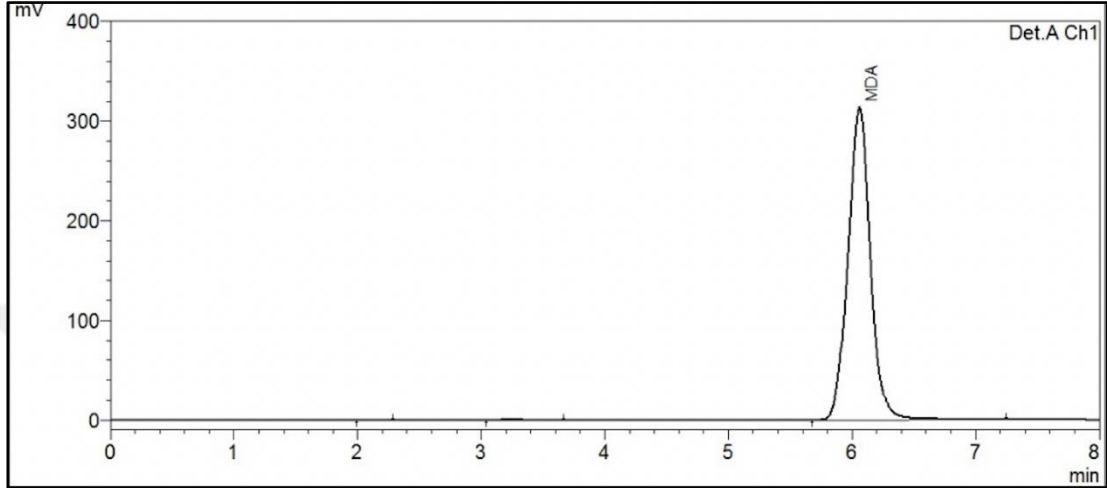
Çalışmamızda yer alan 12 örnekleminizin içerdiği biyoerişebilirlik MDA değerleri, siyah çaylı biyoerişebilirlik MDA değerleri ve yeşil çaylı biyoerişebilirlik MDA değerleri Tablo 4.3’de gösterildiği gibidir. Buna göre biyoerişebilirlik MDA değeri en düşük 41 ± 1.5 ile üç numaralı acılı kraker iken, en yüksek 106.9 ± 3.8 ile dört numaralı acılı krakerdir. Siyah çaylı biyoerişebilirlik MDA değeri en düşük 120.4 ± 4.3 ile on iki numaralı peynirli soğanlı çubuk kraker iken, en yüksek 378.2 ± 13.4 ile dört numaralı acılı krakerdir. Yeşil çaylı biyoerişebilirlik MDA değeri en düşük 50.9 ± 1.8 ile bir numaralı baharatlı çubuk kraker iken, en yüksek 113.5 ± 4 ile dört numaralı acılı krakerdir.

Tablo 4.3: Kraker Çeşitlerinin Biyoerişebilirlik MDA Değerleri

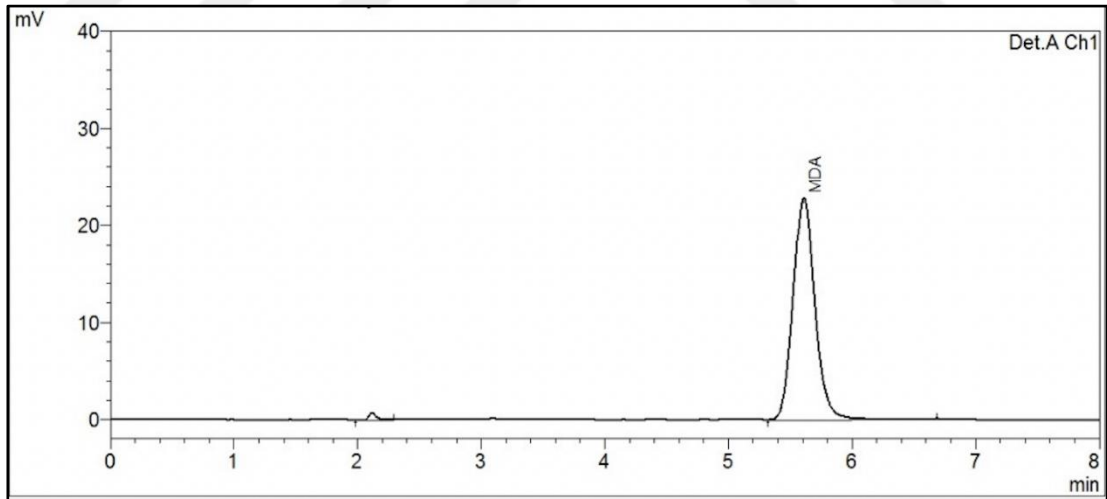
Kraker Çeşitleri	Biyoerişebilirlik MDA (%)	Siyah Çaylı Biyoerişebilirlik MDA (%)	Yeşil Çaylı Biyoerişebilirlik MDA (%)
K1	68.5 ± 2.4	132.3 ± 4.7	50.9 ± 1.8
K2	74.2 ± 2.6	163.2 ± 5.8	55.7 ± 2
K3	41 ± 1.5	133.6 ± 4.7	57.1 ± 2
K4	106.9 ± 3.8	378.2 ± 13.4	113.5 ± 4
K5	87.9 ± 3.1	294.4 ± 10.4	89 ± 3.2
K6	97.2 ± 3.4	287.5 ± 10.2	100.4 ± 3.6
K7	65.2 ± 2.3	158 ± 5.6	52.9 ± 1.9
K8	101 ± 3.6	157.2 ± 5.6	79.2 ± 2.8
K9	99.2 ± 3.5	174.1 ± 6.2	78.5 ± 2.8
K10	98.7 ± 3.5	205.1 ± 7.3	81.9 ± 2.9
K11	81.6 ± 2.9	221.5 ± 7.8	73.5 ± 2.6
K12	73.2 ± 2.6	120.4 ± 4.3	55.7 ± 2

4.1.4. MDA Kromatogram Değerleri

Çalışmamızda kullanılan Zorbax C18 (4.6 mm × 150 mm) kolon sonucunda örnek MDA kromatogramı Şekil 4.1’de gösterildiği gibidir. Standart MDA kromatogramı Şekil 4.2’de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.1: Örnek MDA Kromatogramı



Şekil 4.2: Standart MDA Kromatogram

4.2.Öneriler

MDA'nın hastalıklarla ilişkisi düşünüldüğünde, vücutta birikmesi ile hastalıklara zemin hazırlamaktadır. Vücuttaki serbest radikallerin bu birikimden etkilenmemesi için antioksidan tüketilmesine dikkat edilmelidir.

Yağ birikimi ile ortaya çıkan MDA'nın azaltılması için, yağ yakımına ve metabolizmanın hızlanmasına olumlu faydaları olan yeşil çayın tüketimine günlük beslenmede yer verilmelidir.

Mide ve gastrit gibi gastrointestinal hastalıklara önemli rol oynayan lipit oksidasyonlarında, yeşil çayın MDA üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı, bu hastalıklara sahip bireylerin şikayetlerini azaltmalarına yardımcı olması için günlük diyetlerinde yeşil çaya yer vermeleri yararlarına olacaktır.

Sigara ve alkol tüketen bireylerde, hücre yapısında meydana gelen oksidasyonlara karşı yeşil çay tüketilmesi, bireylerde hücre sağlığı bakımından ve bunun sebebiyet vereceği başka hastalıkları önlemesi açısından yardımcı olabilir.

Paketli gıdaların raf ömrünü uzatmak, ısı ve nemden uzak tutmak amacıyla kullandıkları katkı maddeleri, vücutta MDA oluşumunu artırır, yeşil çay tüketimi ile bu birikim azaltılabilir.

Siyah çay ve yeşil çay sindirimleri sonrasında iki çay çeşidi karşılaştırıldığında siyah çayın MDA'yı arttırdığı, yeşil çayın ise azalttığı göz önünde bulundurularak günlük diyetinde yeşil çay tüketiminin artırılması sağlık açısından olumlu yarar sağlayabilir.

4.3.Tartışma

Çalışmamızdaki Tablo 4.2'deki veriler değerlendirildiğinde, krakerler sindirime girdiğinde MDA değerlerinde, K4 ve K8 numaralı krakerlerde artma, diğerlerinde azalma görülmektedir. K8 numaralı örneklem susamlı krakerin yağ oranının yüksek olması MDA miktarının sonucunu etkilediğini düşünülmektedir. Ancak acılı krakerlerin hepsinde K4 numaralı numunede olduğu gibi artmamıştır.

Örneklerin tümünde, yeşil çayla tüketimde, MDA miktarında azalma görülmüştür. Yeşil çayın içerisinde bulunan EGC ve diğer etken maddelerin kalp sağlığı üzerindeki koruyucu etkisi bilinmektedir (Khokhar S, 2002). Buna paralel olarak MDA koruyuculuğu da sayılarla gösterilmiştir. Tablo 4.2'yi incelediğimizde yeşil çayla tüketiminin, sindirim sonrası tüketimle karşılaştırıldığında K3, K4, K5 ve K6 numunelerinde MDA artışı gözlemlenmiştir. Bu artışın sebepleri arasında iki krakerin acılı olması, bir numunenin susam içermesi ve diğer bir numunenin ise etiket bilgisindeki yağ oranının yüksek olması düşünülmektedir.

Siyah çayla beraber tüketildiğinde ise MDA miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak siyah çaya uygulanan pişirme tekniği, işlem sırasında polifenol oksidasyonu ve buna bağlı olarak flavonların oluşması göz önünde bulundurulmalıdır. Hatta krakerlerin başlangıçtaki MDA miktarlarından daha fazla olduğu gözlemlenmesi bu hipotezi güçlendirmiştir.

Biyoerişebilirlikleri karşılaştırdığında K3, K4, K5 ve K6 numunelerinde yeşil çayla sindirim sonrası MDA yüzdesinin arttığı, diğerlerinde ise azaldığı not edilmiştir. Ek olarak siyah çayla sindirim sonucu biyoerişebilirlik bütün krakerlerde yüzde olarak artmıştır.

Siyah çay ve yeşil çayı birlikte değerlendirdiğimizde bütün verilerde MDA miktarının, yeşil çayda daha az olması, beslenmede yeşil çaya daha çok yer verilmesi gerektiği sonucu çıkmaktadır. Yapılan başka bir çalışmada da yeşil çay tüketen bireylerin kan kolesterolünde önemli ölçüde düşüşler tespit edilmiştir (Xu, 2000).

Yapılan benzer çalışmalarda krakerlerdeki yüksek MDA miktarları tespit edilmiştir. Bu miktarın yükselmesinde raf ömrünü uzatmak ve uygun depolama koşulları oluşturmak için eklenen maddelerden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca krakerlerdeki karbonhidrat içeriği, şeker oksidasyonu veya maillard reaksiyonunda MDA değerini arttırdığı düşünülmektedir.

MDA miktarının yüksek çıkmasına sebep olan bir başka düşüncede krakerlerin etiket bilgilerinde belirtilen doymuş yağ miktarlarının yüksekliği olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada krakerlerin içeriğindeki doymamış yağ miktarının, doymuş yağ miktarlarına göre lipit oksidasyonunu arttırdığı düşünülmektedir. Bizim çalışmamızda da krakerlerin doymuş yağ ve yağ miktarları bu düşünceyi destekleyici yönde, MDA değerini arttırmıştır (Cengiz, 2020).

Gastrointestinal yoldaki prooksidan koşulları nedeniyle sindirim ile lipit peroksidasyonu artar. MDA içeriği *in vitro* gastrointestinal koşullar altında krakerlerde incelendiğinde verilerde artış gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar mevcuttur. Daglia ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Manuka balı ile çalışılmıştır. Sindirimden sonra Manuka balında MGO konsantrasyonunun azaldığını çünkü MGO'nun sindirim enzimleri ile serbest amino gruplarını karbonilleyerek reaksiyona girdiğini gözlemlemiştir. Sonuçlar arasındaki farklar gıda kompozisyonu veya gıda işleme tekniklerine bağlı olabileceği düşünülmektedir (Daglia, 2013).

Lipit peroksidasyonu raf ömrü, beslenme kalitesi, doku, gıdalarda saklama süresi ve vücutta oksitlenme oluşumuna yol açar; bu nedenle gıdalarda lipit peroksitlenmeyi azaltmak önemlidir. Antioksidanlar, serbest radikalleri temizleyerek, lipoksijenazı inaktive ederler ve singlet oksijeni söndürürler, prooksidatif metalleri şelatlayarak gıdalardaki lipit oksidasyonunu yavaşlatır veya önlerler. Fenolik bileşikler yüksek antioksidan özelliklere sahiptir ve çeşitli mekanizmalar yoluyla lipid oksidasyonunu önlemeye yardımcı olurlar. Bu amaçla krakerlere MDA içeriğini azaltmak için beslenmeye bazı bitki çayları eklenmelidir. Analizler sonucunda *in vitro* gastrointestinal sistem koşullarında MDA miktarlarında azalma gözlemlenmiştir (Gebreselassie, 2016).

İnsan vücudundaki sindirim mekanizması ve açığa çıkan reaktif aldehytlere araştırılan bir çalışmada, insan ve domuz sindirimi karşılaştırılmış ve insan gastrointestinal sistem enzimleri sonrası daha yüksek MDA üretimi gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak insanlardaki sindirim sırasında serbest yağ asitlerini salınımındaki kalitatif farklılıklardan veya sindirim enzim suyunda prooksidanların varlığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Tullberg, 2016). Bizim çalışmamızda da sindirimde MDA analizlerinin yüksek çıkması bu şekilde açıklanabilir.

Etlar üzerinde MDA tayini ile ilgili çalışmalarda ise *in vitro* sindirime tabi tutulan kontrol et ürünlerinin birçoğundaki artışla uyumlu olarak, sindirim sırasında meydana gelen oksidatif süreçlere bağlı olarak lipit peroksidasyonunun arttığı belirtilmektedir. Artan lipit oksidasyonu, midedeki kimyasal reaksiyonlardan ve mide suyunun yüksek asitliğine bağlı lipit oksidasyon amplifikasyonundan kaynaklanmış olabilir. Kan dolaşımına ulaşan besinlerin kalitesi ve sağlık üzerindeki etkileri, tüketilen etin sindirimi sırasındaki fizyolojik sürece ve bu sürecin kimyasal koşullarına bağlıdır. Bu nedenle lipit oksidasyonu geliştirmesi muhtemel gıdaların hazırlanması veya tüketilmesi sırasında, meyve, sebze ve bunlardan türetilen içecekler gibi polifenollerden zengin antioksidan aktiviteye sahip bileşikleri veya tamamlayıcı gıda bileşenlerini içeren gıdaların kullanımı oksidasyonu azaltıcı bir yol olarak gösterilebilmektedir (Sobral, 2020).

Zongshuai ve arkadaşlarının tavuk eti üzerinde yaptığı çalışmada, maillard reaksiyonu sonucunda MDA değerlerinde artış olduğu gösterilmektedir (Zhu Z. F., 2020). Bizim alışmamızda da krakerin hazırlanma aşamalarında içerisine eklenen şeker miktarının, yüksek sıcaklık ile beraber meydana getirdiği Maillard reaksiyonu sonucunda analizdeki MDA değerlerinde artma gözlendiği dşnlmektedir.

Gıdalardaki tuz miktarının MDA oranını etkileri ile ilgili yapılan bir çalışmada, yoğun tuz eklenen örneklerde MDA değerinin diğer örneklerle göre daha fazla olduğu bildirilmektedir (Luna, 2000). Buna bağlı olarak bizim çalışmamızdaki krakerin içerine hazırlık aşamasında eklenen tuz miktarı insan vücudundaki sindirim sırasında MDA miktarını arttırıcı etki göstermiş olabileceğini düşünebiliriz.

Yeşil ayın içeriğindeki kateşin bileşenlerinin tümörlü hücreler üzerindeki etkisini gözlemek için yapılan bir çalışmada, MDA aşılanmış kanser hücrelerine eklenen yeşil çay sonrası hücrelerdeki kanserli hücrelerin apoptozu engellediği ve tümörlü hücrelerdeki proliferasyonu inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Thangapazham, 2007). Bizim alışmamızda tüketilen krakerlerdeki artan MDA miktarı yeşil çayın içeriğindeki kateşin sayesinde, MDA oluşumunu azaltıcı etki gösterebilir.

Paketli gıdalardaki MDA oluşumu ile ilgili yapılan bir çalışma, ambalajlanan balık krakerlerinin üç ay boyunca farklı sıcaklıklar altında kimyasal özelliklerini ve lipit stabilitesini incelemiş ve değerleri gözlenmiştir. Krakerlerin uzun süreli ve sıcaklığa bağlı olarak MDA değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Ibadullah, 2019). Bizim

çalışmamızda da mevcut krakerler raf ömrünü korumak adına uzun süreli paketli olarak tutulmaktadır. Bu durumun MDA değerlerini artmasına sebep olabileceği düşünülebilir.

Gıdaların lezzetini arttırmak için kullanılan yöntemlerden biri de Maillard reaksiyonudur. Yapılan bir çalışmada Maillard reaksiyonu uygulanan besinlerin MDA değerleri analiz edildiğinde, değerlerde artış gözlenmektedir (Zhu Z. F., 2020). Bizim çalışmamızdaki krakerlerinde de lezzet kalitesini arttırmak amacıyla uygulanan Maillard reaksiyonu da MDA değerini arttıran bir kriter olarak gösterilebilir.

MDA ve Gİ sistem ile ilgili yapılan çalışmalardan biri de ton balığı yağı, oleik ayçiçek yağı ve ayçiçek yağı karışımı kullanılarak elde edilen deniz yağının *in vitro* sindirim sırasındaki lipit oksidasyonunun araştırılmasıdır. Bu çalışmada MDA oluşumu, sindirim süresince artmış ve en yüksek değeri bağırsak sindirimde iken bulunmuştur (Kenmogne-Domguia, 2014). Bizde çalışmamızda sindirime soktuğumuz krakerlerde sindirim sonrasındaki MDA değerlerin benzer bir artış gözlemledik.

MDA tayini ile ilgili çalışmaların çoğu etler gibi nem oranı yüksek gıdalar üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmalara katkı sağlaması ve daha faydalı olması adına kraker gibi nem oranı düşük ve kuru gıdalarda çalışmaların arttırılması gerekmektedir. Yapılan kısıtlı çalışmaların çoğunda çaylar ile *in vitro* sindirime sokulan krakerlerde MDA miktarlarında azalma gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

- Aksoy, A. S., Arici, M., & Yaman, M. (2022). The effect of hardaliye on reducing the formation of malondialdehyde during *in vitro* gastrointestinal digestion of meat products. *Food Bioscience*, 101747.
- Akyar, A. G. İ., & Akdemir, N. (2009). Alzheimer hastalarına bakım verenlerin yaşadıkları güçlükler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 16(3): 32-49.
- Aronne, L. J. (2009). Obesity as a disease state: a new paradigm for diagnosis and treatment. *Clinical cornerstone*, 9(4): 9-29.
- Bayer, J., Gomer, A., Demir, Y., Amano, H., Kish, D. D., Fairchild, R., & Heeger, P. S. (2004). Effects of green tea polyphenols on murine transplant-reactive T cell immunity. *Clinical immunology*, 110(1): 100-108.
- Bhatia I, U. M. (1968). Qualitative and quantitative study of the polyphenols of different organs and some cultivated varieties of tea plant. *J Sci Food Agric*, 19:535.
- Buttkus. (1967). The reaction of myosin with malonaldehyde. *Journal of Food Science*, 32(4): 432-434.
- Cengiz, S., Kişmiroğlu, C., Cebi, N., Çatak, J., & Yaman, M. (2020). Determination of the most potent precursors of advanced glycation end products (AGEs) in chips, crackers, and breakfast cereals by high performance liquid chromatography (HPLC) using precolumn derivatization with 4-nitro-1, 2-phenylenediamine. *Microchemical Journal*, 158.
- Cevikbas, U. (1994). *Gastrik Karsinom: Basic Pathology(Temel Patoloji)*. 488-489.
- Cintesun, E. E., Yaman, M., Aslan, R., Mizrak, Ö. F., & Nur, S.(2022). Effects of Different Herbal Teas on Reducing the Bioaccessibility of Methylglyoxal in Crackers under Stimulated Gastrointestinal Digestive System.
- Daglia, M., Ferrari, D., Collina, S., & Curti, V. (2013). Influence of *in vitro* simulated gastroduodenal digestion on methylglyoxal concentration of manuka (*Lectospermum scoparium*) honey. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(9), 2140-2145.

- Del Rio, D., Stewart, A. J., & Pellegrini, N. (2005). A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. *Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases*, 15(4), 316-328.
- Deshpande, A. D.-H. (2008). Epidemiology of diabetes and diabetes-related complications. . 88 (11): 1254-1264.
- Draper HH, H. M. (1990). A review of recent studies on the metabolism of exogenous and endogenous malon- dialdehyde . *Xenobiotica*, 20(9): 901-907.
- Drumm, T. D., & Spanier, A. M. (1991). Changes in the content of lipid autoxidation and sulfur-containing compounds in cooked beef during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(2), 336-343.
- Elgün, A. T. (2007). *Tahıl ürünleri teknolojisi*. SÜ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, *Konya*. 34(2): 99-106.
- Endo, M. K. (2019). Tissue expression of melanoma-associated antigen A6 and clinical characteristics of gastric cancer. *Anticancer Research*, 39(11): 5903-5910.
- Epstein, L. H. (1985). *Childhood obesity*. Pediatric Clinics of North America.
- Erçin, U. B. (2019). Koroner Arter Hastalığında Yeni Parametreler: Oksidatif Stres Belirteçleri. *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, 17(1): 48-56.
- Faridi, H. F. (1990). *Dough rheology and baked product texture*. Van Nostrand Reinhol.
- Fearon IM, F. S. (2009). Oxidative stress and cardio- vascular disease: novel tools give (free) radical insight. *J Mol Cell Cardiol*, 47: 372-81.
- Flegal, K. M. (2010). Prevalence and Trends in Obesity Among US Adults. *JAMA*, 303(3):235–241.
- Gönenç, A. Ö. (2001). Plazma Manadialdehyde (MDA) levels in breast aand lung cancer patients. *J.Clin Phamacol and Therapeutics*, 26: 141-144.
- Gabriela, T. P. (2003). *Use of triticale flours in cracker-making*. European Food Research and Technology.
- Galic S, O. J. (2010). Adipose tissue as an endocrine organ. *Mol Cell Endocrinol*, 316: 129-39.

- Gebreselassie, E., & Clifford, H. (2016). Oxidative Stability and Shelf Life of Crackers, Cookies, and Biscuits. In *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats*, 461-478.
- Guillen-Sans R, G.-C. M. (1998). The thiobarbituric acid (TBA) reaction in foods: A review. *CRV Food Scien and Nutr* , 38:315-30.
- Han, J. J., Janz, J. A., & Gerlat, M. (2010). Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International*, 43(2), 627-633.
- Halliwell, B. M. (1995). Free radicals and antioxidants in food and *in vivo*: What they do and how they work. *CRV Food Scien Nutr*, 35:7-20.
- Higdon JV, F. B. (2003). Obesity and oxidative stress: a direct link to CVD? *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 23: 365-7.
- Hill, J. O. (1999). Overview of the determinants of overweight and obesity: current evidence and research issues . *Medicine and science in sports and exercise*, 515-21.
- Hoseney, R. W. (1988). *Soft wheat products. Wheat Chem. Techn. American Association Of Cereal Chemists*. St. Paul Minnessota.
- JeeYup, H., Janz, J. A., & Gerlat, M. (2010). Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. 43(2): 627-633.
- Jeon, C. Y. (2007). Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes care*, 30(3): 744-752.
- Jesberger, J. A. (1991). Oxygen free radicals and brain dysfunction. *International Journal of Neuroscience*, 57(1-2): 1-17.
- Joy, T. (1986). Green tea manufacture: Japanese style. *Tea Coffee Trade J*, 158:22-23.
- Kenmogne-Domguia, H. B., Moisan, S., Viau, M., Genot, C., & Meynier, A. (2014). The initial characteristics of marine oil emulsions and the composition of the media inflect lipid oxidation during *in vitro* gastrointestinal digestion. *Food chemistry*, 152, 146-154.
- Khan NI, N. L. (2006). Obesity: an independent risk factor for systemic oxidative stress. *Pak J Pharm Sci*, 19: 62-5.
- Khokhar S, M. S. (2002). *J Agric Food Chem*, 50:565–570

- Kim, S. M. (2000). The nutrition transition in South Korea. *The American journal of clinical nutrition*, 71(1): 44-53.
- Koo, M. W., & Cho, C. H. (2004). Pharmacological effects of green tea on the gastrointestinal system. *European journal of pharmacology*, 500(1-3): 177-185.
- Kuroda Y, H. Y. (1999). Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 436(1): 69-97.
- Luna, C., Garcia-Seffino, L., Arias, C., & Taleisnik, E. (2000). Oxidative stress indicators as selection tools for salt tolerance. *Plant Breeding*, 119(4), 341-345.
- Lunder, T. (1989). Annings of green and black tea: Nutritional value, physiological properties and determination. *Farm Tijdschr Belg*, 66:34-42.
- Manley, D. (1991). *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. England. Ellis Horwood Series in Food Science and Technology, Chichester, 392-409.
- Marnett, L. (2002). Oxy radicals, lipid peroxidation and DNA damage. *Toxicology* 181–182: 219–222.
- Meister, A. A. (1983). Glutathione, *Annual Review of Biochemistry*. 52: 711-760.
- Miskelly, D. (2017). Optimisation of End-Product Quality for the Consumer. *In Cereal Grains*: 653-688.
- Nedeljković, N. S. (2013). Antioxidant properties of buckwheat enriched gluten-free cookies. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 17(2): 93-96.
- Omodeo-Sale, F. G. (1997). Lipid peroxidation and antioxidant systems in rat brain: effect of chronic alcohol consumption. *Neurochemical research*. 22(5): 577-582.
- Pelayo, C. (2007). Jeanmarie Houghton, Carcinogenesis of Helicobacter Pylori. *Gastroenterology*, 133: 659–672.
- Pérez, G. T., León, A. E., Ribotta, P. D., Aguirre, A., Rubiolo, O. J., & Añón, M. C. (2003). Use of triticale flours in cracker-making. *European Food Research and Technology*, 217(2): 134-137.

- Riggs, B. L. (1991). Overview of osteoporosis. *Western journal of medicine*, 154(1): 63.
- Sadler, T. W. (1996). *Langman's Medikal Embriyoloji*, Çeviri editörü Prof. Dr. A. Can Başaklar, Palme yayıncılık, 7, 236-240.
- Sargowo D, O. N. (2018). The role of polysaccharide peptide of *Ganoderma lucidum* as a potent antioxidant against atherosclerosis in high risk and stable angina patients. *Indian Heart J*, 70(5):608- 614.
- Sheweita SA, K. K. (2007). *Calcium metabolism and oxidative stress in bone fractures: role of antioxidants*. 8(5): 519-525.
- Singh AK, S. P. (2002). Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate inhibits angiogenic differentiation of human endothelial cells. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 401(1): 29-37.
- Sofos. (1993). Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues. *Meat Science*, 35:145-69.
- Spanier AM, E. J. (1988, June). The warmed over flavor process in beef: A study of meat proteins and peptides. *Food Tech*: 110-8.
- Sobral, M. M. C., Casal, S., Faria, M. A., Cunha, S. C., & Ferreira, I. M. (2020). Influence of culinary practices on protein and lipid oxidation of chicken meat burgers during cooking and *in vitro* gastrointestinal digestion. *Food and Chemical Toxicology*, 141.
- Taub, I. A. (1984). Free radical reactions in food.
- Taşçı, R. ., (2018). Ankara İlinde Un Fabrikalarının Buğday Alım Kriterleri, Üretim ve Pazarlama Yapıları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(2): 82-91.
- Tas, S. S. (2005). Effects of green tea on serum paraoxonase/arylesterase activities in streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutrition research*, 25(12): 1061-1074.
- Thérond, P. B.-R.-S. (2000). Biomarkers of oxidative stress: an analytical approach. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 3(5): 373-384.
- Thorpe, S. J. (2003). Maillard reaction products in tissue proteins: new products and new perspectives. *Amino Acids*, 25: 275–281.

- Tullberg, C., Larsson, K., Carlsson, N. G., Comi, I., Scheers, N., Vegarud, G., & Undeland, I. (2016). Formation of reactive aldehydes (MDA, HHE, HNE) during the digestion of cod liver oil: Comparison of human and porcine *in vitro* digestion models. *Food & function*, 7(3), 1401-1412.
- Wang H, P. G. (2000). *Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis*. Trends in Food Science & Technology, 11(4-5): 152-160.
- Wassmann, S. W. (2004). Modulation of oxidant and antioxidant enzyme expression and function in vascular cells. *Hypertension*, 44(4): 381-386.
- WHO. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser.*, 894:1-253.
- Xu, R. Y. (2000). Effect of green tea consumption on blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition journal*. 19(1): 1-15.
- Yerer, M. B. (2000). Oksidatif Stres ve Antioksidantlar. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(1): 49-53.
- Yusefi, A. R. (2018). Risk Factors for Gastric Cancer: A Systematic Review. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 19(3): 591–603.
- Zhu, Z., Fang, R., Zhao, D., & Huang, M. (2020). Effect of malondialdehyde on oil-in-water emulsifying behavior and Maillard reaction of chicken sarcoplasmic protein in emulsion. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 191.
- Zhu, Q. Y., Zhang, A., Tsang, D., Huang, Y., & Chen, Z. Y. (1997). Stability of green tea catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(12), 4624-4628.

ÖZGEÇMİŞ

ADI SOYADI : BÜŞRANUR UÇAN

UNVANI : DİYETİSYEN

ÖĞRENİM DURUMU : LİSANS

ORCID ID : 0000-0002-1237-7679

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Beslenme ve Diyetetik	İstanbul Medipol Üniversitesi	2013-2017
Yüksek Lisans	Beslenme ve Diyetetik (Tezli)	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2018-2022

MESLEKİ DENEYİM

Feriyé Palace, Toplu Beslenme Diyetisyeni

Beykoz Görele ASM, Toplum Sağlığı Beslenmesi

Samsun İlkadım Öğrenci Yurdu, Toplu Beslenme Diyetisyeni

Medipol Mega Üniversite Hastanesi, Klinik Erişkin Beslenmesi

Doğa Koleji, Ataşehir/ISS Catering, Toplu Beslenme Diyetisyeni

Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Klinik Pediatri Beslenmesi

YAYINLAR

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

Doç. Dr. Mustafa YAMAN, Elif Ede ÇİNTESUN, Rabia ASLAN, Ömer Faruk MIZRAK, Sena Nur TANYILDIZ, Hatice YILDIRIM, Rabia BALI, Büşranur UÇAN, Effects of Different Herbal Teas on Reducing the Bioaccessibility of Methylglyoxal in Crackers under Stimulated Gastrointestinal Digestive System, Istanbul Medipol University, Institute of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, September, 4, 2021, İSTANBUL

TEZLER

Lisans Tezi

Danışman : Prof. Dr. Muazzez GARİPAĞAOĞLU

Tez Adı : ŞİŞMAN ÇOCUKLARDA BEDEN ALGISININ DEĞERLENDİRİLMESİ