

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

MARKETLERDE SATILAN SOĞUK KAHVELERDE
HİDROKSİMETİLFURFURAL (HMF) İÇERİKLERİNİN
TESPİT EDİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuriye Süeda ÖZELİF

İstanbul
Nisan-2023

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

MARKETLERDE SATILAN SOĞUK KAHVELERDE
HİDROKSİMETİLFURFURAL (HMF) İÇERİKLERİNİN TESPİT
EDİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuriye Süeda ÖZELİF

Tez Danışmanı Doç. Dr. Jale ÇATAK

İstanbul

Nisan-2023

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. Jale ÇATAK

Üye Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Dr. Öğr. Üyesi Hilal DEMİRKESEN BIÇAK

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Erhan İÇENER
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Marketlerde Satılan Soğuk Kahvelerde Hidroksimetilfurfural (HMF) İçeriklerinin Tespit Edilmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Nuriye Süeda ÖZELİF

ÖN SÖZ

Tezimin başlangıcından sonuna kadar tüm aşamalarında bilgi birikimi ile bana yol gösteren, yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, her şartta ulaşabildiğim saygıdeğer tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Jale ÇATAK'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Laboratuvar aşamasında destek olan, Ar. Gör. Ömer Faruk MIZRAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans hayatımda bana her zaman yön veren ve yanımda olduğunu hissettiren, tez çalışmam boyunca beni sürekli motive eden, fedakâr tavırları ile bana destek olan sevgili eşim Hakan ÖZELİF'e teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her döneminde olduğu gibi bu dönemde de her anlamda beni destekleyen, her koşulda yanımda olan, teşvik eden, ilham veren ve şanslı hissettiren annem Sebahat GÜLTEKİN, babam Selim GÜLTEKİN, ablam Nurefşan USTA ve kardeşim Ahmet GÜLTEKİN'e teşekkür ederim.

Nuriye Süeda ÖZELİF

İstanbul-2023

ÖZET

MARKETLERDE SATILAN SOĞUK KAHVELERDE HİDROKSİMETİLFURFURAL (HMF) İÇERİKLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Nuriye Süeda ÖZELİF

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Jale ÇATAK

Mayıs, 2023- 75 Sayfa

Bu çalışmada, son yıllarda yeni bir ürün olarak tüketiciye sunulan ve her geçen gün yeni bir çeşidiyle market raflarında yerini alan farklı soğuk kahve ürünlerindeki hidroksimetilfurfural (HMF) miktarlarının araştırılması amaçlanmıştır. Soğuk kahveler, geleneksel sıcak demlenmiş kahvelerden farklı duyuşsal niteliklere sahip, giderek daha popüler olan bir içecek türüdür. Literatürde, sıcak kahveler kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır, ancak soğuk kahveler konusunda oldukça az sayıda araştırma mevcuttur. HMF, heksozların asidik ortamda ısıtılmasıyla ve maillard reaksiyonları sırasında ara bileşik olarak oluşan bir bileşiktir. HMF, işlenmemiş gıdalarda eser miktarda bulunurken, ısıtıl işlem ve depolama süresine bağılı olarak miktarında artış olmaktadır. Bu durum, gıdalarda ısıtıl işlemin ve depolama koşullarının uygunluğunun değerlendirilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, HMF oluşumu uzun süre depolanan şekerli ürünlerde arttığından dolayı gıdanın tazelik ve kalitesinde de tanımlayıcı bir parametredir. İnsan sağılığı üzerindeki, mutajenik, sitotoksik, genotoksik ve kanserojen gibi zararlı etkilerinden dolayı bazı gıdalarda HMF miktarı sınırlaması vardır. Çalışmamızda, 45 farklı soğuk kahve örneğı, İstanbul'daki marketlerden alınmıştır. Soğuk kahvelerin HMF içerikleri, HPLC yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz edilen soğuk kahve örneklerinin HMF düzeyleri 0,05 – 86,14 mg/L aralığında bulunmuştur. Araştırılan örneklerin 25'inde HMF içerikleri standartlarda belirtilen maksimum değerlerin oldukça üzerinde bulunmuştur. HMF miktarlarının soğuk kahve örneklerinde standartların üzerinde ve çok yüksek miktarlarda bulunması, bu kahvelerin yüksek sıcaklıklarda ısıtıl işleme uğradığını ya da uygun olmayan

sıcaklıklarda uzun süre depolanmış olduğunu gösterir. Ayrıca çekirdek kahve de kavrulma esnasında ısıtılma maruz kalmaktadır. Yüksek HMF konsantrasyonlarının toksik etkisinin yanı sıra üst solunum yollarını, gözleri, deriyi ve mukoza zarlarını tahriş ettiği bildirilmektedir. HMF'nin, farklı gıdalardaki içeriklerinin tespit edilerek, HMF oluşumunun engellenmesi ya da miktarının azaltılması konusunda araştırmaların artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Soğuk kahveler, Hidroksimetilfurfural, HMF.



ABSTRACT

INVESTIGATION OF HYDROXYMETHYLFURFURAL CONTENTS IN DIFFERENT COLD COFFEES SOLD IN MARKETS

Nuriye Süeda ÖZELİF

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Jale ÇATAK

May, 2023- 75 Pages

In this study, it was aimed to investigate the amounts of hydroxymethylfurfural (HMF) in different cold coffee products, which were offered to the consumer as a new product in recent years and took their place on the market shelves with a new variety every day. Cold coffees are an increasingly popular type of beverage that has sensory qualities different from traditional hot brewed coffees. In the literature, hot coffees have been extensively researched, but there is limited research on cold coffees. HMF is a compound formed by heating hexoses in an acidic environment and as an intermediate during Maillard reactions. While HMF is found in trace amounts in unprocessed foods, its amount increases depending on heat treatment and storage time. This is important in terms of evaluating the suitability of heat treatment and storage conditions in foods. It is also a defining parameter of the freshness and quality of the food, as an increasing amount of HMF may form over time in sugary products that are stored for a long time. Due to its harmful effects on human health, such as mutagenic, cytotoxic, genotoxic, and carcinogenic, there is a limitation on the amount of HMF in some foods. In our study, 45 different cold coffee samples were taken from the markets in Istanbul. HMF contents of cold coffees were determined using the HPLC method. The HMF levels of the analyzed cold coffee samples were found in the range of 0.05 – 86.14 mg/L. In 25 of the investigated samples, the HMF contents were found to be well above the maximum values specified in the standards. The fact that the amounts of HMF are above the standards and in very high amounts in cold coffee samples can be associated with the fact that these coffees have been heat treated at high

temperatures or stored at unsuitable temperatures for a long time. In addition, coffee beans are exposed to heat treatment during roasting. High concentrations of HMF are reported to be toxic as well as irritating to the upper respiratory tract, eyes, skin and mucous membranes. It is recommended to increase research on preventing the formation of HMF or reducing its amount by determining the contents of HMF in different foods.

Keywords: Cold coffees, hydroxymethylfurfural, HMF.



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER.....	xiv
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ.....	1
İKİNCİ BÖLÜM	3
GENEL BİLGİLER	3
2.1.Kahve.....	3
2.1.1. Kahvenin Tarihçesi	3
2.1.2. Kahvenin Çeşitleri.....	4
2.1.3. Soğuk Kahveler.....	6
2.1.4. Kahvenin İnsan Sağlığına Etkisi	6
2.2.Kahve Gıda Güvenilirliği ve Isıl İşlem Uygulaması	7
2.3.Maillard Reaksiyonu.....	8
Şekil 2.1: Maillard Reaksiyonu Mekanizması Kaynak: Hodge, 1953.....	8
2.4.Akrilamid.....	10
2.5.Hidroksimetilfurfural (HMF).....	11

2.6.HMF Oluşumu	13
2.6.1. Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları ile HMF Oluşumu.	14
2.6.1.1. Maillard Reaksiyonu ile HMF Oluşumu	15
2.6.1.2. Karamelizasyon ile HMF Oluşumu	16
Şekil 2.4. Basit Şekerlerden HMF Oluşumunun Model Mekanizması Kaynak: Kowalski vd.,2013	17
2.7.HMF Oluşumunun İnhibe Edilmesi.....	17
2.8.HMF'nin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	18
2.9.Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (HPLC)	19
Şekil 2.5: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Cihazı Kaynak: Talay, 2022	20
2.10. Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği	21
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	22
MATERYAL ve METOD.....	22
3.1.Araştırmanın Amacı.....	22
Şekil 3.1: Analiz Aşamaları.....	22
3.1.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örneklem.....	22
3.2.Materyal.....	23
3.2.1. Kullanılan Ekipmanlar	23
3.3.Metot23	
3.3.1 Analizi Yapılan Malzeme Listesi ve Miktarları	23
3.3.2. HMF Tayini	30
3.3.3. Örneklerin Hazırlanması ve Analiz.....	30
3.3.4. HPLC Koşulları.....	30
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	31
ARAŞTIRMA BULGULARI	31

4.1.Soğuk Kahve Örneklerinde HMF Miktarları.....	31
4.2.Soğuk Kahve Numunelerinin HMF Sonuçlarının Belirlenmesi	32
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	35
TARTIŞMA.....	35
5.1.Numunelerin HMF Miktarının Değerlendirilmesi.....	35
SONUÇ ve ÖNERİLER	43
KAYNAKÇA.....	45
ÖZGEÇMİŞ	61



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Kahve Çeşitleri ve Özellikleri.....	5
Tablo 3.1: Analizde Kullanılan Cihazlar.....	23
Tablo 3.2: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin İçeriği ve Menşei.....	24
Tablo 3.3: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin Besin Değeri Tablosu.....	28
Tablo 4.1: Örneklerde Tespit Edilen HMF Miktarları.....	33

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Maillard Reaksiyonu Mekanizması	8
Şekil 2.2: Akrilamidin Kimyasal Yapısı	10
Şekil 2.3: Hidroksimetilfurfuralın Kimyasal Yapısı	12
Şekil 2.4. Basit Şekerlerden HMF Oluşumunun Model Mekanizması	17
Şekil 2.5: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Cihazı	20
Şekil 3.1: Analiz Aşamaları.....	22
Şekil 4.1: HPLC Standart Kromatogramı.....	31
Şekil 4.2: Soğuk Kahve Örneği HPLC Kromatogramı	31

KISALTMALAR

HMF: Hidroksimetilfurfural

MRÜ: Maillard Reaksiyon Ürünleri

HPLC: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

TGK: Türk Gıda Kodeksi

DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü

FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

WHO: Dünya Sağlık Teşkilatı

IARC: Uluslararası Kanser Araştırma Enstitüsü

DOE: Enerji Bakanlığı

ICO: Uluslararası Kahve Organizasyonu

5-SMF: 5-Sülfooksimetilfurfural

LD: Letal Doz

ACF: Aberrant Crypt Foci

HMFA: 5-hidroksimetil-2-furonik aside

TDI: Tolere Edilebilir Günlük Alım

MF: Metilfurfural

AA: Akrilamid, 2-propenamide

SS: Standart Sapma

GI: Glisemik İndeks

Vb: Ve benzerleri

Vd: Ve diğerleri

SEMBOLLER

C₆H₆O₃: Hidroksimetilfurfural Cys: L-Sistein

AcCys: N-asetil L-Sistein

dk: Dakika

g: Gram

mg: Miligram

kg: Kilogram

mm: Milimetre

nm: Nanometre

µg: Mikrogram

µm: Mikrometre

µl: Mikrolitre

ml: Mililitre

L: Litre

mmHg: Milimetre Civa

cm: Santimetre

%: Yüzde

°C: Santigrat Derece

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Özellikle son yıllarda Türkiye’de ve Dünya’da popüler olan kahve tüketiminin etkisiyle birlikte soğuk kahvelere olan ilginin arttığı söylenebilmektedir (Bayındır vd., 2020). Soğuk kahveler, insanların günlük rutinleri içerisine dahil olarak hayatlarında önemli bir role sahip olmuştur. Modernleşme ile toplumlarda bir yaşam biçimi olan soğuk kahve tüketimi, aynı zamanda tüketicileri sosyal mekanlara teşvik ederek sosyalleşmesine katkıda bulunan bir araç olmuştur.

Gıdaların ısı işlem görmesi veya uzun süre boyunca uygun olmayan sıcaklıklara maruz kalması sonucu, yapılarında fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelir. Soğuk kahveler gibi karbonhidrat yönünden oldukça zengin besinlerin, üretimden tüketime kadar herhangi bir aşamasında ısıya maruz kalması sonucu insan sağlığını kötü yönde etkileyebilecek bazı maddeler ortaya çıkabilmektedir. Bu maddelerden biri de 5-hidroksimetilfurfuraldehit’tir (Husøy vd., 2008).

Çiftlikten soframıza gelen gıda maddeleri birçok işleme uğrayarak farklı aşamalardan geçmektedir. Ugradıkları işlem basamaklarından dolayı gıdalarda çeşitli mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal değişiklikler oluşabilmektedir. Özellikle şekerli gıdaların üretimlerinde ve sıcaklığın uygun olmadığı ortamlarda gıdaların saklanması sonucunda hidroksimetilfurfural (HMF) oluşabilmektedir. (Berg ve Van Boekel, 1994).

HMF, Maillard reaksiyonu sırasında yan ürün olarak veya asitli ortamda heksozun parçalanması ile oluşmaktadır (Morales vd., 1997). Maillard reaksiyonları ürün kalitesi açısından son derece önemlidir. Isıl işlem uygulaması sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonunda ara ürün olarak oluşan HMF, gıda üretim aşamasından depolama aşamasına kadar süre gelen sıcaklığın uygunluğuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Furan halkası, aromatik alkol ve aromatik aldehitten oluşan HMF, depolama süresi tayini ve ısıl işlemin standartlara uygun yapıp yapılmadığını anlamak için bakılan kimyasal bir indekstir (Morales vd., 1997; Cortes vd., 2008). HMF, işlenmiş şekerli gıdalarda ve soğuk kahvelerde önemli bir kalite kriteridir (Muratore vd., 2006).

HMF, taze, işlenmemiş ve ısıtılmamış gıdalarda eser miktarda bulunurken, uygun olmayan ısıtma işlemi ve depolama süresince miktarı artmaktadır. Gıdalara uygulanan ısıtma işlemi ve depolama koşullarının uygunluğunun değerlendirilmesi açısından bu durum son derece önemlidir. Ayrıca, uzun süre depolanan şekerli gıdalarda, HMF miktarı zamanla artabileceğinden, gıdanın tazelik ve kalitesinde de tanımlayıcı bir parametredir. Kimyasal bir kontaminant olan HMF'nin oluşumu, gıda işleme ve depolama sırasında ortam pH'ına ve sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermektedir.

İnsan sağlığı üzerindeki, mutajenik, sitotoksik, genotoksik ve kanserojen gibi zararlı etkilerinden dolayı bazı gıdalarda HMF miktarı sınırlaması vardır. Meyve sularında 5 mg/L'den fazla HMF, fazla miktarda ısıtıldığını göstermektedir.

Meyve sularında 5 mg/L meyve suyu konsantrelerinde ise 10 mg/L'den fazla HMF bulunması aşırı miktarda ısıtıldığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2004).

Dünya çapında önemli bir meta ve en popüler içeceklerden biri olan kahve; kafein nedeniyle uyarıcı etkisi, antioksidan içeriği, sağlığa faydaları ve başta mükemmel tat ve aroma olmak üzere pek çok amaçla tüketilebilmektedir. Kahve, kalite özelliklerini ve duyu profili iyileştirmek, işleme yöntemlerini ve lezzetini optimize etmek için çok sayıda araştırmanın hedefi olmuştur (Vareltzis, 2020).

Literatürde, sıcak kahveler kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır, fakat soğuk kahveler konusunda oldukça az sayıda araştırma mevcuttur. Ancak, yapılan çalışmalar soğuk kahvelerin içerdikleri HMF miktarlarını inceleyip karşılaştıran çalışmalar değildir. Bu araştırmaya özgün değer katan en önemli husus, soğuk kahve gibi günümüzde oldukça sık tüketilen içeceklerin HMF miktarlarının belirlenerek birbirleri ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesidir.

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Kahve

2.1.1. Kahvenin Tarihçesi

Toplumların kültürel değerlerini, alışkanlıklar, gelenek ve görenekler oluşturmaktadır. Uzun zamanlar sonucunda edinilen birikimler ile bu gelenek ve görenekler oluşmaktadır. Türklerin yemek yeme alışkanları kültürel açıdan çok önemli bir yere sahiptir. Kahve uzun yıllardır sosyalleşme aracı olarak kullanılan önemli bir içecek haline gelmiştir (Şahin, 2022).

Petrolden sonra en büyük ticaret payına sahip olan kahve, dünya üzerinde ciddi bir tüketici kitlesine sahiptir. İlk olarak Etiyopya'nın Kaffa bölgesinde Arabica ağaçlarında yetiştirmeye başlayan kahvenin üretimi ilk defa Yemen'de gerçekleştirilmiştir (Kaya ve Toker, 2019).

Yemen'den çıkıp başta Mekke, Şam, Kahire, Halep ve İstanbul olmak üzere Osmanlı ülkesi ve sonrasında tüm dünya çapında muteber bir içecek olarak yaygınlık kazanan kahvenin çok daha önceleri bilindiği ve yiyecek olarak kullanıldığı bilinmektedir. Habeşistan'da yerli halk bu bitkinin tanelerini öğütürerek un haline getirip bir çeşit ekmek yapmıştır (Desmet ve Georgeon, 1999). Kahve kabile hayatının temel besin maddelerindedir ve peksimet olarak da değerlendirilmektedir. Seyahatlerde enerji ve zindelik kaynağı olması bakımından o dönemlerde hayati bir role sahip olduğu bilinmektedir (Demir, 2014).

Kahve, kısa zamanda büyük rağbet görerek sadece içecek olmaktan çıkmış; İslam toplumunda ilişkileri şekillendiren sosyolojik bir olguya dönüşmüştür. Hazırlanmasından sunumu ve içimine kadar pek çok farklı ritüeli bulunmaktadır. Aynı zamanda statü simgesi sayılan bir içecek haline gelmiştir. Kahvenin mevlit ve zikir törenlerinde dahi tüketilir hale gelmesinden sonra kahvehaneler yapılmıştır. Halkın toplandığı, çalgılar dinleyip tavra, satranç gibi oyunlar oynadıkları, gezginlerin çeşitli hikâyelerini dinledikleri kahvehaneler çıkmıştır ve bu mekânlar kısa zamanda halkın ilgisini cezbetmiştir (Demir, 2014).

Kahve, 1543 yılında Kanuni Sultan Süleyman zamanında İstanbul'a getirilmiştir. İlk

kahvehane de 1554 – 1555 yılında Tahtakale’de, Arap kökenli iki tüccar tarafından açılmıştır (Demir, 2014.)

İnsanoğlu, bireysel olmaktan çok bir topluluk halinde varlığını sürdüren sosyal bir canlıdır. Kahve kültürü, tarihsel zaman içerisinde doğuda başlayıp batıya ve zamanla tüm Dünyaya yayılmıştır. Osmanlıda kahve tüketimi giderek yaygınlaşarak kadınların hamam sefasında, erkeklerin kahvehanelerde, sohbet mesliclerinde kahve içtiği belirtilmiştir (Bajmaku, 2014).

Kahve, üç dalga çeşidi ile günümüze kadar gelmiştir.

- Birinci çeşit, kahve kokusunu vakum yaparak uzun süre muhafaza edecek bir fikir olarak ortaya atılmıştır. Dr. Satori’nin kahvenin granül yani suda çözünebilen halini bulmasıyla kahve tüketimi değişmeye başlamıştır. Bu dönem kahvenin kalitesini bir kenara bırakıp tüketimine önem verilem bir dönem haline gelmiştir.
- İkinci dalga döneminde ise Alfred Peet, kahveyi kavurma tekniğini geliştirerek farklı bir hazırlanma şekli oluşturmuştur. Sonrasında Luigi Bazzera, espresso makinesi patenti almıştır. Kahve bu dönemde keyif almak için tüketilen bir içecek olmuştur.
- Üçüncü dalgada ise kahveye verilen değer artarak, bu dönemde farklı ülkelerdeki farklı kahve çeşitlerine ulaşılabilmiştir. Kahveyi sunma biçimlerinde farklılıklar yaratılmıştır. Kahvenin üretim ve tüketim aşamaları da bu dönemde daha bilinçli hale gelmiştir (Kaya ve Toker, 2019).

2.1.2. Kahvenin Çeşitleri

Kahvenin işlenmesindeki en önemli adım kavurma aşamasıdır ve üç tür kavurma aşaması bulunmaktadır: hafif, orta ve koyu (Aguiaret vd., 2016). Sıcaklığın ve zamanın kombinasyonuna bağlı olarak, kavurma işlemi sonucunda benzersiz tat ve aroma oluşmaktadır (Fuller ve Rao, 2017). Ancak aynı zamanda HMF, akrilamid, fenolik asitler ve diğer antioksidanlar gibi çeşitli bileşenlerin nihai konsantrasyonunu da etkilemektedir (Rao ve Fuller, 2018).

Genellikle en yaygın olan kahve türü, kavrulmuş çekilmiş kahvenin sıcak su ile ekstrakte edilmesi ve ekstraktın çekilmiş kahveden ayrılması için bir filtre yardımıyla üretilen demlenmiş kahvedir (Vareltzis vd., 2020).

Günümüzde onlarca çeşidi bulunan kahvenin özü itibarıyla üç temel pişirme usulü bulunmaktadır:

- Dövülüp toz hale getirilerek hazırlanmış olan Türk kahvesi,
- Kahvenin kalın bir şekilde çekilerek suda kaynatıldıktan sonra süzgeçten geçirilmesi ile hazırlanmış olan süzme kahve,
- Kalın çekilmiş ve kavrulmuş olan kahvenin su buharından geçirilerek hazırlanmasıdır.

Bu üç farklı yöntemle hazırlanan kahve, ufak değişiklikler ile farklı çeşitlerde sunulabilmektedir. Bu sayede kahvenin birden fazla çeşidi yer almaktadır (Kaya ve Toker, 2019). Bu çeşitler Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Kahve Çeşitleri ve Özellikleri

Kahve Çeşidi	Özelliği
Türk Kahvesi	Telvesiyle birlikte servis edilen tek kahvedir.
Mırza	Birkaç kez demlenerek hazırlanan acı kahve, Şanlıurfa’ya özgüdür.
Espresso	Koyu kavrulmuş ve makine ile hazırlanan bir kahve, İtalya’ya özgüdür.
Cappuccino	Süt köpüğü ve espressodan oluşan kahvedir.
Caffe Lungo	Espressonun makinada daha uzun süreyle filtrelenmesi ile oluşan kahvedir.
Caffe Latte	Espressonun üzerine sıcak süt ve kremamsı süt köpüğünün ilave edilerek yapılan kahvedir.
Caffe Americano	Espressonun sıcak su eklenerek yumuşatılmış şeklidir.
Latte Macchiato	Sıcak süt ve süt köpüğüne espresso ilave edilerek yapılır.
Caffe Macchiato	Süt köpüğü eklenmiş olan espressodur.

Tablo 2.1: Kahve Çeşitleri ve Özellikleri (Devamı)

Kahve Çeşidi	Özelliği
Mocha	Şeker veya çikolata tozu eklenmiş Lattedir.
Filtre Kahve	Kahvenin orta kalınlıkta çekilip kâğıt filtre ile filtre edilerek demlenmesidir.
French Press	Kalın çekilen kahvenin suyla karıştırılarak demleme kabında filtre edilmesi ile hazırlanmaktadır.
Viennese	Espressoya çikolata ve krema eklenerek yapılmaktadır.
Cafe au lait	Fransa'ya özgü sütlü filtre kahve olarak bilinmektedir.

2.1.3. Soğuk Kahveler

İnsanların saat fark etmeksizin günün herhangi bir zamanında dinlenmek, keyif almak, paylaşmak veya rahatlamak gibi farklı amaçlarla tükettiği kahve, toplumlarda önemli bir yere sahip içeceklerden biridir. Farklı toplumlarda farklı demleme tarzlarına sahip olsa da teknolojinin gelişimi ile kahve tüketiminde popüler kullanılan yöntem ve teknikler geliştirilmiştir (Karahan ve Keklik, 2018).

Kahvenin popüleritesinin ve öneminin artması nedeniyle kahveler üzerinde birçok çalışma yapılmıştır (Aşık, 2017). Soğuk kahveler, geleneksel sıcak demlenmiş kahvelerden farklı duyuşal niteliklere sahip, giderek daha popüler olan bir içecek türüdür. Aromalı soğuk kahve içecekleri, son zamanlarda piyasada dikkati üzerine çekmektedir (Samoggia ve Riedel, 2018). Endüstriyel anlamda üretimi yapılan soğuk kahveler vanilya, çikolata (mocha) ve karamel gibi farklı çeşitlerde aromalar ile tatlandırılmaktadır (Karahan ve Keklik, 2018).

2.1.4. Kahvenin İnsan Sağlığına Etkisi

Dünya üzerinde en çok tercih edilen içeceklerden biri kahvedir (Farah ve dos Santos, 2015). Diğer ülkeler ile kıyaslandığında Türkiye, Uluslararası Kahve Organizasyonu (ICO) 2019 verilerine göre yedinci sıradadır (ICO, 2020).

Fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilen kahvenin sağlığına faydası, çekirdeğindeki bileşenlerin miktarı, kahve türü, yapılan kavurma ve demleme stilleri, toprak ve iklim çeşidi ve çekirdeğinin oluşması gibi birçok aşamaya bağlıdır (İlkay, 2021). Kahve

çekirdeğinin kavrulması ile ortaya çıkan melanoidlerin sağlık açısından önemli faydaları olduğu yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (Coelho vd., 2014; Farah ve Lima, 2019; Lagner ve Rzeski, 2014; Moreira vd., 2012).

Kahvenin, karaciğer kanseri ve hastalıklarında, Tip 2 diyabet riskinde, vücut yağ oranında, parkinson hastalığı riskinde, bunama ve alzheimer hastalıklarında, kanser riskinde, oksidatif strese ve gastrit ve gastroözofageal reflü de azalma gibi sağlık açısından olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Poole vd., 2017; Ludwing vd., 2014a). Buna ek olarak kan basıncında artış, *Streptococcus mutans* ve bazı patojenik mikroorganizmaların gelişimini baskılama, peeling ve antiselülitik etki, antiaging, yorgunluk giderici ve ağrı kesici, bilişsel performansta artış, sinir sistemine uyarıcı etki, dikkat ve odaklanmada artış gibi olumlu etkileri de bulunmaktadır (George vd., 2008).

2.2. Kahve Gıda Güvenilirliği ve Isıl İşlem Uygulaması

Gıda güvenliği; gıdalardaki fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mikrobiyolojik özelliklerin tüketime uygun olmasını ve besin değerini kaybetmemiş gıda maddesini kapsamaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), gıda güvenliğini sağlayabilmek amacıyla dört ana şart ileri sürmüştür (Aydın, 2014). Bu koşullar: gıda kalitesi, gıdaya eşit erişim, gıda maddelerine ulaşım ve sürdürülebilir ulaşımın sağlanmasıdır (Karabal, 2019).

Gıda güvencesi, sağlıklı yaşayabilmek ve yaşamsal faaliyetleri sürdürebilmek yeterli ve dengeli gıdaya erişme hakkıdır (Dölekoğlu, 2003). Gıda güvenliği ise, hammadde temininden başlayıp gıdanın üretiminden depolanması, taşınması, dağıtım ve sunulması aşamasına kadar geçen tüm işlemlerde gerekli tedbirlerin alınarak güvenilir gıda üretimini sağlamaktır (Giray ve Soysal, 2007). Gıdaların çiftlikten sofraya kadar geçirdiği tüm basamakları kapsamaktadır (Özbek ve Fidan, 2010).

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, gıdanın kalitesini belirleyen en önemli kimyasal reaksiyonlardan biridir. Gıdaların üretim ve depolama aşamalarında meydana gelebilecek olan bu reaksiyona dikkat edilmelidir (Nizamlıoğlu ve Sebahattin, 2019).

Maillard reaksiyonu, kahvenin üretim ve depolama aşamalarında uygulanan ısı işlem sonucunda meydana gelebilmektedir. Maillard reaksiyon ürünleri (MRÜ) kahvenin kalitesini etkilemektedir. Uygun olmayan ısı işlem derecesi, MRÜ'lerden biri olan HMF oluşumuna sebep olabilmektedir, bu yüzden kontrol altında tutulmalıdır (Brudzynski ve Kim, 2011).

Kahve ve kakao çekirdeklerinin kavularak ısıya maruz kaldığı işlemlerde Maillard reaksiyonu gıda endüstrisinde büyük bir zorluk oluşturmaktadır. Yiyecekler pişirildiği sürece görünüşün ve tadın iyileşmesinde Maillard reaksiyonu önem taşımaktadır. Reaksiyonun ilk basamağında indirgenmiş disakkaritin karbonil karbonuyla amino grubundaki azot etkileşime girmektedir. Daha sonra su kaybı ile glikozamin oluşmaktadır. Glikozilaminin hidrolize olması, Maillard reaksiyonunun geri dönüşümlü yapısını açıklamaktadır (Yangılar, 2013). Şekerin dehidrasyonuyla furfural bileşikleri (5-Hidroksimetilfurfural, furfural), reaksiyonun son basamağında ortaya çıkmaktadır. Asit etkisiyle şekerin parçalanması sonucunda Maillard reaksiyonu oluşmaktadır. Okzalik, malik, tartarik ve süksinik asitler şeker parçalanmasını katalize ettiklerinden ötürü HMF oluşumuna neden olmaktadır (Batu vd., 2014).

Isıl işlem uygulanan gıdalarda, karamelizasyon ile esmer renkli pigmentler açığa çıkmaktadır, bu yüzden ısı işlemin önemi büyüktür. Asitlik, sıcaklık ve sürenin artmasıyla HMF oluşumunun arttığı belirtilmiştir. Aynı zamanda kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi bazı mineraller ve aspartik asit, alanin, y-aminobütirikasit gibi bazı aminoasitler de HMF konsantrasyonunu arttırmaktadır (Sırıklı ve Kara, 2022).

Yüksek oranda HMF'nin toksik etkisi bulunmaktadır. Ayrıca üst solunuma, göze, deriye ve mukoza membranlarına zarar verebilmektedir (Severin vd., 2010). Reaksiyonla birlikte reaktif oksijen türlerinde artış ile antioksidan yapının yetersiz kalmasıyla, oksidatif stres oluşmaktadır (Cooke vd., 2003). Oksidatif stres, farklı yapılarla DNA'da baz ve şeker modifikasyonları ve DNA-protein çapraz bağlanması örnekleriyle lezyonlara neden olarak hasara yol açmaktadır (Williams ve Jeffrey, 2000).

Maillard reaksiyonu sırasında oluşan indirgen özellikteki bazı bileşiklerin karsinogenik, toksik veya mutajenik özellik gösterdiği bildirilmiştir. Akrilamid, HMF ve heterosiklik aminler toksik nitelikteki bileşiklerdir. Bu bileşiklerin insanlarda kanserojen etki gösterdiği Uluslararası Kanseri Araştırma Enstitüsü (IARC)'nin

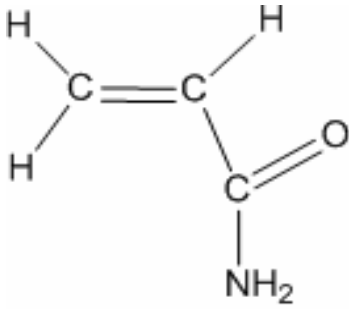
çalışmaları ile belirtilmiştir (Nizamlıoğlu ve Sebahattin, 2019).

Enzimatik olmayan esmerleşmenin çeşitlerinden Maillard reaksiyonu, sağlığı olumsuz yönde etkileyerek karaciğerde toksik etki yapabilmektedir. Aşırı miktarda uygulanan ısı, gıdalarda tat ve koku değişikliklerine yol açtığı için kalite kaybına neden olabilmektedir (Arusoğlu, 2015).

2.4.Akrilamid

Yüksek karbonhidrat içeren gıdaların ısıyla etkileşimi sonucu oluşan akrilamidin (2-propenamide, AA) yapılan çalışmalar sonucu kansere yol açtığı gösterilmiştir. Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (ARC) akrilamidi muhtemel kanserojen madde olarak sınıflandırmıştır. Akrilamid oluşumundaki önemli yollardan biri, indirgen şekerler ile asparjin amino asidinin reaksiyona girmesi sonucu oluşan Maillard reaksiyonudur. Akrilamid oluşumunu; gıdanın bileşimini, pH'ı ve proses koşullarını değiştirerek azaltmak mümkündür (Doğan ve Meral, 2006).

Polimerik ve monomerik olarak iki şekli bulunan akrilamid, basit bir molekül olmasının yanı sıra yüksek derecede reaktiftir (Arusoğlu, 2015). Şekil 2.2'de akrilamidin yapısı verilmiştir.



Şekil 2.2: Akrilamidin Kimyasal Yapısı Kaynak: Yıldız vd., 2010

Akrilamid oluşumu için sıcaklığın 100°C'yi geçmesi gerekmektedir. Akrilamid, yüksek sıcaklıklarda (120°C) Maillard reaksiyonu ile kahverengileşme esnasında aminoasitlerin indirgen disakkaritler ile reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır.

Pişme süresi, ısısı ve piştikten sonraki besinin şekli AA oluşumunu etkilemektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Yüksek sıcaklığa maruz kalan besinlerin daha fazla AA içerdiğini ve bu durumun sağlık açısından tehlikeli olduğunu belirtmiştir (Arusoğlu, 2015).

Bu yüzden son yıllarda yüksek sıcaklık uygulanan gıdalarda akrilamid oluşumuna dikkat edilmektedir ve bu konu ile ilgili çalışmalar giderek önem kazanmaktadır. Akrilamidin içeriği ilk defa 2002'de İsveçli bilim insanları tarafından gündem olmuştur. Genotoksik (Ma vd., 2015) ve nörotoksik (Chun vd., 2006) özellikleri de belirtilmiştir. Fazla miktarda nişasta içeren ve yüksek sıcaklık uygulanan gıdalarda akrilamid miktarı önemli derece fazla bulunmuştur (Zhang vd., 2006).

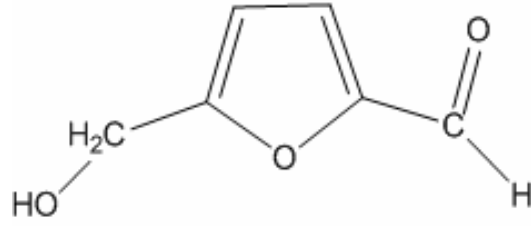
Akrilamid oluşumunda, gıdadaki asparajin, indirgen şeker miktarı, uygulanan sıcaklık ve süre, ortamın pH ve su aktivitesi değeri, işlem öncesi haşlama, gıda matriksi, hammadde çeşidi ve depolanması gibi birçok faktör etkilidir. Gıdalarda bulunan akrilamid miktarı sinir sistemini etkileyecek düzeyde değildir. Dünya Sağlık Örgütü akrilamidin 0,3 – 0,8 µg/kg/gün alınmasında bir sakınca olmadığını açıklamıştır. İsveç'te yapılan bir çalışmada günlük akrilamid alımının 100 µg olabileceği belirtilmiştir. Gıdalar dışında da akrilamide maruz kalınabilmektedir. Poliakrilamidli içme sularında, kozmetik ürünlerde ve ambalajlarda az miktarlarda akrilamid bulunmaktadır. Sigaranın bir tanesinin 1-2 µg akrilamid oluşturduğu bilinmektedir (Ramachandran vd., 2006).

2.5. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural (HMF), $C_6H_6O_3$ molekül formülüne sahip sarı renkli düşük erime noktalı bir katıdır. Ağırlığı 126,11 g/mol, kaynama noktası 114-116 °C/1 mmHg (lit.) arasında ve yoğunluğu 1,2 g/cm³'dür. (Ames, 1992).

Aldehit ve alkol (hidroksimetil) fonksiyonel gruplarını barındıran HMF, altı karbonlu heterosiklik bir organik bileşiktir (Shapla vd., 2018). HMF'nin molekül yapısı Şekil

2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Hidroksimetilfurfuralın Kimyasal Yapısı Kaynak: Yıldız vd., 2010

Su, metanol, etanol, benzen ve etil asetat gibi bir dizi çözücüde çözünürlüğü vardır (Chatterjee vd., 2016). HMF, kimya endüstrisinde son yıllarda yükselen bir hammadde olmuştur. Polimerler, reçineler, çözücüler, farmasötikler, fungusitler ve yakıtların üretimi için çok yönlü bir platform kimyasalıdır. ABD Enerji Bakanlığı (DOE), HMF'yi umut vaat eden ilk 12 yapı taşından biri olarak kabul etmiştir. Bu yüzden ilerleyen zamanlarda HMF üretimine büyük bir ilgi olması beklenmektedir (Zhang vd., 2013).

HMF; nişasta, sakkaroz, selüloz, inülin, glikoz ve fruktoz gibi biyokütlelerden elde edilmektedir. Gelecekte kimyasal ve yakıt ihtiyacını karşılama potansiyeline sahiptir (Wu vd., 2017). Fruktoz, HMF üretiminde en iyi başlangıç maddesidir ancak maliyetinden ötürü büyük ölçekli HMF üretiminde kullanılamamaktadır (Mukherjee vd., 2015).

Maillard reaksiyonu sırasında yan ürün olarak oluşan HMF'de aromatik aldehit, aromatik alkol ve furan halkası bulunmaktadır. Meyve suları, bal, reçel, tahıl ürünleri gibi şeker içeren gıdaların uygun olmayan sıcaklıklara maruz bırakılması ve yine aynı şekilde uygun olmayan şartlarda depolanması sonucunda oluşan HMF, ısıl işlemin uygunluğunu anlamak için kullanılan bir indekstir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2008).

Isıl işlem uygulandığından dolayı çözülebilir kahvede HMF miktarı artmaktadır. Çekirdek kahve de kavrulma sırasında ısıl işleme tabi tutulmaktadır. HMF, bal, reçel, meyve suyu, domates salçası vb. sebze ve meyve guruplarında da sıcak işleme tabi tutulduğundan ötürü bulunmaktadır. HMF miktarının belirli düzeylerde bulunması, gıdanın tat ve kokusunda değişmelere, rengin esmerleşmesine ve besleyici değer

azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca, HMF'nin kansorejen etkisi de göz önünde bulundurulduğunda gıda maddelerinde müsaade edilen HMF miktarları sınırlandırılmıştır (Kılıçer, 2011).

Gıdalarda kaliteyi belirleyen en önemli unsurlardan birisi HMF'dir. HMF miktarı bazı gıda maddelerinde bozulma belirtisi olarak kabul edilmektedir (Birer, 1983; Batu ve Gök, 2006).

Ürünün kalitesini etkileyen önemli etkenlerden biri olan HMF, uygulanan prosesin yeterliliği hakkında bilgi vermektedir (Batu, 2020). Ayriyeten uygulanan işlemin yeterli olup olmadığını veya aşırı ısı uygulamasının yapıp yapılmadığını göstermektedir. Depolama sıcaklığı arttığı takdirde kimyasal olayların hızı da artmaktadır (Telatar, 1985).

Sağlık açısından risk oluşturabileceğinden dolayı, gıdalardaki HMF düzeyinin depolama esnasındaki artış miktarı da göz önüne alınarak belirlenmesi ve maksimum HMF limitlerine dikkat edilmesi gerekmektedir (Janzowski vd., 2000). Spektroskopik ve kromatografik analiz yöntemlerinden yararlanılarak tespit edilebilmektedir (Kılıçer, 2011). Yapılan çalışmada da HPLC cihazı kullanılarak soğuk kahvelerdeki HMF miktarlarını belirleyip uygunluğunu saptamak hedeflenmiştir (Hepsağ ve Hayoğlu, 2017).

2.6. HMF Oluşumu

HMF miktarı besinlere uygulanan işlemler sonucunda hızlı bir reaksiyon ve artış göstermektedir. Literatürde HMF, ısıtılmış işlem sonucunda karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu ile oluşur.

İşleme ve depolama koşullarında ortam pH'ına ve sıcaklığına bağlı olarak HMF oluşumu değişebilmektedir (Elmastas vd., 2022). Kötü depolama koşullarında veya işlem sırasında yüksek ısıya maruz bırakılan gıdalarda HMF varlığı artmaktadır (Shapla vd., 2018). Sıcaklık ve zaman dikkate alınarak yapılan bir çalışmada, HMF içeriklerinin hem sıcaklık hem de zamanla doğrusal artış gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmaya dahil edilen keçiyoynuzu pekmezi, dut ve üzümde depolama süresi ve sıcaklıkla birlikte HMF içeriğinin önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir (Toker, 2013).

Ortam asidik olduğunda düşük sıcaklıklarda bile HMF oluşabilmektedir (Lee vd., 1990).

HMF oluşumunda; sıcaklık, zaman, depolama ve pH gibi durumlar dışında gıdanın kompozisyonu da önem taşımaktadır. Karbonhidratlar ve amino asitler açısından zengin gıdalar herhangi bir ısıtma işlemine tabi tutulduğunda HMF sentezleyebilmektedir. Buna ek olarak yapılan çalışmalar, kalsiyum ve magnezyum içeren gıdalarda da HMF oluşma veriminin arttığını belirtmektedir (Kowalski vd., 2013).

Gıdaların üretim ve depolama aşamalarında uygulanan ısıtma işlemi, besinlerin su aktivitesinde azalmaya yol açmaktadır ve bu durum HMF oluşumuna zemin hazırlamaktadır (Gökmen, 2007). Yüksek miktarlarda HMF tüketiminin neden olabileceği olumsuzlukları önlemek amacıyla ve ürünün tazeliği ile ısıtma işlemine maruz kalma durumu hakkında bilgi vermesi nedeniyle, Türk Gıda Kodeksi tarafından bazı besinlerde bulunabilecek HMF miktarları sınırlandırılmıştır.

2.6.1. Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları ile HMF Oluşumu

Enzimatik olmayan renk esmerleşmeleri, enzimlere ihtiyaç duymaksızın su aktivitesi, pH ve ısıtma işlemine bağlı olarak meydana gelen ve depolama süresince de gözlenen renk değişimidir. Bu renk değişimlerine sebep olan reaksiyonlara da enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları denir. Reaksiyon bitiminde esmer renkli olan melanoidin denilen bileşikler açığa çıkmaktadır ve bunlardan en önemlisi HMF bileşiğidir (Metin, 2014).

Isının yüksekliği, süresinin uzun olması ve depo sıcaklığı bu reaksiyonları arttırmaktadır. Ayrıca, enzimatik olmayan reaksiyonlar besinlerin kuru madde içerikleriyle de ilişkilidir (Bakhiya, vd., 2009). Bundan dolayı, kurutulmuş besinlerde (sebze ve meyve), nar ekşilerinde ve yüksek ısıya maruz kalarak yapılan pekmezlerde enzimatik olmayan reaksiyonlar daha fazla görülmektedir. Gıda üretiminde raf ömrünü uzatmak için ısıtma uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Sterilizasyon, kızartma, kavurma ve fırında pişirme gibi işlemler sırasında esmerleşme reaksiyonları istenilen tat ve görüntü oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca toksik bileşiklerin oluşumu gibi istenilmeyen sonuçlara da neden olabilmektedir (Borelli ve Fogliano, 2005).

Bu reaksiyonlar sonucunda mutajenik, karsinojenik ve sitotoksik etkilere neden olan nitrozaminler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar ve heterosiklik aminler gibi bileşikler oluşabilmektedir (Knize, 1999). Besinlerin depolanmasında ve işlenmesindeki en önemli kimyasal olaylardan biri olan enzimatik olmayan esmerleşmeler 3 'e ayrılır; karamelizasyon, askorbik asit degradasyonu ve Maillard reaksiyonları. Isıl işlem sonucu ortaya çıkan Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon, HMF oluşumuna neden olan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıdır (Capuano ve Fogliano, 2011).

2.6.1.1. Maillard Reaksiyonu ile HMF Oluşumu

Amino asitlerin amino grubu ile indirgen disakkaritlerin karbonil grubunun tepkimeye girmesi ile Maillard reaksiyonu başlamaktadır. Bu reaksiyon sonucunda polimerler ve uçucu ürünler oluşturmaktadır. Aynı zamanda reaksiyon, lipit oksidasyon ürünleri ile amino asitler arasında da oluşabilmektedir. Reaksiyon esnasında, su aktivitesi, pH, sıcaklık ve reaktanların tipi gibi faktörlerin etkilerine göre renkli veya renksiz ürünler oluşmaktadır (Kowalski, vd., 2013). Son yapılan *in vitro* çalışmalarda, bu reaksiyon sonucu oluşan ürünlerin istenmeyen etkilerinin yanı sıra antimikrobiyal, antialerjenik ve antioksidan gibi yararlı özelliklere de etkisi olduğu belirtilmektedir.

Üç aşamada gerçekleşen Maillard reaksiyonunun ilk aşamasında oluşan amadori bileşikleri, ürünlere kahverengi renk ve aroma verirken aynı zamanda proteinlerin besin değerlerinin azalmasına neden olmaktadır (Silvan, vd., 2006). Bu bileşikler parçalanarak farklı ürünler oluşturabilmektedir. Serbest hidrojen ve diketozamin oluşturmak için, ketozaminler ile aldozlar reaksiyona girmektedir. Gerçekleşen bu reaksiyon ile karbonil grubu olmayan bazı bileşikler oluşmaktadır. Buna ek olarak, amadori ürünlerinin 1,2 enediol formuna dönüşerek 3- deoksiosuloz oluşturduğu bilinmektedir. Oluşan bu bileşik HMF ve diğer furfural bileşiklerini oluşturmaktadır (Jose vd., 2011). Reaksiyonun son basamağında kahverengi pigmentler, tat ve aroma veren bileşikler oluşur (Brownlee ve Helen, 1984).

Isıl işlem uygulamalarının dengeli bir oranda yapılmaması sonucu HMF miktarının arttığı yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir. HMF depolama süresinden ve sıcaklığından etkilenmektedir (Şahinler, vd., 2019).

Asidik şartlarda, oda sıcaklığında dahi gerçekleşebilen bu reaksiyonda, sıcaklığın artması ile oluşan ürünlerin miktarı da artmaktadır (İpek, 2012). HMF karbonhidrat içeren gıdalarda aşırı ısıl işlem uygulamasının uygun olmayan depolama koşullarının bir göstergesi olarak önemli bir kalite parametresidir (Batu vd., 2014). Maillardreaksiyonu, gıdanın tadına, rengine ve aromasına olumlu yönde etki ederken besleyici değerinde azalmaya sebep olmaktadır. Ayrıca, HMF gibi toksik reaksiyon ara ürünlerini oluşturma potansiyelinden dolayı da son derece önemli ve kontrol altında tutulması gereken bir reaksiyondur (Švecová ve Mach, 2017).

2.6.1.2. Karamelizasyon ile HMF Oluşumu

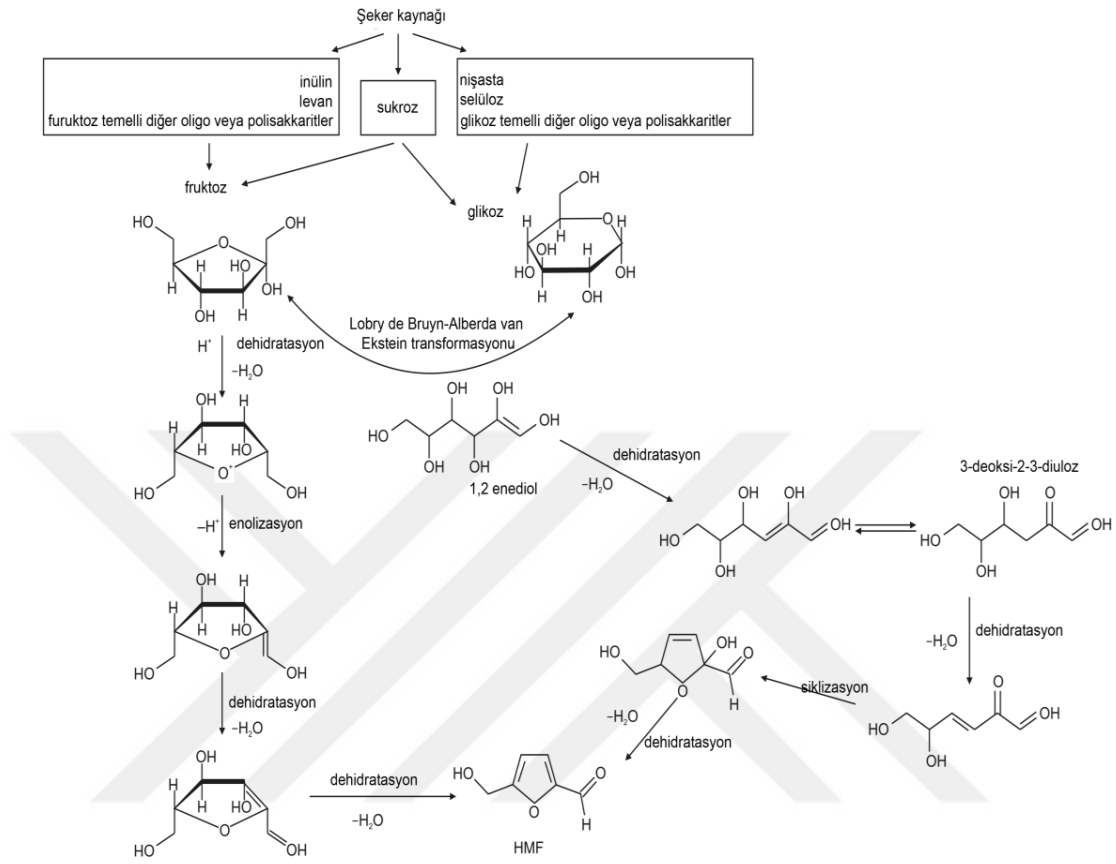
Yoğunlaşma olmadan şekerin indirgenmesini ve koyu kahverengi bir maddeye dönüşmesini içeren esmerleşme reaksiyonlarından biri karamelizasyondur. Yüksek sıcaklıkta ısıtılan şekerler, asit veya alkali pH seviyelerinde kahverengi maddeler oluştururlar. Gıdalarda kalitenin düşmesine, renk ve tat değişimlerine yol açmaktadır (Saritepe, 2018).

Dehidrasyon, enolizasyon, dikarbonil gibi reaksiyonlar, şekerlere yüksek ısı uygulanması sonucunda gözlenmektedir. Disakkaritten iki monosakkarit oluşturan hidroliz basamağı gerçekleşmektedir. Öncelikle polisakkaritler monosakkaritlere ayrılarak karmelleşir. Yüksek sıcaklıkta ve ortamda az miktarda bile alkali bulunması ile bu reaksiyon gerçekleşmektedir. Karamelizasyon sonucunda indirgenme ürünü olarak pentozlardan furfural, heksozlardan da HMF oluşmaktadır (Rufian ve Delgado-Andrade, 2009). HMF, asidik ortamda heksozlara ısıl işlem uygulanması ile gerçekleşmektedir. İndirgen disakkaritler, dehidrasyon ve 1,2-enolizasyon gibi reaksiyonlara katılmaktadır (Metin, 2014).

Maillard oluşumundan daha fazla sıcaklığa ihtiyaç duyan karamelizasyon, pH değerinin 3'ten küçük ve 9'dan büyük olduğu ortamlarda ve 120 °C'den yüksek sıcaklıklarda daha hızlı gerçekleşir (Toker, 2012).

HMF oluşumunda fruktozun, glikoz ve sakkarozaya göre daha reaktif olduğu yapılan birçok çalışma ile gösterilmiştir (Locas ve Yaylayan, 2008). 3,5 pH seviyesinde ve 50°C'de yapılan bir çalışmada, fruktozun glikoza göre HMF oluşumunda 31,2 kat,

sakkarozun ise glikoza göre 18,5 kat daha hızlı olduğu bildirilmiştir (Lee ve Naggy, 1990). Basit şekerlerden HMF oluşum mekanizması Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Basit Şekerlerden HMF Oluşumunun Model Mekanizması

Kaynak: Kowalski vd.,2013

2.7. HMF Oluşumunun İnhibe Edilmesi

Sülfür içeren amino asitlerin antioksidatif ve antitoksik etkileri bulunmaktadır. L-sistein (Cys) ve N-asetil-L-sistein (AcCys) gibi sülfür içeren amino asitler, karsinogen, mutajen ve diğer toksik bileşiklerle direk olarak reaksiyona girerek inhibe edebilirler (Friedman ve Molnar-Perl, 1990). Doğal tiol bileşikleri enzimatik veya enzimatik olmayan esmerleşmeyi sülfitle yer değiştirerek inhibe edebilirler. Bu thioller

esmerleşme ile ilişkili olan metilfurfural (MF) ve HMF gibi bazı bileşikleri inhibe edebilmektedir (Naim, vd., 1993).

Farklı disakkaritler ve monosakkaritler ile fenilalaninin 98 °C'de 10 saat süren reaksiyonları çalışılmış ve HMF oluşumunda düşüş olduğu belirtilmiştir (Lewkowski, 2001). Hidrolitik enzim gruplarının furan bileşikleri üzerine etkili olabileceği ve HMF'nin azaltılabileceği konusu ileri sürülmüştür ve *Saccharomyces cerevisia* mayasının da HMF üzerine etkili olabileceği düşünülmektedir (Wahlbom ve Hahn-Hägerdal, 2002).

2.8. HMF'nin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından HMF'nin potansiyel risk olduğu bilinmektedir (Kahraman, 2012).

Yüksek oranda HMF'nin toksik etkisi bulunmaktadır. Ayrıca üst solunum yolunu, göz, deri ve mukoza membranlarını tahriş edebilmektedir (Severin, vd., 2010). Reaksiyonla birlikte reaktif oksijen türlerinde artış ile antioksidan yapının yetersiz kalmasıyla, oksidatif stres oluşmaktadır (Cooke, vd., 2010). Oksidatif stres, farklı yapılarla DNA'da baz ve şeker modifikasyonları ve DNA-protein çapraz bağlanması örnekleriyle lezyonlara neden olarak hasara yol açmaktadır (Williams ve Jeffrey, 2000).

Gıdalarda HMF miktarının önemi ve insan sağlığına etkisi ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir (Janzowski, 2000). HMF'nin mutajenik ve DNA zincirine zarar veren etkileri yanı sıra genotoksik etki gösterdiği de yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (Rufian-Henares ve Cueva, 2008; Durling vd., 2009). Sıçanlar kullanılarak yapılan başka bir araştırmada, yüksek konsantrasyonda HMF verilerek etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, HMF'nin sitotoksik etki göstererek üst solunum yolunu etkileyerek, deri, göz ve mukoza membranlarında tahriş edici etkilere neden olduğu bildirilmiştir (Teixido vd., 2006; Windsor vd., 2013; Doğan, 2013).

Bundan dolayı insan sağlığı açısından son derece önem arz eden bir ürün olan kahvenin işleme aşamasında dikkatli şekilde ısı uygulamaları gerçekleştirilmelidir (Şahinler vd., 2019).

Pastoriza de la Cueva ve arkadaşları (2016), yapmış oldukları bir çalışmada, HMF'nin

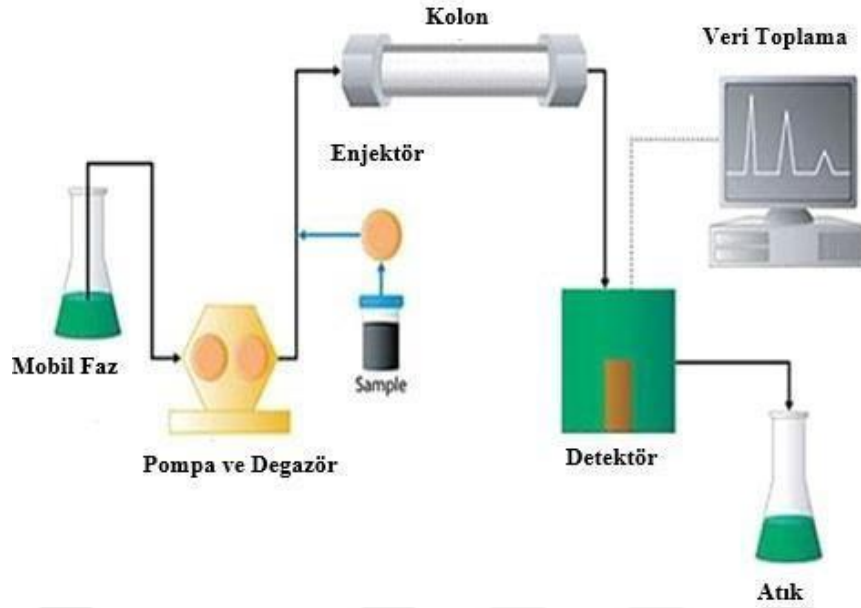
insanlarda toksikolojik etkilerini araştırarak diyetle alınan çok yüksek dozda HMF haricinde, HMF'nin 5-sülfoksimetilfurfural'a (SMF) metabolik aktivasyonu sonrası SMF'nin potansiyel bir genotoksik ve mutajenik aktivite gösterdiği bildirilmiştir. HMF'nin Tolere Edilebilir Günlük Alımına (TDI) dikkat çekilen bir araştırmada, ilkokul çağındaki çocukların günlük ortalama HMF tüketimleri 13,7 mg/gün olarak bulunmuştur. Bulunan sonuç, literatürde belirtilen 132 mg/gün'ün 10 kat altındadır. Yapılan bir diğer prelinik çalışmada, 80 ila 100 mg/kg vücut ağırlığı arasında değişen günlük dozların insanlarda toksik etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Abraham vd., 2011). Güvenli tüketim için gıdaların biyoerişilebilirlik durumlarının incelenmesi önemlidir.

2.9. Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC)

Basit ve düşük maliyetli olduğu için HMF tayininde sıklıkla kolorimetrik yöntem kullanılmaktadır. Fakat, kromatografik yöntemin daha doğru sonuç verdiği bildirilmiştir (Urgu vd., 2017).

1970'li yıllarda gıda maddelerinin analizi için, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılmaya başlanmıştır. 1973'te mitotoksin araştırmaları için kullanılmaya başlamıştır (Erkahveci, 1996). Bu cihaz en güvenilir metotlardan birisi haline gelmiştir. Kromatografik ve spektroskopik analiz teknikleri HMF'nin miktar tayini için kullanılmaktadır.

HPLC, farmasötik, kimyasal ve biyoteknoloji endüstrilerinde çok önemli olan bir ayırma tekniğidir. Kolona örnek çözeltisi pompalanır ve mobil bir faz ile kolon boyunca ilerler. Kolondan geçen maddeler farklı dağılma davranışlarına bağlı olarak farklı göç oranlarına sahip olduklarından farklı tutunma zamanlarına sahip olacaklardır. Bu süreye bağlı olarak kolondan farklı sürelerde çıkacaklardır ve bu şekilde de numunenin analizi yapılabilmektedir (Kılıçer, 2011). Şekil 2.5'te HPLC cihazı gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Cihazı
Kaynak: Talay, 2022

Duyarlılığı, kantitatif tayinlere kolaylıkla uyarlanabilir olması, uçucu olmayan ve sıcaklıkla kolayca bozulabilen bileşiklerin ayrılmasına uygunluğundan dolayı en yaygın kullanılan cihazdır (Atienza vd., 1993).

Kimyasal bileşiklerin ayrılması veya biyolojik bir numunenin bileşenlerinin tanımlanması gibi bir karışımın bileşenlerini ayırmak, tanımlamak ve ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Klasik bir yüksek basınçlı sıvı kromatografi sistemi, sabit bir faz, değişen polariteye sahip bir mobil faz ve bir ultraviyole detektörü içermektedir. Kimyasal reaksiyonların izlenmesi ve ürünlerin saflığının değerlendirilmesi için ilaç endüstrisinde ve saf kimyada kullanılmaktadır. Son yıllarda laboratuvarlarda esas bir araştırma aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Klinik araştırmalarda bileşenlerin miktar tayini için yüksek basınçlı sıvı kromatografisi kullanılmaktadır (Dixon vd., 1976).

Pestisit kalıntılarının tespiti için gıdalar üzerinde yapılan araştırmalarda çoğunlukla HPLC cihazı kullanılmaktadır ve giderek kullanımının arttığı gözlenmektedir. Yüksek sıcaklıklarda bozulan ve bu yüzden gaz kromatografisi ile analiz edilemeyen pestisitlerde HPLC büyük kolaylık sağlamaktadır. HPLC, eş zamanlı olarak nicel ve

nitel analiz yapabilmektedir. Değişik dedektörlerin kullanılması ile farklı kimyasal yapılardaki pestisitlerin analizi yapılabilmektedir, bu şekilde çalışma yelpazesi genişlemektedir (Yigit vd., 2008).

2.10. Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği

Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği (2014/34), meyve suyu, konsantreden üretilen meyve suyu, meyve suyu konsantresi, su ile ekstrakte edilen meyve suyu, meyve suyu tozu, meyve nektarı, meyve püresi ve meyve püresi konsantresini kapsamaktadır. Bu Tebliğin amacı; meyve suyu ve benzeri ürünlerin üretim, hazırlama, işleme, depolama ve taşınma aşamalarında uygun koşulların sağlanması için ürünlerin özelliklerini belirlemektir. Ancak, bu tebliğde HMF ile ilgili bir sınırlama mevcut değildir.

Anonim olarak, HMF miktarı, meyve sularında 5 mg/L meyve suyu konsantrelerinde ise 10 mg/L'den yüksek olması aşırı ve uygun olmayan bir ısıya maruz bırakıldığının göstergesi olarak belirtilmiştir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2004).

Soğuk kahvelerde HMF değerleri ile ilgili herhangi bir tebliğ bulunmamaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada meyve suyu standartlarında yer alan HMF miktarı 5 mg/L'den fazla olamaz ibaresine göre kıyaslamalar ve yorumlamalar yapılmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL ve METOD

3.1. Araştırmanın Amacı

Piyasada farklı birçok içerik ve markada soğuk kahve çeşitleri bulunmaktadır. Bu ürünlerin üretim ve saklama aşamalarında uygulanan ısı işlem sonucu meydana gelen bazı reaksiyonlarda kalite belirteci olan HMF oluşabilmektedir. Araştırmanın temel amacı, piyasada bulunan çeşitli soğuk kahvelerde HMF miktarlarının tespit edilmesi, incelenmesi ve karşılaştırmalarının yapılmasıdır. Laboratuvar çalışmasına ait Şekil

3.1' de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Analiz Aşamaları

3.1.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örneklem

Bu araştırma, Kasım 2022'de İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi laboratuvarında yapılarak analiz edilmiştir. Çalışma için İstanbul'daki marketlerden 45 farklı çeşit soğuk kahve temin edilmiştir. Toplanan ürünler, analiz aşamasına kadar uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.

3.2. Materyal

3.2.1. Kullanılan Ekipmanlar

Araştırmada amaca hizmet edecek cihazlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ekipmanlar Tablo 3.1’de belirtilmiştir.

Tablo 3.1: Analizde Kullanılan Cihazlar

Analizde Kullanılan Cihaz	Markası
HPLC	UFLC-Shimadzu
Analitik Terazı	Radwag – AS 220R2
Otomatik Pipet	Axypet
Şırınga	Tıbset
Şırınga Filtresi	ISOLAB (25mm)
Çalkalamalı Su Banyosu	Lab Companion
Santrifüj	Hıtachi CR22N
Vortex Karıştırıcı	Biobase
Su Destilasyon Cihazı	Direct-Q 3 UV ultrapure
Beherglas	ISOLAB
Deney Tüpleri	ISOLAB
Vial Tüpler	ISOLAB
Buzdolabı	Uğur

3.3. Metot

3.3.1 Analizi Yapılan Malzeme Listesi ve Miktarları

Analiz edilen 45 ürünün beyan edilen içerikleri ve menşeleri Tablo 3.2’ de, karbonhidrat, protein, yağ ve şeker miktarlarının bulunduğu besin değerleri de Tablo

3.3.'te verilmiştir.

Tablo 3.2: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin İçeriği ve Menşei

Ürün	İçerik	Menşei
1.Ürün	%3.1 yağlı süt (%75), Arabica kahve (%20) (su, kahve ekstratı), şeker, doğal aroma verici: kahve, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), emülgatörler (yağ asitlerinin mono ve digliseritleri), stabilizörler (karragenan).	Danimarka
2.Ürün	%1.1 yağlı laktozsuz süt (%75), Arabica kahve (%24.8) (su, kahve ekstratı), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), stabilizörler (jellan gam, karragenan), tatlandırıcı (asesülfam K), laktaz enzimi.	Danimarka
3.Ürün	%3 yağlı süt (%75), Arabica kahve (%19.8), (su, kahve ekstratı), şeker, yağı azaltılmış kakao tozu (%0.1), aroma vericiler, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), emülgatör (yağ, asitlerinin mono ve digliseritleri), stabilizörler (karragenan, guar gam).	Danimarka
4.Ürün	%1,8 yağlı süt (%75), Arabica kahve (%20) (su, kahve ekstratı), şeker, aroma verici: karamel (süt içerir), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), emülgatör (yağ, asitlerinin mono ve digliseritleri), stabilizörler (karragenan, guar gam).	Danimarka
5.Ürün	%4.16 yağlı süt (%75), Arabica kahve (%22) (su, kahve ekstratı), şeker, doğal aroma verici: kahve, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), stabilizörler (jellan gam, karregenan).	Danimarka
6.Ürün	%3.3 yağlı süt, Arabica kahve (%24.8) (su, kahve ekstratı), doğal aroma verici: kahve, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), tatlandırıcı (asesülfam K), şeker ilavesiz, doğal olarak şeker içerir.	Danimarka
7.Ürün	%3.3 yağlı süt (%75), Arabica kahve (%20) (su, kahve ekstratı), şeker, doğal aroma verici: kahve, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar).	Danimarka
8.Ürün	%1.27 yağlı süt (%75), Arabica kahve (%22.85), şeker, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), aroma verici, piyasadaki tüketime hazır kahveli sütlü içeceklerin ortalamasına göre minimum %30 daha az şeker içerir.	Danimarka
9.Ürün	%1.27 yağlı süt (%75), Arabica kahve (%22.9), (su, kahve ekstratı), şeker, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), piyasadaki tüketime hazır kahveli sütlü içeceklerin ortalamasına göre minimum %30 daha az şeker içerir.	Danimarka
10.Ürün	%3.3 yağlı süt (%75), Arabica kahve (su, kahve ekstratı), aroma verici: kahve, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), tatlandırıcı (asesülfam K) içerir.	Danimarka
11.Ürün	Yarım yağlı süt (%75), Arabica kahve (%18.7) (su, kahve ekstratı), şeker, bal (%2), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), aroma verici: karamel (süt içerir), doğal aroma verici, tuz.	Danimarka

Tablo 3.2: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin İçeriği ve Menşei (Devamı)

Ürün	İçerik	Menşei
12.Ürün	(%1.5 yağlı süt) Yarım yağlı süt (%75), Arabica kahve (%18.8) (su, kahve ekstratı), şeker, doğal aroma verici: kahve, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar).	Danimarka
13.Ürün	(%1.5 yağlı süt) Yarım yağlı süt (%75), Arabica kahve (%18.8) (su, kahve ekstratı), şeker, aroma vericiler, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar).	Danimarka
14.Ürün	(%1.5 yağlı süt) Yarım yağlı süt (%75), Arabica kahve (%18.2) (su, kahve ekstratı), şeker, aroma verici: karamel (süt içerir), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar).	Danimarka
15.Ürün	(%1.5 yağlı süt) Yarım yağlı süt (%75), Arabica kahve (%18.7) (su, kahve ekstratı), şeker, yağı azaltılmış kakao tozu (%0.2), aroma verici: kahve, asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar).	Danimarka
16.Ürün	Kahve (%66.1) (su, çözülebilir kahve (%1.7)), tam yağlı süt (%29), şeker, asitlik düzenleyiciler (sodyum bikarbonat, tripotasyum sitrat), kıvam arttırıcılar (selüloz, selüloz gam, karragenan), yağı azaltılmış kakao tozu, doğal aroma vericiler, aroma verici.	Türkiye
17.Ürün	Kahve (%91.4) (su, çözünebilir kahve (%1.5)), şeker, yağsız süt, asitlik düzenleyiciler (sodyum bikarbonat, tripotasyum sitrat), aroma verici (kahve).	Türkiye
18.Ürün	Kahve (%66.1) (su, çözülebilir kahve (%1.36)), tam yağlı süt (%29), şeker, aroma vericiler, asitlik düzenleyiciler (sodyum bikarbonat, tripotasyum sitrat), kıvam arttırıcılar (selüloz, selüloz gam, karragenan).	Türkiye
19.Ürün	Kahve (%93) (su, çözülebilir kahve (%2.2)), yağsız süt (%6.5), aroma vericiler, asitlik düzenleyiciler (sodyum bikarbonat, tripotasyum sitrat), yağı azaltılmış kakao tozu, stabilizörler (selüloz, selüloz gam, karragenan).	Türkiye
20.Ürün	Kahve (%57.4) (su, çözülebilir kahve (%2.4)), tam yağlı süt (%35.7), şeker, yağı azaltılmış kakao tozu (%0.4), stabilizörler (selüloz, selüloz gam, karragenan), asitlik düzenleyiciler (sodyum bikarbonat, tripotasyum sitrat), aroma verici.	Türkiye
21.Ürün	Kahve (%67.7) (su, çözülebilir kahve (%2.4)), tam yağlı süt (%31.6), aroma vericiler, asitlik düzenleyiciler (sodyum bikarbonat, tripotasyum sitrat), yağı azaltılmış kakao tozu, stabilizörler (selüloz, selüloz gam, karragenan), tarçın.	Türkiye
22.Ürün	Kahve (%57.9) (su, çözülebilir kahve (%2.3)), tam yağlı süt (%35.7), şeker, aroma verici (vanilya), asitlik düzenleyiciler (sodyum bikarbonat, tripotasyum sitrat), kıvam arttırıcılar (selüloz, selüloz gam, karragenan).	Türkiye

Tablo 3.2: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin İçeriği ve Menşei (Devamı)

Ürün	İçerik	Menşei
23.Ürün	Kahve (%60) (su, çözülebilir kahve), pastörize inek sütü (%36), şeker (pancar şekeri kullanılmıştır.), aroma verici (Hindistan cevizi), kıvam arttırıcılar (selüloz, selüloz gam, karragenan), asitlik düzenleyici (trisodyum fosfat, potasyum karbonat).	Türkiye
24.Ürün	Kahve (%60) (su, çözülebilir kahve), pastörize inek sütü (%36), şeker (pancar şekeri kullanılmıştır.), kakao, kıvam arttırıcılar (selüloz, selüloz gam, karragenan), aroma vericiler (çikolata), asitlik düzenleyiciler (trisodyum fosfat, potasyum karbonat).	Türkiye
26.Ürün	Kahve (%60) (su, çözülebilir kahve), pastörize inek sütü (%36), şeker (pancar şekeri kullanılmıştır.), kıvam arttırıcılar (selüloz gam, karragenan), aroma vericiler (beyaz çikolata, vanilya), asitlik düzenleyici (trisodyum fosfat, potasyum karbonat).	Türkiye
27.Ürün	Kahve (%60) (su, çözülebilir kahve), pastörize inek sütü (%36), şeker (pancar şekeri kullanılmıştır.), aroma vericiler (karamel), kıvam arttırıcılar (selüloz, selüloz gam, karragenan), asitlik düzenleyici (trisodyum fosfat, potasyum karbonat).	Türkiye
28.Ürün	Kahve (%99) (su, çözülebilir kahve), aroma vericiler (kahve).	Türkiye
29.Ürün	Pastörize %1.1 yağlı süt (%75), su, dekstrin (mısır), kahve ekstratı (%1.01), kafein miktarı: 150 mg/L, modifiye nişasta (hidroksi propil dinişta fosfat), aroma verici: bourbon vanilya stabilizör: karragenan, tatlandırıcılar, sukraloz steviol glikozitler, asitlik düzenleyici: sodyum hidroksit, glukuronolakton (10 mg/L), inositol (10 mg/L).	Macaristan
30.Ürün	Pastörize %1.1 yağlı süt (%75), su, şeker, kahve ekstratı (%1.57) (kafein miktarı: 150 mg/L), modifiye nişasta (hidroksi propil dinişta fosfat), aroma vericiler, asitlik düzenleyici: sodyum hidroksit, stabilizör: karragenan, glukuronolakton (10 mg/L), inositol (10 mg/L).	Macaristan
31.Ürün	Pastörize %1.1 yağlı süt (%75), su, şeker, kahve ekstratı (%1.21) (kafein miktarı: 150 mg/L), modifiye nişasta (hidroksi propil dinişta fosfat), aroma vericiler, asitlik düzenleyici: sodyum hidroksit, stabilizör: karragenan, glukuronolakton (10 mg/L), inositol (10 mg/L).	Macaristan
32.Ürün	Su, şeker, glukoz/fruktoz şurubu, karamel aroması, süt veya süt tozu (%50), çözülebilir kahve (%1.5), kıvam arttırıcı (karragenan E407, tara gam E417), (süt ürünü içerir), asitlik düzenleyici (sodyum bikarbonat).	Türkiye

Tablo 3.2: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin İçeriği ve Menşei (Devamı)

Ürün	İçerik	Menşei
33.Ürün	Süt veya süt tozu (%50), çözülebilir kahve (%1.5), kıvam arttırıcı (mono ve digliserit yağ asitleri E471, ksantan gam E415), (süt ürünü içerir), asitlik düzenleyici (sodyum bikarbonat, sodyum fosfat).	Türkiye
34.Ürün	Su, şeker, glukoz/fruktoz şurubu, pastörize inek sütü (%40), çözülebilir kahve (%1.5), kıvam arttırıcı (karragenan E407, tara gam E417), (süt ürünü içerir), asitlik düzenleyici (sodyum bikarbonat).	Türkiye
35.Ürün	Su, şeker, glukoz/fruktoz şurubu, süt veya süt tozu (%50), çözülebilir kahve (%1.5), kakao (%0.1), kıvam arttırıcı (karragenan E407, tara gam E417), (süt ürünü içerir), asitlik düzenleyici (sodyum bikarbonat).	Türkiye
36.Ürün	Yağı azaltılmış inek sütü %45, demlenmiş kahve %45 (su, kavrulmuş öğütülmüş kahve), şeker, glukoz şurubu, stabilizör (pektin), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), aroma verici.	Türkiye
37.Ürün	Yağı azaltılmış inek sütü %45, demlenmiş kahve %45 (su, kavrulmuş öğütülmüş kahve), şeker, glukoz şurubu, stabilizör (pektin), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), aroma verici (çikolata aroma vericisi %1).	Türkiye
38.Ürün	Yağı azaltılmış inek sütü %45, demlenmiş kahve %45 (su, kavrulmuş öğütülmüş kahve), şeker, glukoz şurubu, stabilizör (pektin), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), aroma verici.	Türkiye
39.Ürün	Yağı azaltılmış inek sütü %45, demlenmiş kahve %45 (su, kavrulmuş öğütülmüş kahve), şeker, glukoz şurubu, stabilizör (pektin), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), aroma verici (çikolata aroma vericisi %1).	Türkiye
40.Ürün	Demlenmiş kafeinsiz sıvı kahve (su, kavrulmuş öğütülmüş kahve), koruyucu (potasyum sorbat, sodyum benzoat). Renklendirici içermez.	Türkiye
41.Ürün	Demlenmiş kafeinsiz sıvı kahve (su, kavrulmuş öğütülmüş kahve), koruyucu (potasyum sorbat, sodyum benzoat). Renklendirici içermez.	Türkiye
42.Ürün	%55 soğuk demleme kahve (%97.5 su + %2.5 öğütülmüş Arabica kahve), %40 yulaf lapası (su, %6.4 yulaf, ayçiçek yağı, tuz), şeker, aroma verici (findık aroması), kanola yağı, asitlik düzenleyici (sodyum karbonat (E500) (İ)), stabilizör (Jellan gam (E418)).	Avusturya
43.Ürün	%58 soğuk demleme kahve (%96.7 su + %3.3 öğütülmüş Arabica kahve), %38 Az yağlı süt, şeker, az yağlı kakao, %1 çikolata (şeker, az yağlı kakao, doğal vanilya) aroma verici (doğal vanilya), tuz, asitlik düzenleyici (monosodyum fosfat (E339) (İ)), stabilizör (Jellan gam (E418)).	Avusturya
44.Ürün	%56 soğuk demleme kahve (%97.5 su + %2.5 öğütülmüş Arabica kahve), %41 tam yağlı süt, şeker, tuz, asitlik düzenleyici (sodyum karbonat (E500) (İ)), aroma verici (doğal karamel).	Avusturya
45.Ürün	Yağı azaltılmış inek sütü %45, demlenmiş kahve %45 (su, kavrulmuş öğütülmüş kahve), şeker, glukoz şurubu, stabilizör (pektin), asitlik düzenleyici (potasyum karbonatlar), aroma verici (bisküvi aroma vericisi %1).	Türkiye

Tablo 3.3: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin Besin Değeri Tablosu

Ürün	Enerji (kj/kkal)	Karbonhidrat (g/100 ml)	Protein (g/100 ml)	Yağ (g/100 ml)	Şeker (g/100 ml)
1.Ürün	295/70	8.9	2.8	2.6	8.5
2.Ürün	149/35	4.0	2.8	0.9	3.6
3.Ürün	293/70	8.8	2.8	2.5	8.5
4.Ürün	261/62	9.0	2.9	1.6	8.6
5.Ürün	277/66	6.0	2.8	3.2	5.7
6.Ürün	212/51	4.1	2.8	2.6	3.5
7.Ürün	299/71	9.0	2.8	2.6	8.5
8.Ürün	192/45	6.2	2.9	1.0	5.8
9.Ürün	193/46	6.3	2.9	1.0	5.8
10.Ürün	212/51	4.1	2.8	2.6	3.5
11.Ürün	260/61	9.9	2.8	1.8	9.4
12.Ürün	270/64	10.0	2.8	1.2	10.0
13.Ürün	242/57	8.8	2.8	1.2	8.5
14.Ürün	277/66	11.0	2.8	1.2	11.0
15.Ürün	273/65	10.0	2.9	1.2	10.0
16.Ürün	164/39	6.2	1	1	6.2
17.Ürün	106/25	5.8	0.2	0	5.8
18.Ürün	164/39	6.3	0.9	1	6.2
19.Ürün	53/13	2.0	0.7	0.05	1
20.Ürün	220/52	8.1	1.5	1.3	8.1
21.Ürün	109/26	2.3	1.3	1.1	1.9
22.Ürün	214/51	8.1	1.4	1.3	8
23.Ürün	229/54	8.9	1.5	1.4	7.3

**Tablo 3.3: Araştırmaya Dahil Edilen Ürünlerin Besin Değeri Tablosu
(Devamı)**

24.Ürün	230/54	10	1.4	1	7.1
25.Ürün	181/43	6.7	1.4	1.2	6.4
26.Ürün	196/46	8.1	1.0	1.0	6.8
27.Ürün	231/55	9.4	1.2	1.4	8.2
28.Ürün	3/1	0	0.2	0	0
29.Ürün	162/39	3.9	2.6	1.1	3.5
30.Ürün	250/59	9.3	2.7	1.1	8.8
31.Ürün	252/60	9.5	2.6	1.1	9.1
32.Ürün	67 kkal	9.0	2.95	2.2	4.5
33.Ürün	67 kkal	9.0	2.95	2.3	4.5
34.Ürün	72 kkal	10	2.5	2.8	6
35.Ürün	75 kkal	12.5	2.5	1.5	8.5
36.Ürün	252/60	4.6	3.0	3.0	4.6
37.Ürün	252/60	4.6	3.0	3.0	4.6
38.Ürün	252/60	12.7	1.7	0.3	6
39.Ürün	252/60	12.7	1.7	0.3	6
40.Ürün	2 kkal/kj	0.1	0.1	0.1	0
41.Ürün	2 kkal/kj	0.1	0.1	0.1	0
42.Ürün	223/53	6.5	0.4	2.8	5.4
43.Ürün	140/33	5.3	1.8	0.4	4.7
44.Ürün	181/43	5.9	1.5	1.5	5.6
45.Ürün	252/60	12.7	1.7	0.3	6

3.3.2. HMF Tayini

Soğuk kahve örneklerinde bulunan HMF miktarları HPLC yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.3. Örneklerin Hazırlanması ve Analiz

Çalışmamızda, 45 farklı soğuk kahve örnekleri numaralandırılarak sınıflandırıldı. Her bir örnekten 5 ml alınarak 50 ml falkon tüplere alındı. Üzerine 50 ml'lik falkon tüpü tamamlayacak şekilde ultra saf su ilave edildi. Falkon tüpler vortex karıştırıcıda 1 dakika karıştırılarak homojen bir karışım elde edildi. Karıştırılan örnekler, 0.45 µm CA filtre kullanarak süzülerek vial tüplere konuldu. Sonrasında örnekler, HPLC' ye enjekte edildi.

3.3.4. HPLC Koşulları

Kolon: Zorbax C-18 (4.6 mm × 150 mm)

Mobil faz: Metanol/Su (92/8) karışımından oluşmaktadır.

Dedektör: HPLC-UV

Dalga Boyu: 284 nm

Enjeksiyon Hacmi: 10 µl

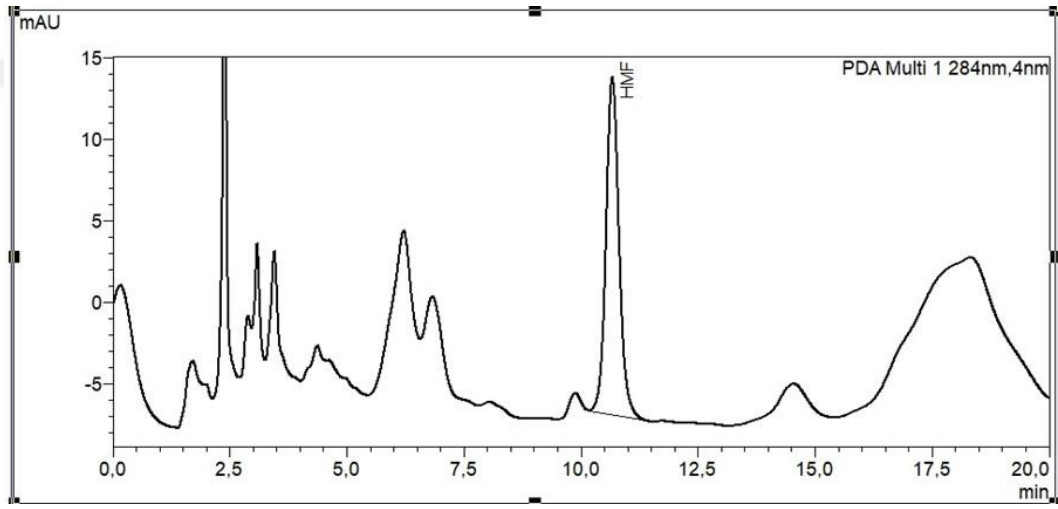
Akış Hızı: 1 mL/dakika kullanılarak gerçekleştirildi.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

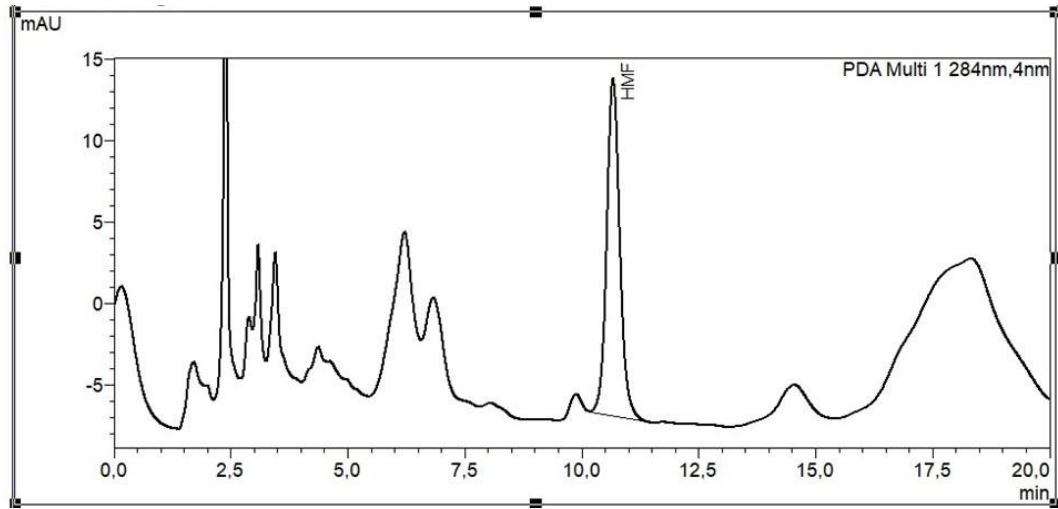
ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Soğuk Kahve Örneklerinde HMF Miktarları

Piyasadan toplanmış 45 farklı çeşit soğuk kahve örnekleri araştırılmıştır. Yapılan araştırmada HPLC kullanılarak soğuk kahve örneklerinde HMF miktarları tespit edilmiştir. Standart HMF ve soğuk kahve örneğine ait HPLC kromatogramları sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: HPLC Standart Kromatogramı



Şekil 4.2: Soğuk Kahve Örneği HPLC Kromatogramı

4.2. Soğuk Kahve Numunelerinin HMF Sonuçlarının Belirlenmesi

Örneklerde HMF miktarları ölçülüp değerlendirildiğinde en yüksek değer (86,14 mg/L) 36. örnekte, en düşük değer (0,05 mg/L) 11. örnekte tespit edilmiştir. Tespit edilen HMF miktarları Tablo 4.1’de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



Tablo 4.1: Örneklerde Tespit Edilen HMF Miktarları

Soğuk Kahve Örnekleri	HMF (mg/L)
1	0.66
2	1.34
3	0.75
4	0.87
5	0.81
6	0.12
7	0.15
8	0.23
9	0.30
10	0.35
11	0.05
12	0.10
13	0.06
14	0.10
15	0.11
16	44.06
17	65.63
18	34.86
19	64.63
20	19.78
21	27.52
22	53.71
23	9.30
24	12.97
25	9.26

Tablo 4.1: Örneklerde Tespit Edilen HMF Miktarları (Devamı)

26	3.44
27	5.89
28	24.33
29	0.72
30	2.01
31	1.67
32	8.90
33	13.49
34	11.48
35	10.08
36	86.14
37	21.42
38	31.30
39	13.13
40	7.01
41	2.20
42	26.14
43	7.39
44	5.17
45	32.29

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

5.1. Numunelerin HMF Miktarının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda, İstanbul'daki çeşitli marketlerden satın alınan soğuk kahve örneklerinin laboratuvar ortamında HMF miktarı analiz edilerek yorumlanmıştır. Uygun olmayan sıcaklıklara maruz bırakılan şekerli gıdaların üretim ve saklama aşamalarında HMF oluşmaktadır. Ayrıca HMF, zararlı özelliklere sahip olabilecek bir gıda kirletici olarak da çeşitli çalışmalarla incelenmektedir (Kowalski vd., 2013).

Gıdaların ve içeceklerin besleyici yönünü korumasındaki en önemli etken saklama koşulları ve üretim aşamasında gördüğü işlemlerdir. Özellikle soğuk kahveler, raf ömrünü uzatmak ve tüketimi kolaylaştırmak amacıyla çeşitli işlemlerden geçmektedirler ve bu durum içeceğin içeriğini oldukça etkilemektedir (Hepsağ ve Hayoğlu, 2017). Bu amaçla kullanılan yöntemlerden birisi de ısıl işlemdir. Isıl işlemin; su aktivitesini azalttığı, çeşitli mikroorganizmalardan arındırdığı ve besinlerin tat ile renklerinde olumlu anlamda değişiklik sağladığı bilinmektedir (Capuano ve Fogliano, 2011).

Asidik ortamda heksozların ısı etkisiyle dönüşümünde ve Maillard reaksiyonu sonucunda HMF oluşmaktadır (Şahinler, N., Şahinler, S., Toy vd., 2019). Gıdaların ve içeceklerin ısıl işlem görmesi veya uzun süre boyunca uygun olmayan sıcaklıklara maruz kalması sonucunda ortaya çıkan HMF (5- hidroksimetilfurfuraldehit), soğuk kahve gibi içeceklerin kalitesini değerlendirmek için kullanılabilir. Heksozların dehidrasyonu sırasında oluşan HMF'nin genel olarak kötü depolama koşullarında miktarının arttığı görülmüştür (Zappalà vd., 2005).

Kahvenin önemli bileşenlerinden biri olan furan, kahveye meyvemsi, kavrulmuş, yanık, acımsı ve tatlı bir koku vermesi nedeniyle önemli bir aroma grubudur. Kahvede bulunan bazı maddelerin (heksoz ve pentoz gibi polisakkaritler, lipit, terpen, protein, tivamin, nükleotit) parçalanması ve Maillard reaksiyonu ile furanlar oluşmaktadır (Ludwing vd., 2014b). Kahvelerde belirlenmiş olan 8 adet furan bileşiğinden en yüksek konsantrasyonda tespit edilen 5-hidroksimetilfurfural (HMF)'dir. Arabica

çeşidi 90 kahvede, Petisca vd. (2013), Moon ve Shibamoto (2009) ve Budryn vd. (2011) tarafından yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Akgün, 2019). Maillard reaksiyonu, ısı ile işleme tabi tutulan kahvenin kavurma ve demleme aşamalarında gerçekleşen kimyasal bir reaksiyondur. Bu reaksiyon sonucu önemli bir ara ürün olan HMF oluşmaktadır. Klasik kahveden yapılmış Mırır'nın HMF miktarları 43,69 ile 658,94 mg/L arasında değişirken, geleneksel yöntemle üretilmiş Mırır'nın HMF miktarlarının 0,96 ile 202,69 mg/L arasında değiştiği gözlemlenmiştir. İçerdiği HMF düzeyi kıyaslanan Mırırlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Hassan, 2017).

Kahve çekirdeklerine uygulanan ısı ile işlem sonucunda Maillard reaksiyonu gerçekleşmektedir. Bu reaksiyon sonucunda HMF ve akrilamid gibi bazı zararlı bileşenler oluşmaktadır (Küçükata ve Yetim, 2021). Avrupa Komisyonunun bildirdiği günlük akrilamid alım seviyesi maksimum 400 µg/kg'dır (European Commission, 2017). Kahvenin çeşidine ve proses yöntemlerine göre akrilamid miktarı 79 µg/kg ve 1188 µg/kg arasında değişiklik göstermektedir. Olgunlaşmamış olan kahve çekirdeklerinin akrilamid seviyesini arttırdığı belirtilmektedir (Deribew ve Woldegiorgis, 2020).

Yüksek kaliteli kahve çekirdeklerinin seçimi ve kullanımı ile oluşabilecek olan akrilamid seviyesi kontrol altına alınabilir (Schouten, 2021). Ancak, HMF ve akrilamid oluşumuna sebep olan termal prosesler çok önemlidir ve vazgeçilmezdir (Hamzalıoğlu ve Gökmen, 2020).

Yapılan bir çalışma ile, çözülebilir kahvenin HMF miktarı 959-6181 mg/kg, çekirdek kahvenin ise 209-605 mg/kg bulunmuştur (Schultheiss, 1999). Bir başka çalışma ile, kahvenin çeşidi belirtmeksizin HMF miktarının 300-1900 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Çözülebilir kahvenin, ısı ile işleme maruz bırakıldığı için HMF içeriğinin arttığı bilinmektedir. Çekirdek kahve ise kavurma esnasında ısı ile işleme tabi tutulmaktadır (Murkovic ve Pichler, 2006).

Piyasada bulunan HMF oluşma riski olan her ürün için yayınlanmış bir sınırlama bulunmamaktadır. Literatür taraması yapıldığında başka bir çalışma bulunmaması nedeniyle ve soğuk kahve ürünlerinin HMF değeri ile ilgili Türk Gıda Kodeksi'nin yayınlamış olduğu bir tebliğ bulunmadığı için bu araştırma sonucu elde edilen veriler meyve suları standardına göre değerlendirilmiştir. Meyve suyu konsantrelerinde 10

mg/L ve meyve sularında 5 mg/L'den daha fazla HMF bulunması, gıdaya aşırı miktarlarda ısı uygulandığının göstergesidir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2004).

Çalışmamızda İstanbul'daki marketlerden toplanan 45 farklı çeşit soğuk kahve örneklerinin HMF düzeyleri, 0,05 – 86,14 mg/L aralığında bulunmuştur. İncelenen 45 ürünün HMF değerlerinde oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre örneklerin birçoğunda HMF içerikleri standartlarda belirtilen maksimum değerlerin oldukça üzerindedir.

Çalışmada elde edilen verilerde bazı ürünlerin (örn; 17.ürün ve 36.ürün) HMF miktarı, 5 mg/L değerinden yaklaşık 15-20 kat daha yüksek HMF miktarına sahiptir. HMF miktarlarının soğuk kahve örneklerinde standartların üzerinde ve çok yüksek miktarlarda bulunması, bu kahvelerin yüksek sıcaklıklarda ısı işlem görmüş olduğu ya da uzun süre uygun olmayan sıcaklıklarda depolanmış olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, çekirdek kahve de kavrulma esnasında ısı işlemine maruz kalmaktadır. Fazla miktarda bulunan HMF, toksik etki göstermesine ek olarak göz, üst solunum yolu, mukoza membranı ve deride irritan etkilere sebep olabilmektedir. HMF'nin, farklı gıdalardaki içeriklerinin tespit edilerek, HMF oluşumunun azaltılması veya engellenmesi ile ilgili araştırmaların artırılması önerilmektedir.

Şekerli gıdalarda bulunma ihtimali yüksek olan HMF düzeyi için Türk Gıda Kodeksi'nde yeterli miktarda besin ile ilgili tebliğ bulunmamaktadır. Bundan dolayı şekerli ürünler ısı işlem aşamasında veya rafta bekleme/depolama aşamasında risk oluşturmaya devam etmektedir.

Şekerin bozulması sonucu oluşan HMF, karbonhidrat bulunan besinlerde kahverengileşme reaksiyonu veya heksozların dehidrasyonu sonucu oluşabilmektedir. Genellikle taze ve işlenmemiş gıdalarda HMF bulunmamaktadır. Ancak, ısı işlemine tabi tutulduğunda ve uygun olmayan koşullarda uzun süre depolandığında HMF artmaktadır. Organik asitlerin ortamda bulunması ve düşük su aktivitesi HMF miktarını arttırabilmektedir (Çobanoğlu, 2017). HMF'nin sağlık açısından, mutajenik, sitotoksik, genotoksik ve karsinojenik etkileri bulunduğu bildirilmiştir (Rizelio vd., 2012).

Gıdalarda ısı işlemi indikatörü olarak kullanılan HMF'nin mutajenik ve zararlı etkileri olabildiği bildirilmiştir. HMF, taze gıdalarda eser miktarlarda bulunsun da uzun süre depolama sırasında miktarı artabilmektedir (Topdaş ve Ertugay, 2012). Akrilamid ise,

doğal olarak gıdalarda bulunmayan fakat gıdanın işlenmesi sırasında yüksek sıcaklıklarda oluşan toksik ve karsinojenik bir bileşiktir. Yapılan bazı çalışmalar ile akrilamidin adrenal bez, tiroid ve testislerde tümörlere neden olabildiği belirtilmiştir (Yıldız vd., 2010).

Maillard reaksiyonu sonucunda oluşan bazı ürünler akrilamid değerlerinde artışa neden olabilmektedir. Bazı kaynaklarda ise; artan akrilamid değerleri ile melanoidin oluşumu arasında doğru orantı olduğuna değinilmiştir (Kasımoğlu, 2014).

Gıdalarda ısıl işlem sonucu oluşan önemli kontaminantlardan biri olan HMF'nin, yüksek konsantrasyonlarda sitotoksik etkilerinin olduğu gözlenmektedir (Morales, 2008). Gıdalar, ısıl işlem sırasında farklı sıcaklıklara maruz bırakılmaktadır. Bu sıcaklıklar sonucunda toksikolojik olarak risk grubunda olan birtakım kimyasallar oluşmaktadır (Lineback ve Stadler, 2009). Gıdaların bileşiminde doğal olarak bulunan bu bileşikler, ısıl işlem uygulanmasıyla yaşanan bazı reaksiyonlar sonucunda oluşarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu maddelerden biri olan HMF, bu tez kapsamında soğuk kahveler üzerinde incelenmektedir. Soğuk kahveler üzerine HMF düzeyi ile ilgili literatürde bir çalışma bulunmamaktadır. Araştırmaya dahil olan soğuk kahve örneklerinin HMF değerlerinin yüksekliği bu alandaki çalışmaların yoğunlaştırılmasına vesile olmalıdır.

HMF'nin şeker bulunan ürünlerde oluşma riskinin daha fazla olduğu bilinmektedir. Çalışmaya dahil edilen 45 farklı ürünün şeker miktarları çeşitlilik göstermektedir. HMF oluşumunun özellikle şekerli ürünlerde daha riskli olduğu bilinmektedir. Ancak, şeker miktarından bağımsız olarak da HMF düzeyi gözlenebilir. Örneğin en düşük şeker miktarına sahip olan (0 g şeker) 28., 40. ve 41. Ürünlerden 28 ve 40. Ürünler; 5 mg/L sınırının üzerinde (24,33 mg/L ve 7,03 mg/L) HMF miktarına sahiptir. En fazla şeker miktarına sahip olan (10 g, 11 g ve 10 g şeker) 12.,14. ve

15. Ürünlerin HMF miktarları; 5 mg/L sınırının oldukça altında (0,10 mg/L, 0,1 mg/L ve 0,11 mg/L) bulunmuştur. Tek başına şeker miktarına bakılarak HMF

oluşum riski öngörülememektedir. Gıdaların işleme ve saklama/depolama koşulları da oldukça önemlidir.

Karbonhidrat miktarına bakıldığında ise en az karbonhidrat içeren (0 g, 0,1 g ve 0,1 g karbonhidrat) 28., 40. ve 41. Ürünlerin HMF miktarları sırasıyla 24,33 mg/L, 7,01 mg/L ve 2,20 mg/L bulunmuştur. Sonuçlara bakıldığında, 28. ve 40. Ürünün HMF miktarı, 5 mg/L üst sınırından fazla bulunmuştur. Karbonhidrat içeriği en fazla olan (12,7 g karbonhidrat) 38., 39. ve 45. Ürünlerin HMF miktarları (31,30 mg/L, 13,13 mg/L ve 32,29 mg/L); 5 mg/L değerinin oldukça üstünde bulunmuştur. Ürünlerin HMF içerikleri meyve suları için bildirilen standart değerle kıyaslandığında, karbonhidrat içerikleri ile HMF içerikleri arasında bir ilişki bulunamamıştır. Bu sebeple, besin etiketi okuyarak ürünün HMF içeriği ile ilgili tahminde bulunulamayacağı düşünülmektedir.

Bu duruma bakılarak piyasaya sunulan ürünlerin yalnızca üretim aşamasındaki koşullarının iyileştirilmesi HMF miktarını kontrol altına almaya yeterli değildir. Depolama koşulları da son derece önem arz etmektedir.

HMF'nin günlük alımı ile ilgili net bilgiler olmamakla birlikte tahmin edilen günlük dozu kişi başına 30-150 mg'dır. Bu değer de tahmini kişi başına 2,5 mg/kg'dır (Ulbricht, 1985; Husøy vd., 2008).

Yapılan çalışmalarla HMF'nin sağlık üzerine olumsuz etkileri bildirilmiştir. Kobay farelerde yapılan bir çalışmada, ağızla alınan HMF 'nin ağırlığı baz alındığında bitirici ölümcül dozu 3,1g/kg olarak bildirilmiştir (Batu vd., 2014).

Yüksek derişimlerde bulunan HMF, toksik etkisine ek olarak, göz, deri, üst solunum ve mukoza membranlarına da zarar vermektedir. HMF'nin, farklı gıdalardaki içeriklerinin tespit edilerek, HMF oluşumunun kontrol altına alınması konusunda araştırmaların artırılması önerilmektedir. Çözülebilir kahveye uygulanan ısı işlemleri ile HMF miktarı çoğalmaktadır. Çekirdek kahve ise kavrulma aşamasında ısı işleme tabi tutulmaktadır (Ulbricht vd., 1984; Husøy vd., 2008). Gıdalarda bulunan HMF'nin alımı 150 mg/gün olabilmektedir. Belirtilen bu miktar diğer proses kontaminantlardan çok daha fazla bulunmuştur (Özdemir, 2015).

Yüksek sıcaklıklarda oluşumu önemli derecede artan HMF'nin (Gökmen vd., 2008), Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ gibi katyonların şekerin dehidrasyonunu hızlandırması ile de oluşumu artmaktadır (Gökmen ve Şenyuva, 2007; Fiore vd., 2012).

Gıda temelli 5-HMF'nin insan sağlığına olan etkileri ve oluşturduğu riskler net değildir (Severin vd., 2010). Fakat yüksek derişimlerinin oluşturduğu olumsuz etkileri bildirilmektedir. Kobay farelerinde yapılan bir çalışmada, vücut ağırlığı göz önüne alındığında, ağız yoluyla alınan HMF'nin LD50 (Letal Doz) 3,1 g/kg olduğu bildirilmiştir (Ulbricht, 1985). Sıçanlarda ve farelerde 5-HMF'nin tümörejenik etkilerinin olduğundan bahsedilmektedir; kolondaki anormalliklerin (ACF: aberrant crypt foci) başlamasında 5-HMF, etkili olmaktadır (Archer vd., 1992; Zhang, 1993). Yapılan çalışmalar ile, oral olarak farelere verilen HMF dozu (0-300 mg/kg vücut ağırlığı) ACF yükselişine neden olduğu gösterilmiştir (Zhang, 1993).

Fareler üzerine yapılan bir çalışmada, 10-25 µmol 5-HMF' nin farelerin derilerinin yüzeyine uygulanması ile deride papillomalara neden olduğu gösterilmiştir (Surh ve Tannenbaum, 1994). Fareler üzerinde yapılan bir başka çalışmada deri altına enfekte edilen HMF'nin (200 mg/kg vücut ağırlığı) lipomatous tümörlerine sebep olduğu bildirilmiştir (Schoental vd., 1971).

HMF, insanlarda ve kemirgenlerde oksidasyon ile 5-hidroksimetil-2-furonik aside (HMFA) dönüşerek vücuttan atılır (Zhang vd., 1993,68). Damar yoluyla insana içerisinde HMF bulunan fruktoz solüsyonu verildiğinde, HMF'nin 2,5-furandikarboksilik aside ve HMFA'ya dönüşerek idrarla vücuttan uzaklaştırıldığı bilinmektedir (Doğan vd., 2005).

HMF'nin gıdalarda ve soğuk kahvelerde bulunan miktarının insan sağlığına olan etkileri henüz net değildir (Janowski, 2000). Yapılan çalışmalarda, HMF'nin DNA zincirine zarar vererek genotoksik ve mutajenik etki gösterdiği bildirilmiştir (Rufian-Henares ve Cueva, 2008, Durling vd., 2009).

Sıçanların kullanıldığı bir çalışmada ise yüksek konsantrasyonda uygulanan HMF'nin, sitotoksik özellik gösterdiği, üst solunum yolunu olumsuz etkilediği, deri, göz ve mukoza membranlarına irritan etkiler yaptığı gözlenmiştir (Teixido vd., 2006; Windsor vd., 2013; Doğan, 2013).

HMF'nin zararlı olarak adlandırılan 5-sülfoksi metil furfural bileşiğine dönüşebildiği bilinmektedir. 5-sülfoksi metil furfural'ın genotoksik, mutajenik, organotoksik ve

enzim inhibe edici gibi zararlı etkileri bulunmaktadır. Bunun tam aksine HMF, antialerjik, antienflamatuar, antioksidan, antihipoksik, antiorak ve antihiperüremik gibi sağlığa faydalı etkilerde gösterebilmektedir (Shapla vd., 2018). Bu nedenle, bilim insanları tarafından HMF üzerinde tartışmalar ve çalışmalar yapılmaktadır.

Yapılan çalışmaların çoğunda, HMF'nin cilde ve üst solunum yollarına zararlı etkileri, mutajenite, sitotoksiste, kromozal sapmalar ve kanserojenite gibi sağlığa olumsuz etkileri olduğu gösterilmiştir (Glatt vd., 2005; Monien vd., 2012). Ancak bazı çalışmalarda bu bulguların tam tersine HMF'nin antioksidan, antienflamatuar, antialerjik gibi faydalı etkiler gösterdiği belirtilmiştir (Zhao vd., 2013; Lin vd., 2012).

HMF'nin güvenli total tüketim seviyesi konusunda yeterli çalışma mevcut değildir. Bunun nedeni, HMF metabolizmasının ve biyotransformasyonunun bireyin organ işlevlerine bağlı olmasından dolayı vücuttan atılma oranının kişiden kişiye değişiklik göstermesidir (Shapla vd., 2018).

Modern toplumlarda vazgeçilmez bir içecek olan soğuk kahvelerin tüketiminde, insan sağlığı açısından işleme esnasında, kahve bileşenlerinin yapılarında anormallikler olmaması için dikkatli şekilde ısı uygulamaları gerçekleştirilmelidir.

Son yıllarda Dünya'da fazlasıyla artan ve tedavisinde güçlükler yaşanan kanser vakaları için ayrılan bütçe oldukça fazladır. Kanser oluşumunda gıda maddelerinin riskli içerikleri dikkate alındığında, HMF daha önemli hale gelmektedir. İnsan sağlığını ve gıda güvenliğini tehdit edebilecek olan HMF'nin gıdalarda bulunan miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca HMF oluşumunun engellenebilmesi veya en aza indirilebilmesi için daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır (Doğan vd., 2005).

Gıdalarda oluşabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve her türlü zararların önlenmesi için alınan tedbirlerin tümü gıda güvenliği olarak ifade edilmektedir. Ayrıca gıda güvenliğini, FAO, WHO ve Codex Alimentarius uzmanlar komisyonu gıdaların üretim, işleme, muhafaza ve dağıtımları sırasında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması olarak tanımlamıştır. Amerika Birleşik Devleti ve Avrupa Birliği ülkeleri ile birlikte birçok ülkede "çiftlikten sofraya gıda güvenliği" olarak söylenmektedir (Baş, 2004; Artık vd., 2013).

Halk sağlığını koruyabilmek için etkin kontrol ve denetimin yapılabilmesi gerekmektedir. Gıda da oluşan toksinlerin vücuda alınmasıyla gıda intoksikasyonları

oluşmaktadır (Sezgin ve Artık, 2015). Gıda zehirlenmesi, herhangi bir gıda ya da içeceğin tüketilmesi sonucunda enfeksiyon veya intoksikasyon durumunun oluşmasıdır (Donald, 1998; Baş, 2004; Ayhan, 2013). Gıdalardan kaynaklanan hastalıklar önemli ölüm ve ekonomik kayıp nedenidir. Milyonlarca insan için yaşamı tehdit ederek önemli bir halk sağlığı sorununu oluşturmaktadır (Eren, 2012).

Karbonhidrat içeren gıdaların kalite ve tazeliği ile ilişkili olan HMF, soğuk kahvelerde önemli bir kalite kriteridir. Kahvelerin üretim süresince maruz kaldığı sıcaklığın, depolama koşullarının ve kalitesinin değerlendirilmesi sırasında kullanılan bir kriterdir (Saylak, 2019). Reaksiyon hızının, pH, su aktivitesi, amino asit ve indirgen şeker içeriği, ortam ve depolama sıcaklığının artışı ile arttığı bildirilmektedir (Burdurlu vd., 2002).

Sonuç olarak soğuk kahvelerin farklı düzeyde HMF içermesine karşılık sıcaklık ve depolama koşullarına bağlı olarak önemli ölçüde değişim gösterdikleri görülmektedir. Üretim ve depolama koşullarının iyileştirilmesi ile piyasaya sunulan ürünlerin HMF miktarları kontrol altına alınabilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Beslenme fizyolojik bir ihtiyaç olup, insanoğlunun hayati fonksiyonlarını sürdürebilmesi için önem arz etmektedir. Gıda sanayisi, Türk ekonomisinde kurulmuş en eski sektörlerden biridir. Gıda sanayisinde ürünün kalitesi son derece önemli bir faktördür. HMF, gıdalarda kalite kriteri olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden nem, depolama süresi, hasat sırasında uygulanan işlemler, depolama yeri ve ısıtma gibi etmenlerin uygunluğuna dikkat edilmelidir.

Bu tez; bu denli güncel ve popüler bir içecek olan soğuk kahvelerin HMF içeriklerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaç kapsamında piyasadan 45 farklı soğuk kahve çeşidi toplanarak laboratuvar ortamında HMF miktarları analiz edilip araştırılmıştır.

Yapılan araştırmada incelenen soğuk kahve örneklerinde, en yüksek ve en düşük HMF içerikleri 0,05 mg/L – 86,14 mg/L aralığında bulunmuştur. Analiz sonucunda, soğuk kahve örneklerinin HMF içeriğinin, meyve suları için bildirilmiş olan 5 mg/L üst sınırı ile kıyaslandığında, çoğu oldukça yüksek bulunmuştur. Bulunan sonuçlara göre, örneklerin büyük bir kısmı yüksek HMF düzeylerine sahip olduğu için sağlık açısından risk taşıdığı görülmüştür.

İndirgen şekerlerin asit ortamda ısıtılması veya heksozlarla aminlerin reaksiyonu sonucu oluşan HMF, işlenmiş gıdaların bir bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan sağlığı üzerindeki etkilerini inceleyen birçok farklı çalışma yapılmaktadır. Ancak HMF'nin tolere edilebilen günlük alım miktarını belirleyecek yeterli çalışma mevcut değildir. HMF'nin diyetle maksimum alımını belirleyecek ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Diyet alımında, belirtilen sınırlar içinde tüketim sırasında önemli bir toksik etki gözlenmemektedir. Fakat yüksek derişimde bulunan HMF'nin, toksik etki gösterdiği ve tahriş edici etkilerinin olduğu da bilinmektedir. Literatürde bu konu ile ilgili yeterli çalışma mevcut değildir, daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Hangi miktarda HMF alımının vücutta semptomlara yol açacağı bilinmediği için risk daha fazladır. HMF'nin, farklı gıdalardaki içeriklerinin tespit edilerek, HMF oluşumunun engellenmesi ya da miktarının azaltılması konusunda araştırmaların artırılması önerilmektedir.

Giderek tüketimleri hızla artan ve piyasaya devamlı yeni karışımları ile sunulan soğuk kahve ürünlerinin oluşturmuş olduğu tehlikenin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Toplumun bu noktada bilinçlendirilerek güvenilir markaları tercih etmesi, aldıkları ürünün etiketini iyi okuması ve değerlendirmesi önemlidir. Fakat besin etiketi okunarak HMF gibi kimyasalların oluşumunun öngörülmesi mümkün değildir. Ancak, bilindiği üzere HMF özellikle şekerli ürünlerde oluşabilmektedir. Bundan dolayı soğuk kahvelerin şeker içeriklerine mutlaka bakılmalıdır.

Yapılan bu çalışmanın, kahve üreticilerine ve kahve ile ilgili yapılan diğer araştırmalara yardımcı bir kaynak olması beklenmektedir. HMF'nin ürün kalitesi ve insan sağlığı açısından önemine dair yeterli literatür bilgisi bulunmamaktadır. Gıda güvenliğini ve insan sağlığını tehdit edebilen HMF'nin gıdalardaki miktarının ve depolama sırasındaki artış düzeylerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. HMF oluşumunun engellenebilmesi veya gıdalardaki miktarının azaltılabilmesi için güncel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abraham, K., Gürtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G., Lampen, A., & Appel, K. E. (2011). Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food. *Molecular nutrition & food research*, 55(5):667-678.
- Aguiar, J., Estevinho, B. N., & Santos, L. (2016). Microencapsulation of natural antioxidants for food application–The specific case of coffee antioxidants–A review. *Trends in food science & technology*, 58:21-39.
- Akgün, B. (2019). *Türk kahvesinin akrilamid içeriği ile asparaginaz enziminin akrilamid oluşumu ve uçucu bileşikler profiline etkileri* (Doctoral dissertation).
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of educational psychology*, 84(3): 261.
- Archer, M. C., Bruce, W. R., Chan, C. C., Corpet, D. E., Medline, A., Roncucci, L., ... & Zhang, X. M. (1992). Aberrant crypt foci and microadenoma as markers for colon cancer. *Environmental health perspectives*, 98:195-197.
- Artık, N., Poyrazoğlu, E. S., & Konar, N. (2013). *Her Yönüyle Gıda Kitabı*, Türk Gıda Mevzuatı ve Gıda Denetimi Bölümü. 10:313-324.
- Arusoğlu, G. (2015). Akrilamid oluşumu ve insan sağlığına etkileri. *Akademik Gıda*, 13(1):61-71.
- Aşık, N. A. (2017). Değişen kahve tüketim alışkanlıkları ve Türk kahvesi üzerine bir araştırma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(4):310-325.
- Atienza, J., Jimenez, J. J., Bernal, J. L., & Martin, M. T. (1993). Supercritical fluid extraction of fluvalinate residues in honey. Determination by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 655(1):95-99.
- Aydın, K. (2014). Hak ve Hukuk Kavramı Üzerinde Bir Değerlendirme. *Adam Akademi*, 4(2):87-106.

- Ayhan, K. (2013). Her Yönüyle Gıda. *Tarladan Sofraya Gıda Güvenliği*. Sidas Press, İzmir, 251-288.
- Bajmaku, A. (2014). Kahve kültürü ve kahvehane mekanlarının sosyo kültürel ve politik yaklaşımlar ile popüler kültür çerçevesinde değerlendirilmesi: Kosova örneği.
- Bakhiya, N., Monien, B., Frank, H., Seidel, A., & Glatt, H. (2009). Renal organic anion transporters OAT1 and OAT3 mediate the cellular accumulation of 5- sulfoxymethylfurfural, a reactive, nephrotoxic metabolite of the Maillard product 5-hydroxymethylfurfural. *Biochemical pharmacology*, 78(4):414- 419.
- Baş, M. (2004). *Besin Hijyeni Güvenliği ve HACCP. 1. Baskı*, Sim Matbaacılık, Ankara.
- Batu, A. (2020). Gastronomi ve moleküler gastronomi açısından üzüm pekmezi. *Aydın Gastronomy*, 4(1):35-44.
- Batu, A., Aydoymuş, R. E., & Batu, H. S. (2014). Gıdalarda hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkisi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 9(1):40-55.
- Batu, A., & Gök, V. (2006). Pekmez üretiminde HACCP uygulaması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(7):1-18.
- Bayındır, M. S., Bayındır, B., & Öncel, S. (2020). X, y ve z kuşağı tüketicilerin kahve dükkânlarını tercih etme alışkanlıklarının incelenmesi. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*.
- Berg, H. E., & Van Boekel, M. A. J. S. (1994). Degradation of lactose during heating of milk. 1. Reaction pathways. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 48:157- 175.
- Birer, S. (1983). Pekmezin beslenmemizdeki yeri ve kullanılması. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, (12):107-114.
- Borrelli, R. C., & Fogliano, V. (2005). Bread crust melanoidins as potential prebiotic ingredients. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49(7):673-678.

- Brownlee, M., VLASSARA, H., & Cerami, A. (1984). Nonenzymatic glycosylation and the pathogenesis of diabetic complications. *Annals of internal medicine*, 101(4):527-537.
- Brudzynski, K., & Kim, L. (2011). Storage-induced chemical changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity. *Food Chemistry*, 126(3):1155-1163.
- Budry, N.G., Nebesny, E., Kula, J., MaJda, T., and Krysiak, W. (2011). “HS-SPME/ GC/MS profiles of convectively and microwave roasted Ivory Coast Robusta coffee brews”, *Czech Journal of Food Sciences*, 29(2):151-160.
- Burdurlu, H. S., & Karadeniz, F. (2002). Gıdalarda maillard reaksiyonu. *Gıda*, 27(2).
- Capuano, E., & Fogliano, V. (2011). Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *Food Science and Technology*, 44(4):793–810. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.002>
- Cemeroğlu, B., & Karadeniz, F. (2004). Meyve suyu üretim teknolojisi Kitabı. 2. Baskı Ankara.
- Chatterjee, S., Gangopadhyay, S., Patra, S., & Chowdhury, S. P. (2016). An overview of different approaches for sustainable production and convertibility of hydroxymethylfurfural. *IJRET*, 5(1):45-52.
- Chun, B. W., Dair, B., Macuch, P. J., Wiebe, D., Porteneuve, C., & Jeknavorian, A. (2006). The development of cement and concrete additive: based on xylonic acid derived via bioconversion of xylose. In *Twenty-Seventh Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals* (pp.645-658). Humana Press.
- Coelho, C., Ribeiro, M., Cruz, A. C., Domingues, M. R. M., Coimbra, M. A., Bunzel, M., & Nunes, F. M. (2014). Nature of phenolic compounds in coffee melanoidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(31):7843- 7853. <https://doi.org/10.1021/jf501510d>
- Cooke, M. S., Evans, M. D., Dizdaroglu, M., & Lunec, J. (2003). Oxidative

- DNA damage: mechanisms, mutation, disease. *The FASEB Journal*, 17(10):1195-1214.
- Cortes, C., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2008). Color of orange juice treated by high intensity pulsed electric fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. *Food control*, 19(2):151-158.
- Çobanoğlu, D. N. (2017). Azerbaycan Gence Kazak Bölgesi Ballarının Mikroskopik, HPLC ve GC-MS Analizleri ile İçeriklerinin Belirlenmesi.
- Daştan, A. İ. (2019). *Total Aminoasit Ve Hidroksi Metil Furfural Ölçümleriyle Balın Tazeliğinin Ve Doğallığının Tespiti* (Master's thesis, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Demir, E. (2014). Kahve-mistik bir lezzetin küresel bir tutkuya dönüşümünün kısa tarihçesi. *Emine Gürsoy Naskali, İstanbul: Kitabevi*, 3:24.
- Deribew, H. A., & Woldegiorgis, A. Z. (2021). Acrylamide levels in coffee powder, potato chips and French fries in Addis Ababa city of Ethiopia. *Food control*, 123:107727. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107727>
- Desmet-Grégoire, H., & Georgeon, F. (1999). Doğu'da Kahve ve Kahvehaneler, çev. *Hélène Desmet-Grégoir ve François Georgeon, İstanbul: Yapı Kredi Yayınları*.
- Dixon, R. E., Kaslow, R. A., Mackel, D. C., Fulkerson, C. C., & Mallison, G. F. (1976). Aqueous quaternary ammonium antiseptics and disinfectants: use and misuse. *JAMA*, 236(21):2415-2417.
- Doğan, İ. S., & Meral, R. (2006). Gıdalarda akrilamid ve önemi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26.
- Doğan, M. (2013). *Ege bölgesinde üretilen hayıt ve çam ballarında ısıtmanın ve depolama süresinin hidrokümetilfurfural miktarı ve diastaz sayısı üzerine etkileri* (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Doğan, M., Sienkiewicz, T., & Oral, R. (2005). Hydroxymethylfurfural content of some commercial whey protein concentrates. *Milchwissenschaft-*

Milk Science International, 60(3).

Donald, A.C. (1998). HACCP User's Manual, *Aspen Publishers*, Gaithersburg, Maryland.

Dölekoğlu, C. Ö. (2003). Gıda güvencesi. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü-*

Bakış, <http://www.aeri.org.tr/PDF/Bks-4-4.pdf>.Erişim Tarihi: 26.03.2009.

Durling, L. J., Busk, L., & Hellman, B. E. (2009). Evaluation of the DNA damaging effect of the heat-induced food toxicant 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in various cell lines with different activities of sulfotransferases. *Food and Chemical Toxicology*, 47(4):880-884.

Elmastas, A., Aydın, F., Umaz, A., Kılınc, E., Arslan, Y., & Aydın, I. (2022). Determination Of Hydroxymethylfurfural In Turkish Honeys, Pekmez (GrapeMolasses), And Jam Samples By High-Performance Liquid Chromatography With Diode Array Detection. *Journal Of Food Processing And Preservation*, 46(4). <https://doi.org/10.1111/Jfpp.16462>

Erbil, D. (2020). *Endüstriyel ve geleneksel yöntemlerle üretilmiş farklı pekmez çeşitlerinin bazı fizikokimyasal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Eren, B. (2012). Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi, Aralık-Ocak-Şubat 2011- 2012 tarihli, 21:8-11.

Erkahveci, A. (1996). *Kırmızı toz biberlerde aflatoksin miktar tayininde kullanılabilir üç farklı analiz metodunun karşılaştırılması* (Doctoral dissertation).

European Commission. (2017). Commission Regulation (EU) 2017/2158 establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food. https://doi.org/http://eurlex.europa.eu/pri/en/oj/dat/2003/l_285/l_28520031101en00330037.pdf.

- Farah, A., & dos Santos, T. F. (2015). The coffee plant and beans: An introduction. In *Coffee in health and disease prevention* (pp. 5-10). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00001-2>
- Farah, A., & de Paula Lima, J. (2019). Consumption of chlorogenic acids through coffee and health implications. *Beverages*, 5(1):11. <https://doi.org/10.3390/beverages5010011>
- Fiore, A., Troise, A. D., Ataç Mogol, B., Roullier, V., Gourdon, A., El Mafadi Jian, S., ... & Fogliano, V. (2012). Controlling the Maillard reaction by reactant encapsulation: sodium chloride in cookies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(43):10808-10814.
- Friedman, M., & Molnar-Perl, I. (1990). Inhibition of browning by sulfur amino acids.
1. Heated amino acid-glucose systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(8):1642-1647.
- Fuller, M., & Rao, N. Z. (2017). The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. *Scientific reports*, 7(1):17979.
- George, S. E., Ramalakshmi, K., & Mohan Rao, L. J. (2008). A perception on health benefits of coffee. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(5):464-486. <https://doi.org/10.1080/10408390701522445>
- Giray, H., & Soysal, A. (2007). Türkiye’de gıda güvenliği ve mevzuatı. *TSK koruyucu hekimlik bülteni*, 6(6):485-490.
- Kaya, G., & Toker, S. (2019). Kahve Tüketim Alışkanlıklarının İncelenmesi: İstanbul. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 2(3):146-164.
- Glatt, H., Schneider, H., & Liu, Y. (2005). V79-hCYP2E1-hSULT1A1, a cell line for the sensitive detection of genotoxic effects induced by carbohydrate pyrolysis products and other food-borne chemicals. *Mutation research/genetic toxicology and environmental mutagenesis*,

580(1-2):41-52.

Gökmen, V., Açar, Ö. Ç., Serpen, A., & Morales, F. J. (2008). Effect of leavening agents and sugars on the formation of hydroxymethylfurfural in cookies during baking. *European Food Research and Technology*, 226:1031-1037.

Gökmen, V., & Şenyuva, H. Z. (2007). Effects of some cations on the formation of acrylamide and furfurals in glucose–asparagine model system. *European Food Research and Technology*, 225:815-820.

Hamzalıoğlu, A., & Gökmen, V. (2020). 5- Hydroxymethylfurfural accumulation plays a critical role on acrylamide formation in coffee during roasting as confirmed by multiresponse kinetic modelling. *Food Chemistry*, 318:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126467>

Hassan, S. A. H. (2017). *Identification of some physical characteristics and HMF content of the mirra* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Hepsağ, F., & Hayoğlu, İ. (2017). Akdeniz Bölgesinde Satışı Yapılan Bazı Reçellerin HMF Miktarlarının HPLC ile Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(2/2):149-160.

Hodge, J. E. (1953). Dehydrated foods, chemistry of browning reactions in model systems. *Journal of agricultural and food chemistry*, 1(15):928-943.

Husøy, T., Haugen, M., Murkovic, M., Jöbstl, D., Stølen, L., Bjellaas, T., Rønningborg, C., Glatt, H., & Alexander, J. (2008). Dietary exposure to 5- hydroxymethylfurfural from Norwegian food and correlations with urine metabolites of short-term exposure. *Food and Chemical Toxicology*, 46(12):3697–3702. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.09.048>

ICO. (2020). International Coffee Organization. ico.org: <http://www.ico.org>.

İlkay, G. Ö. K. (2021). Kavurma işlemi, demleme/pişirme yöntemlerinin kahvenin biyoaktif bileşenlerine etkisi: Fonksiyonel içecek olarak insan

sağlığına faydaları. *Food and Health*, 7(4):311-328.

İpek, C. (2012). *Türkiye'deki bal numunelerinde bulunan hidroksimetilfurfural miktarı, stabilitesi ve hidrosimetilfurfural miktar tayini analitik metod validasyonu*. (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi).

Janzowski, C., Glaab, V., Samimi, E., Schlatter, J., & Eisenbrand, G. (2000). 5-Hydroxymethylfurfural: assessment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. *Food and Chemical Toxicology*, 38(9):801-809.

Jose M. Silván, S.H.A., Chou Srey, M. Dolores del Castillo, Jennifer M. Ames. (2011). Control of the Maillard reaction by ferulic acid. *Food Chemistry*, 128:208- 213

Kahraman, S. D. (2012). Süzme ballarda muhafaza sıcaklığının HMF değeri ve diastaz aktivitesi üzerine etkisi.

Karabal, A. (2019). Gıda Mevzuatı Ve Gıda Güvenliği. *International Journal of Social and Humanities Sciences*, 3(1):179-198.

Karahan, D., & Keklik, N. M. (2018). Hindistan Cevizi Ekstraktı İçeren Soğuk Kahve İçeceğinin Geliştirilmesi Ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Gıda*, 43(6):906- 916.

Kasımoğlu, Z. (2014). Mikrodalga, mikrodalga destekli sıcak hava ve yalnız sıcak hava kullanılan kavurma işlemlerinin keçiyoynuzu tozunun fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi.

Kılıçer, M. C. (2011). Geleneksel Yollarla Üretilen Reçel Örneklerindeki Hidroksimetilfurfural'ın Miktar Tayini. *Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Ana Bilim Dalı, Bitirme Ödevi, Mayıs*.

Knize, M.G. (1999). Food heating and the formation of heterocyclic aromatic amine and polycyclic aromatic hydrocarbon mutagens/carcinogens. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 459:179-193.

Kowalski, S., Lukaszewicz, M., Duda-Chodak, A., & Ziec, G. (2013). 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF) Heat-Induced Formation, Occurrence In Food And Biotransformation - A Review. *Polish Journal Of Food And Nutrition Sciences*, 63:207–225.

<https://doi.org/10.2478/V10222-012-0082-4>

Küçükata, Y. Ş., & Yetim, H. (2021). Bazı Fermente Kahveler ve Helallik Durumları: Kopi Luwak ve Black Ivory. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 3(1):1-18.

Langner, E., & Rzeski, W. (2014). Biological properties of melanoidins: a review. *International Journal of Food Properties*, 17(2):344-353. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.631253>

Lee, H. S., & Nagy, S. (1990). Relative Reactivities Of Sugars In The Formation Of 5- Hydroxymethylfurfural In Sugar-Catalyst Model Systems. *Journal Of Food Processing And Preservation*, 14(3): 171–178. Doi:10.1111/J.1745- 4549.1990.Tb00126.X

Lewkowski, J. (2001). Synthesis, chemistry and applications of 5-hydroxymethylfurfural and its derivatives. *Arkivoc*, 1:17-54.

Lineback, D. R., & Stadler, R. H. (2009). Introduction to food process toxicants. *Process-induced food toxicants*, 3-21.

Lin, S. M., Wu, J. Y., Su, C., Ferng, S., Lo, C. Y., & Chiou, R. Y. Y. (2012).

Identification and mode of action of 5-hydroxymethyl-2-furfural (5-HMF) and 1-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro- β -carboline-3-carboxylic acid (MTCA) as potent xanthine oxidase inhibitors in vinegars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(39):9856-9862.

Locas, C. P. & Yaylayan, V. A. (2008). Isotope labeling studies on the formation of 5- (hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) from sucrose by pyrolysisGC/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15):6717- 6723.

Ludwig, I. A., Mena, P., Calani, L., Cid, C., Del Rio, D., Lean, M. E., & Crozier, A. (2014a). Variations in caffeine and chlorogenic acid contents of coffees: what are we drinking?. *Food & function*, 5(8):1718-1726. <https://doi.org/10.1039/C4FO00290C>

Ludwig, I. A., Sánchez, L., De Peña, M. P., & Cid, C. (2014b). Contribution of

- volatile compounds to the antioxidant capacity of coffee. *Food research international*, 61:67-74.
- Ma, S., Li, W., Zhang, S., Ge, D., Yu, J., & Shen, X. (2015). Influence of sodium gluconate on the performance and hydration of Portland cement. *Construction and Building Materials*, 91:138-144.
- Metin, Z. E. (2014). Ankara piyasasında satışı sunulan nar ekşisi, nar ekşisi sosu ve üzüm pekmezlerinin hidroksimetilfurfural düzeyinin saptanması.
- Monien, B. H., Engst, W., Barknowitz, G., Seidel, A., & Glatt, H. (2012). Mutagenicity of 5-hydroxymethylfurfural in V79 cells expressing human SULT1A1: identification and mass spectrometric quantification of DNA adducts formed. *Chemical research in toxicology*, 25(7):1484-1492.
- Moon, J. K., and Shibamoto, T. (2009). "Role of roasting conditions in the profile of volatile flavor chemicals formed from coffee beans", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13):5823-5831.
- Morales, F. J., Romero, C., & Jiménez-Pérez, S. (1997). Chromatographic determination of bound hydroxymethylfurfural as an index of milk protein glycosylation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(5), 1570- 1573.
- Morales, F. J. (2008). Hydroxymethylfurfural (HMF) and related compounds. *Process-induced food toxicants: Occurrence, formation, mitigation and health risks*, 135-174.
- Moreira, A. S., Nunes, F. M., Domingues, M. R., & Coimbra, M. A. (2012). Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impacts. *Food & function*, 3(9):903-915. <https://doi.org/10.1039/C2FO30048F>
- Mukherjee, A., Dumont, M. J., & Raghavan, V. (2015). Sustainable production of hydroxymethylfurfural and levulinic acid: Challenges and opportunities. *Biomass and Bioenergy*, 72:143-183.
- Muratore, G., Licciardello, F., Restuccia, C., Puglisi, M. L., & Giudici, P. (2006). Role of different factors affecting the formation of 5-hydroxymethyl-

- 2- furancarboxaldehyde in heated grape must. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(3):860-863.
- Murkovic, M., & Pichler, N. (2006). Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in coffee, dried fruits and urine. *Molecular nutrition & food research*, 50(9):842-846.
- Naim, M., Wainish, S., Zehavi, U., Peleg, H., Rouseff, R. L., & Nagy, S. (1993). Inhibition by thiol compounds of off-flavor formation in stored orange juice.
1. Effect of L-cysteine and N-acetyl-L-cysteine on 2, 5-dimethyl-4-hydroxy-3 (2H)-furanone formation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(9):1355-1358.
- Nizamlioglu, N. M., & Sebahattin, N. A. S. (2019). Gıdalarda akrilamid oluşum mekanizmaları, gıdaların akrilamid iğeriği ve sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 17(2):232-242.
- Özbek, F. Ő., & Fidan, H. (2010). T¼rkiye ve Avrupa Birliği'nde Gıda Standartları. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 24(1):92-100.
- Özdemir, K. S. (2015). Gıda ve biyoaktif gıda bileşenlerinin kaplanması: proses ve depolama stabilitesi üzerine etkileri.
- Pastoriza de la Cueva, S., Álvarez, J., Végvári, Á., Montilla-Gómez, J., Cruz-López, O., Delgado-Andrade, C., & Rufián-Henares, J. A. (2016). Relationship between HMF intake and SMF formation in vivo: An animal and human study. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(3): 1600773. doi:10.1002/mnfr.201600773sm
- Petisca, C., Pérez-Palacios, T., Farah, A., Pinho, O., and Ferreira, I. M. (2013). "Furans and other volatile compounds in ground roasted and espresso coffee using headspace solid-phase microextraction: Effect of roasting speed", *Food and Bioproducts Processing*, 91(3):233-241.
- Poole, R., Kennedy, O. J., Roderick, P., Fallowfield, J. A., Hayes, P. C., & Parkes, J. (2017). Coffee consumption and health: umbrella review of

- meta-analyses of multiple health outcomes. *bmj*, 359:1-18.
<https://doi.org/10.1136/bmj.j5024>
- Ramachandran, S., Fontanille, P., Pandey, A., & Larroche, C. (2006). Gluconic acid: properties, applications and microbial production. *Food Technology & Biotechnology*, 44(2).
- Rao, N. Z., & Fuller, M. (2018). Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 8(1):16030.
- Rizelio, V. M., Gonzaga, L. V., Borges, G. D. S. C., Micke, G. A., Fett, R., & Costa, A. C. O. (2012). Development of a fast MECK method for determination of 5-HMF in honey samples. *Food Chemistry*, 133(4):1640-1645.
- Rufian-Henares, J. A., & De la Cueva, S. P. (2008). Assessment of hydroxymethylfurfural intake in the Spanish diet. *Food Additives and Contaminants*, 25(11):1306-1312.
- Rufián-Henares, J. A., & Delgado-Andrade, C. (2009). Effect of digestive process on Maillard reaction indexes and antioxidant properties of breakfast cereals. *Food Research International*, 42(3):394-400.
- Samoggia, A., & Riedel, B. (2018). Coffee consumption and purchasing behavior review: Insights for further research. *Appetite*, 129:70-81.
- Saritepe, Y. (2018). *Farklı bileşimsel özelliklere sahip üzümlerden elde edilen pekmezlerin kalite kriterlerinin araştırılması* (Master's thesis, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Saylak, Ü (2019). *Muhafaza sıcaklığının ballarda HMF oluşumunave bazı kimyasal özelliklerine etkisi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Schoental, R., Hard, G. C., & Gibbard, S. (1971). Histopathology of renal lipomatous tumors in rats treated with the “natural” products, pyrrolizidine alkaloids and α , β -unsaturated aldehydes. *Journal of the National Cancer Institute*, 47(5):1037-1044.
- Schouten, M. A., Tappi, S., Angeloni, S., Cortese, M., Caprioli, G., Vittori, S.,

- & Romani, S. (2021). Acrylamide formation and antioxidant activity in coffee during roasting—A systematic study. *Food Chemistry*, 343:128514. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128514>
- Schultheiss, J., Jensen, D., & Galensa, R. (1999). Hydroxymethylfurfural und furfural in kaffeeproben: HPLC-biosensor-kopplung mit supressionstechnik. *Lebensmittelchemie*, 53:159.
- Severin, I., Dumont, C., Jondeau-Cabaton, A., Graillot, V., & Chagnon, M. C. (2010). Genotoxic activities of the food contaminant 5-hydroxymethylfurfural using different in vitro bioassays. *Toxicology letters*, 192(2):189-194.
- Sezgin, A. C., & Artık, N. (2015). Toplu Tüketim Yerlerinde Gıda Güvenliği ve HACCP Uygulamaları (Food Safety and. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 56:62.
- Shapla, U. M., Solayman, M., Alam, N., Khalil, M., & Gan, S. H. (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12(1):1-18. <https://doi.org/10.1186/s13065-018-0408-3>
- Sırıklı, İ. K., & Kara, H. H (2022). Gıda Güvenliği Riskleri Bakımından Yöresel Pişirme Yöntemleri.
- Silván, J. M., van de Lagemaat, J., Olano, A., & Del Castillo, M. D. (2006). Analysis and biological properties of amino acid derivatives formed by Maillard reaction in foods. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(5):1543- 1551.
- Surh, Y. J., & Tannenbaum, S. R. (1994). Activation of the Maillard reaction product 5-(hydroxymethyl) furfural to strong mutagens via allylic sulfonation and chlorination. *Chemical research in toxicology*, 7(3):313-318.
- Švecová, B. & Mach, M. (2017). Content of 5-hydroxymethyl-2-furfural in biscuits for kids. *Interdisciplinary Toxicology*, 10(2):66-69.
- Şahin, B. (2022). *Tarihsel süreçten günümüze kahve mekânlarının iç mekân tasarımlarının incelenmesi* (Master's thesis, Işık Üniversitesi).

- Şahinler, N., Şahinler, S., Toy, N. Ö., & Demirhan, S. A. (2019, April). Isıl İşlem Uygulamanın Balın Yapısı ve Kalitesi Üzerine Etkileri. In *CONGRESS BOOK* (p. 71).
- Talay, Ç. (2022). Metronidazol, Mikonazol ve Lidokain'in Farmasötik Preparattan Aynı Anda Analizi İçin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Yönteminin Geliştirilmesi.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Trabzon İl Kontrol Müdürlüğü, *Aylık Haber Bülteni* 2008; 2
- Telatar, K. Y. (1985). Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF).
- II. Farklı Elma Suyu Konsantrelerinin Depolanması Sürecinde Hidroksimetilfurfural Oluşumu ve Buna Bağlı Olarak Bazı Bileşim Ögelerinde Meydana Gelen Değişmeler. *Gıda*, 10(5).
- Teixidó, E., Santos, F., Puignou, L., & Galceran, M. T. (2006). Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of chromatography A*, 1135(1):85-90.
- Toker, O. S., Dogan, M., Ersöz, N. B., & Yılmaz, M. T. (2013). Optimization of the content of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formed in some molasses types: HPLC-DAD analysis to determine effect of different storage time and temperature levels. *Industrial Crops and Products*, 50:137-144. Doi:10.1016/J.Indcrop.2013.05.030
- Toker, Ö. S. (2012). *Farklı Gıdalarda 5-HMF Düzeyinin Belirlenmesi ve Riskli Bulunan Gıdaların 5-Hmf İçeriğinin Farklı Yöntemler Kullanılarak Azaltılma Olanaklarının Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi).
- Topdaş, E. F., & Ertugay, M. F. (2012). Yüksek Hidrostatik Basınç ve Vurgulu Elektriksel Alan İşlemlerinin Maillard Reaksiyonu Üzerine Etkisi. *Gıda*, 37(4):235-242.
- Turkmen, N., Sari, F., Poyrazoglu, E. S., & Velioglu, Y. S. (2006). Effects Of Prolonged Heating On Antioxidant Activity And Colour Of Honey. *Food Chemistry*, 95(4):653–657.

- Ulbricht, R. J., Northup, S. J., & Thomas, J. A. (1984). A review of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in parenteral solutions. *Toxicological sciences*, 4(5):843-853.
- Ulbricht, O. (1985). The debate about foundling hospitals in Enlightenment Germany: Infanticide, illegitimacy, and infant mortality rates. *Central European History*, 18(3-4):211-256.
- Urgu, M., Saatli, T. E., Türk, A., & Koca, N. (2017). Isıl işlem görmüş içme sütlerinde (Pastörize, UHT ve Laktozsuz UHT Süt) hidroksimetilfurfural içeriğinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 15(3):249-255.
- Vareltzis, P., Gargali, I., Kiroglou, S., & Zeleskidou, M. (2020). Production of instant coffee from cold brewed coffee; process characteristics and optimization. *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(1):39-46.
- Wahlbom, C. F., & Hahn-Hägerdal, B. (2002). Furfural, 5-hydroxymethyl furfural, and acetoin act as external electron acceptors during anaerobic fermentation of xylose in recombinant *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnology and bioengineering*, 78(2):172-178.
- Williams, G. M., & Jeffrey, A. M. (2000). Oxidative DNA damage: endogenous and chemically induced. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 32(3):283- 292.
- Windsor, S., Kavazos, K., & Brooks, P. (2013). The quantitation of hydroxymethylfurfural in Australian *Leptospermum* honeys. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 5(1):21-25.
- Wu, H., Huang, T., Cao, F., Zou, Q., Wei, P., & Ouyang, P. (2017). Co-production of HMF and gluconic acid from sucrose by chemo-enzymatic method. *Chemical Engineering Journal*, 327:228-234.
- Yangilar, F. (2013). Süt ve Süt Ürünlerinde Hidroksimetilfurfural HMF. *Akademik Gıda*, 11(3-4):70-76.
- Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö., & Kolaylı, S.

- (2010). Maillard reaksiyonları ve reaksiyon ürünlerinin gıdalardaki önemi. *Akademik Gıda*, 8(6):44-51.
- Yigit, N., Öktem, A. B., & Aksu, P. (2008). Gıdalarda Pestisit Kalıntı Analizlerinde Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC)' nin Kullanımı. *Türkiye*, 10:21- 23.
- Zappala, M., Fallico, B., Arena, E., & Verzera, A. (2005). Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. *Food control*, 16(3):273-277. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.03.006>
- Zhang, H., Liu, G., Zhang, J., & Bao, J. (2016). Fermentative production of high titer gluconic and xylonic acids from corn stover feedstock by *Gluconobacter oxydans* and techno-economic analysis. *Bioresource Technology*, 219:123- 131.
- Zhang, Z., O'Hara, I. M., Rackemann, D. W., & Doherty, W. O. (2013). Low temperature pretreatment of sugarcane bagasse at atmospheric pressure using mixtures of ethylene carbonate and ethylene glycol. *Green Chemistry*, 15(1):255-264.
- Zhang, X. M., Chan, C. C., Stamp, D., Minkin, S., C. Archer, M., & Bruce, W. R. (1993). Initiation and promotion of colonic aberrant crypt foci in rats by 5- hydroxymethyl-2-furaldehyde in thermolyzed sucrose. *Carcinogenesis*, 14(4):773-775.
- Zhao, L., Chen, J., Su, J., Li, L., Hu, S., Li, B., ... & Chen, T. (2013). In vitro antioxidant and antiproliferative activities of 5-hydroxymethylfurfural. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(44):10604-10611.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Nuriye Süeda Özelif

Eğitim Durumu

Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi 2017-2021

Yüksek Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi 2021-2023

Çalıştığı Kurum: Diyetisyen Süeda Özelif Beslenme ve Diyet Danışmanlığı Merkezi

Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Yayımlanan Bildiriler:

Özelif, N.S., Çatak, J., Yıldırım Servi, E., Demir, K., Kesik, S., Mızrak, Ö. (2022) Investigation of hydroxymethylfurfural contents in different cold coffees sold in markets. 6th International New York Academic Research Congress on Health and Sports Sciences, 12 – 14 November 2022, New York, United States. ISBN: 978-605- 73228-7-6, Pp.105-106. Sözlü Sunum.