

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

ÇEŞİTLİ REÇEL ÖRNEKLERİNDE DİKARBONİL
BİLEŞİKLERİNİN BİYOERİŞİLEBİLİR
MİKTARLARININ BELİRLENMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nalan ÖZDOĞAN

İstanbul
Aralık-2021

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

ÇEŞİTLİ REÇEL ÖRNEKLERİNDE DİKARBONİL
BİLEŞİKLERİNİN BİYOERİŞİLEBİLİR MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nalan ÖZDOĞAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Jale ÇATAK

İstanbul
Aralık-2021

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 Doç. Dr. Zafer CEYLAN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Metin TOPRAK

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “Çeşitli Reçel Örneklerinde Dikarbonil Bileşiklerinin Biyoerişilebilir Miktarlarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi” 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.

Nalan ÖZDOĞAN

ÖN SÖZ

Araştırma sürecinde desteklerini ve tecrübesini esirgemeyen değerli tez danışmanım Doç. Dr. Jale ÇATAK' a, ve bölüm başkanımız Doç. Dr. Mustafa YAMAN'a şükranlarımı sunar,

Hayatımın her anında yanımda olduğunu hissettiğim kıymetli aileme ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarıma ayrıca teşekkür ederim.

Nalan ÖZDOĞAN
İstanbul-2021

ÖZET
ÇEŞİTLİ REÇEL ÖRNEKLERİNDE DİKARBONİL
BİLEŞİKLERİNİN BİYOERİŞİLEBİLİR MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Nalan ÖZDOĞAN

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Jale ÇATAK

Aralık, 2021 - 92 Sayfa

Bu çalışmada, işlenmiş besinler içerisinde yer alan ve sık tüketilen hazır reçellerdeki gliksal ve metilgliksal miktarlarının belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada, İstanbul'da farklı semtlerdeki marketlerden toplanmış 30 reçel örneği kullanılmıştır. Ürünler yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile analiz edildi. Fruktoz değeri en yüksek ekstra geleneksel vişne reçelinde (21,62 g/100 g), glikoz değeri en yüksek dört meyve reçeli-diyabetikde (48,87 g/100 g) ve sakkaroz değeri en yüksek kayısı reçelinde (49,37 g/100 g) idi. Çalışmamızda, ürünlerin gliksal ve metilgliksal miktarları sindirim öncesi ve sonrası belirlenmiştir. Analiz edilen ürünlerin tümünde gliksal değeri sindirim sonrasında artış göstermiştir. Sindirim sonrasında metilgliksal değerleri ise 4 tanesinde azalırken, 26 tanesinde artmıştır. Reçel örneklerinde beyan edilen ve ölçülen şeker miktarları arasında uyumsuzluk söz konusu olup reçel örneklerinin Türk Gıda Mevzuatı'na uygunluğunun denetlenmesi önerilmektedir. Akıllı gıda seçimi benimsenerek ve gıda işleme yönteminde değişikliğe gidilerek diyet ile alınan AGE düzeyinin düşürülmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Reçel, İleri Glikasyon Son Ürünleri, Gliksal, Metilgliksal

ABSTRACT
DETERMINATION AND EVALUATION OF BIOACCESSIBLE
AMOUNTS OF DICARBONYL COMPOUNDS IN VARIOUS JAM
SAMPLES

Nalan ÖZDOĞAN

Master, Nutrition and Dietetics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Jale ÇATAK

December, 2021 – 92 Pages

This study aimed to determine and compare the amount of glyoxal and methylglyoxal in ready-made jams, which are included in processed foods and are consumed frequently. In the research, 30 different jams collected from markets in various districts of Istanbul were used. The products were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). The highest fructose value was in an extra traditional cherry jam (21.62 g/100 g), the highest glucose value was in four fruit jams-diabetic (48.87 g/100 g), and the highest sucrose value was in apricot jam (49.37 g/100 g). In our study, glyoxal and methylglyoxal amounts of the products were determined before and after digestion. In all analyzed products, the glyoxal values were increased after digestion. However, after digestion, methylglyoxal values were decreased in 4 of them and increased in 26 of them. There is an inconsistency between the declared and measured sugar amounts in jam samples, and it is recommended to check the compliance of jam samples with the Turkish Food Legislation. It is recommended to reduce the level of AGE taken in the diet by adopting intelligent food selection and changing the food processing method.

Keywords: Jam, Advanced Glycation End Products, Glyoxal, Methylglyoxal

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ	1
-------------	---

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER	5
2.1. Reçel.....	5
2.1.1. Tanım.....	5
2.1.2. Reçelin Sağlık Üzerindeki Etkileri	6
2.1.3. Reçel Çeşitleri.....	7
2.1.3.1. Geleneksel Reçel.....	7
2.1.3.2. Ekstra Geleneksel Reçel.....	7
2.1.3.3. Diyabetlik Ürünler	7
2.1.4. Reçel Üretiminde Kullanılan Ham Maddeler ve Özellikleri	8
2.1.4.1. Meyve.....	8
2.1.4.2. Karbonhidratlar ve Tatlandırıcılar.....	9
2.1.4.3. Asitler ve Tuzlar.....	11

2.1.4.4. Pektin	12
2.1.4.5. Diğer Katkılar.....	13
2.1.4.2. Reçel Üretim İşlemleri	14
2.1.4.2.1. Açık Kazanda Pişirme Tekniği.....	16
2.1.4.2.2. Vakumda Altında Pişirme Tekniği.....	16
2.2. Maillard Reaksiyonu	17
2.3. İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE)	22
2.3.1. Tanım	22
2.3.2. AGE Türleri	23
2.3.3. AGE'lerin Oluşum Mekanizması	24
2.3.4. AGE Ölçüm Yöntemleri	29
2.3.5. AGE Oluşumunu İnhibe Eden Maddeler.....	30
2.3.6. AGE'lerin Organizmaya Etkileri	30
2.3.7. AGE'nin Azaltılmasına Diyetsetel Yaklaşımlar.....	31
2.3.8. AGE'lerin Sağlık Üzerine Etkileri.....	32
2.3.9. AGE'nin Hastalıklarla İlişkisi	34
2.3.9.1. Obezite ve İleri Glikasyon Son Ürünleri.....	34
2.3.9.2. Diyabetik Hastalarda AGE'lerin Etkileri	35
2.3.9.3. Kardiyovasküler Hastalıklar ve İleri Glikasyon Son Ürünleri	36
2.3.9.4. AGE'nin Böbrek Fonksiyonları Üzerine Etkileri	36
2.3.9.5. Nörodejeneratif Hastalıklar ve İleri Glikasyon Son Ürünleri	37
2.3.9.6. Yaşlılık ve İleri Glikasyon Son Ürünleri	38
2.3.9.7. Sağlıklı Bireylerde AGE'lerin Etkileri.....	38

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOD.....40

3.1. Çalışmanın Amacı	40
3.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler	40
3.3. Kullanılan Cihaz ve Malzemeler	40
3.4. Kullanılan Kimyasallar	41
3.3. AGE (Gliksal, Metilgliksal) Tayini	42

3.3.1. Örneğin Hazırlanması ve Analiz.....	42
3.4. Şeker Tayini	42
3.4.1. Örneğin Hazırlanması ve Analiz.....	42
3.5. Sindirim.....	43
3.5.1. Ağız, Mide, İnce Barsak ve Safra Solüsyonlarının Hazırlanması	43
3.5.2. <i>İn Vitro</i> Sindirim Prosedürü.....	44

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR	49
4.1. Reçel Örneklerinde AGE Sonuçlarının Belirlenmesi	49
4.1.1. Reçel Örneklerinde Şeker Miktarlarının Belirlenmesi	49
4.1.2. Ürünlerin AGE Öncülleri (GO ve MGO) Miktarları.....	52
4.1.3. Ürünlerdeki AGE Öncülleri Miktarlarının <i>İn Vitro</i> Sindirimi ve Biyoerişilebilirlikleri.....	56

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA	59
-----------------------	-----------

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
-------------------------------	-----------

KAYNAKÇA	65
-----------------------	-----------

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2. 1. Reçel ve marmelatlarda kristalizasyonun önleendiği kuru madde ve buna bağılı invert şeker oranları.....	10
Tablo 2. 2. Asitlerin pH düşürme ve ekşiliklerine ait değerler	11
Tablo 2. 3. Reçel ve marmelatlarda kuru madde ve pH arasındaki ilişki	12
Tablo 2. 4. Floresan özelliğine göre AGE'ler	26
Tablo 3. 1. Araştırmada kullanılan reçel örnekleri ve içerikleri	47
Tablo 4. 1. Reçel örneklerindeki şeker miktarları.....	50
Tablo 4. 2. Reçelerde beyan edilen ve ölçülen toplam şeker miktarları	52
Tablo 4. 3. Ürünlerdeki AGE öncülleri miktarlarının <i>in vitro</i> sindirimi ve biyoerişilebilirliği	58

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1. Maillard reaksiyonu	18
Şekil 2. 2. Amadori yeniden düzenlenmesinin oluşumu.....	19
Şekil 2. 3. Heyns yeniden düzenlenmesinin oluşumu.....	19
Şekil 2. 4. Amadori ürününün bozunması yoluyla 3-deoksiglukozon ve 1-deoksiglukozon oluşumu.....	20
Şekil 2. 5. İleri Glikasyon Son Ürünleri Oluşumu	25
Şekil 2. 6. Glioksal oluşturan reaksiyonlar	27
Şekil 2. 7. MGO oluşturan reaksiyonlar.....	28
Şekil 2. 8. Oksidatif stresin etkisi ile vücut mekanizmasının bozulması	33
Şekil 3. 1. Örneklerin hassas terazi ile tartılarak falkon tüplerine Alınması.....	44
Şekil 3. 2. Örneklerin Turrax'ta homojen hale getirilmesi	45
Şekil 3. 3. Santrifüjden çıkan örneklerin viallenmesi	46
Şekil 3. 4. İşlem sonunda elde edilen örnekler.....	46
Şekil 4. 1. Reçel numunelerinin şeker miktarları	51
Şekil 4. 2. Ürünlerde glioksal ve metilglioksal miktarları	53
Şekil 4. 3. Fruktoz-Glioksal Grafiği.....	53
Şekil 4. 4. Fruktoz-Metilglioksal Grafiği	54
Şekil 4. 5. Glikoz-Glioksal Grafiği	54
Şekil 4. 6. Glikoz-Metilglioksal Grafiği	55
Şekil 4. 7. Sakkaroz-Glioksal Grafiği	55
Şekil 4. 8. Sakkaroz-Metilglioksal Grafiği	56
Şekil 4. 9. Glioksal (GO) ve Metilglioksal (MGO) standart HPLC kromatogramı	57
Şekil 4. 10. Glioksal (GO) ve Metilglioksal (MGO) örnek HPLC kromatogramı	57

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

AFGP	: Alkil formil glikozil pirolleri
AGE	: İleri Glikasyon Son Ürünleri (Advanced Glycation End Products)
ALI	: Arginin-lizin imidazol
CEL	: N-karboksietil lizin
CML	: N-karboksimetil lizin
GO	: Glioksal
GOLD	: Glioksalizin dimer
HMF	: Hidroksimetilfurfural
MGO	: Metilglioksal
MOLD	: Metilglioksal Lizin Dimeri
Ve ark.	: ve arkadaşları

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Beş ana besin grubu arasında yer alan meyve ve sebzeler içerdikleri mineraller ve vitaminlerden ötürü insan beslenmesinde son derece önemli bir yere sahiptirler (Özel, 2006). Taze meyve ve sebzeler normal şartlarda dayanıklılığı az olan ürünlerdir. Taze meyvelerin uzun süre dayanıklı olmaması bileşimlerinde fazla miktarda su içermeleri ve bu nedenle aktif su açısından hemen her türden mikroorganizma için uygun ortam oluşturmalarından ileri gelmektedir. Aynı zamanda bileşimlerindeki karbonhidratlar, azotlu bileşikler ve mineraller insanların beslenmesindeki öneminin yanı sıra mikroorganizmalar için de bulunmaz bir ortam sağlar (Şahin ve ark., 1994).

Meyve ve sebzeleri taze olarak saklayıp tüketmek en yaygın ve yararlı yoldur. Böylece besleyici değerleri, lezzet ve görünüşleri korunmuş olur. Ancak, bu gıdalar içerdikleri yüksek orandaki (%75-95) su nedeniyle çabuk ve kolay bozulurlar (Karacalı, 1986).

Meyveler ve sebzeler çiğ olarak tüketildikleri gibi işlenerek, çeşitli ürünler halinde de tüketilmektedir. Meyveler ve sebzeler, bozulmadan uzun süre depolanmaları zor olduğu için ve bunlardan farklı ürünler elde etmek amacıyla çeşitli ürünlere işlenirler. Bu ürünlerden birisi de reçeldir (Anonim, 1989a).

Reçel, meyvelerin çekirdekli-çekirdeksiz, kabuklu-kabuksuz, bütün, dilimlenmiş veya parçalanmış olarak şekerle dayanıklı hale getirilmiş şeklidir (Anonim, 1993).

Meyveler ve sebzeler taze iken tek başına bir enerji kaynağı değildir. Ancak meyve ve sebzelerden üretilen reçel ve marmelatlar enerji kaynağı olarak tüketilmektedir (Baysal, 2000).

Reçelin tarihi çok eskiye dayanmaktadır. İlk zamanlar bazı meyvelerin bal şerbetiyle kaynatılarak, beklemeye bırakılmasıyla üretilen reçel, o döneme göre biraz masraflı ve lüks bir uygulama oluşturmaktaydı. Yöresel olarak pek çok çeşit reçel, küçük aile işletmelerinde uzun yıllardan beri yapılmaktayken, daha sonraları modern fabrikalarda ticari olarak üretilmeye başlanmıştır. Bu tür üretimde sadece meyve değil bazen uygun

bir sebze, bazen de uygun bir çiçek gibi çeşitli bitkisel dokular kullanılmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Reçel, en az %60-65 çözünür katı madde içermesi ve bunun çoğunun şeker olması nedeniyle önemli bir kalori kaynağıdır (Üstün ve Tosun, 1998). Ortalama %70,1 şeker içeren 100 g reçel 368 kcal vermektedir. Bu nedenle fazla enerjiye ihtiyacı olan ağır işte çalışanlar ile çocuklar için ideal bir gıda maddesidir ve özellikle kış aylarında kahvaltı sofralarında bulunması önem taşır. Yapıldığı meyveye göre farklı miktar ve çeşitte mineral madde içermeleri, besleyici değerlerini daha da arttırmaktadır (Baysal, 2000).

Bilindiği gibi reçeller yüksek şeker içerikleri nedeni ile oldukça yüksek enerji veren gıdalardır ve günümüzde tüketiciler, değişen yaşam koşullarına bağlı olarak ortaya çıkan kalori fazlalığının sebep olduğu problemler nedeniyle bu tip gıdalardan kaçınılmaktadırlar. Bu nedenle üreticiler ürettikleri ürünlerin formülasyonlarında yer alan şeker ve yağı azaltarak daha düşük enerji içerikli, bazı sağlık problemlerine uygun özel amaçlı ürünler (diyabetik) üretme yoluna gitmektedirler. Ayrıca gıdaların formülasyonuna sakkaroz ve glikoz gibi şekerlerin yer almadığı durumlarda diyabetik gıdalar diyabetli hastaların tüketimine de uygun olmaktadır (Ronda ve ark., 2005).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde (T.G.K.Y) reçel, ekstra reçel, geleneksel reçel ve ekstra geleneksel reçel olmak üzere dört farklı tanımlama verilerek reçeller bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur (Tebliğ No: 2006/55). Buna göre;

Reçel: Şekerler ve bir veya birkaç çeşit meyve pulpu ve/veya püresinin uygun jel kıvamına getirilmiş karışımı,

Ekstra reçel: Bir veya birkaç çeşit meyvenin konsantre edilmemiş pulpunun, su ve şekerlerle uygun bir jel kıvamına getirilmiş, reçele oranla daha fazla meyve pulpu içeren karışımı,

Geleneksel reçel: Su ile bütün veya parçalı meyvelerin veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının şeker ilave edilerek veya edilmeden belirli kıvama getirilmiş karışımını,

Ekstra geleneksel reçel: Su ile bütün veya parçalı meyvelerin veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının şeker ilave edilerek veya edilmeden belirli

kıvama getirilmiş, geleneksel reçele oranla daha fazla meyve veya bitki parçası içeren karışımı (Tebliğ No: 2006/55).

Kaliteli bir üretim en iyi hammadde ile en uygun reçete hazırlanarak ve en iyi teknolojiyi uygulayarak mümkündür (Broomfield, 1996; Bilişli, 1998; Cemeroglu ve ark., 2005).

Reçel üretiminde uygulanacak tekniğe, elde edilmesi planlanan ürün tipine, uyulması zorunlu mevzuat ve teknik standartlara göre, başlangıçta kullanılacak tüm malzemelerin hassas bir şekilde hesaplanması gerekir. Bu işleme "reçete hazırlama" denir. Reçete düzenleme teknik şartlar ve hammadde özelliklerinin bilinmesiyle beraber, "genel kütle dengesi" ve "kuru madde dengesi" hesaplamaları ve denemeye göre yapılır. Burada özellikle ürün standartlarının ve/veya tebliğlerinin öngördüğü % toplam kuru madde, pH değeri ve katkı yüzdelerinin tutturulması zorunludur (Cemeroglu ve ark., 2005).

Aslında işlem pişirmeden çok bir kaynatma işlemidir ve amacı gereği kadar suyu buharlaştırarak istenen kuru madde oranına ulaşmak ve sonunda da dayanıklı pektin jelini oluşturmaktır. Reçel ve marmelatların yine ısı etkisiyle hızlanan bir renk esmerleşmesine uğradıkları gözlenmektedir. Esmerleşme olayı, üretim sırasında uygulanan ısı işlem sonucu olduğu gibi, depolama sırasında da yavaş bir hızla devam eder. Bu tip renk esmerleşme reaksiyonları sıcaklığın yükselmesi ile şiddetlenen, fakat düşük sıcaklıklarda zamana bağlı olarak gelişen bir olaydır. Bu tip esmerleşme, indirgen şekerlerle aminler arasında gelişen bir reaksiyonlar zinciridir. Düşük pH'lı ve L-askorbik asitçe zengin ürünlerde L-askorbik asit parçalanma ürünleri ile amino asitler arasında da benzer reaksiyonlar oluşmaktadır (Eskin ve Shadidi, 2012). Reaksiyonlar sonucu esmer renkli "Melanoidin" denilen bileşikler oluşmaktadır. "Maillard reaksiyonu" da denilen enzimatik olmayan renk esmerleşmesi olaylarında birçok ara ürünler oluşmaktadır. Bunlar içinde en önemlilerinden birisi hidroksimetilfurfural'dir (HMF) (Cemeroglu ve Acar, 1986, Ekşi ve Artık, 1986).

Karbonhidratların reaksiyonları büyük ölçüde ortamın pH'ına bağlıdır ve çeşitli reaksiyon mekanizmalarını içerir. Karbonhidratların tek başına veya amino asitler, peptitler ve proteinler ile birlikte bulunduğu yerlerde tersinir ve geri dönüşü olmayan reaksiyonların büyük bir kısmı meydana gelir. Enolizasyon, su eliminasyonu,

parçalanma, redoks ve polimerizasyon reaksiyonları, aroma ve renk gelişiminden sorumlu geniş bir yelpazede bileşikleri beraberinde getirir (Hodge, 1953). Karbonhidratların bu reaksiyonları hem gıda işlemede hem de depolamada meydana gelir.

Amino bileşiklerinin yokluğunda karbonhidratların bozunması genellikle karamelizasyon olarak adlandırılır (Kroh, 1994). Amino bileşiklerinin varlığında bozunma reaksiyonları daha hafif sıcaklıklarda bile daha hızlı hale gelir. Amino asitlerin ve proteinlerin indirgen şekerlerle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları Maillard reaksiyonu olarak bilinir (Hodge, 1953). Birçok gıdada karamelizasyon reaksiyonları ve Maillard reaksiyonu, biri diğerini etkileyecek şekilde birlikte ilerler ve bu nedenle bu reaksiyonları ayırt etmek çoğu zaman zordur (Yaylayan, 1997). Esmerleşme bu reaksiyonların ana sonucu olduğundan, bunlar enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları olarak kabul edilir. Bunlara ek olarak, askorbik asidin bozunması enzimatik olmayan esmerleşmede rol oynar (Friedman, 1996).

Karbonhidratları ve amino bileşiklerini içeren reaksiyonların kademesinde, anahtar lezzet ve esmerleşme öncüsü olan birçok reaktif ara ürün oluşur (Hodge, 1953). Bu ara maddelerden α -dikarbonil bileşikleri, gıda kalitesi ve güvenliği açısından özellikle önemlidir.

Bu çalışmada çeşitli reçel örneklerinde dikarbonil bileşiklerinin biyoerişilebilir miktarlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Reçel

2.1.1. Tanım

Günlük diyetle büyük oranda yer kaplayan ve sevilerek tüketilen birçok meyvenin, yetiştirilme sezonu dışında tüketimi mümkün olmamaktadır. Bu sebeple gerek evlerde tüketim açısından gerek ise yıl boyu pazarlanabilecek bir ürün elde edilmesi amacıyla birçok meyveye ısıtma işlemi, kurutma, şeker ve katkı maddeleri ile bazı ön işlemler uygulanmaktadır (Kaplan, 2006).

Uygulanan muhafaza işlemleri ile meyvelerin taze özelliklerinin mümkün mertebe korunması ve yıl boyu sevilerek tüketilen ürünler elde edilmesi amaçlanmaktadır. Şeker ile muhafaza yöntemiyle elde edilen en önemli ürünlerden birisi reçeldir.

Reçel en genel tanımıyla olgun, sağlam, taze ve ayıklanmış meyvelerin belirli bir miktar şeker ve katkı maddeleri ile hazırlanmış ve ısıtma işlemi ile istenilen kıvamına getirilmiş halidir (Yılmaz, 2007). Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne göre ise reçel: *“Bir veya birkaç çeşit meyvenin püresinin veya pulpunun veya bunların karışımının, su ve şekerler ile uygun bir jel kıvamına getirilmiş karışımı”* olarak ifade edilmektedir (TGK, 2006).

Reçelin en önemli özelliklerinden biri kıvamıdır. Reçel yarı akışkan bir yapıda olmasına rağmen, kıvamı oldukça yüksek olan bir üründür. Reçele bu kıvamı sağlayan en önemli işlem ise, pişirme prosesidir. Pişirme işlemi sırasında bir miktar suyun evaporasyonu sağlanarak istenilen kuru maddeye sahip kıvamlı bir ürün elde edilmektedir. Bunun yanı sıra pişirme işlemi ile şekerin meyve içerisine penetre olması, sakkarozun inversiyonunun gerçekleştirilmesi, birtakım mikroorganizmaların ve enzimlerin inaktive edilmesi sağlanmaktadır (Cemeroğlu, 2011).

2.1.2. Reçelin Sağlık Üzerindeki Etkileri

Meyve tüketimiyle bağlantılı sağlık yararları nedeniyle beslenme uzmanları, meyvelerin günlük diyetin bir parçası olmasını önermektedir. Bu tavsiyenin nedenlerinden biri, meyvelerde fenoller de dahil olmak üzere biyolojik olarak aktif bileşiklerin varlığıdır. Yıl boyunca taze meyve bulunmadığından reçeller meyve içeriklerini tüketmenin uygun yolu hale gelmiştir.

Kalori miktarını düzenli tutmak için birçok tüketici düşük şekerli reçel tüketimini tercih etmektedir. Ortaya çıkan bir soru, yüksek kaliteli düşük şekerli reçellerin, taze meyve gibi iyi bir biyoaktif bileşik kaynağı oluşturup oluşturamayacağıdır. Tüketici tarafından kabul edilebilirliği (Ulrich ve ark., 1997; Azodanlou ve ark., 2003) büyük ölçüde etkileyen otantik meyve aromasının varlığına ek olarak, reçellerin kalitesi genellikle biyoaktif bileşiklerin, özellikle polifenollerin miktarı ile tanımlanır.

Polifenoller, renkleri (antosiyantinler) ile bilinen doğal bileşiklerin, ikincil bitki metabolitlerinin ve ayrıca antioksidan aktiviteleri nedeniyle insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin çok ilginç sınıflarıdır (Rice-Evans ve ark., 1996; Becker ve ark., 2004; Puupponen-Pimiä ve ark., 2005).

Birkaç bilimsel makale bunları kanser önleyici ajanlar olarak tanımlamaktadır (Brown ve ark., 2005; Alía ve ark., 2005). Vişne ve kırmızı meyvelerde polifenollerin çok bol alt grupları prosiyanidinler ve antosiyantinlerdir, ancak renksiz ve uçuk sarı polifenoller de belirgin miktarlarda bulunur ve ayrıca belirgin biyolojik aktiviteye sahiptirler (Beattie ve ark., 2005; Piccolella ve ark., 2008).

Reçeller yapıldıkları meyvenin besin değerlerine sahip olduklarından sağlık açısından son derece yararlıdır. Diyet yapan ve sağlıklı besin tüketenler özellikle organik reçelleri belli miktarlarda tüketebilirler. Şeker yerine pekmez, bal yahut meyve özütleri ile tatlandırılmış olan reçeller doğal olmalarının yanı sıra içeriklerindeki vitamin ve mineral madde miktarı da yüksektir. Reçeller yeterli miktarlarda tüketildiklerinde vücut sağlığına iyi gelmekte, hastalıklara karşı direnci artırmaktadır.

Yukarıda da ifade edildiği gibi reçel yapımında kullanılan meyve çeşitleri son derece önemlidir. Meyveler bazı işlemlerden geçerek ve tatlandırıcılar eklenerek hazırlanmaktadır. Reçeller vitamin ve mineral bakımından son derece zengindirler. Meyvelerin büyük kısmı provitamin A açısından zengin olup bu da diş, kemik, yumuşak doku, cilt sağlığı açısından önemlidir. Aynı zamanda göz retinasında renk veren pigmentlerin üretiminde de etkilidir. A vitaminleri ayrıca antioksidan etkiye sahip olup bu yönüyle kronik ve uzun süreli hastalıklara katkıda bulunmanın yanı sıra yaşlanmayı yavaşlatıcı etkiye sahiptirler. Bazı reçel çeşitleri vitamin C açısından zengindir. C vitamini de yara iyileşmesi, kemik, kıkırdak ve dişlerin onarımında etkilidir.

2.1.3. Reçel Çeşitleri

2.1.3.1. Geleneksel Reçel

Türk Kıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre geleneksel reçel, şekerler ve meyvelerin belli kıvama getirilmiş karışımlarıdır. Geleneksel reçelerde meyve oranı en az %35 olmalıdır.

2.1.3.2. Ekstra Geleneksel Reçel

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre şekerler ve meyvelerin belirli kıvama getirilmiş karışımı olup geleneksel reçellerden farkı içeriğindeki meyve yoğunluğunun daha fazla olmasıdır.

2.1.3.3. Diyabetik Ürünler

Normal şartlarda hazırlanmakta olan reçel vb. ürünlerin şeker oranı son derece fazla olduğundan şeker tüketmeleri sakıncalı olanlar için diyabetik ürünler üretilmektedir. Piyasadaki diyabetik ürünlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

- Sorbitole dayalı reçel ve marmelat: Şeker oranı oldukça düşük olan sorbitol pek çok meyvede doğal olarak az miktarda bulunan bir şeker alkolüdür. Sakkarozun

yaklaşık yarısına yakın tatlılıkta olduğu için diyabetik reçel yapımında kullanılmaktadır.

- Düşük oranda şeker içeren normal ürünler: Diğer reçel vb. ürünlere benzemelerine karşın yaklaşık %20-25 ve daha düşük oranda şeker içerirler.

-

2.1.4. Reçel Üretiminde Kullanılan Ham Maddeler ve Özellikleri

2.1.4.1. Meyve

Reçel üretiminde elde edilecek ürünün kalitesini büyük oranda etkileyen en önemli hammadde kullanılan meyvedir. Reçele işlenecek hammaddelerin zedelenmemiş, hastaliksız, taze ve tüketici beğenisine uygun büyüklükte olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra reçel gibi ürünlerin üretiminde hem istenilen tatta ürün elde edebilmek hem de ürüne uygulanacak teknolojik işlemleri belirlemek amacıyla kütle dengesinin kurulması ve meyvenin pH, briks ve pektin değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu değerlerin bilinmesi, kurulacak olan kütle dengesine göre, dışarıdan eklenmesi gereken şeker, asit ve pektin miktarının bilinmesinde önem arz etmektedir (Tosun, 1991).

Reçel üretiminde kullanılan hammaddeler genellikle meyveler olup, kendi içlerinde aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

- **Yumuşak çekirdekli meyveler:** Elma, ayva, armut vb.
- **Sert çekirdekli meyveler:** Şeftali, kayısı, erik vb.
- **Vişne ve kiraz çeşitleri.**
- **Üzümsü meyveler:** Taze yemiş, çilek, böğürtlen, ahududu vb.
- **Kuru meyveler:** Kuru kayısı, mürdüm eriği vb.

Reçel üretiminde yukarıda bahsedilen meyveler dışında patlıcan, limon, havuç, domates gibi sebzeler de isteğe göre kullanılabilir. Meyve ve sebze reçellerinin yanı sıra gül reçeli, yeşil limon, portakal kabuğu ve karpuz reçellerinde olduğu gibi çiçek ve

kabukların hammadde olarak kullanılması ile üretilen reçeller de mevcuttur (Anonim, 2007).

Reçel üretiminde seçilecek hammaddenin kalitesinin yanı sıra, beraberinde kullanılacak olan katkı maddelerinin de reçel kalitesi üzerinde büyük bir önemi olup, uygun nitelik ve miktarda katkı maddesi kullanımı gerekmektedir.

2.1.4.2. Karbonhidratlar ve Tatlandırıcılar

Reçel üretiminde bir diğer önemli hammadde karbonhidrat yani şeker ilavesidir. Meyvenin içerdiği kuru maddeye ilave olarak, hem pektin jelini oluşturmak hem de su aktivitesini düşürerek ürünü bozulmalara karşı dayanıklı hale getirmek için ortamda yaklaşık %68 oranında kuru madde bulunması gerekmektedir.

Reçel üretiminde katılan şeker, pektin jeli oluşturmasının ve ürüne dayanıklılık sağlamasının yanı sıra, ürüne arzu edilen tatlı tadını ve aromayı da sağlamaktadır. Ayrıca üründe kıvam ve renk oluşumunda da tatlandırıcıların önemli bir etkisi bulunmaktadır (Bilişli, 1998; Broomfield, 1996; Cemeroğlu ve ark., 2005; Tokbaş, 2009).

Meyveler doğal olarak glikoz, fruktoz, sakkaroz, invert şeker gibi tatlandırıcılar içermektedir. Bu tatlandırıcıların meyvedeki miktarı, meyve türü ve olgunluk seviyesine göre değişmektedir. Meyvenin doğal olarak içerdiği toplam şeker miktarı %0,1'den %20'ye kadar değişebilmektedir. Reçel üretiminde kullanılan hammaddenin içerdiği şeker oranına göre, son üründe en az %68 kuru maddeyi sağlayacak şekilde tatlandırıcı kullanılmalıdır (Tokbaş, 2009).

İnvert şeker, sakkarozun kısmi hidrolizasyona uğraması sonucu kendisini oluşturan glikoz ve fruktoz monosakkaritleriyle meydana getirdiği bir karışımdır. Reçel üretimi sırasında, ortamda meyveden gelen veya dışarıdan katılan organik asitlerin bulunması ve sıcaklık yükselmesi sonucunda doğal inversiyon meydana gelmektedir. Meydana gelen doğal inversiyon ile hem ürünün kuru madde miktarı istenen seviyelere çıkarılmakta, hem de invert şekerin sakkarozla kıyasla yüksek tatlılık derecesine sahip olması

sebebiyle daha tatlı bir ürün elde edilmektedir (Broomfield, 1996; Cemeroğlu ve ark., 2005; Tokbaş, 2009).

Tablo 2.1’de görüldüğü üzere üründe %68 kuru madde bulunduğunda invert şeker oranı %11-38, kuru madde %70’e ulaştığında ise invert şeker oranı %20-36 arasında değişmektedir.

Tablo 2.1: Reçel ve marmelatlar da kristalizasyonun önle ndiği kuru madde ve buna bağlı invert şeker oranları

Ürünün kuru madde oranı, %	Üründeki invert şeker oranı, %
65	3-43
68	11-38
70	20-36
72	28-34

Kaynak: Tokbaş, 2009.

Reçel üretiminde, şeker konsantrasyonunun belirli bir sınırd a tutulma zorunluluğu, şeker içeriğinin yükselmesiyle birlikte üründe kristalizasyon tehlikesinin ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Fakat ortamda bulunan şeker, sakkaroz ve invert şekerden oluşursa, ürün %65 şeker oranının çok üzerinde şeker içermesine rağmen kristalizasyon tehlikesi olmayan bir ürün elde edilebilmektedir. Bu durum, sakkaroz ve invert şeker karışımının çözünme oranının, bu şekerlerin ayrı ayrı çözünme oranlarından daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Reçel ve marmelat gibi ürünlerde kristalizasyonun önlenmesinde tercih edilebilecek bir diğer uygulama ise, şekerin bir kısmının glikoz şurubu olarak kullanılmasıdır. Glikoz şurubu, bir diğer adıyla nişasta şurubu, rafine edilmiş patates veya mısır nişastasının asit ile hidrolizasyonundan elde edilmiş, tatlı ve kıvamlı bir sıvıdır. Kristalizasyonu önlemek amacıyla, glikoz şurubunun üründeki toplam kuru maddenin %5-15’ini oluşturacak oranda kullanılması gerekmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

2.1.4.3. Asitler ve Tuzlar

Meyvelerin doğal olarak içerdiği asit miktarı, reçel ve marmelat üretiminde ortam pH'sını jelleşme oluşumu için gerekli olan sınırlara düşürmekte çoğunlukla yeterli olmamaktadır. Bu sebeple bu tür ürünlerin üretiminde dışarıdan asit ilavesi gerekmektedir. Ancak vişne gibi meyvelerin kullanıldığı durumlarda, meyvede bulunan yüksek miktardaki doğal asit sebebiyle ortam pH'sı gereğinden düşük olabilmektedir. Bu durumda, sodyum sitrat, sodyum karbonat ve sodyum bikarbonat gibi tampon tuzları ilave edilerek ortamın pH derecesi ayarlanabilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

İlave edilen asitler ortam pH'sını ayarlayarak jelleşme işlemini gerçekleştirmenin yanı sıra, reçeldeki "asit lezzetini" sağlamada da büyük önem taşımaktadır (Kaplan, 2006).

Ülkemizde reçel üretim standartlarında ilave asit olarak sitrik asitin kullanılabilceği belirtilmiştir. Sitrik asitin sıklıkla kullanılmasının sebebi hem ucuz olması hem de temininin kolay olmasıdır. Reçel, marmelat ve jölede kullanılabilcek olan asitlerin pH düşürme ve ekşiliklerine ait değerler Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. 2: Asitlerin pH düşürme ve ekşiliklerine ait değerler

Asit çeşitleri	pH derecesini aynı oranda düşürmek için gerekli asit (kısm olarak)	Aynı asit lezzeti elde etmek için gerekli asit (kısm olarak)
Sitrik asit	1.00	1.00
Malik asit	1.00	0.80
Laktik asit	1.00	0.25
Tartarik asit	0.56	1.00
Fosforik asit	0.23	0.90

Kaynak: Cemeroğlu ve ark., 2003

Tablo 2.2'deki değerlerden görülebileceği gibi pH düşmesi için kullanılacak olan asitlerden, en fazla ekşilik lezzetini veren malik asit olmakla birlikte, bunu sırasıyla sitrik, laktik, tartarik ve fosforik asit izlemektedir. Örneğin pH değeri 3 olan üründe, pH değerinin bu seviyeye düşmesi için malik asit kullanılmış ise, ürün çok ekşi lezzette

olacak, fosforik asit kullanılmış ise ürün daha az ekşi lezzette olacaktır. Bu sebeple seçilen asidin, ürünün lezzetinde etkili olduğu görülmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Reçel, marmelat ve jöle gibi ürünlerde düzgün bir jel oluşumu için pH derecesinin 2.8-3.2 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Fakat bu değerler, ürünün kuru madde içeriğine bağlı olup, Tablo 2.3'te reçel ve marmelatlarda kuru madde içeriğine bağlı olarak, jel oluşumu için gerekli pH değerinin değişim aralığı görülmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Tablo 2. 3: Reçel ve marmelatlarda kuru madde ve pH arasındaki ilişki

Kuru madde oranı (%)	pH değeri
75 – 85	3.2 – 3.5
72 – 75	3.1 – 3.4
68 – 72	3.0 – 3.3
64 – 68	2.9 – 3.1
60 – 64	2.8 - 3.0
55 – 60	2.6- 2.8

Kaynak: Cemeroğlu ve ark., 2003

2.1.4.4. Pektin

Pektik maddeler bitkilerde doğal olarak hücre zarlarında, hücre aralarında veya orta lamel kısmında koloidal olarak bulunan kompleks asidik heteropolisakaritlerdir. Pektin en genel ifade ile, farklı miktarda metil ester içeren ve su içerisinde farklı nötralizasyon derecesinde eriyen, uygun koşullarda şeker ve asit ile jelleşme sağlayan maddedir (Yılmaz, 2007).

Yüksek kalitede reçel üretebilmek için pektin jeli oluşturulması gerekmektedir. Aksi takdirde ürünün kıvamı istenilen seviyede koyulaşmamakta ve üründe şekerlenme sorunu meydana gelmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003). Bazı meyveler yapısında doğal olarak pektin ve asit içermektedir. Bu meyvelerin reçel üretiminde kullanılması durumunda, ilave edilen şeker ile birlikte jel oluşumu sağlanmaktadır. Fakat yapısında yeterli miktarda pektin içermeyen meyvelerden üretilmek istenen reçellerde, jel oluşumunu sağlamak amacıyla dışarıdan pektin ilavesi gerekmektedir.

Pektin jeli oluşturmada dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmektedir:

Kullanılan pektinin miktarı ve niteliği: İyi bir jel oluşturmak için ortamda %1 oranında pektin bulunmalı, bulunan pektinin esterleşme derecesi yüksek olmalıdır. Ayrıca kullanılan pektin suda çözünebilmelidir.

Ortamın pH derecesi: Pektin jeli oluşturabilmek için ortamın pH derecesi 2,8-3,2 arasında olmalıdır. Bu sebeple üretim esnasında ortamın pH derecesi kontrol edilerek, gerekli durumlarda asit ilave edilmelidir.

şeker konsantrasyonu (ortamın kuru madde konsantrasyonu): Pektin jeli oluşturulmasında, ortamdaki kuru madde miktarının %65 civarında tutulması gereklidir (Anonim, 2007).

Pektinler genel olarak “hızlı ve yavaş jelleşme” durumuna göre iki gruba ayrılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta yapılan dolumlarda, hızlı jelleşen pektinlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Böylece, reçel içerisinde meyve taneleri tüm ürüne dağılarak jel oluşturulmaktadır. Düşük sıcaklıkta yapılan dolum işlemlerinde ise, yavaş jelleşen pektinler kullanılmaktadır. Bu sebeple kullanılacak olan pektinin jelleşme derecesinin bilinmesi de reçel üretiminde büyük önem taşımaktadır.

2.1.4.5. Diğer Katkılar

Yukarıda bahsedilen hammaddeler ve katkı maddeleri dışında, reçel ve marmelat üretiminde diğer tüm katkılar ülkelerin mevzuatlarınca belirlenmiş olup, kullanımları belirli ölçülerde sınırlandırılmıştır. Reçel ve marmelatlarla ilave edilebilecek en önemli katkı maddelerinden birisi askorbik asittir. Askorbik asit (C vitamini), özellikle şeftali ve kayısı reçeli gibi açık renkli reçelerde esmerleşme reaksiyonlarını önlemek ve ürünün rengini korumak amacı ile 1 kg ürüne 250-300 mg oranında eklenebilmektedir. Vişne ve karadut reçeli gibi ürünlerde ise askorbik asit kullanımından kaçınılmalıdır. Bunun sebebi, askorbik asit kullanımı sonucu ortaya çıkan H₂O₂'nin antosiyaninlerin hızla parçalanmasına sebep olarak ürünün rengini açmasıdır (Özdoğan, 2006).

Askorbik asitten başka, reçellere kimyasal koruyucu olarak benzoik asit ve tuzları ile kükürt dioksit eklenmesi de yapılabilmektedir. Yine, yumuşak yapılı meyvelerin dokularına sertlik kazandırmak amacıyla CaCl_2 , kalsiyum karbonat veya kalsiyum glukonat da kullanılabilir. Fakat tüm bu katkıların reçel standartlarının izin verdiği miktarlarda yapılması gerekmektedir. Bunların dışında izinsiz veya belirlenen limitlerin dışında katkı maddesi kullanımı engellenmiş olup, Türkiye’de reçellere renk ve aroma katkısı yapılması yasaktır (Özdoğan, 2006).

Yukarıda bahsedilen katkı maddeleri endüstriyel reçel üretimlerinde yaygın olarak kullanılmakta olup, ev tipi reçel üretiminde genellikle reçel ana hammaddesi (meyve, sebze, yaprak vb.), şeker ve asitliği sağlamak amacı ile sitrik asit kullanılmaktadır.

2.1.4.2. Reçel Üretim İşlemleri

Meyvelere meyve seçimin ardından zorunlu ön işlemler uygulanmalıdır. Bu işlemler aşağıdaki gibidir (Cemeroğlu ve ark., 2005):

- Yıkama
- Ayıklama, sap alma ve sınıflandırma
- Kabuk soyma
 - o Elle kabuk soyma
 - o Buharla kabuk soyma
 - o Mekanik yolla kabuk soyma
 - o Törpülemeyle kabuk soyma
 - o Kimyasal bileşikler ile kabuk soyma
- Çekirdek çıkarma
- Doğrama

Kaliteli üretimin en önemli koşulu en iyi hammadde, en uygun reçete ve en iyi teknoloji kullanımınıdır (Broomfield, 1996; Cemeroglu ve ark., 2005).

Reçel üretiminde uygulanacak tekniğe, elde edilmesi planlanan ürün tipine, uyulması zorunlu mevzuat ve teknik standartlara göre, başlangıçta kullanılacak tüm malzemelerin hassas bir şekilde hesaplanması gerekir. Bu işleme “reçete hazırlama” denir. Reçete düzenleme teknik şartlar ve hammadde özelliklerinin bilinmesiyle beraber, “genel kütle dengesi” ve “kuru madde dengesi” hesaplamaları ve denemeye göre yapılır. Burada özellikle ürün standartlarının ve/veya tebliğlerinin öngördüğü yüzde (%) toplam kuru madde, pH değeri ve katkı yüzdelerinin tutturulması zorunludur (Bilişli,1998; Cemeoğlu ve ark., 2005).

Esasen işlem pişirmeden ziyade kaynatma işlemi olup asıl amaç gereği kadar suyun buharlaştırılıp istenilen kuru madde oranının yakalanması ve sonunda da dayanıklı pektin jelinin elde edilmesidir.

Piştirme işlemi aynı zamanda aşağıdaki hususların sağlanması için önemlidir;

- Şeker inversiyonunun oluşması
- Şeker kristalleşmesinin önlenmesi
- Şekerlerin meyvelere nüfuz etmesi
- Ortamda bulunan mikroorganizmaların öldürülmesi, enzimlerin inaktif hale getirilmesi
- Eğer varsa meyvede kükürt dioksit kalıntılarının uzaklaştırılması
- İstenilen rengin elde edilmesi
- İstenilen tat ve aromanın oluşması

Bununla birlikte bilhassa kontrolsüz ve aşırı ısıtmaya bağlı olarak esmerleşme, orijinal meyve renk kayıpları, vitamin yıkımları ve hidrosimetilfurfural (HMF) oluşumu gibi durumlar da meydana gelebilmektedir.

Pişirme işleminin yukarıda belirtilen olumsuz etkilerinin minimize edilebilmesi için çeşitli pişirme teknikleri söz konusu olup bunlar açık kazanda atmosfer basıncı altında pişirme ya da kapalı sistemlerde vakum altında pişirme şeklinde ikiye ayrılabilir.

2.1.4.2.1. Açık Kazanda Pişirme Tekniği

Bu pişirme tekniği buhar gömleklili, yarı küre şeklinde, paslanmaz çelikten imal edilmiş olan, çoğunlukla 50-70 cm çapında, 30-60 litre hacmindeki kazanlarda 5-6 bar basınçta buharla toplam 10-12 dakikada yapılan pişirme tekniğidir. Açık kazanda pişirme tekniğinde reçetede öngörölmekte olan badelerin belirli bir sıra takip edilerek karıştırılması son derece önemlidir. Buna göre kullanılacak olan meyvenin veya pulpanın tamamı pişirme kazanına reçetede su miktarı ve kullanılacak olan şekerin yarısı konularak pişirme işlemine başlanır. Sürekli karıştırma yapılır. Kaynamanın başlamasından 3-4 dakika kadar sonra kalan şeker eklenir. İstenilen kuru madde miktarı elde edilinceye dek kaynatmaya devam edilir. Bu süreçte kuru madde miktarı ölçümü yapılmalı, değerlerin %67-68'i geçmemesine dikkat edilmelidir. İstenilen kuru madde miktarı elde edilinceye dek reçeteye uygun şekilde jel oluşumu için önce pektin daha sonra ise asit çözeltileri ilave edilir (Cemeroğlu ve ark., 2005).

İstenilen kuru madde içeriğine ulaşan karışımdan buhar kesilir ve ürünün hemen soğutulması sağlanır. Ürün 103–106°C civarında olduğundan dolun sıcaklığı olan 85–88°C'ye gelmesi için soğutulmalıdır. Soğutulan reçel karışımı ambalajlanır (Anonim, 2007c).

Kükürt dioksit (SO₂) ile muhafaza edilen hammadde kullanılması halinde hammaddenin önce az miktar şeker ve su ilavesi ile ısıtılıp SO₂'nin uzaklaştırılması ve daha sonra kalan şeker ve diğer maddelerin eklenmesi gerekir (Anonim, 2007c).

2.1.4.2.2. Vakumda Altında Pişirme Tekniği

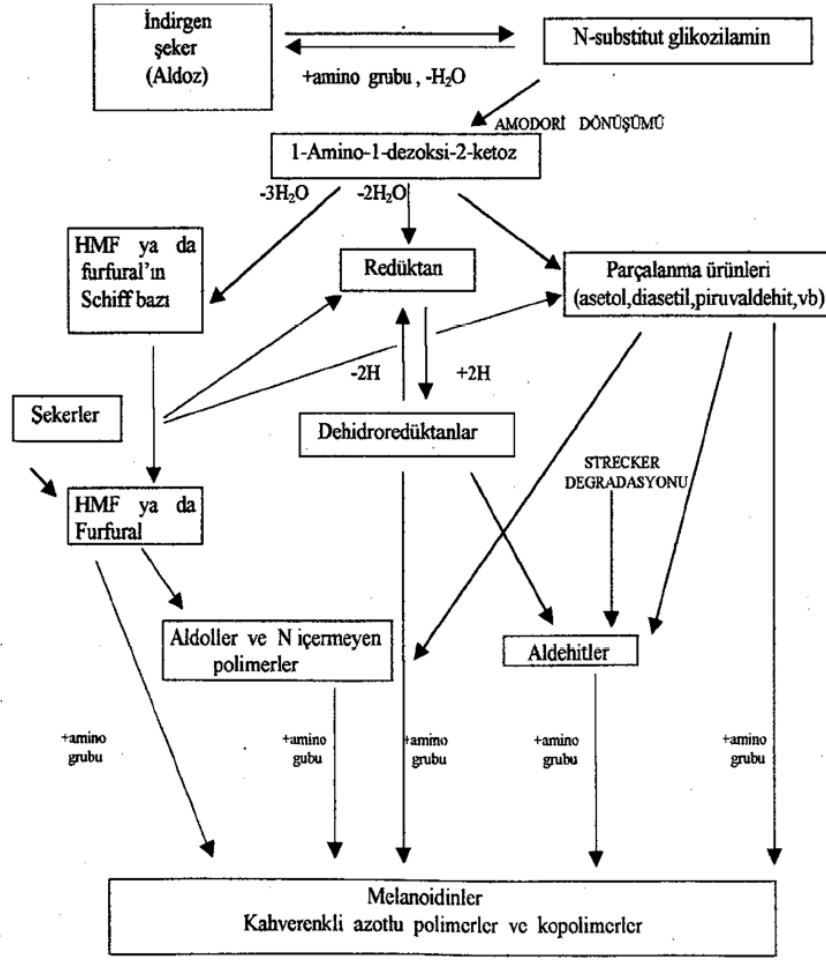
Bu pişirme tekniği çoğunlukla 650-675 mmHg vakum altında yaklaşık 60°C sıcaklıkta gerçeleştirilmektedir. Pişirmede son noktaya ulaşılınca çoğunlukla vakum kaldırılarak

sıcaklık 85-88°C'ye çıkarılmaktadır. Böylelikle hem pastörizasyonun gerçekleşmesi hem de şekerin meyveye iyice nüfuz etmesi sağlanır (Çopur ve Tamer, 2000).

2.2. Maillard Reaksiyonu

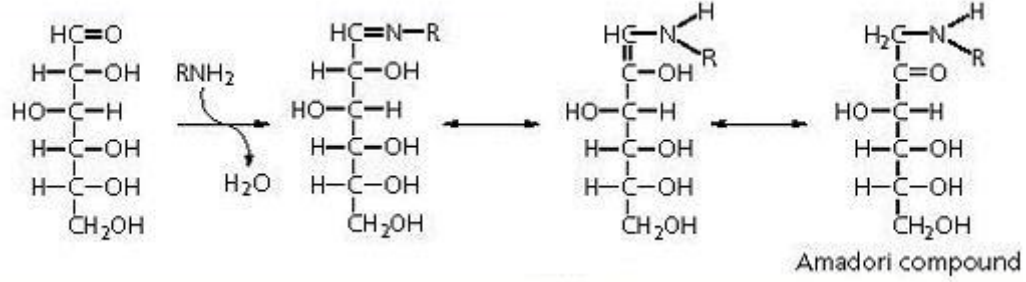
Maillard reaksiyonu ilk kez 1912 yılında Louis Camille Maillard tarafından aminoasitlerin ve şekerlerin ısıtma sırasında kahverengi renge yol olduğunu gözlemlemesi sonucunda keşfedildi (Maillard, 1912). O zamandan beri Maillard reaksiyonu renk, tat ve aromayı iyileştirdiği için gıda bilimcilerinin dikkatini çekti. Maillard reaksiyonu gıdalardaki olumlu etkilerinin yanı sıra besin değeri kaybına (Tanaka ve ark., 1977) ve ayrıca gıdalarda 5-hidroksimetilfurfural, furan, akrilamid gibi mutajenik ve toksik bileşiklerin oluşumuna yol açmaktadır (Surh ve ark., 1994; Mottram ve ark., 2002; Cho ve Lee, 2014). Gıdalarda ısıl işlem sırasında meydana gelen kimyasal reaksiyonlar arasında Maillard reaksiyonu gıda güvenliği ve kalitesi açısından kontrol edilmesi gereken önemli bir konudur. Reaktanların ve öncüllerin varlığı, reaksiyon yolunu ve oluşan neo-bileşikleri belirler. Maillard reaksiyonunda yer alan reaktanlar aminoasitler, aminler, peptitler, protein, amonyak ile birlikte indirgeyici şeker, karbonil bileşikleri iken, etkileyen faktörler pH, sıcaklık, oksijen, ışık, nem, ağır metal iyonlarıdır (Namiki, 1988).

Maillard reaksiyonu, çeşitli reaksiyon yollarına sahip karmaşık bir reaksiyon sistemidir ve Hodge ve diğer bilim adamları tarafından basitleştirmek için erken, ileri ve son aşamalar olarak üç aşamaya ayrılmıştır (Hodge, 1953; Henle, 2005). Hodge şeması, Maillard reaksiyonunun her bir ana adımını anlamak için hala yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.1).

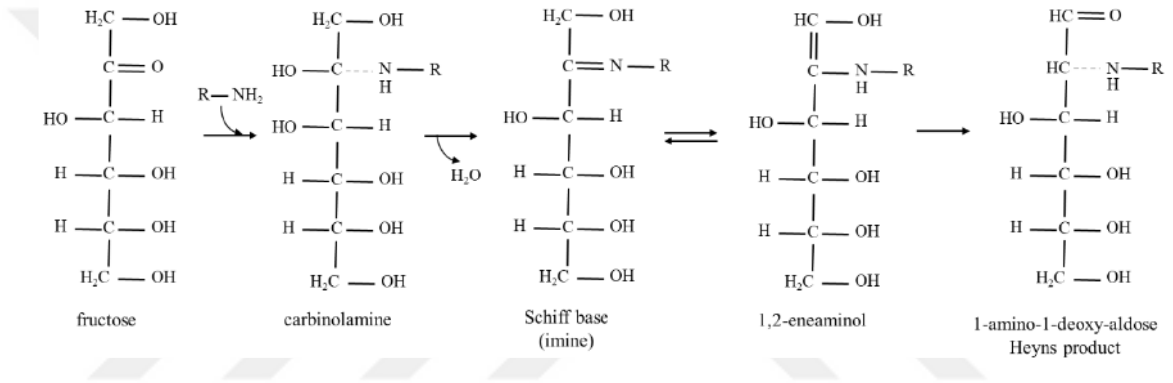


Şekil 2. 1: Maillard reaksiyonu

Maillard reaksiyonu, bir aminin, kararsız imin formu olan Schiff bazının ve bunun siklik Nglükosilamin formunun oluşumunu indükleyen bir karbonil bileşiği ile yoğunlaştırılmasıyla başlatılır. Bunu takiben, karbonil bileşiğinin kaynağının bir aldöz şekeri olması durumunda, Amadori bileşiğine (1 amino-1-deoksiketoz) yeniden düzenlenir (Şekil 2.2). Karbonil bileşiği bir ketoz şeker ise, bu yeniden düzenleme 2-amino-2-deoksi-aldoz olarak adlandırılan Heyns bileşiğini verir (Şekil 2.3). Bu reaksiyonlar, Maillard reaksiyonunun erken aşamasını oluşturur (Yaylayan ve ark., 1994).



Şekil 2. 2: Amadori yeniden düzenlenmesinin oluşumu

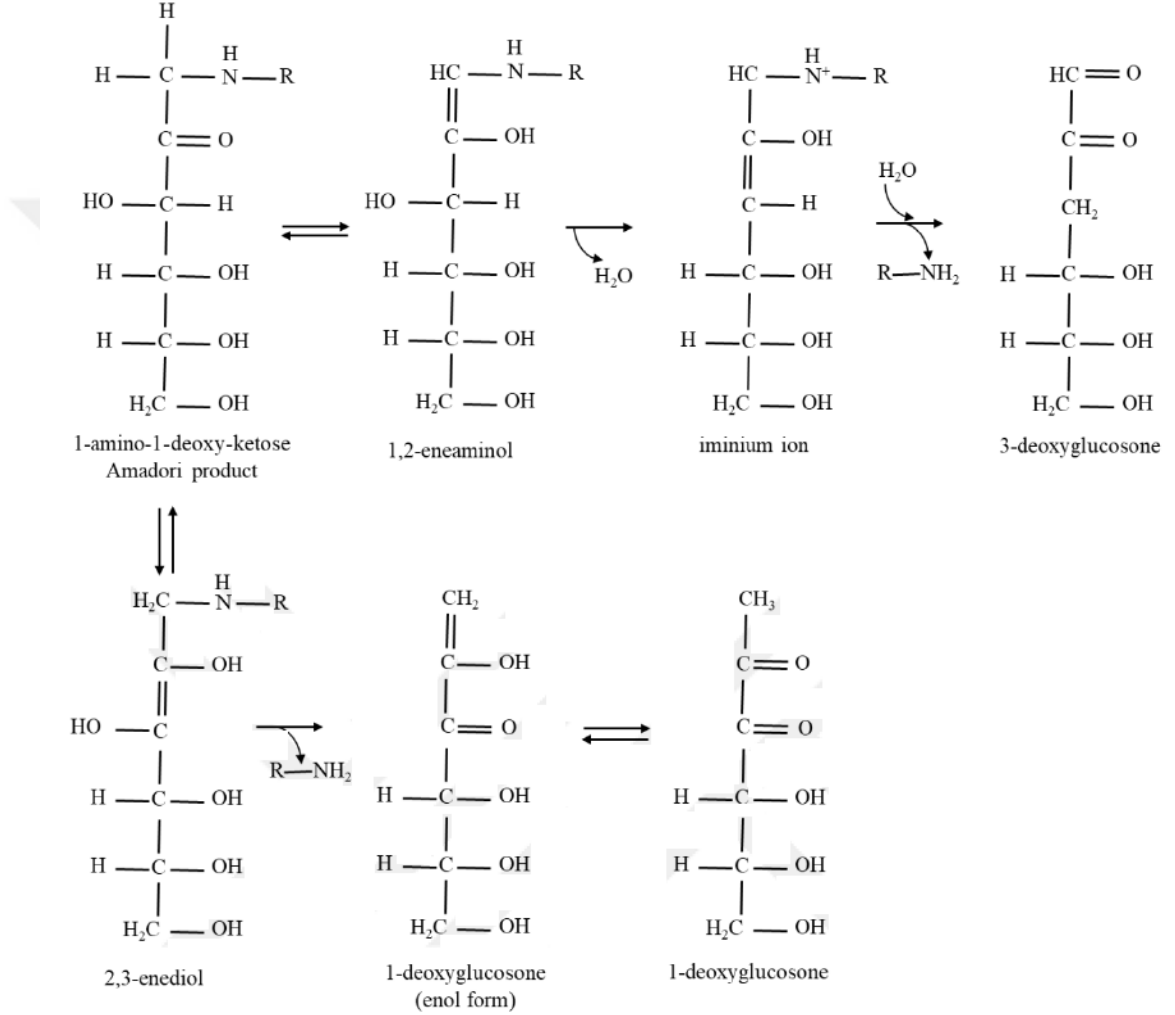


Şekil 2. 3: Heyns yeniden düzenlenmesinin oluşumu

İlk kararlı ürün olarak bilinen Amadori bileşikleri, asit hidrolizi yoluyla furoil türevlerine parçalanarak nitelendirilebilir (Krause ve ark., 2003). N-ε-fruktosillisin Maillard reaksiyonunun erken evre ürünü olarak kabul edilir. N-ε-fruktosillizin bir asit türevi olan furosin, kurabiyeler, reçeller ve bebek mamaları gibi işlenmiş gıdalarda ısı yükünün değerlendirilmesi için kullanılır (Rada-Mendoza ve ark., 2002; Gökmen ve ark., 2008) ve lizin kaybı furozin oluşumu ile izlenir (Erbersdobler ve Somoza, 2007).

Amadori ürününün pH'a bağlı olarak ileri aşamada bozunması, metilglioksal (MGO), glioksal (GO), glukozon (G), diasetil (DA), 3-deoksiglukozon (3-DG) ve 1-deoksiglukozon (1-DG) gibi α-dikarbonil bileşiklerinin oluşumuna yol açar (Thornalley ve ark., 1999; Henle, 2005). Düşük pH durumunda, 1,2-enolizasyon yolu, ketosaminlerden 1,2 enaminol oluşumu tercih edilir, su eliminasyonu yoluyla 3-DG ve hidroliz ile amino asit rejenerasyonu ve ayrıca 5-hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu indüklenir şekerlerin dehidrasyonu yoluyla. Öte yandan, alkali koşullar altında, 2,3-

enolizasyon reaksiyonu meydana gelir ve fruktozaminde 2,3-enaminol olarak adlandırılan ara ürünleri üretilir, ardından retro-Michael reaksiyonu ile 1-DG'ye parçalanır (Şekil 2.4) (Reynolds, 1965). Ayrıca 1-DG aroma bileşiklerinin oluşumunda önemli bir rol oynar (Hirsch ve ark., 1995).



Şekil 2.4: Amadori ürününün bozunması yoluyla 3-deoksiglukozon ve 1-deoksiglukozon oluşumu

α -Dikarbonil bileşikleri sadece Amadori ürünlerinin bozunmasıyla oluşmaz, aynı zamanda reaksiyon ortamında amin olmasa bile karamelizasyonda bozulan şekerler tarafından üretilir (Hollnagel ve Kroh, 1998). Buna ek olarak, çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu, gliksal ve metilgliksal oluşumunu indükleyebilecek başka bir

olası mekanizmadır (Fujioka ve Shibamoto, 2004). α -dikarbonil bileşiklerinin bu reaksiyonların ortak ürünleri olduğu sonucuna varılabilir. Bu bileşiklerin kaynağını ayırt etmek yalnızca çok yanıtli kinetik modelleme ile mümkündür (Kıpcadağlı ve Gökmen, 2016). Ek olarak, α -dikarbonil bileşiklerinin analizi, yüksek reaktif bileşikler olmaları nedeniyle çok zordur. Bu nedenle, bu problem türevlendirme için bir yakalama ajanı kullanılarak çözülebilir (Gobert ve Glomb, 2009).

α -Dikarbonil bileşikleri unlu mamüller, içecekler, bebek mamaları, bal, kakao ve kahve gibi çeşitli gıda ürünlerinde farklı miktarlarda bulunur (Degen ve ark., 2012; Kocadağlı ve Gökmen, 2014; Taş ve Gökmen, 2016). Ayrıca, *in vivo* olarak karbonil stresinde yer alırlar ve böylece protein ve DNA modifikasyonlarına neden olurlar (Rabbani ve Thornalley, 2015). α -dikarbonil bileşikleri ile ilgili olarak 3-DG, HMF oluşumundan sorumlu olduğu için daha fazla öneme sahiptir. HMF, karamelizasyon (heksoz şekerlerinin dehidrasyonu ile) veya ısıtma sonucu Maillard reaksiyonu ile oluşan yaygın bir üründür (Holnagel ve Kroh, 2002). Maillard reaksiyonunda 1,2-enolizasyon yolu sırasında, pozitif yüklü amino grubu, dengenin enole dönüşmesini teşvik eder, bu enole dönüşür, bu da HMF oluşturmak üzere siklodehidrasyon tarafından takip edilir (Weenen, 1998). HMF içeriği, karbonhidrat bakımından zengin birçok gıdaya uygulanan termal yükün bir göstergesi olarak kullanılır ve uygun olmayan saklama koşullarını da gösterir. Bu açıdan bakıldığında bal, meyve, kahve ve süt gıdalarda HMF için kimyasal indeks olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kurabiye, ekmek, tahıl gevrekleri gibi gıdalardaki HMF düzeyi, gıdaya uygulanan ısıtma işlemini gösterir (Morales, 2009).

α -Dikarbonil bileşikleri, proteine bağlı amino asitlerin modifikasyonunu indükler ve ardından ileri glikasyon son ürünleri (AGE'ler) oluşturur (Henle, 2005). İndirgeyici karbonhidratlar ve aminler arasındaki reaksiyonlara “glikasyon” adı verilirken, karbonil bileşikleri lipid peroksidasyonundan kaynaklanıyorsa “lipasyon” olarak adlandırılır. Glikasyon terimi, lisin ve arginin gibi amino asitlerin reaktif taraflarının modifikasyonu ve ayrıca AGE'lerin oluşumuyla sonuçlanan α -dikarbonil bileşiklerinin reaksiyonu için kullanılır (Globisch ve ark., 2014).

2.3. İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE)

2.3.1. Tanım

İleri glikasyon son ürünleri (AGE) indirgen şekerlerin karbonil grubuyla amino asitlerin amino gruplarından meydana gelen bileşiklerdir. AGE'lerin meydana gelmesi karışık bir şekilde olup, bu oluşumda yalnızca karbonhidratlar ile aminoasitler bulunmaz. Oksidatif ve karbonil stres gibi değişik etmenler AGE'lerin oluşmasına sebep olmaktadır. AGE'lerin oluşması oldukça uzun sürer. AGE oluşurken vücut dokularının protein oluşumlarını olumsuz etkiler (Demirel ve Yıldırım, 2018).

AGE'lerin oluşurken haftalar geçtiğinden ve uzun bir süreç olduğundan dolayı genelde uzun ömürlü proteinler etkilenir. Proteinlerdeki lizin, histidin, arginin amino asitleri glikasyona karşı daha duyarlıdır. Nükleik asit ve lipid bileşenler de, son dönem renal yetmezliğin olduğu ve buna bağlı AGE oluştuğunda oluşuma katılırlar (Schmidt ve ark., 1999).

AGE'lerin etkisi iki farklı şekilde olmaktadır. Birinci şekil reseptörden bağımsızdır bu ekstrasellüler ortamda olur ve ikinci şekil ise reseptöre bağımlı olur intrasellüler ortamda etkileri görülmektedir (Singh ve ark., 2001).

Hiperglisemi arttıkça glikasyon arttığından hücrenin hem içinde hem dışında oluşabilmektedir. İndirgeyici şekerler arasında glikoz en az glikasyona sebep olma oranındayken fruktoz, treoz, gliseralehit-3-fosfat ve glikoz-6- fosfat gibi şekerler ise daha fazla orana sahiptir (Bierhaus ve ark., 1998).

Vücutta oluşan AGE havuzunun endojen ve ekzojen olmak üzere iki çeşit kaynağı vardır. Endojen oluşum hiperglisemi ve oksidatif stresin artmasıyla yükselirken ekzojen kaynaklı AGE'ler ise sigara ve AGE'den zengin olan besinlerin tüketilmesinden kaynaklanmaktadır (Vlassara ve ark., 2008).

AGE'lerin oluşmasında etkili bazı faktörler vardır, bunlar gıdaların kompozisyonu, ısı işlem, nem, pH, pişirme süresi olarak sıralanabilir. Lipit ve protein yönünden zengin gıdaların AGE içeriği yüksektir (Goldberg ve ark., 2004).

AGE'lerin patolojik tesirleri, hücrenin yüzeyinde bulunan reseptörlere tutunarak ya da vücut proteinlerine çapraz şekilde bağlanarak, yapısını ve görevlerini değiştirmeleri neticesinde olur. Sonuçta diyet kaynaklı ileri glikasyon son ürünleri (dAGE), oksidatif stres ve inflamasyona katkı sağlamış olurlar (Uribarri ve ark., 2010).

Eğer aşırı miktarda AGE miktarı yönünden zengin gıdalar tüketilirse ya da metabolizma sonucunda vücutta oluştuğunda yok edilememesiyle birikmesi olur. Bu şekilde birikme sonucunda oksidatif stres ve inflamasyon oluştuğu belirtilmiştir (Uribarri ve ark., 2007). Bu zararlı bileşiklerin vücuttan uzaklaştırılması antioksidanlar ve bazı enzimler yardımıyla olmaktadır (Wu ve Monnier, 2003).

2.3.2. AGE Türleri

AGE'ler, esmerleşme reaksiyonu oluşturabilen, flüoresans üretebilen ve proteinlerle çapraz bağ yapabilen kompleks ve heterojen moleküllerdir. Günümüzde AGE'lerin çoğunun yapısı ve oluşum nedenlerini oluşturan mekanizmalar çözülememiştir (Demirel ve Yıldırım, 2017).

Yapısı belirlenebilen AGE'lerden bazıları şunlardır, N-karboksimetil lizin (CML), N-karboksietil lizin (CEL), pentosidin, metilgliksal lizin dimeri (MOLD), gliksalizin dimer (GOLD), Alkil formil glikozil pirolleri (AFGP), Arginin-lizin imidazol (ALI) ve pirralin'dir (Nowotny ve ark., 2015).

AGE'ler kimyasal özelliklerine göre 3'e ayrılır; (Peyroux, J., & Sternberg, M. 2006)

1. pentosidine ve crossline gibi floresan çapraz bağlı AGE'ler,
2. MOLD ve glucosepane gibi non-floresans çapraz bağlı AGE'ler,
3. CML ve pirralin gibi çapraz bağ yapmayan AGE'ler.

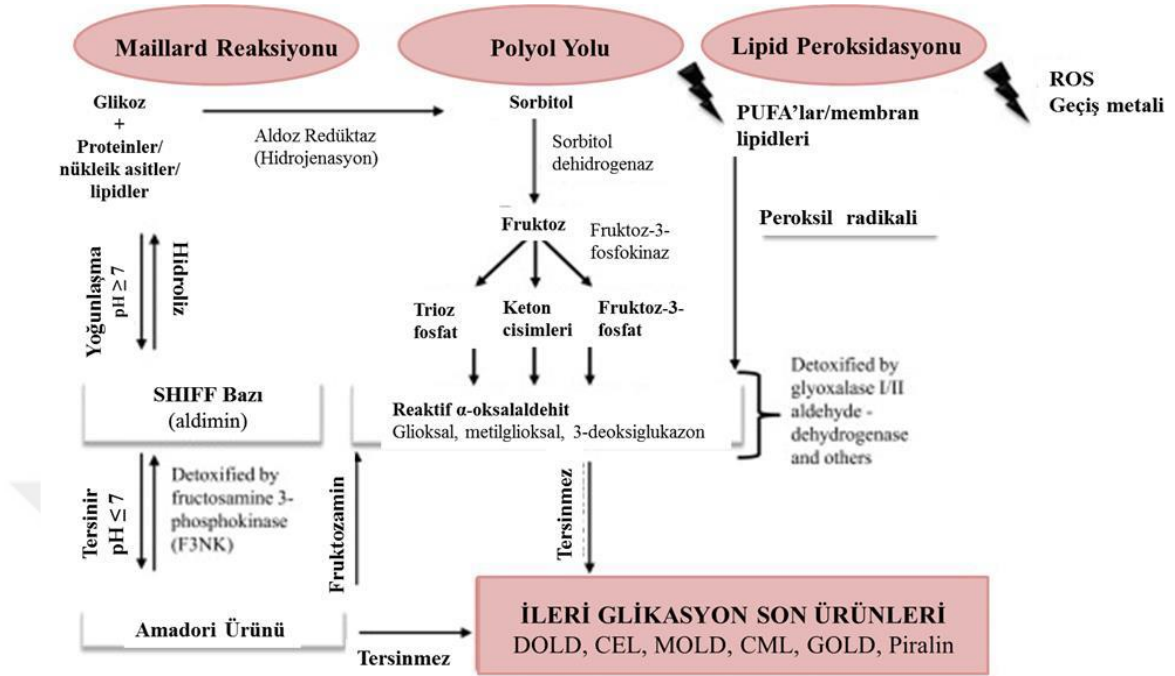
2.3.3. AGE'lerin Oluşum Mekanizması

İleri Glikasyon Son Ürünleri, indirgen şekerler ile nükleik asitlerin ya da lipitlerin veya proteinlerin reaksiyona girerek enzimler olmadan gerçekleşen tepkime sonucuyla oluşur (Wang ve ark., 2020). AGE'ler, endojen ya da eksojen olarak farklı mekanizmalarla heterojen olarak oluşabilir (Perrone ve ark., 2020). İnsan vücudunda AGE'lerin birikimi oksidatif stresi arttırarak diyabet, kanser, Alzheimer, kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli biyolojik işlevlerin bozulmasına yol açar (Dariya ve Nagaraju, 2020).

Maillard Reaksiyonu (MR), 1912 yılında ismini Fransız bir kimyagerden alarak literatüre geçmesine rağmen, esmerleşme reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerin oluşum sürecindeki mekanizmalar ile ilgili ilk bulgular 1953 yılında yayınlanmıştır (Martins, Jongen ve van Boekel, 2000).

MR, indirgen şekerler ile serbest amino grubuna sahip bir bileşiğin enzimler olmadan ve kimyasal bir ekleme yapılmadan yoğunlaşması ile meydana gelen esmerleşme reaksiyonudur (Hwang ve ark., 2011). İndirgeyici şekerin karbonil grubu ile proteinin amin grubu reaksiyona girerek tersinir özellik gösteren kararsız bir Schiff Bazı oluşturur. Schiff bazının tersinir özellik göstermesi ortamın alkali olmasına ($pH > 7$), glikoz miktarına ve serbest amin gruplarına bağlıdır. Şekil 2.5'te görüldüğü gibi tersinir tepkimeler sonucu ileri glikasyon ürünleri oluşabildiği gibi Polyol yolu ve Lipid peroksidasyonu sonucu tersinmez reaksiyonlardan da oluşabilir (Ott ve ark., 2014).

Schiff bazı bir sonraki aşama olan Amadori yeniden düzenleme ürünlerini (ARP) üretmek amacıyla reaksiyona girer. ARP'lerin furfural ve hidroksimetilfurfurala dönüşmesi için $pH \leq 7$ olmalı ve reaksiyonda 1,2-enolizasyon hakim olması gerekir. $pH > 7$ ve düşük sıcaklıklarda Strecker bozunma reaksiyonu meydana gelebilir. $pH > 7$ ve yüksek sıcaklıklarda glioksal, metilglioksal gibi ara ürünler üretilir (Martins ve ark., 2000).



Şekil 2. 5: İleri Glikasyon Son Ürünleri Oluşumu

Kaynak: Ott ve ark., 2014.

Amadori ürünleri dışında Namiki yolu olarak adlandırılan dikarbonil bileşiklerinin aldiminlerden ayrılması, lipit peroksidasyonu, amino asit bozunması ve monosakkarit ootoksidasyonu da AGE bileşikleri oluşumuna sebep olur (Ferreira, Ponces Freire ve Voit, 2003).

ARP olarak bilinen ilk ürün Glikatlanmış hemoglobin'dir (HbA1c). Plazmada 3 haftaya kadar kan şekeri seviyesini ölçmek için kullanılır (Dyer ve ark., 1993).

Besinlerde ve insan vücudunda toplam 20'den fazla çeşit AGE belirlenmiştir. Tablo 2.4'de belirtildiği gibi bazı çalışmalar AGE'leri floresan ve floresan olmayan AGE olarak 2'ye ayırmıştır. Pentosidin floresan AGE olarak sınıflandırılırken, MOLD, CML, CEL ve pyraline floresan olmayan AGE olarak sınıflandırılır (Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010; Poulsen ve ark., 2013). İn vivo olarak AGE saptamak amacıyla çoğunlukla CML kullanılır (Liman ve ark., 2019).

Tablo 2. 4: Floresan özelliğine göre AGE'ler

FLORESAN AGE		FLORESAN OLMAYAN AGE	
Çapraz Bağlı	Çapraz Bağlı Olmayan	Çapraz Bağlı	Çapraz Bağlı Olmayan
*Pentosidin	*Argpyrimidin	*Glioksal Lizin Dimer (GOLD) *Metilglioksal Lizin Dimer (MOLD)	*Karboksimetil lizin (CML) *Karboksietil lizin (CEL) *Pyrralin

Kaynak: Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010; Poulsen ve ark., 2013.

Maillard Reaksiyonu sonucu oluşan melanoidinler ya da Amadori düzenleme ürünleri, besinlere uygulanan ısıl işlem ya da depolama süreci sonrasında da meydana gelebilir. Bu ürünler besin değerlerinin kalitesini azaltabileceği gibi doğal antioksidan üretiminde de rol alabilir. Bu ürünler protein biyoerişebilirliğini/biyoyararlılığını azaltabilirken, antimikrobiyal etki gösterebilir (Nooshkam ve ark., 2019).

Melanoidin ürünlerini fonksiyonel olarak kullanmak için çalışmalar yapılmıştır. Et, karides, makarna ürünlerinde antimikrobiyal; meyve suları, patates, fırınlanmış ürünler, süt ürünlerinde antioksidan olarak kullanılmıştır (Nooshkam ve ark., 2020).

Amadori ara ürünleri ise meyve sebzelerde bulunan polifenol oksidaz enzimi ile oluşan esmerleşme reaksiyonlarını inhibe eder (Nooshkam ve ark., 2019).

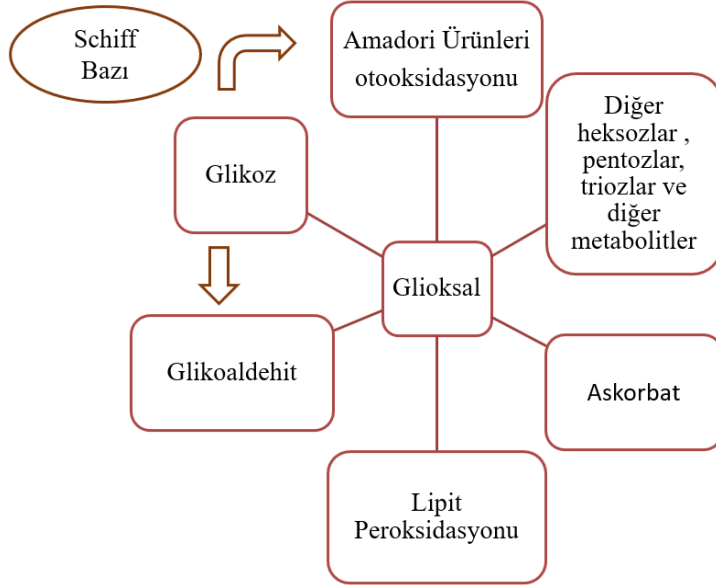
Glioksal, sulu çözeltilerde hidratlar oluşturan ve sarı bir sıvı olarak görünen en küçük dialdehittir (Vistoli ve ark., 2013). Eksojen kaynakları arasında besinlerin kızartma, kavurma fırınlama, fermente etme sonrasında oluşabileceği gibi sigara dumanı, egzoz ve yangından çıkan dumandan da meydana gelebilir (Degen, Hellwig & Henle, 2012). Endojen oluşum mekanizmalarına bakıldığında MR gerçekleştikten sonra diğer süreçlerde saatler, haftalar ya da aylar içinde GO, MGO, 3- Deoksiglukozon gibi çeşitli ürünler oluşur (Zhang ve ark., 2021).

A-oksoaldehit olan Glioksal ($O = CH - CH = O$) Şekil 2.6'daki gibi birden fazla yol ile oluşabilir. Glikozun retroaldol yoğunlaşması ile oluşurken, aynı şekilde glikozun yoğunlaşması sonucu oluşan glikoaldehitin de fosfat tamponu, demir ve bakır iyonlarının bulunması ile desteklenerek de meydana gelebilir (Manini ve ark., 2006).

Diğer bir aşama ise glikozun lizin ve arginin eklenerek ortaya çıkan geri dönüşümlü Schiff Bazı ile meydana gelen Amadori Ürünlerinin otooksidasyonu ile oluşmasıdır. Amadori ürünleri oluşturma aşamasında da büyük bir öneme sahip olan lipit peroksidasyonu da tek başına glioksal üretebilir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden olan linoleik ve linolenik asitler peroksit ara maddelerini enzimatik olmayan reaksiyon sonucu oluştururlar ve oksidatif ürünlere dönüşürler (Yin ve Porter, 2005).

Bir çalışmada, aldoz yapıda olan galaktoz, riboz, gliseraldehit; ketoz yapıda olan fruktoz, ribuloz, , aseton; şeker alkollerinden mannitol ayrıca adenosin, arabinoz ve gliserol gibi birçok karbonhidrat yapısından oluştuğu belirtilmiştir.

Askorbatın ise glioksale hidrolize olmasının ayrıntıları bilinmemektedir (Lange ve ark., 2012).



Şekil 2. 6: Glioksal oluşturan reaksiyonlar

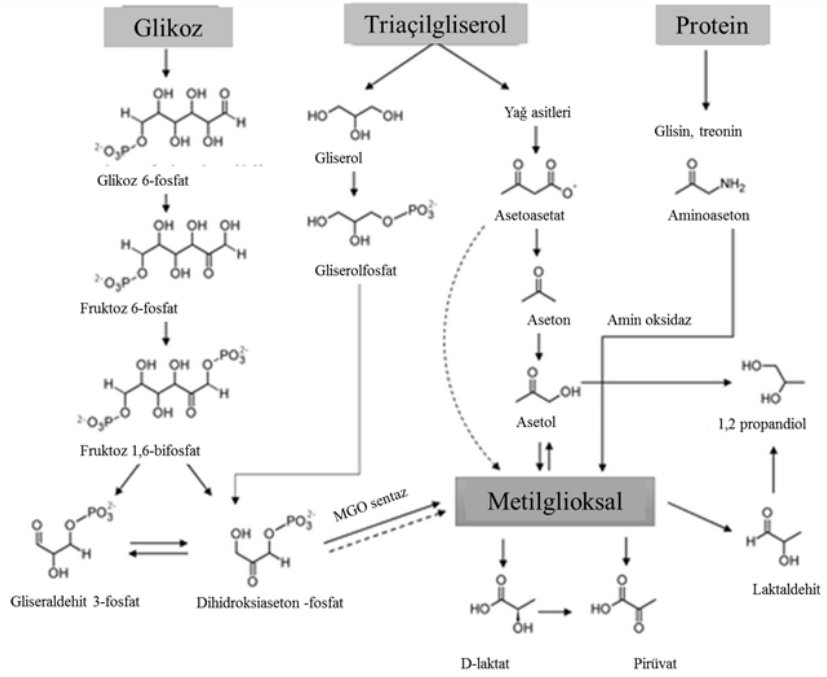
Kaynak: Lange ve ark., 2012.

2-oksopropanal ($\text{CH}_3 - \text{C}=\text{O} - \text{CH}=\text{O}$) olarak da adlandırılan MGO keskin bir kokuya sahip sarı bir sıvıdır (Humans, 1991). Eksojen kaynaklarına bakıldığında sigara, yangın dumanı gibi çevresel faktörler GO'a benzerlik gösterir ve gıdaların pişirme,

fermentasyon ve uzun süreli saklama gibi işlemlere maruz bırakıldığında MGO konsantrasyonunda artış meydana gelir (Nemet & Varga-Defterdarović, 2007).

Glikoliz evresi MGO'ya sebep olan ana yol olup MGO, trioz fosfat bileşiklerinin enzimatik veya enzimatik olmayan süreçlerinden meydana gelir. Şekerler retro-aldol veya oto oksidatif reaksiyonlar ile alkali ortamda oluşabildiği gibi karamelizasyon ile de ortaya çıkabilir. Uzun süreli depolama da MGO oluşumu destekleyen bir prosestir (Kuntz ve ark., 2009).

Şekil 2.7'deki gibi lipitler ısıtma ya da fotodegradasyon yoluyla bozunarak ve aseton metabolizması ile MGO oluşturur (Hollnagel & Kroh, 1998). Lipitlere benzer olarak protein metabolizmasının yan ürünü olarak da MGO oluşur (Allaman, Bélanger & Magistretti, 2015).



Şekil 2. 7: MGO oluşturan reaksiyonlar

Kaynak: Vistoli ve ark., 2012.

2.3.4. AGE Ölçüm Yöntemleri

AGE'lere ulaşılması oldukça önemli olduğundan yapılan çalışmalarda *in vivo* şartlar altında meydana gelen AGE'leri tesbit etmeyi hedeflemektedir. *In vivo* olarak AGE'lerin bulunması değişiklikleri, AGE'nin standart eksikliği, uzun süren analiz süreçleri ve malzeme gerekliliğinden ötürü bütün AGE'lerin analizlerinin gerçekleştirilmesi zordur. AGE'ler değişik yöntemlerle tesbiti yapılabilirler (Kalousova ve ark., 2002).

- ELISA (Enzyme linked immunosorbent assay): Poliklonal ya da monoklonal antikorlar kullanılır

- Fluorometri: AGE'lerin fluoresans niteliklerinden faydalanılır.

- HPLC: (High performance liquid chromatography)

- MS (Mass spectrometry): En iyi ve eşsiz metod diye bilinir

CML ve pentosidine gibi bileşikler antijenik olup immunonolojik yöntemlerle elde edebilmek olasıdır (Wautier ve Schmidt, 2004).

Pentozidin gibi fluoresans olan ve CML gibi non-fluoresans olan AGE'ler biyokimyasal ve immünolojik analizlerle tesbit edilebilmektedir (Taneda ve Monnier, 1994).

AGE seviyelerinin tesbitinde, AGE'nin yapısından dolayı öncelerde spektroskopik ve florometrik metodlar kullanılırdı. Fakat bu yöntemlerin belirleyicisinin düşük olmasından dolayı poliklonal antikorlardan faydalanılarak RIA ve ELISA gibi immunometrik yöntemlerin kullanılmasına geçilmiştir. Kimyasal bileşiminin komplike olması, AGE'lerin tam anlamıyla yapılarının açıklanmasını zorlaştırmaktadır. Pentosidin yapısı bilinen AGE'lerden olup HPLC ile ölçülebilmektedir. ELISA, immunohistokimya, ve kolorimetrik yöntemlerle ise CML seviyeleri ölçümlenebilmektedir (Chabroux ve ark., 2010).

2.3.5. AGE Oluşumunu İnhibe Eden Maddeler

Aspirin, indometazin, D-penisilamin, ibuprofen, desferoksamin, flavonoidler ve piaglitazon AGE'lerin oluşmasında inhibe edici yapıdadırlar. Piaglitazon, tiyazolidinedion türevindedir. Dikarbonil bileşikleri tutarak ve metal şelasyonu oluşturur (Peyroux ve Sternberg, 2006).

Doğal olarak meydana gelen bir vitamin B₆ izoformu olan piridoksamin reaktif karbonil ara bileşiklerini tutarak AGE'lerin oluşmasında Amadori sonrasında süreçlerin inhibe olmasını sağlar (Voziyon ve Hudson, 2005).

Çapraz bağ kırıcıları arasından öncelikle PTB, bileşiği kullanılarak AGE'lerin birikmesi engellenir. kloroid tuz olan TRC4186 hem kardiyak disfonksiyon oluşmasını azaltır hem de renal disfonksiyonun daha az şiddetli olmasını sağlar (Parmaksız, 2011).

2.3.6. AGE'lerin Organizmaya Etkileri

AGE'lerin organizmada birikmesi sonucunda toksisiteye sebep olurlar. AGE ekstrasellüler matriksi olumsuz etkilemekte, yapısını bozmaktadır. AGE'ler organizmanın dokularıyla çapraz bağ yaparak organizmanın fiziksel, kimyasal ve metabolik yapıyı etkilemektedir (Raj ve ark., 2000).

AGE amino bileşeni içeren moleküllerin glikasyonu sayesinde oluşur ve toksisitesi iki farklı yolla olur. İlk olarak, doku ya da damar yapısını doğrudan çapraz bağlı yapılar yapıp farklılaştırmak. İkinci olarak da hücre yüzey reseptörleriyle etkileşerek toksik etki oluşturmaktır. AGE'nin oldukça değişik reseptörü belirlenmiştir ve lökosit, makrofaj, mezotelyal endotel ve nöronal hücre ile kas hücresi tiplerinde reseptörler bulunmaktadır (Aronson, 2003).

RAGE, AGE-R1, AGE-R2, AGE-R3 ve CD36 bilinen AGE reseptörlerindendir, dolaşımda veya dokuda bulunan AGE'nin bağlanmasını sağlar diğer yandan da hücrenin içine alır ortamı da arındırırlar (Parmaksız, 2011).

AGE reseptörü olan RAGE'ye, AGE'nin bağlanmasıyla hücrenin sinyal yollarını uyararak büyüme faktörünün, sitokinlerin ve adezyon molekülerinin ekspresyonunu gerçekleştirir. Böylece genlerin transkripsiyonu uyarılmış olur (Ramasamy ve ark., 2012).

2.3.7. AGE'nin Azaltılmasına Diyetel Yaklaşımlar

Besinler yoluyla vücuda alınan AGE'lerin azaltılması besin seçimi ve besinlerin hazırlanış biçimleriyle doğrudan ilgilidir. Et , rafine şeker ve tahıllar gibi besinler diyetle azaltıldığında aynı zamanda sebze, meyve, tam tahıllar, deniz ürünleri ve baklagiller gibi besinler de diyetle arttırıldığında AGE'lere olan maruziyet en az seviyeye ulaşacaktır (Vlassara ve ark., 2016).

Sebzeler, meyveler, tam tahıllar ve baklagiller akdeniz diyetini oluşturan temel besin kaynaklarıdır. Akdeniz diyetinin bir başka temel içeriği de kırmızı ete göre balık ve kümes hayvanlarının oranının yüksek olmasıdır. Zeytinyağı Akdeniz diyetinde kullanılan yağ çeşididir (Barbaros ve Kabaran, 2014).

Bitkisel olan gıdaların AGE içeriği düşüktür. Bu sebeple bitkisel besin içeriği yüksek bir diyet AGE' lere olan maruziyeti azaltabilir. Diğer yandan bir çalışmada vejetaryan olan bireylerde plazmadaki AGE seviyelerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, bu durumun vejetaryan bireylerde daha yüksek fruktoz tüketiminden kaynaklandığını düşünmektedir. Fruktoz, *in vitro* olarak AGE oluşumunda glikoza göre daha etkilidir (McCarty, 2005).

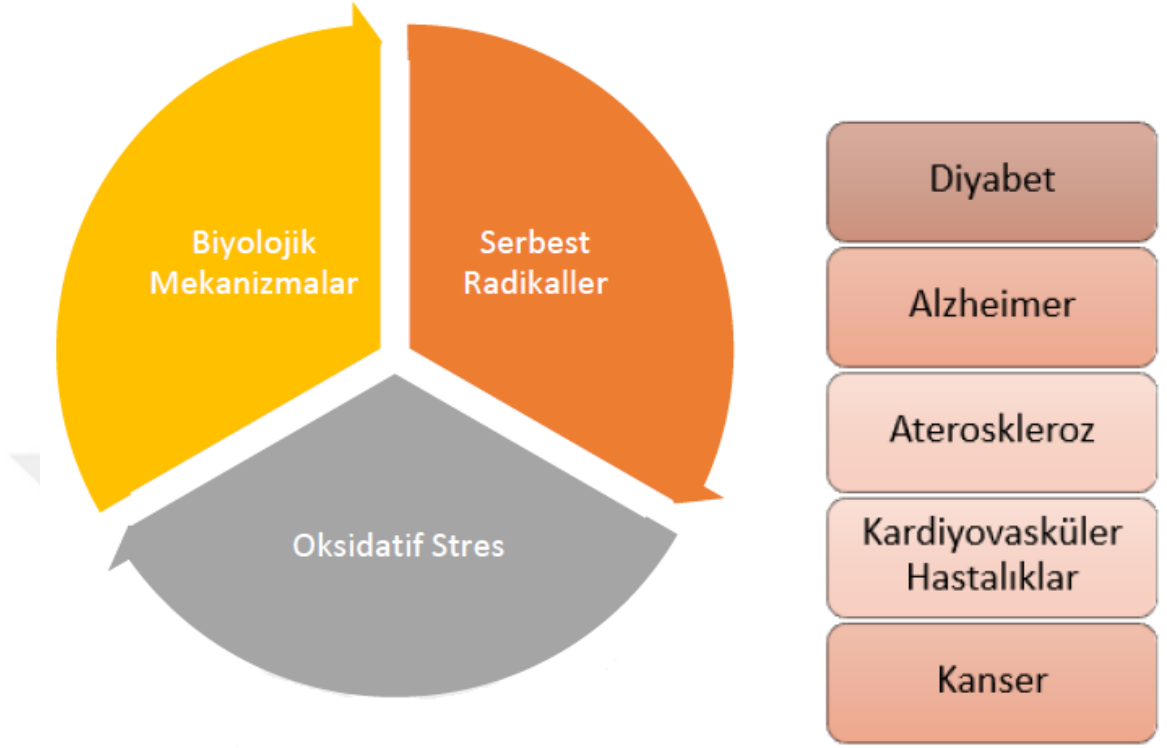
Besinler de bulunan antioksidan bileşenler AGE inhibitörü görevi görerek AGE'lerin oluşmasını sınırlar. Antioksidanlar oksidasyonun oluşmasını engellemektedir. Antioksidan özelliği yüksek olan besinlerden olan limon, sirke pişirme işleminden önce et ile marinasyon yapılmasıyla etin antioksidan kapasitesi hem artmış hem de yumuşamış olur. Bu marinasyon kolay pişmenin yanında etin ısıyla olan temasının süresini kıstamış olur. Aynı zamanda da antioksidan kapasiteye göre değişmekle birlikte AGE miktarında da düşüş olmaktadır (Uribarri ve ark., 2010).

2.3.8. AGE'lerin Sağlık Üzerine Etkileri

Endojen AGE kaynaklarının oluşumu vücudumuzun rutininde gerçekleşen bir olaydır. Fakat dolaşım sisteminde ya da dokularda birikmesi ile toksik seviyeye gelebilir (Ulrich ve Cerami, 2001). Etki mekanizmasına bakıldığında hücrenin reseptörlerine bağlanarak ya da doku proteinleri ile çapraz bağlanarak işlev bozukluğuna sebep olur (Çimen, 2008).

İnsanlar yaşlanmaya başladıkça protein döngüsü azalır ve doğal olarak karbonil moleküller dokularda birikmeye başlar (Fishman ve ark., 2018). Şekil Dokularda biriken reaktif karbonil grupları dikarbonil strese sebep olarak reaktif oksijen türlerine benzer etki yapar. Reaktif oksijen türleri oksidatif strese neden olan biyolojik mekanizmaları değiştiren süreci başlatır ya da başlayan süreç ilerler. Biyolojik sürecin doğru şekilde devam etmemesi ise diyabet, Alzheimer, ateroskleroz , kardiyovasküler hastalıklar ve kanserin patogenezinde Şekil 2.8'de olduğu gibi yer alır (Bellier ve ark., 2019; Dariya ve Nagaraju, 2020). Oksidatif stresteki artış insülin direnci ve metabolik sendromun da altında yatan sebeplerin arasındadır (Keaney ve ark., 2003; Rekeneire ve ark., 2006).

AGE metabolizmasının anlaşılma sürecinde ilk bulgular CML ve pirralin gibi ürünlerin idrarda tespiti ile açığa çıkmıştır (Portero-otín ve ark., 1996). Ancak idrarda CML ölçümü, MR ürünü olarak tanımlanmadan önce de literatürde yer almıştır (Vliegenthart, 1975). Laboratuvarlarda AGE tespiti için yapılan testler standartlaşmamıştır. İnsan idrarında, kanında, dokularında AGE tespiti yapmak için çeşitli immünolojik testler kullanılır (Cai ve ark., 2002). Sağlıklı bireylerin tükettiği AGE miktarının yalnızca %10'unu emilirken bunun da sadece %30'u idrarda belirlenebilir (Nowotny ve ark., 2018).



Şekil 2. 8: Oksidatif Stresin Etkisi ile Vücut Mekanizmasının Bozulması

Kaynak: Dariya ve Nagaraju, 2020.

Diyet oksidanlarının en önde gelen örnekleri MGO ve CML gibi AGE'lerdir (Cai ve ark., 2002). AGE içeriği yüksek diyet ile beslenen kişilerin dolaşımlarına bu birikimin kolayca yansıdığı belirtilmiştir (Vlassara ve ark., 2002). Bir çalışmada 172 sağlıklı bireyin dolaşımındaki glikolitik ürün (MGO, CML) ölçümü yapılmış ve bunlar oksidatif stres ile ilişkili bulunmuştur (Uribarri ve ark., 2007).

Plazmada glikoz seviyesinin yükselmesi vücuttaki glikasyon tepkimesine ivme kazandırarak AGE birikimine sebep olur. Tip 1 ve tip 2 diyabette doku ve plazma AGE miktarı oldukça yüksektir (Berg ve ark., 1999; Kilhovd ve ark., 1999). Diyabetli hastalarda yapılan çalışmalarda AGE içeriği düşük besin tüketiminin oksidatif stres ve inflamasyonu azaltacağı belirtilir (Vlassara, 2001).

Bir çalışmada MGO miktarı artışının sineklerde insülin direncine , hiperglisemiye ve obeziteye sebep olduğu belirtilmiştir (Moraru ve ark., 2018). İnsülin direnci ve

hiperglisemi tip 2 diyabetin altında yatan nedenlerdir. Ayrıca MGO artışı nefropati ve kardiyovasküler hastalıkların oluşmasına katkıda bulunur (Vulesevic ve ark., 2016).

2.3.9. AGE'nin Hastalıklarla İlişkisi

Besinsel kaynaklı olan AGE'ler insan ve hayvan çalışmalarıyla sağlığa olan etkisi yönünden önemli araştırma konularındandır. Öncelikle DM gibi endotel disfonksiyon, HT, PCOS gibi hastalıkların yanında yaşlanma sürecinde de AGE 'nin önemine dikkat çekilmiştir (Yılmaz ve Karabudak, 2018).

AGE insan metabolizmasında doğal şekilde endojen olarak meydana gelir, fakat vücut dokularındaki artış ile AGE birikmesiyle insan vücudunda patolojik değişimler oluşabilir (Ulrich ve Cerami, 2001).

AGE ve oksidatif stres birbirini etkiler ve etkilenir. AGE oksidatif strese sebep olurken, OS'de AGE formasyonunun sebebidir (Vlassara ve Uribarri, 2014).

RAGE nörolojik, KHV, DM ve kanser durumlarında kronik stres ve aşırı ligand birikmesiyle dokulardaki ekspresyonu arttığından bu hastalıklarda önemli etkisinin olduğu bilinmektedir (Kierdorf ve Fritz, 2013).

2.3.9.1. Obezite ve İleri Glikasyon Son Ürünleri

AGE'ler oksidatif stres ve inflamasyonun oluşmasında oldukça önemli olmakla beraber insülinin hücreler içerisindeki glikozu iletmek amacıyla kullandığı küçük köprülere karşı atak yaparak hücrelerin glikozu metabolize etmesindeki özelliğinin kaybolmasına yol açar. Bu durum vücut yağ kompozisyonun artmasına sebep olur (Sayej ve ark., 2016).

Obezite, insülin direnci ve metabolik sendromla birlikte yüksek oksidatif strese ve inflamasyon durumuyla ilişkilidir. Hiperglisemi, hiperlipidemi ve yüksek oksidatif stres obezite için oldukça etkili faktörler olmakla birlikte vücut AGE havuzunun artmasını sebep olur. Vücut AGE havuzunun azalmasında vücut ağırlığının ve vücut yağ içeriğinin düşmesi de etkilidir (Yoshikawa ve ark., 2009).

2.3.9.2. Diyabetik Hastalarda AGE'lerin Etkileri

Yapılan epidemiyolojik çalışmalar göstermektedir ki, serum AGE düzeyleriyle Tip 1 ve Tip 2 DM arasındaki ilişki doğru orantılıdır. Bu durum diyabetin mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlar, inflamasyon ve endotel disfonksiyon göstergelerindeki artma gibi komplikasyonların şiddeti ve seyri ile ilgilidir (Poulsen ve ark., 2013; Hwang, 2005).

Diyetle alınan AGE, vücutta biriken AGE 'yi arttırmanın yanında diyetle alınan AGE ve serum düzeyleri arasında bağlantı vardır (Chao ve ark., 2010). Yapılan bir çalışmada Tip 1 ve Tip 2 diyabetli bireylerde AGE'nin negatif etkisi ilk defa araştırılmış ve çalışma iki bölüm olacak şekilde yapılarak iki hafta çapraz altı hafta paralel şekilde olmuştur. Bu iki çalışmada göstermiştir ki diyetle alınan AGE arttıkça inflamasyon göstergeleri de artmaktadır (Vlassara ve ark., 2002).

AGE miktarı yüksek olan bir öğün sonrasında tip 2 diyabetli bireylerde leptin ve adiponektin düzeylerindeki farklılığa bakılan bir çalışmada, leptin ve adiponektin enerji metabolizmasında rol alan ve iştah ile ilgili olarak yağ dokusundan salınan hormonlar olduklarından leptin/adiponektin oranının değişmesinin AGE metabolizmasını da etkileyeceği ortaya konmuştur (Poulsen ve ark., 2013).

Günümüzde ki beslenme tarzı ve paketli gıdalar diyetle alınan AGE'lerin birincil kaynaklarıdır ve bireylerin immun sistemlerini ve antioksidan aktivitelerinin bozulmasına neden olur (Vlassara ve Uribarri, 2014).

AGE'lerin birikmesine oksidatif stresin sebep olduğu vurgulanmaktadır. Hiperglisemi durumunda glikoz, otooksidasyona uğrayarak hidroksi radikalleri oluşturmaktadır. Diyabetin çeşitli komplikasyonlarının olduğu doku ve organlarda AGE'nin biriktiği yapılan çalışmalarla açıklanmıştır. Diğer yandan AGE birikmesinin amyotropik lateral skleroz, nörodejeneratif hastalıklar, böbrek yetmezliği ve vasküler hastalıklarda etkili olduğu bilinmektedir (Chavakis, Bierhaus ve Nawroth, 2004).

2.3.9.3. Kardiyovasküler Hastalıklar ve İleri Glikasyon Son Ürünleri

Kardiyovasküler hastalıkların (KVH) oluşması ve seyri genetik ve çevresel etmenlerin karışık etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. KVH dünyada mortalitenin en yüksek sebeplerindendir. AGE'ler oksidatif stres ve inflamasyonla birlikte KVH'ların ortaya çıkması ve artmasında etkili olduğu belirtilmektedir. AGE'ler damar çeperlerindeki kollajen çapraz bağlanması, LDL'nin oksitlenmesi ve AGE reseptör (RAGE) yoluyla inflamasyonda artış ve beraberinde aterosklerozun oluşmasına neden olmaktadır (Semba ve ark., 2014).

AGE'ler arterlerin sertleşmesine yol açar ve hipertansiyona sebep olan çapraz bağlar oluşmasını sağlar. AGE'ler nitrik oksit aktivitesinin azalmasını ve kan damarlarında yeterli kadar nitrik oksit olmamasıyla sertleşmeye neden olur. Sonuçta kan basıncı yükselir. Diğer yandan kan damarlarının pıhtı oluşmasına ve böylece kalp krizine, inmeye sebep olmaktadır (Stirban ve Tschöpe, 2015).

2.3.9.4. AGE'nin Böbrek Fonksiyonları Üzerine Etkileri

AGE'lerin biyolojik etkileri iki farklı mekanizma ile açıklanır. Birinci olarak proteinin yapısında meydana getirdiği zararlı etki ve diğeri ise hücrel disfonksiyon ve doku hasarı meydana getirmesiyle inflamasyon oluşmasını sağlamak. AGE'ler oksidatif stres ve inflamasyon oluşumuna değişik yollardan sebep olurlar. AGE'ler, hücre yüzeylerine bağlandıkları zaman ya da vücut proteinleriyle çapraz olarak bağlandıklarında fonksiyonu değiştirerek protein matriksinin sertleşmesine sebep olurlar, Çapraz bağ böbrek glomerül sklerozunu ve aterosklerozun artmasına neden olur (Cooke, 2017).

Renin-anjiyotensin sisteminin faaliyetinin bazı mekanizmalar ile AGE'lerin ortaya çıkmasında etkili olabileceği anlaşılmıştır. Böbrek fonksiyonlarının faaliyetlerinin azalması sonucu AGE seviyelerinde artış olmaktadır. AGE'lerin vücuttan atılmasını sağlayan organ sadece böbrektir. İleri böbrek yetmezliğinde AGE düzeyleri git gide artış göstermekte bunun sonucunda da böbrek fonksiyonlarında daha çok azalma görülmektedir (Demirel ve Yıldırım, 2018).

Serum AGE konstantrasyonları böbrek hastalıklarında dikkatle izlenmeli ve komplikasyon oluşması engellenmelidir. Besinler AGE seviyelerinin kontrol altına alınmasında en çok dikkat edilmesi gereken etmendir. Diyetle AGE düzeylerinin artması serum AGE düzeylerinin artışına neden olmaktadır. Günümüzde gıdalara uygulanan işlemler AGE oranını artırabilmektedir. Vücuttaki AGE düzeylerini düşürmek için AGE yönünden zengin gıdalar daha az tüketilmeli, işlem görmüş gıdalardan kaçınılmalıdır. Gıdalar hazırlanırken ve pişirilirken sıcaklıklarına ve usullerine dikkat edilirse diyetteki AGE miktarı düşebilir (Demirel ve Yıldırım, 2018).

Çalışmalar göstermektedir ki dAGE'ler sınırlandırıldığında vasküler ve renal disfonksiyonunu Tip 1 ve Tip 2 DM' yi engellediği, insülin duyarlılığını artmasını aynı zamanda yara iyileşmesinin de daha çabuk olduğu ifade edilmiştir. dAGE'lerin tüketiminin normale oranla yarı yarıya düşürülmesi, oksidatif stresin daha az olması , insülin duyarlılığında düzelmeye, yaşın ilerlemesiyle renal fonksiyonların daha az şekilde bozulması böylece ömrün uzamasıyla açıklanabilir (Peppas ve ark., 2003; Uribarri ve ark., 2010; Yamagishi, Matsui ve Nakamura, 2008).

2.3.9.5. Nörodejeneratif Hastalıklar ve İleri Glikasyon Son Ürünleri

Nörodejeneratif hastalıkların en belirgin özellikleri nöronların artan hasar ya da ölümü olup Alzheimer ve Parkinson bu hastalıklardandır. Alzheimer hafıza sorunları, dikkat eksikliği ve öğrenme güçlüğüyle ilgili nörodejeneratif bir hastalıktır. Yaşın ilerlemesiyle hastalığın görülme etkisini artmaktadır (Baysal, 2007).

Alzheimer'ın oluşmasında temel risk etmenleri Oksidatif stres ve kronik inflamasyondur. AGE 'lerin kimyasal, pro-oksidan ve inflamatuvar durumlardaki etkilerinden dolayı riski arttırdıkları belirtilmektedir. Aynı yaştaki sağlıklı kişiler ile Alzheimer hastalığı olan kişilerin beyin dokusu karşılaştırıldığında AGE ve RAGE düzeylerinin Alzheimer'lı olan bireylerde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda RAGE'nin amiloid peptitlerin kan-beyin bariyerini iletmesine sebep olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Cooke, 2017; Salim, 2017).

Tip 2 DM olan bireylerde Alzheimer hastalığının görülmesi riski oldukça yüksek olduğundan diyetlerin karbonhidrat içeriğinin yüksek olması Alzheimer riskini artırmaktadır (Seneff, Wainwright ve Mascitelli, 2011).

Parkinson hastalığında daha çok kas sistemi etkilenmektedir. Hastalığın seyrinin ilerlemesinde hastaların yürüme ve konuşma faaliyetlerinde bozulmalar görülmektedir (Çakmur, 2003).

AGE'lerin bazıları bilişsel gerilemeyle birlikte Alzheimer'ın gelişimini ve ilerlemesini etkilemektedir. AGE'lerin dokulardaki oluşmasının ve birikmesinin Alzheimer'ın patogenezinde çok önemli etkisinin olduğu diğer yandan da bu durumun hastalığın belirlenmesinde kilit rol oynadığı ifade edilmektedir (Akbulut, 2018).

2.3.9.6. Yaşlılık ve İleri Glikasyon Son Ürünleri

Yaşlanma, yaştan ilerlemesiyle organların fonksiyonlarında ve yapısal bütünlüklerindeki meydana gelen azalmalardır. Bu durumu oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, inflamasyon ve glikasyon ile açıklanmaktadır. İleri glikasyon son ürünleri, AGE-RAGE etkileşimiyle oksidatif strese neden olurlar. AGE- RAGE aktivasyonu ile proinflamatuvar sonuçlara neden olur. Proteinler, oksidatif stresle normal yaşlanma sürecinde yeterli şekilde onarılmadan hasar görmeye devam ettikçe organ ve sistemlerin zarar görmesine yol açarlar. AGE'lerin zarar verdiği proteinler de bu yaşlanma fenotipini etkilerler (Luevano-Contreras ve Novakofski, 2010).

AGE'ler kollojenlerin çapraz şekilde bağlanmasıyla ve deride oksidatif stresin meydana gelmesiyle erken yaşlanmanın sebeplerindedir (Stirban, Gawlowski, ve Roden, 2013).

2.3.9.7. Sağlıklı Bireylerde AGE'lerin Etkileri

Sağlıklı kişilerde serum AGE düzeyleri yaş, insulin direnci, oksidatif stres ve kardiyovasküler hastalıklarla doğru orantılıdır. Sağlıklı olan kişilerin serum AGE konsantrasyonlarının hastalıkların risk durumlarıyla ilişkilendirilmesinde oldukça

önemli olduğu belirtilmiştir. Sağlıklı kişilerde serum AGE seviyeleri AGE içeriği bakımından düşük seviyede beslenen kişilerde yüksek seviyede beslenenlere göre daha düşük bulunmuştur (Uribarri ve ark., 2007; Vlassara, 2009).

Günümüzde işlenmiş gıdaların tüketimi ciddi bir artış gösterdiğinden, tüketilen şeker ve yağ miktarında da artış olmuştur. Beslenme alışkanlıklarında değişimlerin olması AGE'lere maruz kalınmasını da artırmıştır. İn vivo şartlarda AGE'lerin oluşumunun yüksek kan glukiz düzeylerinin sonucu olduğu belirtilmiş , diyetle alınan AGE'lerin insulin direnci ve diyabetin yanında bir hayli hastalıkla yakından ilgili olduğu ifade edilmiştir (Vlassara ve Striker, 2011; Poulsen ve ark., 2013).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, işlenmiş besinler içerisinde yer alan ve sık tüketilen hazır reçellerdeki şeker miktarlarının belirlenmesi ve glioksal ve metilglioksal miktarlarının biyoerişilebilirliklerinin tespit edilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

3.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler

Bu araştırma, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi'nde Eylül 2020'de yapılmıştır. Araştırmada, İstanbul'da farklı semtlerdeki marketlerden toplanmış 30 farklı reçel örneği kullanılmıştır.

3.3. Kullanılan Cihaz ve Malzemeler

- HPLC (Shimadzu, LC 20 AT)
- Analitik ters fazlı kolon (Agilent, Eclipse XCD-C18, 5 µm, 4,6x150 mm)
- Analitik terazi ($\pm 0,0001$ g hassasiyette)
- Süzme sistemi ve 0,22 µm filtre
- Ultrasonik su banyosu
- Çalkalamalı su banyosu
- Manyetik Karıştırıcı
- pH metre

- Santrifüj
- Otoklav
- Adi filtre kâğıdı
- 0,45 µm filtre
- Pompa, HPLC
- Döner buharlaştırıcı
- Kondansör
- Geri soğutucu
- Balon, şilifli
- Çeşitli cam malzeme
- Sep-pak C18 kartuş
- Süzme sistemi ve 0,22 µm filtre

3.4. Kullanılan Kimyasallar

- Metanol
- Asetonitril
- Sodyum Hidroksit
- Hidroklorik asit
- 4-nitro-1,2-phenylenediamine
- Saf su

3.3. AGE (Glioksal, Metilglioksal) Tayini

3.3.1. Örneğin Hazırlanması ve Analiz

Çalışmamızda 30 farklı ticari reçel örneği kullanılmış olup kullanılan reçel örneklerinin çeşitleri, beyan edilen şeker miktarları ve içerikleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Homojenize edilen 5 g katı kıvamdaki reçel örnekleri 50 mL’lik falkon tüp içerisine alındı ve üzerine AGE için 20 mL metanol eklendi. Ultra turrax’ta 1 dakika boyunca tutulup homojen hale getirilmiştir. Numuneler 5 dakika boyunca 15000 rpm’de santrifüj edildi. Daha sonra örnekten 0,5 mL alınıp üzerine 0.5 M, pH:3 tampondan 2 mL ilave edildi. Bu işlemin ardından türevlendirme için üzerine 0,5 mL 4-nitro-1,2 phenylenediamine çözeltisinden (50 mg/100 mL metanol) ilave edildi. Daha sonra 70°C’de 20 dakika boyunca su banyosunda bekletilip 0,45 mikronluk asetat filtreden geçirilerek HPLC’ye verildi (Çatak, 2020; Cengiz vd., 2020).

3.4. Şeker Tayini

3.4.1. Örneğin Hazırlanması ve Analiz

Homojenize edilen 5 g katı kıvamdaki reçel örnekleri 50 mL’lik falkon tüpler içerisine alındı ve üzerlerine 50 mL saf su eklendi. Ultra turrax’ta 1 dakika tutulmak suretiyle homojen hale getirilen numune daha sonra 5 dakika boyunca 13000 rpm’de santrifüj edildi. 0,45 mikronluk selüloz asetat filtreden geçirildikten sonra HPLC’ye verildi.

HPLC Koşulları:

- Kolon: Zorbax C-18 (4.6 mm × 150 mm)
- Mobil faz: Metanol/Su/Asetonitril (42/56/2) karışımından oluşur
- Dedektör: HPLC-UV

- Dalga Boyu: 255 nm
- Enjeksiyon Hacmi: 10 µl
- Akış Hızı: 1 mL/dakika,

3.5. Sindirim

3.5.1. Ağız, Mide, İnce Barsak ve Safra Solüsyonlarının Hazırlanması

Ağız ortamı: 1,7 mL NaCl (175,3 g/L), 8 mL üre (25 g/L), 15 g ürik asit, 280 mg amilaz ve 25 mg müsin, 500 mL'lik bir erlen deiyonize su ile çözüldü. Daha sonra hacim de iyonize su ile tamamlandı ve pH, yaklaşık $6,8 \pm 0,2$ 'e olarak ayarlandı. pH istenen değerde değilse, HCl veya NaOH çözeltisi kullanılarak istenilen aralığa getirildi.

Mide ortamı: 6,5 mL HCl (37 g/L), 18 mL CaCl₂. H₂O (22 g/L), 1 g sığır serumu albümini, 2,5 g pepsin ve 3 g musin, 500 mL'lik bir erlen içerisinde deiyonize su ile çözüldürüldü. Daha sonra, hacim deiyonize su ile tamamlandı ve pH 1,5'a ($\pm 0,02$) getirildi. pH istenen aralıkta değilse, HCl veya NaOH çözeltisi ile ayarlandı.

İnce barsak ortamı: 6,3 mL KCl (89,6 g/L), 9 mL CaCl₂. H₂O (22,2 g/L), 2 g sığır serum albümini, 1 g pankreatin ve 1,5 g lipaz, deiyonize su ile 500 mL'lik bir erlen içerisinde çözüldü. Hacim deiyonize su ile tamamlandı ve pH $8,0 \pm 0,2$ 'e ayarlandı. pH istenilen değerde değilse, HCl veya NaOH çözeltisi ile ayarlandı.

Safra solüsyonu: 68,3 mL NaHCO₃ (84,7 g/L), 10 mL CaCl₂. 2H₂O (22,2 g/L), 1,8 g sığır serum albümini ve 30 g safra, 500 mL'lik bir erlen deiyonize su ile çözdürüldü. Daha sonra hacim, deiyonize su ile tamamlandı ve pH $7,0 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı.

3.5.2. *In Vitro* Sindirim Prosedürü

Örneklerden 5'er gram tartılarak 100 mL'lik erlenlere alındığı ve sırasıyla ağız, mide ve ince barsak ortamı solüsyonları eklenip in-vitra ortamda sindirim gerçekleştirildi.

Ağız ortamında 10 mL'lik beher içinde 5 g tartılan örneklerin üzerine ağız solüsyonundan 5 mL ilave edilip karıştırıldı. Daha sonra 30 saniye süresince vorteks ile karıştırılıp homojen hale getirildi. Hazırlanan karışım 5 dakika boyunca 37°C'de çalkalanıp su banyosunda inkübasyona bırakıldı.

Mide ortamında ağız ortamından gelen karışıma 12 mL mide solüsyonundan eklendikten sonra elde edilen karışım vortekste 30 saniye boyunca karıştırıldı. Daha sonra 37°C'de çalkalanıp su banyondan yeniden inkübe edildi.

İnce barsak ortamında mide ortamından elde edilen karışıma 10 mL ince barsak solüsyonu ile 5 mL safra solüsyonu ilave edildi. Elde edilen karışım 37°C'de 2 saat boyunca çalkalandıktan sonra su banyosunda inkübe edildi. Sindirim işleminin tamamlanmasının ardından son hacim deiyonize suyla 50 mL'ye tamamlanıp seyreltildi. Numuneler daha sonra 10 dakika boyunca 8000 rpm'de santrifüj edilip 0,22 mikron CA filtreden süzüldü. Analiz edilinceye dek -80 °C'de derin dondurucuda saklandı.



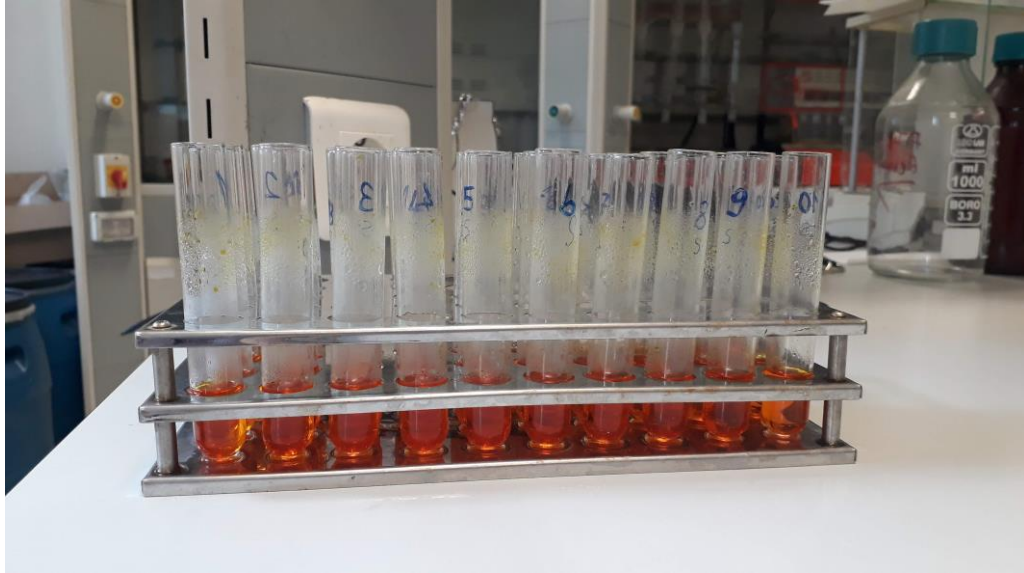
Şekil 3. 1: Örneklerin hassas terazi ile tartılarak falkon tüplerine alınması



Şekil 3. 2: Örneklerin Turrax'ta homojen hale getirilmesi



Şekil 3. 3: Santrifüjden çıkan örneklerin viallenmesi



Şekil 3. 4: İşlem sonunda elde edilen örnekler

Tablo 3. 1: Araştırmada kullanılan reçel örnekleri ve içerikleri

No	Reçel Örneği	Beyan Edilen Şeker (g/100 g)	İçerik
1	Kuşburnu	70	glikoz şurubu, kuşburnu (%45) şeker, asitlik düzenleyici(sitrik asit), kıvam arttırıcı (pektin)
2	Kuru İncir	70	glikoz şurubu, kuru incir (%45), şeker, asitlik düzenleyici (sitrik asit) kıvam arttırıcı (pektin)
3	Ahududu-3	70	ahududu (%45), tatlandırıcı (sorbitol, maltitol, izomalt) kıvam verici, (pektin), asitlik düzenleyici (sitrik asit)
4	Bahçe Meyveleri	68	şeker, meyve karışımı %55 (şeftali, ayva, portakal kabuğu),glikoz şurubu, asitlik düzenleyici (sitrik asit),kıvam arttırıcı(pektin).
5	Vişne-5	61.4	vişne (%45) şeker, glikoz şurubu, kıvam arttırıcı (pektin), asitliği düzenleyici (sitrik asit).
6	Acı Biber	68	şeker, acı biber, kırmızı kapyra biberi, limon suyu, pektin (kıvam arttırıcı)
7	Kızılçık	68.3	kuşburnu, şeker, glikoz şurubu, asitliği düzenleyici (sitrik asit).
8	Beyaz Kiraz	68	şeker, beyaz kiraz, pektin (kıvam arttırıcı), asitliği düzenleyici (sitrik asit)
9	Ekstra Geleneksel Vişne	68	organik vişne (%65), organik elma suyu konsantresi, asit düzenleyicisi (sitrik asit)
10	Erik-Diyabetik	50	tatlandırıcı (sorbitol, asesülfam, aspartam),erik (%45), su, asitliği düzenleyici (sitrik asit), kıvam arttırıcı (pektin)
11	Dört Meyve-Diyabetik	3.6	tatlandırıcı (sorbitol, asesulfam, aspartam),çilek(%11,2),böğürtlen (%11,2),vişne (%11,2), su, kıvam arttırıcı (pektin), asitliği düzenleyici (sitrik asit)
12	Vişne-Diyabetik	4.8	vişne (%45), tatlandırıcı (sorbitol, maltitol, izomalt), kıvam verici(pektin),asitlik düzenleyici (sitrik asit).
13	Ahududu-Diyabetik	43.4	glikoz şurubu, ahududu (%45), şeker, asitlik düzenleyici (sitrik asit)
14	Böğürtlen-14	68	böğürtlen, şeker, su, glikoz şurubu, asitliği düzenleyici (sitrik asit), kıvam arttırıcı (pektin)
15	Portakal	43.6	glikoz şurubu, portakal (%45),şeker, kıvam verici(pektin),asitlik düzenleyici (sitrik asit).
16	Gül	45.5	glikoz şurubu, gül yaprağı (%10), şeker, kıvam verici (pektin),asitlik düzenleyici (sitrik asit).

Tablo 3. 2: Araştırmada kullanılan reçel örnekleri ve içerikleri (Devamı)

No	Reçel Örneği	Beyan Edilen Şeker (g/100 g)	İçerik
17	Böğürtlen-17	41.1	glikoz şurubu, böğürtlen (%45), şeker, kıvam verici (pektin), asitlik düzenleyici (sitrik asit).
19	Vişne-19	44.3	glikoz şurubu, vişne (%45), şeker, kıvam verici (pektin), asitlik düzenleyici (sitrik asit).
20	Gül-20	45.5	glikoz şurubu, gül yaprağı (%20), şeker, kıvam verici, asitlik düzenleyici (sitrik asit).
21	Kayısı-21	59	kayısı, şeker (şeker pancarı ve kahverengi şeker kamışından elde edilmiştir) konsantre limon suyu, jelleştirici (meyve pektini)
22	Çilek-22	59	çilek, şeker (şeker pancarı ve kahverengi şeker kamışından elde edilmiştir) konsantre limon suyu, jelleştirici (meyve pektini)
23	Keçi Sütü	32.1	keçi sütü, elma suyu kons., yemek sodası (karbonat).
24	Vişne-24	60.3	organik vişne (%82), organik üzüm suyu konsantresi.
25	Domates	68	şeker, cherry domates, pektin(kıvam artırıcı), asitliği düzenleyici (sitrik asit)
26	Patlıcan	67	patlıcan (%65),su, kristal toz şeker, asitliği düzenleyici (limon suyu)
27	Portakallı-Havuç	68	turunç kabuğu (%65), havuç, su, kristal toz şeker, asitliği düzenleyici (limon suyu)
28	Çilek-28	70	çilek, şeker, limon tuzu
29	Kayısı-29	65	kayısı, şeker, limon tuzu
30	Vişne-30	72	vişne, şeker, limon tuzu

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Reçel Örneklerinde AGE Sonuçlarının Belirlenmesi

27 farklı hazır reçel (kuşburnu, kuru incir, ahududu-3, bahçe meyveleri, vişne-5, acı biber, kızılılık, beyaz kiraz, ekstra geleneksel vişne, erik-diyabet, dört meyve-diyabetik, vişne-diyabetik, ahududu-diyabetik, böğürtlen-14, portakal, gül-16, böğürtlen-17, ahududu-18, vişne-19, gül-20, kayısı-21, çilek-22, keçi sütü, vişne-24, domates, patlıcan, portakallı-havuç) ve 3 adet ev yapımı reçel (çilek-28, kayısı-29, vişne-30) araştırılmıştır. HPLC yöntemiyle reçel örneklerinin içeriğindeki AGE öncüllerinden GO ve MGO miktarları tespit edilmiştir.

4.1.1. Reçel Örneklerinde Şeker Miktarlarının Belirlenmesi

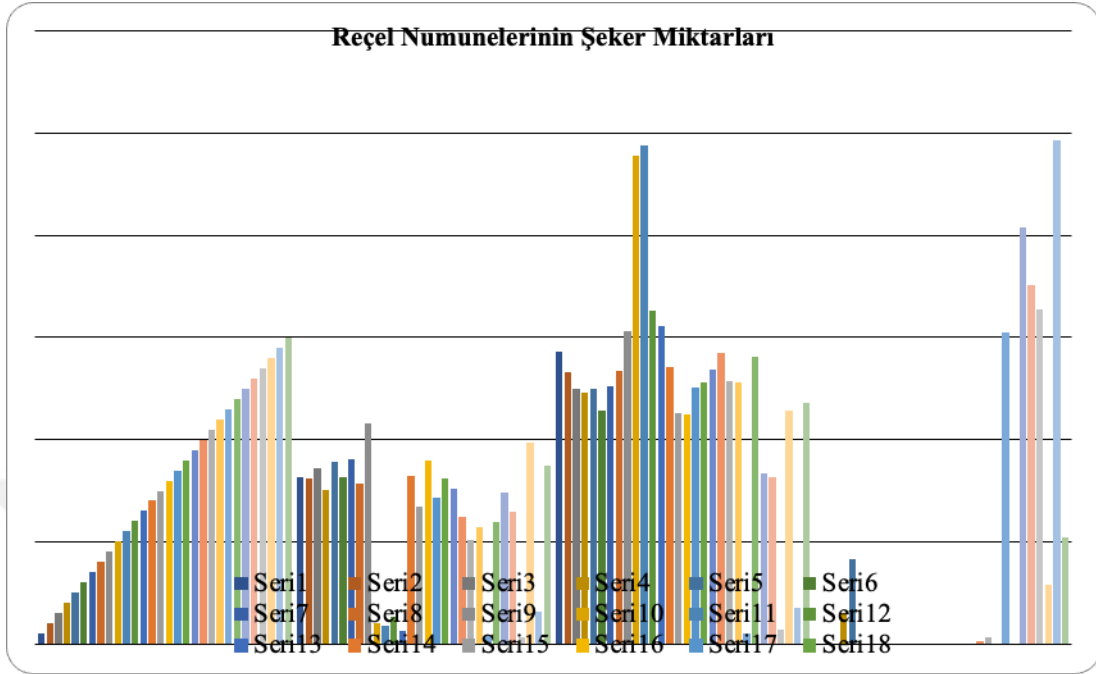
Reçel örneklerinin içeriğindeki şeker miktarı tayini için glikoz, fruktoz ve sakkaroz değerleri HPLC cihazı ile analiz edildi. Elde edilen sonuçlara göre fruktoz değerleri 0,58 – 21,62 g/100 g aralığında, glikoz değerleri 1,02 – 48,87 g/100 g aralığında ve sakkaroz değerleri ise 0,00 - 49,37 g/100 g aralığında bulunmuştur.

27 farklı hazır reçel (kuşburnu, kuru incir, ahududu-3, bahçe meyveleri, vişne-5, acı biber, kızılılık, beyaz kiraz, ekstra geleneksel vişne, erik-diyabet, dört meyve-diyabetik, vişne-diyabetik, ahududu-diyabetik, böğürtlen-14, portakal, gül-16, böğürtlen-17, ahududu-18, vişne-19, gül-20, kayısı-21, çilek-22, keçi sütü, vişne-24, domates, patlıcan, portakallı-havuç) ve 3 adet ev yapımı reçel (Çilek-28, Kayısı-29, Vişne-30) örneklerinin analizi sonucunda en düşük fruktoz değeri Portakallı-Havuç Reçelinde; en düşük glikoz değeri ise Keçi Sütü Reçelinde tespit edilmiştir. Sakkaroz ise; Kuşburnu Reçeli, Kuru İncir Reçeli, Ahududu-3 Reçeli, Acı Biber Reçeli, Kızılılık Reçeli, Beyaz Kiraz Reçeli, Ekstra Geleneksel Vişne Reçeli, Erik Reçeli-Diyabetik, Dört Meyve Reçeli-Diyabetik, vişne Reçeli-Diyabetik, Ahududu Reçeli-Diyabetik, Böğürtlen-14 Reçeli, Portakal

Reçeli, Gül-16 Reçeli, Böğürtlen-17 Reçeli, Ahududu-18 Reçeli, Vişne-19 Reçeli, Çilek-22 Reçeli, Vişne-24 Reçelinde tespit edilememiştir. En yüksek değerlere baktığımızda, fruktoz değeri en yüksek Ekstra Geleneksel Vişne Reçelinde, glikoz değeri en yüksek Dört Meyve Reçeli-Diyabetikde ve sakkaroz değeri en yüksek kayısı-29 Reçelinde bulunmuştur. Ürünlerin şeker miktarları Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 1: Reçel örneklerindeki şeker miktarları

Örnek No	Fruktoz (g/100 g)	Glikoz (g/100 g)	Sakkaroz (g/100 g)
1	16.31±0.74	28.64±1.30	0.00±0.00
2	16.25±0.74	26.65±1.21	0.00±0.00
3	17.20±0.78	24.93±1.13	0.00±0.00
4	15.08±0.68	24.59±1.11	3.02±0.14
5	17.83±0.81	25.03±1.13	8.33±0.38
6	16.29±0.74	22.81±1.03	0.00±0.00
7	18.08±0.82	25.24±1.14	0.00±0.00
8	15.65±0.71	26.69±1.21	0.00±0.00
9	21.62±0.98	30.62±1.39	0.00±0.00
10	2.03±0.09	47.84±2.16	0.00±0.00
11	1.74±0.08	48.87±2.21	0.00±0.00
12	2.59±0.12	32.67±1.48	0.00±0.00
13	1.24±0.06	31.11±1.41	0.00±0.00
14	16.47±0.75	27.16±1.23	0.00±0.00
15	13.46±0.61	22.57±1.02	0.00±0.00
16	17.91±0.81	22.50±1.02	0.00±0.00
17	14.32±0.65	25.10±1.14	0.00±0.00
18	16.23±0.73	25.62±1.16	0.00±0.00
19	15.22±0.69	26.91±1.22	0.00±0.00
20	12.38±0.56	28.46±1.29	0.31±0.01
21	10.23±0.46	25.76±1.17	0.62±0.03
22	11.43±0.52	25.57±1.16	0.00±0.00
23	0.79±0.04	1.02±0.05	30.46±1.38
24	11.94±0.54	28.17±1.27	0.00±0.00
25	14.83±0.67	16.39±0.74	40.76±1.84
26	12.94±0.59	16.33±0.74	35.17±1.59
27	0.58±0.03	1.42±0.06	32.81±1.48
28	19.69±0.89	22.79±1.03	5.81±0.26
29	3.18±0.14	3.56±0.16	49.37±2.23
30	17.49±0.79	23.55±1.07	10.47±0.47



Şekil 4. 1: Reçel numunelerinin şeker miktarları

Ticari olarak satılan reçel örneklerinde beyan edilen ve ölçülen şeker miktarı Tablo 4.2’de gösterilmektedir. Reçel örneklerinde beyan edilen şeker miktarı 3.5-72 g arasında değişmekte iken ölçülen şeker miktarları ise 32.27-71.98 g arasında idi. Reçel örneklerinden 20’sinde beyan edilen şeker miktarı ölçülen şeker miktarından yüksek, 10’unda ise düşük bulunmuştur. Reçel örneklerindeki şeker miktarlarının beyan edilen miktarın %51.19 ile %1424 arasında değiştiğini tespit ettik.

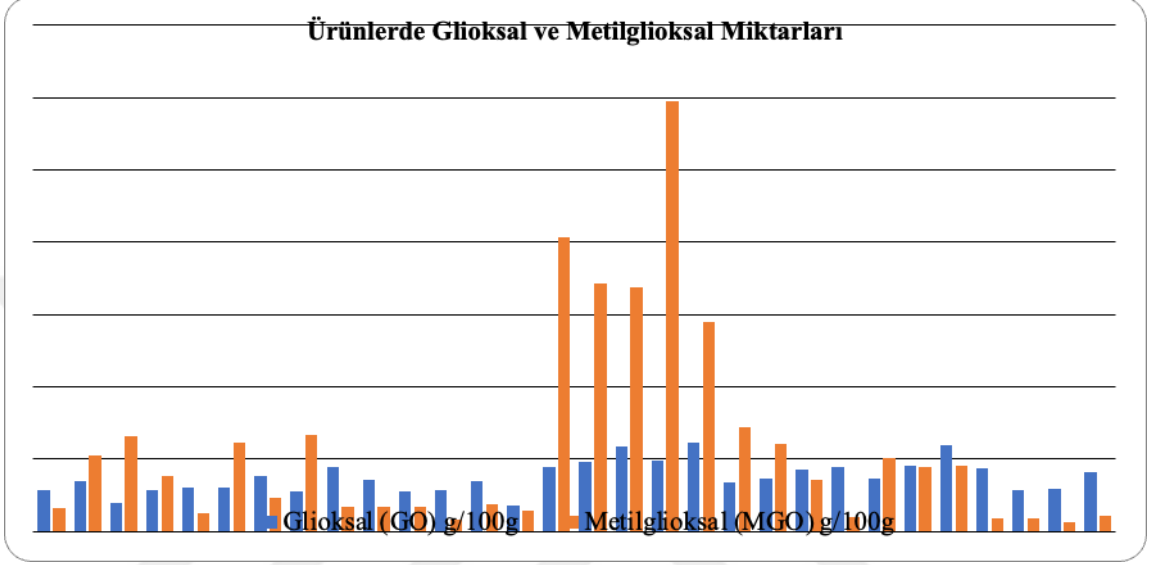
Tablo 4. 2: Reçellerde beyan edilen ve ölçülen toplam şeker miktarları

Reçel örneği	Toplam Şeker		
	Beyan edilen (g/100 g)	Ölçülen (g/100 g)	% Beyan edilen
Kuşburnu	70	44.95	64.21
Kuru İncir	70	42.9	61.28
Ahududu-3	70	42.13	60.1
Bahçe Meyveleri	68	42.69	62.77
Vişne-5	61.4	51.19	83.37
Acı Biber	68	39.1	57.5
Kızılıcık	68.3	43.32	63.42
Beyaz Kiraz	68	42.34	62.26
Ekstra Geleneksel Vişne	68	52.24	76.82
Erik-Diyabetik	3.5	49.87	1424
Dört Meyve-Diyabetik	3.6	50.61	1405
Vişne-Diyabetik	4.8	35.26	734.5
Ahududu-Diyabetik	43.4	32.35	74.53
Böğürtlen -14	68	43.63	64.16
Portakal	43.6	36.03	82.63
Gül-16	45.5	40.41	88.81
Böğürtlen-17	41.1	39.42	95.91
Ahududu-18	43.4	41.85	96.42
Vişne-19	44.3	42.13	95.10
Gül-20	45.5	41.15	90.43
Kayısı-21	59	36.61	62.05
Çilek-22	59	37	62.71
Keçi Sütü	32.1	32.27	100.5
Vişne-24	60.3	40.11	66.5
Domates	68	71.98	105.85
Patlıcan	67	64.44	96.17
Portakallı-Havuç	68	34.81	51.19
Çilek-28	70	48.29	68.98
Kayısı-29	65	56.11	86.32
Vişne-30	72	51.51	71.54

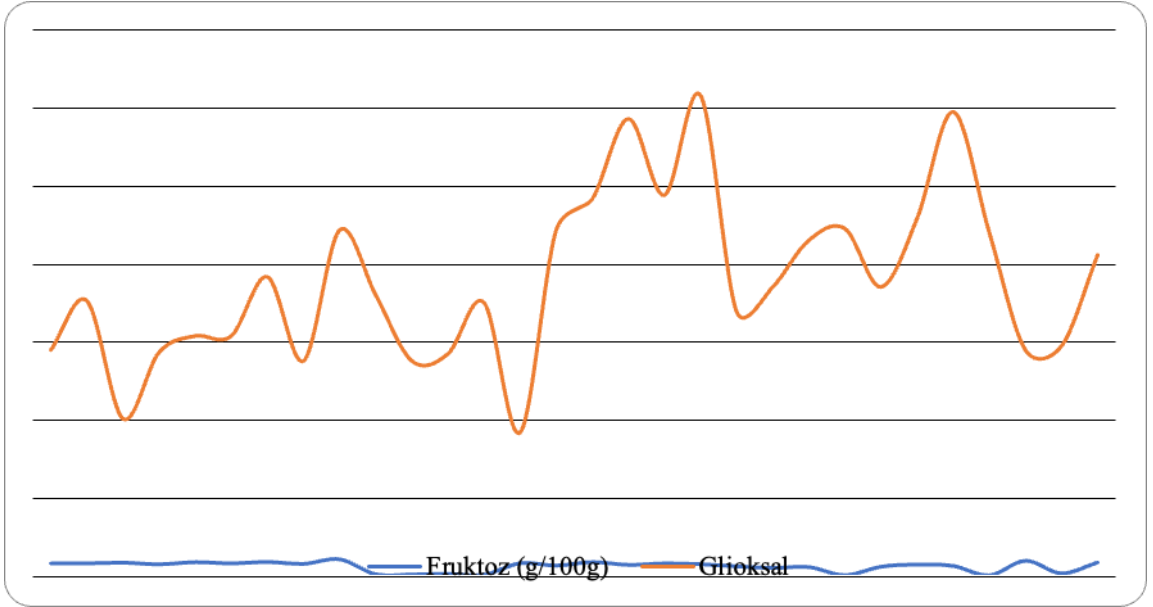
4.1.2. Ürünlerin AGE Öncülleri (GO ve MGO) Miktarları

Ürünlerin içeriğindeki AGE öncülleri olan gliksal ve metilgliksal bileşiklerinin miktarları HPLC cihazı ile analiz edilmiştir. Yapılan analizlere göre gliksal değerleri 184,4±6,5 – 615,9±21,7 µg/100 g arasında; metilgliksal değerleri 63,8±2,2–2978±104,9 µg/100 g arasındadır. Gliksal değeri en düşük çıkan ürün Böğürtlen-14

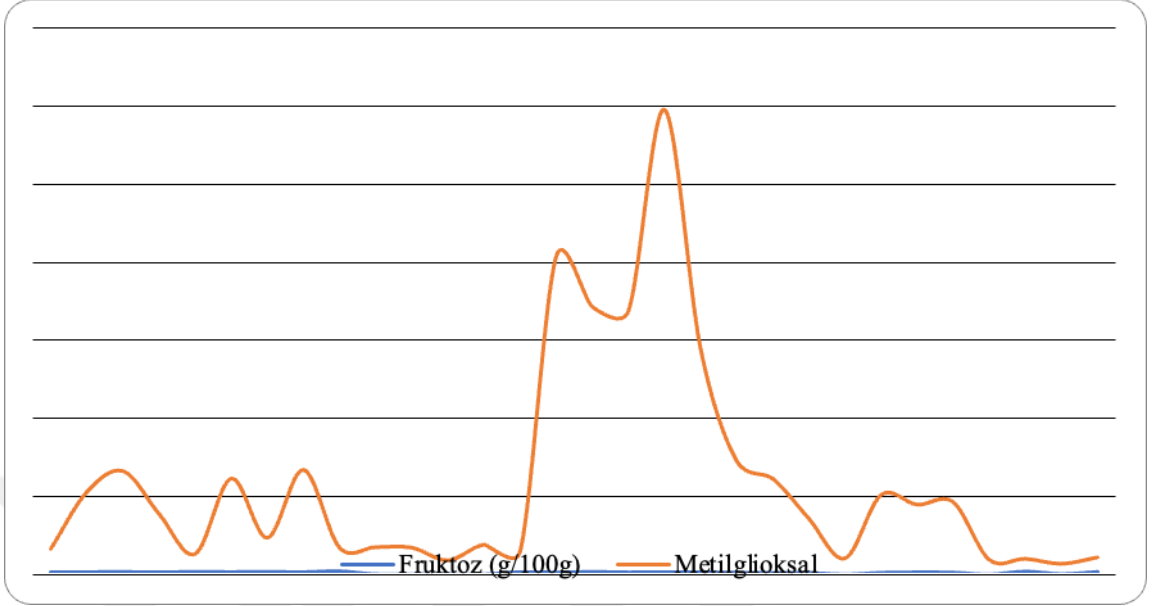
Reçeli, metilgliksal değeri en düşük çıkan ürün ise Kayısı-29 Reçeli olmuştur. Gliksal değeri en yüksek çıkan ürün Vişne-19 Reçeli olurken, metilgliksal değeri en yüksek çıkan ürün Ahududu-18 Reçeli olmuştur.



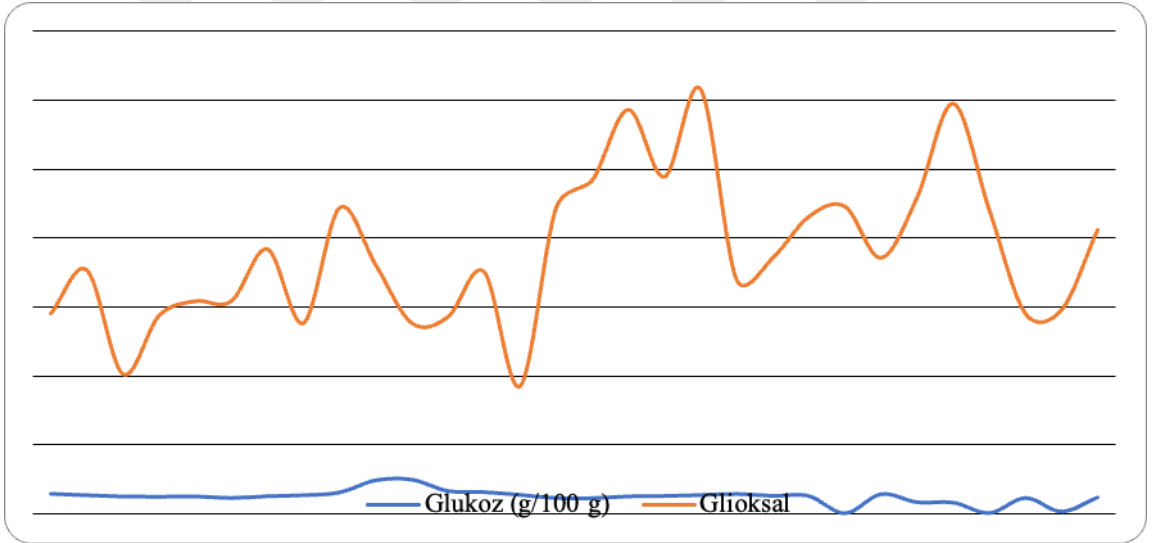
Şekil 4. 2: Ürünlerde gliksal ve metilgliksal miktarları



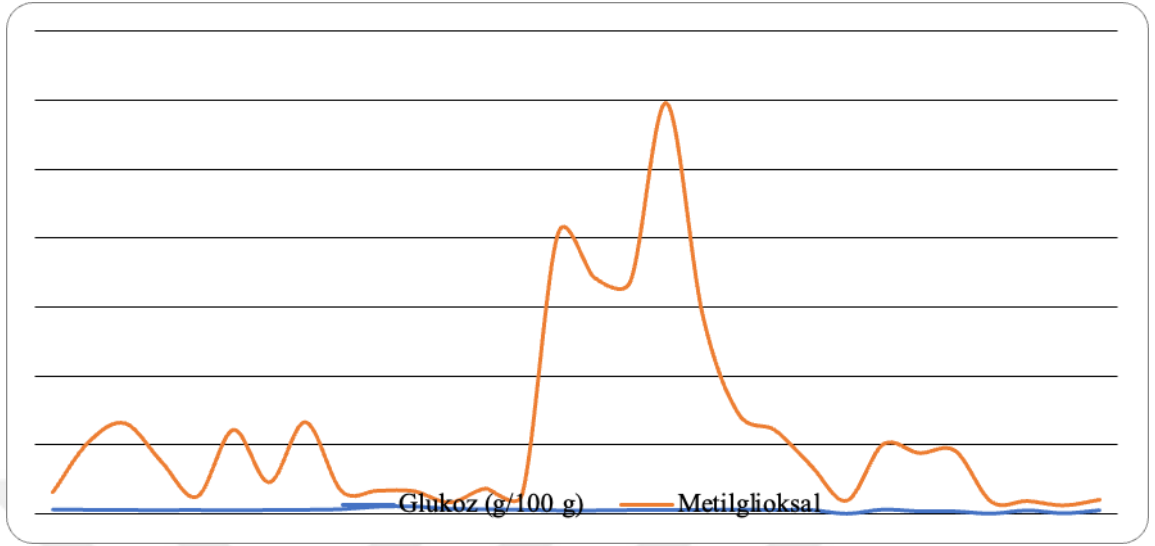
Şekil 4. 3: Fruktoz-Gliksal Grafiği



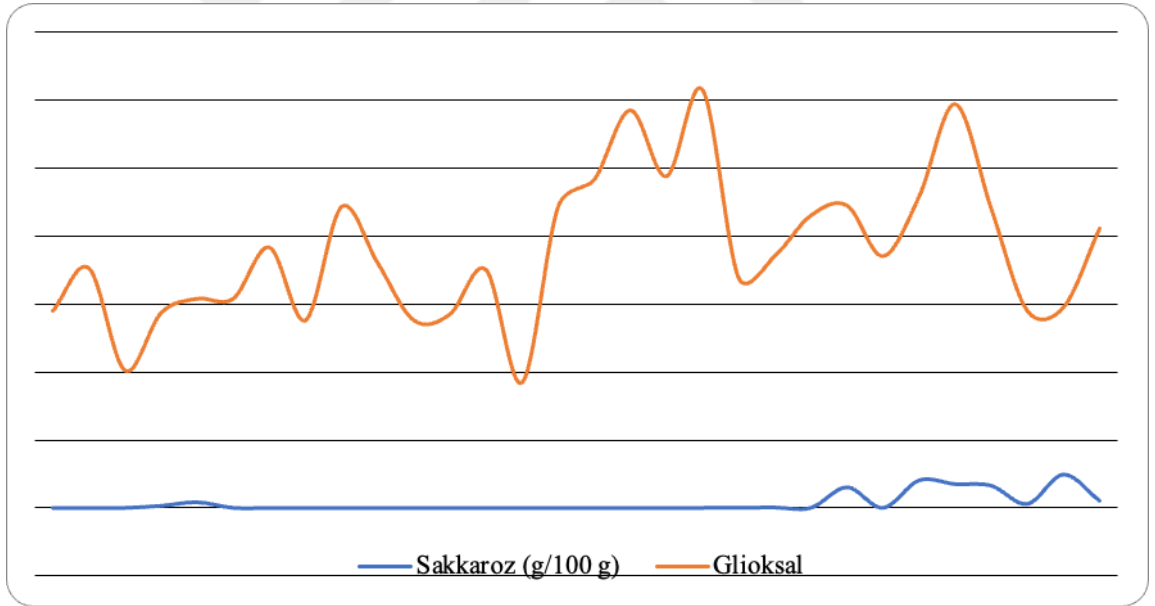
Şekil 4. 4: Fruktoz-Metilglioksal Grafiği



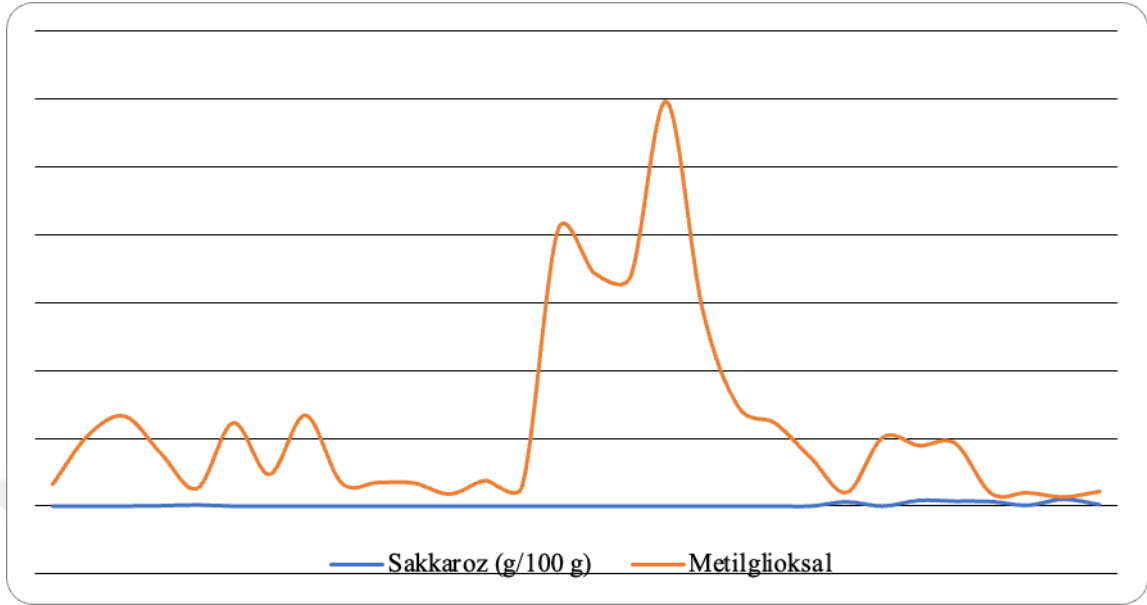
Şekil 4. 5: Glukoz-Glioksal Grafiği



Şekil 4. 6: Glikoz-Metilglioksal Grafiği



Şekil 4. 7: Sakkaroz-Glioksal Grafiği



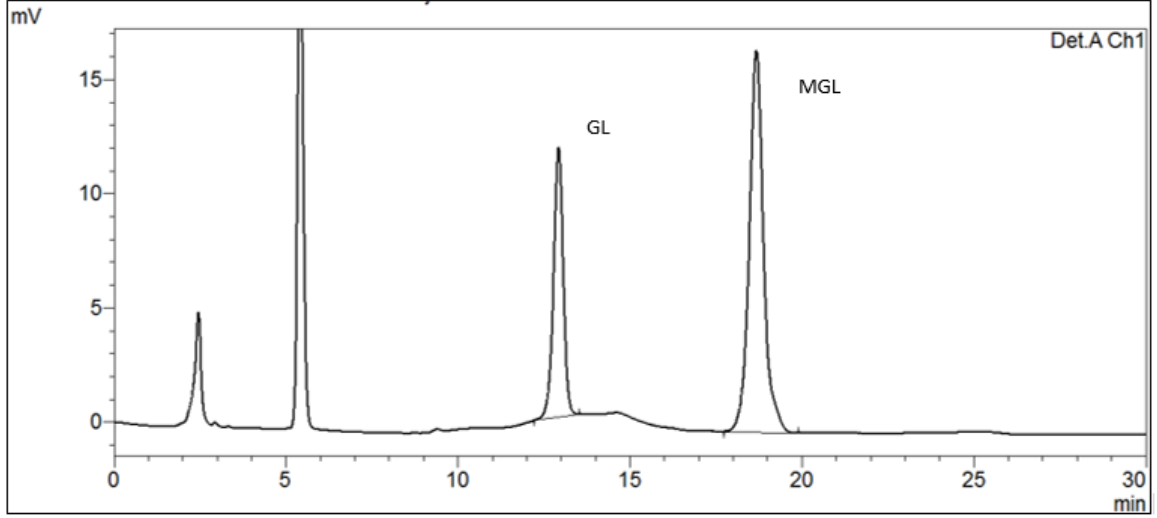
Şekil 4. 8: Sakkaroz-Metilglioksal Grafiği

4.1.3. Ürünlerdeki AGE Öncülleri Miktarlarının *In Vitro* Sindirimi ve Biyoerişilebilirlikleri

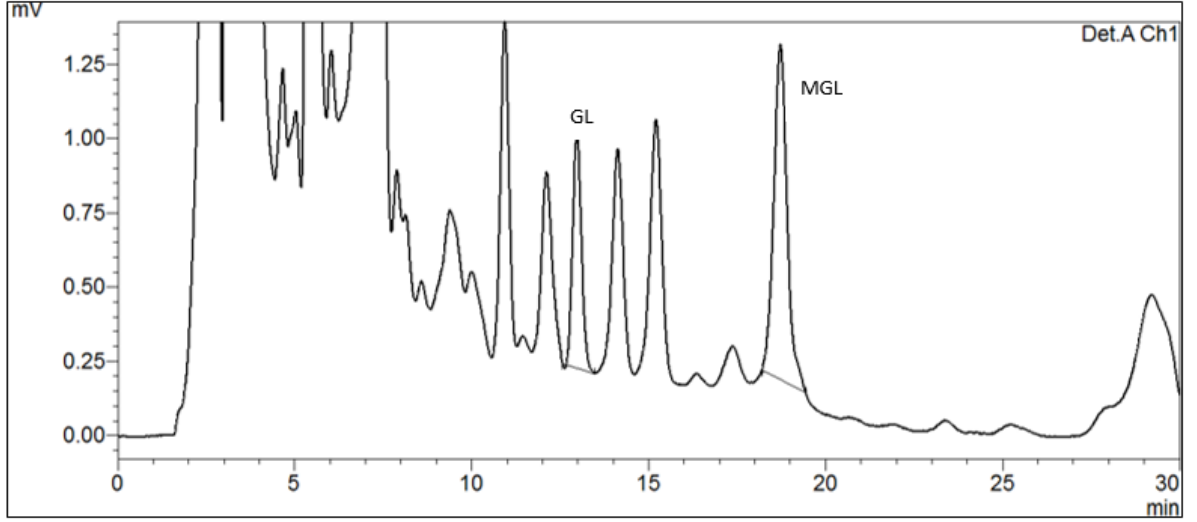
Yapılan çalışmamızda ürünlerin GO ve MGO miktarları tespiti sindirim öncesi ve sonrası HPLC cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen ürünlerden glioksal değeri sindirim sonrasında azalma göstermemiştir. Fakat ürünlerin hepsinde artış göstermiştir. Ürünlerden 4 (Ahududu-3 Reçeli, Gül-16 Reçeli, Böğürtlen-17 Reçeli, Vişne-24 Reçeli) tanesinin metilglioksal değeri sindirim sonrası düşüş göstermiş, 26 tanesi artış göstermiştir.

Analizleri yapılan ürünlerin biyoerişilebilirlik yüzdeleri glioksal için $205,7 \pm 7,3$ – $567,2 \pm 20,1$ aralığındadır. Metilglioksalın biyoerişilebilirlik yüzdeleri ise $97,3 \pm 3,4$ – $316,5 \pm 11,2$ aralığında değişmektedir. En düşük glioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün Kuşburnu Reçeli olurken en düşük metilglioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün Gül-16 Reçeli olmuştur. En yüksek glioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün Böğürtlen-14 Reçeli, en yüksek metilglioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün ise Keçi Sütü Reçeli olmuştur. Ürünlerin sindirim öncesi ve sindirim sonrası

gliksal-metilgliksal değerleri, biyoerişilebilirlik yzdeleleriyle beraber Tablo 4.3'de gsterilmiştir.



şekil 4. 9: Gliksal (GO) ve Metilgliksal (MGO) standart HPLC kromatogramı



şekil 4. 10: Gliksal (GO) ve Metilgliksal (MGO) rnek HPLC kromatogramı

Tablo 4.3: Ürünlerdeki AGE öncülleri miktarlarının *in vitro* sindirimi ve biyoerişilebilirliği.

Örnek No	Başlangıç GO (µg/100 g)	Sindirim sonrası GO (µg/100 g)	Başlangıç MGO (µg/100 g)	Sindirim sonrası MGO (µg/100 g)	Biyoerişilebilirlik (%)	
					GO	MGO
1	290.0±10.2	594.0±20.9	159.5±5.6	218.3±7.7	205.7±7.3	137.4±4.9
2	353.8±12.5	999.7±35.2	525.2±18.5	644.8±22.7	283.7±10.1	123.3±4.4
3	202.3±7.1	593.0±20.9	658.8±23.2	665.8±23.5	294.3±10.4	101.5±3.6
4	287.0±10.1	666.8±23.5	383.7±13.5	412.6±14.5	233.3±8.3	108.0±3.8
5	308.0±10.9	783.4±27.6	127.6±4.5	210.3±7.4	255.4±9.1	165.5±5.9
6	308.0±10.9	885.0±31.2	611.0±21.5	613.9±21.6	288.6±10.2	100.9±3.6
7	383.7±13.5	1050.5±37.0	231.2±8.1	308.0±10.9	274.9±9.7	133.7±4.7
8	276.1±9.7	786.4±27.7	666.8±23.5	726.6±25.6	286.0±10.1	109.4±3.9
9	443.5±15.6	1134.2±40.0	167.4±5.9	271.1±9.6	256.8±9.1	162.6±5.8
10	360.8±12.7	1304.6±46.0	170.4±6.0	263.1±9.3	363.1±12.9	155.0±5.5
11	276.1±9.7	1272.7±44.8	167.4±5.9	295.0±10.4	462.9±16.4	176.9±6.3
12	285.0±10.0	1143.2±40.3	85.7±3.0	161.5±5.7	402.7±14.3	189.2±6.7
13	350.8±12.4	974.7±34.3	186.4±6.6	205.3±7.2	279.0±9.9	110.6±3.9
14	184.4±6.5	1041.5±36.7	140.5±5.0	432.6±15.2	567.2±20.1	309.1±11.0
15	443.5±15.6	1387.4±48.9	2035.2±71.7	2047.2±72.1	314.1±11.1	101.0±3.6
16	483.4±17.0	1324.6±46.7	1714.3±60.4	1660.4±58.5	275.2±9.7	97.3±3.4
17	586.0±20.6	1616.6±57.0	1685.4±59.4	1650.5±58.2	277.0±9.8	98.3±3.5
18	488.4±17.2	1346.5±47.4	2978.0±104.9	3170.4±111.7	276.9±9.8	106.9±3.8
19	615.9±21.7	1477.1±52.0	1447.2±51.0	1579.7±55.7	240.8±8.5	109.6±3.9
20	338.9±11.9	946.8±33.4	725.6±25.6	1550.8±54.6	280.6±9.9	214.6±7.6
21	370.8±13.1	1000.7±35.3	610.0±21.5	1260.8±44.4	271.0±9.6	207.6±7.4
22	430.6±15.2	1025.6±36.1	353.8±12.5	676.7±23.8	239.2±8.5	192.1±6.8
23	445.5±15.7	1278.7±45.1	98.7±3.5	311.0±11.0	288.2±10.2	316.5±11.2
24	370.8±13.1	1024.6±36.1	505.3±17.8	496.3±17.5	277.5±9.8	98.6±3.5
25	458.5±16.2	1185.0±41.8	443.5±15.6	479.4±16.9	259.6±9.2	108.5±3.8
26	595.0±21.0	1463.1±51.6	459.5±16.2	547.2±19.3	246.9±8.7	119.6±4.2
27	440.5±15.5	987.7±34.8	89.7±3.2	99.7±3.5	225.1±8.0	111.6±4.0
28	290.0±10.2	1091.4±38.5	95.7±3.4	251.2±8.8	377.9±13.4	263.6±9.3
29	295.0±10.4	1103.3±38.9	63.8±2.2	115.6±4.1	375.5±13.3	182.0±6.4
30	411.6±14.5	1311.6±46.2	104.7±3.7	226.2±8.0	320.0±11.3	217.1±7.7

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

İleri glikasyon son ürünleri (AGE) pek çok kronik hastalığın patogeneğinde rol oynamakta olan kompleks bir makromolekül grubu olup proteinler, lipidler ve nükleik asitlerin non-enzimatik glikasyonu ile oluşmaktadır. İnsan vücudunda endojen olarak oluşturulabilen bu ürünler gıdalar ve sigara yolu ile ekzojen olarak da vücut içerisine alınabilir (Foroumandi ve ark., 2020).

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olan Maillard Reaksiyonu'nun gıdalarda meydana gelebilmesi depolama sürecinde veya ısıya maruziyet halinde indirgen şekerlerin bir amino grubuyla etkileşmesi sonucunda oluşmaktadır. Birbirini takip eden üç basamakla beraber çeşitli amadori bileşikler meydana gelir (BeMiller, 2018). Bu bileşikler belirli reaksiyonlar sonucunda reaktif karbonil bileşikler olan glioksal ve metilglioksal ürünlerini açığa çıkarır (Sharma ve ark., 2015).

Endojen olarak GO veya MGO oluşabilmesi, lipid veya protein metabolizması, yahut glikoliz aşamasında dihidroksiaseton fosfat parçalanması ile olmaktadır (Sharma ve ark., 2015; Uribarri ve ark., 2010). Ekzojen olarak gıdalarda oluşabilmeleri için karamelizasyon, mikrobiyal fermentasyon, Maillard Reaksiyonu veya lipid proksidasyonu gerçekleşebilir ve AGE son ürünlerine yol açan karbonil ara bileşikler oluşur (Daglia ve ark., 2013; Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010).

Tüketilmekte olan diyet türü, besinin bileşimi, pişirilme yöntemi ve gıda maddelerinin türündeki farklılıklar vb. faktörler AGE'lerin vücutta birikmesinde önemlidir. Yüksek sıcaklıkta pişirilmekte olan gıdalar daha yüksek AGE oranlarına sahip olup bunların ısıya maruziyet derecesi ve süresiyle ilişkili olarak AGE'lerin birikimi de artabilir (Foroumandi ve ark., 2020). Bu da diyabet, diyabetik retinopati, diyabetik böbrek hastalıkları, ateroskleroz, katarakt ve Alzheimer gibi önemli hastalıkların patogeneğinde büyük rol oynamaktadır (Li ve ark., 2012).

Yapmış olduğumuz çalışmada incelenen reçel örnekleri işlenmiş gıda kategorisindeki gıdalar arasında yer almakta olup çeşitli üretim süreçlerinden geçmekte, katkı ve koruyucu maddeler içermektedir. İşlenmiş gıdalar çoğunlukla şeker ve yağ açısından zengin gıdalardır. Aynı zamanda ultra işlenmiş gıdalardaki bazı bileşenler barsak mikrobiyomu ve geçirgenliğini bozucu etkiye sahiptir (Ayton ve ark., 2011).

Yapmış olduğumuz çalışmada incelenen reçel örneklerinin içeriğindeki AGE öncüllerinden GO değeri en düşük çıkan ürün böğürtlen-14 Reçeli, metilglioksal değeri en düşük çıkan ürün ise Kayısı-29 Reçeli olmuştur. Glioksal değeri en yüksek çıkan ürün Vişne-19 Reçeli olurken, metilglioksal değeri en yüksek çıkan ürün Ahududu-18 Reçeli olmuştur. Besinlerde AGE düzeyinin artmasına neden olan faktörler incelendiğinde sıcaklık, nem, besin içeriği, pH, pişirme ve saklama koşulları olduğu (Uribarri ve ark., 2010), AGE düzeyini azaltan mikro besin öğeleri için antioksidan özellik gösteren bileşikler yer almaktadır (Nowotny ve ark., 2015).

Çalışmamızda aynı zamanda, GO ve MGO değerinin fruktoz değerindeki artışla birlikte arttığı görülmüştür. Yine çalışmamızda glikoz düzeyi ile GO arasında ters yönlü bir ilişki olduğu, glikoz düzeyi arttıkça GO düzeyinin düştüğü, buna karşılık MGO düzeyinin glikoz düzeyindeki artışa bağlı olarak arttığı saptandı. Sakkaroz düzeyi ile GO arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu, sakkaroz düzeyindeki artışa bağlı olarak GO düzeyinin arttığı, buna karşın sakkaroz düzeyindeki artışa bağlı olarak MGO düzeyinin azaldığı görülmüştür. Literatürde indirgen şekerler ile dikarbonil grupları arasında bir ilişki olduğu, glikoz ve fruktozun GO ve MGO seviyeleri arasında sakkarozdan daha yüksek bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Amrein ve ark., 2006). Ancak bu çalışmada gerek indirgen şekerler ile gerek disakkarit yapıda olan sakkaroz ile anlamlı doğrudan ya da ters bir ilişki olduğunu söylemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Analiz edilen reçel örneklerinden glioksal değerinin sindirim sonrasında azalma göstermediği ancak ürünlerin hepsinde artış olduğu görülmüştür. Ürünlerden 4 (Ahududu-3 Reçeli, Gül-16 Reçeli, Böğürtlen-17 Reçeli, Vişne-24 Reçeli) tanesinin metilglioksal değeri sindirim sonrası düşüş göstermiş, 26 tanesi artış göstermiştir. Analizleri yapılan ürünlerin biyoerişilebilirlik yüzdeleri glioksal için $205,7 \pm 7,3$ - $567,2 \pm 20,1$ aralığındadır. Metilglioksalın biyoerişilebilirlik yüzdeleri ise $97,3 \pm 3,4$

316,5±11,2 aralığında değişmektedir. En düşük glioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün Kuşburnu Reçeli olurken en düşük metilglioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün Gül-16 Reçeli olmuştur. En yüksek glioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün Böğürtlen-14 Reçeli, en yüksek metilglioksal biyoerişilebilirlik yüzdesine sahip ürün ise Keçi Sütü Reçeli olmuştur.

Şu anda taze sebze ve meyveler için önemli bir talep vardır, çünkü bunlar zengin diyet lifi kaynakları, temel diyet mikrobeseinleri ve insan sağlığına önemli faydaları olan fitokimyasallar olarak kabul edilir (Haminiuk ve ark., 2012). Özellikle meyveler mineraller, proteinler, vitaminler, organik asitler, karotenoidler, enzimler ve fenolik bileşikler gibi çok çeşitli küçük bileşenler içerir (García-Alonso ve ark., 2004; Haminiuk ve ark., 2012). Meyve fenolik bileşikleri (fenolik asitler, flavonoidler, antosiyaninler, fenilpropanoidler, tanenler), oksidatif stresle ilgili birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisi için potansiyel ajanlar olarak artan ilgi görmüştür (Haminiuk ve ark., 2012). Antioksidan etkiye sahip diyet fenolik bileşiklere yönelik artan talep ve birçok meyve türünün mevsimselliği ve sınırlı raf ömrü göz önüne alındığında, son yıllarda ilgi işlenmiş meyve ürünlerine de odaklanmıştır (Levaj ve ark., 2012). Reçel ve marmelat gibi meyve konserveleri, önemli ölçüde antioksidan potansiyeli olan biyolojik olarak aktif fenollerin iyi bir kaynağı olarak kabul edilebilir (Castelló ve ark., 2011; Levaj ve ark., 2012).

Reçeller, jöleler ve marmelatlar, kullanılan malzemelere ve nasıl hazırlandıklarına bağlı olarak değişen farklı meyve konserve stilleri örnekleridir. Reçel işleme, çabuk bozulan meyveleri muhafaza etmenin popüler yöntemlerinden biridir (Rababah ve ark., 2011). Gıda Kodeksi'ne göre geleneksel reçeller, bütün, kesilmiş veya elenmiş meyve ve şekerin yarı sıvı veya kalın bir ürün elde edilecek şekilde pişirilmesiyle hazırlanır (Castelló ve ark., 2011).

İnsan tüketimine yönelik reçeller, jöleler, marmelatlar ve tatlı kestane püresi ile ilgili 2001/113/EC sayılı Avrupa Birliği Konseyi Direktifi, reçellerin ve ilgili ürünlerin hem tanımlarını hem de etiketlerini belirtir (Fügel ve ark., 2005). Buna göre reçel, şekerlerin bir veya daha fazla çeşit meyvenin hamuru ve/veya püresi ve su ile uygun jel kıvamına getirilmiş bir karışımdır (Fügel ve ark., 2005).

Reçeller gıda işleminin en yaygın yöntemlerinden ısı işlem ile muamele edilerek üretilmektedir. Isıl işlem sırasında duyuşal özellikler, besin değeri ve gıda güvenliği gibi önemli kalite parametrelerini etkileyen çeşitli kimyasal reaksiyonlara maruz kalırlar. Gıda işleme sırasında bazı bileşikler yok edilmekte iken pek çok yeni bileşik de gıda sistemine eklenebilmektedir. Bunlardan bazıları renk ve tat gibi gıdaların duyulara ilişkin özelliklerine önemli oranda katkı bulunmasına karşın bazı biyolojik aktivitelere sahip olan bileşikler ise ısı işlemin yol açtığı reaksiyonlardan da kaynaklanabilir. Bunlardan bazılarının potansiyel antioksidatif ve kemopreventif ajanlar olduğu yapılan çalışmalar ile saptanmıştır. Bununla birlikte bunlardan bazıları ise zararlı olup insan sağlığı açısından uzun vadede risk teşkil etmektedirler (Peng ve ark., 2010). Günümüzde hazır olarak aldığımız besinlerin büyük kısmı renk, görünüm ve tat açısından ısı işleme maruz kalmakta olup bu şekilde diyet kaynaklı ileri glikasyon son ürünlerinin (dAGE) de metabolizma üzerinde etkileri söz konusudur. Gıdalara uygulanmakta olan yüksek sıcaklıklar, uzun pişirme süreleri, su içerikleri, pH değerleri vb dAGE'leri etkilemektedir. Nemin düşük olması, pH'ın yüksek olması AGE oluşumunu artırmakta iken nemdeki artış reaksiyonun başlamasını önlemektedir (Nowotny ve ark., 2018).

Yiyecek hazırlarken yüksek sıcaklık kullanımı az bir miktar dahi azaltılsa, aynı yiyeceklerde önemli bir AGE azalmasını sağlayabilir. Düşük miktarda AGE içeren yiyecekleri tüketmek, sistemik glikotoksin, oksidatif stres ve inflamasyon düzeylerini azaltmaya yardımcı olabilir (Uribarri ve ark., 2010).

Chen ve Smith (2015) tarafından yapılan bir araştırmada daha düşük sıcaklıklarda hazırlanan et örneklerine oranla yüksek sıcaklıklarda hazırlanmış olan et örneklerinin dış katmanında daha yüksek CML olduğu bildirilmiştir.

Golberg ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada, bütün gıda kategorilerinde bulunan AGE miktarının pişirme sıcaklığı, süresi ve nem varlığı ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, 225°C'de kavurma ve 177°C'de kızartma işlemi uygulanan örneklerde AGE düzeyinin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı ısı ve su oranı koşullarında yaygın gıda maddelerinin hazırlanması dAGE içeriğinde farklı etkiler göstermektedir. Örneğin, haşlanmış yahut buharda pişirilmiş

olan tavuk, kavrulmuş yahut ızgara edilmiş olan tavukların ¼'ünden daha az AGE oranına sahip olduğu saptanmıştır. Bütün gıda gruplarında daha yüksek sıcaklıklara ve düşük nem düzeylerine maruziyet tam tersi koşullara sahip aynı yiyeceklere kıyasla daha yüksek dAGE düzeylerine neden olmaktadır (Uribarri ve ark., 2010).



ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Reçeller çeşitli aşamalardan geçerek üretilmekte olup tüketicilere ulaşıncaya kadar pek çok farklı işlem uygulanmaktadır. Bunun sonucunda da oluşan kimyasal bileşiklerden glioksal ve metilglioksalın araştırıldığı bu çalışmada, AGE bileşenleri üzerinde etkili olan çeşitli faktörler olduğu, bunların da, ürünün şeker içeriği, ısıl işleme maruziyet derecesi, süresi vb. olduğu görülmüştür.

İleri glikasyon son ürünlerinin insan metabolizması üzerindeki zararlı etkileri pek çok çalışmada ortaya konulduğu için diyet ile alınan AGE'nin düşük olması sağlık açısından son derece önemli konulardan birisidir. Bu nedenle de akıllı gıda seçimi izlenmesi ve pişirme yönteminde değişikliğe gidilerek diyet ile alınan AGE düzeyinin düşürülmesi mümkün olabilir.

Çalışmamızda incelenen reçel numuneleri işlenmiş gıda kategorisinde yer alan gıdalardan olup çeşitli üretim proseslerinden geçmektedir. Bu nedenle de koruyucu ve katkı maddeleri içerir. İşlenmiş gıdalar genellikle yağ ve şeker içeriği yüksek gıdalar olup ayrıca ultra işlenmiş gıdalardaki çeşitli bileşenler barsak mikrobiyotası ve geçirgenliği üzerinde olumsuz etkiye sahiptir.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur:

- Reçel örneklerinde saptanan GO ve MGO değerleri dikkate alındığında, çalışmamızdaki böğürtlen ve kayısı reçelleri daha az risk taşımaktadır.
- Reçellerde beyan edilen ve ölçülen şeker miktarları arasında uyumsuzluk söz konusu olup reçellerin Türk Gıda Mevzuatı'na uygunluğunun denetlenmesi önerilmektedir.
- Akıllı gıda seçiminin izlenmesi ve pişirme yöntemlerinde değişikliğe gidilerek dAGE düzeylerinin düşürülmesi tavsiye edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, G. (2018). *Tıbbi Beslenme Tedavisinde Güncel Uygulamalar*, Ankara: Nobel Tıp Kitapevi
- Alía, M., Ramos, S., Mateos, R., Bravo, L., & Goya, L. (2005). Response of the antioxidant defense system to tert-butyl hydroperoxide and hydrogen peroxide in a human hepatoma cell line (HepG2). *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 19(2): 119-128.
- Allaman, I., Bélanger, M., & Magistretti, P. J. (2015). Methylglyoxal, the dark side of glycolysis. *Frontiers in neuroscience*, 9: 23.
- Amrein, T. M., Andres, L., Manzardo, G. G., & Amado, R. (2006). Investigations on the promoting effect of ammonium hydrogencarbonate on the formation of acrylamide in model systems. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(26): 10253–10261
- Anonim, (1989). Ayva Reçeli Standardı, TS 4188, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim, (1993). Ayva Reçeli Yapım Kuralları Standardı, TS 10855, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim, 2007, Gıda Teknolojisi – Reçel Üretimi http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/recel_uretimi.pdf.
- Aronson, D. (2003). Cross-linking of glycated collagen in the pathogenesis of arterial and myocardial stiffening of aging and diabetes. *Journal of hypertension*, 21(1): 3-12

- Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J. L., Villettaz, J. C., & Amadò, R. (2003). Quality assessment of strawberries (*Fragaria* species). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3): 715-721.
- Barbaros, B., & Kabaran, S. (2014). Akdeniz diyeti ve sağlığı koruyucu etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 42(2): 140-147.
- Baysal, A., (2000). Genel Beslenme, Hatipoğlu Yayınları, No: 18 Ankara
- Baysal, A. (2007). *Beslenme*,(11. Baskı) Ankara: Hatiboğlu Yayınevi
- Beattie, J., Crozier, A., & Duthie, G. G. (2005). Potential health benefits of berries. *Current Nutrition & Food Science*, 1(1): 71-86.
- Becker, E. M., Nissen, L. R., & Skibsted, L. H. (2004). Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *European Food Research and Technology*, 219(6): 561-571.
- Bellier, J., Nokin, M.-J., Lardé, E., Karoyan, P., Peulen, O., Castronovo, V., & Bellahcène, A. (2019). Methylglyoxal, a potent inducer of AGEs, connects between diabetes and cancer. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 148: 200-211.
- BeMiller, J. N. (2018). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*. Elsevier.
- Bierhaus, A., Hofmann, M. A., Ziegler, R., & Nawroth, P. P. (1998). AGEs and their interaction with AGE-receptors in vascular disease and diabetes mellitus. I. The AGE concept. *Cardiovascular research*, 37(3): 586-600.
- Bilişli, A., (1998). Reçel ve Benzeri Ürünler Teknolojisi, Tav Yayınları, Yalova.
- Broomfield, R. W., (1996). The Manufacture of Preserves, Flavourings and Dried Fruits. Blackie Academic & Professional Pub., 165-195, New York, Abd.

- Brown, D. M., Kelly, G. E., & Husband, A. J. (2005). Flavonoid compounds in maintenance of prostate health and prevention and treatment of cancer. *Molecular biotechnology*, 30(3): 253-270.
- Cai, W., Gao, Q.-D., Zhu, L., Peppas, M., He, C., & Vlassara, H. (2002). Oxidative stress-inducing carbonyl compounds from common foods: Novel mediators of cellular dysfunction. *Molecular Medicine*, 8(7): 337-346
- Castelló, M. L., Heredia, A., Domínguez, E., Ortolá, M. D., & Tarrazó, J. (2011). Influence of thermal treatment and storage on astringency and quality of a spreadable product from persimmon fruit. *Food chemistry*, 128(2): 323-329.
- Cemeroğlu, B., Acar, J., (1986). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6. Ankara
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M., (2005). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 3, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 28, 690 S, Ankara.
- Cengiz, S., Kışmıroğlu, C., Cebi, N., Catak, J., & Yaman, M. (2020). Determination of the most potent precursors of advanced glycation end products (AGEs) in chips, crackers, and breakfast cereals by high performance liquid chromatography (HPLC) using precolumn derivatization with 4-nitro-1, 2-phenylenediamine. *Microchemical Journal*, 158: 105170.
- Chabroux, S., Canoui-Poitrine, F., Reffet, S., Mills-Joncour, G., Morelon, E., Colin, C., & Thivolet, C. (2010). Advanced glycation end products assessed by skin autofluorescence in type 1 diabetics are associated with nephropathy, but not retinopathy. *Diabetes & Metabolism*, 36(2): 152-157.
- Chao, P. C., Huang, C. N., Hsu, C. C., Yin, M. C., & Guo, Y. R. (2010). Association of dietary AGEs with circulating AGEs, glycated LDL, IL-1 α and MCP-1 levels in type 2 diabetic patients. *European journal of nutrition*, 49(7): 429-434.

- Chavakis, T., Bierhaus, A., & Nawroth, P. P. (2004). RAGE (receptor for advanced glycation end products): a central player in the inflammatory response. *Microbes and Infection*, 6(13): 1219-1225.
- Cho, H., & Lee, K. G. (2014). Formation and reduction of furan in maillard reaction model systems consisting of various sugars/amino acids/furan precursors. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(25): 5978-5982.
- Cooke, J. (2017). Dietary Reduction of Advanced Glycation End Products: An Opportunity for Improved Nutrition Care. *Journal of Renal Nutrition*, 27(4): e23-e26.
- Çatak, J. (2020). Quantitative Analyses of Glyoxal and Methylglyoxal Compounds in FrenchFry Samples by HPLC Using 4-Nitro-1, 2-Phenlenediamine as A Derivatizing Reagent. *International Journal of Innovative Research and Reviews*, 4(1): 20-24.
- Çakmur, R. (2003). Parkinson hastalığının epidemiyolojisi ve klinik özellikleri. *Türkiye klinikleri Nöroloji Dergisi*, 1(3): 160-163
- Çimen, B. (2008). *Koroner Arter Hastalığı Olan Ve Olmayan Tip 2 Diabet Hastalarında İleri Glikasyon Son Ürünleri* [Uzmanlık Tezi]. İstanbul Üniversitesi, İstanbul
- Daglia, M., Amoroso, A., Rossi, D., Mascherpa, D., & Maga, G. (2013). Identification and quantification of α -dicarbonyl compounds in balsamic and traditional balsamic vinegars and their cytotoxicity against human cells. *Journal of food composition and analysis*, 31(1): 67-74.
- Dariya, B., & Nagaraju, G. P. (2020). Advanced glycation end products in diabetes, cancer and phytochemical therapy. *Drug Discovery Today*, 25(9): 1614-1623
- Degen, J., Hellwig, M., & Henle, T. (2012). 1, 2-Dicarbonyl compounds in commonly consumed foods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(28): 7071-7079.

- Demirel, Y., ve Yıldırım, H. (2018). İleri glikasyon son ürünleri ve böbrek hastalıkları. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1): 210-217.
- Dyer, D. G., Dunn, J. A., Thorpe, S. R., Bailie, K. E., Lyons, T. J., McCance, D. R., & Baynes, J. W. (1993). Accumulation of Maillard reaction products in skin collagen in diabetes and aging. *The Journal of clinical investigation*, 91(6): 2463–2469.
- Ekşi, A., Artık, N., (1986). Meyve Suyunda Hidroksimetilfurfural Miktarı Üzerine Pastörizasyon Sonrası Soğutma İşlemlerinin Etkisi. *Gıda Dergisi*, 11(3):139-143
- Erbersdobler, H. F., & Somoza, V. (2007). Forty years of furosine—Forty years of using Maillard reaction products as indicators of the nutritional quality of foods. *Molecular nutrition & food research*, 51(4): 423-430.
- Eskin, N. M., & Shahidi, F. (2012). Biochemistry of foods.
- Ferreira, A. E. N., Ponces Freire, A. M. J., & Voit, E. O. (2003). A quantitative model of the generation of N(epsilon)-(carboxymethyl)lysine in the Maillard reaction between collagen and glucose. *The Biochemical Journal*, 376(Pt 1): 109-121
- Fishman, S. L., Sonmez, H., Basman, C., Singh, V., & Poretsky, L. (2018). The role of advanced glycation end-products in the development of coronary artery disease in patients with and without diabetes mellitus: A review. *Molecular Medicine*, 24(1): 59.
- Friedman, M. (1996). Food browning and its prevention: an overview. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 44(3): 631-653.
- Foroumandi, E., Alizadeh, M., & Kheirouri, S. (2020). Dietary quality index is negatively associated with serum advanced glycation end products in healthy adults. *Clinical nutrition ESPEN*, 36: 111-115.

- Fujioka, K., & Shibamoto, T. (2004). Formation of genotoxic dicarbonyl compounds in dietary oils upon oxidation. *Lipids*, 39(5): 481.
- García-Alonso, M., de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food chemistry*, 84(1): 13-18.
- Globisch, M., Schindler, M., Kreßler, J., & Henle, T. (2014). Studies on the reaction of trans-2-heptenal with peanut proteins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(33): 8500-8507.
- Gobert, J., & Glomb, M. A. (2009). Degradation of glucose: reinvestigation of reactive α -dicarbonyl compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18): 8591-8597.
- Goldberg, T., Cai, W., Peppas, M., Dardaine, V., Baliga, B. S., Uribarri, J., & Vlassara, H. (2004). Advanced glycoxidation end products in commonly consumed foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(8): 1287-1291.
- Gökmen, V., Serpen, A., Açar, Ö. Ç., & Morales, F. J. (2008). Significance of furosine as heat-induced marker in cookies. *Journal of Cereal Science*, 48(3): 843-847.
- Haminiuk, C. W., Maciel, G. M., Plata-Oviedo, M. S., & Peralta, R. M. (2012). Phenolic compounds in fruits—an overview. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(10): 2023-2044.
- Henle, T. (2005). Protein-bound advanced glycation endproducts (AGEs) as bioactive amino acid derivatives in foods. *Amino acids*, 29(4): 313-322.
- Hirsch, J., Mossine, V. V., & Feather, M. S. (1995). The detection of some dicarbonyl intermediates arising from the degradation of Amadori compounds (the Maillard reaction). *Carbohydrate research*, 273(2): 171-177.
- Hodge, J. E. (1953). Dehydrated foods, chemistry of browning reactions in model systems. *Journal of agricultural and food chemistry*, 1(15): 928-943.

- Hollnagel, A., & Kroh, L. W. (1998). Formation of α -dicarbonyl fragments from mono- and disaccharides under caramelization and Maillard reaction conditions. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 207(1): 50-54.
- Hwang, J. S., Shin, C. H., & Yang, S. W. (2005). Clinical implications of N ϵ -(carboxymethyl) lysine, advanced glycation end product, in children and adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 7(3): 263-267.
- Hwang, I. G., Kim, H. Y., Woo, K. S., Lee, J., & Jeong, H. S. (2011). Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar–amino acid model system. *Food Chemistry*, 126(1): 221-227
- Kalousova, M., Zima, T., Malbohan, I. M., & Stípek, S. (2002). Determination of advanced glycation end products. *Sbornik lekarsky*, 103(4): 427-434.
- Kierdorf, K., & Fritz, G. (2013). RAGE regulation and signaling in inflammation and beyond. *Journal of leukocyte biology*, 94(1): 55-68.
- Kocadağlı, T., & Gökmen, V. (2014). Investigation of α -dicarbonyl compounds in baby foods by high-performance liquid chromatography coupled with electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(31): 7714-7720.
- Kocadağlı, T., & Gokmen, V. (2016). Effects of sodium chloride, potassium chloride, and calcium chloride on the formation of α -dicarbonyl compounds and furfurals and the development of browning in cookies during baking. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(41): 7838-7848.
- Krause, R., Knoll, K., & Henle, T. (2003). Studies on the formation of furosine and pyridosine during acid hydrolysis of different Amadori products of lysine. *European Food Research and Technology*, 216(4): 277-283.
- Kroh, L. W. (1994). Caramelisation in food and beverages. *Food chemistry*, 51(4): 373-379.

- Kuntz, S., Rudloff, S., Ehl, J., Bretzel, R. G., & Kunz, C. (2009). Food derived carbonyl compounds affect basal and stimulated secretion of interleukin-6 and -8 in Caco-2 cells. *European Journal of Nutrition*, 48(8): 499-503
- Lange, J. N., Wood, K. D., Knight, J., Assimos, D. G., & Holmes, R. P. (2012). Glyoxal Formation and Its Role in Endogenous Oxalate Synthesis. *Advances in Urology*, 2012, 819202
- Levaj, B., Bursać Kovačević, D., Bituh, M., & Dragović-Uzelac, V. (2012). Influence of jam processing upon the contents of phenolics and antioxidant capacity in strawberry fruit (*Fragaria ananassa* × Duch.). *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 7(SPECIAL ISSUE-7th), 18-22.
- Li, J., Liu, D., Sun, L., Lu, Y., & Zhang, Z. (2012). Advanced glycation end products and neurodegenerative diseases: mechanisms and perspective. *Journal of the neurological sciences*, 317(1-2): 1-5.
- Liman, P. B., Agustina, R., Djuwita, R., Umar, J., Permadhi, I., Helmizar, Hidayat, A., Feskens, E., & Abdullah, M. (2019). Dietary and Plasma Carboxymethyl Lysine and Tumor Necrosis Factor- α as Mediators of Body Mass Index and Waist Circumference among Women in Indonesia. *Nutrients*, 11(12): 3057
- Luevano-Contreras, C., & Chapman-Novakofski, K. (2010). Dietary advanced glycation end products and aging. *Nutrients*, 2(12): 1247-1265.
- Maillard, L. C. (1912). Action of amino acids on sugars. Formation of melanoidins in a methodical way. *Compte-rendu de l'academie des sciences*, 154: 66-68.
- Manini, P., La Pietra, P., Panzella, L., Napolitano, A., & d'Ischia, M. (2006). Glyoxal formation by Fenton-induced degradation of carbohydrates and related compounds. *Carbohydrate Research*, 341(11): 1828-1833
- Martins, S. I., Jongen, W. M., & Van Boekel, M. A. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in food science & technology*, 11(9-10): 364-373.

- McCarty, MF (2005). Düşük yağlı vegan diyetlerinin düşük YAŞ içeriği şeker hastalarına fayda sağlayabilir - ancak endojen AGE üretimini en aza indirmek için eşzamanlı taurin takviyesi gerekebilir. *Tıbbi hipotezler*, 64 (2): 394-398.
- Morales, F.J. (2009). Hydroxymethylfurfural (HMF) and Related Compounds, in: R.H. Stadler, D.R. Lineback (Eds.), *Process. Food Toxicants Occur. Form. Mitigation, Heal. Risks*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken
- Mottram, D. S., Wedzicha, B. L., & Dodson, A. T. (2002). Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature*, 419(6906): 448-449.
- Namiki, M. (1988). Chemistry of Maillard reactions: recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens. *Advances in food research*, 32: 115-184.
- Nemet, I., & Varga-Defterdarović, L. (2007). Methylglyoxal-derived beta-carbolines formed from tryptophan and its derivatives in the Maillard reaction. *Amino Acids*, 32(2): 291-293
- Nooshkam, M., Varidi, M., & Bashash, M. (2019). The Maillard reaction products as food-born antioxidant and antibrowning agents in model and real food systems. *Food chemistry*, 275: 644-660.
- Nooshkam, M., Varidi, M., & Verma, D. K. (2020). Functional and biological properties of Maillard conjugates and their potential application in medical and food: A review. *Food Research International*, 131: 109003.
- Nowotny, K., Jung, T., Höhn, A., Weber, D., & Grune, T. (2015). Advanced glycation end products and oxidative stress in type 2 diabetes mellitus. *Biomolecules*, 5(1): 194-222.
- Nowotny, K., Schröter, D., Schreiner, M., & Grune, T. (2018). Dietary advanced glycation end products and their relevance for human health. *Ageing Research Reviews*, 47: 55-66

- Ott, C., Jacobs, K., Haucke, E., Navarrete Santos, A., Grune, T., & Simm, A. (2014). Role of advanced glycation end products in cellular signaling. *Redox Biology*, 2: 411-429
- Özdoğan F., (2006), Domates Reçel Ürünlerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale
- Özel, F., (2006). Değişik Meyveler ve Bu Meyvelerden Yapılan Reçellerde NDF (nötral deterjan lif), ADF (asit deterjan lif) ve Hemiselüloz İçeriğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri, Kahramanmaraş
- Parmaksız İ. (2011). Diyabet Komplikasyonlarında İleri Glikasyon Son Ürünleri. *Marmara Medical Journal*, 24:141-8.
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K. W., Jiang, Y., Chen, F., & Wang, M. (2010). The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*, 119(1): 49-53.
- Peppas, M., Brem, H., Ehrlich, P., Zhang, J. G., Cai, W., Li, Z., ... & Vlassara, H. (2003). Adverse effects of dietary glycotoxins on wound healing in genetically diabetic mice. *Diabetes*, 52(11): 2805-2813.
- Perrone, A., Giovino, A., Benny, J., & Martinelli, F. (2020). Advanced glycation end products (AGEs): biochemistry, signaling, analytical methods, and epigenetic effects. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2020.
- Peyroux, J., & Sternberg, M. (2006). Advanced glycation endproducts (AGEs): pharmacological inhibition in diabetes. *Pathologie Biologie*, 54(7): 405-419
- Piccolella, S., Fiorentino, A., Pacifico, S., D'Abrosca, B., Uzzo, P., & Monaco, P. (2008). Antioxidant properties of sour cherries (*Prunus cerasus* L.): role of colorless phytochemicals from the methanolic extract of ripe fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(6): 1928-1935.

- Portero-Otin, M., Pamplona, R., Bellmunt, M. J., Bergua, M., Nagaraj, R. H., & Prat, J. (1996). Urinary pyrroline as a biochemical marker of non-oxidative Maillard reactions in vivo. *Life sciences*, *60*(4-5): 279-287.
- Poulsen, M. W., Hedegaard, R. V., Andersen, J. M., de Courten, B., Bügel, S., Nielsen, J., and Dragsted, L. O. (2013). Advanced glycation endproducts in food and their effects on health. *Food and Chemical Toxicology*, *60*: 10-37.
- Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Alakomi, H. L., & Oksman-Caldentey, K. M. (2005). Bioactive berry compounds-novel tools against human pathogens. *Applied microbiology and biotechnology*, *67*(1): 8-18.
- Rababah, T. M., Al-Mahasneh, M. A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M. N., Ereifej, K., & Al-u'datt, M. (2011). Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *91*(6): 1096-1102.
- Rabbani, N., & Thornalley, P. J. (2015). Dicarbonyl stress in cell and tissue dysfunction contributing to ageing and disease. *Biochemical and biophysical research communications*, *458*(2): 221-226.
- Rada-Mendoza, M., Olano, A., & Villamiel, M. (2002). Furosine as indicator of Maillard reaction in jams and fruit-based infant foods. *Journal of agricultural and food chemistry*, *50*(14): 4141-4145.
- Raj, D. S., Choudhury, D., Welbourne, T. C., & Levi, M. (2000). Advanced glycation end products: a Nephrologist's perspective. *American Journal of Kidney Diseases*, *35*(3): 365-380.
- Ramasamy, R., Yan, S. F., & Schmidt, A. M. (2012). Advanced glycation endproducts: from precursors to RAGE: round and round we go. *Amino acids*, *42*(4): 1151-1161.
- Reynolds, T. M. (1965). Chemistry of nonenzymic browning II. *Advances in food research*, *14*: 167-283.

- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free radical biology and medicine*, 20(7): 933-956.
- Ronda, F., Gomez, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A., (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes, *Food Chemistry*, 90:549-555.
- Salim, S. (2017). Oxidative Stress and the Central Nervous System, *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics*, 360(1): 201-205
- Sayej, W. N., Knight III, P. R., Guo, W. A., Mullan, B., Ohtake, P. J., Davidson, B. A., and Baker, S. S. (2016). Advanced glycation end products induce obesity and hepatosteatosis in CD-1 wild-type mice. *BioMed research international*, 2016.
- Schmidt, A. M., Yan, S. D., Wautier, J. L., & Stern, D. (1999). Activation of receptor for advanced glycation end products: a mechanism for chronic vascular dysfunction in diabetic vasculopathy and atherosclerosis. *Circulation research*, 84(5): 489-497.
- Semba, R. D., Gebauer, S. K., Baer, D. J., Sun, K., Turner, R., Silber, H. A., ... & Novotny, J. A. (2014). Dietary intake of advanced glycation end products did not affect endothelial function and inflammation in healthy adults in a randomized controlled trial. *The Journal of nutrition*, 144(7): 1037-1042
- Seneff, S., Wainwright, G., & Mascitelli, L. (2011). Nutrition and Alzheimer's disease: the detrimental role of a high carbohydrate diet. *European Journal of Internal Medicine*, 22(2): 134-140.
- Sharma, C., Kaur, A., Thind, S. S., Singh, B., & Raina, S. (2015). Advanced glycation End-products (AGEs): An emerging concern for processed food industries. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12): 7561-7576
- Singh, R., Barden, A., Mori, T., & Beilin, L. (2001). Advanced glycation end-products: a review. *Diabetologia*, 44(2): 129-146.

- Stirban, A., Gawlowski, T., & Roden, M. (2014). Vascular effects of advanced glycation endproducts: clinical effects and molecular mechanisms. *Molecular metabolism*, 3(2): 94-108
- 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.
- Şahin, İ., Korukluoğlu, M., Uylaşker, V., 1(994). Taze Çileklerde Bozulma Etkeni Küfler. *Gıda*, 19(6):359-365.
- Tanaka, M., Kimiagar, M., Lee, T. C., & Chichester, C. O. (1977). Effect of Maillard browning reaction on nutritional quality of protein. In *Protein Crosslinking* (pp. 321-341). Springer, Boston, MA.
- Taş, N. G., & Gökmen, V. (2016). Effect of alkalization on the Maillard reaction products formed in cocoa during roasting. *Food Research International*, 89: 930-936.
- Thornalley, P. J., Langborg, A., & Minhas, H. S. (1999). Formation of glyoxal, methylglyoxal and 3-deoxyglucosone in the glycation of proteins by glucose. *Biochemical Journal*, 344(1): 109-116.
- Tokbaş, H., (2009), Karadut Meyvesinin (*Morus Nigra L.*) Reçel ile Marmelata İşlenmesi ve Ürünlerin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat
- Tosun, İ., (1991), Standardı Olan Bazı Reçel Çeşitlerinin Bileşimi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Ulrich, P., and Cerami, A. (2001). Protein glycation, diabetes, and aging. *Recent Progress in Hormone Research*, 56: 1-21

- Ulrich, D., Hoberg, E., Rapp, A., & Kecke, S. (1997). Analysis of strawberry flavour–discrimination of aroma types by quantification of volatile compounds. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205(3): 218-223.
- Uribarri, J., Cai, W., Peppia, M., Goodman, S., Ferrucci, L., Striker, G., & Vlassara, H. (2007). Circulating glycotoxins and dietary advanced glycation endproducts: two links to inflammatory response, oxidative stress, and aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(4): 427-433.
- Uribarri, J., Woodruff, S., Goodman, S., Cai, W., Chen, X., Pyzik, R., & Vlassara, H. (2010). Advanced glycation end products in foods and a practical guide to their reduction in the diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6): 911-916.
- Üstün, NS., Tosun, İ., (1998). Çeşitli Reçellerin Bileşimi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 23(2): 125-131.
- Vistoli, G., De Maddis, D., Cipak, A., Zarkovic, N., Carini, M., & Aldini, G. (2013). Advanced glycoxidation and lipoxidation end products (AGEs and ALEs): an overview of their mechanisms of formation. *Free radical research*, 47 Suppl 1: 3–27.
- Vlassara, H. (2001). The AGE-receptor in the pathogenesis of diabetic complications. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 17(6): 436-443
- Vlassara, H., and Uribarri, J. (2014). Advanced glycation end products (AGE) and diabetes, *Current Diabetes Reports*, 14(1): 1-14.
- Vlassara, H., Cai, W., Crandall, J., Goldberg, T., Oberstein, R., Dardaine, V., Peppia, M., & Rayfield, E. J. (2002). Inflammatory mediators are induced by dietary glycotoxins, a major risk factor for diabetic angiopathy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(24): 15596-15601

- Vlassara, H., Uribarri, J., Cai, W., & Striker, G. (2008). Advanced glycation end product homeostasis: exogenous oxidants and innate defenses. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1126(1): 46-52.
- Vlassara, H., Cai, W., Goodman, S., Pyzik, R., Yong, A., Chen, X., ... & Uribarri, J. (2009). Protection against loss of innate defenses in adulthood by low advanced glycation end products (AGE) intake: role of the antiinflammatory AGE receptor-1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 94(11): 4483-4491.
- Vlassara, H., Woodruff, S., & Striker, G. E. (2016). *Dr. Vlassara's AGE-Less Diet: How a chemical in the foods we eat promotes disease, obesity, and aging and the steps we can take to stop it*. Square One Publishers
- Vliegenthart, J. F. G. (1975). Nε-(carboxymethyl) lysine, a constituent of human urine. *Clinica chimica acta*, 59: 313-320.
- Voziyan, P. A., & Hudson, B. G. (2005). Pyridoxamine: the many virtues of a maillard reaction inhibitor. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1043(1): 807-816.
- Vulesevic, B., McNeill, B., Giacco, F., Maeda, K., Blackburn, N. J. R., Brownlee, M., Milne, R. W., & Suuronen, E. J. (2016). Methylglyoxal-Induced Endothelial Cell Loss and Inflammation Contribute to the Development of Diabetic Cardiomyopathy. *Diabetes*, 65(6): 1699-1713
- Wang, X., Liu, J., Yang, Y., & Zhang, X. (2020). An update on the potential role of advanced glycation end products in glycolipid metabolism. *Life Sciences*, 245: 117344.
- Weenen, H. (1998). Reactive intermediates and carbohydrate fragmentation in Maillard chemistry. *Food Chemistry*, 62(4): 393-401.
- Wu, X., & Monnier, V. (2003). Enzymatic deglycation of proteins, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 419(1): 16-24.

- Yamagishi, S. I., Nakamura, K., Matsui, T., Ueda, S., Fukami, K., & Okuda, S. (2008). Agents that block advanced glycation end product (AGE)-RAGE (receptor for AGEs)-oxidative stress system: a novel therapeutic strategy for diabetic vascular complications. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 17(7): 983-996.
- Yaylayan, V. A. (1997). Classification of the Maillard reaction: A conceptual approach. *Trends in Food Science & Technology*, 8(1): 13-18
- Yaylayan, V. A., Huyghues-Despointes, A., & Feather, M. S. (1994). Chemistry of Amadori rearrangement products: analysis, synthesis, kinetics, reactions, and spectroscopic properties. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 34(4): 321-369.
- Yılmaz, M., (2007). Pozantı Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Yetiştirilen Ayvaların Reçele İşlenmeye Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yılmaz, B., & Karabudak, E. (2018). Diyet Kaynaklı İleri Glikasyon Son Ürünleri ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Acıbadem Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(4): 349-356.
- Yin, H., & Porter, N. A. (2005). New insights regarding the autoxidation of polyunsaturated fatty acids. *Antioxidants & redox signaling*, 7(1-2): 170-184.
- Yoshikawa, T., Miyazaki, A., & Fujimoto, S. (2009). Decrease in serum levels of advanced glycation end-products by short-term lifestyle modification in non-diabetic middle-aged females. *Medical Science Monitor*, 15(6): PH65-PH73.
- Zhang, H., Troise, A. D., Zhang, H., & Fogliano, V. (2021). Cocoa melanoidins reduce the formation of dietary advanced glycation end-products in dairy mimicking system. *Food Chemistry*, 345: 128827

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

AD SOYAD: NALAN ÖZDOĞAN

EĞİTİM BİLGİLERİ

DERECE	ÜNİVERSİTE	YIL
Yüksek Lisans	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2019-2021
Lisans	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2015-2019

Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Yayınlanan Bildiriler

1. Özdoğan, N., Çatak, J., Yaman, M., Mızrak, Ö.F., Servi Yıldırım, E. (2021) Determination and Evaluation of Bioaccessible Amounts of Dicarbonyl Compounds in Various Jam Samples. ISARC 3. International Health Sciences and Innovation Congress. Ankara/Turkey, Jan. 12-13, 2021- Sözlü Sunum.