

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

BAZI DİYET, DİYABETİK VE ATIŞTIRMALIK
ÜRÜNLERDE İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİNİN
ÖNCÜLLERİNİN BELİRLENMESİ VE SAĞLIKLI
BESLENME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sena Nur TANYILDIZ

İstanbul
Haziran-2021

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

BAZI DİYET, DİYABETİK VE ATIŞTIRMALIK ÜRÜNLERDE
İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİNİN ÖNCÜLLERİNİN
BELİRLENMESİ VE SAĞLIKLI BESLENME AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sena Nur TANYILDIZ

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Nilgün İŞIKSAÇAN

İstanbul
Haziran-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. Nilgün IŞIKSAÇAN

Üye Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Doç. Dr. Jale ÇATAK

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ali GÜNEŞ

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Bazı Diyet, Diyabetik ve AtıŖtırmalık Ürünlerde İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Öncüllerinin Belirlenmesi ve Sağlıklı Beslenme Açısından 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 olduğunu beyan ederim.

Sena Nur TANYILDIZ

ÖN SÖZ

Çalışmamın başlangıcından bitimine kadar bilgi birikimini ve yardımlarını esirgemeyen değerli tez danışmanım Doç. Dr. Nilgün IŞIKSAÇAN'a,

Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Mustafa YAMAN'a,

Bilgi ve tecrübeleri ile bu süreçte her daim yanımda olup yol gösteren çok değerli hocam Öğr. Gör. Halime UĞUR'a,

Yüksek lisans tez aşamasında yanımda olan laboratuvar çalışma arkadaşlarım çok değerli Dyt. Hatice YILDIRIM ve Uzm. Dyt. Ömer Faruk MIZRAK'a,

Hayatımın her anında yanımda olan ve desteklerini her daim hissettiren, başta biricik kardeşim Asya TANYILDIZ olmak üzere tüm aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sena Nur TANYILDIZ
İstanbul-2021

ÖZET

BAZI DİYET, DİYABETİK VE ATIŞTIRMALIK ÜRÜNLERDE İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİNİN ÖNCÜLLERİNİN BELİRLENMESİ VE SAĞLIKLI BESLENME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sena Nur TANYILDIZ

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nilgün IŞIKSAÇAN

Haziran, 2021 -65 Sayfa

İleri glikasyon son ürünleri (AGE) ile AGE öncülleri dikarbonil bileşikleri olan glioksal (GO) ve metilglioksal (MGO)'ın kronik hastalıkların gelişiminde önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. İleri glikasyon son ürünleri protein, lipid ve nükleik asitlerin enzimatik olmayan glikasyonu sonucu oluşan, endojen ve eksojen kaynaklı bileşiklerdir. Eksojen kaynaklı olarak AGE'ler gıdalarda oluşabilmektedir. Çalışmanın amacı, bazı diyet, diyabetik ve atıştırmalık ürünlerde ileri glikasyon son ürünlerinin öncüllerinin belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesidir. Bu kapsamda bu araştırmada İstanbul'daki farklı marketlerden satın alınan toplam 43 adet diyet/diyabetik/atıştırmalık ürünler üzerinde çalışıldı. Ürünlerin GO, MGO içerikleri ve şeker bileşenleri analiz edildi. İncelenen örneklerde GO, MGO ve şeker bileşenleri miktarı HPLC yöntemi ile belirlendi. Diyet ve diyabetik ürünlerde ölçülen GO ve MGO miktarları sırasıyla 8-1626,6 µg / 100 g ve 21,9-1650,5 µg / 100 g arasında iken süt ürünlerinde ölçülen GO ve MGO miktarı sırasıyla 0-7 µg / 100 g ve 12-52,8 µg / 100 g arasında değişiyordu. Meyve/tahıl barlarında ölçülen GO ve MGO miktarları ise sırasıyla 84,7-4364,4 µg / 100 g ve 94,7-369,8 µg / 100 g arasında bulundu. İçeceklerde ölçülen GO ve MGO miktarları sırasıyla 0-108,6 µg / 100 mL ve 3-41,9 µg / 100 mL arasında saptandı. Sonuç olarak, analiz edilen atıştırmalık ürünlerin günlük beslenmedeki yeri değerlendirilerek AGE öncülleri içerikleri yüksek olanların günlük beslenme içerisinde tüketimleri sınırlandırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Atıştırmalık, Diyabetik Ürün, Beslenme, İleri Glikasyon Son Ürünleri, HPLC.

ABSTRACT

DETERMINATION OF PRECURSORS OF ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS IN SOME DIET, DIABETIC AND SNACK PRODUCTS AND EVALUATION OF THEM IN TERMS OF HEALTHY NUTRITION

Sena Nur TANYILDIZ

Master of Science, Nutrition and Dietetic

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Nilgün IŞIKSAÇAN

June, 2021- 65 Pages

Advanced glycation end products (AGE) and AGE precursors dicarbonyl compounds glyoxal (GO) and methylglyoxal (MGO) are thought to be an important factor in the development of chronic diseases. Advanced glycation end products are endogenous and exogenous compounds formed as a result of non-enzymatic glycation of proteins, lipids and nucleic acids. AGEs can occur in foods due to exogenous sources. The aim of the study is to determine the precursors of advanced glycation end products in some diet, diabetic and snack products and to evaluate them in terms of healthy nutrition. In this context, a total of 43 diet / diabetic / snack products purchased from different markets in Istanbul were studied in this research. GO, MGO contents and sugar components of the products were analyzed. The amount of GO, MGO and sugar components in the samples examined was determined by HPLC method. The amounts of GO and MGO measured in diet and diabetic products varied between 8-1626,6 µg / 100 g and 21,9-1650,5 µg / 100 g, respectively. The amount of GO and MGO measured in dairy products varied between 0-7 µg / 100 g and 12-52,8 µg / 100 g, respectively. The amounts of GO and MGO measured in fruit / cereal bars varied between 84,7-4364,4 µg / 100 g and 94,7-369,8 µg / 100 g, respectively. The amounts of GO and MGO measured in the beverages varied between 0-108,6 µg / 100 mL and 3-41,9 µg / 100 mL, respectively. As a result, by evaluating the place of analyzed snack products in daily nutrition, consumption of those with high content of AGE precursors in daily diet can be limited.

Keywords: Snack, Diabetic Product, Nutrition, Advanced Glycation End Products, HPLC.

İÇİNDEKİLER

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

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ	1
-------------	---

İKİNCİ BÖLÜM

BESLENME VE İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİ.....	3
2.1.Beslenme	3
2.1.1. Beslenmenin Tanımı	3
2.1.2. Yeterli ve Dengeli Beslenme	3
2.1.3. Beslenmede Diyet, Diyabetik ve Atıştırmalık Ürünlerin Yeri.....	4
2.2.İleri Glikasyon Son Ürünleri.....	7
2.2.1. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Tanımı	7
2.2.2. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Oluşum Mekanizması	8
2.2.3.Gıdalarda İleri Glikasyon Son Ürünleri	9
2.2.4.İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Oluşumunu Etkileyen Etmenler	10
2.2.5. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Metabolizması.....	11
2.2.6. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Hastalıklar İle İlişkisi	12

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT	15
3.1. Glioksal ve Metilglioksal Tayini.....	15
3.1.1. Analizde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler Listesi.....	15
3.1.2. Analizde Kullanılan Kimyasallar	16
3.1.3. Çözeltilerin Hazırlanması.....	16
3.1.4. Standartın Hazırlanması	16
3.1.5. Örneğin Hazırlanması	16
3.1.6. HPLC Koşulları.....	17
3.2. Şeker Tayini	18
3.2.1. Analizde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler Listesi.....	18
3.2.2. Analizde Kullanılan Kimyasallar	19
3.2.3. Standartın Hazırlanması	19
3.2.4. Örneğin Hazırlanması	19
3.2.5. HPLC Koşulları.....	19
3.3. İstatistiksel Analiz.....	21

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR	22
-----------------------	-----------

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA	29
-----------------------	-----------

SONUÇ.....	34
-------------------	-----------

KAYNAKÇA	36
-----------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ.....	52
----------------------	-----------

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1: GO ve MGO Tayini İçin Gerekli Cihaz ve Malzemeler.....	15
Tablo 3.2: GO ve MGO Tayini İçin Kullanılan Kimyasallar	16
Tablo 3.3: Şeker Tayini İçin Gerekli Cihaz ve Malzemeler	18
Tablo 3.4: Şeker Tayini İçin Kullanılan Kimyasallar	19
Tablo 4.1: Besinlerde Analiz Edilen GO ve MGO Miktarları	23
Tablo 4.2: İçeceklerde Analiz Edilen GO ve MGO Miktarları.....	24
Tablo 4.3: Besinlerin Etiketlerinde Beyan Edilen Yağ ve Şeker İçerikleri	25
Tablo 4.4: İçeceklerin Etiketlerinde Beyan Edilen Yağ ve Şeker İçerikleri	26
Tablo 4.5: Besinlerde Analiz Edilen Şeker Bileşenleri Miktarları	27
Tablo 4.6: İçeceklerde Analiz Edilen Şeker Bileşenleri Miktarları	28
Tablo 4.7: Bazı Örneklerde Analiz Edilen Laktoz Miktarları.....	28

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: İleri Glikasyon Son Ürünleri Oluşum Mekanizması	9
Şekil 3.1: GO ve MGO'nun Standart HPLC Kromatogramı	17
Şekil 3.2: Buğday Patlağı Örneğinden Analiz Edilen GO ve MGO'nun HPLC Kromatogramı	18
Şekil 3.3: Kurutulmuş Havuç Örneğinden Analiz Edilen Fruktoz, Glikoz ve Sakkaroz Şeker Bileşenleri HPLC Kromatogramı.....	20
Şekil 3.4: Light Yoğurt Örneğinden Analiz Edilen Laktoz Şeker Bileşeni HPLC Kromatogramı	20



SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
dk	: Dakika
g	: Gram
kkal	: Kalori
kU	: Kilounit (Kilobirim)
L	: Litre
M	: Molar
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
nm	: Nanometre
ppm	: Parts per million (milyonda bir birim)
Rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikadaki devir sayısı)
v	: Hacim
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre

KISALTMALAR LİSTESİ

3-DG	: 3-deoksiglukozon
AGE	: (Advanced Glycation End Products) İleri Glikasyon Son Ürünleri
CEL	: N(ϵ)- (karboksietil) -lisin
CML	: N(ϵ)- (karboksimetil) -lisin
GO	: Glioksal
HPLC	:(High Performance Liquid Chromatography) Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
MG-H1	: N(δ)-(5-hidro-5-metil-4-imidazolon-2-il) -ornitin
MGO	: Metilglioksal
RAGE	: Gelişmiş glikasyon son ürünleri için spesifik membrana bağlı reseptör

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Son yıllarda metabolik hastalıkların gelişim riskine neden olabilecek şekilde enerji tüketimi, besin alım sıklığı ve diyet kompozisyonunda değişiklikler olmuş; 1970 yılından 2010 yılına kadar olan zaman diliminde günlük enerji alımında 505 kkal'lık bir artış olduğu görülmüştür (McCrorry, Shaw & Lee, 2016). Beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle beraber diyetle işlenmiş besinlerin, şekerin ve yağın tüketimindeki artış ile ilişkili olarak ileri glikasyon son ürünlerine (AGE) maruziyet artmaktadır (Cordain vd., 2005; Goldin, Beckman, Schmidt & Creager, 2006). AGE'ler, fruktoz ve glikoz gibi indirgeyici şekerlerin proteinler, lipidler veya nükleik asitler ile arasındaki non-enzimatik reaksiyon sonucu geri dönüşümsüz biçimde oluşan heterojen madde grubudur (Vlassara & Palace, 2002). AGE'lerin endojen ve ekzojen olmak üzere iki kaynağı bulunmakta ve AGE'ler diyetle ekzojen olarak alınmakla beraber miktarı fazla olan basit şeker içeren bir diyetten endojen olarak da üretilebildiği için, diyet en önemli in vivo AGE kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Aragno & Mastrocola, 2017). AGE'ler Maillard reaksiyonu aracılığıyla oluşmakta ve oluşumları çeşitli basamakları içermektedir. İndirgeyici bir şeker proteinlerin amino grubu ile reaksiyona girdikten sonra Schiff bazı oluşmakta ve daha sonra oluşan bu baz, Amadori ürünlerine dönüşmektedir (Sell, 1997; Yamagishi & Imaizumi, 2005). Amadori ürünleri alfa dikarbonil bileşikleri olan glioksal (GO) ve metilglioksala (MGO) dönüşür ve AGE öncülleri olan bu bileşikler proteinlerle reaksiyona girerek son ürün olarak AGE'leri oluşturmaktadır (Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010; Yamagishi & Imaizumi, 2005). Gıda ürününün görünümünü değiştirerek gıda tüketiminin artırılmasına olanak sağladığı için AGE'ler gıda endüstrisi tarafından önemli kabul edilmekte ve özellikle gıda işleme sırasında uygulanan kuru ısı, ışınlama ve iyonizasyon gibi teknikler yeni AGE'lerin oluşumuna yol açmaktadır (Cai, Zhu, Peppas, He & Vlassara, 2002; O'Brien, Morrissey & Ames, 1989; Van, 2006; Vlassara, & Uribarri, 2014). Proteinlerin glikasyonu ile Maillard reaksiyonu yaşlanma sürecinde dokularda AGE birikimini tetiklemekte bu nedenle AGE'ler, ateroskleroz, nörodejeneratif ve kronik inflamatuvar hastalıklar gibi yaşa bağlı hastalıkların patogenezinde rol oynamakla birlikte, özellikle diyabet ve insülin direnci gibi durumlarda AGE birikimi hızlanarak komorbiditelerin erken gelişmesine yol

açmaktadır (Livesey & Taylor, 2008; Yamagishi, Ueda, & Okuda, 2007; Yamagishi & Matsui, 2016). Yapılan çalışmalar sonucunda kronik hastalıkların ortaya çıkışının engellenmesi ve AGE birikiminin sınırlandırabilmesi için diyetle AGE kısıtlaması ve diyet farkındalığının önemli bir rolü olduğu bir yaklaşım olarak öne sürülmüştür (Schröter & Höhn, 2018). Özellikle son yıllarda kilo kaybının sağlanması, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların beslenme yaklaşımı için karbonhidrat içeriği düşük, protein ve yağ içeriği yüksek diyetlerin etkileri üzerinde durulmakta ancak bu diyetlerin AGE'lerin alımını önemli ölçüde artırdığı ve bu nedenle uzun vadede bazı sağlık sorunlarına neden olabileceği de düşünülmektedir (Yılmaz & Karabudak, 2016). Literatürde çeşitli besinlerin AGE içerikleri, beslenme ile ilişkili hastalıklar gibi çeşitli konularda çalışmalar bulunmakla beraber günümüzde tüketimi artan bazı diyet, diyabetik ürünler ve atıştırmalıkların ileri glikasyon son ürünlerinin öncüllerinin içerikleri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır (Golberg vd., 2004; Uribarri vd., 2010). Bu nedenle bu çalışma bazı diyet, diyabetik ürünler ve atıştırmalıkların ileri glikasyon son ürünlerinin öncüllerinin belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar neticesinde bu ürünlerin GO ve MGO içerikleri belirleneceğinden, bireyler bu ürünlere günlük diyetlerinde yer verip/vermeme tercihleri konusunda fikir sahibi olabileceklerdir.

İKİNCİ BÖLÜM

BESLENME VE İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİ

2.1.Beslenme

2.1.1.Beslenmenin Tanımı

Beslenme birçok farklı şekilde tanımlanabilse de en temel anlamı ile; büyüme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için besinlerin kullanılmasıdır (Baysal, 2014). Hastalıkların oluşumunun önlenmesi, hastalık sırasında tedavinin etkin bir şekilde yapılabilmesi, tam sağlık halinin korunabilmesi için yeterli, dengeli ve sağlıklı beslenme kilit taşıdır. Beslenme yetersizliği ve dengesizliğinin doğrudan ya da dolaylı olarak hastalıklar ile ilişkili olduğu bilindiğinden, sağlık ve beslenme konusu üzerine çok çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Beslenme besinlerin tüketilmesi süreci olduğundan, beslenmeyi etkileyen en temel değişken besin olarak karşımıza çıkmaktadır. Besinlere üretim, depolama, pişirme gibi basamaklarda uygun proseslerin uygulanmaması besin değeri kaybının yanı sıra gıdalarda zararlı birçok bileşiğin oluşumuna neden olabilir. Bu nedenle doğru beslenmenin sağlanabilmesi için besin seçiminde bilinçli davranılması gerekmektedir (Alphan, 2017; Baysal vd., 2016).

2.1.2. Yeterli ve Dengeli Beslenme

Yeterli ve dengeli beslenme sağlıklı beslenme ya da optimal beslenme gibi kavramlar ile de adlandırılmaktadır (Türkiye Beslenme Rehberi [TÜBER], 2015). Yeterli beslenme, vücudun gereksinim duyduğu enerjinin karşılanması olarak ifade edilirken; dengeli beslenme, enerjiye ek olarak gereksinim duyulan protein, vitamin, mineral gibi bütün besin öğelerinin karşılanmasıdır (Baysal, 2014). Anne karnındayken başlayıp yaşam boyu sürmesi gereken sağlıklı beslenme; büyüme, gelişme, verimlilik ve iyi hal için elzemdir. Yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanabilmesi için gereksinim duyulan enerji ve besin öğelerinin besin maddeleri ile vücuda alınması gerekmektedir (TÜBER, 2015). Besin öğeleri temel olarak; proteinler, yağlar, karbonhidratlar, mineraller, vitaminler ve sudur. Her bir besin öğesinin hayati fonksiyonların devamlılığının sağlanması ile ilgili görevleri bulunmaktadır (Baysal, 2014).

Gereksinim duyulan bu bileşenler; 1) Süt ve ürünleri grubu, 2) Et, yumurta, kurubaklagiller ve yağlı tohumlar grubu, 3) Ekmek ve tahıl grubu, 4) Sebze grubu 5) Meyve grubu olmak üzere çeşitli besin grupları ile karşılanmaktadır. Bu gruplara ek olarak yağ ve şeker grubu da bulunmaktadır. Yağ tüketiminde günlük yağ alım miktarı türü ve bu türler arasındaki oran önemlidir (TÜBER, 2015). Yağlar içerdikleri yağ asitlerinin özelliklerine göre doymuş ve doymamış yağlar olarak ikiye ayrılmakta ve doymuş yağların yağ asitlerinin karbon zincirleri arasında çift bağ bulunmazken doymamış yağların yağ asitlerinin karbon zincirleri arasında çift bağ bulunmaktadır. Doymamış yağ asitleri omega 3, omega 6 ve omega 9 olarak sınıflandırılmaktadır. Doymuş yağ alımının sınırlandırılması önerilmekte iken çoklu doymamış yağların beslenmede yerine önem verilmelidir (Alphan, 2017). Günlük beslenmede doğal ve ilave olarak iki tür şeklinde bulunan şekerin tüketim miktarı önemlidir. Özellikle ilave şeker içeren besinlerin tüketimleri sınırlandırılması ve basit şeker tüketiminin azaltılması önerilmektedir. Tüm bu besin gruplarına ek olarak vücut fonksiyonlarının yerine getirilmesinde önemli bir rolü olan su tüketiminin yeterli bir şekilde sağlanması gerekir. Enerji ve besin öğelerinin karşılanması besin grupları ve besinler içerisinde çeşitlilik sağlanması ile mümkündür (TÜBER, 2015).

TÜBER 2015'e göre günlük enerjinin %45-60'ının karbonhidratlardan, %20-35'inin yağlardan ve %10-20' sinin ise proteinlerden gelmesi önerilir. Şeker tüketimi günlük enerji miktarının %10' unu geçmemeli ve trans yağ asidi alımının ise enerjinin %1'inden az olması önerilmektedir.

2.1.3. Beslenmede Diyet, Diyabetik ve Atıstırmalık Ürünlerin Yeri

Zaman içerisinde insanların yaşam tarzı ve beslenme alışkanlıklarında önemli değişiklikler olmuş ve bu durum kalori alımı ve enerji harcaması arasındaki dengesizlik sonucu fazla kilo ve obezite ile ilişkilendirilmiştir (Di Daniele, 2019). 1975 yılından 2016 yılına kadar obezitenin yaklaşık üç katına çıktığı ve 2019 yılında beş yaşın altındaki 38 milyon çocuğun fazla kilolu veya obez olduğu tespit edilmiştir (World Health Organization [WHO], 2021). Çocukluk döneminde sergilenen yeme alışkanlıklarının yetişkinlik dönemine kadar devam etmeye eğilimli olduğu düşünüldüğünden obezite önemli bir küresel halk sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmaktadır (Kaikkonen vd., 2013; Serdula vd., 1993). Ek olarak fazla kilo ve

obezitenin tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik dejeneratif bulaşıcı olmayan hastalıklar için önemli bir risk faktörü olduğu da unutulmamalıdır (Di Daniele vd., 2017).

Gıda büyüme ve gelişmeyi sağlayan bir enerji ve besin ögesi kaynağı olmakla beraber, vücut fonksiyonlarını etkileyen ve çeşitli hastalıkları önlemeye yardımcı olabilecek bir faktör olarak düşünülmektedir (Di Renzo vd., 2019). Tek bir besinin sağlık ile olan ilişkisini tahmin etmek bütünün içerisinde küçük bir parçayı temsil ettiği için zordur ve gıdalar kombinasyon halinde tüketildiğinden ürünlerin bir aradayken etkileri farklı olabilmektedir (Hu vd., 2000; Kant, 2004). Bireyler beslenme davranışlarını sergilerken yiyecekleri öğünlerde ya da atıştırmalıklarda bir araya getirmeyi tercih ettikleri için öğün ve atıştırmalıklarda bazı özellikler olmalıdır (de Oliveira Santos, Fisberg, Marchioni & Baltar, 2015; Murakami, 2017).

Atıştırmalıklar enerji dengesi üzerinde değişiklik yapacak büyük bir etkisi olmadan ve atıştırmalık ürünün özelliği; lif ve su içeriği yüksek, yağ ve şeker içeriği düşük olacak şekilde, günlük beslenmede belirli miktarda yer almalıdır (Garipağaoğlu & Yoldaş, 2019).

Günümüzde günlük enerjinin önemli bir bölümünün atıştırmalıklar tarafından karşılandığı bilirse de atıştırma davranışı tam olarak açıklanamamış, atıştırmalık kavramının net bir tanımı yapılamamış ancak farklı şekillerde açıklanabilmektedir. (Hess, Rao & Slavin, 2017; Hess, Jonnalagadda, & Slavin, 2016; Johnson & Anderson, 2010). Atıştırmalıklar, yemek yeme olayının günün saati, tüketimi yapılan yiyeceğin türü ve miktarı ya da bu değişkenlerin birleşimi olarak tanımlanabilir (Hess vd., 2016). Gün içerisinde atıştırmalık tüketmek fazla kilolu olma ve sağlıklı kilo korumayı teşvik etme ile ilişkilendirilebildiği gibi atıştırma tüketimi ve kilo değişimi arasında bir ilişkinin olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Field vd., 2004; Hess vd., 2016; Miller, Benelam, Stanner & Buttriss, 2013). Atıştırmanın fazla kilo ile olan ilişkisinin temel olarak atıştırmalık seçiminden kaynaklandığı gösterilmektedir (Barnes, French, Harnack, Mitchell & Wolfson, 2015; O'Connor, Brage, Griffin, Wareham & Forouhi, 2015). Bu nedenle tüketilen atıştırmalığın besin kompozisyonu önemli olmaktadır.

Sağlıklı atıştırmalık olarak adlandırılan atıştırmalıklar; trans yağ başta olmak üzere yağ içeriği düşük, ilave şeker ve tuz açısından fakir, koruyucu ve yapay renklendirici gibi gıda katkı maddelerini içermeyen, vitamin, mineral ve lif içeriği yüksek olan

besinlerdir. Sağlıklı atıştırılabilirlik olarak tanımlanan bir ürünün 1 porsiyondaki besin içeriği; 9 gramın üzerinde yağ, 2 gramın üzerinde doymuş yağ, 15 gramın üzerinde şeker içermemeli ve sağladığı enerji 100-200 kalori arasında olmalıdır (Garipağaoğlu & Yoldaş, 2019). Ayrıca, atıştırma diyet kalitesinin iyileştirilmesi ve mikro besin alımının sağlanması gibi değişkenlerle ilişkilendirilmiştir (Nicklas, O'Neil & Fulgoni, 2014; Zizza & Xu, 2012).

Atıştırılabilirlik yiyecekler arasında tuzlu atıştırılabilirlikler, tatlılar, meyveler, şekerlemeler, süt ürünleri, şekerli içecekler yer alırken, bireylerin atıştırılabilirlik yiyecek tercihleri dünya genelinde birçok yerde benzer özellikler gösterir (Hess vd., 2016). Günümüzde atıştırılabilirliklerin yanı sıra şeker tüketiminin günlük beslenmede oranı fazla olup, bu tüketim gün geçtikçe artış göstermektedir (Lustig, Schmidt & Brindis, 2012). Şeker ilaveli gıda tüketiminin artması bireylerde obezite, insülin direnci, karaciğer hastalıkları gibi sağlık sorunlarının oluşumunda etkili bir faktör olarak bildirilmektedir (Malik, Pan, Willett & Hu, 2013; Moore & Fielding, 2016). TÜBER 2015' de yer alan önerilerde, şekerden gelen enerji günlük enerjinin %10'unu geçmemesi, tercihen %5'in altında olması ve her yaş grubu için şeker ve şeker içeren ürünlerin tüketiminin sınırlandırılması gerektiği yer almaktadır. Özellikle diyabetli bireylerde şeker tüketiminin yüksek olması bireylerin glisemik kontrolünü olumsuz yönde etkilemektedir (Yu vd., 2014). Diyabetli bireylerde kan şekeri regülasyonu önemli bir değişken olmakla birlikte kan şekerini kontrol altında tutmak için diyet değişikliklerine gidilmekte ve bireyler daha az kalori içermeleri sebebi ile tatlandırıcıları tercih edebilmektedir (Purohit & Mishra, 2018). Serbest şeker tüketiminin hastalıklar ile olan mevcut ilişkisi diyabetli bireyler ve kilo kaybetmeyi hedefleyen kişilerin şeker yerine tatlandırıcıya yönelmesine neden olmuştur. Tatlandırıcılar tatlandırma gücü olan ve şeker alternatif olarak kullanılan glisemik indeks ve kalori değerleri düşük olan maddelerdir (İşgören & Sungur, 2019). Gıda endüstrisinde yapay tatlandırıcılar ürünlerde istenilen tada ulaşmak için 'şekersiz' veya 'diyet' adı altındaki yoğurt, tatlı içecekler, sakız, puding, süt ürünleri, çikolata gibi besinlerde kullanılmaktadır (Ural & Alphan, 2019).

Atıştırılabilirlikler arasında yer alan kalorili içeceklerin tüketimi de zaman içerisinde artış göstermiştir. Özellikle Meksika, Brezilya, Çin gibi ülkelerde içecekler popüler atıştırılabilirlikler arasında yer almaktadır (Duffey, Pereira & Popkin, 2013; Duffey, Rivera & Popkin, 2014; Wang, Zhai, Zhang & Popkin, 2012). Son yıllarda tüketici

alışkanlıkları ve beklentilerinin değişmesiyle birlikte özellikle tatlı ve şeker yerine daha besleyici, işlevsel ve enerji verici yiyecekleri tüketme eğilimi sonucu, içeriğinde farklı ürünlerin yer aldığı çeşitli bar türleri ortaya çıkmıştır (Boustani & Mitchell, 1990; Izzo & Niness, 2001; Katz, 1999). Özellikle protein ve tahıl barları tüketim ve taşıma kolaylığı, pratikliği ile öne çıkan bir atıştırılabilirlik olmuş ve zaman içerisinde tüketimleri yaygın hale gelmiştir (Suhem, Matan, Matan, Danworaphong & Aewsiri, 2015; Rawat & Darappa, 2015).

Atıştırılabilirlik ürün tüketimi incelendiğinde; Amerika'da 2 yaşın üzerindeki çoğu kişinin günde en az bir atıştırılabilirlik ürün tükettiği ve bunun yanı sıra günlük enerjilerinin yaklaşık dörtte birini atıştırılabilirliklerden sağladıkları görülmüştür (McGuire, 2016; Piernas & Popkin, 2010). Türkiye'de diyabetli bireylerde tatlandırıcı ve diyabetik ürün kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada, katılım gösteren diyabetli bireylerin en fazla diyet bisküvi/kraker (%17,2), diyet içecek (%13,4), light meyveli yoğurt (%11,9) tüketmeyi tercih ettikleri görülmüştür (Ural & Alphan, 2019). Düşük kalorili (light) gıda kullanan tüketicileri kullanım sıklığına göre ayırma üzerine 347 katılımcı ile yapılan bir çalışmada ise diyet gıda ürünleri arasında tüketim sıklığı değerlendirildiğinde bisküvi (%37,4), içecekler (%34,7) ve kepek ekmeği (%27,8) sıklıkla tercih edilen ürünler arasında yer almaktadır (Yılmaz & Ünal, 2007). Beslenme ve diyet danışmanlığına başvuran bireylerin diyet gıda ürünleri ile ilgili görüşlerinin incelenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; katılımcıların diyet gıda ürünlerini kullanma sıklıkları incelendiğinde en sık tüketilen diyet gıda ürünleri arasında tahıllı diyet ekmeği (%40), düşük kalorili besinler (%24), diyet lifi içeriği artırılmış besinler, diyet bisküviler, krakerler (%20) gibi ürünler yer almıştır (Arancıoğlu, Maviş & Aldemir, 2018).

2.2. İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE)

2.2.1. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Tanımı

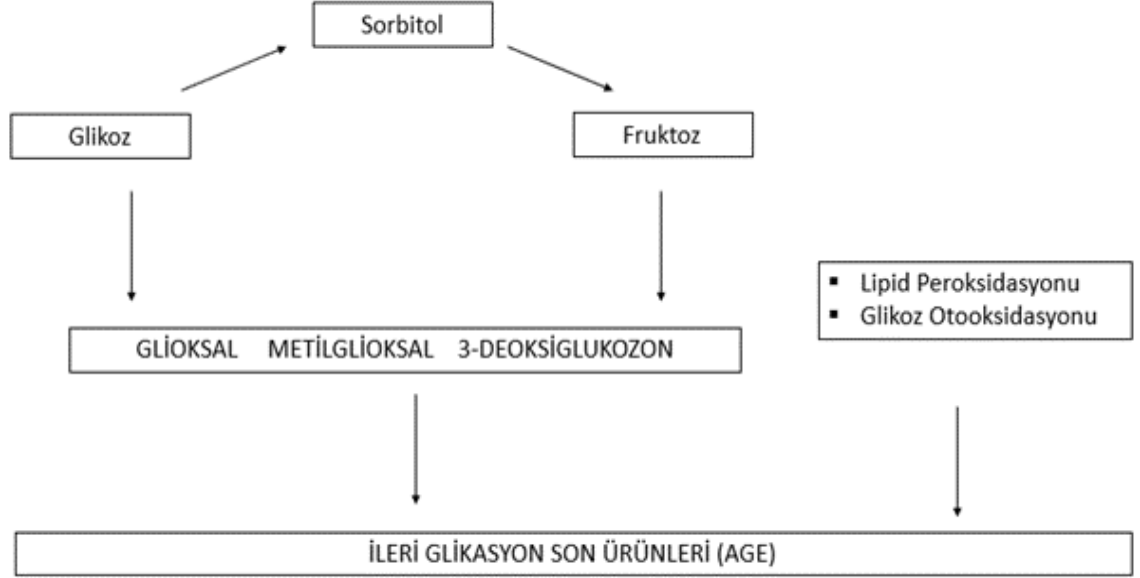
İlk olarak 1912 yılında yiyecek ve içeceklerde Maillard reaksiyonu olarak adlandırılan esmerleşme etkisi ile tanımlanan AGE'ler indirgeyici şekerler ile proteinler, lipidler ve nükleik asitler arasındaki enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucunda oluşan biyolojik aktif bileşikler grubudur (Maillard, 1912; Singh, Barden, Mori & Beilin, 2001). AGE'ler oksidatif stres, yaşlanma gibi süreçler nedeniyle vücutta normal

metabolizmanın bir parçası olarak endojen üretilebilmenin yanı sıra Maillard reaksiyonu gibi gıdanın işlenmesi sırasında ekzojen olarak da oluşabilir (Chuang, Yu, Fang, Uribarri & He, 2007). Vücutta AGE birikiminin çeşitli hastalıkların oluşumu ve diyabetik renal, nörolojik, retinal ve vasküler komplikasyonların patogenezinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Aso, Inukai, Tayama & Takemura, 2000).

2.2.2. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Oluşum Mekanizması

Ekzojen olarak oluşan AGE'ler fizyolojik olarak oluşan AGE'lere kıyasla yapı olarak daha karmaşık olmakla birlikte dolaşıma girdiğinde ayırt edilemez hale geldiğinden ekzojen ya da endojen olup olmadıkları izlenememektedir (Guilbaud, Niquet-Leridon, Boulanger & Tessier, 2016; Uribarri & He, 2015). Özellikle diyabette artmış olan karbonil stres sonucunda AGE'ler endojen olarak oluşmaktadır (Baynes & Thorpe, 1999). AGE'lerin Maillard reaksiyonu sonucu oluşumu ise çeşitli basamakları içermektedir. İlk olarak indirgen şekerlerin karbonil grupları ile protein, nükleik asit ve lipidler üzerindeki amin grupları arasında bir reaksiyon gerçekleşir. Bu reaksiyon sonucu Schiff bazı olarak adlandırılan kararsız bir bileşik oluşur. Daha sonra, Schiff bazı Amadori ürünleri olarak bilinen daha kararlı bileşikleri oluşturmak için yeniden düzenlemeye tutulur. Amadori ürünleri, 3-deoksiglukozon (3-DG), glioksal ve metilglioksal dahil olmak üzere oldukça reaktif karbonil türleri oluşturmak için dehidrasyona ve yeniden düzenlemeye uğrar (Gerrard, 2005). Zaman içerisinde bu dikarbonil bileşikleri geri dönüşümsüz bir şekilde AGE'leri oluşturur (Lapolla, Traldi & Fedele, 2005). Maillard reaksiyonun yanı sıra glikoz otooksidasyonu, lipidlerin dikarbonillere peroksidasyonu gibi yollarla AGE'ler oluşabilir (Uribarri & Tuttle, 2006). AGE'lerin oluşumu için tanımlanmış diğer bir mekanizma ise polyol yoludur. Glikoz aldoz redüktaz enzimi tarafından sorbitole ve ardından sorbitol dehidrojenazın etkisiyle fruktoza dönüştürülür. Daha sonra fruktoz metabolitleri (fruktoz 3-fosfat olarak) α -oksaldehitler olarak da adlandırdığımız glioksal, metilglioksal ve 3-deoksiglukozon'a dönüştürülerek AGE oluşturabilir (Lorenzi, 2007) (Şekil 2.1.). AGE'lerin Maillard reaksiyonu, glikoz oksidasyonu, lipid peroksidasyonu gibi oluşum yolları düşünüldüğünde kimyasal yapılarının çok çeşitli olması beklenebilir (Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010). Bu durum ile ilişkili olarak, günümüze kadar 40'in üzerinde AGE tanımlanmıştır (Liang, Chen, Li, Li & Yang, 2020; Nursten,

2005). AGE bileşiklerine örnek olarak N(ϵ)-karboksimetil-lisin (CML), N(ϵ) - karboksietil-lisin (CEL), pentosidin ve pirralin verilebilir (Chaudhuri vd., 2018).



Şekil 2.1: İleri Glikasyon Son Ürünleri Oluşum Mekanizması

Kaynak: Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010; Singh vd., 2001

2.2.3. Gıdalarda İleri Glikasyon Son Ürünleri

AGE içeriği yüksek yiyecek tüketimi ile kişilerdeki oksidatif stres, inflamasyon ve kardiyovasküler risk arasında bir ilişki olduğu yapılan çalışmalar sonucunda gösterilmiştir (Baye, Kiriakova, Uribarri, Moran & De Courten, 2017; Clarke, Dordevic, Tan, Ryan & Coughlan, 2016). Bu nedenle birçok farklı türde gıda maddesinde AGE içeriklerini karşılaştırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Assar, Moloney, Lima, Magee & Ames, 2009; Goldberg vd., 2004; Hull, Woodside, Ames & Cuskelly, 2012; Scheijen vd., 2016; Uribarri vd., 2010).

Scheijen ve ark. (2016), 190 gıda maddesinin CML, CEL ve N(δ)-(5-hidro-5-metil-4-imidazol-2-il) -ornitin (MG-H1) içeriklerini analiz etmiş ve elde edilen sonuçlara göre ısıyla işlenmiş kuru yemiş ve tahıllar en yüksek CML değerlerine sahipken, meyve, sebze, tereyağı ve kahvede bu değer düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, Uribarri ve ark. (2010), 549 gıda ürününde CML düzeylerini araştırmış ve en

yüksek CML içeriğinin yüksek yağlı hayvansal gıdalarda ve en düşük CML içeriğinin karbonhidrat bakımından zengin gıdalarda olduğunu gözlemlemiştir. Meyveler, sebzeler, süt ve tam tahıllar gibi karbonhidrat bakımından zengin gıdaların AGE içeriği düşük iken, hayvansal kaynaklı, yağ ve protein bakımından zengin yiyeceklerin AGE içeriği daha yüksek bulunmuştur. Analiz edilen ürünler en yüksek AGE içeriğinden en düşük AGE içeriğine göre sırasıyla sığır eti ve peynir, kümes hayvanları, balık ve yumurta şeklindedir (Uribarri vd., 2010).

MGO ve GO gibi AGE öncülü bileşiklerin de çeşitli gıdalar üzerinde analizi yapılmıştır. Bir çalışmada, yüksek fruktozlu mısır şurubu içeren ürünlerin diyet içeceklere kıyasla daha fazla MGO içerdiği analiz edilmiştir (Tan, Wang, Lo, Sang & Ho, 2008). Ancak bu çalışmadan farklı olarak Uribarri ve ark. (2010) çalışmasında aynı içeceğin diyet ve normal versiyonları karşılaştırıldığında diyet içeceğin yüksek, normal içeceğin düşük miktarda MGO içerdiği ve hem normal hem diyet ürünün düşük miktarda CML içerdiği saptanmıştır.

Gıdaların GO ve MGO içeriklerinin belirlendiği başka bir çalışmada cips ve kraker gibi yağ içeriği fazla ve yüksek ısı işlem gören atıştırmalık ürünlerin daha yüksek miktarda AGE öncülleri içerdikleri; düşük yağ içeriğine sahip olan kahvaltılık tahılların daha düşük miktarda AGE öncülü içeriklerine sahip olduğu bulunmuştur (Cengiz, Kişmiroğlu, Cebi, Catak & Yaman, 2020).

2.2.4. Gıdalarda İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Oluşumunu Etkileyen Etmenler

Gıda bileşenlerinin şeker, protein, yağ, su gibi farklı içerikleri, saklama sıcaklığı, saklama süresi gibi gıda saklama koşullarının ve buharda pişirme, kavurma gibi gıda işleme yöntemlerinin AGE oluşumunu etkilediği söylenmektedir (Wei, Liu & Sun, 2018). Gıdalarda AGE oluşumu ile ilişkili olan iç ve dış faktörler olmak üzere iki değişken bulunmaktadır. İç faktörler reaktif bileşiklerin türlerini diğer bir deyişle karbonilleri ve aminleri içerir. Lizin ve arginin bakımından yüksek gıdalar ve belirli miktarlarda serbest amino asit içeren ürünler AGE oluşturmaya eğilimlidir (Zhang, Wang & Fu, 2020). AGE'ler indirgen şekerlerin tepkimeye girmesi sonucu oluştuğundan monosakkaritler, indirgeyici disakkaritler, oligo ve polisakkaritler AGE oluşumuna katılabilir (Zamora & Hidalgo, 2005). Isıtma işlemi gerçekleştirildikten

sonra sakkaritler dikarbonil bileşikleri olarak adlandırılan 3-DG ve MGO gibi bileşiklere indirgenebilir (Degen, Hellwig & Henle, 2012).

Proteinler ve karboniller dışında, lipid peroksidasyonu sonucunda da dikarbonil türevleri üretildiğinden yağ içeriği yüksek gıdaların, düşük yağlı türlerine kıyasla daha yüksek CML içeriğine sahip olduğu gösterilmiştir. Peynir çeşitlerinin analizinin de yapıldığı bir çalışmada yüksek yağ ve nem içeriğine sahip peynirlerin daha düşük yağ içeren peynirlere kıyasla daha yüksek AGE içerdiği bulunmuştur (Uribarri vd., 2010).

Isı önemli bir değişken olarak karşımıza çıkmakta ve kuru ısıtma yöntemleri nemli ısıtma yöntemlerine kıyasla AGE oluşumunu teşvik etmeye meyillidir (Sharma, Kaur, Thind, Singh & Raina, 2015; Trevisan, de Almeida Lima, Sampaio, Soares & Bastos, 2016; Uribarri vd., 2010). Besinlerin pişirilme işleminin dikkate alındığı bir çalışma sonucunda, gıdalara kuru ısı uygulanmasının, ısı uygulanmamış pişmemiş haline kıyasla daha fazla yeni AGE oluşturduğu gösterilmiştir (Uribarri vd., 2010).

Maillard reaksiyonu üzerinde etkili olan reaksiyon süresi, işlem sıcaklığı, reaktan konsantrasyonu, su mevcudiyeti ve pH'ın da AGE oluşumunu etkilediği söylenebilir (Goldberg vd., 2004). Maillard reaksiyonunun amino gruplarının asidik koşullarda protonlanması gibi çeşitli mekanizmalar nedeniyle asidik çözeltilerde daha yavaş gerçekleştiği, pH değerinin yükseldikçe reaksiyon hızının çoğunlukla arttığı bilinmektedir (Sharma vd., 2015; Uribarri vd., 2010; Yılmaz ve Karabudak, 2016). Ayrıca, Amadori ürünlerinin bozulması demir ve bakır gibi geçiş metalleri varlığında hızlanmaktadır (Poulsen vd., 2013).

2.2.5. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Metabolizması

Diyet kaynaklı AGE'lerin metabolizmadaki süreçleri hakkındaki veriler sınırlıdır. Gün bazında düşünüldüğünde bir bireyin yaklaşık 1200 mg/gün Amadori ürünlerini ve 75 mg/gün kadar AGE'yi çeşitli yiyecek ve sıvılarla tükettiği tahmin edilmektedir (Henle, 2003). Yapılan çalışmalarda diyet kaynaklı AGE'lerin dolaşımdaki AGE'lerin önemli bir kaynağı olduğu ve vücut AGE havuzuna katkıda bulunduğu gösterilmiştir (He, Sabol, Mitsuhashi & Vlassara, 1999; Koschinsky vd., 1997; Uribarri vd., 2003). Proteinlerin sindirilmesindeki ilk basamağı proteolitik sindirim oluşturmaktadır. Ancak proteinlerin AGE'ler tarafından modifikasyonu, proteinlerin emiliminin ve

sindiriminin engellenmesine neden olabilmektedir (Hellwig vd., 2014; Snelson & Coughlan, 2019). Ekzojen kaynaklı AGE'lerin %10-30'u bağırsakta emilip dolaşıma girerken, diyet AGE'ler içerisinde emilim oranı yüksek olanlar pırralin ve pentosidindir (Koschinsky vd., 1997; Münch vd., 1999). Serbest tek aminoasitler, düşük moleküler ağırlıklı peptitler veya yüksek moleküler ağırlıklı bileşikler absorbe edilen AGE'lerin çoğunluğunu oluşturur (Snelson & Coughlan, 2019). AGE'lerin emilim oranı moleküler ağırlıklarına göre farklılık gösterir. Düşük moleküler ağırlıklı AGE'lerin emilimi, dönüştürülebilirliği ve atılımı daha hızlı olurken, yüksek moleküler ağırlıklı AGE'ler yetersiz parçalanma sonucu daha yavaş emilir (Chen, Lin, Bu & Zhang, 2018). AGE türlerinin emilim yolları da farklılık göstermektedir. Örneğin CML genellikle basit difüzyonla emilirken; pırralin, peptid taşınması yoluyla bir dipeptid olarak intestinal epitelde emilir (Delgado-Andrade, 2016; Grunwald, Krause, Bruch, Henle & Brandsch, 2006).

2.2.6. İleri Glikasyon Son Ürünlerinin Hastalıklar ile İlişkisi

AGE tüketimi ile kronik hastalıkların gelişimi arasında bir ilişki olduğu, artan AGE tüketiminin kronik hastalıkların gelişimi için bir etken olduğu yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda görülmüştür (Clarke vd., 2016; Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010). AGE'ler vücutta birikebilir ve birikmesi sonucu reseptörlerden bağımsız olarak bazal membrandaki moleküller arasında çapraz bağlar oluşturarak veya reseptörlerle etkileşerek proinflamatuvar ve profibrotik yolların aktivasyonunu gerçekleştirebilir (Goldin vd., 2006). Özellikle böbrek fonksiyon bozukluğu olan kişilerde idrar ile AGE atılımının azalması vücutta daha fazla AGE birikimine yol açabilmenin yanında bu durum tüm AGE'ler için söylenememektedir (Coughlan vd., 2011; Schwenger vd., 2006; Vlassara, Uribarri, Cai & Striker, 2008). Çapraz bağlanmanın bir proteinin yapısal ve fonksiyonel özelliklerini değiştirebildiği gibi doku yapısını ve işlevini önemli ölçüde etkileyebileceği de gösterilmiştir (Gautieri vd., 2017; Monnier, Glomb, Elgawish & Sell, 1996; Sims, Rasmussen, Oxlund & Bailey, 1996). Ek olarak reseptöre bağımlı olmaksızın damar duvarında bulunan AGE eklentileri, nitrik oksit aracılı vazodilatasyonu doğrudan inaktive edebilir (Bucala, Tracey & Cerami, 1991).

AGE'lerin vücut için zararlı olan bu etkileri gelişmiş glikasyon son ürünleri için spesifik membrana bağlı reseptör (RAGE) aracılığıyla inflamatuvar ve oksidatif stres yollarını aktive etmelerinden kaynaklıdır (Basta vd., 2002; Gao, Zhang, Schmidt & Zhang, 2008). AGE'lere fazla miktarlarda sürekli olarak maruz kalmanın; tip1 diyabet, tip 2 diyabet, alerji, alkolsüz steatohepatit, böbrek rahatsızlıkları, kanserler gibi bağışıklık hücresi aktivasyonu ve inflamasyon ile ilişkili çeşitli kronik durumların ortaya çıkması ve ilerlemesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Kellow & Coughlan, 2015).

AGE'lerin çeşitli vasküler komplikasyonlara yol açtığı ve kalp, böbrek gibi organlarda hasara neden olduğu bilinmektedir (Chaudhuri vd., 2018). AGE'ler diyabetli bireylerde hiperglisemi durumunda oluşabilmenin yanı sıra kronik böbrek hastalığı gibi oksidatif stresin yüksek olduğu hastalıklara sahip bireylerde de oluşabilmektedir. Kronik böbrek yetersizliğinde AGE'lerin artan oluşumu ve azalmış böbrek klirensinden dolayı dolaşımdaki seviyeleri yüksek olmakta ve bireylerde AGE birikimi söz konusu olmaktadır (Stinghen, Massy, Vlassara, Striker & Boullier, 2016). Bireylerdeki bu birikimin kaynakları; inflamasyon, oksidatif stres ve diyetir (Park vd., 1998; Vlassara vd., 1992). Kronik böbrek hastalığına sahip kişilerde AGE'ler ilk olarak endotelial disfonksiyon daha sonra kardiyovasküler hastalığın yüksek prevalansı ile ilişkilidir (Linden vd., 2008).

Kronik böbrek hastalarında oksidan/antioksidan kapasite arasındaki dengesizlik gibi birçok mekanizma sonucu sentezi artan ve biriken AGE'ler, kronik böbrek hastalığının ilerlemesi ve hastalık ile ilişkili komplikasyonları; reaktif oksijen türleri oluşumunu artırma, inflamasyonu indükleme ve fibrozu artırma yolları ile etkileyebilmektedir. Oluşan bu değişikliklerin kronik böbrek hastalarında kasın kütle ve fonksiyon kaybı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Dozio, Vettoretti, Lungarella, Messa & Corsi Romanelli, 2021).

Diyabette uzun süreli hiperglisemi varlığında mevcut olan yüksek glikoz, glikasyon yoluyla plazma proteinleri ile bağ oluşturur. AGE'ler proteinlere ek olarak lipidler ve nükleik asitler ile de hücre içi ve dışı çapraz bağlar oluşturarak diyabetik komplikasyonların oluşumunda etkili olurlar (Singh, Bali, Singh & Jaggi, 2014). Yapılan çalışmalarda diyabetik hastalarda mevcut artmış AGE düzeyleri ile arteriyel duvar sertliği, aritmiler, sistolik ve diastolik disfonksiyon gibi kardiyovasküler

olaylar arasında bir ilişki olduğu gösterilmektedir (Fishman, Sonmez, Basman, Singh & Poretsky, 2018). Çift kör, randomize çapraz bir çalışmada ise AGE oranı düşük bir diyetin insülin duyarlılığını artırma yoluyla tip 2 diyabet riskini azaltabileceği sonucuna varılmıştır (De Courten vd., 2016).

Progresif nörodejeneratif bir hastalık olan Parkinson substantia nigra pars compacta'da nöronal hücre kaybı ile karakterize olup, ağırlıklı olarak α -sinüklein olmak üzere nörofilaman proteinleri içeren Lewy cisimcikleri gibi hücre içi proteinli inklüzyonların birikimi hastalığın patolojik özelliği olarak bilinmektedir (Li, Liu, Sun, Lu & Zhang, 2012). Hücre içi AGE birikiminden içerisinde beynin de bulunduğu çeşitli dokular etkilenmektedir. Yapılan çalışmalara göre AGE'lerin α -sinüklein kümelenmesini ve Lewy cisimciklerinin oluşumunu artırarak Parkinson hastalığının patogenezinde rol aldığı söylenebilir (Li vd., 2012; Rowan, Bejarano & Taylor, 2018).

Yaşlı bireylerde yaygın olarak görülen bir demans türü olan Alzheimer hastalığı ile AGE'ler arasındaki ilişki incelendiğinde, beyindeki bazı glial hücrelerde AGE birikimi gösterilmiştir. Ek olarak nörofibriler yumaklar Alzheimer hastalığının birincil belirteci olarak bilinmekte ve AGE'lerin, nörofibriler yumakların oluşumuna ve toksisitesine katkıda bulunduğu bildirilmektedir (Li vd., 2012).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Aralık 2020’de İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi AR-GE laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 43 adet diyet-diyabetik-atıştırmalık ürünün AGE öncülleri içerikleri ve şeker bileşenleri analiz edilmiştir. Ürünlerin AGE öncülleri içerikleri ve şeker bileşenleri Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan örnekler İstanbul’daki farklı marketlerden satın alınan; meyve/tahıl barları (10), içecekler (8), bisküvi (5), diyabetik ürünler (3), süt ürünleri (4), kraker (3), ballı ezme (2), kurutulmuş sebze (2) ve diğer (6) ürünleri içermektedir.

Çalışmada kullanılan malzemeler, kimyasallar ve metotlar aşağıda yer almaktadır.

3.1. Gliksal ve Metilgliksal Tayini

3.1.1. Analizde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler Listesi

GO ve MGO tayini için gerekli olan cihaz ve malzemelerin listesi Tablo 3.1.’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: GO ve MGO Tayini İçin Gerekli Cihaz ve Malzemeler

Cihaz ve Malzemeler	Marka
Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC)	UFLC-Shimadzu
Kolon	Inertsil ODS-3
Analitik terazi ($\pm 0,0001$ g hassasiyette)	Radwag – AS 220.R2
Manyetik karıştırıcı	Isolab
Etüv ($130\pm 3^{\circ}\text{C}$ ’ye ayarlanabilen)	Memmert
Ultra turrax	IKA
Santrifüj	Hitachi CR22N
pH metre	HANNA HI/2211PH/ORP Meter
Ultrasonik su banyosu	Selecta ultrasons H-D
Çeşitli cam malzemeler	Isolab
Otomatik pipet	Isolab
Cam tüpler	Isolab
Analiz şişeleri (50 ml’lik ağzı kapaklı)	Isolab
Vorteks	Volteks mxer velp zx3
0, 45 μm CA filtre	Chromafil CA-45/25
HPLC vialleri	Isolab

3.1.2. Analizde Kullanılan Kimyasallar

GO ve MGO tayini için kullanılan kimyasalların listesi Tablo 3.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: GO ve MGO Tayini İçin Kullanılan Kimyasallar

Kimyasal	Marka
Metanol	Sigma – Aldrich
Hidroklorik asit	Sigma – Aldrich
Asetonitril	Sigma – Aldrich
Etanol	Sigma – Aldrich
Glioksal	Sigma – Aldrich
Metilglioksal	Sigma – Aldrich
4-nitro-1,2-Fenilendiamin	Sigma – Aldrich
Sodyum asetat	Sigma – Aldrich

3.1.3. Çözeltilerin Hazırlanması

Sodyum Asetat Tampon (0,5 M) :41,01 g olacak şekilde sodyum asetat hassas terazi ile tartıldı. 1L'lik balonjoje içerisine ölçülen sodyum asetat eklendikten sonra hacmi deiyonize su ile tamamlandı. Asetik asit kullanılarak pH metre ile pH'ı 3'e ayarlandı.

4-Nitro-1,2-Fenildiamin Çözeltisi: 50 mg olacak şekilde 4-Nitro-1,2-Fenildiamin tartıldı. 100 mL metanol ile balonjojede çözdürüldü.

Hidroklorik Asit Çözeltisi (0,1 N):8,28 ml olacak şekilde ölçülen hidroklorik asit 1L'lik balonjoje içerisine konduktan sonra hacmi deiyonize su ile tamamlandı.

3.1.4. Standartın Hazırlanması

Stok standart çözelti hazırlamak için; GO ve MGO 0,1 mL olacak şekilde 100 mL'lik balonjoje içerisine alındı ve hacmi metanol ile tamamlandı. Hazırlanan stok standart çözeltiden gerekli seyreltmeler yapılarak 2 ppm hazırlandı ve HPLC'ye verildi.

3.1.5. Örneğin Hazırlanması

Homojenleştirilmiş her numune 5 g olacak şekilde, 50 mL'lik bir falkon tüpüne tartıldı ve üzerine 25 mL metanol ilave edildi. Daha sonra numune 5 dakika vortekslendi ve 8000 rpm'de 5 dakika santrifüjlendi. Ardından 10 mL'lik bir cam tüpe 1 mL CH₃COONa tamponu (0.1 M, pH: 3) ile 1 mL sıvı numune eklendi. Daha sonra 0.5 mL türevlendirme çözeltisi (metanol içinde %1'lik 4-nitro-1,2-fenilendiamin) eklendi ve karışım 70 ° C'de 20 dakika su banyosuna konuldu. Son olarak numuneler, 0.45

um'lik bir selüloz asetat filtresi kullanılarak süzüldü, viallendi ve HPLC'ye enjekte edildi.

3.1.6. HPLC Koşulları

Ürünlerin GO ve MGO analizinin HPLC kullanılarak yapılması için; Mahar ve ark. (2010) tarafından açıklanan HPLC koşulları çeşitli değişiklikler uygulandıktan sonra kullanıldı.

Dedektör: Floresans dedektör

Mobil faz: metanol: su: asetonitril (42: 56: 2, v / v / v)

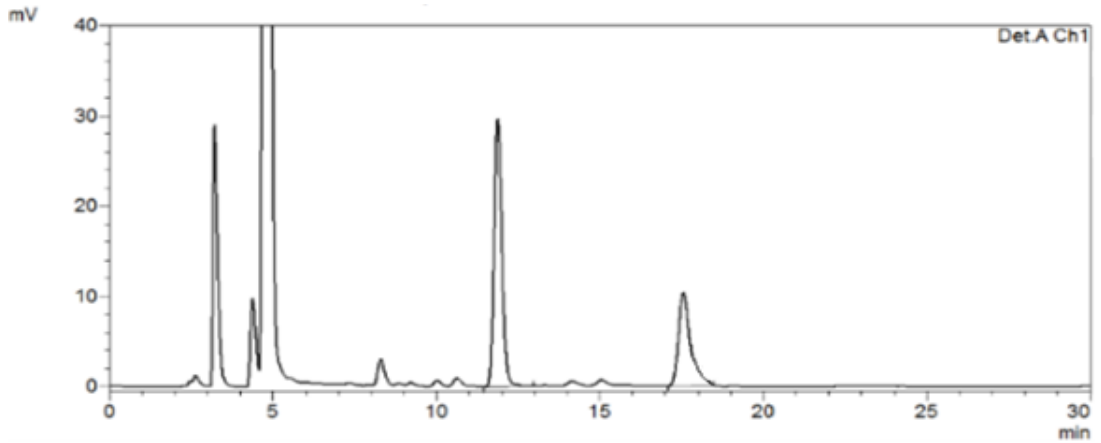
Dalga boyu: 255 nm

Akış hızı: 1 mL / dk

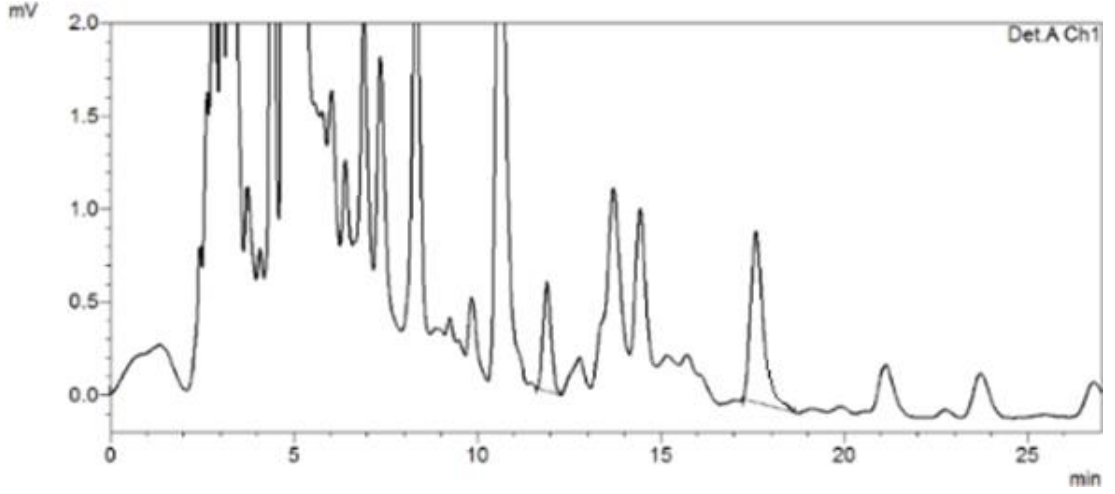
Kolon: Inertsil ODS-3, 250 × 4.6 mm, 5 µm

Kolon sıcaklığı: 30 ° C

Standart ve analiz edilen ürünlerdeki GO ve MGO'nun HPLC kromatogramları sırasıyla Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1: GO ve MGO'nun Standart HPLC Kromatogramı



Şekil 3.2: Buğday Patlağı Örneğinden Analiz Edilen GO ve MGO'nun HPLC Kromatogramı

3.2. Şeker Tayini

3.2.1. Analizde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler Listesi

Şeker tayini için gerekli olan cihaz ve malzemelerin listesi Tablo 3.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Şeker Tayini İçin Gerekli Cihaz ve Malzemeler

Cihaz ve Malzemeler	Marka
Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi(HPLC)	UFLC-Shimadzu
Kolon	Agilent Zorbax
Analitik terazi ($\pm 0,0001$ g hassasiyette)	Radwag – AS 220.R2
Manyetik karıştırıcı	Isolab
Etüv ($130 \pm 3^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanabilen)	Memmert
Ultra turrax	IKA
Santrifüj	Hıtachi CR22N
pH metre	HANNA HI/2211PH/ORP Meter
Çeşitli cam malzemeler	Isolab
Otomatik pipet	Isolab
Cam tüpler	Isolab
Analiz şişeleri (50 ml'lik ağzı kapaklı)	Isolab
Vorteks	Volteks mxer velp zx3
0, 45 μm CA filtre	Chromafil CA-45/25
HPLC vialleri	Isolab

3.2.2. Analizde Kullanılan Kimyasallar

Şeker tayini için kullanılan kimyasalların listesi Tablo 3.4.'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Şeker Tayini İçin Kullanılan Kimyasallar

Kimyasal	Marka
Fruktoz	Sigma – Aldrich
Glikoz	Sigma – Aldrich
Sakkaroz	Sigma – Aldrich
Laktoz	Sigma – Aldrich
Asetonitril	Sigma – Aldrich

3.2.3. Standartın Hazırlanması

Standart şeker bileşenleri (fruktoz, glikoz, sakkaroz, laktoz) stok çözeltisi (25000 mg/L) hazırlamak için; 100 mL'lik bir balonjoje alındı. İçerisine her bir şeker standardı 2.5 g olacak şekilde tartıldı. Daha sonra üzerine 50 mL deiyonize su ilave edildi ve çözünmesi sağlandı. Hacmi 100 mL'ye saf su ile tamamlandı. Gerekli seyreltmeler yapılarak çalışma standartları hazırlandı.

3.2.4. Örneğin Hazırlanması

Homojenleştirilmiş her numune 5 g olacak şekilde, 50 mL'lik bir falkon tüpüne tartıldı. Üzerine 20 mL deiyonize su eklendi ve ultra turrax ile tam homojenizasyon sağlandıktan sonra, hacmine deiyonize suyla tamamlandı. Numune 13000 rpm'de 5 dakika santrifüj edildi. Daha sonra 0,45 µm'lik filtreden süzöldükten sonra viallendi ve HPLC'ye enjekte edildi.

3.2.5. HPLC Koşulları

Ürünlerin şeker içeriklerini tespit etmek için Richmond ve ark. (1981) tarafından açıklanan HPLC koşulları kullanılmıştır.

Dedektör: Floresans dedektör

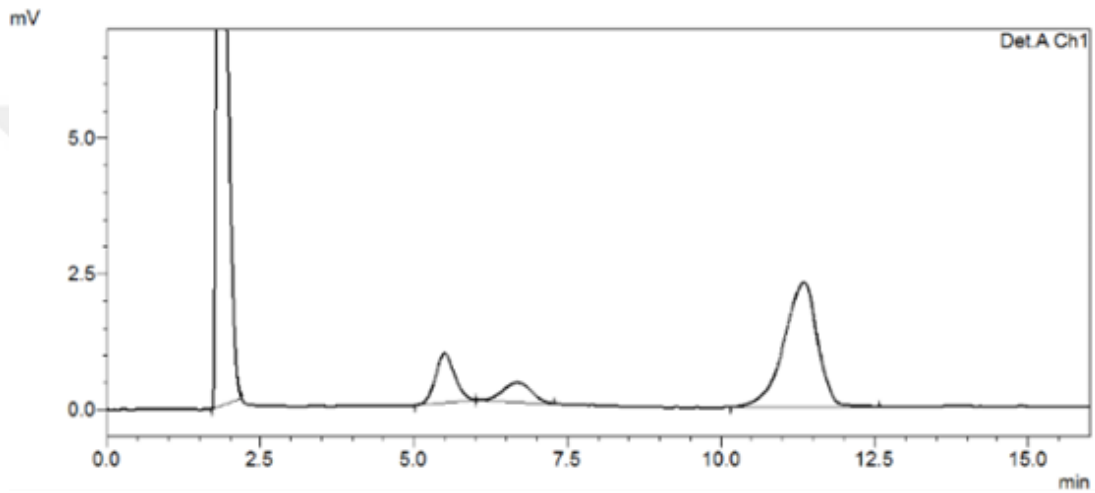
Mobil faz: asetonitril: su (80:20, v / v)

Akış hızı: 2 mL / dk

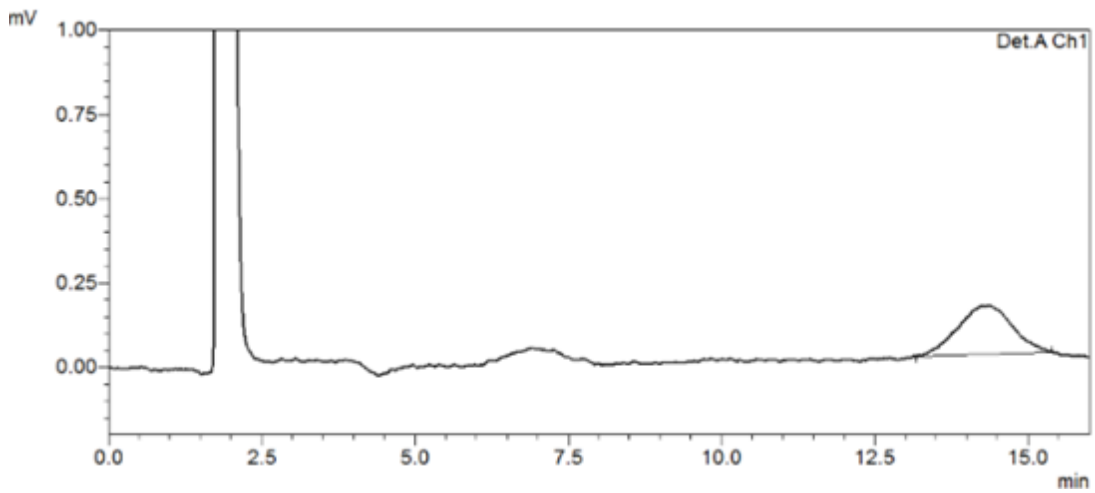
Kolon: Agilent NH2, 250 × 4.6 mm, 5 µm

Kolon sıcaklığı: 30 ° C

Ürünlerden analiz edilen şeker bileşenleri HPLC kromatogramları sırasıyla Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.'te gösterilmektedir.



Şekil 3.3: Kurutulmuş Havuç Örneğinden Analiz Edilen Fruktoz, Glikoz ve Sakkaroz Şeker Bileşenleri HPLC Kromatogramı



Şekil 3.4: Light Yoğurt Örneğinden Analiz Edilen Laktoz Şeker Bileşeni HPLC Kromatogramı

3.3. İstatistiksel Analiz

Her bir çalışma üç kez tekrar edildi ve sonuçların standart sapması hesaplandı.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Bu çalışma kapsamında toplam 43 adet farklı ürünün AGE öncülleri içerikleri ve şeker bileşenleri analiz edilmiştir.

Diyet/diyabetik ürünler, süt ürünleri, meyve/tahıl barlarından analiz edilen GO ve MGO miktarı sırasıyla Tablo 4.1.'de gösterilmektedir. Besinlerde analiz edilen GO ve MGO miktarı sırasıyla 0-4364,4 µg / 100 g ve 12-1650,5 µg / 100 g'dır. GO içeriği en yüksek olan ürün bir bar çeşidi (4364,4±153,8 µg / 100 g) iken, en düşük olan ürün bir yoğurt türü (0,0±0,0 µg / 100 g)'dür. MGO içeriği en yüksek olan ürün bir bisküvi çeşidi (1650,5±58,2 µg / 100 g) iken, en düşük olan ürün bir yoğurt türü (12,0±0,4 µg / 100 g)'dür.

Diyet ve diyabetik ürünlerde ölçülen GO ve MGO miktarları sırasıyla 8-1626,6 µg / 100 g ve 21,9-1650,5 µg / 100 g arasında saptandı. Diyet bisküvi ve krakerlerin AGE içeriği GO ve MGO olarak sırasıyla 31,9-184,4 µg / 100 g ve 119,6-1650,5 µg / 100 g aralığında olup genel olarak düşük bulunmuştur. En yüksek GO ve MGO içeriği limonlu bir bisküvi ürününde (184,4 µg / 100 g GO, 1650,5 µg / 100 g MGO) bulundu. Genel olarak bisküvi ve krakerlerin GO ve MGO içeriği birbirine yakın bulunmuştur. Diyabetik ürün kapsamında bulunan ürünlerden analiz edilen GO ve MGO içeriği sırasıyla 8-476,4 µg / 100 g ve 41,9-1484 µg / 100 g aralığında bulundu. En yüksek GO içeriği diyabetik helvada (476,4 µg / 100 g) bulunurken en yüksek MGO içeriği diyabetik reçelde (1484 µg / 100 g) bulundu.

Kurutulmuş sebzelerin AGE öncülü içerikleri GO ve MGO olarak sırasıyla 175,4-185,4 µg / 100 g ve 1200-1235,9 µg / 100 g olarak yüksek bulunmuştur. Kurutulmuş sebzelerin özellikle MGO içeriği yüksek saptandı.

Süt ürünlerinde (yoğurt ve peynir çeşitleri) ölçülen GO ve MGO miktarı sırasıyla 0-7 µg / 100 g ve 12-52,8 µg / 100 g arasında bulundu. Süt ve süt ürünlerinin genel olarak GO ve MGO içeriği düşüktür.

Meyve/tahıl barlarında ölçülen GO ve MGO miktarları sırasıyla 84,7-4364,4 µg / 100 g ve 94,7-369,8 µg / 100 g arasında değişiyordu. Meyve/tahıl barları kendi içerisinde değerlendirildiğinde en yüksek GO içeriği yer fıstıklı barda (4364,4 µg / 100 g)

ölçülürken en yüksek MGO içeriği fıındıklı barda (369,8 µg / 100 g) saptandı. En düşük GO içeriği yulafli barda (84,7 µg / 100 g) ölçülürken en düşük MGO içeriği çiya içerikli bir barda (94,7 µg / 100 g) saptandı.

Tablo 4.1: Besinlerde Analiz Edilen GO ve MGO Miktarları

Ürün numarası	Ürün türü ve ana bileşenleri	GO (µg/100 g)	MGO (µg/100 g)
1	Badem ezmesi, diyabetik	8.0±0.3	41.9±1.5
2	Reçel, kayısı, diyabetik	12.0±0.4	1484.0±52.3
3	Helva, fıındıklı, diyabetik	476.4±16.8	99.7±3.5
4	Lokum, gül aromalı, şeker-siz	810.3±28.6	585.0±20.6
5	Sürülebilir çikolata, şeker-siz	151.5±5.3	109.6±3.9
6	Çikolata, şeker-siz	41.9±1.5	21.9±0.8
7	Ballı ezme, kakao	1626.6±57.3	67.8±2.4
8	Ballı ezme, fıındıklı	1230.9±43.4	46.8±1.7
9	Grissini, kepekli	84.7±3.0	242.2±8.5
10	Kızarmış ekme-k, tuzsuz	34.9±1.2	64.8±2.3
11	Buğday patlağı, tahıllı	79.7±2.8	466.4±16.4
12	Kraker, tam çavdar	31.9±1.1	189.4±6.7
13	Kraker, tahıllı, keten tohumu	57.8±2.0	119.6±4.2
14	Kraker, tahıllı, kinoa	124.6±4.4	185.4±6.5
15	Bisküvi, kakaolu, şeker-siz	182.4±6.4	178.4±6.3
16	Bisküvi, light, kinoa	78.7±2.8	327.9±11.6
17	Bisküvi, light	33.9±1.2	177.4±6.3
18	Bisküvi, kepekli	108.6±3.8	267.1±9.4
19	Bisküvi, kepekli, limonlu	184.4±6.5	1650.5±58.2
20	Sebze, havuç, kurutulmuş	185.4±6.5	1235.9±43.5
21	Sebze, kabak, kurutulmuş	175.4±6.2	1200.0±42.3
22	Peynir, kaşar, light	3.0±0.1	52.8±1.9
23	Peynir, süzme, light	2.0±0.1	43.9±1.5
24	Yoğurt, probiyotik, yaban mersinli	0.0±0.0	12.0±0.4
25	Yoğurt, light	7.0±0.2	18.9±0.7
26	Bar, şeftali	1778.1±62.7	359.8±12.7
27	Bar, hurma	1493.0±52.6	133.6±4.7
28	Bar, çilek, kakao	2312.3±81.5	145.5±5.1
29	Bar, yer fıındığı, kakao	4364.4±153.8	142.5±5.0
30	Bar, çiya, Hindistan cevizi	4345.5±153.1	94.7±3.3
31	Bar, kayısı, ispanak	838.2±29.5	174.4±6.1
32	Bar, yeşil çay, elma	3625.9±127.8	133.6±4.7
33	Bar, tahıllı, karamel	344.8±12.2	202.3±7.1
34	Bar, yulaf, kuruyemiş	84.7±3.0	227.2±8.0
35	Bar, fıındıklı	2099.0±74.0	369.8±13.0

İçeceklerden analiz edilen GO ve MGO miktarı sırasıyla Tablo 4.2.'de gösterilmektedir. İçeceklerde ölçülen GO ve MGO miktarları sırasıyla 0-108,6 µg / 100 mL ve 3-41,9 µg / 100 mL arasında değişiyordu.

GO içeriği en yüksek olan ürün bir gazlı içecek çeşidi (108,6±3,8 µg / 100 mL) iken, en düşük olan ürün şekerli gazoz (0,0±0,0 µg / 100 mL)'dur. MGO içeriği en yüksek olan ürün şekerli gazoz iken (41,9±1,5 µg / 100 mL), en düşük olan ürün meyveli bir çay türü ve süt türü (3,0±0,1 µg / 100 mL)'dür. İçeceklerin genel olarak GO ve MGO içeriği düşük bulunmuştur.

Tablo 4.2: İçeceklerde Analiz Edilen GO ve MGO Miktarları

Ürün numarası	Ürün türü ve ana bileşeni	GO (µg/100 mL)	MGO (µg/100 mL)
1	Kefir, sade	7.0±0.2	16.9±0.6
2	Süt, light	6.0±0.2	3.0±0.1
3	Limonata, şekerli	11.0±0.4	6.0±0.2
4	Gazoz, şekerli	0.0±0.0	41.9±1.5
5	Kola, light	18.9±0.7	4.0±0.1
6	Kola, light	11.0±0.4	4.0±0.1
7	Gazlı içecek, light	108.6±3.8	8.0±0.3
8	Çay, meyveli, şekerli	12.0±0.4	3.0±0.1

Diyet ve diyabetik ürünler, süt ürünleri, meyve/tahıl barlarının etiketlerinde beyan edilen yağ ve şeker içerikleri miktarları sırasıyla Tablo 4.3.'te gösterilmektedir. Gıdaların etiketlerinde beyan edilen yağ ve şeker içerikleri sırasıyla 0-35,3 g/100 g ve <0,5-72,5 g/100 g'dır. Diyet ve diyabetik ürünlerde etikette beyan edilen yağ ve şeker içeriği sırasıyla 0-35,3 g/100 g ve <0,5-52,3 g/100 g arasında değişiyordu. Süt ürünlerinde etikette belirtilen yağ ve şeker içeriği sırasıyla 1,4-12 g/100 g ve 1,5-6,2 g/100 g arasında iken, meyve/tahıl barlarında etikette belirtilen yağ ve şeker içeriği sırasıyla 0,1-33 g/100 g ve 13,0-72,5 g/100 g arasında değişiyordu. Yağ içeriği en yüksek olan ürün bir helva türü (35,3 g/100 g) iken, en düşük olan ürünler bir reçel türü ve bir sebze ürünü (0 g/100 g)'dür. Şeker içeriği en yüksek olan ürün bir bar türü (72,5 g/100 g) iken, en düşük olan ürünler çikolata ürünleri ve bir bisküvi türü (<0,5 g/100 g)'dür. Bal içerikli ürünler, kurutulmuş sebzeler ve barların şeker içerikleri yüksektir.

Tablo 4.3: Besinlerin Etiketlerinde Beyan Edilen Yağ ve Şeker İçerikleri

Ürün numarası	Ürün türü ve ana bileşenleri	Yağ içeriği (g/100 g)	Şeker içeriği (g/100 g)
1	Badem ezmesi, diyabetik	19.9	2.3
2	Reçel, kayısı, diyabetik	0.0	5.0
3	Helva, fıstıklı, diyabetik	35.3	1.7
4	Lokum, gül aromalı, şekerlessiz	0.1	1.3
5	Sürülebilir çikolata, şekerlessiz	32.5	<0.5
6	Çikolata, şekerlessiz	33.1	<0.5
7	Ballı ezme, kakao	20.0	40.3
8	Ballı ezme, fındıklı	30.5	43.3
9	Grissini, kepekli	13.0	2.3
10	Kızarmış ekmek, tuzsuz	3.0	7.0
11	Buğday patlağı, tahıllı	2.4	3.0
12	Kraker, tam çavdar	7.9	5.9
13	Kraker, tahıllı, keten tohumu	9.3	9.0
14	Kraker, tahıllı, kinoa	8.0	9.2
15	Bisküvi, kakaolu, şekerlessiz	24.0	<0.5
16	Bisküvi, light, kinoa	11.0	3.2
17	Bisküvi, light	9.5	0.7
18	Bisküvi, kepekli	10.8	3.7
19	Bisküvi, kepekli, limonlu	14.0	9.8
20	Sebze, havuç, kurutulmuş	0.0	52.3
21	Sebze, kabak, kurutulmuş	1.1	46.5
22	Peynir, kaşar, light	12.0	3.0
23	Peynir, süzme, light	7.5	1.5
24	Yoğurt, probiyotik, yaban mersinli	2.5	6.6
25	Yoğurt, light	1.4	6.2
26	Bar, şeftali	0.1	62.9
27	Bar, hurma	0.47	72.5
28	Bar, çilek, kakao	8.5	38.0
29	Bar, yer fıstığı, kakao	14.0	33.3
30	Bar, çiya, Hindistan cevizi	13.0	37.5
31	Bar, kayısı, ıspanak	9.4	43.1
32	Bar, yeşil çay, elma	10.4	33.4
33	Bar, tahıllı, karamel	9.2	25.0
34	Bar, yulaf, kuruyemiş	33.0	13.0
35	Bar, fındıklı	23.1	44.5

İçeceklerin etiketlerinde belirtilen yağ ve şeker içerikleri miktarları sırasıyla Tablo 4.4.'te gösterilmektedir. İçeceklerde etikette belirtilen yağ ve şeker içerikleri sırasıyla 0-2,4 g/100 mL ve 0-5 g/100 mL arasında değişiyordu. Yağ içeriği en yüksek olan içecek kefir (2,4 g/100 mL)'dir. Şeker içeriği en yüksek olan ürün bir süt çeşidi (5

g/100 mL)'dir. Süt ve kefir dışında incelenen diğer içecek türleri etiketlerinde beyan edilen değerlere göre yağ ve şeker ihtiva etmemektedir.

Tablo 4.4: İçeceklerin Etiketlerinde Beyan Edilen Yağ ve Şeker İçerikleri

Ürün numarası	Ürün türü ve ana bileşeni	Yağ içeriği (g/100 mL)	Şeker içeriği (g/100 mL)
1	Kefir, sade	2.4	4.7
2	Süt, light	0.1	5.0
3	Limonata, şekeriz	0.0	0.0
4	Gazoz, şekeriz	0.0	0.0
5	Kola, light	0.0	0.0
6	Kola, light	0.0	0.0
7	Gazlı içecek, light	0.0	0.1
8	Çay, meyveli, şekeriz	0.0	0.0

Diyet ve diyabetik ürünler, süt ürünleri, meyve/tahıl barlarından analiz edilen şeker bileşenleri miktarı sırasıyla Tablo 4.5.'te gösterilmektedir. Besinlerde analiz edilen fruktoz miktarı 0-39,26 g/100 g, glikoz miktarı 0-23,95 g/100 g ve sakkaroz miktarı 0-38,61 g/100 g arasındadır. Diyet/diyabetik ürünlerde fruktoz miktarı 0-16,98 g/100 g, glikoz 0-14,39 g/100 g ve sakkaroz 0-38,61 g/100 g arasında iken, meyve/tahıl barlarında fruktoz miktarı 1,50-39,26 g/100 g, glikoz miktarı 3,93-23,95 g/100 g ve sakkaroz miktarı 0-12,76 g/100 g arasında değişmektedir. Süt ürünlerinde (yoğurt ve peynir çeşitleri) yaban mersinli yoğurt türü dışında fruktoz, glikoz ve sakkaroz analiz edilememiştir.

Fruktoz içeriği en fazla olan örnek şeftalili meyveli bar (39,26±1,78 g/100 g)'dır. Glikoz içeriği en fazla olan örnek hurmalı bar (23,95±1,08 g/100 g)'dır. Sakkaroz içeriği en fazla olan örnek kurutulmuş havuç (38,61±1,75 g/100 g)'tur.

Tablo 4.5: Besinlerde Analiz Edilen Şeker Bileşenleri Miktarları

Ürün numarası	Ürün türü ve ana bileşenleri	Fruktoz (g/100 g)	Glikoz (g/100 g)	Sakkaroz (g/100 g)
1	Badem ezmesi, diyabetik	0.00±0.00	0.00±0.00	1.44±0.06
2	Reçel, kayısı, diyabetik	2.17±0.10	1.85±0.04	0.83±0.04
3	Helva, fıstıklı, diyabetik	0.14±0.01	0.10±0.02	0.38±0.02
4	Lokum, gül aromalı, şekeriz	4.64±0.21	5.15±0.23	0.00±0.00
5	Sürülebilir çikolata, şekeriz	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
6	Çikolata, şekeriz	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
7	Ballı ezme, kakao	15.38±0.70	13.64±0.62	0.00±0.00
8	Ballı ezme, fıstıklı	15.94±0.72	14.39±0.65	0.00±0.00
9	Grissini, kepekli	1.52±0.07	0.85±0.04	0.00±0.00
10	Kızarmış ekmek, tuzsuz	2.62±0.12	1.53±0.07	0.00±0.00
11	Buğday patlağı, tahıllı	0.12±0.01	0.00±0.00	0.55±0.02
12	Kraker, tam çavdar	1.29±0.06	0.00±0.00	3.07±0.14
13	Kraker, tahıllı, keten tohumu	0.82±0.04	0.00±0.00	1.43±0.06
14	Kraker, tahıllı, kinoa	0.68±0.03	0.00±0.00	1.11±0.05
15	Bisküvi, kakaolu, şekeriz	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
16	Bisküvi, light, kinoa	0.31±0.01	0.45±0.02	0.89±0.04
17	Bisküvi, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
18	Bisküvi, kepekli	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
19	Bisküvi, kepekli, limonlu	0.57±0.03	0.26±0.01	12.80±0.58
20	Sebze, havuç, kurutulmuş	7.92±0.36	5.25±0.24	38.61±1.75
21	Sebze, kabak, kurutulmuş	16.98±0.77	9.86±0.45	0.89±0.04
22	Peynir, kaşar, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
23	Peynir, süzme, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
24	Yoğurt, probiyotik, yaban mersinli	1.29±0.06	1.62±0.07	2.03±0.09
25	Yoğurt, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
26	Bar, şeftali	39.26±1.78	23.16±1.05	5.16±0.23
27	Bar, hurma	34.56±1.56	23.95±1.08	7.48±0.34
28	Bar, çilek, kakao	17.40±0.79	20.46±0.93	1.56±0.07
29	Bar, yer fıstığı, kakao	19.04±0.86	20.77±0.94	0.00±0.00
30	Bar, çiya, Hindistan cevizi	19.24±0.87	21.24±0.96	0.00±0.00
31	Bar, kayısı, ıspanak	17.99±0.81	23.72±1.07	0.00±0.00
32	Bar, yeşil çay, elma	19.38±0.88	20.74±0.94	0.00±0.00
33	Bar, tahıllı, karamel	1.50±0.07	3.93±0.18	12.76±0.58
34	Bar, yulaf, kuruyemiş	6.13±0.28	5.13±0.23	0.00±0.00
35	Bar, fıstıklı	9.51±0.43	15.39±0.70	0.00±0.00

İçeceklerden analiz edilen şeker bileşenleri miktarı sırasıyla Tablo 4.6'da gösterilmektedir. İçeceklerde analiz sonucunda fruktoz, glikoz, sakkaroz içeriği saptanmamıştır.

Tablo 4.6: İçeceklerde Analiz Edilen Şeker Bileşenleri Miktarları

Ürün numarası	Ürün türü ve ana bileşenleri	Fruktoz (g/100 g)	Glikoz (g/100 g)	Sakkaroz (g/100 g)
1	Kefir, sade	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	Süt, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
3	Limonata, şekeriz	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
4	Gazoz, şekeriz	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
5	Kola, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
6	Kola, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
7	Gazlı içecek, light	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
8	Çay, meyveli, şekeriz	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

Bazı örneklerde analiz edilen laktoz içeriği Tablo 4.7’de gösterilmektedir. Ürünlerde analiz edilen laktoz miktarı 0-23,29 g/100 g arasında değişmekteydi. En yüksek laktoz içeriği şekeriz bisküvide (23,29±0,71 g/100 g) saptanırken en düşük laktoz içeriği light kaşar peynirde (0,00±0,00 g/100 g) bulundu.

Tablo 4.7: Bazı Örneklerde Analiz Edilen Laktoz Miktarları

Sıra numarası	Ürün türü ve ana bileşeni	Laktoz (g/100 g- g/100 mL)
1	Peynir, kaşar, light	0.00±0.00
2	Peynir, süzme, light	1.01±0.01
3	Yoğurt, probiyotik, yaban mersinli	4.82±0.26
4	Yoğurt, light	4.01±0.21
5	Sürülebilir çikolata, şekeriz	20.4±0.63
6	Çikolata, şekeriz	6.5±0.47
7	Bisküvi, kakaolu, şekeriz	23.29±0.71
8	Kefir, sade	2.05±0.02*
9	Süt, light	3.84±0.04*

*Sıvı ürünlerde g/100 mL olacak şekilde laktoz içeriği belirtilmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

Bazı diyet, diyabetik ve atıştırılabilir ürünlerde ileri glikasyon son ürünlerinin öncüllerinin belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada İstanbul'daki farklı marketlerden satın alınan 43 ürün incelenmiştir. İncelenen ürünlerin etikette beyan edilen yağ ve şeker içerikleri ile analiz sonuçları Tablo 4.1.- 4.7.' de yer almaktadır.

Çalışmamızda incelenen ürünlerden biri olan krakerlerin GO ve MGO içerikleri sırasıyla 31,9- 124,6 µg / 100 g ve 119,6-189,4 µg / 100 g arasında değişmekteydi. Cengiz ve ark. (2020) yaptığı bir çalışmada ise krakerlerin GO ve MGO içerikleri sırasıyla 338 -1936 µg / 100 g ve 727 -1397 µg / 100 g arasında değişmektedir. Çalışmamızda incelenen krakerlerin yağ içeriği 7,9-9,3 g/100 g arasında iken, Cengiz ve ark. (2020) çalışmasında incelenen krakerlerin yağ içeriğinin 11-33 g/100 g arasında olduğu bildirilmiştir. Ürünlerin GO ve MGO içeriğindeki bu farklılığın besin bileşimleri ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Çalışmada analiz edilen bisküvi ve krakerlerin GO ve MGO içerikleri birbirine yakın bulunmuştur. Ancak limon aromalı bisküvi ürününün GO ve MGO değerlerinin diğer bisküvi/kraker örneklerinden oldukça yüksek olduğu görülmüş ve bu durumun ürünün hem yağ hem şeker içeriğinin yüksek olması ile ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Genellikle sebze ve meyveler su ve antioksidan içeriklerinin yüksek olması sebebi ile düşük AGE içeriklerine sahiptir. Çalışmamızda kurutulmuş sebze ürünlerinin MGO içerikleri ve sadece meyve içeren barların GO içeriğinin yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durumun temel bileşenin sebze/meyve olması kaynaklı değil sebze ve meyvelere uygulanan ısı işlem kaynaklı olduğu düşünülebilir (Uribarri vd., 2010). Reaksiyonu etkileyen önemli bir bileşenin ortamdaki su oranı olduğu düşünüldüğünde bu ürünlerin uzun süre yüksek sıcaklıklarda ısı işlem görmeleri AGE öncülü içeriklerini etkilemiştir.

İçeriğinde bal bulunan sürülebilir ezmelerin ve diyabetik helvanın yağ içeriği yüksek olduğundan GO içerikleri yüksek bulunmuştur. Bu durum gıdalarda meydana gelen lipid peroksidasyonunun bir sonucu olduğu söylenebilir. Lipid peroksidasyonu yolu ile AGE oluşumunda GO'nun etkili olduğu söylenebilirken, MGO daha çok fruktoz

katabolizması ile ilişkilendirilmiştir (Singh vd., 2001). Bu ürünlerde yağ içeriğinden dolayı GO miktarı MGO'dan daha yüksek olabilir.

Lokum çeşitli bileşenlerin bir kaptaki 2-5 saat, 125 derece sıcaklıkta karıştırılması sonucu oluşan bir üründür (Batu ve Kirmaci, 2009). Çalışmamızda lokumun GO ve MGO içeriği yüksek bulunmuştur. Lokumda AGE öncülleri içeriklerinin yüksek olması, uzun süre ve yüksek sıcaklıkta işlem görmesi etkisi ve karamelizasyondan kaynaklı olabilir.

Meyve/tahıl barları kendi içerisinde değerlendirildiğinde genel olarak her ürünün GO içeriği yüksek bulunmuştur. Yusufoglu ve ark. (2020) yaptığı bir çalışmada meyve bazlı ısıtılmış işlem görmüş ürünlerin GO ve MGO içeriklerinin yüksek olduğu; kuru meyvelerin ve özellikle kurutulmuş kayısının GO ve MGO içeriğinin yüksek seviyelerde olabileceği gösterilmiştir. Uribarri ve ark. (2010) yaptığı çalışmada da barların AGE içeriğinin yüksek değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.

Özellikle yer fıstığı içeren bir barın GO değerinin diğer barlara kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun gıda ürününe uygulanan proseslerden ve yer fıstığından kaynaklı olabilir. Literatürde yer alan bir çalışmada yer fıstığı ve fıstık ezmesinin yüksek düzeyde MG-H1, CML, CEL içerdiği bulunmuştur (Scheijen vd., 2016).

AGE oluşumunda ürünlerin glikoz ve fruktoz içeriği ilişkisinin değerlendirildiği çalışmalarda fruktozun reaktivitesi, ana glikozlaştırıcı şekerin glikoz olduğu, aşırı glikozdan polyol yolu aracılığı ile fruktoz üretimi gibi başlıklar üzerinde durulmuştur (Bunn & Higgins, 1981; Kawasaki, Akanuma & Yamanouchi, 2002; Takagi vd., 1995). Bununla birlikte diğer bir görüşte yüksek fruktoz seviyelerinin glioksal ve metilglioksalın öncülleri olan gliseraldehit fosfat ve dihidroksi aseton fosfatın daha hızlı oluşum ve birikimleri sonucu olduğu söylenmiştir (Hamada vd., 1996). Dolayısıyla AGE öncüllerini oluşturmada fruktozun glikozdan daha reaktif olduğu düşünülebilir. Yüksek fruktozlu mısır şurubu içeren ürünler ile diyet içecekler karşılaştırıldığında yüksek fruktozlu mısır şurubu içeren ürünlerin MGO değeri daha yüksek bulunmuştur (Tan vd., 2008). Bu açıdan bakıldığında çalışmamızda GO ve MGO değerleri yüksek bulunan ürünlerin fruktoz içerikleri de yüksekti. Ancak GO ve MGO içeriğindeki bu yüksekliği yalnızca fruktoz içeriği ile ilişkilendirmek yetersiz olacaktır.

Süt ve süt ürünlerinin genel olarak GO ve MGO içeriği düşük bulunmuştur. Bununla birlikte süt ürünleri kendi içerisinde değerlendirildiğinde light ürünler olsa dahi yağ içeriği arttıkça MGO içeriğinin arttığı bulunmuştur. Uribarri ve ark. (2010) yaptığı çalışmada da benzer şekilde yağ içeriği düşük olan süt ve süt ürünlerinin AGE içeriğinin de düşük olduğu gösterilmiştir.

İçeceklerin genel olarak GO ve MGO içeriği düşük bulunmuştur. Bu durumun ürünlerin -süt ve kefir hariç- besin değeri içeriklerinin düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ek olarak içeceklerin yüksek nem içeriğine sahip olmaları da AGE içeriklerinin düşük olmaları ile ilişkili olabilir. Ayrıca içeceklerin -süt ve kefir hariç- aspartam, asesülfam k, sukraloz gibi tatlandırıcıları içerdikleri etiket bilgilerinde yer almaktadır. Yapay tatlandırıcılar şekere alternatif olarak gıda endüstrisi tarafından etiketinde veya ambalajı üzerinde 'şekersiz' veya 'diyet' ibaresi bulunan içecek, yoğurt, tatlı, konserve ürünler, süt ürünleri gibi birçok besinde kullanılmakla birlikte özellikle şeker tüketimi kısıtlanması gereken obez bireyler, diyabetliler ve kilo kontrolü sağlamak isteyenler için bir alternatif olmuştur (Alphan, 2018; Food and Drug Administration [FDA], 2014). Ancak günümüzde tatlandırıcı kullanımının sağlık üzerine riskleri ile ilgili halen tartışmaların mevcut olduğu unutulmamalıdır (Sharma, Amarnath, Thulasimani & Ramaswamy, 2016).

Et ve yağ grubu ile karşılaştırıldığında karbonhidrat grubunun AGE içeriğinin çoğunlukla daha düşük olduğu gözlemlenmiş ve bu durumun gıdalardaki su, antioksidan ve vitamin içeriğinin daha yüksek olmasıyla birlikte indirgeyici olmayan şekerlerden oluşmaları ile ilişkilendirilmiştir (Uribarri vd., 2010). Karbonhidrat içeriği zengin olan ürünler kendi içlerinde kıyaslandığında kuru ısıda işlem gören kraker, cips ve kurabiye gibi ürünler AGE içeriği yüksek olan gıdalar arasında yer almaktadır. Cips, kraker, bisküvi gibi karbonhidrat açısından zengin besinler de yüksek miktarda AGE içerebilir. Bu durum atıştırmalıkları oluşturan hammaddelerin özellikleri kaynaklı değil, atıştırmalıklara uygulanan pişirme koşulları, yağ ve şekerli bileşenlerin eklenmesinden kaynaklanmaktadır (Bettiga vd., 2019). Yapılan analizler sonucunda atıştırmalık grubunda yer alan ürünlerin AGE içeriği et grubu ürünlerden daha düşük bulunsada; bu tür ürünlerin gün bazında tüketim miktarları düşünüldüğünde sağlık açısından önemli bir risk oluşturabilmektedir (Story, Hayes & Kalina, 1996; Uribarri vd., 2010).

Gıdalarda AGE oluşumu işlem ve depolama sürecinde Maillard reaksiyonunun yanı sıra gıdalardaki karamelizasyon, şeker oksidasyonu ve lipid peroksidasyonu ile de meydana gelebilir (Somoza, 2005). Bu nedenle AGE öncülü içeriklerinin ürünlerin besin kompozisyonu, ısıl işlem görme durumları, işlem türü, işlem süresi, pH, nem gibi faktörlerin etkili olduğu ve farklılıkların bu faktörler ile ilişkili olduğu söylenebilir. Gıda açısından düşünüldüğünde AGE oluşumunda tek bir değişkenin değil birden fazla değişkenin olması kesin bir sonuca varmayı sınırlandırmaktadır.

Literatürde diyet AGE alımı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yetişkin bireylerin tahmini 15.000 AGE kU / gün diyet AGE alımları olduğu ve bu değer yüksek olmanın yanında inflamasyon için tetikleyici olduğu kabul edilmiştir (Uribarri vd., 2007; Uribarri vd., 2010). Diyetler ile bireylerin 20.000 kU / gün'den daha yüksek diyet AGE alımları olması, diyetin yüksek oranda işlenmiş gıdalar, işlem görmüş etler ve yağları yüksek miktarda içermesi ile ulaşılabilir (Uribarri vd., 2010).

Diyet bir ekzojen AGE kaynağı olmakla beraber diyet ile alınan AGE'lerin vücut AGE havuzunun yaklaşık %30'unu oluşturdukları tahmin edilmektedir (Uribarri vd., 2010). Normalde insan plazmasında MGO konsantrasyonu belirli aralıklarda tutulmaya çalışılsa da diyabet gibi doku işlevselliğinde hasara neden olan çeşitli hastalıklarda bu konsantrasyon artabilir (Lapolla vd., 2003; Rabbani & Thornalley, 2014). MGO ile ilişkili olarak AGE'lerin Alzheimer, Parkinson, artrit gibi pek çok hastalıkla da ilişkisi bulunmaktadır (Rabbani & Thornalley, 2014). Dikarbonillerin glikoz oksidasyonu yanında lipid peroksidasyonu sonucu da elde edildiği ve özellikle GO'nun okside diyet yağlarında yüksek düzeylerde bulunup DNA hasarına neden olduğu bildirilmiştir (Ichinose vd., 2004; Roberts, Wondrak, Laurean, Jacobson & Jacobson, 2003). Tüm bu nedenler ile ilişkili olarak diyabetli bireylerde antidiyabetik tedavinin etkinliğini arttıracak bir yol olarak düşük AGE içeriğine sahip bir beslenme programı uygulanması önerilmektedir (Uribarri vd., 2011; Vlassara & Uribarri, 2014). Bu nedenle bu çalışmada özellikle diyet-diyabetik-şekersiz-atıştırmalık ürünler incelenmiştir. Çalışma kapsamında besinlerin ambalaj veya etiketi üzerinde 'diyet', 'diyabetik', 'light', 'şekersiz', 'şekeri azaltılmış', 'şeker katkısız' veya 'şeker ilave edilmemiştir' ibareleri bulunan ürünler incelemeye alınmıştır.

Akdeniz diyeti tekli doğmamış yağ içeriği, işlem görme oranı düşük doğal gıdalar açısından zengin bir diyet olup, oksidatif stresin azaltılmasında etkili olduğu

bulunmuştur (Yubero-Serrano vd., 2011). Lopez-Moreno ve ark. (2016) Akdeniz diyeti ile ilgili yaptıkları çalışmada, bu diyetin yaşlı bireylerde serum AGE seviyelerini düşürebileceğini göstermiştir. Kim ve ark. (2020)'nin diyet modellerinin gelişmiş glikasyon son ürünleri üzerindeki etkileri üzerine yaptıkları çalışmada tam tahıllar, süt ürünleri, kuruyemişler ve baklagillerden açısından zengin bir diyetle kıyasla rafine tahıllar içeren kırmızı ve işlenmiş et içeriği yüksek olan diyetin plazma CEL konsantrasyonunu önemli derecede arttırdığını göstermiştir. Yağ, işlem görmüş et, atıştırmalıklar ve rafine karbonhidratları yüksek oranda içeren Batı tarzı bir diyet, bitkisel gıdayı fazlaca içeren, düşük doymuş yağ içeriğine sahip ve pişirme işleminin daha az uygulandığı Akdeniz tarzı diyetle kıyasla daha fazla AGE içerir (Ames, 2007).



SONUÇ

Bazı diyet, diyabetik ve atıştırılmalık ürünlerde AGE öncüllerinin belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi için yapılan bu araştırmada aşağıdaki sonuçlara ulaşıldı;

1. Süt ürünlerinin (yoğurt ve peynir çeşitleri) AGE öncülü içerikleri GO ve MGO miktarı sırasıyla 0-7 μg / 100 g ve 12-52,8 μg / 100 g arasında olup düşük bulunmuştur.
2. Kurutulmuş sebzelerin AGE öncülü içerikleri GO ve MGO olarak sırasıyla 175,4-185,4 μg / 100 g ve 1200-1235,9 μg / 100 g olarak yüksek bulunmuştur.
3. İçeceklerin ölçülen GO ve MGO miktarları sırasıyla 0-108,6 μg / 100 mL ve 3-41,9 μg / 100 mL olarak AGE öncülü içerikleri düşük bulunmuştur. GO içeriği en yüksek olan ürün bir gazlı içecek çeşidi iken, MGO içeriği en yüksek olan ürün şekerli gazoz ürünüdür.
4. Meyve/kuruyemiş/tahıl barlarının AGE öncülü içeriği GO ve MGO olarak sırasıyla 84,7-4364,4 μg / 100 g ve 94,7-369,8 μg / 100 g aralığında olup yüksek bulunmuştur. En yüksek GO içeriği yer fıstıklı barda ölçülürken en yüksek MGO içeriği fındıklı barda saptandı.
5. Diyet bisküvi ve krakerlerin AGE içeriği GO ve MGO olarak sırasıyla 31,9-184,4 μg / 100 g ve 119,6-1650,5 μg / 100 g aralığında olup genel olarak düşük bulunmuştur. En yüksek GO ve MGO içeriği limonlu bir bisküvi ürününde bulundu.
6. Diyabetik ürün kapsamında bulunan ürünlerden analiz edilen GO ve MGO içeriği sırasıyla 8-476,4 μg / 100 g ve 41,9-1484 μg / 100 g aralığında bulundu. En yüksek GO içeriği diyabetik helvada bulunurken en yüksek MGO içeriği diyabetik reçelde bulundu.

Bu çalışma kapsamında incelenen ürünlerin sağlıkla ilişkisi bugüne kadar genellikle içerdiği yağ türü ve miktarı, tuz, şeker, tatlandırıcı oranı ile ilgili olmuştur. Ürünlerin bazılarında GO ve MGO içeriği nispeten daha düşük bulunsada çoğunlukla ara öğünlerde tüketilen bu ürünlerin gün bazında tüketim miktarları düşünüldüğünde vücut AGE havuzunda ciddi bir artışa neden olabilecekleri düşünülmektedir. Diyet AGE'lerinin azaltılması sağlık koşullarının iyileştirilmesi açısından önemli olduğundan, sağlıklı bireyler ya da özellikle diyabet, kalp vs. gibi hastalık tanısı almış

bireyler için diyet planlanmasında dikkat edilmesi gereken bir öge olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu doğrultuda bireylerin günlük beslenmesinde diyet AGE içeriğine dikkat etmesi ve beslenme uzmanlarının hazırladıkları beslenme programlarında besinlerin AGE içeriklerine de önem verilmesi önerilmektedir.

Bu araştırmada bulunan sonuçlarla ilgili daha kesin önerilerin yapılabilmesi ve ileride bu konu üzerinde yapılacak olan araştırmalara destek vermesi açısından örneklem sayısının daha geniş tutulması, ürünlerin kontrol gruplarının bulunması, örneklerin *in vitro* gastrointestinal sistem altında analizlerinin yapılması gibi basamakların da dahil edilmesinin konunun daha iyi tartışılabilmesine olanak sağlayabilir.



KAYNAKÇA

- Alphan, M. T. (Ed.). (2017). *Hastalıklarda beslenme tedavisi* (3. Baskı). Ankara: Hatibođlu Yayınevi.
- Alphan, M.T. (2018). *Diyabetin beslenme tedavisinde karbonhidrat sayımı*. Ankara Nobel Tıp Kitabevleri.
- Ames, J. M. (2007). Evidence against dietary advanced glycation endproducts being a risk to human health. *Molecular nutrition & food research*, 51(9), 1085-1090.
- Aragno, M., & Mastrocola, R. (2017). Dietary sugars and endogenous formation of advanced glycation endproducts: emerging mechanisms of disease. *Nutrients*, 9(4), 385.
- Arancıoğlu, İ. Ö., Maviş, Ç. Y., & Aldemir, N. (2018). Sağlıklı beslenme ve diyet danışmanlığına başvuran danışanların diyet gıda ürünlerine yönelik farkındalığı ve tüketim sıklıklarının değerlendirilmesi. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 15-29.
- Aso, Y., Inukai, T., Tayama, K., & Takemura, Y. J. A. D. (2000). Serum concentrations of advanced glycation endproducts are associated with the development of atherosclerosis as well as diabetic microangiopathy in patients with type 2 diabetes. *Acta diabetologica*, 37(2), 87-92.
- Assar, S. H., Moloney, C., Lima, M., Magee, R., & Ames, J. M. (2009). Determination of N ϵ -(carboxymethyl) lysine in food systems by ultra performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Amino acids*, 36(2), 317-326.
- Barnes, T. L., French, S. A., Harnack, L. J., Mitchell, N. R., & Wolfson, J. (2015). Snacking behaviors, diet quality, and body mass index in a community sample of working adults. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115(7), 1117-1123.
- Basta, G., Lazzerini, G., Massaro, M., Simoncini, T., Tanganelli, P., Fu, C., ... & De Caterina, R. (2002). Advanced glycation end products activate endothelium through signal-transduction receptor RAGE: a mechanism for amplification of inflammatory responses. *Circulation*, 105(7), 816-822.

- Batu, A., & Kirmaci, B. (2009). Production of Turkish delight (lokum). *Food research international*, 42(1), 1-7.
- Baye, E., Kiriakova, V., Uribarri, J., Moran, L. J., & De Courten, B. (2017). Consumption of diets with low advanced glycation end products improves cardiometabolic parameters: meta-analysis of randomised controlled trials. *Scientific reports*, 7(1), 1-9.
- Baynes, J. W., & Thorpe, S. R. (1999). Role of oxidative stress in diabetic complications: a new perspective on an old paradigm. *Diabetes*, 48(1), 1-9.
- Baysal, A. (2014). *Beslenme* (15.baskı). Ankara: Hatipoğlu Yayınevi.
- Baysal, A., Aksoy, M., Besler, H. T., Bozkurt, N., Keçecioglu, S., Merdol, T. K., ... & Yıldız, E. (2016). *Diyet el kitabı* (9. baskı). Ankara: Hatipoğlu Yayınevi.
- Bettiga, A., Fiorio, F., Di Marco, F., Trevisani, F., Romani, A., Porrini, E., Salonia, A., Montorsi, F., & Vago, R. (2019). The Modern Western Diet Rich in Advanced Glycation End-Products (AGEs): An Overview of Its Impact on Obesity and Early Progression of Renal Pathology. *Nutrients*, 11(8), 1748.
- Boustani, P., & Mitchell, V. W. (1990). Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. *British Food Journal*.
- Bucala, R., Tracey, K. J., & Cerami, A. (1991). Advanced glycosylation products quench nitric oxide and mediate defective endothelium-dependent vasodilatation in experimental diabetes. *The Journal of clinical investigation*, 87(2), 432-438.
- Bunn, H. F., & Higgins, P. J. (1981). Reaction of monosaccharides with proteins: possible evolutionary significance. *Science*, 213(4504), 222-224.
- Cai, W., 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.

- Cengiz, S., Kişmiroğlu, 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.
- Chaudhuri, J., Bains, Y., Guha, S., Kahn, A., Hall, D., Bose, N., Gugliucci, A., & Kapahi, P. (2018). The Role of Advanced Glycation End Products in Aging and Metabolic Diseases: Bridging Association and Causality. *Cell metabolism*, *28*(3), 337–352. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.08.014>
- Chen, J. H., Lin, X., Bu, C., & Zhang, X. (2018). Role of advanced glycation end products in mobility and considerations in possible dietary and nutritional intervention strategies. *Nutrition & metabolism*, *15*, 72. <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0306-7>
- Chuang, P. Y., Yu, Q., Fang, W., Uribarri, J., & He, J. C. (2007). Advanced glycation endproducts induce podocyte apoptosis by activation of the FOXO4 transcription factor. *Kidney international*, *72*(8), 965-976.
- Clarke, R. E., Dordevic, A. L., Tan, S. M., Ryan, L., & Coughlan, M. T. (2016). Dietary advanced glycation end products and risk factors for chronic disease: a systematic review of randomised controlled trials. *Nutrients*, *8*(3), 125.
- Cordain, L., Eaton, S. B., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B. A., ... & Brand-Miller, J. (2005). Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *The American journal of clinical nutrition*, *81*(2), 341-354.
- Coughlan, M. T., Patel, S. K., Jerums, G., Penfold, S. A., Nguyen, T. V., Sourris, K. C., ... & Forbes, J. M. (2011). Advanced glycation urinary protein-bound biomarkers and severity of diabetic nephropathy in man. *American journal of nephrology*, *34*(4), 347-355.

- De Courten, B., De Courten, M. P., Soldatos, G., Dougherty, S. L., Straznicky, N., Schlaich, M., ... & Forbes, J. M. (2016). Diet low in advanced glycation end products increases insulin sensitivity in healthy overweight individuals: a double-blind, randomized, crossover trial. *The American journal of clinical nutrition*, *103*(6), 1426-1433.
- de Oliveira Santos, R., Fisberg, R. M., Marchioni, D. M., & Baltar, V. T. (2015). Dietary patterns for meals of Brazilian adults. *British Journal of Nutrition*, *114*(5), 822-828.
- 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.
- Delgado-Andrade, C. (2016). Carboxymethyl-lysine: thirty years of investigation in the field of AGE formation. *Food & function*, *7*(1), 46-57.
- Di Daniele N. (2019). The Role of Preventive Nutrition in Chronic Non-Communicable Diseases. *Nutrients*, *11*(5), 1074.
- Di Daniele, N., Noce, A., Vidiri, M. F., Moriconi, E., Marrone, G., Annicchiarico-Petruzzelli, M., ... & De Lorenzo, A. (2017). Impact of Mediterranean diet on metabolic syndrome, cancer and longevity. *Oncotarget*, *8*(5), 8947.
- Di Renzo, L., Gualtieri, P., Romano, L., Marrone, G., Noce, A., Pujia, A., ... & De Lorenzo, A. (2019). Role of personalized nutrition in chronic-degenerative diseases. *Nutrients*, *11*(8), 1707.
- Dozio, E., Vettoretti, S., Lungarella, G., Messa, P., & Corsi Romanelli, M. M. (2021). Sarcopenia in Chronic Kidney Disease: Focus on Advanced Glycation End Products as Mediators and Markers of Oxidative Stress. *Biomedicines*, *9*(4), 405.
- Duffey, K. J., Pereira, R. A., & Popkin, B. M. (2013). Prevalence and energy intake from snacking in Brazil: analysis of the first nationwide individual survey. *European journal of clinical nutrition*, *67*(8), 868-874.
- Duffey, K. J., Rivera, J. A., & Popkin, B. M. (2014). Snacking is prevalent in Mexico. *The Journal of nutrition*, *144*(11), 1843-1849.

- Field, A. E., Austin, S. B., Gillman, M. W., Rosner, B., Rockett, H. R., & Colditz, G. A. (2004). Snack food intake does not predict weight change among children and adolescents. *International journal of obesity*, 28(10), 1210-1216.
- Fishman, S. L., Sonmez, H., Basman, C., Singh, V., & Poretzky, 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), 1-12.
- Food and Drug Administration. (2014, May 19). *High-intensity Sweeteners*. <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/high-intensity-sweeteners>
- Gao, X., Zhang, H., Schmidt, A. M., & Zhang, C. (2008). AGE/RAGE produces endothelial dysfunction in coronary arterioles in type 2 diabetic mice. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 295(2), H491-H498.
- Garipağaoğlu, M., & Yoldaş, H. (2019). Çocuk Beslenmesi ve Sağlıklı Atıştırmalıklar. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 11(5), 255-261.
- Gautieri, A., Passini, F. S., Silván, U., Guizar-Sicairos, M., Carimati, G., Volpi, P., ... & Snedeker, J. G. (2017). Advanced glycation end-products: mechanics of aged collagen from molecule to tissue. *Matrix Biology*, 59, 95-108.
- Gerrard, J. (2005). The Maillard reaction: chemistry, biochemistry and implications by Harry Nursten.
- 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.
- Goldin, A., Beckman, J. A., Schmidt, A. M., & Creager, M. A. (2006). Advanced glycation end products: sparking the development of diabetic vascular injury. *Circulation*, 114(6), 597-605.
- Grunwald, S., Krause, R., Bruch, M., Henle, T., & Brandsch, M. (2006). Transepithelial flux of early and advanced glycation compounds across Caco-2 cell monolayers and their interaction with intestinal amino acid and peptide transport systems. *British journal of nutrition*, 95(6), 1221-1228.

- Guilbaud, A., Niquet-Leridon, C., Boulanger, E., & Tessier, F. J. (2016). How can diet affect the accumulation of advanced glycation end-products in the human body?. *Foods*, 5(4), 84.
- Hamada, Y., Araki, N., Koh, N., Nakamura, J., Horiuchi, S., & Hotta, N. (1996). Rapid formation of advanced glycation end products by intermediate metabolites of glycolytic pathway and polyol pathway. *Biochemical and biophysical research communications*, 228(2), 539-543.
- He, C., Sabol, J., Mitsuhashi, T., & Vlassara, H. (1999). Dietary glycotoxins: inhibition of reactive products by aminoguanidine facilitates renal clearance and reduces tissue sequestration. *Diabetes*, 48(6), 1308-1315.
- Hellwig, M., Matthes, R., Peto, A., Löbner, J., & Henle, T. (2014). N-ε-fructosyllysine and N-ε-carboxymethyllysine, but not lysinoalanine, are available for absorption after simulated gastrointestinal digestion. *Amino acids*, 46(2), 289-299.
- Henle, T. (2003). AGEs in foods: do they play a role in uremia?. *Kidney international*, 63, S145-S147.
- Hess, J. M., Jonnalagadda, S. S., & Slavin, J. L. (2016). What is a snack, why do we snack, and how can we choose better snacks? A review of the definitions of snacking, motivations to snack, contributions to dietary intake, and recommendations for improvement. *Advances in Nutrition*, 7(3), 466-475.
- Hess, J., Rao, G., & Slavin, J. (2017). The Nutrient Density of Snacks: A Comparison of Nutrient Profiles of Popular Snack Foods Using the Nutrient-Rich Foods Index. *Global pediatric health*, 4, 2333794X17698525.
- Hu, F. B., Rimm, E. B., Stampfer, M. J., Ascherio, A., Spiegelman, D., & Willett, W. C. (2000). Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *The American journal of clinical nutrition*, 72(4), 912-921.
- Hull, G. L., Woodside, J. V., Ames, J. M., & Cuskelly, G. J. (2012). Nε-(carboxymethyl) lysine content of foods commonly consumed in a Western style diet. *Food Chemistry*, 131(1), 170-174.

- Ichinose, T., Nobuyuki, S., Takano, H., Abe, M., Sadakane, K., Yanagisawa, R., ... & Shibamoto, T. (2004). Liver carcinogenesis and formation of 8-hydroxydeoxyguanosine in C3H/HeN mice by oxidized dietary oils containing carcinogenic dicarbonyl compounds. *Food and chemical toxicology*, 42(11), 1795-1803.
- Izzo, M., & Niness, K. (2001). Formulating nutrition bars with inulin and oligofructose. *Cereal Foods World*, 46(3), 102-106.
- İşgören, A , Sungur, S . (2019). Tatlandırıcılar. *Lectio Scientific* , 3 (1) , 19-33 .
- Johnson, G. H., & Anderson, G. H. (2010). Snacking definitions: impact on interpretation of the literature and dietary recommendations. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(9), 848-871.
- Kaikkonen, J. E., Mikkilä, V., Magnussen, C. G., Juonala, M., Viikari, J. S., & Raitakari, O. T. (2013). Does childhood nutrition influence adult cardiovascular disease risk?—Insights from the Young Finns Study. *Annals of medicine*, 45(2), 120-128.
- Kant, A. K. (2004). Dietary patterns and health outcomes. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(4), 615-635.
- Katz, F. (1999). How nutritious? Meets how convenient?. *Food technology (Chicago)*, 53(10), 44-50.
- Kawasaki, T., Akanuma, H., & Yamanouchi, T. (2002). Increased fructose concentrations in blood and urine in patients with diabetes. *Diabetes care*, 25(2), 353-357.
- Kellow, N. J., & Coughlan, M. T. (2015). Effect of diet-derived advanced glycation end products on inflammation. *Nutrition Reviews*, 73(11), 737-759.
- Kim, Y., Keogh, J. B., Deo, P., & Clifton, P. M. (2020). Differential effects of dietary patterns on advanced glycation end products: A randomized crossover study. *Nutrients*, 12(6), 1767.
- Koschinsky, T., He, C. J., Mitsuhashi, T., Bucala, R., Liu, C., Buenting, C., ... & Vlassara, H. (1997). Orally absorbed reactive glycation products (glycotoxins): an environmental risk factor in diabetic

nephropathy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(12), 6474-6479.

Lapolla, A., Flamini, R., Dalla Vedova, A., Senesi, A., Reitano, R., Fedele, D., ... & Traldi, P. (2003). Glyoxal and methylglyoxal levels in diabetic patients: quantitative determination by a new GC/MS method. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 41(9), 1166-1173.

Lapolla, A., Traldi, P., & Fedele, D. (2005). Importance of measuring products of non-enzymatic glycation of proteins. *Clinical biochemistry*, 38(2), 103-115.

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.

Liang, Z., Chen, X., Li, L., Li, B., & Yang, Z. (2020). The fate of dietary advanced glycation end products in the body: From oral intake to excretion. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(20), 3475-3491.

Linden, E., Cai, W., He, J. C., Xue, C., Li, Z., Winston, J., ... & Uribarri, J. (2008). Endothelial dysfunction in patients with chronic kidney disease results from advanced glycation end products (AGE)-mediated inhibition of endothelial nitric oxide synthase through RAGE activation. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3(3), 691-698.

Livesey, G., & Taylor, R. (2008). Fructose consumption and consequences for glycation, plasma triacylglycerol, and body weight: meta-analyses and meta-regression models of intervention studies. *The American journal of clinical nutrition*, 88(5), 1419-1437.

Lopez-Moreno, J., Quintana-Navarro, G. M., Delgado-Lista, J., Garcia-Rios, A., Delgado-Casado, N., Camargo, A., ... & Yubero-Serrano, E. M. (2016). Mediterranean diet reduces serum advanced glycation end products and increases antioxidant defenses in elderly adults: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(4), 901-904.

Lorenzi, M. (2007). The polyol pathway as a mechanism for diabetic retinopathy: attractive, elusive, and resilient. *Experimental diabetes research*.

- Luevano-Contreras, C., & Chapman-Novakofski, K. (2010). Dietary advanced glycation end products and aging. *Nutrients*, 2(12), 1247-1265.
- Lustig, R. H., Schmidt, L. A., & Brindis, C. D. (2012). The toxic truth about sugar. *Nature*, 482(7383), 27-29.
- Mahar, K. P., Khuhawar, M. Y., Kazi, T. G., Abbasi, K., & Channer, A. H. (2010). Quantitative analysis of glyoxal, methyl glyoxal and dimethyl glyoxal from foods, beverages and wines using HPLC and 4-nitro-1, 2-phenylenediamine as derivatizing reagent. *Asian Journal of Chemistry*, 22(9), 6983-6990.
- Maillard, L. C. (1912). Action des acides amines sur les sucres; formation des melanoidines par voie methodique. *Comptes R. Acad. Sci.(Paris)*, 154, 66-68.
- Malik, V. S., Pan, A., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2013). Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 98(4), 1084-1102.
- McCrary, M. A., Shaw, A. C., & Lee, J. A. (2016). Energy and nutrient timing for weight control: does timing of ingestion matter?. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 45(3), 689-718.
- McGuire, S. (2016). Scientific report of the 2015 dietary guidelines advisory committee. Washington, dc: Us departments of agriculture and health and human services, 2015. *Advances in nutrition*, 7(1), 202-204.
- Miller, R., Benelam, B., Stanner, S. A., & Buttriss, J. L. (2013). Is snacking good or bad for health: An overview. *Nutrition Bulletin*, 38(3), 302-322.
- Monnier, V. M., Glomb, M., Elgawish, A., & Sell, D. R. (1996). The mechanism of collagen cross-linking in diabetes: a puzzle nearing resolution. *Diabetes*, 45(Supplement 3), S67-S72.
- Moore, J. B., & Fielding, B. A. (2016). Sugar and metabolic health: is there still a debate?. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 19(4), 303-309.

- Murakami K. (2017). Nutritional quality of meals and snacks assessed by the Food Standards Agency nutrient profiling system in relation to overall diet quality, body mass index, and waist circumference in British adults. *Nutrition journal*, 16(1), 57.
- Münch, G., Schicktanz, D., Behme, A., Gerlach, M., Riederer, P., Palm, D., & Schinzel, R. (1999). Amino acid specificity of glycation and protein–AGE crosslinking reactivities determined with a dipeptide SPOT library. *Nature biotechnology*, 17(10), 1006-1010.
- Nicklas, T. A., O’Neil, C. E., & Fulgoni III, V. L. (2014). Snacking patterns, diet quality, and cardiovascular risk factors in adults. *BMC public health*, 14(1), 1-14.
- Nursten, H. E. (2005). *The Maillard reaction: chemistry, biochemistry and implications*. Royal Society of Chemistry.
- O’Connor, L., Brage, S., Griffin, S. J., Wareham, N. J., & Forouhi, N. G. (2015). The cross-sectional association between snacking behaviour and measures of adiposity: the Fenland Study, UK. *British journal of nutrition*, 114(8), 1286-1293.
- O'Brien, J., Morrissey, P. A., & Ames, J. M. (1989). Nutritional and toxicological aspects of the Maillard browning reaction in foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 28(3), 211-248.
- Park, L., Raman, K. G., Lee, K. J., Lu, Y., Ferran, L. J., Chow, W. S., ... & Schmidt, A. M. (1998). Suppression of accelerated diabetic atherosclerosis by the soluble receptor for advanced glycation endproducts. *Nature medicine*, 4(9), 1025-1031.
- Piernas, C., & Popkin, B. M. (2010). Snacking increased among US adults between 1977 and 2006. *The Journal of nutrition*, 140(2), 325-332.
- Poulsen, M. W., Hedegaard, R. V., Andersen, J. M., de Courten, B., Bügel, S., Nielsen, J., ... & Dragsted, L. O. (2013). Advanced glycation endproducts in food and their effects on health. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 10-37.

- Purohit, V., & Mishra, S. (2018). The truth about artificial sweeteners - Are they good for diabetics?. *Indian heart journal*, 70(1), 197–199.
- Rabbani, N., & Thornalley, P. J. (2014). Dicarbonyl proteome and genome damage in metabolic and vascular disease. *Biochemical Society transactions*, 42(2), 425-432.
- Rawat, N., & Darappa, I. (2015). Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of fibre and protein enriched baked energy bars. *Journal of food science and technology*, 52(5), 3006-3013.
- Richmond, M. L., Brandao, S. C., Gray, J. I., Markakis, P., & Stine, C. M. (1981). Analysis of simple sugars and sorbitol in fruit by high-performance liquid chromatography. *Journal of agricultural and Food chemistry*, 29(1), 4-7.
- Roberts, M. J., Wondrak, G. T., Laurean, D. C., Jacobson, M. K., & Jacobson, E. L. (2003). DNA damage by carbonyl stress in human skin cells. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 522(1-2), 45-56.
- Rowan, S., Bejarano, E., & Taylor, A. (2018). Mechanistic targeting of advanced glycation end-products in age-related diseases. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1864(12), 3631-3643.
- Scheijen, J. L., Clevers, E., Engelen, L., Dagnelie, P. C., Brouns, F., Stehouwer, C. D., & Schalkwijk, C. G. (2016). Analysis of advanced glycation endproducts in selected food items by ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry: Presentation of a dietary AGE database. *Food chemistry*, 190, 1145-1150.
- Schröter, D., & Höhn, A. (2018). Role of advanced glycation end products in carcinogenesis and their therapeutic implications. *Current pharmaceutical design*, 24(44), 5245-5251.
- Schwenger, V., Morath, C., Schönfelder, K., Klein, W., Weigel, K., Deppisch, R., ... & Zeier, M. (2006). An oral load of the early glycation compound lactuloselysine fails to accumulate in the serum of uraemic patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 21(2), 383-388.

- Sell, D. R. (1997). Ageing promotes the increase of early glycation Amadori product as assessed by ϵ -N-(2-furoylmethyl)-l-lysine (furosine) levels in rodent skin collagen: The relationship to dietary restriction and glycooxidation. *Mechanisms of ageing and development*, 95(1-2), 81-99.
- Serdula, M. K., Ivery, D., Coates, R. J., Freedman, D. S., Williamson, D. F., & Byers, T. (1993). Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Preventive medicine*, 22(2), 167-177.
- Sharma, A., Amarnath, S., Thulasimani, M., & Ramaswamy, S. (2016). Artificial sweeteners as a sugar substitute: Are they really safe?. *Indian journal of pharmacology*, 48(3), 237–240.
- 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.
- Sims, T. J., Rasmussen, L. M., Oxlund, H., & Bailey, A. J. (1996). The role of glycation cross-links in diabetic vascular stiffening. *Diabetologia*, 39(8), 946-951.
- Singh, R., Barden, A., Mori, T., & Beilin, L. (2001). Advanced glycation end-products: a review. *Diabetologia*, 44(2), 129-146.
- Singh, V. P., Bali, A., Singh, N., & Jaggi, A. S. (2014). Advanced glycation end products and diabetic complications. *The Korean journal of physiology & pharmacology : official journal of the Korean Physiological Society and the Korean Society of Pharmacology*, 18(1), 1–14.
- Snelson, M., & Coughlan, M. T. (2019). Dietary advanced glycation end products: Digestion, metabolism and modulation of gut microbial ecology. *Nutrients*, 11(2), 215.
- Somoza, V. (2005). Five years of research on health risks and benefits of Maillard reaction products: an update. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49(7), 663-672.

- Stinghen, A. E., Massy, Z. A., Vlassara, H., Striker, G. E., & Boullier, A. (2016). Uremic Toxicity of Advanced Glycation End Products in CKD. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*, 27(2), 354–370.
- Story, M., Hayes, M., & Kalina, B. (1996). Availability of foods in high schools: is there cause for concern?. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 96(2), 123.
- Suhem, K., Matan, N., Matan, N., Danworaphong, S., & Aewsiri, T. (2015). Improvement of the antifungal activity of Litsea cubeba vapor by using a helium–neon (He–Ne) laser against *Aspergillus flavus* on brown rice snack bars. *International journal of food microbiology*, 215, 157-160.
- Takagi, Y., Kashiwagi, A., Tanaka, Y., Asahina, T., Kikkawa, R., & Shigeta, Y. (1995). Significance of fructose-induced protein oxidation and formation of advanced glycation end product. *Journal of diabetes and its complications*, 9(2), 87-91.
- Tan, D., Wang, Y., Lo, C. Y., Sang, S., & Ho, C. T. (2008). Methylglyoxal: its presence in beverages and potential scavengers. *Annals of the New York academy of sciences*, 1126(1), 72-75.
- Trevisan, A. J. B., de Almeida Lima, D., Sampaio, G. R., Soares, R. A. M., & Bastos, D. H. M. (2016). Influence of home cooking conditions on Maillard reaction products in beef. *Food chemistry*, 196, 161-169.
- Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015, T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara 2016.
- Ural, B., & Alphan, M. E. (2019). Diyabetlilerde tatlandırıcı ve diyet/diyabetik ürün kullanım durumu. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2), 19-23.
- Uribarri, J., & He, J. C. (2015). The low AGE diet: a neglected aspect of clinical nephrology practice?. *Nephron*, 130(1), 48-53.
- Uribarri, J., & Tuttle, K. R. (2006). Advanced glycation end products and nephrotoxicity of high-protein diets. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 1(6), 1293-1299.

- Uribarri, J., Cai, W., Peppas, 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., Cai, W., Ramdas, M., Goodman, S., Pyzik, R., Chen, X., Zhu, L., Striker, G. E., & Vlassara, H. (2011). Restriction of advanced glycation end products improves insulin resistance in human type 2 diabetes: potential role of AGER1 and SIRT1. *Diabetes care*, 34(7), 1610–1616.
- Uribarri, J., Peppas, M., Cai, W., Goldberg, T., Lu, M., Baliga, S., ... & Vlassara, H. (2003). Dietary glycotoxins correlate with circulating advanced glycation end product levels in renal failure patients. *American journal of kidney diseases*, 42(3), 532-538.
- 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.
- Van Boekel, M. A. J. S. (2006). Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. *Biotechnology advances*, 24(2), 230-233.
- Vlassara, H., & Palace, M. R. (2002). Diabetes and advanced glycation endproducts. *Journal of internal medicine*, 251(2), 87-101.
- Vlassara, H., & Uribarri, J. (2014). Advanced glycation end products (AGE) and diabetes: cause, effect, or both?. *Current diabetes reports*, 14(1), 453.
- Vlassara, H., Fuh, H., Makita, Z., Krungkrai, S., Cerami, A., & Bucala, R. I. C. H. A. R. D. (1992). Exogenous advanced glycosylation end products induce complex vascular dysfunction in normal animals: a model for diabetic and aging complications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(24), 12043-12047.
- 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.

- Wang, Z., Zhai, F., Zhang, B., & Popkin, B. M. (2012). Trends in Chinese snacking behaviors and patterns and the social-demographic role between 1991 and 2009. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 21(2), 253.
- Wei, Q., Liu, T., & Sun, D. W. (2018). Advanced glycation end-products (AGEs) in foods and their detecting techniques and methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 32-45.
- World Health Organization. (2021, June 9). *Obesity and Overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Yamagishi, S. I., & Imaizumi, T. (2005). Diabetic vascular complications: pathophysiology, biochemical basis and potential therapeutic strategy. *Current pharmaceutical design*, 11(18), 2279-2299.
- Yamagishi, S. I., & Matsui, T. (2016). Pathologic role of dietary advanced glycation end products in cardiometabolic disorders, and therapeutic intervention. *Nutrition*, 32(2), 157-165.
- Yamagishi, S. I., Ueda, S., & Okuda, S. (2007). Food-derived advanced glycation end products (AGEs): a novel therapeutic target for various disorders. *Current pharmaceutical design*, 13(27), 2832-2836.
- Yılmaz, B., & Karabudak, E. (2016). Besinlerdeki ileri glikasyon son ürünleri ve azaltma yöntemleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 44(3), 280-288.
- Yılmaz, M. K., & Ünal, S. (2007). Düşük kalorili (light) gıda kullanan tüketicileri kullanım sıklığına göre ayırma üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 455-472.
- Yu, J. H., Shin, M. S., Lee, J. R., Choi, J. H., Koh, E. H., Lee, W. J., ... & Kim, M. S. (2014). Decreased sucrose preference in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes research and clinical practice*, 104(2), 214-219.
- Yubero-Serrano, E. M., Garcia-Rios, A., Delgado-Lista, J., Delgado-Casado, N., Perez-Martinez, P., Rodriguez-Cantalejo, F., ... & Lopez-Miranda, J. (2011). Postprandial effects of the Mediterranean diet on oxidant and antioxidant status in elderly men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(5), 938-940.

- Yusufoglu, B., Yaman, M., & Karakuş, E. (2020). Determination of the most potent precursors of advanced glycation end products in some high-sugar containing traditional foods using high-performance liquid chromatography. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14708.
- Zamora, R., & Hidalgo, F. J. (2005). Coordinate contribution of lipid oxidation and Maillard reaction to the nonenzymatic food browning. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(1), 49-59.
- Zhang, Q., Wang, Y., & Fu, L. (2020). Dietary advanced glycation end-products: Perspectives linking food processing with health implications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(5), 2559-2587.
- Zizza, C. A., & Xu, B. (2012). Snacking is associated with overall diet quality among adults. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(2), 291-296.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Sena Nur TANYILDIZ

A. EĞİTİM

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Beslenme ve Diyetetik	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2015-2019
Yüksek Lisans	Beslenme ve Diyetetik	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2019-2021

B. YAYINLAR VE BİLDİRİLER

a) Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. Yaman, M., Çatak, J., Uğur, H., Gürbüz, M., Belli, İ., Tanyıldız, S. N., ... & Yıldız, M. C. (2021). The bioaccessibility of water-soluble vitamins: A review. *Trends in Food Science & Technology*.
2. Cintesun, E. E., Tanyıldız, S. N., Yıldırım, H., Mızrak, Ö. F. & Yaman, M. (2021). Investigation of the α -Dicarbonyl Compounds in Some Snack Foods by HPLC Using Precolumn Derivatization with 4-Nitro-1,2-Phenylenediamine. *Biointerface Research in Applied Chemistry*.

b) Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

Tanyıldız, S. N., Yıldırım, H., Uğur, H. & Yaman, M. AMPK'nın Doğal Aktivatörleri ve Hastalıklarla İlişkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 389-401.

c) Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

- 1. Sena Nur Tanyıldız**, Hatice Yıldırım, Nilgün Işıksaçan, Ömer Faruk Mızrak, Mustafa Yaman, Bazı İşlenmiş Et ve Diyet Ürünlerinde İleri Glikasyon Son Ürünleri Öncülleri İçeriklerinin Belirlenmesi, 3. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve İnovasyon Kongresi, 2021.
2. Mustafa Yaman, **Sena Nur Tanyıldız**, Hatice Yıldırım, Tuğba Yılmaz, Sedanur Gülcemal, Zehra Sağlık, Esra Serdar, Edanur Kurt, Ömer Faruk Mızrak, *In Vitro* Gastrointestinal Sindirim Sistemi Kullanılarak Bisküvi, Ekmek, Kahve ve Kurabiyelerdeki Glioksal ve Metilglioksal Bileşiklerinin Biyoerişilebilirliklerinin Belirlenmesi, 2. Uluslararası Sağlık Bilimlerinde Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 2021.
3. Hatice Yıldırım, **Sena Nur Tanyıldız**, Halime Uğur, Nilgün Işıksaçan, Ömer Faruk Mızrak, Mustafa Yaman, *In Vitro* Gastrointestinal Sindirim Sistemi Kullanılarak Bazı İşlenmiş Et Ürünlerinde Malondialdehit Bileşiğinin Biyoerişilebilirliğinin Belirlenmesi, 5. Uluslararası Beslenme Obezite ve Toplum Sağlığı Kongresi, 2021.

d) Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

Hatice Yıldırım, Bengisu Eştürk, **Sena Nur Tanyıldız**, Elif Ede Çintesun, Onsekiz– 75 Yaş Arası Tip 2 Diyabetli Bireylerde Diyabetik Ürün ve Tatlandırıcı Kullanımının Belirlenmesi ve Diyabet Özbakımı ile İlişkilendirilmesi, III. Ulusal Beslenme ve Diyetetik Öğrenci Kongresi, 2019.

C. VERDİĞİ DERSLER

Dönem	Program-Şube	Yarıyıl	Ders kodu	Ders adı	Öğrenci sayısı
20-21 Bahar	SBF-Beslenme ve Diyetetik-Normal Şube	8	BES 422	Toplu Beslenme Sistemleri Stajı-1	67
20-21 Bahar	SBF-Beslenme ve Diyetetik-Normal Şube	8	BES 422	Toplu Beslenme Sistemleri Stajı-2	5
20-21 Bahar	SBF-Beslenme ve Diyetetik-Normal Şube	8	BES 422	Toplu Beslenme Sistemleri Stajı-3	12
20-21 Güz	SBF-Beslenme ve Diyetetik-Normal Şube	7	BES 425	Elektif Stajı	51
20-21 Güz	SBF-Beslenme ve Diyetetik-Normal Şube	7	BES 425	Elektif Stajı	6
20-21 Güz	SBF-Beslenme ve Diyetetik-Normal Şube	7	BES 421	Klinik Beslenme Çocuk Stajı	9