

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

ÜLKEMİZDE TÜKETİLEN KAHVALTILIK GEVREK
ÜRÜNLERİNİN GLİSEMİK İNDEKS VE PROTEİN
SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN İN VİTRO
GASTROİNTESTİNAL SİSTEM İLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAFSA SENA SARGIN

İSTANBUL

Mayıs, 2019

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

ÜLKEMİZDE TÜKETİLEN KAHVALTILIK GEVREK
ÜRÜNLERİNİN GLİSEMİK İNDEKS VE PROTEİN
SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN İN VİTRO GASTROİNTESTİNAL
SİSTEM İLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAFSA SENA SARGIN

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAMAN

İstanbul
Mayıs, 2019

TEZ ONAY FORMU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

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

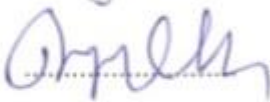
Danışman Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAMAN


.....

Üye Dr. Öğr. Üyesi Sabiha Zeynep AYDENK KÖSEOĞLU


.....

Üye Doç. Dr. Turgay ÇAKMAK


.....

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.


.....
Prof. Dr. Ahmet Korhan BİNARK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım "Ülkemizde Tüketilen Kahvaltılık Gevrek Ürünlerinin Glisemik İndeks Ve Protein Sindirilebilirliklerinin İn Vitro Gastrointestinal Sistem İle İncelenmesi" adlı çalışmamın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.


Hafsa Sena SARGIN

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Yaman'a; tezime katkılarından dolayı değerli hocam Sabiha Zeynep Aydenk Köseoğlu'na; çok değerli çalışma arkadaşlarım H. Büşra Çalışkan, Sağrenur Akça, H. Feyza Bardakçı ve Ömer Faruk Mızrak'a; yaşamımın her anında destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hafsa Sena SARGIN

İstanbul - 2019

ÖZET

ÜLKEMİZDE TÜKETİLEN KAHVALTILIK GEVREK ÜRÜNLERİNİN GLİSEMİK İNDEKS VE PROTEİN SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN İN VİTRO GASTROİNTESTİNAL SİSTEM İLE İNCELENMESİ

Hafsa Sena Sargın

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Mayıs- 2019, 93 sayfa

Bu çalışmanın amacı; kahvaltılık gevrek içeriklerinin glisemik indeks ve protein sindirilebilirliklerine olan etkisinin incelenmesidir. Analiz edilen farklı marka ve içerikteki 12 kahvaltılık gevrek; İstanbul'daki farklı marketlerden alınmıştır. Kahvaltılık gevreklerin glisemik indeksleri ve protein sindirilebilirlikleri; insan sindirim sistemi model alınarak hazırlanan in vitro gastrointestinal sindirim metotları ile İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Ar-Ge Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir. Etiketle yazan protein miktarları 7.1-10.9 g/100g arasında iken toplam protein tayini ile hesapladığımız protein miktarları 4.8-11.4 g/100g arasında değişmektedir. Glisemik indekste referans aldığımız beyaz ekmeğin glisemik indeksi 66 iken; kahvaltılık gevreklerin glisemik indeksleri 58-72 aralığında değiştiği gözlenmiştir. Numunelerin protein sindirilebilirlikleri ise %65-95 arasında bulunmuştur. Yapılan analizler üç paralel olarak çalışılmıştır ve verilerin istatistiksel analizleri için TUKEY testinden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kahvaltılık gevrek, Glisemik indeks, Protein sindirilebilirliği, Gastrointestinal sistem, Amino asit.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE GLYCEMIC INDEX AND PROTEIN DIGESTIBILITY OF BREAKFAST CEREAL PRODUCT WHICH CONSUMED IN TURKEY BY IN VITRO GASTROINTESTINAL SYSTEM

Hafsa Sena Sargin

Master, Nutrition and Dietetics

May 2019, 93 pages

The aim of this study is; The aim of this study was to investigate the effect of breakfast cereal contents on glycemic index and protein digestibility. 12 breakfast cereals of different brands and contents analyzed; It is taken from different markets in Istanbul. Glycemic indices and protein digestibility of breakfast cereals; The human digestive system was prepared by in vitro gastrointestinal digestion methods and analyzed at Istanbul Sabahattin Zaim University R & D Laboratory. While the protein content of the label is between 7.1-10.9 g / 100g, the amount of protein we calculate with total protein determination varies between 4.8-11.4 g / 100g. The glycemic index of the white bread we refer to in the glycemic index was 66; The glycemic indices of breakfast cereals varied between 58-72. Protein digestibility of the samples was found between 65-95%. The analyzes were performed in three parallel and TUKEY test was used for statistical analysis of the data.

Key Words: Breakfast cereal, Glycemic index, Protein digestibility, Gastrointestinal system, Amino acid.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SEMBOLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	
LİTERATÜR TARAMASI	2
1.1. Kahvaltı ve Önemi	2
1.2. Kahvaltılık Gevrek.....	2
1.2.1. Kahvaltılık Gevreklerin İçeriği ve Sağlık Yönünden Faydaları.....	3
1.2.2. Ülkemizdeki ve Dünyadaki Kahvaltılık Gevrek Tüketimi.....	5
1.3. Glisemik İndeks	6
1.3.1. Glisemik İndeksin Etki Mekanizması ve Sağlıkla İlişkisi	6
1.3.1.1. Diyabet ve Glisemik İndeks.....	8
1.3.2. Gıdaların Glisemik İndeksi	11
1.3.3. Kahvaltılık Gevreklerin Kan Şekerine Etkisi.....	14
1.4. Kahvaltılık Gevreklerdeki Proteinin Biyoyararlılığı.....	14
1.4.1. Protein	15
1.4.2. Biyoyararlılık ve Biyoerişilebilirlik	19

1.4.2.1. Protein Sindirilebilirliği.....	19
--	----

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT	21
2.1. İn Vitro Glisemik İndeks Tayini.....	22
2.1.1. Şeker Bileşenlerinin Tayini	23
2.1.2. Nişasta Tayini	23
2.1.3. İn-Vitro Sindirilebilirlik ve Tahmini Glisemik İndeksin Ölçülmesi	24
2.2. Amino Asit Tayini	26
2.3. İn Vitro Protein Sindirim Tayini	31

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
3.1. Glisemik İndeks.....	35
3.2. Amino Asit Kompozisyonu ve Protein Sindirilebilirliği.....	44
3.3. İn Vitro Biyoerişilebilirlik Bulguları.....	56
TARTIŞMA	58

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ.....	80

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Gİ değerlerinin sınıflandırılması.....	10
Tablo 2. Kahvaltılık gevreklerin toplam ve etiket şeker karşılaştırılması.....	35
Tablo 3. Kahvaltılık gevrek şeker içerikleri (g/100g).	36
Tablo 4. Kahvaltılık gevreklerin toplam nişasta ve dirençli nişasta içerikleri.	38
Tablo 5. Kahvaltılık gevreklerin hızlı ve yavaş sindirilen glikoz oranları.	39
Tablo 6. Kahvaltılık gevreklerin 20 ve 180 dakika arasında sindirilme oranları.	41
Tablo 7. Kahvaltılık gevreklerin hidroliz indeks ve glisemik indeks değerleri.	42
Tablo 8. Kahvaltılık gevreklerin toplam protein miktarı.....	45
Tablo 9. Kahvaltılık gevreklerin asidik amino asit içeriği (mg/100g).	46
Tablo 10. Kahvaltılık gevreklerin bazik amino asit içeriği (mg/100g).	47
Tablo 11. Kahvaltılık gevreklerin polar yüklü amino asit içeriği (mg/100g).....	48
Tablo 12. Kahvaltılık gevreklerin apolar, alifatik amino asit içeriği (mg/ 100g).....	51
Tablo 13. Kahvaltılık gevreklerin aromatik zincirli amino asit içeriği (mg/ 100g). .	53
Tablo 14. Kahvaltılık gevreklerin dallı zincirli aminoasit içeriği (mg/100g).	54
Tablo 15. Kahvaltılık gevreklerin esansiyel amino asit içeriği (mg/100g).	55
Tablo 16. Kahvaltılık gevreklerin sindirim sonrası kalıntıya göre sindirilebilirlik oranları	57
Tablo 17. Kahvaltılık gevreklerin içerik ve glisemik indeks kıyaslaması.....	58

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Amino asitler	18
Şekil 2. Spektrofotometre	23
Şekil 3. HPLC Cihazı.....	23
Şekil 4. İn Vitro Glisemik İndeks Metodu.....	25
Şekil 5. Amino asit kompozisyonu.	29
Şekil 6. Triptofan Standardı HPLC Kromatogramı	30
Şekil 7. İn Vitro Protein Sindirim Metodu	32
Şekil 8. Kahvaltılık gevrek şeker içerikleri.....	37
Şekil 10. Çikolata içeren kahvaltılık gevreklerin Gİ kıyaslaması.....	43
Şekil 11. Yulaf içeren kahvaltılık gevreklerin Gİ kıyaslaması.	44
Şekil 12. Meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevreklerin Gİ kıyaslaması.....	44
Şekil 13. Kahvaltılık gevreklerin BCAA ve EAA içerikleri.	56
Şekil 14. Kahvaltılık gevreklerin Glu, Pro, Leu, Lys, Lys, Thr içerikleri.	56
Şekil 15. Kahvaltılık gevreklerin protein sindirilebilirliği (%).	57

SEMBOLLER LİSTESİ

%	:Yüzde
°C	:Santigrat derece
cm	:Santimetre
da	:Dekar
dk	:Dakika
g	:Gram
kcal	:Kalori
kg	:Kilogram
L	:Litre
M	:Molar
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
mM	:Milimolar
Nm	: Nanometre
Rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikadaki devir sayısı)
U	:Unite
µg	:Mikrogram
µl	:Mikrolitre
µm	:Mikrometre
µpm	: Miknatis geçirgenliği

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADA	: Amerikan Diyabet Derneği
Ala	: Alanin
AMG	: Amiloglikozidaz Enzimi
Arg	: Arjinin
Asp	: Aspartik Asit
BCAA	: Dalı Zincirli Amino Asitler
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
DL	: Diyet Lif
DN	: Dirençli nişasta
EAA	: Esansiyel Amino Asitler
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
Gİ	: Glisemik İndeks
Glu	: Glutamik Asit
Gly	: Glisin
GOPOD	: Glikoz Oksidaz Peroksidaz Enzimi
GTÖ	: Gıda Tarım Örgütü
His	: Histidin
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
HSG	: Hızlı Sindirilen Glikoz
HSN	: Hızlı Sindirilebilir Nişasta
IGT	: Bozulmuş Glukoz Toleransı
Ile	: İzölösün
KG	: Kahvaltılık Gevrek
Leu	: Lösin
Lys	: Lizin
Met	: Metiyonin
NEAA	: Esansiyel Olmayan Amino Asitler
PGX	: Viskoz Posa Suplemanı
Phe	: Fenilalanin

Pro	: Prolin
PTC	: Feniltiyokarbamil
Ser	: Serin
SG	: Ortama Salınan Glikoz
SYA	: Serbest Yağ Asitleri
TİP 1 DM	: Tip 1 Diyabet
TİP 2 DM	: Tip 2 Diyabet
TCA	: Trikloroasetik Asit
TEA	: Trietilamin
Thr	: Treonin
TN	: Toplam Nişasta
Trip	: Triptofan
TŞ	: Toplam Şeker
TURDEP	:Türkiye Diyabet, Obezite ve Hipertansiyon Epidemiyolojisi
Araştırması	
TÜBER	: Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi
Türkomp	: Türkiye Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
Tyr	: Tirozin
USDA	: ABD Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
UV	: Ultra viyole
Val	: Valin
YSG	: Yavaş Sindirilen Glikoz
YSN	: Yavaş Sindirilebilir Nişasta

GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenmenin bir parçası olan kahvaltı (TÜBER, 2015); sağlıklı bir diyetin önemli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. Düzenli kahvaltı tüketiminin sağlığa faydaları olduğu bilinmektedir (Dhurandhar, vd., 2014; Van der Heijden, vd., 2007).

Kahvaltılık gevrekler hem hızlı ve kolay hazırlanması hemde iyi bir lif kaynağı olmasının yanında zenginleştirilmiş vitamin ve mineral katkısından dolayı kahvaltı için sağlıklı bir alternatiftir. Bu çerçevede günümüz beslenmesinde önemli bir yeri olan kahvaltılık gevreklerin çeşitliliği gittikçe artmıştır. Bu etkilerinden dolayı kahvaltılık gevreklerin sağlık üzerine yapılan çalışmalar genelde glisemik indeks ve kan şekere etkileri üzerine yoğunlaşmıştır.

Gıdaların glisemik indeksleri (GI); besinlerin şeker, posa içeriği, olgunluk düzeyi, fiziksel yapısı, tüketim hızı, asiditesi, pişirme ve işleme teknikleri ve besin ögesi olmayan bileşiklerden etkilenmektedir.

Karbonhidrat açısından zengin gıda ürünleri; nişasta sindirilebilirliğinin kolaylığından dolayı yüksek GI'li gıda ürünleri olarak kabul edilir. Yüksek GI'li diyetler, kilo artışı, insülin eksikliği, kan glukozu kontrolü ve artan obezite seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir.

Isıl işlemler gıdalarında besin kaybına neden olduğundan dolayı; kahvaltılık gevreklerin besin değerleri büyük ölçüde etkilemektedir. Pişirme esansiyel amino asitlerin kaybına neden olabilirken, proteinlerin sindirilme özelliğini de arttırmaktadır. Protein yapısında olan enzimler genellikle ekstrüzyonla pişirme sırasında kısmen veya tamamen etkisiz hale gelmektedir. Biyoyararlılık, tüketilen gıda türüne bakılmaksızın beslenme için anahtar bir kavramdır (Fernández-García vd, 2009). Biyoyararlılık, bir besinin gastrointestinal sistemde emilimi, taşınması ve metabolizmada kullanılması ile ilişkilidir. Protein sindirilebilirliği; sindirim sonrası ince bağırsakta emilecek protein miktarını belirlemede önemli bir faktördür ve diyetteki protein kullanımının etkinliğini yansıtır (Almeida C.C., vd, 2015).

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde tüketilen kahvaltılık gevrek ürünlerinin in vitro glisemik indeks ve protein sindirilebilirliklerinin in vitro gastrointestinal sistem ile incelenmesidir.

BİRİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Kahvaltı ve Önemi

Yeterli ve dengeli beslenmede, günde üç ana öğün tüketilmesi amaçlanmaktadır (TÜBER, 2015). Kahvaltı, sağlıklı bir diyetin önemli bir bileşeni olarak kabul edilir. Düzenli kahvaltı tüketiminin kilo kontrolü, daha iyi bilişsel işlev ve kardiyometabolik sağlık ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Currie, vd., 2012; Dhurandhar, vd., 2014; Purslow, vd., 2007; St-Onge, vd., 2017; Van der Heijden, vd., 2007). Bu faydalarına ek olarak kahvaltı çocuklarda davranış, okula devam ve performansları ile ilişkilidir (Tolfrey ve Zakrzewski, 2012). Özellikle kahvaltı öğününün atlanması sağlıklı vücut ağırlığının korunmasını engeller (TÜBER, 2015).

Sağlık açısından bakıldığında, kahvaltı tüketiminin; insülin direnci, dislipidemi ve hipertansiyon dahil olmak üzere gençlerde obezite ve buna eşlik eden kardiyometabolik bozuklukların önlenmesinde önemli bir yeri vardır (Burke, 2006; Chiarelli ve Marcovecchio, 2008). Kahvaltı öğününün atlanmasının olumsuz sağlık sorunlarına neden olduğu ve bu öğünün özellikle ergen çocuklar tarafından atıldığı bilinmektedir (Tolfrey ve Zakrzewski, 2012).

Kahvaltı içeriği ülkeye, yaşa, cinsiyete, fiziksel aktivite düzeyine ve diğer faktörlere bağlı olarak büyük ölçüde değişebilmektedir. Kahvaltıda önerilen enerji alımı günlük enerjinin %15-25'ini içermelidir.

Kahvaltı tüketimi üzerine yapılan bir çalışmada, 4 ile 18 yaş arası çocukların %25-50'sinin düzenli tahıl içeren kahvaltı tükettiği belirtilmiştir (Song, vd, 2006).

1.2. Kahvaltılık Gevrek

Kahvaltılık gevreklerin dengeli beslenmedeki rolü uzun yıllardır bilinmektedir (Williams, P. G., 2014; McKeivith, 2004; McKeivith ve Jarzebowska, 2010). Diyet yönergeleri, zengin besin içeriğine sahip olan (özellikle tahıl gevrekleri veya tahıl

lifleri yüksek olan) kahvaltılık gevreklerin önemli bir besin kaynağı olduğu üzerinde durmaktadır (National Health and Medical Research Council, 2013). Kahvaltılık gevrekler kaliteli bir vitamin ve mineral kaynağı olmalarının yanı sıra, antioksidan (Miller vd., 2000; Baublis AJ, vd., 2000; Ryan L, Thondre P. ve Henry, 2011) ve fitoöstrojen (Kuhnle, vd., 2009) kaynağıdır (Devlin N.F., vd., 2013). Bununla birlikte, bazı kahvaltılık gevrekler içerdikleri tuz, şeker veya doymuş yağ miktarlarına bağlı olarak olumsuz sağlık etkileri oluşturabileceğinden bu ürünlerin sağlık etkileri tartışılmaktadır (Williamson, 2010).

Kahvaltılık gevrekler; granola ve tahıllarla birlikte kurutulmuş meyveler ve fındık gibi parçacıklardan oluşur ve pullu, şişirilmiş, küp haline getirilmiş, parçalanmış formlarda bulunur. Kahvaltılık gevrekler ekstrüzyon tekniği ile yüksek sıcaklık ve basınç altında pişirilir ve kaplanır (Wiemer K., 2018).

Granola çeşidi kahvaltılık gevreklerin genellikle karbonhidrat oranı yüksektir, az yağlıdır ve iyi bir lif kaynağıdır. Bu kahvaltılık gevrekler genellikle yulaf, arpa, ceviz, yer fıstığı ve buğdaydan yapılır ve şeker, bal, malt özü, vitamin, minerallerle zenginleştirilir. Bu ürünler günlük kahvaltının içinde yer alabileceği gibi yüksek kalorili olmalarından dolayı yürüyüş veya kamp yapan bireyler tarafından da tüketilmektedir. Granolalı bu ürünler sıklıkla yoğurt, bal, meyve ve sütle birlikte tüketilir. Ayrıca çeşitli hamur işlerinin ve tatlıların üst kısımlarını süsleme amacıyla da kullanılır (Joy E., Aswei ve Nicholas, 2016).

Gençlerde, belirli kahvaltı modellerinin sağlık için yararlı olduğunu gösteren kanıtlar vardır; bu kanıtların çoğu, hazır kahvaltılık gevreklerle ve kahvaltının glisemik indeksine (GI) odaklanmaktadır (Tolfrey ve Zakrzewski, 2012).

1.2.1. Kahvaltılık Gevreklerin İçeriği ve Sağlık Yönünden Faydaları

Kahvaltılık gevreklerin genellikle karbonhidrat içeriği yüksek, yağ içeriği düşüktür. Bazılarında yüksek miktarda bulunan kepek birçok vitamin ve mineralin gereksinimini karşılamaya yardımcı olur (Bertais, vd., 2000; Delgado-Andrade C., Rufián-Henares J.A. ve Morales, 2007). Bu yüzden tam tahıllar kahvaltılık gevrek seçiminde önemli bir etkidir (Thomas, R.G., vd., 2013).

Kahvaltılık gevrekler, kardiyovasküler risk faktörlerini %10-12 arasında düşürmekte, glikoz ve insülin metabolizmasını pozitif olarak etkileyen lif, yağ, vitamin ve mineraller gibi önemli besin öğelerini içermektedir (Foster-Powell, Holt, S.H. ve

Brand-Miller, J.C., 2002; Venn B.J. ve Mann J.I., 2004). Bunun yanında, kahvaltılık gevreklerde önemli sağlık etkileri olan fitoöstrojenler ve fenolik asitler de bulunur (Djoussé L. ve Gaziano J. M., 2007).

Kahvaltılık gevrek olarak kullanılan besin maddelerinden mısır, son yirmi yılda en çok yetiştirilen mahsul (FAO, 2009) ve dördüncü en çok tüketilen tahıldır (sorgum ve pirincin altındadır (Faostat F. 2016). Geleneksel gıdaların hazırlanmasında yaygın olarak kullanılır ve yüksek karbonhidrat, yağ, protein içeriğine sahiptir. Lif, vitamin ve mineral bakımından zengin olan mısırın beyaz ve sarı olmak üzere iki ana çeşidi vardır. Düşük miktarda gluten içermesinden dolayı sıklıkla tüketilir (Joy, E., Aswei ve Nicholas, 2016).

Buğday, nişasta ve protein gibi önemli makro besinleri içermesinin yanında vitamin ve mineral gibi çeşitli mikro besinler ve biyoaktif bileşenler yönünden de iyi bir kaynaktır. Buğday genellikle kalori kaynağı olarak görülmesine rağmen, glutamin, prolin ve lösin yönünden diyetle önemli miktarda protein sağlar. Buğday nişastasası ve proteinleri ile bunların modifiye edilmiş versiyonları, günümüzde gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Arise W.P.I, 2011).

Bir diğer kahvaltılık gevrek kaynağı olan yulaf ve yulaf ile hazırlanan besinler yüzyıllardan beri Avrupa'da diyetin önemli bir parçası olmuştur (Arendt, E. ve Zannini, E., 2013). Yulaf unu ve kepeğinden birçok gıda formülasyonunda, özellikle kahvaltılık gevrek üretiminde yararlanılmaktadır. Yulaf genellikle mısır gevrekleri, ekmek, bisküvi, bebek maması, müsli ve granola bar üretiminde kullanılır. Yulaf ve yulaftan elde edilen ürünlerin önemli fizyolojik ve beslenme özellikleri vardır. Yulaf, önemli bir çözünebilir diyet lif olan B-glukan kaynağı olmasının yanında yüksek tokoferol ve doğal antioksidan kaynağı olarak da bilinir. Beta glukanın özellikle kolorektal kanser riskini azaltması ve kan kolesterol düzeyinin dengelenmesinde önemli bir yeri vardır (Zwer, 2004). Yulaftaki protein içeriği buğdaya benzer iken karbonhidrat bakımından zengin mısır, pirinç ve arpadan daha yüksektir (Arendt, E. K., ve Zannini, E., 2013). Buğdayla karşılaştırıldığında, yulaf daha az nişasta içerirken daha fazla protein ve yağ içerir (Strychar, 2011). Abrams S.A. (2001)'nın yaptığı çalışmaya göre; süt ile tüketilen besleyici bir kahvaltılık gevrek, bir çocuğun ihtiyaç duyduğu vitamin ve minerallerin büyük bir kısmını karşılamaktadır.

Bir kahvaltı öğününe kahvaltılık gevreklerin eklenmesinin önemli ölçüde besleyici faydaları olduğu ve Kahvaltı Kalitesi Endeksi'ni arttırdığı belirtilmiştir (Monteagudo, vd., 2013). Kesitsel çalışmalardan elde edilen bulgulara göre; çocuk (Albertson A., vd., 2013; Frary, Johnson ve Wang, 2004) ve yetişkinlerin (Song, vd., 2006; Deshmukh-Taskar, vd, 2010; Holmes, vd., 2012) kahvaltılık gevrek tüketiminin süt tüketimini kolaylaştırdığını göstermiştir. Bunun yanında, düzenli olarak kahvaltılık gevrek tüketen çocuklar (Albertson A.M., vd., 2011, Affenito, vd., 2013; Albertson A., vd., 2013) ve yetişkinlerin (Deshmukh-Taskar, vd., 2010; Thane C.W., 2007) yeterli düzeyde tam tahıl aldığı da vurgulanmıştır (Williams, P. G., 2014; Deshmukh-Taskar, vd., 2010).

1.2.2. Ülkemizdeki ve Dünyadaki Kahvaltılık Gevrek Tüketimi

Kahvaltılık tahıllar ve tahıl ürünleri, ABD beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Büyük üreticiler tarafından satılan hazır kahvaltılık gevrekler ABD'de perakende satışların %80'inden fazlasını oluşturmaktadır. Ağustos 2011'de yapılan bir çalışmada bir yıl boyunca 2 milyar ünite hazır kahvaltılık gevrek satılmıştır (Schroeder E., 2010). Amerika'da kahvaltıda tahıl tüketimi ile ilgili yapılan bir ankette, katılımcıların %93'ünün hazır kahvaltılık gevrek tükettikleri tespit edilmiştir (Thomas, R.G., vd, 2013).

Son yıllarda, kahvaltılık gevrekler insan beslenmesinde önemli bir enerji kaynağı haline gelmiştir. İspanya'da bebek nüfusunun yaklaşık %50'sinin kahvaltıda bu ürünleri tükettiği tespit edilmiştir (Montaner, 2004). ABD'de yulaf ürünlerinin tüketimi 1984 yılında kişi başına ortalama 0.6 kg iken; yulaf kepeğinin kan-kolesterol düşürücü bir etkisinden dolayı 1988'de kişi başına ortalama 0.9 kg'a yükselmiştir. 1988 yılında İngiltere'de pazarlanan paketlenmiş kahvaltılık gevreklerin toplam ağırlığı 383.758 ton iken bunun %38'i buğday, %29'u mısır ve geri kalanı ise diğer tahıllar ile üretilmiştir (Guy R., 2001). Türkiye'de ise 2002 yılında 4090 ton olan kahvaltılık gevrek satışları, 2007 yılında %25,67 lik büyüme göstererek, 5140 tona ulaşmıştır (Ezer, 2015).

1.3. Glisemik İndeks

Glisemik indeks (GI), gıdaların bir referans gıda ile (beyaz ekmek) karşılaştırılarak, postprandiyal kan glukozuna verdikleri cevaba dayanan bir yöntemdir (Foster-Powell, Holt, S.H. ve Brand-Miller, J.C., 2002). 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren test gıdanın tüketilip emilmesini takiben 2 saat içinde oluşturduğu kan glukoz artış alanının aynı miktarda karbonhidrat içeren referans gıdanın oluşturduğu glukoz artış alanına kıyaslanması ile belirlenmektedir (FAO/WHO, 2009). Genellikle referans gıda olarak glukoz kullanılır ve glikozun Gİ değeri 100 olarak tanımlanır. Örneğin 50 g sindirilebilir karbonhidratı sağlayacak miktarda patates tüketilirse, alınan 50 g glukoz; referans ile kıyaslandığında kan glukozu yanıtının %80'ine neden olmaktadır. Bu durumda patatesin Gİ değeri 80 olmaktadır (Monro J. ve Mishra S., 2009; Jamurtas A.Z., vd, 2013). Diğer bir tanımlamayla Gİ, karbonhidratlı besinlerin postprandiyal glisemik yanıtlarının, standart bir referans besinin postprandiyal glisemik yanıtına oranıyla hesaplanarak elde edilen karbonhidrat emilim hızına göre sayısal olarak ifadesidir (Wong J.M.W., vd, 2010). Buna bağlı olarak karbonhidrattan zengin besinler düşük Gİ'li besinler ve yüksek Gİ'li besinler olarak gruplandırılmaktadır. Tablo 1'de gösterildiği gibi Gİ referans aralıkları; ≤ 55 düşük, 56-69 orta ve $70 \leq$ yüksek Gİ olarak kabul edilmektedir (Jamurtas A.Z., vd, 2013).

1.3.1. Glisemik İndeksin Etki Mekanizması ve Sağlıkla İlişkisi

Glisemik indeksin etki mekanizmasının metabolik etkileri glukozun ince bağırsaktan emilme oranı ile ilişkilidir. Bu yüzden, Gİ düzeylerini etkileyen en önemli faktör gıdanın içerdiği karbonhidratların yapısıdır. Basit karbonhidratlar, kompleks karbonhidratlara göre bağırsaktan daha hızlı emildiğinden insülin ve tokluk kan şeker düzeylerinde büyük ve hızlı artışlar meydana getirmektedir. Düşük Gİ'li besinler ince bağırsaktan daha yavaş emilir, bu nedenle sırasıyla postprandiyal kan glukozunda ve insülin seviyesinde daha yavaş yükselme ile sonuçlanmaktadır (Jenkins D.J., vd, 2002; Wong J.M.W., vd, 2010). Karbonhidratın emilim zamanının uzun olması, serbest yağ asitlerinin (SYA) baskılanmasını ve aynı zamanda kan glukoz konsantrasyonunun düşük olmasını sağlamaktadır (Wong J.M.W., vd, 2010).

Karbonhidratların çoğunluğu monosakkaritleri içeren polisakkaritlerden meydana gelmektedir. Günlük diyetle en fazla tüketilen polisakkarit, nişastadır. Nişasta enzimler aracılığıyla yıkılır, emilimi ince bağırsakta gerçekleşir ve karbonhidrat metabolizmasının ilk basamağını oluşturur. Nişasta, amiloz ile amilopektinden oluşur ve gıdada amiloz oranının yükselmesi gıdanın Gİ değerinin düşmesi anlamına gelir. Bunun nedeni amilozun alfa amilaz ile hidrolizinden daha az glukoz salınmasıdır. Ör: patates, pirinç, mısır, yulaf, çavdar, buğday, fasulye, bezelye benzeri tahıl ve baklagil içerikli gıdalarda fazla miktarda nişasta bulunur (Türkomp, 2013). Ancak baklagillerin amiloz oranı tahıl ürünlerine göre daha fazla olduğundan Gİ değeri düşüktür, sindirim enzimleri tarafından sindirilemeyen veya sindirilmeye direnç gösteren nişasta fraksiyonu “dirençli nişasta” baklagillerde tahıllara göre daha fazla bulunmaktadır (Nayak vd., 2014). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) 1924/2006 numaralı yönetmeliğine göre; gıdalar, içerdikleri toplam nişastanın en az %14’ü dirençli nişasta olduğunda, daha düşük glisemik yanıt verebilmektedir.

Karbonhidrat içeriğinin yanı sıra karbonhidrat tüketim sıklığı ve miktarı da glukoz emilim hızına etki etmektedir. Sağlıklı ve TİP 2 DM’li bireylerde yapılan çalışmalarda, karbonhidratların uzun süre boyunca yavaş yavaş tüketildiğinde emilim hızının azaldığı görülmüştür. Yapılan bir çalışmada, glukoz çözeltisi direkt ve 180 dakika boyunca aralıklar ile tüketirilmiştir. Aralıklı tüketimde bulunan bireylerde insülin salınımında belirgin bir azalma ve serum serbest yağ asitleri miktarlarında azalma gözlenmiştir. Bu etki dokulara sürekli insülin geçişine, baskılanmış serbest yağ asidi salınımına bağlı olabilmektedir. Zaman içinde glukoz, dolaşımdan daha hızlı uzaklaştırılmakta ve bağırsaktan glukoz emiliminin devam etmesine rağmen, kan glukoz konsantrasyonları başlangıca doğru geri dönüş yapmaktadır. Bu durum, gelişmiş tokluk düzeyi ve glukoz eğrisinin altındaki alanın artışı ile sonuçlanmaktadır. Yapılan diğer bir çalışma ‘ara öğün’ etkisinin glukoz konsantrasyonlarındaki önemini göstermektedir. İntravenöz glukoz tolerans testi glukozun tek seferde içilmesinin aralıklı içilmesine göre daha hızlı yanıt verdiğini göstermiştir (Wong J.M.W., vd, 2010).

1.3.1.1. Diyabet ve Glisemik İndeks

Diyabet (Diabetes Mellitus), pankreasta beta hücrelerinden salınan insülin hormonunun eksikliği veya fonksiyonunu yitirmesi sonucu karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında bozukluklara yol açan, kronik bir metabolizma ve endokrin hastalığıdır (Chiu vd., 2011).

Diyabet, dünya çapında 285 milyondan fazla vaka yaygınlığı ve artmaya devam eden bir insidansı olan küresel bir sağlık sorunudur. Gelişmiş ülkelerde %10 oranında görülmesine karşın, gelişmekte olan ülkelerde bu oranın neredeyse yarıda olduğu görülmektedir. Refah düzeyinin artışına bağlı olarak bireylerin beslenme alışkanlıklarının farklılaştığı ve günlük enerji ihtiyacında yer alan karbonhidratların yapısının değiştiği, basit karbonhidratlara göre kompleks karbonhidrat tüketim oranının arttığı belirtilmektedir. Günümüzde diyabete bağlı hastalıklar nedeniyle ölüm oranlarının sürekli arttığı Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) TİP 2 DM prevalansındaki artışının en büyük nedenlerinden biri olarak rafine edilmiş karbonhidratlı gıda tüketiminin artması ve buna paralel olarak alınması gereken günlük lif ihtiyacının yeterince karşılanmadığı gösterilmektedir (Gross vd., 2004). "Amerikan Diabetes Association" (ADA) verilerine göre 2013 yılı itibariyle ülkede toplam 26 milyon diyabet hastası (toplam nüfusun %8,3'ü) ve 79 milyon prediyabetik birey bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre diyabetli birey nüfusunun tüm dünyada 171 milyon civarında olduğu ve bu sayının 2030 yılında 366 milyona ulaşacağı öngörülmektedir (Wild vd., 2004).

Türkiye diyabet, obezite ve hipertansiyon epidemiyolojisi araştırması I" (TURDEP I) (1998) sonuçları değerlendirildiğinde; obezite prevalansının kadın ve erkek genelinde %22,3, diyabetin 20 yaş üstü popülasyonda %7,2 ve bozulmuş glukoz toleransının (impaired glucose tolerance, IGT) %6,7 düzeyinde olduğu belirtilmiştir. TURDEP II (2010) araştırmasında obezite verisinin yaklaşık %40 oranında artış göstererek %31,2'ye ulaştığı, diyabetli hasta oranının aynı popülasyonda %13,7'ye ve IGT olan birey oranının %13,9'a ulaştığı kaydedilmiştir. Bu sonuçlara göre; diyabette %90 ve IGT düzeyinde %110 oranında artış saptanmıştır (Malhan, S., vd., 2014).

Ülkemizde TİP 2 DM hastaların oranı %90-95 arasında iken TİP I DM %5-10 arasındadır (Whiting, D.R., vd., 2011). Çocuklarda en sık görülen ikinci kronik

hastalık olan TİP I DM, özellikle genç popülasyonu etkilemektedir. TİP I DM' nin gelişiminde, bağışıklık sistemi zayıfladığında pankreastaki beta hücreleri olumsuz etkilenir ve bu da insülin üreten hücrelerde bozukluğa ve işlevsel kaybına neden olmaktadır (Wolden-Kirk., vd. 2011).

Diyabetin Sınıflandırması:

1. Tip 1 Diyabetes Mellitus (Beta hücre yıkımı, çoğunlukla mutlak insülin eksikliği)
2. Tip 2 Diyabetes Mellitus (TİP 2 DM) (İnsülin direnci veya insülin salgı bozukluğu)
3. Diğer spesifik tipler

Diyabetin tedavisindeki güncel strateji, bireyin hastalığı konusunda bilinçlendirilmesi için eğitim verilmesini içermektedir. Eğitim verilen diyabetli bireylerin, hastalıklarının kontrol altına alınarak diyabetin komplikasyonlarının azaldığı görülmüştür (Lotfy, M., vd., 2017). Tip 2 diyabet (TİP 2 DM) hastalarında diyet programı ve kilo kontrolü eğitimi diyabetin tedavisinde önemli bir yeri vardır. Bu eğitimlerde az miktarda da olsa verilen kilonun olumlu etkileri olduğu, glukoz kontrolünün önemi ve hastalığın potansiyel komplikasyonları hastaya anlatılmalıdır. Diyabetin tedavisinde kullanılan diyetle alınan toplam kalorisinin %50-60' ı karbonhidratlardan, %15-20'si proteinlerden ve %30'u ise yağlardan oluşmalıdır (Kumar, A., Mittal, R. ve Kaur, A. 2018). Egzersiz ve efor uygulaması, diyabet hastalarının tedavi programında önemli bir yer tutmaktadır. TİP 2 DM'li hastalarda egzersiz; glisemik indeks kontrolünü ve insülin duyarlılığını önemli ölçüde düzeltmektedir. Diyabetli hastalarda 4-12 haftalık diyet tedavisinden sonra, açlık glukoz konsantrasyonu 140mg/dL'nin altına düşmezse veya postprandiyal değerler 200mg/dL'nin üzerinde kalırsa oral yollarla ilaç kullanımı düşünülmelidir (Özbakır Z., 2015).

TİP 2 DM için hiperglisemi tedavisinin amaçları şunlardır;

1. Semptomların iyileşmesi
2. Akut komplikasyonların oluşumunu engellemek
3. Yaşam kalitesini düzeltmek
4. Kronik komplikasyonların oluşumunu engellemek veya azaltmak (Kumar, A., Mittal, R. ve Kaur, A. 2018).

TİP 2 DM hastalarında kronik komplikasyonların oluşumunu engellemek için plazma glukoz seviyesinin kabul edilebilir düzeye getirmek gereklidir. Bu nedenle kan glukoz seviyesi sık aralıkla kontrol edilmelidir (ADA., 2017). TİP 2 DM hastalarında plazma glukoz düzeyini düşürmek için farklı mekanizmaların kullanıldığı tedavide tek bir ajan kullanımının bazı hastalarda diğerlerine göre daha başarılı olduğu fakat ajanların kombine edilerek kullanımının, tek bir ajan kullanımına göre daha iyi sonuçlar verebileceği gösterilmiştir (Özbakır Z., 2015).

Tablo 1. Gİ değerlerinin sınıflandırılması

(Jamurtas A.Z., vd, 2013).

Yöntemler	Değerler
Glisemik İndeks	
Düşük	<55
Orta	55-70
Yüksek	≥70
Glisemik Yük	
Düşük	≤10
Orta	11-19
Yüksek	≥20

Gıdaların Gİ düzeyi içerdikleri nişasta, monosakkaritin yapısı, diyet posası, ürünün olgunluk düzeyleri, fitik asit ve fenolik asit gibi anti-nutrientler, fiziksel yapıları, protein ve yağ içeriği, pişirme ve işleme teknikleri gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Jenkins D.J., vd, 2002).

Bir gıdanın glisemik indeksi, özellikle diyabet veya hipoglisemisi olan kişiler için önemlidir; bu kişiler kan glikozunda çok büyük bir artış ve çok ani bir düşüşe neden olan gıdalardan uzak durmalıdırlar. Düşük glisemik indeks içeren besinlerin kullanıldığı klinik çalışmalarda, diyet glisemik indeksi %12±4 azaldığı zaman, kan şekeri kontrolünde iyileşme görülmüştür (Peyser, T. A., vd., 2018).

Yüksek Gİ'e sahip besinlerin tüketiminin, düşük Gİ'e sahip besinlere kıyasla artması diyabet oranındaki artışı açıklamaktadır (Wong J.M.W., vd, 2010).

Karbonhidratlı besinlerin seçiminde besin bileşimindeki bilgiyle beraber Gİ değerlerinin kullanılması 1998 yılında GTÖ (Gıda Tarım Örgütü) tarafından uygun bulunmuştur. Yine GTÖ'nün 2007 yılında yenilenen 'İnsan Beslenmesinde Karbonhidratlar' kılavuzunda Gİ, karbonhidrat içeren besinlerin seçiminde en uygun yol gösterici olarak belirlemiştir. Ancak karbonhidratlı besin seçiminde sadece Gİ değerinin dikkate alınmasının hatalı bazı yanları vardır. Düşük Gİ değerine sahip besinlerin enerji değerleri yüksek olabilmekte ve yüksek miktarlarda şeker veya yağ içerebilmektedirler (Mann J., vd, 2007).

1.3.2. Gıdaların Glisemik İndeksi

Bir besinin içerdiği karbonhidratın ve besinin emilim hızını etkileyen birçok etmen bulunmaktadır ve bunlar besinin Gİ değerini de etkilemektedir. Bu etmenler, besinin sindirilme oranı, geçiş zamanı, yapısı, hazırlanma şekli, olgunluğu, protein ile yağ içeriği, posanın miktarı ve türü, yapısındaki nişastanın şekli (amiloz veya amilopektin oranının baskın olması), monosakkarit bileşenleri, α -amilaz inhibitörleri gibi besin ögesi olmayan bileşikler içermektedir (Wong J.M.W., vd, 2010).

Şeker İçeriği

Sükrozun glisemik indeks değeri (beyaz ekmek referans alındığında) 65'in altında iken glukozun Gİ değeri 97, früktoz ve laktozun sırasıyla Gİ değeri 23 ve 46'dır (Pi-Sunyer F.X., 2002). Glukoz içeriği yüksek olan besinlerin glisemik indeks değerleri früktoz içeren besinlere göre yüksektir (Memiş E. ve Şanlıer N., 2009).

Posa İçeriği

Karbonhidrat içeren öğünlere diyet posasının eklenmesi glisemik yanıtı azaltmaktadır. Çözünabilir posa, kıvamlı çözelti oluşturarak gastrik boşalmayı yavaşlatmasıyla ince bağırsak lümeninde difüzyonu azaltıp sonuç olarak sindirim hızını ve bağırsaktan glukoz emilimini azaltmaktadır (Nayak B., vd., 2014).

Bir gıdanın posa içeriği gıdaların glisemik indeksini etkilemektedir. Bulunduğu sistemin viskozitesini arttıran β -glukanlar, pektinler ve gamlar gibi suda çözünen posa türleri besinin mideden ince barsağa geçişini yavaşlatarak ve enzimlerin substrata ulaşmasını engelleyerek Gİ değerini düşürmektedir (Memiş E. ve Şanlıer N., 2009).

Yapılan bir çalışmada, hiç posa içermeyen 6 farklı nişastalı besin Gİ değerleri 52-72 arasında) ve 250 mL suda çözülmüş 2.5 g veya 5 g granüller PGX'i (viskoz posa suplemanı) tüketilmiştir. 2.5g PGX tüketildiğinde besinlerin Gİ değeri %19 azalırken, 5 g tüketildiğinde %30 düştüğü görülmüştür (Brand-Miller J.C, vd, 2012).

Besinlerin Olgunluk Düzeyi

Besinlerin olgunluğu Gİ değerini etkilemektedir. Küçük ve daha az olgun patatesler, büyük ve olgun patateslere göre daha düşük Gİ değerine sahip olma eğilimindedir. Patatesler olgunlaştıkça, amiloz miktarı artarken amilopektinin dallanma aşamaları belirgin oranda artmaktadır. Olgunlaşma düzeyi az olan besinlerde amilopektin dallanmasının daha düşük olması nişastanın jelatinizasyona daha büyük direnç göstermesi ile ilişkilendirilmektedir. Bu durum düşük Gİ değeri ve gastrointestinal sistemde nişastanın hidroliz hızında yavaşlama ile sonuçlanmaktadır (Pinhero, R. G., vd., 2016).

Besin Ögesi Olmayan Bileşikler

Besin ögesi olmayan fenolik maddeler, lektinler, bazı organik asitler ve α -amiloz inhibitörleri gibi bileşiklerin varlığı ince bağırsakta nişastanın sindirimini yavaşlatarak besinin Gİ değerini düşürmektedir (Rovalino-Córdova, A. M., Fogliano, V. ve Capuano, E., 2018).

Besinin Fiziksel Yapısı

Besinin fiziksel yapısı da Gİ değerini etkileyen bir parametredir. Yoğun yapıli besinler örneğin fındık, makarna, baklagiller ve viskoz besinler daha yavaş sindirilmektedir. Böylece, kan dolaşımına glukoz salınımı yavaşlamakta ve bu durum düşük Gİ ile sonuçlanmaktadır. Viskoz olmayan sıvılar veya ekmek gibi besinlerde amilaz karbonhidratları yıkmakta ve sonuç olarak glukoz hızlıca kan dolaşımına katılır (Jones J.M., 2012).

Asidite

Öğünün asiditesinin yüksek olması glisemik indeks değerinin azalmasına neden olmaktadır. Besinlerdeki asit, gastrik boşalmayı yavaşlatarak ve karbonhidratların sindirim hızını azaltarak besinin glisemik indeks değerini azaltmaktadır. Besinleri tüketirken sirke, limon suyu ve ekşi maya ile ekmek hazırlanması glisemik indeksinin azalmasını sağlamaktadır (Pi-Sunyer F.X., 2002; Memiş E. ve Şanlıer N., 2009). Ekşi maya ile yapılan ekmekte laktobasillus veya laktik asit kültürü mayalanma sürecinde kullanıldığı için beyaz ekmekten daha düşük Gİ değerine sahiptir (Kirpitch A.R. ve Maryniuk M.D., 2011). Yapılan bir çalışmada sadece yüksek Gİ değerine sahip besinlere sirke ilave edilmesinin TİP 2 DM’li bireylerde post-prandiyal glisemik etkiyi azalttığı gösterilmiştir (Liatis S., vd, 2010).

Besinin Tüketim Hızı

Çiğneme hızı bireyler arasında belirgin oranda farklılık göstermektedir. Çiğneme hareketindeki farklılık, bir besine karşı oluşan glisemik yanıtın bireyler arasında ayrıcalık görülmesinin nedeni olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada, bireyler arasındaki çiğneme farklılıkları, partikülün yıkım derecesi ve in vivo, in vitro glisemik etkisinin sonucu değerlendirilmiştir. 15 birey üzerinde yapılan çalışmanın sonucunda, alışkanlığa bağlı çiğneme derecesinin glisemik yanıtı önemli ölçüde etkileyebileceği gösterilmiştir (Ranawana V., vd, 2010). Yapılan başka bir çalışmada ise pirinç tüketimi için kullanılan kaşık, el ve çubuk aparatlarının ağıza alınan besin miktarını, çiğneme sayısını ve böylece Gİ değerini değiştirdiğini göstermişlerdir (Sun L., vd, 2015).

Piştirme Yöntemi ve İşleme Teknikleri

Piştirme koşulları, hücre duvarını, granülün yapısını ve jelatinizasyonu bozarak glisemik indeks değerini arttırmaktadır. Örneğin, fırınlanmış pul pul olmuş besinin glisemik yanıtı çığ buğday gevreğinin glisemik yanıtına benzerdir (Nayak B., vd., 2014).

1.3.3. Kahvaltılık Gevreklerin Kan Şekerine Etkisi

Karbonhidrat açısından zengin gıda ürünlerinin (tahıl unu malzemesinden elde edilen kahvaltılık gevrekler), nişasta sindirilebilirliğinin kolaylığından dolayı yüksek GI içeren gıda ürünleri olduğu kabul edilir. Yüksek GI'li diyetler; kilo artışı, insülin eksikliği, bozulmuş kan glukozu kontrolü ve artan obezite seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir (Brennan, 2005).

Yapılan araştırmalarda özellikle gençlerde, belirli kahvaltılarının sağlık için yararlı olduğu kanıtlanmıştır; bu kanıtların çoğu, hazır kahvaltılık gevrekler ve kahvaltının glisemik indeksine (GI) odaklanmaktadır. Düşük GI'li kahvaltının yüksek GI'li kahvaltıya tercih edilmesi, aşırı kilolu gençlerde artan glisemik kontrol ve kilo kontrolü için özellikle yararlı olabilir (Tolfrey K. ve Zakrzewski J.K., 2012).

Kahvaltılık gevreklerin üretiminde kullanılan ekstrüzyon işlemi, mekanik ve ısı işlemlerin kombinasyonunu içeren kompleks bir gıda işleme prosesidir. Ekstrüzyon sırasında meydana gelen denatürasyon ve jelatinizasyon sonucu protein ve karbonhidratların yapıları değişmektedir. Ekstrüzyon işlemi gıdaların glisemik indeksini arttırmaktadır. Bu etkisinin en aza indirgenin bir yolu, diyet lifi ve diyet içeriği yüksek olan farklı tahılların eklenmesidir. Gıda üretiminde diyet lifi kullanımı, besin kimyasını değiştirir ve nişastanın bozulmasını önler (Brennan C.S., 2005; Brennan M.A., vd, 2008). Buğday kepeği gibi nişasta olmayan polisakaritlerin kahvaltılık gevreklerde kullanımı, ekstrüzyon işleminin karbonhidrat sindirimindeki etkisinde ve dolayısıyla glisemik indeksinde önemli bir azalma olduğu belirtilmiştir (Brennan C.S., vd, 2016)

1.4. Kahvaltılık Gevreklerdeki Proteinin Biyoyararlılığı

Kahvaltılık gevreklerin besleyici değeri, yapıldıkları hammaddeye ve işleme tekniklerine bağlıdır. Isıl ve mekanik işlemler nişasta ve protein sindirilebilirliklerini etkilemektedir (Singh J., Dartois A. ve Kaur L., 2010). Ekstrüzyonla pişirme işlemi

esansiyel amino asitlerin kaybına neden olabilirken, aynı zamanda proteaz inhibitörlerini etkisiz hale getirdiğinden dolayı proteinlerin besin değerini arttırmaktadır. Protein yapıda olan enzimler genellikle ekstrüzyonla pişirme sırasında kısmen veya tamamen etkisiz hale gelmektedir (Day L. ve Swanson, B.G., 2013).

Bütün tahıllarda lizin miktarı düşüktür ancak kahvaltılık gevreklerde, yüksek sıcaklıktaki işlemlerde, proteinlerde meydana gelen değişiklikler nedeniyle daha fazla kayıp olabilmektedir. Buğday bazlı kahvaltılık gevreklerin protein etkinliği lizin kaybı ile açıklanmıştır. Ayrıca, kahvaltılık gevreklerde protein takviyesi yapılmaktadır (Day L. ve Swanson, B.G., 2013).

1.4.1. Protein

19. yüzyılın başlarında Hollandalı kimyacı Gerard Johann Mulder, Latince sözcük proteoslarından “birincil” anlamına gelen “protein” kelimesini almıştır. Proteinler, insan vücudu için temel bileşenlerdir, tüm hücre ve dokularda bol miktarda bulunurlar. İnsan gelişiminde genetik ve fonksiyonel bir rol oynadıkları keşfedilmiştir (Castaño, J., vd., 2017).

Proteinler, peptid bağları olarak bilinen amid bağlarıyla birleşerek polipeptidler veya proteinler olarak adlandırılan uzun amino asit zincirleri oluşturan yirmi farklı amino asitten oluşmaktadır (Şekil 1). Azot, proteinin içinde bulunan en ayırt edici elementtir ve azot içeriği, amino asit biyoyararlılığının bir göstergesidir. Çoğu gıdada, amino-azot, protein ağırlığının yaklaşık %16'sını oluştururken azot içeriği, değişen amino asit bileşimlerine bağlı olarak %13,4 ile %19,1 arasında değişebilmektedir. Proteinlerin “ana” bileşenleri olarak kabul edilen amino asitler, insan beslenmesindeki gerekliliklerine göre gruplara ayrılmaktadır. Diyetten bulunan ancak hayatı tehdit etmeden ihmal edilebilecek olanlara esansiyel olmayan amino asitler (NEAA) denir. Yaşamı sürdürmek için gerekli olanlara esansiyel amino asitler (EAA) denir. Esansiyel amino asitler arasında lösin, izolösin, valin, fenilalanin, triptofan, histidin, treonin, metionin ve lizin bulunmaktadır. Esansiyel olmayan amino asitler prolin, arginin ve tirozindir. Sistein ve tirozin, şartlı olarak esansiyel amino asitlerdir, bunlar sırasıyla metionin ve fenilalanin metabolizmasından sentezlenebilmeleri anlamına gelmektedir (Clark D.R., 2004).

Vücuttaki bütün proteinlerin %60'ı iskelet kasında bulunur ve kas proteinindeki vazgeçilmez amino asitlerin %35'i dallı zincirli amino asitlerdir (lösin, izolisin ve valin (BCAA) (Smith A.G. ve Muscat G.E., 2005). Amino asitler kas proteinlerinin yapı taşlarıdır. İskelet kası protein sentezi için yirmi amino asit gereklidir ve sağlıklı yetişkinlerde bu amino asitlerin dokuzu (BCAA dahil) esastır, çünkü karbon iskeletleri endojen olarak sentezlenemez ve diyet veya besin takviyesi yoluyla elde edilmesi gerekir (Nicastro H., Chaves D.F.S. ve Lancha Jr A.H., 2013).

Protein sentezi ve yıkımı birbirine bağlı süreçlerdir. Amino asitler (özellikle BCAA), protein sentezini stimüle etmekte, kas kaybını azaltmaktadır (Nicastro H., Chaves D.F.S. ve Lancha Jr A.H., 2013).

Alanin, glikoliz sırasında oluşan piruvatın, çoğu zaman kas BCAA metabolizmasından türetilen bir amino asittir ve egzersiz sırasında iskelet kasında büyük miktarlarda oluşur. Bu üretilen alanin daha sonra glukoneojenik yoldan karaciğerde glukozaya geri dönüştürülebilir ve yakıt olarak kullanılmak üzere kasta kullanılabilir (Jarvis N.G., 2009).

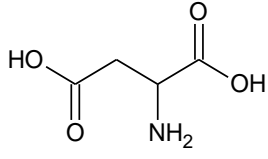
Her bir amino asit vücut proteinlerinin bir bileşeni olmasının yanı sıra önemli fonksiyonlara sahiptir. Arginin, azot metabolizması ve atılımı için gerekliliğiyle üre döngüsünün kritik bir bileşenidir. Glisin, hemoglobin molekülünün oksijen bağlayıcı bileşen olan porfirin sentezi için gereklidir. Glutamin, gastrointestinal sistem ve immün hücrelerde ATP üretimi için bir substrat olarak yaygın kullanılabilir. Serin (asetilkolin), triptofan (serotonin) ve tirozinden (epinefrin, norepinefrin, tiroid hormonları ve melanin) türetilen birkaç nörotransmitter ve hormon vardır. Glutatyon (sistein, glisin ve glutamin) serbest radikallerle etkileşime giren ve hücreleri oksidatif hasardan koruyan bir antioksidandır. Kreatin (arginin, glisin ve metiyonin) hücresel enerji metabolizmasında rol oynar, çünkü fosforile edildiğinde hızlı ATP üretimi için kullanılabilir. Karnitin (lisin, metiyonin), yağ asitlerinin oksidasyonunda ve ATP üretiminde iç mitokondriyal zar boyunca taşınması için gereklidir (Urschel K.L. ve Lawrence L.M., 2013). DNA ve RNA'nın moleküler bileşenleri olan purin ve pirimidin bazlarının sentezi, bazı amino asitlerden (glisin, glutamin ve aspartat) gelen azot ve/veya karbon atomlarını gerektirir. Amino asit antagonizmi olarak adlandırılan bazı amino asitlerin aşırı alımı, yapısal olarak ilişkili diğer amino asitlerin metabolizmasını engelleyebilir (Harper A.E. ve Benevenga N.J., 2016).

Protein Kalite Deęerlendirilmesi

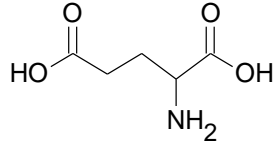
Protein Beslenme Kalitesi, bir gıdanın, bir organizmanın veya canlıların protein ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğini ifade eder. Protein kalitesi, proteinin sindirilmesi, emilmesi ve hücre büyümesi için ne kadar iyi kullanıldığına dair bir ölçü işlevi görür. Bu nedenle, bir proteinin kalitesi, sindirimden sonra amino asitlerin varlığı ve bireyin gereksinimlerini karşılayan her bir amino asidin miktarı ve dengesi ile belirlenir (Clark D.R., 2004).

Protein gereksinimi, sağlığın ve dengeli beslenmenin devamlılığı için gerekli olan kaliteli (EAA'nın yüksek ve dengeli içeriği) proteinin miktarı olarak tanımlanır. Protein alımı; enerji dengesini ve fiziksel aktivite ile nitrojen kayıplarını dengeleyecek miktarda olmalıdır (FAO / WHO / UNU, 2009).

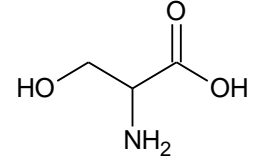
Zayıf sindirilebilirlik veya bozulmuş amino asit biyoyararlanımı, gıdanın protein kalitesini etkileyebilmesine rağmen, proteinin besin değerini belirleyen birincil faktör esansiyel amino asidin içeriğidir. Bir proteinin amino asit bileşimi temel olarak besin kalitesi ile ilişkili olmasına rağmen, protein kalitesi tek başına amino asit kompozisyonundan tahmin edilemez (Clark D.R., 2004).



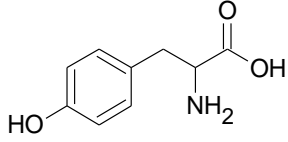
Aspartik Asit



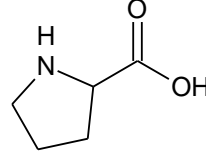
Glutamik Asit



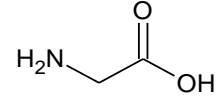
Serin



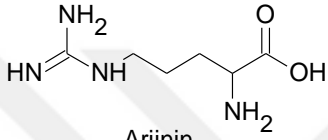
Tirozin



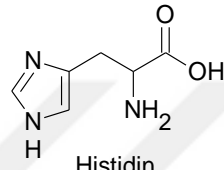
Prolin



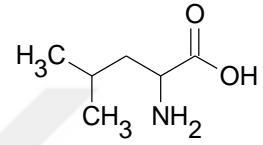
Glisin



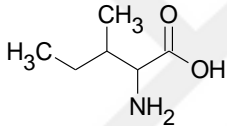
Arjinin



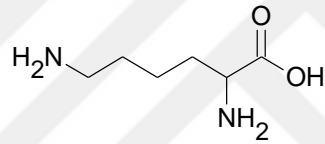
Histidin



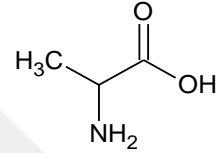
Lösin



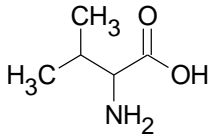
Izolösin



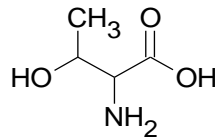
Lizin



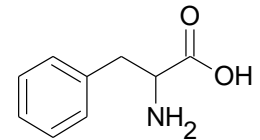
Alanin



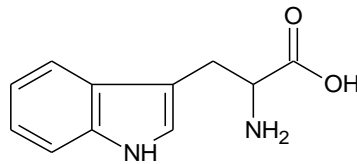
Valin



Treonin



Fenilalanin



Triptofan

Şekil 1. Amino asitler

1.4.2. Biyoyararlılık ve Biyoerişilebilirlik

Biyoyararlılık, bir besinin bağırsak emilimi, taşınması ve metabolizmada kullanılması ile ilişkilidir. Dolayısıyla, günlük gereksinimleri karşılamak için bir besinin ne kadarının tüketilmesi gerektiğini belirlemektedir (Fernández-García vd, 2009).

Gıdalardaki besin öğelerinin tamamı bağırsakta emilemez ve vücut tarafından kullanılamaz. Gıdaların biyoerişilebilirliklerini çok sayıda faktör etkiler ve bunlar ilgilenilen her bileşik için farklıdır. Bireyin beslenme alışkanlıkları, sağlık durumu, cinsiyeti ve yaşam kalitesi, besinleri alma ve kullanma yeteneklerini de etkilemektedir (USDA National Program 107 Human Nutrition Accomplishment Report, 2000-2006)

Biyoyararlılık ve biyoerişilebilirlik terimleri sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmasına rağmen, biyoerişilebilirlik kavramı biyoyararlılığın kapsamı içerisindedir. İn vivo biyoyararlılık çalışmaları zaman, etik ve maliyet açısından zordur (Fernández-García E., Carvajal-Lérida I. ve Pérez-Gálvez A., 2009).

Besinlerin biyoerişilebilirlikleri genellikle gastrointestinal sistemin bileşenleri örnek alınarak hazırlanan in vitro sistemlerin kullanımı ile incelenir (Sopade P.A. ve Gidley M.J., 2010). İn vitro biyoerişilebilirlik analizleri; simüle edilmiş ağız, mide ve ince bağırsak modellerinde yapılmaktadır. Birçok çalışma, in vivo ve in vitro çalışmalar arasında iyi bir korelasyon olduğunu göstermiştir ve bu yöntemler birçok çalışmada kullanılmaktadır (Dupont D., vd., 2010; Barbé F., vd., 2013; Ménard O., vd., 2014).

1.4.2.1. Protein Sindirilebilirliği

Protein sindirilebilirliğinin belirlenmesi sindirim sonrası bağırsak emiliminde kullanılacak protein miktarını tahmin etmede önemli bir faktördür ve diyetdeki protein kullanımının etkinliğini yansıtır (Almeida C.C., vd, 2015). İnsan sindirim sisteminden simüle edilmiş bir in vitro gastrointestinal sindirim modeli, protein sindirilebilirliğini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yöntem, insan gastrointestinal kanalında proteolitik enzimler (pepsin-pankreatin enzim sistemi) yoluyla meydana gelen sindirim işlemi taklit eder (Hur S.J., vd, 2011). Daha yüksek moleküler ağırlıklı proteinlerin daha düşük moleküler ağırlıklı oligopeptitlere hidrolizi ve serbest amino asitler üretmek için peptid bağlarının parçalanması, etkili bir sindirimin kanıtı olarak kullanılabilir (Weng T.M. ve Chen M.T., 2010). Ayrıca, sindirim sonucu açığa çıkan bazı küçük peptitler, insan vücudundaki oksidasyon ve iltihaplanma ile ilgili

hastalıkların baskılanmasına katkıda bulunabilecek antioksidan aktivite veya anti-enflamatuar özellikler gibi önemli biyoaktif aktiviteye sahiptir (Liao C.L., vd, 2010, Udenigwe C.C. ve Aluko R.E., 2012; Ketnawa, S. ve Ogawa Y., 2019).

Tahıl taneleri veya baklagiller gibi bitki proteinleri, çoğu hayvan proteinden daha az sindirilebilirliğe sahiptir (Becker P.M. ve Yu P., 2013). Buna, proteaz inhibitörleri veya tanenler tarafından sindirim enzimlerinin inhibe edilmesi, düşük protein çözünürlüğü ve sert hücre duvarları nedeniyle düşük enzim erişilebilirliği gibi çeşitli faktörler sebep olabilmektedir. Fitat; baklagiller, tahıllar, çeşitli tohumlar, bazı meyve ve sebzeler gibi bitkisel hücrelerde bulunan, fosforun depolanmasını sağlayan organik bir bileşiktir. Fosforik asit grupları, bazik amino asit katyonik grubuna (örneğin arginin, histidin, lisin grubuna) bağlanır ve ikili protein-fitaz kompleksleri oluşturur. Bu tür kompleks oluşumlar, enzimatik aktiviteyi, protein çözünürlüğünü ve protein sindirilebilirliğini engelleyerek protein yapılarını etkilemektedir (Harpaz Z., vd., 2010). Bunun dışında, disülfid bağı içeren proteinlerin sindirilebilirliğinin daha az olduğu da belirtilmektedir (Duodu K.G., vd, 2003).

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

Numuneler

Bu çalışmaya Haziran ve Eylül 2018 tarihleri arasında İstanbul'daki marketlerden satın alınan popüler kullanıma sahip 12 adet hazır kahvaltılık gevrek ürünü dahil edildi. Kahvaltılık gevreklerin beslenme açısından amino asit profilleri, in vitro protein sindirilebilirliği, serbest şeker, nişasta fraksiyonları ve in vitro glisemik indeks değerleri incelendi. Kahvaltılık gevrek içerikleri Tablo 2'de verilmektedir.

Kullanılan Kimyasal Malzemeler

Sülfürik asit (H_2SO_4), "Kjeldahl" tableti, (Kjeltab) Sodyum hidroksit (NaOH), Hidroklorik asit (HCl), Borik asit (H_3BO_3), Bromkresol yeşil ($C_{21}H_{14}Br_4O_8S$), Metil kırmızı ($C_{15}H_{15}N_3O_2$), Metanol, MeOH (CH_3OH), Sodyum karbonat (Na_2CO_3), Amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$), Fenilizotiyosiyanat (PITC C_6H_5NCS), Amonyum asetat (CH_3COONH_4), Asetonitril (ACN), Trietilamin, (TEA $(C_2H_5)_3N$) Sodyum dihidrojenfosfat dihidrat, Disodyum hidrojenfosfat dihidrat, l-alanin, l-arjinin, l-aspartik asit, l-glutamik asit, glisin, l-histidin, l-izolösin, l-lösin, l-lisin, l-prolin, l-fenilalanin, l-serin, l-valin, l-tirozin, l-treonin, l-triptofan,

Kullanılan Malzemeler ve Cihazlar

Çeşitli cam malzemeler (erlen, beher, cam tüp, cam kavanoz vb), adi filtre kâğıdı, mobil faz süzme sistemi, çeşitli otomatik pipetler. 0.2 μm ve 0.45 μm 'lik filtreler ve alüminyum folyo.

Kjeldahl otomatik analiz cihazı ve yakma ünitesi, İklimlendirme kabini dolabı, Masa santrifüjü, pH metre, hassas terazi, buzdolabı, otomatik pipetler, çalkalamalı su banyosu, kuru karıştırıcı, çeker ocak, ultrasonik su banyosu, Isıtıcıli magnetik karıştırıcı.

2.1. İn Vitro Glisemik İndeks Tayini

Çözeltiler

Sodyum asetat (1 M): 8,2 g sodyum asetat, 1000 ml'lik bir erlene tartıldı. Karışım deiyonize suda çözülerek hacim tamamlandı.

Sodyum asetat (0,5 M): 4,1 g sodyum asetat, 1000 ml'lik bir erlene tartıldı. Karışım deiyonize suda çözülerek hacim tamamlandı.

Potasyum Hidroksit Çözeltisi (2M): 112 g potasyum hidroksit 1 l'lik cam şişeye tartıldı ve hacim deiyonize suyla tamamlandı.

GOPOD enzim çözeltisi: 1 L'lik cam şişeye bir paket GOPOD enzimi eklenerek hacim deiyonize suyla tamamlandı.

Sodyum Hidroksit Çözeltisi (%20): 100 ml'lik balon jöjeye 20 g sodyum hidroksit tartıldı. Su veya buz banyosunun içinde çözündürülerek hacimine deiyonize suyla tamamlandı.

Hidroklorik Asit Çözeltisi Hazırlanması (0,1 N): 1 L'lik balon jöjeye 8,28 ml hidroklorik asit kondu, hacim deiyonize suyun üzerine hidroklorik asidin yavaşça eklenmesiyle tamamlandı.

Mide Solüsyonu: >250 IU ünite enzim içeren pepsin enzimi ile 0,5 g guar gum 100 ml'lik manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Üzerine bir miktar 0,1 N hidroklorik asit (HCl) ilave edildi ve manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Daha sonra hacim 0,1 HCl ile tamamlandı.

İnce Bağırsak Solüsyonu: Pankreatin (136 mg/ml), amiloglikozidaz (13.4 U/ml) ve intervaz (25.43 U/ml). Her bir örnek için 680 mg pankreatin 50 ml'lik falkon tüp içine aktarıldı ve üzerine 4 ml deiyonize su ilave edildi. Vorteks ile karıştırıldıktan sonra 8000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatant kısım alınarak üzerine 67 IU amiloglikozidaz enzimi (AMG) ve 127.15 U invertaz ilave edildi ve hacim 5 ml'ye tamamlandı.



Şekil 2. Spektrofotometre



Şekil 3. HPLC Cihazı

2.1.1. Şeker Bileşenlerinin Tayini

Standart Hazırlama

Standart Şeker Bileşenleri (fruktoz, glukoz, sakaroz,) Stok Çözeltisi (25000 mg/L): 100 ml'lik balon jøjeye her bir şeker standardından (fruktoz, glukoz, sakaroz,) 2.5 g tartıldı. Üzerine 50 ml deiyonize su ilave edildi ve çözündürüldü. Hacmi su: metanol (75:25, v/v) çözeltisi ile tamamlandı. Gerekli seyreltmeler yapılarak çalışma standartları hazırlandı.

Numune Hazırlama

Homojenize edilmiş 10 g örnek 250 ml'lik erlen içine tartıldı. Üzerine 50 ml deiyonize su ilave edildi ve çözündürüldü. Daha sonra su: metanol (75:25, v/v) çözeltisi ile hacim 100 ml'ye tamamlandı. 0.45 µm filtreden süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

2.1.2. Nişasta Tayini

Numunelerdeki nişasta tayini AOAC Method 996.11 metoduna göre yapılmıştır. Kısaca metod şu şekildedir; 0.1 g örnek 50 ml'lik plastik falcon tüp içine tartılır. Üzerine 0.2 ml sulu etanol (80% v/v) ilave edildi ve numuneler vorteks ile karıştırıldı. Üzerine 2 ml 2 M KOH çözeltisi ilave edildi ve karıştırıldı. Her bir tüp içine 8 ml 1 M

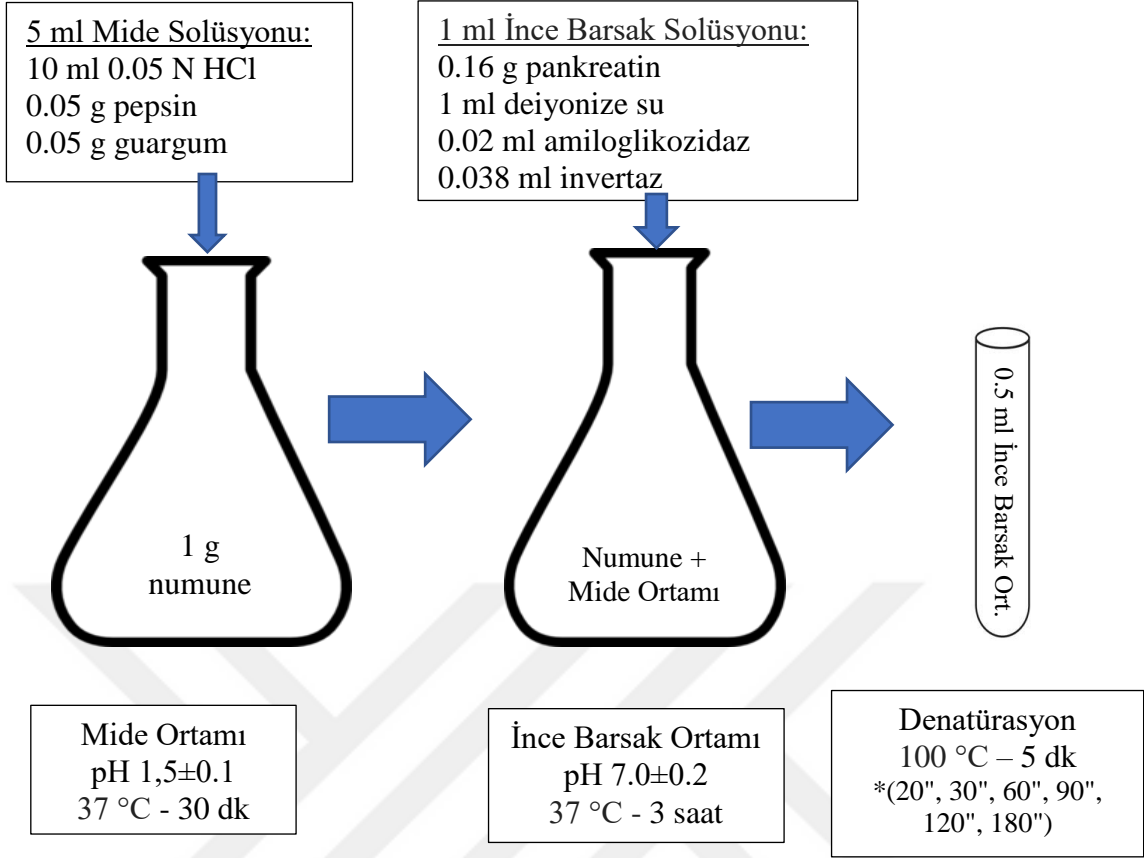
sodyum asetat çözeltisi ilave edilerek pH uygun aralığa getirildi. Üzerine 0.1 ml α -amilaz ve 1 ml amiloglikozidaz enzimleri ilave edildi ve 50°C'de çalkalamalı su banyosunda 30 dakika inkübe edildi. Enzimatik inkübasyon tamamlandıktan sonra hacim 50 ml'e deiyonize su ile tamamlandı ve 8000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Analiz için bu sıvıdan belirli bir miktar alınarak 45 μ m CA filtre ile süzüldü. Elde edilen süzüntüden 0,1 ml alındı ve 10 ml'lik cam tüp içine kondu. Üzerine daha önce hazırlanan 3.0 ml reaktif GOPOD enzim çözeltisi ilave edildi ve 50°C'de 20 dakika su banyosunda bekletildi. Spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda numunelerin ve d-glukoz (1 g/ml) standart çözeltisinin absorbansları kör numuneye kıyaslanarak okundu. Elde edilen toplam glukoz miktarı 0.9 dönüşüm faktörü ile çarpılarak toplam nişasta belirlendi.

Farklı nişastaların fraksiyonları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

- **TS** : Toplam nişasta, $TS = (TG-FG) \times 0,9$
- **HSN** : Hızla sindirilebilir nişasta, $HSN = (G20 - FG) \times 0,9$
- **YSN** : Yavaş sindirilebilir nişasta, $YSN = (G120 - G20) \times 0,9$
- **DN** : Dayanıklı nişasta $DN = TN - (HSN + YSN)$
- **HSG** : 20 dakika inkübasyonda nişasta ve şekerden salınan glikoz.
- **SG** : 120 dakika inkübasyonda nişasta ve şekerden salınan glikoz.

2.1.3. In-Vitro Sindirilebilirlik ve Tahmini Glisemik İndeksin Ölçülmesi

In vitro nişasta sindirilebilirliği metodu Englyst ve arkadaşları (1992) tarafından bir kısım değişiklikten sonra standartlaştı. Sindirim için gerekli olan enzim solüsyonları olan mide ve ince bağırsak enzimlerini içerecek şekilde 2 farklı türde hazırlandı.



Şekil 4. İn Vitro Glisemik İndeks Metodu

Uygulama Metodu

Homojen edilmiş 1 g örnek 250 ml'lik erlen içine tartıldı. Üzerine 5 ml deiyonize su ve hazırlanmış enzim solüsyonu 1'den 10 ml ilave edildi ve 37°C'de çalkalamalı su banyosunda 30 dakika inkübe edildi. Daha sonra 5,0 ml 0,5 M sodyum asetat ilave edildi ve pH 5.2'ye ayarlandı. Enzim solüsyonu 2'den 5 ml ilave edildi ve hacim deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlandı. Çalkalamalı su banyosunda 37°C'de inkübe edildi. 20, 30, 60, 90, 120 ve 180. dakikalarda numunelerden, 10 ml'lik cam tüp içine 0,5 ml alındı. Enzim denatürasyonu için 100°C'de su banyosunda 5 dakika bekletildi. Örnek deiyonize su ile 15 ml'lik plastik falkon tüp içine alındı ve hacmi 5 ml'ye tamamlandı 8000 rpm'de 5 dakika ile santrifüj edildi. Örnekten 0,1 ml 10 ml'lik cam tüp içine alındı ve üzerine 3 ml GOPOD enzim çözeltisinden ilave edildi. 50°C'de su banyosunda 20 dk bekletildi ve daha sonra spektrofotometrede 510 nm'de absorbansları ölçüldü.

Tahmini glisemik indeks (pGI) her bir numunenin HI değerinden hesaplandı.

$$AUC = C_{\infty}(tf-t_0) - (C_{\infty}/k)[1 - \exp[-k(tf-t_0)]]$$

C_{∞}

0-180'dk arasında test numunesinin hidroliz eğrisinin altında kalan alanın (AUC) referans numune (beyaz ekmek) eğrisinin altında kalan alana oranlanması ile elde edilir. GI indeks daha sonra Goni ve ark tarafından tanımlanan denklem kullanılarak hesaplandı.

$$GI = 39.71 + 0.549HI.$$

2.2. Amino Asit Tayini

Çözeltilerin Hazırlanması

Hidroklorik asit çözeltisi (0.1 N): 1 L'lik balon joje içine 8.28 ml hidroklorik asit ilave edildi, deiyonize su ile hacimine tamamlandı.

Hidroklorik Asit Çözeltisi (0.1 N, pH 6.3): 1 L'lik balon joje içine 8.28 ml hidroklorik asit konuldu, hacmi deiyonize suyla tamamlandı, pH değeri 6.3'e ayarlandı

Amino Asit Türevlendirme Çözeltisi: 100 ml'lik balon joje içine 1.2 ml fenilzotiyosiyanat ve 100 ml asetonitril ilave edilerek karıştırıldı.

Hidroklorik asit çözeltisi (6 N): 1 L'lik balon joje içine 496.8 ml hidroklorik asit ilave edildi, deiyonize su ile hacimine tamamlandı.

Sodyum Hidroksit Çözeltisi (5 N): 1 L'lik balon joje içine 200 g sodyum hidroksit tartılır, deiyonize suyla çözüldürüldü, hacimine tamamlandı.

Sodyum asetat çözeltisi (2.5 M): 20.51 g sodyum asetat tartıldı ve hacmi 100 ml deiyonize su ile tamamlandı.

Amonyum asetat çözeltisi (0.02 M): 200 ml'lik balon joje içine 0.31 g amonyum asetat tartılarak hacimine deiyonize suyla tamamlandı.

Amino asit türevlendirme çözeltisi: 100 ml'lik balon joje içine 1.2 ml fenilzotiyosiyanat ve 100 ml asetonitril ilave edilerek hazırlandı.

Asetonitril: Metanol: Trietilamin (ACN: MeOH: TEA) karışımı: 200 ml'lik balon joje içine 100 ml asetonitril, 50 ml metanol ve 20 ml trietilamin eklendi ve karıştırıldı.

Amino asit standardı (karışım) (100 µg/ml): 100 ml'lik balon jojeye her bir aminoasit standardından (aspartik asit, glutamik asit, serin, glisin, histidin, arginin, treonin, alanin, prolin, trozin, valin, izolösin, lösin, fenilalanin, lizin) 10 mg tartıldı.

0.1 N hidroklorik asit ile çözülerek hacimine tamamlandı. Stok standart çözeltisinden gerekli seyreltmeler yapılarak 1, 2.5 ve 5 ppm'lik çalışma standartları hazırlandı.

Triptofan standardı (100 µg/ml): 100 ml'lik balon jöjeye 10 mg triptofan standardı tartıldı. Bir miktar pH 6.3 hidroklorik asit çözeltisi ile çözündürüldü ve hacimine tamamlandı. Stok standart çözeltisinden gerekli seyreltmeler yapılarak 0.2, 0.4 ve 0.8 ppm'lik çalışma standartları hazırlandı.

Trikloroasetik Asit (TCA) Çözeltisi (%20): 100 ml'lik balon jöje içine 20 g trikloroasetik asit konuldu, bir miktar deiyonize su ile çözündürüldü, hacimine tamamlandı.

Kjeldahl Yöntemi (Titrimetrik)

Yöntemin prensibi, örneklerin asit ile parçalanması ve azotun serbest hale geçirilmesinden sonra "Kjeldahl" titrasyonu ile azot içeriğinin belirlenmesidir.

Tahmini azot içeriğine göre; 0.1-2.0 g homojen örnek azot içemeyen kağıda tartıldı, yakma tüpüne kondu. Üzerine iki adet "Kjeldahl" tableti ve dikkatlice 12 ml derişik sülfürik asit eklenerek örneğin asitle ıslanması sağlandı. Tüp, yakma ünitesine yerleştirildi ve 420°C'de işlem başlatıldı. Tüm örnekler berrak mavi/yeşil renge gelene kadar işlem devam eder. Yakma tüpü üniteden çıkarıldı, 30 dakika süreyle oda sıcaklığında soğutuldu. Soğuyan yakma tüpü cihaza yerleştirildi ve soğutma vanası açıldı. Bu aşamadan sonra cihaz işlemleri otomatik gerçekleştirdi. Her tüpe dikkatlice 80 ml distile su, 25-30 ml ayarlı borik asit çözeltisi ve 50 ml %40'lık sodyum hidroksit çözeltisi kondu. Yaklaşık dört dakika süreyle distilasyon devam etti. İşlem sonunda ayarlı asit çözeltisinin sarfiyatı (ml) ekrandan okundu. Bu değer % azot hesabında kullanıldı.

Numuneye uygulanan tüm işlemler kör örnek için de yapıldı.

Hesaplama

$$\text{Azot (\%)} = 1.4007 \times M \times F \times A - B / T$$

1.4007: 0.1 ml 0.1 N hidroklorik aside karşılık gelen azotun atom ağırlığı

M: Asitlik molaritesi, mol/L

F: Standart Kjeldahl faktörü

A: Titrant harcaması, ml

B: Kontrol harcaması, ml

T: Örnek ağırlığı, g

Protein (%) = Azot (%) x Protein Faktörü

UFLC Yöntemi ile Amino Asit Kompozisyonunun Tayini

Yöntemin prensibi; örnekteki proteinlerin amino asit bileşenlerine parçalanması amacıyla uygulanan asidik hidrolizden sonra fenil izotiyosiyanat ve asetonitril: metanol: trietilamin çözeltisiyle türevlendirilerek UFLC-UV dedektörde okutuldu. Fenil izotiyosiyanat “Edman reaktifi” olarak da bilinir ve amino asitler fenilizotiyosiyanat ile reaksiyona girerek feniltiyokarbamil (PTC) türevlerini verirler. Kolon öncesi türevlendirme ile elde edilen feniltiyokarbamil türevleri ters-faz kolon kullanılarak UV dedektörle kolayca tespit edilmektedir.

Triptofan; asit hidrolizi sonucu tamamen bozulduğu için triptofan tayini baz hidroliz yöntemi ile yapıldı. Kuvvetli asit çözeltisi ile hidroliz edildiklerinden kükürt içeren amino asitler hemen bozduğundan değerlendirmeye alınmamıştır. 12 farklı kahvaltılık gevrek numunesinde toplam 16 adet amino asit (aspartik asit, glutamik asit, serin, glisin, arjinin, histidin, treonin, lizin, alanin, prolin, lösin, izolösin, tirozin, fenilalanin, valin ve triptofan) incelendi.

12 farklı kahvaltılık gevrek numunesinden 0,50'er gr tartıldı. 50ml'lik ağzı kapalı analiz şişesi içerisine alındı. 20 ml 6N hidroklorik asit (HCl) çözeltisinden 20 ml ilave edildi, içine azot gazı verilerek ağzı sıkıca kapatıldı ve 24 saat 110 °C'de etüvde hidroliz olması sağlandı. Örnekler oda sıcaklığına getirilerek hacimleri 50 ml'ye saf su ile tamamlandıktan sonra adi filtre kâğıdı ile süzüldü. Süzüntüden 0.1 ml deney tüpüne alınarak 50 °C'de 30 dk azot gazı altında uçuruldu, 0,2 ml saf su ile tekrar azot gazı uçuruldu. Üzerine 0.5 ml asetonitril ilave edilerek tekrar azot gazı ile uçurma işlemi yapıldı. Tüp içindeki kalıntıya yaklaşık 0.5 ml asetonitril: metanol: trietilamin karışımı ve 0.1 ml türevlendirme çözeltisinden ilave edildi ve 40 °C'de etüvde 30 dakika süreyle türevlendirildi. Azot gazı altında 40 °C'de uçurulduktan sonra üzerine 0.2 ml asetonitril ilave edildi ve azot gazı altında tekrar uçuruldu. Üzerine 5 ml 0.02 M amonyum asetat çözeltisi ilave edildi. 0.2 µm filtreden süzüldü ve UFLC' ye enjekte edildi (Dimova N., 2003; Gheshlaghi R., vd., 2008).

Mobil faz A: 1 L'lik balon jojeye 0.78 g sodyum dihidrojen fosfat dihidrat ve 0.88 g disodyum hidrojen fosfat dihidrat tartıldı ve deiyonize su ile hacimine tamamlandı. Tampon çözeltisinin pH değeri 6,8-6,9 arasında olacak şekilde ayarlandı ve süzüldü.

Mobil faz B: Asetonitril

Kolon sıcaklığı: 40°C

Dedektör: Ultra viyole (UV)

Dalga boyu: 254 nm

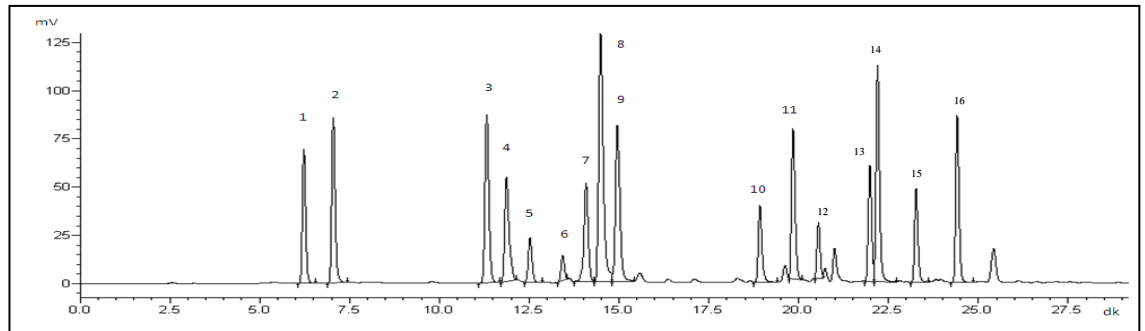
Enjeksiyon hacmi: 10 µl

Akış hızı: 1 ml/dakika

Kolon: ACE 5 C18, 250x4.6 mm

Gradient Program:

Zaman (dakika)	Mobil Faz A (%)	Mobil Faz B (%)
0.01	100	0
13.00	85	15
22.00	75	25
26.00	70	30
28.00	40	60
38.01	100	0



Şekil 5. Amino asit kompozisyonu.

(aspartik asit(1), glutamik asit(2), serin(3), glisin(4), histidin(5), arginin(6), treonin(7), alanin(8), prolin(9), trozin(10), valin(11), metiyonin(12), izo-lösin(13), lösin(14), fenilalanin(15) ve lizin (16) HPLC kromatogramı)

HPLC Yöntemi ile Triptofan Tayini

12 farklı kahvaltılık gevrek numunesinden 0,50 g tartıldı. 50ml'lik ağzı kapalı analiz şişesi içerisine alındı. 20 ml 5N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisinden 20 ml ilave edildi, içine azot gazı verilerek ağzı sıkıca kapatıldı ve 12 saat 120 °C'de etüvde hidroliz olması sağlandı. Örnekler oda sıcaklığına getirilerek hacimleri 50 ml'ye saf su ile tamamlandıktan sonra adi filtre kâğıdı ile süzüldü. Süzüntüden 1 ml deney tüpüne alındı üzerine 15 ml fosfat tamponu ilave edildi, 0.1 N hidroklorik asit çözeltisiyle pH 6.3'e ayarlandı, hacmi deiyonize su ile 100 ml'ye erlen içinde tamamlandı, 0.45 µm'luk filtreden süzüldü ve HPLC'ye enjekte edildi (Çevikkalp, vd., 2016).

Analizin Yapılışı

Mobil faz: 1 L'lik mobil faz şişesine 3 g amonyum asetat tartıldı, üzerine 900 ml deiyonize su ilave edildi, pH 6.3'e ayarlandı, üzerine 100 ml asetonytril eklenerek karıştırıldı ve süzüldü.

Dedektör: Floresans

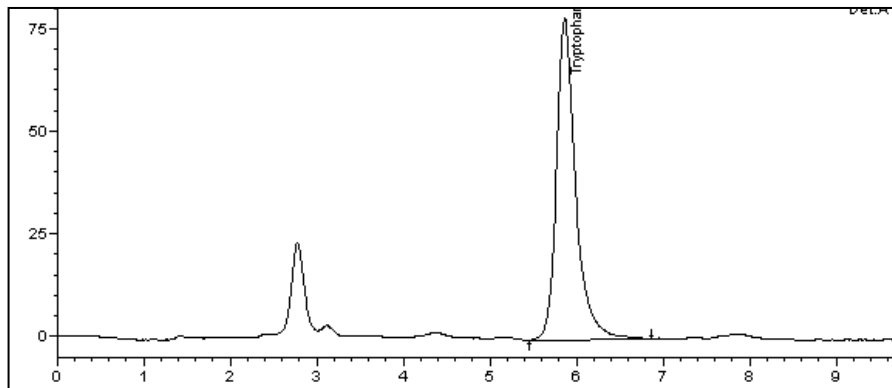
Kolon: Lichospher 60 RP-select B 5µm, LiChroCART 250-4 HPLC Cartridge

Dalga boyu: Eksitasyon: 280 nm, Emisyon: 340 nm

Enjeksiyon hacmi: 10 µl

Akış hızı: 1 ml/dakika

Analiz süresi: 10 dakika



Şekil 6. Triptofan Standardı HPLC Kromatogramı

2.3. İn Vitro Protein Sindirim Tayini

Sindirim enzimleri ve diğer çözeltiler (organik, inorganik)

α -amilaz Megazyme (3000 U/ml)

Pepsin Sigma Aldrich (250 IU)

Pankreatin Sigma Aldrich (4 USP)

0,05 N HCl çözeltisi: 1 L'lik balon jojeye 4,14 ml HCl konarak hacmi deiyonize suyla tamamlandı.

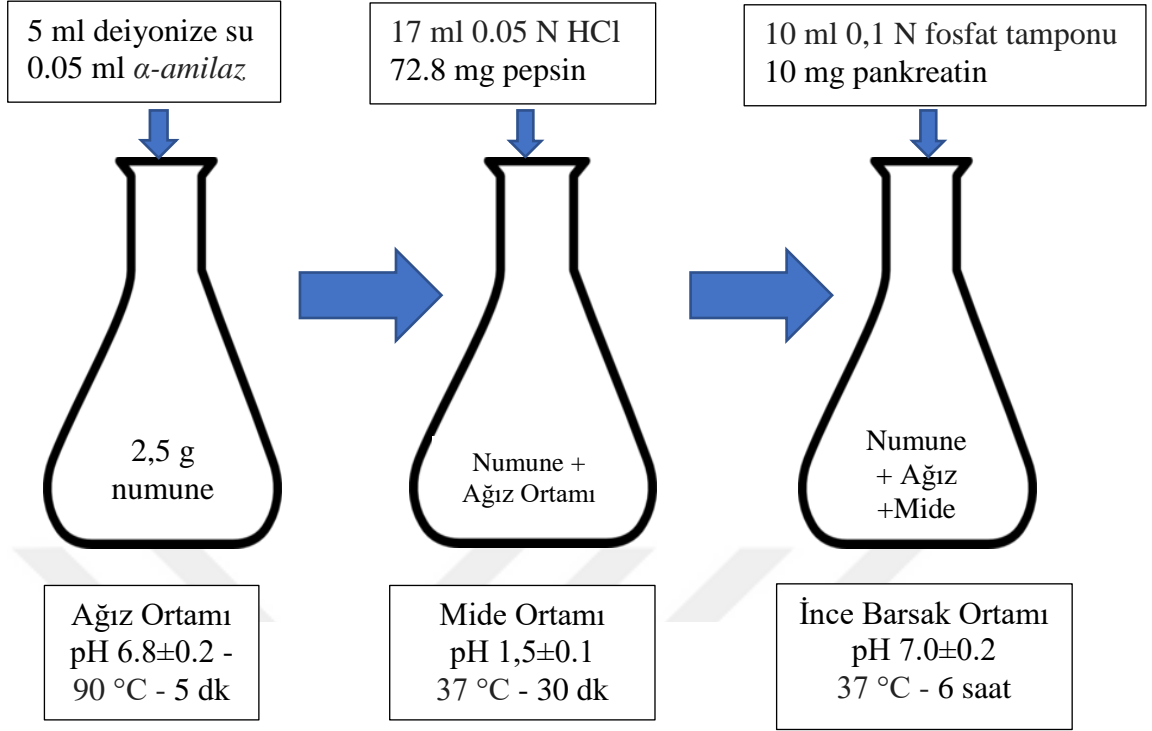
0,1 N Fosfat Fampon: 1 L'lik balon jojeye 13,68 g potosyum fosfat tartılarak hacmi deiyonize suyla tamamlandı.

Pepsin Solüsyonu: 72,8 mg (500 unite) pepsin enzimi tartılarak pepsin enzim solüsyonu hazırlandı.

Pankreatin Solüsyonu: 10 mg 4 USP pankreatin enzimi tartılarak pankreatin enzim solüsyonu hazırlandı.

Trikloroasetik Asit (TCA) Çözeltisi (%20): 100 ml'lik balon joje içine 20 g trikloroasetik asit kondu, bir miktar deiyonize su ile çözüldürüldü ve hacmi tamamlandı.

Örneğin Hazırlanması



Şekil 7. İn Vitro Protein Sindirim Metodu

12 farklı kahvaltılık gevrek numunesi 2,5g 100 ml'lik erlene tartıldı. Örnekler üzerine 5 ml deiyonize su ilave edildi ve 90°C' de 5 dk inkübe edildi. 0,05 ml α -amilaz (tükürük çözeltisi) eklendi, vorteks ile karıştırıldı. Oda sıcaklığında 17 ml 0.05 N HCl çözeltisi eklendi ve pH 1,8'e getirilerek 10 dakika 37°C'de kuru karıştırıcıda inkübe edildi. 1:22 enzim-substrat oranı ile hesaplanarak yeni hazırlanan pepsin enzim solüsyonundan numunelere eklenerek 37 °C'de 30 dakika inkübe edildi. 0,1 N fosfat tampon çözeltisinden 10 ml eklenerek pH'ı 7'ye ayarlandı. 1:21 enzim-substrat oranı ile hesaplandı ve yeni hazırlanan pankreatin enzim solüsyonundan numunelere eklenerek 37°C'de 6 saat inkübe edildi. Sindirim işlemi tamamlandıktan sonra %20'lik TCA çözeltisi eklenerek pH 1,5- 2 aralığına getirildi ve enzim denatürasyonu sağlandı. Son hacim 50 ml yapıldı. Numuneler 8000 rpm'de 10 dakika santrifüjlendi, cam kavanozlara süzüntüden 2 ml alındı. Üzerine 20 ml HCl eklendi. Ağız sıkıca kapatılarak 110°C etüvde 24 saat hidroliz edildi. Hidroliz sonunda alınan numunelerin hacmi 20 ml'e tamamlandı. Hidrolize edilmiş numunelerden 0,1 ml cam tüplere alınarak 50 °C'de 30 dk azot gazı altında uçuruldu. 0,2 ml saf su eklenerek azot gazı ile tekrar uçuruldu. Üzerine 0.2 ml asetonitril ilave edilerek tekrar azot gazı ile uçurma işlemi yapıldı. Tüp içindeki kalıntıya yaklaşık 0.5 ml asetonitril: metanol: trietilamin

karışımı ve 0.1 ml türevlendirme çözeltisinden (PITC) ilave edildi. 40 °C’de etüvde 30 dakika süreyle türevlendirildi. Azot gazı altında 40 °C’de uçurulduktan sonra üzerine 0.2 ml asetonitril ilave edildi ve azot gazı altında tekrar uçuruldu. Üzerine 5 ml 0.02 M amonyum asetat çözeltisi ilave edildi. 22 µm mikron CA filtreden süzülerek ve HPLC’ ye enjekte edildi.

Analizin Yapılışı

Mobil faz A: 1 L’lik balon jöjeye 0.78 g sodyum dihidrojen fosfat dihidrat ve 0.88 g disodyum hidrojen fosfat dihidrat tartıldı ve deiyonize su ile hacimine tamamlandı. Tampon çözeltisinin pH değeri 6.8-6,9 arasında olacak şekilde ayarlandı ve süzüldü.

Mobil faz B: Asetonitril

Kolon sıcaklığı: 40°C

Dedektör: Ultra viyole (UV)

Dalga boyu: 254 nm

Enjeksiyon hacmi: 10 µl

Akış hızı: 1 ml/dakika

Kolon: ACE 5 C18, 250x4.6 mm

İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler, Minitab yazılımı versiyon 15 (Minitab Inc., USA 2008) kullanılarak yapıldı. Yanıtları ayırmak için varyans analizi (ANOVA) yapıldı. Tüm önemli farklılıklar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde rapor edilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1. Kahvaltılık gevreklerin içerikleri.

Numune	İçerik	İçerik Gruplandırılması
Klasik K.G. 1	Tam tahıl ve Pirinç gevreği	Sade K.G.
Klasik K.G. 2	Buğday ve Pirinç Gevreği	Sade K.G.
Mısır Gevreği	Tam Mısır Gevreği	Sade K.G.
Bitter Çikolatalı K.G.	Arpa, Çavdar, Yulaf, Mısır ve Tam Buğday Tahılları, Bitter Çikolata	Çikolata İçeren K.G.
Çikolatalı K.G. 1	Çikolatalı Mısır ve Buğday Gevreği	Çikolata İçeren K.G.
Çikolatalı K.G. 2	Sütlü Kakaolu Buğday ve Mısır Gevreği	Çikolata İçeren K.G.
Çikolatalı Müsli	Sütlü Çikolatalı Fındıklı Gevrek	Çikolata ve Kuru Yemiş İçeren K.G.
Müsli	Yulaf Ezmesi, Keten Tohumu, Kurutulmuş Dut, Elma, Kayısı, Erik, İncir, Üzüm	Meyve veya Kuru Yemiş İçeren K.G.
Ballı Bademli K.G.	Bal, Badem, Tam Tahıl ve Pirinç Gevreği	Meyve veya Kuru Yemiş İçeren K.G.
Meyveli K.G.	Kırmızı Meyveli, Tam Tahıl ve Pirinç Gevreği	Meyve veya Kuru Yemiş İçeren K.G.
Yulaf Gevreği	Tam Tahıllar (%74,2), Şeker, Yulaf Lifi, Glukoz Şurubu, Arpa Maltı Ekstresi, Kahverengi Şeker, Buğday Nişastası, Tuz, Bal	Yulaf İçeren K.G.
Yulaf Ezmesi	Yulaf Ezmesi	Yulaf İçeren K.G.

Çalışmada kullanılan kahvaltılık gevreklerin içerikleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Kahvaltılık gevrekler içeriklerine göre; sade, çikolatalı, yulafli, meyveli veya kuru yemişli olarak dört gruba ayrılmıştır.

3.1. Glisemik İndeks

3.1.1. Şeker Bulguları

Tablo 2. Kahvaltılık gevreklerin toplam ve etiket şeker karşılaştırılması.

Numune	Toplam Şeker(g)	Etiket şeker(g)	Etikete göre sapma (%)
Klasik K.G. 1	12,02±0,36	14	85,9
Klasik K.G. 2	12,41±0,37	18	68,9
Mısır Gevreği	10,15±0,30	10,4	97,6
Bitter Çikolatalı K.G.	18,73±0,55	22,3	84,0
Çikolatalı K.G. 1	30,06±0,89	29	103,7
Çikolatalı K.G. 2	24,95±0,74	28,4	87,9
Çikolatalı Müsli	18,15±0,54	19	95,5
Müsli	19,98±0,60	29,2	68,4
Ballı Bademli K.G.	23,01±0,68	20	115,1
Meyveli K.G.	16,87±0,50	16	105,4
Yulaf Gevreği	25,31±0,75	22,6	112,0
Yulaf Ezmesi	1,40±0,04	0,9	155,6
Beyaz Ekmek	0,00±0,00	0	0

Kahvaltılık gevreklerin toplam şeker miktarları ve etikette beyan edilen şeker değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Değerlendirmeye alınan kahvaltılık gevreklerin toplam şeker miktarı 1,40±0,04 g ile 30,06±0,89 g arasında değişmektedir.

Analiz sonucunda elde ettiğimiz her bir ürünün toplam şeker miktarları etiket üzerinde beyana edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Tabloda da görüldüğü gibi beyan edilen değerler deklare edilen değerlerin % 68,4 ile %155,6’dır. Araştırmaya alınan 12 üründen 5’inin toplam şeker miktarı beyan edilen değerlerin üzerinde bulunmuştur. Ürünlerden 11’i deklare edilen değerlerin %68,4 ile %115,1 iken sadece bir üründe %155’dir.

Toplam şeker miktarı en az yulaf ezmesinde (1,40±0,04 g), en fazla çikolatalı kahvaltılık gevrekte (30,06±0,89 g)’dir.

Tablo 3. Kahvaltılık gevrek şeker içerikleri (g/100g).

Numune	Fruktoz	Glikoz	Sakkaroz	Toplam Şeker
Klasik K.G. 1	0,96±0,03	0,73±0,02	10,33±0,31	12,02±0,36
Klasik K.G. 2	2,40±0,07	0,54±0,02	9,47±0,28	12,41±0,37
Mısır Gevreği	0,21±0,01	1,14±0,04	8,80±0,26	10,15±0,30
Bitter Çikolatalı K.G.	0,40±0,01	0,41±0,01	17,92±0,53	18,73±0,55
Çikolatalı K.G. 1	0,51±0,01	1,63±0,05	27,92±0,83	30,06±0,89
Çikolatalı K.G. 2	0,25±0,01	0,45±0,01	24,25±0,72	24,95±0,74
Çikolatalı Müsli	2,06±0,06	1,57±0,05	14,53±0,43	18,15±0,54
Müsli	9,43±0,27	10,55±0,33	0,00±0,00	19,98±0,60
Ballı Bademli K.G.	2,01±0,06	2,20±0,07	18,80±0,56	23,01±0,68
Meyveli K.G.	1,07±0,03	1,09±0,03	14,71±0,44	16,87±0,50
Yulaf Gevreği	3,59±0,10	1,09±0,03	20,62±0,61	25,31±0,75
Yulaf Ezmesi	1,22±0,04	0,18±0,01	0,00±0,00	1,40±0,04
Beyaz Ekmek	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00

Kahvaltılık gevreklerin fruktoz, glikoz, sakkaroz ve toplam şeker miktarları Tablo 3'te gösterilmiştir.

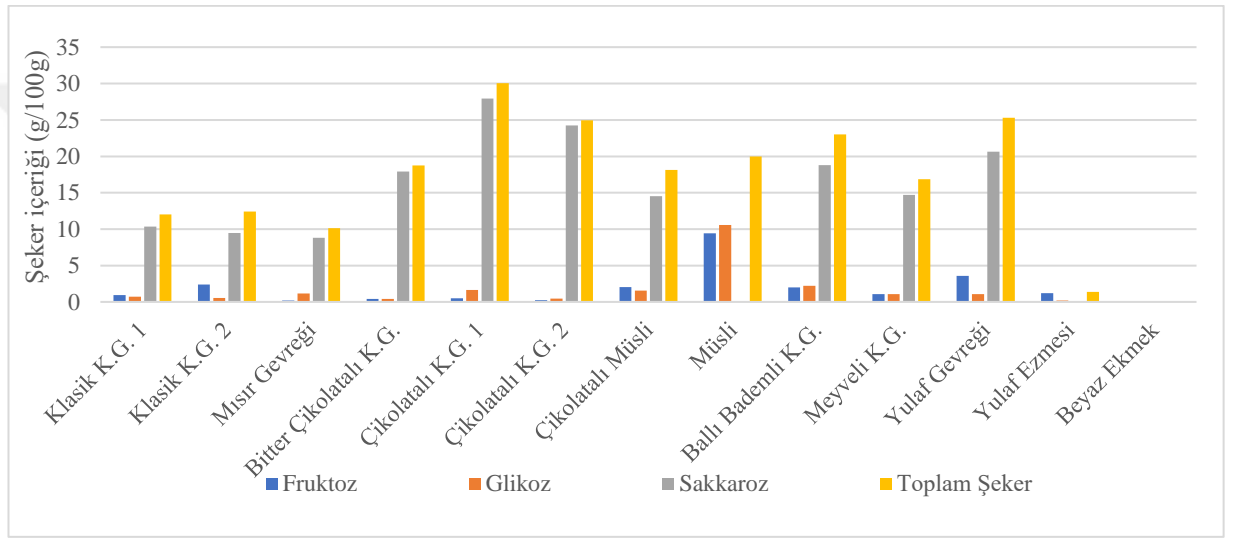
Sade kahvaltılık gevreklerde 10,15±0,30 g/100g ile 12,41±0,37 g/100g toplam şeker bulunurken; fruktoz miktarı 0,21±0,01 g/100 g ile 2,40±0,07 g/100 g arasında, glikoz miktarı 0,54±0,02 g/100g ile 1,14±0,04 g/100g arasında ve sakkaroz miktarı 8,80±0,26 g/100g ile 10,33±0,31 g/100g arasında değişmektedir.

Çikolata içeren kahvaltılık gevreklerde 18,15±0,54 g/100g ile 30,06±0,89 g/100g toplam şeker bulunurken; fruktoz miktarı 0,25±0,01 g/100 g ile 2,06±0,06g/100 g arasında, glikoz miktarı 0,41±0,01 g/100g ile 1,63±0,05g/100g arasında ve sakkaroz miktarı 14,53±0,43 g/100g ile 27,92±0,83 g/100g arasında değişmektedir.

Meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevreklerde 16,87±0,5 g/100g ile 23,01±0,68 g/100g toplam şeker bulunurken; fruktoz miktarı 1,07±0,03g/100 g ile 9,43±0,27 g/100 g arasında, glikoz miktarı 1,09±0,03 g/100g ile 10,55±0,33 g/100g arasında ve sakkaroz miktarı 0,00±0,00 g/100g ile 18,80±0,56 g/100g arasında değişmektedir.

Yulaf içeren kahvaltılık gevreklerde $1,40 \pm 0,04$ g/100g ile $25,31 \pm 0,75$ g/100g toplam şeker bulunurken; fruktoz miktarı $1,22 \pm 0,04$ g/100 g ile $3,59 \pm 0,10$ g/100 g arasında, glikoz miktarı $0,18 \pm 0,01$ g/100g ile $1,09 \pm 0,03$ g/100g arasında ve sakkaroz miktarı $0,00 \pm 0,00$ g/100g ile $20,62 \pm 0,61$ g/100g arasında değişmektedir.

Genel olarak kahvaltılık gevreklerin serbest fruktoz, glikoz ve sakkaroz değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Kahvaltılık gevreklerin fruktoz miktarı $0,21 \pm 0,01$ g ile $9,43 \pm 0,27$ g arasında, glikoz miktarı $0,18 \pm 0,01$ g ile $10,55 \pm 0,33$ g arasında ve sakkaroz miktarı $0,00 \pm 0,00$ g ile $27,92 \pm 0,83$ g arasında değişmektedir.



Şekil 8. Kahvaltılık gevrek şeker içerikleri.

3.1.2. Nişasta Bulguları

Kahvaltılık gevreklerin toplam ve dirençli nişasta değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Hızlı sindirilebilen nişasta (HSN) 20. dakikada; yavaş sindirilebilen nişasta (YSN) 20. dakika ile 120. dakika arasında; dirençli nişasta (DN) toplam nişasta ile sindirimin 120. dakika arasındaki nişasta miktarı olarak tanımlanırken, toplam nişasta (TN) ise nişasta ile glikozun farkı alınarak bulunur.

Sade kahvaltılık gevreklerde HSN oranları; $\%18,9 \pm 0,4$ ile $\%26,7 \pm 0,9$ arasında, YSN oranları; $\%17,3 \pm 0,7$ ile $\%21,6 \pm 0,9$ arasında, TN oranları $\%57,8 \pm 0,0$ ile $\%66,3 \pm 0,1$ DN oranları $\%20,3 \pm 0,6$ ile $\%29 \pm 0,6$ arasında değişmektedir.

Çikolata içeren kahvaltılık gevreklerde HSN oranları; %6,1±0,6 ile %21,2±0,6 arasında, YSN oranları; %14,7±0,2 ile %49,6±0,4 arasında, TN oranları %6,1±0,6 ile %59,9±0,2 arasında, DN oranları %21,2±1,2 ile %29±0,8 arasında değişmektedir.

Meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevreklerde HSN oranları; %13,2±0,2 ile %22,4±0,4 arasında, YSN oranları; %20,1±0,1 ile %61,7±0,3 arasında, TN oranları %13,2±0,2 ile %63,1±0,2 arasında, DN oranları %18,1±0,3 ile %26,6±0,5 arasında değişmektedir.

Yulaf içeren kahvaltılık gevreklerde HSN oranları; %11,5±0,4 ve %16,3±0,3, YSN oranları; %14,6±0,7 ve %16,9±0,3, TN oranları %56,5±0,3 ve %64,4±0,0, DN oranları %32,5±0,9 ve %32,8±0,3'tır.

Genel olarak dirençli nişasta en fazla yulaf ezmesinde (32,8±0,3g), en az müsli (18,1±0,3 g)'dir.

Tablo 4. Kahvaltılık gevreklerin toplam nişasta ve dirençli nişasta içerikleri.

Numune	DN	TN	HSN	YSN
Klasik K.G. 1	20,3±0,6	63,3±0,2	26,7±0,9	19,4±0,6
Klasik K.G. 2	29±0,6	62,8±0,1	18,9±0,4	17,3±0,7
Mısır Gevreği	22,2±0,5	66,3±0,1	25,6±0,7	21,6±0,9
Bitter Çikolatalı K.G.	26,9±0,8	59,9±0,2	21,2±0,6	14,7±0,2
Çikolatalı K.G. 1	21,2±1,2	49,6±0,4	6,1±0,6	24,3±1,0
Çikolatalı K.G. 2	26,8±0,7	53,8±0,3	11,4±0,7	17,8±0,3
Çikolatalı Müsli	23,6±1,0	48,8±0,2	13,2±0,2	14,2±1,1
Müsli	18,1±0,3	43,2±0,3	15,9±0,9	11,6±0,7
Ballı Bademli K.G.	26,6±0,5	61,7±0,3	19,3±0,9	18,7±0,9
Meyveli K.G.	23,5±0,5	63,1±0,2	22,4±0,4	20,1±0,1
Yulaf Gevreği	32,5±0,9	56,5±0,3	11,5±0,4	14,6±0,7
Yulaf Ezmesi	32,8±0,3	64,4±0	16,3±0,3	16,9±0,3
Beyaz Ekmek	19,3±0,3	57,8±0	18,7±0,3	21,7±0,5

Kahvaltılık gevreklerin glisemik indeks ve hızlı sindirilen glikoz değerleri tablo 5'de kıyaslanmıştır.

Sade kahvaltılık gevreklerin HSG'si en düşük 23,7±0,5 iken Gİ'i 62±0, HSG'si en yüksek 32,0±1,0 iken Gİ 72±0'dir.

Kurutulmuş meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevreklerin HSG'si en düşük 21,2±0,2 iken Gİ'i 65±1, HSG'si en yüksek 30,0±0,5 iken Gİ 68±0'dir.

Yulaf içeren kahvaltılık gevreklerin HSG'si en düşük 16,5±0,3 iken Gİ'i 58±0, HSG'si en yüksek 21,8±0,3 iken Gİ 61±0'dir.

Çikolata içeren kahvaltılık gevreklerin HSG'si en düşük 20,1±0,3 iken Gİ'i 69±1, HSG'si en yüksek 29,6±0,8 iken Gİ 66±1'dir.

Tablo 5. Kahvaltılık gevreklerin hızlı ve yavaş sindirilen glikoz oranları.

Numune	HSG	SG	YSG	Gİ
Klasik K.G. 1	32,0±1,0	53,6±0,6	21,6±0,7	72±0
Klasik K.G. 2	23,7±0,5	42,9±0,6	19,2±0,8	62±0
Mısır Gevreği	30,6±0,7	54,6±0,6	24±1,0	70±0
Bitter Çikolatalı K.G.	29,6±0,8	46,0±0,9	16,3±0,2	66±1
Çikolatalı K.G. 1	20,1±0,3	47,1±1,3	27±1,1	69±1
Çikolatalı K.G. 2	22,7±0,5	42,5±0,8	19,8±0,3	65±0
Çikolatalı Müsli	21,2±0,2	36,9±1,1	15,7±1,3	65±1
Müsli	25,4±0,6	38,3±0,4	12,9±0,8	69±0
Ballı Bademli K.G.	29,7±1,2	50,5±0,5	20,8±1,0	68±0
Meyveli K.G.	30,0±0,5	52,4±0,6	22,4±0,1	68±0
Yulaf Gevreği	21,8±0,3	38,0±1,0	16,3±0,8	61±0
Yulaf Ezmesi	16,5±0,3	35,3±0,3	18,8±0,4	58±0
Beyaz Ekmek	18,7±0,3	42,8±0,3	24,1±0,5	66±0

3.1.3. Glisemik İndeks Bulguları

Tablo 6'da piyasadan toplanan 12 farklı kahvaltılık gevreğin ve beyaz ekmeğin 20 ve 180 dakika arasındaki sindirilme oranları verilmiştir. Kahvaltılık gevreklerin in vitro glisemik indeks değerlerini hesaplamak için referans olarak beyaz ekmek kullanılmıştır.

Sade kahvaltılık gevreklerin sindirilme oranları 20. dakikada 0,31±0,01 ile 0,42±0,01 arasında, 120. dakikada 0,57±0,01 ile 0,70±0,01 arasında, 180. dakikada 0,64±0,01 ile

0,83±0,02 arasında ve nişasta sindirilme oranı ise 0,76±0,00 ile 0,80±0,00 arasında değişmektedir.

Çikolata içeren kahvaltılık gevreklerin sindirilme oranları 20. dakikada 0,28±0,00 ile 0,39±0,01 arasında, 120. dakikada 0,58±0,02 ile 0,67±0,02 arasında, 180. dakikada 0,64±0,01 ile 0,70±0,01 arasında ve nişasta sindirilme oranı ise 0,70±0,00 ile 0,79±0,00 arasında değişmektedir.

Kurutulmuş meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevreklerin sindirilme oranları 20. dakikada 0,34±0,00 ile 0,43±0,01 arasında, 120. dakikada 0,58±0,02 ile 0,67±0,02 arasında, 180. dakikada 0,66±0,01 ile 0,72±0,01 arasında ve nişasta sindirilme oranı ise 0,70±0,00 ile 0,74±0,00 arasında değişmektedir.

Yulaf içeren kahvaltılık gevreklerin sindirilme oranları 20. dakikada 0,23±0,00 ve 0,29±0,00, 120. dakikada 0,49±0,00 ve 0,51±0,01, 180. dakikada 0,53±0,01 ve 0,60±0,00, nişasta sindirilme oranı ise 0,58±0,00 ve 0,63±0,00'dır.

Tablo 6. Kahvaltılık gevreklerin 20 ve 180 dakika arasında sindirilme oranları.

Numune	20"	30"	60"	90"	120"	180"	Nişasta
Klasik K.G. 1	0,42±0,01	0,42±0,01	0,52±0,01	0,65±0,00	0,70±0,01	0,83±0,02	0,76±0,00
Klasik K.G. 2	0,31±0,01	0,35±0,00	0,41±0,01	0,48±0,01	0,57±0,01	0,64±0,01	0,78±0,00
Mısır Gevreği	0,39±0,01	0,45±0,00	0,54±0,01	0,59±0,01	0,69±0,01	0,73±0,01	0,80±0,00
Bitter Çikolatalı K.G.	0,39±0,01	0,41±0,01	0,51±0,01	0,53±0,01	0,61±0,01	0,64±0,01	0,79±0,00
Çikolatalı K.G. 1	0,28±0,00	0,47±0,02	0,53±0,01	0,57±0,02	0,67±0,02	0,70±0,01	0,75±0,00
Çikolatalı K.G. 2	0,31±0,01	0,40±0,01	0,46±0,01	0,50±0,01	0,59±0,01	0,67±0,01	0,75±0,00
Çikolatalı Müsli	0,34±0,00	0,37±0,01	0,47±0,01	0,55±0,01	0,58±0,02	0,66±0,01	0,70±0,00
Müsli	0,43±0,01	0,45±0,01	0,52±0,01	0,62±0,01	0,66±0,01	0,72±0,01	0,72±0,00
Ballı Bademli K.G.	0,37±0,02	0,42±0,01	0,51±0,01	0,59±0,00	0,63±0,01	0,69±0,01	0,74±0,00
Meyveli K.G.	0,38±0,01	0,40±0,01	0,48±0,00	0,60±0,01	0,67±0,01	0,72±0,01	0,71±0,00
Yulaf Gevreği	0,29±0,00	0,34±0,01	0,42±0,01	0,47±0,01	0,51±0,01	0,60±0,00	0,58±0,00
Yulaf Ezmesi	0,23±0,00	0,28±0,00	0,39±0,01	0,42±0,01	0,49±0,00	0,53±0,01	0,63±0,00
Beyaz Ekmek	0,29±0,00	0,38±0,00	0,39±0,01	0,52±0,00	0,67±0,01	0,74±0,00	0,64±0,00

Hidroliz İndeks ve Glisemik İndeks Değerleri

Kahvaltılık gevreklerin hidroliz indeks ve glisemik indeks değerleri Tablo 7’de gösterilmiştir. Kahvaltılık gevreklerin Hİ’leri 78,1±0,1 ile 114,9±0,3 arasında, Gİ’leri ise 58±0 ile 72±0 arasında değişmektedir.

Sade kahvaltılık gevreklerin Hİ’leri 89,7±1,0 ile 114,1±0,3 arasında, Gİ’leri 62±0 ile 72±0 arasında değişmektedir. Referans almış olduğumuz beyaz ekmek ile kıyasladığımızda Gİ’leri bir numunede düşük iken diğerlerinde yüksek bulunmuştur.

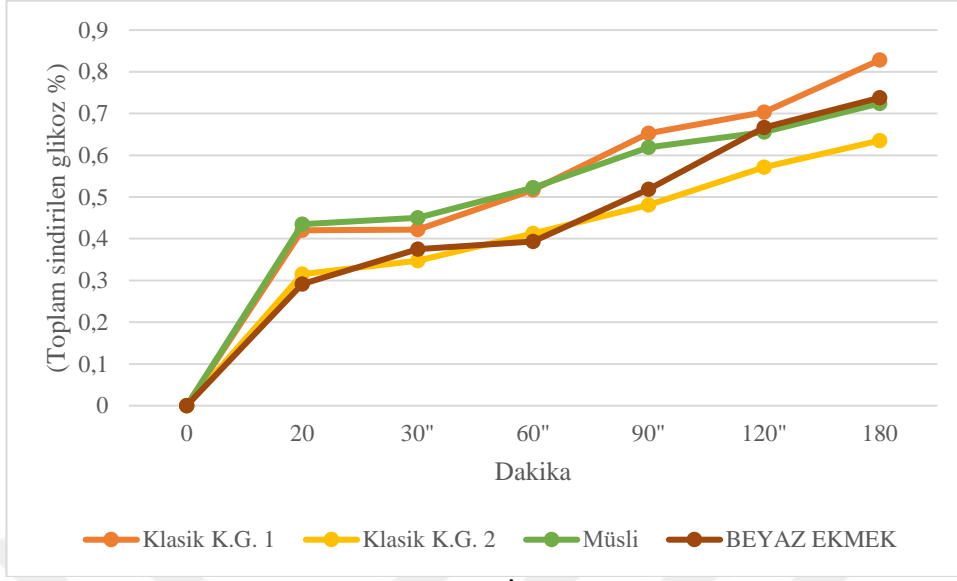
Çikolata içeren kahvaltılık gevreklerin Hİ’leri 95,6±1,0 ile 107,3±2,2 arasında, Gİ’leri 65±0 ile 69±1 arasında değişmektedir. Referans almış olduğumuz beyaz ekmek ile kıyasladığımızda Gİ’leri yüksek bulunmuştur.

Kurutulmuş meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevreklerin Hİ’leri 103,9±1,1 ile 108,2±0,2 arasında, Gİ’leri 65±1 ile 69±0 arasında değişmektedir. Referans almış olduğumuz beyaz ekmek ile kıyasladığımızda Gİ’leri yüksek bulunmuştur.

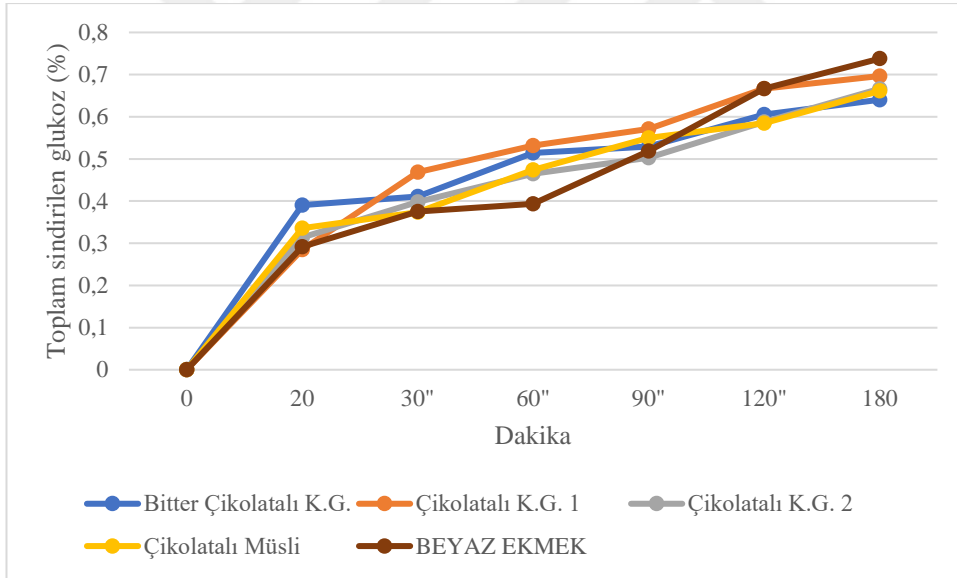
Yulaf içeren kahvaltılık gevreklerin Hİ’leri 77,5±0,1 ve 85,4±1,3, 58±0 ve 61±0’dur. Referans almış olduğumuz beyaz ekmek ile kıyasladığımızda Gİ’leri düşük bulunmuştur.

Tablo 7. Kahvaltılık gevreklerin hidroliz indeks ve glisemik indeks değerleri.

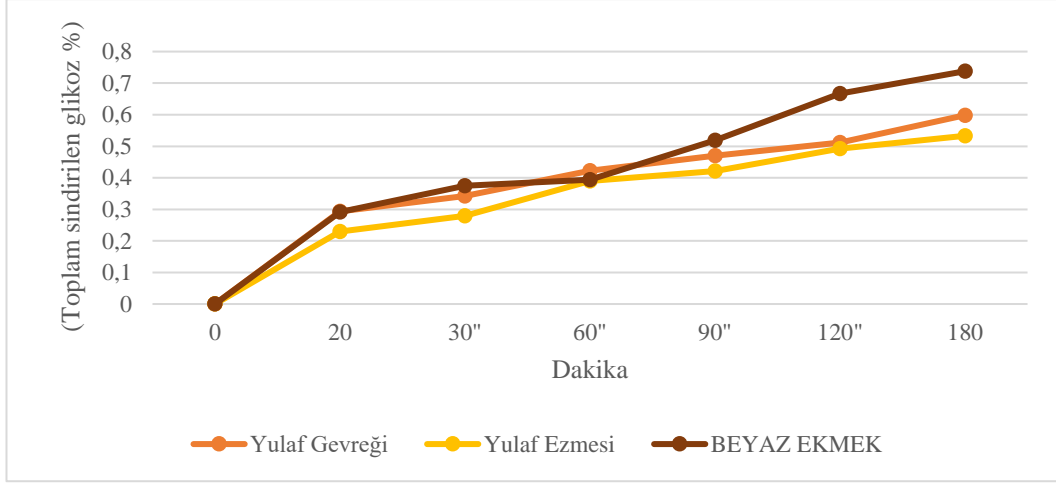
Numune	Hİ	Gİ
Klasik K.G. 1	114,9±0,3	102,8±0,1
Klasik K.G. 2	90,4±1,0	89,3±0,5
Mısır Gevreği	110,4±1,1	100,3±0,6
Bitter Çikolatalı K.G.	99,4±1,4	94,3±0,8
Çikolatalı K.G. 1	108,1±2,2	99,1±1,2
Çikolatalı K.G. 2	96,4±1,0	92,6±0,5
Çikolatalı Müsli	96,4±1,7	65±1
Müsli	108,2±0,2	69±0
Ballı Bademli K.G.	104,7±1,1	97,2±0,6
Meyveli K.G.	105,7±1,0	97,8±0,6
Yulaf Gevreği	86,0±1,3	86,9±0,7
Yulaf Ezmesi	78,1±0,1	82,6±0,1
Beyaz Ekmek	100,0±0,7	94,6±0,4



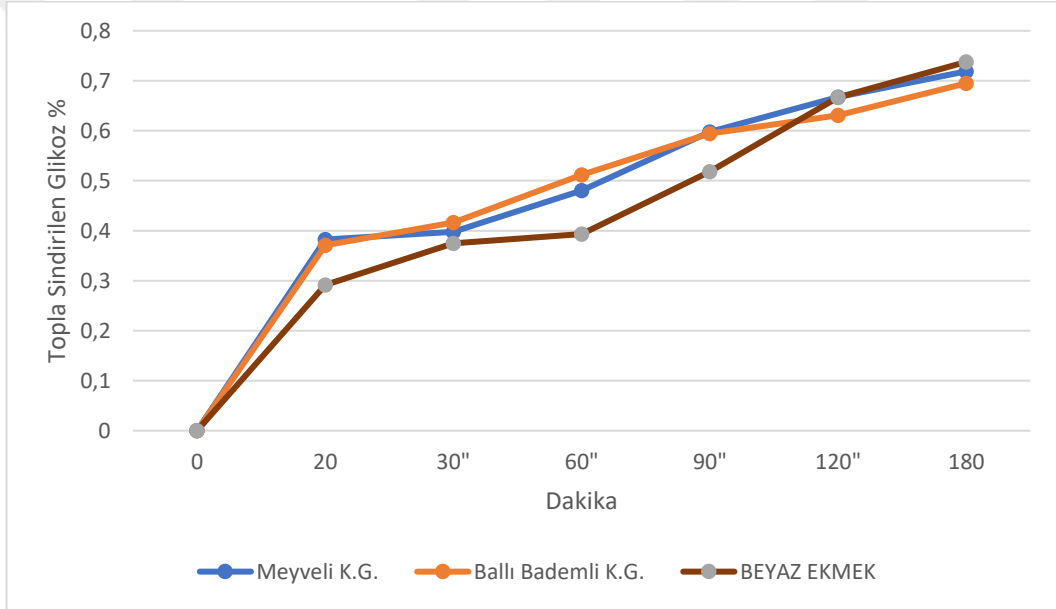
Şekil 9. Sade kahvaltılık gevreklerin Gİ kıyaslaması.



Şekil 10. Çikolata içeren kahvaltılık gevreklerin Gİ kıyaslaması.



Şekil 11. Yulaf içeren kahvaltılık gevreklerin Gİ kıyaslaması.



Şekil 12. Meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevreklerin Gİ kıyaslaması.

3.2.Amino Asit Kompozisyonu ve Protein Sindirilebilirliği

Toplam Protein Miktarı

Kahvaltılık gevreklerdeki toplam protein miktarı kjeldal metoduna göre toplam azot tayini yapılarak hesaplanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen azot miktarları tahıl bazlı olanlar için 5,7, yulaf bazlı olanlar için 5,83 ve mısır bazlı olanlar ise 6,25 azot-protein dönüşüm faktörü kullanılarak toplam protein miktarı hesaplanmıştır. Kahvaltılık gevreklerin toplam protein miktarları ve etiket protein değerleri Tablo 8'de

gösterilmiştir. Kahvaltılık gevreklerin toplam protein miktarı 4,8 g ile 11,4 g arasında değişmektedir. Ortalama toplam protein ise $8,2\pm 0,27$ g'dır.

Analiz sonucunda elde ettiğimiz her bir ürünün toplam protein miktarları etiket üzerinde beyan edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Tabloda da görüldüğü gibi ürünlerin beyan edilen toplam protein miktarları 6 g ile 10,0 g arasında ve etiket değerinin %79,4 ile %161,0 arasındadır. Araştırmaya alınan 12 üründen 5'i beyan edilen değer altında bulunmuştur. Sadece bir ürün beyan edilen değer %161'idir. Toplam şeker miktarı en az çikolatalı K.G. 1'de ($4,8\pm 0,15$ g), en fazla çikolatalı müsli ($11,4\pm 0,40$ g)'dir.

Tablo 8. Kahvaltılık gevreklerin toplam protein miktarı.

ÖRNEK	Etiket Protein (g)	Toplam Protein (g)	Yüzde Sapma
Klasik K.G. 1	9,3	$7,6\pm 0,26$	81,3
Klasik K.G. 2	9	$8,8\pm 0,25$	97,4
Mısır Gevreği	7,1	$6,8\pm 0,20$	95,8
Bitter Çikolatalı K.G.	7,9	$8,1\pm 0,31$	103
Çikolatalı K.G. 1	6	$4,8\pm 0,15$	79,4
Çikolatalı K.G. 2	7,9	$7,6\pm 0,25$	95,8
Çikolatalı Müsli	7,1	$11,4\pm 0,40$	161
Müsli	7,6	$8,1\pm 0,31$	107
Ballı Bademli K.G.	9,4	$8,7\pm 0,25$	92,3
Meyveli K.G.	9	$7,9\pm 0,26$	87,3
Yulaf Gevreği	10,6	$9\pm 0,31$	85,2
Yulaf Ezmesi	10,9	$9,2\pm 0,31$	84,7

Kahvaltılık Gevrek Numunelerinin Aminoasit Kompozisyonu

Amino asitler asidik, bazik, polar, apolar, alifatik, aromatik zincirli, dallı zincirli ve esansiyel olarak gruplara ayrılmıştır.

Asidik Amino Asitler

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan aspartik asit miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 9'da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi aspartik asit miktarları en

düşük meyveli kahvaltılık gevrekte (44 ± 3 mg/ 100 g), en yüksek ise müsli (846 \pm 42 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki aspartik asit oranları değerlendirildiğinde en düşük oran meyveli KG’de (%0,58), en yüksek oran müsli (%10,23) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan glutamik asit miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 9’da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi glutamik asit miktarları en düşük müsli (255 \pm 8,92 mg/ 100 g), en yüksek ise çikolatalı müsli (2862 \pm 100 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki glutamik asit oranları değerlendirildiğinde en düşük oran müsli (%3,08), en yüksek oran ballı bademli kahvaltılık gevrek (%25,72) bulunmuştur.

Tablo 9. Kahvaltılık gevreklerin asidik amino asit içeriği (mg/100g).

Numune	Asp	Glu	Toplam AA	% Asp	% Glu
Klasik K.G. 1	193 \pm 11	1789 \pm 62,6	7267 \pm 873	2,52	23,34
Klasik K.G. 2	580 \pm 29	317 \pm 11,1	8869 \pm 42	6,53	3,57
Mısır Gevreği	151 \pm 7	1097 \pm 38,4	6593 \pm 507	2,22	16,07
Bitter Çikolatalı K.G.	108 \pm 5	1143 \pm 40	8049 \pm 479	1,3	13,8
Çikolatalı K.G. 1	172 \pm 9	810 \pm 28,3	4677 \pm 368	3,56	16,79
Çikolatalı K.G. 2	171 \pm 8	1959 \pm 68,6	7218 \pm 978	2,24	25,6
Çikolatalı Müsli	818 \pm 40	2862 \pm 100	10963 \pm 1445	7,05	24,68
Müsli	846 \pm 42	255 \pm 8,92	8294 \pm 15	10,23	3,08
Ballı Bademli K.G.	323 \pm 16	2259 \pm 79,1	8284 \pm 1130	3,68	25,72
Meyveli K.G.	44 \pm 3	695 \pm 24,3	7439 \pm 220	0,58	9,19
Yulaf Gevreği	367 \pm 18	2034 \pm 71,2	8739 \pm 993	4	22,16
Yulaf Ezmesi	781 \pm 39	2214 \pm 77,5	8909 \pm 1112	8,31	23,57

Bazık Amino Asitler

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan glutamik asit miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 10’da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi glutamik asit miktarları en düşük müsli (255 \pm 8,92 mg/ 100 g), en yüksek ise çikolatalı müsli (2862 \pm 100 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki glutamik asit oranları değerlendirildiğinde en düşük oran müsli (%3,08), en yüksek oran ballı bademli kahvaltılık gevrek (%25,72) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan lizin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 10’da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi lizin miktarları en düşük mısır gevreğinde (153±6 mg/100 g), en yüksek müsli (1113±40 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki lizin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran mısır gevreğinde (%2,24), en yüksek oran çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de 8%19,22) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan arjinin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 10’da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi arjinin miktarları en düşük bitter çikolatalı kahvaltılık gevrekte (102±4 mg/ 100 g), en yüksek çikolatalı müsli (704±29 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki arjinin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran bitter çikolatalı kahvaltılık gevrekte (%1,23), en yüksek oran müsli (%6,57) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan histidin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 10’da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi histidin miktarları en düşük meyveli kahvaltılık gevrekte (62±2 mg/ 100 g), en yüksek çikolatalı müsli (444±17 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki histidin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran meyveli kahvaltılık gevrekte (%0,82), en yüksek oran yulaf ezmesinde (%4,06) bulunmuştur.

Tablo 10. Kahvaltılık gevreklerin bazik amino asit içeriği (mg/100g).

Numune	Lys	Arg	His	Toplam AA	% lys	% arg	% his
Klasik K.G. 1	240±9	349±14	215±8	7267±873	3,13	4,55	2,81
Klasik K.G. 2	422±15	554±23	330±12	8869±42	4,76	6,24	3,72
Mısır Gevreği	153±6	205±8	231±9	6593±507	2,24	3,00	3,39
Bitter Çikolatalı K.G.	201±7	102±4	93±3	8049±479	2,43	1,23	1,13
Çikolatalı K.G. 1	927±34	193±8	184±7	4677±368	19,22	4,00	3,82
Çikolatalı K.G. 2	340±12	254±11	265±10	7218±978	4,44	3,31	3,46
Çikolatalı Müsli	513±19	704±29	444±17	10963±1445	4,42	6,07	3,83
Müsli	1113±40	543±23	285±11	8294±15	13,46	6,57	3,44
Ballı Bademli K.G.	484±18	463±19	267±10	8284±1130	5,51	5,27	3,04
Meyveli K.G.	201±7	296±12	62±2	7439±220	2,65	3,92	0,82
Yulaf Gevreği	508±18	488±20	347±13	8739±993	5,54	5,32	3,79
Yulaf Ezmesi	539±20	455±19	381±14	8909±1112	5,74	4,85	4,06

Polar Yüklü Amino Asitler

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan treonin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 11’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi treonin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (148 ± 7 mg/ 100 g), en yüksek bitter çikolatalı kahvaltılık gevrekte (435 ± 19 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki treonin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran mısır gevreğinde (%2,18), en yüksek oran bitter çikolatalı kahvaltılık gevrekte (%5,25) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan serin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 11’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi serin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (152 ± 6 mg/ 100 g), en yüksek çikolatalı müsli (504 ± 20 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki serin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (%3,14), en yüksek oran yulaf ezmesinde (%5,08) bulunmuştur.

Tablo 11. Kahvaltılık gevreklerin polar yüklü amino asit içeriği (mg/100g).

Numune	Treonin	Serin	Toplam AA	% treonin	% serin
Klasik K.G. 1	238±10	379±15	7267±873	3,11	4,95
Klasik K.G. 2	333±15	441±18	8869±42	3,75	4,97
Mısır Gevreği	149±7	275±11	6593±507	2,18	4,03
Bitter Çikolatalı K.G.	435±19	353±14	8049±479	5,25	4,26
Çikolatalı K.G. 1	148±7	152±6	4677±368	3,08	3,14
Çikolatalı K.G. 2	173±8	334±13	7218±978	2,26	4,36
Çikolatalı Müsli	344±15	504±20	10963±1445	2,97	4,35
Müsli	246±11	372±15	8294±15	2,98	4,5
Ballı Bademli K.G.	203±9	344±14	8284±1130	2,31	3,92
Meyveli K.G.	343±15	376±15	7439±220	4,54	4,97
Yulaf Gevreği	315±14	430±17	8739±993	3,43	4,69
Yulaf Ezmesi	288±13	477±19	8909±1112	3,06	5,08

Apolar, Alifatik Amino Asitler

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan alanin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 12’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi alanin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (286 ± 13 mg/ 100 g), en yüksek mısır gevreğinde (634 ± 29 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki alanin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran meyveli kahvaltılık gevrekte (%4,61), en yüksek oran mısır gevreğinde (%9,29) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan prolin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 12’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi prolin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (395 ± 19 mg/ 100 g), en yüksek meyveli kahvaltılık gevrekte (1702 ± 81 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki prolin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran yulaf gevreğinde (%5,90), en yüksek oran meyveli kahvaltılık gevrekte (%22,49) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan glisin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 12’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi glisin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (181 ± 6 mg/ 100 g), en yüksek meyveli kahvaltılık gevrekte (803 ± 29 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki glisin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (%3,75), en yüksek oran meyveli kahvaltılık gevrekte (%10,61) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan valin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 12’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi valin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (291 ± 14 mg/ 100 g), en yüksek klasik kahvaltılık gevrek 2’de (770 ± 37 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki valin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran yulaf ezmesinde (%5,74), en yüksek oran klasik kahvaltılık gevrek 2’de (%8,67) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan metiyonin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 12’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi metiyonin miktarları en düşük çikolatalı müsli (44±2 mg/ 100 g), en yüksek bitter çikolatalı kahvaltılık gevrekte (229 ± 11 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki metiyonin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran çikolatalı müsli (%0,38), en yüksek oran çikolatalı kahvaltılık gevrekte (%2,77) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan lösin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 12’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi lösin miktarları en düşük

çikolatalı kahvaltılık gevrek 1'de (452 ± 16 mg/ 100 g), en yüksek mısır gevreğinde (1108 ± 39 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki lösin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran yulaf ezmesinde (%7,78), en yüksek oran mısır gevreğinde (%16,23) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan izolösin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 12'de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi izolösin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1'de (159 ± 4 mg/ 100 g), en yüksek klasik kahvaltılık gevrek 2'de (565 ± 14 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki izolösin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran meyveli kahvaltılık gevrekte (%3,26), en yüksek oran klasik kahvaltılık gevrek 2'de (%6,37) bulunmuştur.



Tablo 12. Kahvaltılık gevreklerin apolar, alifatik amino asit içeriği (mg/ 100g).

Numune	Ala	Pro	Gly	Val	Met	Leu	Ile	Toplam AA	% Ala	% Pro	% Gly	% Val	% Met	% Leu	% İle
Klasik K.G. 1	405±18	813±39	431±16	513±24	130±6	723±25	365±9	7267±873	5,29	10,6	5,63	6,7	1,69	9,43	4,76
Klasik K.G. 2	580±26	995±47	560±20	770±37	80±4	1060±37	565±14	8869±42	6,53	11,2	6,31	8,67	0,9	11,94	6,37
Mısır Gevreği	634±29	791±38	291±10	409±19	155±7	1108±39	291±7	6593±507	9,29	11,59	4,26	5,99	2,28	16,23	4,26
Bitter Çikolatalı K.G.	572±26	1238±59	470±17	686±33	229±11	1082±38	462±11	8049±479	6,91	14,95	5,67	8,28	2,77	13,06	5,58
Çikolatalı K.G. 1	286±13	395±19	181±6	291±14	72±3	452±16	159±4	4677±368	5,94	8,19	3,75	6,04	1,49	9,38	3,29
Çikolatalı K.G. 2	359±16	820±39	362±13	517±25	88±4	753±27	381±9	7218±978	4,69	10,71	4,73	6,75	1,15	9,84	4,98
Çikolatalı Müsli	563±25	762±36	622±22	733±35	44±2	961±34	489±12	10963±1445	4,86	6,57	5,37	6,32	0,38	8,29	4,22
Müsli	456±21	909±43	451±16	534±25	112±5	802±28	397±10	8294±15	5,52	10,99	5,46	6,46	1,35	9,7	4,81
3allı Bademli K.G	421±19	690±33	491±18	544±26	191±9	726±26	408±10	8284±1130	4,79	7,86	5,59	6,2	2,18	8,27	4,64
Meyveli K.G.	349±16	1702±81	803±29	467±22	194±9	826±29	247±6	7439±220	4,61	22,49	10,61	6,16	2,56	10,91	3,26
Yulaf Gevreği	432±19	542±26	563±20	657±31	115±5	850±30	442±11	8739±993	4,7	5,9	6,13	7,15	1,25	9,26	4,82
Yulaf Ezmesi	457±21	569±27	519±19	539±26	122±6	731±26	361±9	8909±1112	4,86	6,06	5,53	5,74	1,3	7,78	3,84

Aromatik Zincirli Amino Asitler

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan fenilalanin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 13'te gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi fenilalanin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1'de (250 ± 8 mg/ 100 g), en yüksek klasik kahvaltılık gevrek 2'de (803 ± 25 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki fenilalanin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran çikolatalı kahvaltılık gevrek 1'de (%5,18), en yüksek oran klasik kahvaltılık gevrek 2'de (%9,05) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan trozin miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 13'te gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi trozin miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1'de (186 ± 8 mg/ 100 g), en yüksek klasik kahvaltılık gevrek 2'de (478 ± 21 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki trozin oranları değerlendirildiğinde en düşük oran çikolatalı müslide (%3,66), en yüksek oran klasik kahvaltılık gevrek 2'de (%5,39) bulunmuştur.

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan triptofan miktarı ve toplam amino asite oranları Tablo 13'te gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi triptofan miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1'de (22 ± 1 mg/ 100 g), en yüksek çikolatalı müslide (96 ± 6 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki triptofan oranları değerlendirildiğinde en düşük oran mısır gevreğinde (%0,40), en yüksek oran bitter çikolatalı kahvaltılık gevrekte (%1,02) bulunmuştur.

Tablo 13. Kahvaltılık gevreklerin aromatik zincirli amino asit içeriği (mg/ 100g).

Numune	Phe	Tyr	Trip	Toplam AA	% Phe	% Tyr	% Trip
Klasik K.G. 1	515±16	348±16	66±4	7267±873	6,72	4,54	0,86
Klasik K.G. 2	803±25	478±21	79±5	8869±42	9,05	5,39	0,88
Mısır Gevreği	547±17	350±16	28±2	6593±507	8,02	5,12	0,4
Bitter Çikolatalı K.G.	678±21	396±18	85±5	8049±479	8,19	4,78	1,02
Çikolatalı K.G. 1	250±8	186±8	22±1	4677±368	5,18	3,86	0,45
Çikolatalı K.G. 2	561±17	317±14	54±3	7218±978	7,33	4,14	0,71
Çikolatalı Müsli	792±25	424±19	96±6	10963±1445	6,83	3,66	0,83
Müsli	623±19	343±15	68±4	8294±15	7,54	4,15	0,82
Ballı Bademli K.G.	639±20	340±15	53±3	8284±1130	7,28	3,88	0,61
Meyveli K.G.	600±19	338±15	69±4	7439±220	7,93	4,47	0,91
Yulaf Gevreği	680±21	399±18	79±5	8739±993	7,41	4,35	0,86
Yulaf Ezmesi	574±18	360±16	93±6	8909±1112	6,12	3,84	0,99

Dallı Zincirli Amino Asitler BCAA

Proteinlerin yapısında bulunan valin, lösin ve izolosin; dallı zincirli aminoasitleri oluşturmaktadır. Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan BCAA miktarı ve toplam amino asite oranları tablo 14’te gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi BCAA miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (902±1,4 mg/ 100 g), en yüksek klasik kahvaltılık gevrek 2’de (2395±10,4 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki BCAA oranları değerlendirildiğinde en düşük oran %19±3 ile yulaf ezmesinde ve en yüksek oran ise mısır gevreği ve bitter çikolatalı kahvaltılık gevrekte (%28±2) bulunmuştur.

Tablo 14. Kahvaltılık gevreklerin dallı zincirli aminoasit içeriği (BCAA) (mg/100g).

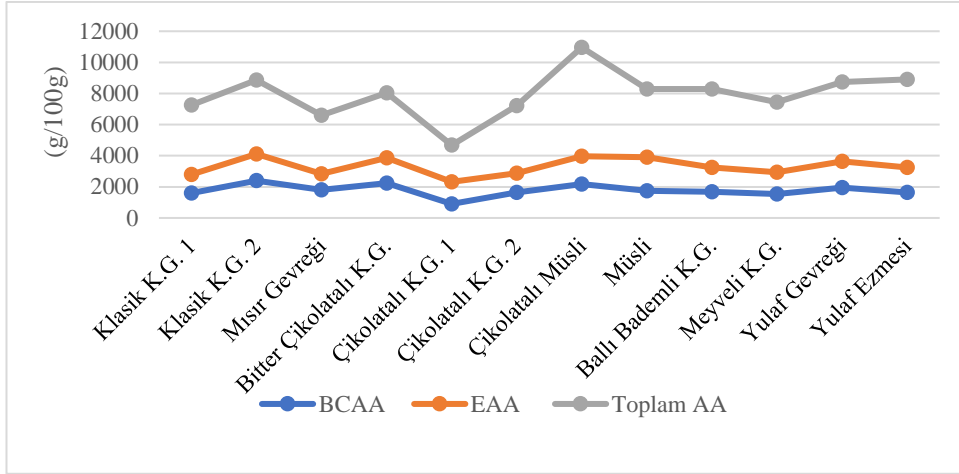
NUMUNE	Val	Leu	Ile	BCAA	Toplam AA	%
Klasik K.G. 1	513±24	723±25	365±9	1601±6,2	7267±873	23±3
Klasik K.G. 2	770±37	1060±37	565±14	2395±10,4	8869±42	27±0
Mısır Gevreği	409±19	1108±39	291±7	1809±15,3	6593±507	28±2
Bitter Çikolatalı K.G.	686±33	1082±38	462±11	2230±5,2	8049±479	28±2
Çikolatalı K.G. 1	291±14	452±16	159±4	902±1,4	4677±368	20±2
Çikolatalı K.G. 2	517±25	753±27	381±9	1651±5,9	7218±978	24±4
Çikolatalı Müsli	733±35	961±34	489±12	2184±10,1	10963±1445	21±3
Müsli	534±25	802±28	397±10	1734±5,7	8294±15	21±0
Ballı Bademli K.G.	544±26	726±26	408±10	1678±8,2	8284±1130	21±3
Meyveli K.G.	467±22	826±29	247±6	1539±3,7	7439±220	21±1
Yulaf Gevreği	657±31	850±30	442±11	1949±9,5	8739±993	23±3
Yulaf Ezmesi	539±26	731±26	361±9	1631±6,8	8909±1112	19±3

Esansiyel Amino Asitler (EAA)

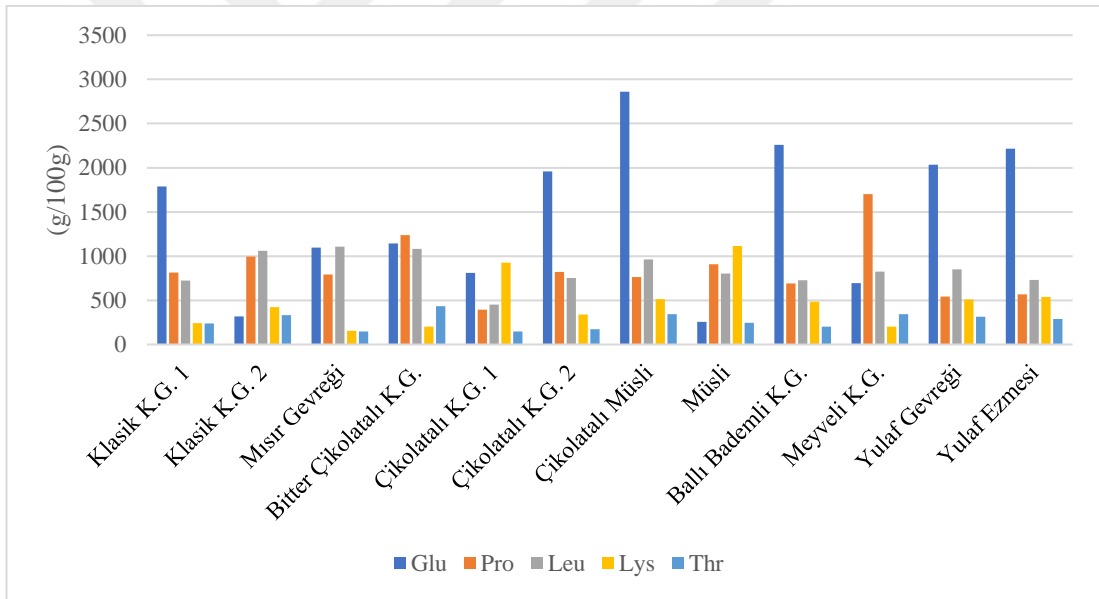
Proteinlerin yapısında bulunan teirin, metiyonin, valin, lösin ve izolosin, fenilalanin, lizin ve triptofan; esansiyel amino asitleri oluşturmaktadır. Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan EAA miktarı ve toplam amino asite oranları tablo 15’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi EAA miktarları en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (2320±46 mg/ 100 g), en yüksek klasik kahvaltılık gevrek 2’de (4112±60 mg /100 g) bulunmuştur. Toplam amino asit miktarları içindeki BCAA oranları değerlendirildiğinde en düşük oran çikolatalı müsli (%37,7±6,12) ve en yüksek oran çikolatalı kahvaltılık gevrek 1’de (%50,7±5,12) bulunmuştur.

Tablo 15. Kahvaltılık gevreklerin esansiyel amino asit içeriği (mg/100g).

Numune	Thr	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Lys	Trip	EAA	Toplam AA	% EAA
Klasik K.G. 1	238±10	513±24	130±6	365±9	723±25	515±16	240±9	66±4	2790±41	7267±873	39,8±5,87
Klasik K.G. 2	333±15	770±37	80±4	565±14	1060±37	803±25	422±15	79±5	4112±60	8869±42	46,5±0,77
Mısır Gevreği	149±7	409±19	155±7	291±7	1108±39	547±17	153±6	28±2	2841±25	6593±507	44,0±3,87
Bitter Çikolatalı K.G.	435±19	686±33	229±11	462±11	1082±38	678±21	201±7	85±5	3860±53	8049±479	48,8±3,73
Çikolatalı K.G. 1	148±7	291±14	72±3	159±4	452±16	250±8	927±34	22±1	2320±46	4677±368	50,7±5,12
Çikolatalı K.G. 2	173±8	517±25	88±4	381±9	753±27	561±17	340±12	54±3	2867±42	7218±978	41,4±6,84
Çikolatalı Müsli	344±15	733±35	44±2	489±12	961±34	792±25	513±19	96±6	3973±62	10963±1445	37,7±6,12
Müsli	246±11	534±25	112±5	397±10	802±28	623±19	1113±40	68±4	3895±72	8294±15	47,1±0,82
Ballı Bademli K.G.	203±9	544±26	191±9	408±10	726±26	639±20	484±18	53±3	3249±54	8284±1130	40,9±6,91
Meyveli K.G.	343±15	467±22	194±9	247±6	826±29	600±19	201±7	69±4	2947±41	7439±220	40,0±1,76
Yulaf Gevreği	315±14	657±31	115±5	442±11	850±30	680±21	508±18	79±5	3645±59	8739±993	43,1±6,07
Yulaf Ezmesi	288±13	539±26	122±6	361±9	731±26	574±18	539±20	93±6	3247±55	8909±1112	37,8±5,86



Şekil 13. Kahvaltılık gevreklerin BCAA ve EAA içerikleri.



Şekil 14. Kahvaltılık gevreklerin Glu, Pro, Leu, Lys, Lys, Thr içerikleri.

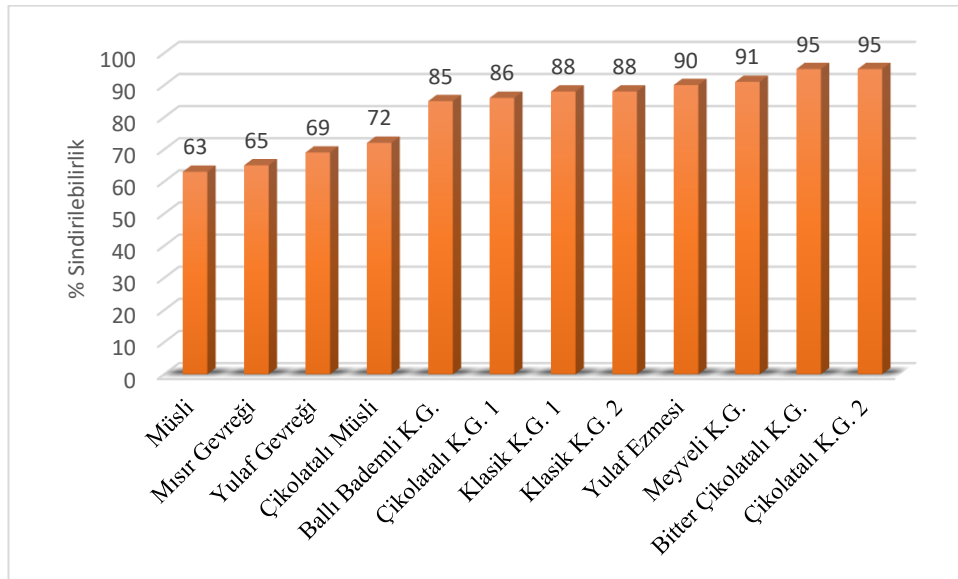
3.3. İn Vitro Biyoerişilebilirlik Bulguları

Kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan sindirim öncesi ve sonrası kalıntının toplam protein miktarı Tablo 16'da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi sindirim öncesi kalıntının toplam protein miktarı en düşük çikolatalı kahvaltılık gevrek 1'de (22 ± 1 mg/ 100 g), en yüksek çikolatalı müsli (96 \pm 6 mg /100 g), sindirim sonrası kalıntının toplam protein miktarı ise en düşük mısır gevreğinde (18 ± 1 mg/ 100 g), en yüksek yulaf ezmesinde (84 ± 5 mg /100 g) bulunmuştur. Sindirim öncesi ve sonrası

kalıntının toplam protein miktarları değerlendirildiğinde en düşük oran müsli (%63), en yüksek oran bitter çikolatalı kahvaltılık gevrek ve çikolatalı kahvaltılık gevrek 2’de (%95) bulunmuştur.

Tablo 16. Kahvaltılık gevreklerin sindirim sonrası kalıntıya göre sindirilebilirlik oranları

Numune	Sindirim Öncesi	Sindirim Sonrası	Sindirilebilirlik (%)
Klasik K.G. 1	66±4	58±3	88
Klasik K.G. 2	79±5	69±4	88
Mısır Gevreği	28±2	18±1	65
Bitter Çikolatalı K.G.	85±5	81±5	95
Çikolatalı K.G. 1	22±1	19±1	86
Çikolatalı K.G. 2	54±3	52±3	95
Çikolatalı Müsli	96±6	69±4	72
Müsli	68±4	42±3	63
Ballı Bademli K.G.	53±3	45±3	85
Meyveli K.G.	69±4	63±4	91
Yulaf Gevreği	79±5	54±3	69
Yulaf Ezmesi	93±6	84±5	90



Şekil 15. Kahvaltılık gevreklerin protein sindirilebilirliği (%).

TARTIŞMA

Tablo 17. Kahvaltılık gevreklerin içerik ve glisemik indeks kıyaslaması.

Numuneler	İçerikleri	HI	GI
Klasik K.G. 1	Tam tahıllı ve pirinç gevreği	114,9±0,3	72±0
Meyveli K.G.	Tam tahıllı ve pirinç gevreği	105,7±1,0	68±0
Ballı Bademli K.G.	Tam tahıllı ve pirinç gevreği	104,7±1,1	68±0
Klasik K.G. 2	Buğday ve pirinç gevreği	90,4±1,0	62±0
Mısır Gevreği	Mısır gevreği	110,4±1,1	70±0
Çikolatalı K.G. 1	Mısır ve Buğday Gevreği	108,1±2,2	69±1
Çikolatalı K.G. 2	Mısır ve Buğday Gevreği	96,4±1,0	65±0
Bitter Çikolatalı K.G.	Arpa, çavdar, yulaf, mısır ve kepekli	99,4±1,4	66±1
Yulaf Gevreği	Kepekli tahıllar, yulaf lifi, arpa	86,0±1,3	61±0
Yulaf Ezmesi	Yulaf ezmesi	78,1±0,1	58±0
Müsli	Yulaf ezmesi, keten tohumu, kurutulmuş meyveler	109,1±0,2	69±0
Çikolatalı Müsli	Fındıklı yulaf ezmesi	97,1±1,7	65±1
Beyaz Ekmek		100±0,7	66±0

Bu çalışmada, Haziran ve Eylül 2018 tarihleri arasında günlük beslenmemizde sık kullanılan hazır kahvaltılık ürünlerinden 12 adet hazır kahvaltılık gevreğin beslenme profilleri ve içerikleri incelendi. İlk olarak, yerel marketlerden farklı içerikteki kahvaltılık gevrekler temin edildi. Beslenme bilgileri doğrudan hazır kahvaltılık gevrek paketlerinden, firmaların web sitelerinden veya marketlerden alındı. Yapılan analizlerde kahvaltılık gevrek numunelerinde bulunan toplam enerjinin karbonhidrat, lif, şeker ve protein içeriklerine odaklandı.

Numunelerin hidroliz endeksi, numuneden oluşan hidroliz eğrisi altındaki alanın (0 ila 180 dakika) beyaz bir ekmek alanıyla (referans numune) karşılaştırılmasıyla hesaplandı. Numunelerin GI'si, hidroliz endeksi değeri Goni vd. (1997). Beyaz ekmeğin tahmini glisemik indeksi, denklemde beyaz ekmeğin hidroliz indeksi 100 olarak kabul edildiğinde 94,4 olarak hesaplandı. Bu nedenle, bu çalışmada, kahvaltılık gevrekleri endeksi, beyaz ekmek glisemik indeksi ile karşılaştırıldı. Birçok in vivo çalışmada, beyaz ekmeğin glisemik indeksinin glikoza kıyasla 70 olduğu düşünülmektedir.

Numunelerin toplam (nişasta + FG) karbonhidratı 20 dakikada % 23 ile % 43 arasında ve 180 dakikada % 53 ile % 83 arasında hidrolize edilmiştir. Kahvaltılık tahıl

gevreklerin Hİ 77.5 ile 114.1 iken, Gİ'leri 82.3 ile 102.3 arasında değişiyordu. 12 örnekten 6'sının Hİ ve Gİ'nin beyaz ekmekten daha yüksek olduğu görülmüştür.

Shrapnel B. (2013)'nin Avustralya'daki kahvaltılık gevrekler üzerine yaptığı araştırma, toplam şeker içeriği ile kahvaltılık gevreklerin enerji yoğunluğu arasında hem yemeye hazır hem de diğer kahvaltı türleri arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir. 4-13 yaş arasındaki kahvaltılık gevrek tüketicilerinin günlük tahıl ve toplam şeker alımları ile ilgili yapılan çalışmada; porsiyon başına 6 g'dan çok şeker içeren kahvaltılık gevrek tüketenler tüketmeyenlere kıyasla daha fazlaydı (O'Neil C., vd, 2012). Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre porsiyon başına şeker miktarı ihtiyaç duyulan günlük enerji miktarının %10'unu ve 50 g'ı geçmemelidir. Yapılan bu çalışmada porsiyondaki toplam şeker miktarı en yüksek olan çikolatalı kahvaltılık gevrek 1 (9,01 g/30g), en düşük olanı ise yulaf ezmesi (0,42 g/30g) 'dir. Fruktoz içeriği ve glikoz içeriği en yüksek olan kahvaltılık gevrek müsli, fruktoz içeriği en düşük olanı mısır gevreğidir. Glikoz içeriği, en düşük olanı ise yulaf ezmesidir. Sakkaroz içeriği en yüksek olan kahvaltılık gevrek çikolatalı kahvaltılık gevrek 1, en düşük olanı ise mısır gevreğidir. Bulgulara göre kahvaltılık gevreklerin porsiyondaki şeker miktarı 0,42g ile 9,01g arasındadır ve bu değerler günlük alınan maksimum şeker miktarının altında ve yaklaşık %0,8-18'idir.

McKevith B. ve Jarzebowska A., 2010 yılında Birleşik Krallıkta yaptıkları ulusal bir araştırmada, kahvaltılık gevreklerin günlük enerji alımının %3-5'ine ve diyet lifi alımının %2-5'ine katkıda bulunduğunu tespit etmişlerdir. 2007 Avustralya Ulusal Çocuk Beslenme ve Etkinlik Anketinde; kahvaltılık gevrek tüketiminin, günlük toplam lif alımının %10'unu sağladığı görülmüştür (Grieger J., Kim S. ve Cobiac L., 2013). Diğer çalışmalarda, düzenli olarak kahvaltı gevrek tüketen yetişkinlerin özellikle lif alımı önerilen günlük gereksinimlerin altındadır (van den Boom A., vd, 2006; Cho S., vd, 2004; Williams P., 2005; Deshmukh-Taskar P.R., vd, 2010a; Song W.O., vd, 2006; Albertson A.M., Wold A. ve Joshi N., 2012; Barr S.I., Di Francesco L. ve Fulgoni V., 2013; Albertson A., vd, 2013). Normal günlük diyetle alınması gereken lif oranı 25-38 g/gün olarak önerilmektedir (TÜBER, 2015). Bu çalışmada ise toplam nişasta içeriği en yüksek kahvaltılık gevrek olan mısır gevreğinin porsiyonunda nişasta miktarı 19,89 g iken en düşük olan müsli 12,96 g dır. Bulgulara göre

kahvaltılık gevrekler, günlük alınması gereken lif miktarının altında bulunmuştur ve yaklaşık %48-52'sini karşılamaktadır.

Selüloz yüksek çözünmez lif içeriği sayesinde düşük glisemik indekse sahiptir (Foster-Powell, Holt, S.H. ve Brand-Miller, J.C., 2002). Genellikle kahvaltılık gevrekler, kepekli ekmekek ve kahverengi pirinç de dahil olmak üzere ev tipi gıda ürünlerinde en çok bulunan polisakkarit olarak kabul edilir. Selüloz çözünmez olduğu için bu gıdalar diyet lif (DL) içeriğinin artırılıp artırılmadığına bakılmaksızın aynı glisemik indeks değerine sahiptir (Jenkins vd., 2002). Bununla birlikte, ekstrüze edilmiş kahvaltılık tahılların çözünebilir DL bileşimini değiştirmek, nişastanın kahvaltılık tahıl ürünlerindeki sindirilebilirliğini etkilemektedir. Brennan C.S. ve Brennan M.A. (2009) işlenmiş gıdalarda yavaş sindirilebilen nişasta (YSN) miktarını artırma ile glisemik indeks oranını azaltmanın mümkün olduğunu göstermiştir. Kurutulmuş meyve veya kuruyemiş içeren kahvaltılık gevrek ve yulaf içeren kahvaltılık gevrek gruplarında yavaş sindirilebilen nişasta miktarı artarken glisemik indeksi azalmıştır. Yapılan çalışmada en düşük glisemik indekse sahip örnek diğer örneklerle kıyasla en yüksek DN miktarına sahiptir. Bu nedenle, DN içeriğinin glisemik indeksi etkilediği düşünülmektedir. Bu sonuçlar Brennan C.S. ve Brennan M.A. (2009)'nın çalışması ile benzer sonuçlar vermiştir. Ancak sade kahvaltılık gevrek ve çikolata içeren kahvaltılık gevrek grupları Brennan C.S. ve Brennan M.A. (2009)'nın çalışmasını desteklememektedir.

Brennan, yüksek GI'li gıdalar içeren diyetleri; kilo artışı, insülin eksikliği, bozulmuş kan glukozu kontrolü ve artan obezite seviyeleri ile ilişkilendirmiştir (Brennan C.S. ve Brennan M.A., 2009). Çalışmada glisemik indeksi en düşük olan yulaf ezmesidir. Yulaf, postprandiyal kan glukozunu ve insülin yanıtlarını azaltmada rol oynayan biyoaktif bir madde olan β -glukan içeriğiyle bu çalışmayı desteklemektedir (Koh-Banerjee, P., vd., 2004). Malezya'da diyabetli hastalar üzerinde yapılan küçük bir çalışmada, yulaf tüketimi ile bozulmuş glukoz toleransı (IGT) arasında bir ilişki bulunmuş, ancak bu ilişki mısır gevreği ile yapılan çalışmalarda bulunamamıştır (Munirah M., vd., 2012). Genç erişkinlerde yapılan bir çalışmada kahvaltılık gevrek tüketimi yüksek glikosile hemoglobin (hemoglobin A1c) konsantrasyonu ile ilişkili bulunmuştur (Deshmukh-Taskar P., vd., 2013). 2001–2008 NHANES sonuçları, 19-51 yaş arasındaki kahvaltılık gevrek tüketicilerinin diğer kahvaltı çeşitlerini tüketenler ile

karşılaştırıldığında, yüksek kan şekeri ve metabolik sendrom riskinin daha düşük olduğunu göstermiştir (McGill C., vd, 2013).

Pirincin diğer nişastalı gıdalara kıyasla nispeten yüksek bir glisemik cevaba sahip olduğu bilinmektedir (Hu P., vd., 2004). Yapılan çalışmada içerisinde pirinç bulunan kahvaltılık gevreklerin Gİ değerleri Tablo 17’de görüldüğü gibi; klasik kahvaltılık gevrek 1’de 72, klasik kahvaltılık gevrek 2’de 62, meyveli kahvaltılık gevrek ve ballı bademli kahvaltılık gevrekte ise 68 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar Hu P., vd., çalışması ile benzer sonuçlar vermiştir. Klasik kahvaltılık gevrek 2 bu değerlerle paralellik göstermemektedir.

Yapılan 11 kesitsel çalışmada, tahıl içerikli kahvaltı tüketen insanların günlük besin alımları diğer kahvaltı çeşitleriyle karşılaştırılmıştır. Düzenli bir şekilde kahvaltılık gevreği tüketenlerin günlük diyetleri karbonhidrat, diyet lifi, tüm vitamin, mineraller ve enerji açısından daha zengin, yağdan ise daha fakir bulunmuştur (Affenito S.G., vd, 2013; Barr S.I., Di Francesco L. ve Fulgoni V., 2013; Cho S., vd, 2004; Deshmukh-Taskar P.R., vd., 2010a; Deshmukh-Taskar P.R., vd., 2010; Gibson S. ve Gunn P., 2011; Grieger J.ve Cobiac L., 2012).

Kahvaltılık gevrekleri düzenli olarak tüketen çocuk ve ergenlerin; karbonhidrat, toplam şeker, diyet lifi, bazı vitamin ve mineralleri alım oranlarının yüksek; toplam protein, sodyum ve yağ alım oranlarının ise daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Williams P.G., 2014).

Tam tahıllı kahvaltılık gevrek tüketiminin diyabet üzerindeki etkisine dair bir meta-analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda tam tahıllı kahvaltılık gevreklerin, rafine kahvaltılık gevreklerle göre daha fazla koruyucu etkisi olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca, tam tahıllı kahvaltılık gevreklerin her ilave porsiyonu TİP 2 DM riskinde azalma ile ilişkilendirilmiştir (Aune D., vd, 2013).

Yulaf veya yulaf bazlı tahılların hipokalorik bir diyetle yararını destekleyen kanıtlar bulunmaktadır (Chang H.C., vd., 2013). Yapılan çalışmalarda; günde iki öğün alınan yulaf bazlı kahvaltılık gevrek tüketiminin faydalı bir etkisi olduğu (Lightowler H.J. ve Henry C.J.K., 2009) ve kahvaltılık gevrek tüketiminin artmasının hipokalorik bir diyetle kilo kaybına yardımcı olduğu bulunmuştur (Williams, P. G., 2014). Ancak, bu

çalışmalar kısa vadeli, yalnızca öğünün kısa süreli etkilerine odaklanır. Bu nedenle uzun vadeli sağlık etkileri ile ilgili iddialar için güçlü kanıtlar sağlamaz. Uzun süreli yapılan çalışmalarda ise kahvaltılık gevreklerin, hipokalorik diyetlere önemli bir etkisi bulunamamıştır (Saltzman E., vd., 2001; Melanson K.J., vd., 2006).

Çalışmaların birçoğu, kahvaltılık gevreğin atıştırma veya öğün olarak tüketildiğinde etkili kilo kaybı olduğunu göstermiştir (Kirk T., Crombie N. ve Cursiter M., 2000; Lightowler H.J. ve Henry C.J.K., 2009; Mattes R.D., 2002; Melanson K.J., vd., 2006; Vander Wal J.S., vd., 2007; Waller S.M., vd., 2004; Bazzano L.A., vd., 2005), ancak bir çalışmada önemli bir etkisi bulunamamıştır (Matthews A., vd., 2012).

Yapılan çalışmalar, düzenli olarak kahvaltılık gevrek tüketen kişilerin BKİ'sinin düşük olduğunu göstermektedir (de le Hunty ve Ashwell, 2007; Kosti R.I., Panagiotakos D. ve Zampelas A., 2010; Timlin ve Pereira, 2007).

Kahvaltılık Gevreklerin Amino Asit Kompozisyonu

Pirinç ve yulaf taneleri diğer tahıllara göre daha fazla lizin içermektedir. (Seck, P.A., vd., 2012). Bu çalışmada da en düşük lizin miktarı mısır gevreğinde 153 ± 6 mg/100 g, en yüksek ise mülside 1113 ± 40 mg /100 g bulunmuştur.

Yulaf; buğday, çavdar ve arpadan daha az prolin içermektedir (Comino I., vd., 2011). Yapılan bu çalışma Comino I., vd. çalışmasına benzer şekilde; yulaf içeren kahvaltılık gevreklerin prolin içeriği diğer kahvaltılık gevreklerle göre daha düşük bulunmuştur. İçeriğinde yulaf bulunan kahvaltılık gevreklerdeki prolin miktarı 542 ve 569 mg iken buğday, çavdar ve arpa bulunan kahvaltılık gevreklerin 820 ile 1238 mg arasında değişmektedir.

Yulafda en fazla bulunan amino asit, toplam amino asitin yaklaşık %25'i ile glutamik asittir. Ardından sırasıyla %8,9 ve %7,4 ile aspartik asit ve lösin gelir (Peterson D.M., 2011). Peterson'un çalışması ile benzer şekilde bu çalışmada da yulaf içerikli kahvaltılık gevreklerdeki glutamik asit yüzdesi %22-23, aspartik asit yüzdesi %8-10, lösin yüzdesi %7-9 bulunmuştur.

Buğday, glutamin, prolin ve lösin yönünden zengin olduğu için diyetle önemli miktarda protein sağlar (Arise W.P.I, 2011). Bu çalışmada kullanılan kahvaltılık gevreklerde;

buğday ve pirinç içeren kahvaltılık gevreklerin amino asit kompozisyonlarında; sırasıyla glutamik asit ve lösin; tam buğday tahılları içeren kahvaltılık gevreklerde glutamik asit, prolin ve lösin; sütlü kakaolu buğday ve mısır gevreklerinde glutamik asit, lösin ve prolin yüksek miktarda bulunmaktadır. Çikolatalı mısır ve buğday gevreklerinde ise diğerlerinden farklı olarak en yüksek lizin, daha sonra glutamik asit ve lösin bulunmaktadır.

Erickson A.M. ve arkadaşları (2002), işlenmiş bir kahvaltılık gevrekte lizinin %20'sinin etkisiz kaldığını ve %10'unun tahrip olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Torbatinejad N.M., Rutherford S.M. ve Moughan P.J. (2005) seçtikleri tahıl bazlı gıda ürünlerinde toplam ve reaktif lizin arasında büyük farklılıklar gözlemlemişlerdir. Yapılan çalışmada, bu çalışmalar ile uyumlu sonuçlar bulunmuştur. Türköm Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda mısırın lizin miktarı ortalama 567 mg iken; çalışmada işlenmiş mısır içeren kahvaltılık gevrekte bu miktar 153 mg bulunmuştur. Bos ve arkadaşlarının (2005) yaptığı çalışmada buğday proteinlerinde esansiyel amino asitlerin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada ise buğday içerikli kahvaltılık gevreklerin esansiyel aminoasit yüzdeleri diğer kahvaltılık gevreklerle göre daha yüksektir.

Kahvaltılık Gevreklerin Protein Sindirilebilirliği

Tahıl ve baklagil gibi bitkisel protein kaynakları, hayvansal protein kaynaklarına kıyasla daha az sindirilebilirliğe sahiptirler (Becker P.M. ve Yu P., 2013). Bu çalışmada süt içeren kahvaltılık gevreklerin biyoerişilebilirliği %72 ile %95 arasında iken; tahıl içeren kahvaltılık gevreklerin biyoerişilebilirlikleri %63 ile %88 arasında değişmektedir.

Buğdayın protein sindirilebilirliğinin %85 ile % 95 arasında olduğu bilinmektedir (Bos C., vd., 2005; FAO, 2013; Juillet B., vd., 2008). Yapılan bu çalışmada Bos C., vd.'nin çalışmasıyla benzer olarak buğday içeren kahvaltılık gevreklerin protein sindirilebilirliği %86 ile % 95 arasında bulunmuştur.

Yulaf proteini yüksek bir sindirilebilirliğe sahiptir (Hischke vd., 1968; Mäkinen O.E., vd., 2017). Bu çalışmada da yulaf içeren kahvaltılık gevreklerin protein sindirilebilirlikleri daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada yulaf ezmesi kahvaltılık

gevreğin protein sindirilebilirliği %90 iken; yulaf ezmesi, arpa, çavdar içeren kahvaltılık gevreğin ise %95 bulunmuştur.

Bir başka çalışmada, tam tahıl ve yüksek lifli kahvaltılık gevrek tüketenler diğer kahvaltılık gevrekleri tüketenler ile karşılaştırıldığında, günlük daha fazla protein ve lif almıştır (Holmes B.A., 2012). Bu çalışmada ise protein miktarı $4,8\pm 0,15$ g olan mısır içeren çikolatalı kahvaltılık gevreğe kıyasla protein miktarı daha fazla olan tam tahıllı ve yulafli kahvaltılık gevreğin $9,2\pm 0,31$ g, tam tahıllı ve ballı bademli kahvaltılık gevreğin ise $8,7\pm 0,25$ g bulunmuştur.

Gıdadaki nişastanın varlığı sindirilebilirliği artırır çünkü a-amilaz pişirme sırasında oluşan glüten-nişasta kompleksini hidrolize eder (Smith vd., 2015). Bu çalışmada da benzer sonuçlar vermektedir. Kahvaltılık gevrekler arasında nişasta içeriği yüksek olan yulaf ezmesi ve meyveli kahvaltılık gevreğin protein sindirilebilirlikleri yüksek; nişasta içeriği düşük olan müslinin protein sindirilebilirliği düşük bulunmuştur. Buna karşılık mısır gevreğinin nişasta içeriği yüksek olmasına rağmen protein sindirilebilirliği düşük bulunmuştur.

Gıdaların işlenmesi buğday proteinleri dahil olmak üzere protein sindirilebilirliğini önemli ölçüde değiştirir (Brennan M.A., 2012). Türkomp Ulusal Gıda Veritabanı'nda buğdayın toplam proteini 12,13 g iken, bu çalışmada işlenmiş buğday ve pirinç içeren kahvaltılık gevreğin toplam proteini 9 g bulunmuştur.

İn vitro çalışmalar, fitat-protein komplekslerinin proteolitik enzimler tarafından daha az sindirildiğini ve pepsin, tripsin, amilaz gibi sindirim enzimlerinin fitat tarafından inhibe edildiğini göstermiştir (Harpaz Z., vd., 2010). Fitat-protein etkileşimlerinin in vitro olarak protein sindirilebilirliğini olumsuz yönde etkilediğine dair güçlü kanıtlar vardır (Konietzny U. ve Greiner R., 2003).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, 12 tahıl ürününden 6'sının glisemik indeksi beyaz ekmekten daha yüksekti. Serbest şeker içeriği, HSG ve DN miktarının, kahvaltı gevreklerinin GI'lerinin artması ve azalması ile önemli ölçüde ilişkili olduğu, ancak HSN ile YSN arasında anlamlı bir ilişki olmadığı gözlenmiştir. Bu, numunelerin serbest şeker içeriğinin ve numunelerin tamamen ekstrüze edilmiş olup olmamasından kaynaklanabilir. Kahvaltı gevreği grupları değerlendirildiğinde, yulaf içeren numunenin glisemik indeksleri pirinç ve mısır içerenlerden daha düşüktü. Her ne kadar bizim sonuçlarımızda görüldüğü gibi kahvaltı gevreği ürünlerini sağlıklı beslenme açısından yemeye hazır bazı avantajları olmasına rağmen, genel olarak kahvaltı gevrekleri indeksi nispeten yüksektir. Yüksek glisemik indeksli kahvaltı gevrekleri tüketimi, uzun veya kısa vadede insülin eksikliğine, kan şekeri seviyelerinin artmasına ve şişmanlık seviyelerinin artmasına neden olabilir. Yüksek glisemik indeksi olan ürünlerin glisemik indeksini azaltmak için, serbest şeker içeriği düşük glisemik indeksi olan yulafarla azaltılabilir veya formüle edilebilir.

Yapılan çalışmalarda kahvaltılık gevreklerin günlük alınması gereken lif miktarını karşılama yüzdesi yıllara göre artmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre ise günümüzdeki kahvaltılık gevrekler, günlük alınması gereken lif miktarının yaklaşık %48-52'sini karşılamaktadır.

Çalışma kapsamındaki kahvaltılık gevreklerin etiketlerine bakıldığında şeker içeriği yüksek numunelerin glisemik indeks değeri de yüksektir. Kan şekeri etkisinden dolayı beslenmede düşük glisemik indeksli kahvaltılık gevrekler tercih edilmelidir. Glisemik indeksi düşük ürün, tüketici tarafından etiketteki şeker içeriğine bakılarak tercih edilebilir bu nedenle Türk Gıda Kodeksinin etiket içeriklerine glisemik indeks değerini eklemesi daha kesin bir çözüm olacaktır.

Kahvaltılık gevreklerin buğday proteini içermeleri protein sindirilebilirliklerini etkilemektedir; bu nedenle, buğday proteinini içeren yeni gıda matrislerinin ve uygun sindirim metotlarının geliştirilmesi gerekir.

Beslenme uzmanları, kahvaltılık gevreklerin tüketimi hakkında öneriler verirken, ürünlerin glisemik indeks değerlerini ve protein sindirilebilirliklerini göz önünde bulundurmalı, sağlığa olumsuz etkileri yönünden danışanlarını bilgilendirmeli, beslenme programında sağlığa yararlı olduğu kanıtlanmış tahıl gevreklerini önermelidir.



KAYNAKLAR

- Abrams, S. A., Griffin, I. J., Davila, P., & Liang, L. (2001). Calcium fortification of breakfast cereal enhances calcium absorption in children without affecting iron absorption. *The Journal of pediatrics*, 139(4), 522-526.
- Affenito, S. G., Thompson, D., Dorazio, A., Albertson, A. M., Loew, A., & Holschuh, N. M. (2013). Ready-to-eat cereal consumption and the school breakfast program: relationship to nutrient intake and weight. *Journal of School Health*, 83(1), 28-35.
- Affenito, S. G., Thompson, D., Dorazio, A., Albertson, A. M., Loew, A., & Holschuh, N. M. (2013). Ready-to-eat cereal consumption and the school breakfast program: relationship to nutrient intake and weight. *Journal of School Health*, 83(1), 28-35.
- Aigster, A. (2009). Physicochemical and Sensory Properties of Resistant Starch-Based Cereal Products and Effects on Glycemic and Oxidative Stress Responses in Hispanic Women (Doctoral dissertation, Virginia Tech).
- American Diabetes Association. (2017). 2. Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes care*, 40(Supplement 1), S11-S24.
- Albertson, A. M., Affenito, S. G., Culp, J. M., Buklis, P., & Joshi, N. A. (2013). The association between ready-to-eat cereal consumption, nutrient intakes of the Canadian population 12 years and older and body weight measures: results from a nationally representative Canadian population. *Journal of Food Research*, 2(3), 11.
- Albertson, A. M., Franko, D. L., Thompson, D. R., Tuttle, C., & Holschuh, N. M. (2013). Ready-to-eat cereal intake is associated with an improved nutrient intake profile among food insecure children in the United States. *Journal of hunger & environmental nutrition*, 8(2), 200-220.
- Albertson, A. M., Franko, D. L., Thompson, D. R., Tuttle, C., & Holschuh, N. M. (2013). Ready-to-eat cereal intake is associated with an improved nutrient intake profile among food insecure children in the United States. *Journal of hunger & environmental nutrition*, 8(2), 200-220.
- Albertson, A. M., Thompson, D. R., Franko, D. L., & Holschuh, N. M. (2011). Weight indicators and nutrient intake in children and adolescents do not vary by sugar content in ready-to-eat cereal: results from National Health and Nutrition Examination Survey 2001-2006. *Nutrition research*, 31(3), 229-236.
- Albertson, A. M., Thompson, D., Franko, D. L., Kleinman, R. E., Barton, B. A., & Crockett, S.J. (2008). Consumption of breakfast cereal is associated with positive health outcomes: evidence from the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *Nutrition Research*, 28(11), 744-752.

- Albertson, A. M., Wold, A. C., & Joshi, N. (2012). Ready-to-eat cereal consumption patterns: the relationship to nutrient intake, whole grain intake, and body mass index in an older American population. *Journal of aging research*, 2012.
- Almeida, C. C., Monteiro, M. L. G., da Costa-Lima, B. R. C., Alvares, T. S., & Conte-Junior, C.A. (2015). In vitro digestibility of commercial whey protein supplements. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), 7-11.
- Arendt, E. K., & Zannini, E. (2013). *Cereal grains for the food and beverage industries*. Elsevier.
- Arise Wheat Protein Isolates, (2011). <http://www.mgpingredients.com>.
- Aune, D., Norat, T., Romundstad, P., & Vatten, L. J. (2013). Whole grain and refined grain consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose–response meta-analysis of cohort studies. *European journal of epidemiology*, 28(11), 845-858.
- Barr, S. I., DiFrancesco, L., & Fulgoni III, V. L. (2013). Consumption of breakfast and the type of breakfast consumed are positively associated with nutrient intakes and adequacy of Canadian adults. *The Journal of nutrition*, 143(1), 86-92.
- Baublis, A. J., Lu, C., Clydesdale, F. M., & Decker, E. A. (2000). Potential of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(sup3), 308S-311S.
- Bazzano, L. A., Song, Y., Bubes, V., Good, C. K., Manson, J. E., & Liu, S. (2005). Dietary intake of whole and refined grain breakfast cereals and weight gain in men. *Obesity research*, 13(11), 1952-1960.
- Becker, P. M., & Yu, P. (2013). What makes protein indigestible from tissue-related, cellular, and molecular aspects?. *Molecular nutrition & food research*, 57(10), 1695-1707.
- Bertrais, S., Luque, M. L. P., Preziosi, P., Fieux, B., de Flot, M. T., Galan, P., & Hercberg, S. (2000). Contribution of ready-to-eat cereals to nutrition intakes in French adults and relations with corpulence. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 44(5-6), 249-255.
- Bos, C., Juillet, B., Fouillet, H., Turlan, L., Daré, S., Luengo, C., ... & Gaudichon, C. (2005). Postprandial metabolic utilization of wheat protein in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 87-94.
- Brand-Miller, J. C., Atkinson, F. S., Gahler, R. J., Kacinik, V., Lyon, M. R., & Wood, S. (2012). Effects of added PGX®, a novel functional fibre, on the glycaemic index of starchy foods. *British Journal of Nutrition*, 108(2), 245-248.
- Brennan, C. S. (2005). Dietary Fibre, Glycaemic response, and Diabetes. *Molecular Nutrition and Food Research* 49, 560–570.

- Brennan, C. S., & Brennan, M. A. (2009). Glycemic response reduction in processed food products. In *Modern biopolymer science* (pp. 511-518). Academic Press.
- Brennan, C. S., Brennan, M. A., Mason, S. L., & Patil, S. S. (2016). The Potential of Combining Cereals and Legumes in the Manufacture of Extruded Products for a Healthy Lifestyle. *EC Nutrition*, 5(2), 1120-1127.
- Brennan, M. A., Menard, C., Roudaut, G., & Brennan, C. S. (2012). Amaranth, millet and buckwheat flours affect the physical properties of extruded breakfast cereals and modulates their potential glycaemic impact. *Starch-Stärke*, 64(5), 392-398.
- Brennan, M. A., Merts, I., Monro, J., Woolnough, J., & Brennan, C. S. (2008). Impact of guar and wheat bran on the physical and nutritional quality of extruded breakfast cereals. *Starch-Stärke*, 60(5), 248-256.
- Burke, V. (2006). Obesity in childhood and cardiovascular risk. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, 33(9), 831-837.
- Chiarelli F., Marcovecchio M.L. (2008). Insulin resistance and obesity in childhood. *Eur J Endocrinol*, 159:67e74.
- Castaño, J., Guadarrama-Lezama, A. Y., Hernández, J., Colín-Cruz, M., Muñoz, M., & Castillo, S. (2017). Preparation, characterization and antifungal properties of polysaccharide-polysaccharide and polysaccharide-protein films. *Journal of materials science*, 52(1), 353-366.
- Chang, H. C., Huang, C. N., Yeh, D. M., Wang, S. J., Peng, C. H., & Wang, C. J. (2013). Oat prevents obesity and abdominal fat distribution, and improves liver function in humans. *Plant foods for human nutrition*, 68(1), 18-2.
- Chiu, C. J., Liu, S., Willett, W. C., Wolever, T. M., Brand-Miller, J. C., Barclay, A. W., & Taylor, A. (2011). Informing food choices and health outcomes by use of the dietary glycemic index. *Nutrition reviews*, 69(4), 231-242.
- Cho, S. S., Morris, D. H., Clark, C., Steinberg, S., & Block, G. (2004). Effect of Ready-to-Eat Cereal Consumption on Serum Total Homocysteine Concentrations and Folate Status. *Cereal foods world*, 49(1), 23.
- Clark, D. R. (2004). Improving in vitro protein digestibility and determining protein nutritional quality by modelling (Doctoral dissertation, uga).
- Comino, I., Real, A., de Lorenzo, L., Cornell, H., López-Casado, M. Á., Barro, F., ... & Sousa, C. (2011). Diversity in oat potential immunogenicity: basis for the selection of oat varieties with no toxicity in coeliac disease. *Gut*, 60(7), 915-922.
- Currie, C., Zanotti, C., Morgan, A., Currie, D., De Looze, M., Roberts, C., ... & Barnekow, V. (2009). Social determinants of health and well-being among young people. *Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the, 2010*, 271.

- Day, L., & Swanson, B. G. (2013). Functionality of protein-fortified extrudates. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(5), 546-564.
- De La Hunty, A., & Ashwell, M. (2007). Are people who regularly eat breakfast cereals slimmer than those who don't? A systematic review of the evidence. *Nutrition Bulletin*, 32(2), 118-128.
- Delgado-Andrade, C., Rufián-Henares, J. A., & Morales, F. J. (2007). Lysine availability is diminished in commercial fibre-enriched breakfast cereals. *Food Chemistry*, 100(2), 725-731.
- Deshmukh-Taskar, P. R., Nicklas, T. A., O'Neil, C. E., Keast, D. R., Radcliffe, J. D., & Cho, S. (2010). The relationship of breakfast skipping and type of breakfast consumption with nutrient intake and weight status in children and adolescents: the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2006. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6), 869-878.
- Deshmukh-Taskar, P. R., Radcliffe, J. D., Liu, Y., & Nicklas, T. A. (2010). Do breakfast skipping and breakfast type affect energy intake, nutrient intake, nutrient adequacy, and diet quality in young adults? NHANES 1999-2002. *Journal of the American College of Nutrition*, 29(4), 407-418.
- Deshmukh-Taskar, P., Nicklas, T. A., Radcliffe, J. D., O'Neil, C. E., & Liu, Y. (2013). The relationship of breakfast skipping and type of breakfast consumed with overweight/obesity, abdominal obesity, other cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in young adults. The National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): 1999-2006. *Public health nutrition*, 16(11), 2073-2082.
- Devlin, N. F., McNulty, B. A., Gibney, M. J., Thielecke, F., Smith, H., & Nugent, A. P. (2013). Whole grain intakes in the diets of Irish children and teenagers. *British Journal of Nutrition*, 110(2), 354-362.
- Dhurandhar, E. J., Dawson, J., Alcorn, A., Larsen, L. H., Thomas, E. A., Cardel, M., ... & Apovian, C. M. (2014). The effectiveness of breakfast recommendations on weight loss: a randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*, 100(2), 507-513.
- Dimova, N. (2003). RP-HPLC Analysis of Amino Acids with UV-Detection, Bulgarian Academy of Science, Tome 56, 12.
- Djoussé, L., & Gaziano, J. M. (2007). Breakfast cereals and risk of heart failure in the physicians' health study I. *Archives of internal medicine*, 167(19), 2080-2085.
- Duodu, K. G., Taylor, J. R. N., Belton, P. S., & Hamaker, B. R. (2003). Factors affecting sorghum protein digestibility. *Journal of Cereal Science*, 38(2), 117-131.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2012). Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to cocoa flavanols and

- maintenance of normal endothelium-dependent vasodilation pursuant to Article 13 (5) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal*, 10(7), 2809.
- Ek, K.L., Brand-Miller, J., Copeland, L. (2012) Glycemic effect of potatoes. *Food Chemistry*, 133 (4), 1230-1240.
- Erickson, A. M., Li, X., Zabala-Díaz, I. B., & Ricke, S. C. (2002). Potential for measurement of lysine bio availability in poultry feeds by rapid microbiological assays—A review. *Journal of Rapid Methods & Automation in Microbiology*, 10(1), 1-8.
- Ezer, E. (2015). <https://prezi.com/n52pgecqtke/pnar-kahvaltk-gevrek/>
- FAO/WHO/UNU. 2009. Energy and Protein Requirements. Report of the Joint.
- Faostat, F. (2016). Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (2014).
- Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., & Pérez-Gálvez, A. (2009). In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition research*, 29(11), 751-760.
- Fisheries, F. A. O. (2011). Aquaculture Department. 2013. Global Aquaculture Production Statistics for the year.
- Food and Agricultural Organization (FAO), 2009. Economic and Social Department: The Statistical Division.
- Foster-Powell, K., Holt, S. H., & Brand-Miller, J. C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American journal of clinical nutrition*, 76(1), 5-56.
- Frary, C. D., Johnson, R. K., & Wang, M. Q. (2004). Children and adolescents' choices of foods and beverages high in added sugars are associated with intakes of key nutrients and food groups. *Journal of Adolescent Health*, 34(1), 56-63.
- Galvin, M. A., Kiely, M., & Flynn, A. (2003). Impact of ready-to-eat breakfast cereal (RTEBC) consumption on adequacy of micronutrient intakes and compliance with dietary recommendations in Irish adults. *Public health nutrition*, 6(4), 351-363.
- Gheshlaghi, R., Scharer, J.M., Moo-Young, M., Douglas, P.L. (2008). Application of Statistical Design for the Optimization of Amino Acids Separation by Reverse-Phase HPLC, *Analytical Biochemistry*, 383, 93-102.
- Gibney, M., Barr, S., Bellisle, F., Drewnowski, A., Fagt, S., Hopkins, S., ... & Vieux, F. (2018). Towards an Evidence-Based Recommendation for a Balanced Breakfast—A Proposal from the International Breakfast Research Initiative. *Nutrients*, 10(10), 1540.

- Gibney, M., Barr, S., Bellisle, F., Drewnowski, A., Fagt, S., Livingstone, B., ... & Vieux, F. (2018). Breakfast in human nutrition: The international breakfast research initiative. *Nutrients*, 10(5), 559.
- Gibson, S. A., & Gunn, P. (2011). What's for breakfast? Nutritional implications of breakfast habits: insights from the NDNS dietary records. *Nutrition Bulletin*, 36(1), 78-86.
- Grieger, J. A., & Cobiac, L. (2012). Comparison of dietary intakes according to breakfast choice in Australian boys. *European journal of clinical nutrition*, 66(6), 667.
- Grieger, J. A., Kim, S., & Cobiac, L. (2013). Where do Australian children get their dietary fibre? A focus on breakfast food choices. *Nutrition & Dietetics*, 70(2), 132-138.
- Guy, R. (Ed.). (2001). *Extrusion cooking: technologies and applications*. Woodhead publishing.
- Harpaz, Z., Siman, P., Kumar, K. A., & Brik, A. (2010). Protein synthesis assisted by native chemical ligation at leucine. *ChemBioChem*, 11(9), 1232-1235.
- Harper, A. E., & Benevenga, N. J. (2016). Effects of disproportionate amounts of amino acids. *Proteins as Human Food: Proceedings of the Sixteenth Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham, 1969*, 417.
- Holmes, B. A., Kaffa, N., Campbell, K., & Sanders, T. A. B. (2012). The contribution of breakfast cereals to the nutritional intake of the materially deprived UK population. *European journal of clinical nutrition*, 66(1), 10.
- Hu, P., Zhao, H., Duan, Z., Linlin, Z., & Wu, D. (2004). Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of rice differing in amylose contents. *Journal of Cereal Science*, 40(3), 231-237.
- Jamurtas, A.Z., Deli, C.K., Georgakouli, K., Fatouros, I.G. (2013). Chapter 2- Glycemic Index, Food Exchange Values and Exercise Performance. D. Bagchi, S. Nair & C. K. Sen (Ed.). *Nutrition and Enhanced Sports Performance* (s. 9-27). San Diego: Academic Press
- Jarvis, N. G. (2009). Nutrition of the aged horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 25(1), 155-166.
- Jenkins, D.J., Kendall, C.W., Augustin, L.S., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A. ve diğeri. (2002) Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr*, 76 (1), 266s-273s.
- Jones, J. M. (2012). Glycemic index: The state of the science, part 1—The measure and its variability. *Nutrition Today*, 47(5), 207-213.
- Joy, E. E., Aswei B. E., Nicholas G. M., (2016) Preparation and Evaluation of Granola – a Breakfast Cereal, Sustituted with Maize (*Zea May*) and Coconut (*Cocos Nucifera*) Blend. *International Journal of Nutrition and Food Science*.

- Juillet, B., Fouillet, H., Bos, C., Mariotti, F., Gausserès, N., Benamouzig, R., ... & Gaudichon, C. (2008). Increasing habitual protein intake results in reduced postprandial efficiency of peripheral, anabolic wheat protein nitrogen use in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 87(3), 666-678.
- Ketnawa, S., & Ogawa, Y. (2019). Evaluation of protein digestibility of fermented soybeans and changes in biochemical characteristics of digested fractions. *Journal of Functional Foods*, 52, 640-647.
- Kirk, T., Crombie, N., & Cursiter, M. (2000). Promotion of dietary carbohydrate as an approach to weight maintenance after initial weight loss: a pilot study. *Journal of human nutrition and dietetics*, 13(4), 277-285.
- Kirpitch, A. R., & Maryniuk, M. D. (2011). The 3 R's of glycemic index: recommendations, research, and the real world. *Clinical Diabetes*, 29(4), 155-159.
- Konietzny, U., & Greiner, R. (2003). PHYTIC ACID| nutritional impact.
- Koh-Banerjee, P., Franz, M., Sampson, L., Liu, S., Jacobs Jr, D. R., Spiegelman, D., ... & Rimm, E. (2004). Changes in whole-grain, bran, and cereal fiber consumption in relation to 8-y weight gain among men. *The American journal of clinical nutrition*, 80(5), 1237-1245.
- Kosti, R. I., Panagiotakos, D. B., & Zampelas, A. (2010). Ready-to-eat cereals and the burden of obesity in the context of their nutritional contribution: are all ready-to-eat cereals equally healthy? A systematic review. *Nutrition research reviews*, 23(2), 314-322.
- Kuhnle, G. G., Dell'Aquila, C., Aspinall, S. M., Runswick, S. A., Mulligan, A. A., & Bingham, S. A. (2009). Phytoestrogen content of cereals and cereal-based foods consumed in the UK. *Nutrition and cancer*, 61(3), 302-309.
- Kumar, A., Mittal, R., & Kaur, A. (2018). Insulin Resistance in Diabetes: Present and Future Prospective of Treatment. *Current Psychopharmacology*, 7(2), 94-106.
- Liao, C. L., Huang, H. Y., Sheen, L. Y., & Chou, C. C. (2010). Anti-inflammatory activity of soymilk and fermented soymilk prepared with lactic acid bacterium and bifidobacterium. *Journal of Food and Drug Analysis*, 18(3).
- Liatis, S., Grammatikou, S., Poulia, K. A., Perrea, D., Makrilakis, K., Diakoumopoulou, E., & Katsilambros, N. (2010). Vinegar reduces postprandial hyperglycaemia in patients with type II diabetes when added to a high, but not to a low, glycaemic index meal. *European journal of clinical nutrition*, 64(7), 727.
- Lightowler, H. J., & Henry, C. J. K. (2009). An investigation of the effectiveness of ready-to-eat breakfast cereals in weight loss: comparison between single and mixed varieties. *Nutrition bulletin*, 34(1), 48-53.

- Lotfy, M., Adeghate, J., Kalasz, H., Singh, J., & Adeghate, E. (2017). Chronic complications of diabetes mellitus: a mini review. *Current diabetes reviews*, 13(1), 3-10.
- Mäkinen, O. E., Sozer, N., Ercili-Cura, D., & Poutanen, K. (2017). Protein from Oat: Structure, processes, functionality, and nutrition. In *Sustainable protein sources* (pp. 105-119). Academic Press.
- Malhan, S., Öksüz, E., Babineaux, S. M., Ertekin, A., & Palmer, J. P. (2014). Assessment of the Direct Medical Costs of Type 2 Diabetes Mellitus and its Complications in Turkey. *Turkish Journal of Endocrinology & Metabolism*, 18(2).
- Mann, J., Cummings, J., Englyst, H., Key, T., Liu, S., Riccardi, G. ve diğerleri. (2007) FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions. *Eur J Clin Nutr*, 61, S132-S137.
- Mattes, R. D. (2002). Ready-to-eat cereal used as a meal replacement promotes weight loss in humans. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(6), 570-577.
- Matthews, A., Hull, S., Angus, F., & Johnston, K. L. (2012). The effect of ready-to-eat cereal consumption on energy intake, body weight and anthropometric measurements: results from a randomized, controlled intervention trial. *International journal of food sciences and nutrition*, 63(1), 107-113.
- McGill, C. R., Sanders, L. M., Miller, K. B., & Fulgoni III, V. L. (2013). Breakfast and ready-to-eat cereal consumption are associated with improved markers of cardiometabolic health in adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 2001–2008. *J Aging Res Clin Pract*, 2(2), 168-173.
- McGuire, S. (2011). US department of agriculture and US department of health and human services, dietary guidelines for americans, 2010. Washington, DC: US government printing office, January 2011.
- McKevith, B., & Jarzebowska, A. (2010). The role of breakfast cereals in the UK diet: headline results from the National Diet and Nutrition Survey (NDNS) year 1. *Nutrition bulletin*, 35(4), 314-319.
- McKevith, B. (2004): Nutritional aspects of cereals. *Nutr. Bull.* 29, 111–142.
- Melanson, K. J., Angelopoulos, T. J., Nguyen, V. T., Martini, M., Zukley, L., Lowndes, J., ... & Rippe, J. M. (2006). Consumption of whole-grain cereals during weight loss: effects on dietary quality, dietary fiber, magnesium, vitamin B-6, and obesity. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(9), 1380-1388.
- Memiş, E., & Şanlıer, N. (2009). Glisemik indeks ve sağlık ilişkisi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 17-27.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A., & Kanter, M. (2000). Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(sup3), 312S-319S.

- Monro, J., Mishra, S. (2009). Chapter 13 - Nutritional Value of Potatoes: Digestibility, Glycemic Index, and Glycemic Impact. J. Singh & L. Kaur (Ed.). *Advances in Potato Chemistry and Technology* (s. 371-394). San Diego: Academic Press
- Montaner, J. (2004). El consumo de cereales en el desayuno. CONSUMER-website. http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2004/05/25/12507.php.
- Monteagudo, C., Palacín-Arce, A., del Mar Bibiloni, M., Pons, A., Tur, J. A., Olea-Serrano, F., & Mariscal-Arcas, M. (2013). Proposal for a Breakfast Quality Index (BQI) for children and adolescents. *Public health nutrition*, 16(4), 639-644.
- Munirah, M. N., Shafurah, A. S., Norazmir, M. N., Adilin, M. A. H., & Ajau, D. (2012). Roles of whole grains-based products in maintaining treatment targets among type 2 diabetes mellitus patients. *Asian Journal of Clinical Nutrition*, 4(2), 67-76.
- National Health and Medical Research Council. Australian dietary guidelines. Canberra (Australia): National Health and Medical Research Council; (2013). https://www.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/n55_australian_dietary
- Nayak, B., Berrios, J. D. J., & Tang, J. (2014). Impact of food processing on the glycemic index (GI) of potato products. *Food Research International*, 56, 35-46.
- Nicastro, H., Chaves, D. F. S., & Lancha Jr, A. H. (2013). An Overview of Branched-Chain Amino Acids in Exercise and Sports Nutrition. In *Nutrition and Enhanced Sports Performance*(pp. 367-375). Academic Press.
- O'Neil, C. E., Zhanovec, M., Nicklas, T. A., & Cho, S. S. (2012). Presweetened and nonpresweetened ready-to-eat cereals at breakfast are associated with improved nutrient intake but not with increased body weight of children and adolescents: NHANES 1999-2002. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 6(1), 63-74.
- Peterson, D. M. (2011). Chapter 8: Storage proteins. In F. H. Webster, P. J. Wood (Eds.), *Oats: Chemistry and technology*, St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.
- Peysner, T. A., Balo, A. K., Buckingham, B. A., Hirsch, I. B., & Garcia, A. (2018). Glycemic variability percentage: a novel method for assessing glycemic variability from continuous glucose monitor data. *Diabetes technology & therapeutics*, 20(1), 6-16.
- Pinhero, R. G., Waduge, R. N., Liu, Q., Sullivan, J. A., Tsao, R., Bizimungu, B., & Yada, R. Y. (2016). Evaluation of nutritional profiles of starch and dry matter from early potato varieties and its estimated glycemic impact. *Food chemistry*, 203, 356-366.
- Pi-Sunyer, F. X. (2002). Glycemic index and disease. *The American journal of clinical nutrition*, 76(1), 290S-298S.

- Pi-Sunyer, F.X. (2002). Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr*, 76 (1), 290s-298s.
- Purslow, L. R., Sandhu, M. S., Forouhi, N., Young, E. H., Luben, R. N., Welch, A. A., ... & Wareham, N. J. (2007). Energy intake at breakfast and weight change: prospective study of 6,764 middle-aged men and women. *American journal of epidemiology*, 167(2), 188-192.
- Rampersaud, G. C., Pereira, M. A., Girard, B. L., Adams, J., & Metz, J. D. (2005). Breakfast habits, nutritional status, body weight, and academic performance in children and adolescents. *Journal of the american dietetic association*, 105(5), 743-760.
- Ranawana, V., Monro, J.A., Mishra, S., Henry, C.J. (2010) Degree of particle size breakdown during mastication may be a possible cause of interindividual glycemic variability. *Nutr Res*, 30 (4), 246-254.
- Rovalino-Córdova, A. M., Fogliano, V., & Capuano, E. (2018). A closer look to cell structural barriers affecting starch digestibility in beans. *Carbohydrate polymers*, 181, 994-1002.
- Ryan, L., Thondre, P. S., & Henry, C. J. K. (2011). Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(7), 929-934.
- Sağlığı, Ö. F. K. G. (2000). *Göz Hastalıkları*. Ed. Akova, Y Aydın, P Güneş matbaası, Ankara.
- Saltzman, E., Moriguti, J. C., Das, S. K., Corrales, A., Fuss, P., Greenberg, A. S., & Roberts, S. B. (2001). Effects of a cereal rich in soluble fiber on body composition and dietary compliance during consumption of a hypocaloric diet. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(1), 50-57.
- Schroeder E. (2011). Innovation back in play: reformulations, focus on health still top of mind. *Milling & Baking News*.
- Seck, P. A., Diagne, A., Mohanty, S., & Wopereis, M. C. (2012). Crops that feed the world 7: Rice. *Food security*, 4(1), 7-24.
- Shrapnel, B. (2013). Amount of sugar in Australian breakfast cereals is not associated with energy density or glycaemic index: Results of a systematic survey. *Nutrition & Dietetics*, 70(3), 236-240.
- Singh, J., Dartois, A., & Kaur, L. (2010). Starch digestibility in food matrix: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(4), 168-180.
- Smith, A. G., & Muscat, G. E. (2005). Skeletal muscle and nuclear hormone receptors: implications for cardiovascular and metabolic disease. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 37(10), 2047-2063.
- Song, W. O., Chun, O. K., Kerver, J., Cho, S., Chung, C. E., & Chung, S. J. (2006). Ready-to-eat breakfast cereal consumption enhances milk and calcium intake in

- the US population. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(11), 1783-1789.
- Sopade, P. A., & Gidley, M. J. (2009). A rapid in-vitro digestibility assay based on glucometry for investigating kinetics of starch digestion. *Starch-Stärke*, 61(5), 245-255.
- St-Onge, M. P., Ard, J., Baskin, M. L., Chiuve, S. E., Johnson, H. M., Kris-Etherton, P., & Varady, K. (2017). American Heart Association Obesity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Clinical Cardiology; Stroke Council. Meal Timing and Frequency: Implications for Cardiovascular Disease Prevention: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 135(9), e96-e121.
- Strychar, R., Webster, F. H., & Wood, P. J. (2011). World oat production, trade, and usage. *Oats: Chemistry and Technology*, 77-94.
- Sun, L., Ranawana, D. V., Tan, W. J. K., Quek, Y. C. R., & Henry, C. J. (2015). The impact of eating methods on eating rate and glycemic response in healthy adults. *Physiology & behavior*, 139, 505-510.
- Taylor, J. R., & Duodu, K. G. (2015). Effects of processing sorghum and millets on their phenolic phytochemicals and the implications of this to the health-enhancing properties of sorghum and millet food and beverage products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2), 225-237.
- Thane, C. W., Jones, A. R., Stephen, A. M., Seal, C. J., & Jebb, S. A. (2005). Whole-grain intake of British young people aged 4–18 years. *British Journal of Nutrition*, 94(5), 825-831.
- Thane, C. W., Jones, A. R., Stephen, A. M., Seal, C. J., & Jebb, S. A. (2007). Comparative whole-grain intake of British adults in 1986–7 and 2000–1. *British Journal of Nutrition*, 97(5), 987-992.
- Thomas, R. G., Pehrsson, P. R., Ahuja, J. K., Smieja, E., & Miller, K. B. (2013). Recent trends in ready-to-eat breakfast cereals in the US. *Procedia Food Science*, 2, 20-26.
- Timlin, M. T., & Pereira, M. A. (2007). Breakfast frequency and quality in the etiology of adult obesity and chronic diseases. *Nutrition reviews*, 65(6), 268-281.
- Tolfrey, K., & Zakrzewski, J. K. (2012). Breakfast, glycaemic index and health in young people. *Journal of Sport and Health Science*, 1(3), 149-159.
- Torbatinejad, N. M., Rutherford, S. M., & Moughan, P. J. (2005). Total and reactive lysine contents in selected cereal-based food products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(11), 4454-4458.
- TÜBER., (2016). Türkiye Beslenme Rehberi 2015 Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031

- Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2012). Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits. *Journal of food science*, 77(1), R11-R24.
- Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. (2013). <http://www.turkomp.gov.tr/food-225>.
- Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. (2013). <http://www.turkomp.gov.tr/food-118>.
- Urschel, K. L., & Lawrence, L. M. (2013). 6-Amino acids and protein. *Equine Applied and Clinical Nutrition*. p, 113-135.
- USDA, (2006). National Program 107 Human Nutrition Accomplishment Report 2000-2006. <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/np107/NP107AccomplishmentReport.pdf>
- van den Boom, A., Serra-Majem, L., Ribas, L., Ngo, J., Pérez-Rodrigo, C., Aranceta, J., & Fletcher, R. (2006). The contribution of ready-to-eat cereals to daily nutrient intake and breakfast quality in a Mediterranean setting. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 135-143.
- Van Der Heijden, A. A., Hu, F. B., Rimm, E. B., & Van Dam, R. M. (2007). A prospective study of breakfast consumption and weight gain among US men. *Obesity*, 15(10), 2463-2469.
- Vander Wal, J. S., McBurney, M. I., Cho, S., & Dhurandhar, N. V. (2007). Ready-to-eat cereal products as meal replacements for weight loss. *International journal of food sciences and nutrition*, 58(5), 331-340.
- Venn, B. J., & Mann, J. I. (2004). Cereal grains, legumes and diabetes. *European journal of clinical nutrition*, 58(11), 1443.
- Waller, S. M., Vander Wal, J. S., Klurfeld, D. M., McBurney, M. I., Cho, S., Bijlani, S., & Dhurandhar, N. V. (2004). Evening ready-to-eat cereal consumption contributes to weight management. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(4), 316-321.
- WDF. www.diabetesatlas.org.
- Weng, T. M., & Chen, M. T. (2010). Changes of Protein in Natto (a fermented soybean food) Affected by Fermenting Time. *Food science and technology research*, 16(6), 537-542.
- Whiting, D. R., Guariguata, L., Weil, C., & Shaw, J. (2011). IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes research and clinical practice*, 94(3), 311-321.
- Wiemer, K. (2018). Breakfast Cereals. In *Food Fortification in a Globalized World* (pp. 183-191). Academic Press.

- Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., & King, H. (2004). Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes care*, 27(5), 1047-1053.
- Williams, P. (2005). Breakfast and the diets of Australian adults: an analysis of data from the 1995 National Nutrition Survey. *International journal of food sciences and nutrition*, 56(1), 65-79.
- Williams, P. G. (2014). The benefits of breakfast cereal consumption: a systematic review of the evidence base. *Advances in nutrition*, 5(5), 636S-673S.
- Williamson, C. S. (2010). Breakfast cereals—why all the bad press?. *Nutrition bulletin*, 35(1), 30-33.
- Wolden-Kirk, H., Overbergh, L., Christesen, H. T., Brusgaard, K., & Mathieu, C. (2011). Vitamin D and diabetes: its importance for beta cell and immune function. *Molecular and cellular endocrinology*, 347(1-2), 106-120.
- Wong, J.M.W., Josse, A.R., Augustin, L., Saxena, N., Chiavaroli, L., Kendall, C.W.C. ve diğeri. (2010). Chapter 17 - Implications of the Glycemic Index in Obesity. L. Dubé, A. Bechara, A. Dagher, A. Drewnowski, J. Lebel, P. James & R. Y. Yada (Ed.). *Obesity Prevention* (s. 219-230). San Diego: Academic Press
- Özbakır, Z. (2015). Ailesinde diyabet olan geç adölesanlar sağlık risklerinin ne kadar farkındalar?.
- Zwer, p., k. (2004). OATS. In: wrigley, c., corke, h. and walker, c. (eds) *Encyclopedia of Grain Science*. Oxford: Elsevier.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Hafsa Sena SARGIN
Doğum Tarihi : 27.08.1994
Doğum Yeri : Denizli
Cep Telefonu : 0533 144 38 37
Mail : hsenasargin@gmail.com

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Beslenme ve Diyetetik	İstanbul Okan Üniversitesi	2012-2017
Y. Lisans	Beslenme ve Diyetetik (tezli)	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2017-2019
Y. Lisans	Fitoterapi (tezsiz)	Anadolu Üniversitesi	2017-devam

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. Mustafa Yaman, Ömer Faruk Mızrak, Jale Çatak, **Hafsa Sena Sargin**, (2019), **In vitro bioaccessibility** of added folic acid in commercially available baby foods formulated with milk and milk products, Food Science and Biotechnology, ISSN 1226-7708, Food Sci Biotechnol, DOI 10.1007/s10068-019-00625-5

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

1. Hafsa Sena Sargin, Elif Ede, Ömer Faruk Mızrak, Mustafa Yaman, Determination Of Essential And Branched Chain Aminoacids In Grain Based Breakfast Cereals: An Evaluation Of In Terms Of Healthy Nutrition, II. International Health Science and Life Congress, 2019.
2. Hafsa Sena Sargin, Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Yaman, Dr. Öğretim Üyesi Jale Çatak, Ömer Faruk Mızrak, Kahvaltılık Gevreklerin **Glisemik İndekslerinin İn Vitro Yöntemlerle Belirlenmesi**, International Conference on Food, Nutrition and Dietetics, Gastronomy Research (FONGAR-2018)
3. Dr. Öğretim Üyesi Jale Çatak, Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Yaman, Ömer Faruk Mızrak, **Hafsa Sena Sargin**, Ülkemizde Tüketilen Bebek Sütleri (Toz) ve Çocuk Devam Sütlerine (Sıvı) Takviye Edilen Folik Asidin Biyoerişilebilirliğinin **İN Vitro Gastrointestinal Sistem** ile İncelenerek Belirlenmesi, 5. Uluslararası Sağlık ve Spor Bilimleri Sempozyumu

C. **Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:**

1. **Hafsa Sena Sargın**, Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Yaman, Dr. Öğretim Üyesi Jale Çatak, Ömer Faruk Mızrak, Mehmet Tevfik Nargül, Esra Özkan, Atıştırmalık Bisküvilerin **Glisemik İndekslerinin İn Vitro Yöntemlerle** Belirlenmesi, 9. Ulusal Obezite Kongresi
2. **Hafsa Sena Sargın**, Hatice Büşra Karasu, Sağre Nur Kuzucu, Mustafa Yaman, B6 vitamin İçeriği Yüksek Olduğu Bilinen Besinlerde B6 vitamininin Formlarının Miktarının Belirlenmesi ve Kıyaslanması, II. İstanbul Ulusal Beslenme ve Diyetetik Kongresi
3. Mustafa Yaman, Ömer Faruk Mızrak, **Hafsa Sena Sargın**, Jale Çatak, Tahıl-Bazlı Bebek Ek Gıdalarına Takviye Edilen Folik Asidin İn Vitro Biyoerişilebilirliğinin Belirlenmesi, Sağlıklı Büyüyen Çocuk Kongresi, 2018