

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

GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE PROTEİN
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ DÜZELTİLMİŞ AMİNO ASİT
SKORU YÖNTEMİ İLE PROTEİN KALİTE
İNDEKSİNİN TEORİK OLARAK BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Safiye Selcan UZUN

İstanbul
Kasım-2024

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

GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE PROTEİN SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ
DÜZELTİLMİŞ AMİNO ASİT SKORU YÖNTEMİ İLE PROTEİN
KALİTE İNDEKSİNİN TEORİK OLARAK BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Safiye Selcan UZUN

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN

İstanbul
Kasım-2024

TEZ ONAYI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

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

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN

Üye Doç. Dr. Jale ÇATAK

Üye Dr. Öğr. Üyesi Hilal DEMİRKESEN BIÇAK

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erhan İÇENER
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Glutensiz Ürünlerde Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru Yöntemi İle Protein Kalite İndeksinin Teorik Olarak Belirlenmesi** ” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Safiye Selcan UZUN

ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana ışık tutan ve çalışmamda bana destek olup kıymetli görüşlerini paylaşan değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN'a, süreçte yardımlarını esirgemeyen Uzm. Dyt. Joudi DABBAGH'a ve tüm hayatım boyunca her zaman yanımda olup maddi manevi desteklerini esirgemeyen canım annem Semra PIRMIT'a, babam Ömer UZUN'a, abim Faik Taylan UZUN'a ve çalışmamı ithaf ettiğim rahmetli dedem Rüşan PIRMIT'a teşekkürlerimi sunarım.

Safiye Selcan UZUN

İstanbul-2024

ÖZET

GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE PROTEİN SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ DÜZELTİLMİŞ AMİNO ASİT SKORU YÖNTEMİ İLE PROTEİN KALİTE İNDEKSİNİN TEORİK OLARAK BELİRLENMESİ

Safiye Selcan UZUN

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN

Kasım, 2024 - 100 Sayfa

Gluten buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan bir protein kompleksidir. Gluten tüketimi bazı kişilerde çölyak gibi ciddi sağlık problemlerine sebep olmakta ve bu durum kişilerin glutensiz ürünler (gluten içermeyen un, ekmek, makarna, kek vb.) tüketmesini gerektirmektedir. Son zamanlarda bu ürünler sağlıklı beslenen kişiler tarafından da tercih edilmektedir bu durum da ürün çeşitliliğini ve içeriğini etkilemektedir. Özellikle bu ürünlerdeki gluten eksikliğinin, ürünün protein miktarı ve kalitesini etkileyeceği düşünülmektedir. Proteinlerin de insan vücudunda önemli işlevlere sahip olması ve protein ihtiyacının değerlendirilmesinde protein kalitesinin dikkate alınması bu ürünlerin protein kalitesi yönünden incelenmesini ve ihtiyaç durumunda protein kalitelerinin iyileştirilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla bu çalışmada glutensiz ve glutenli ürünlerin protein kaliteleri Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS) yöntemine göre hesaplanarak karşılaştırılmış ve ürünlere ait veriler (protein ve amino asit miktarları) Türk Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (TÜRKOMP), Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) ve literatürdeki çalışmalardan elde edilmiştir. Glutensiz ürünlerin PDCAAS değerleri ortalama %66,37, glutenli ürünlerin PDCAAS ortalaması %57,44 bulunmuştur. Un, ekmek ve makarnada genel olarak glutensiz ürünlerin protein kalitesi glutenli muadillerinden daha yüksektir. Mevcut çalışmanın sonuçları protein miktarının tek başına protein kalite göstergesi olmadığını, bu nedenle ürünlerdeki protein miktarıyla birlikte protein kalitesinin de belirlenerek etiketler ile tüketicinin bilgisine sunulmasını ve ihtiyaç halinde protein kalitelerinin iyileştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Özellikle çölyak gibi emilim bozukluklarına ve besin ögesi

eksikliklerine sahip kişilerin besin içeriği yönünden zengin kaliteli ürünleri tüketmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gluten, Glutensiz rnler, Glutenli rnler, Protein kalitesi, PDCAAS.



ABSTRACT

THEORETICAL DETERMINATION OF PROTEIN QUALITY INDEX IN GLUTEN-FREE PRODUCTS BY PROTEIN DIGESTIBILITY CORRECTED AMINO ACID SCORE METHOD

Safiye Selcan UZUN

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Elif EDE ÇİNTESUN

November, 2024 - 100 Pages

Gluten is a protein complex found in grains such as wheat, barley and rye. Gluten consumption causes serious health problems such as celiac disease in some people and this requires people to consume gluten-free products (gluten-free flour, bread, pasta, cake, etc.). Recently, these products are also preferred by people who eat healthy, which affects the variety and content of the products. It is thought that the lack of gluten in these products will affect the protein amount and quality of the product. Proteins have important functions in the human body and protein quality should be taken into account when assessing protein needs. Therefore, these products need to be examined in terms of protein quality and if necessary their protein quality should be improved. For this purpose, in this study the protein qualities of gluten-free and gluten-containing products were calculated and compared according to the Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) method, and the data of the products (protein and amino acid amounts) were obtained from the Turkish Food Composition Database (TURKOMP), the United States Department of Agriculture (USDA) and studies in the literature. The average PDCAAS value of gluten-free products was 66.37%, and the average PDCAAS value of gluten-containing products was 57.44%. In flour, bread and pasta the protein quality of gluten-free products is generally higher than their gluten-containing counterparts. The results of the current study revealed that the amount of protein alone is not an indicator of protein quality, therefore the protein quality should be determined along with the amount of protein in the products and presented to the consumer with labels, and protein quality should be improved if necessary. It is especially recommended that people with absorption

disorders and nutrient deficiencies such as celiac consume quality products rich in nutritional content.

Keywords: Gluten, Gluten-free products, Gluten containing products, Protein quality, PDCAAS.



İÇİNDEKİLER

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

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ	1
1.1.Araştırmanın Problemi ve Önemi	1
1.2.Araştırmanın Amacı	2
1.3.Araştırmanın Kapsamı	2
1.4.Araştırmanın Hipotezleri.....	2

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1.Gluten.....	3
2.2.Glutenle İlişkili Hastalıklar	4
2.2.1.Çölyak Hastalığı.....	5
2.2.2.Gluten Ataksisi	13
2.2.3.Dermatitis Herpetiformis	15
2.2.4.Buğday Alerjisi	16
2.2.5.Gluten Hassasiyeti.....	18
2.3.Glutensiz Diyet.....	21
2.4.Glutensiz Ürünler	24

2.5. Proteinler	26
2.6. Amino Asitler	28
2.7. Protein Kaynakları	30
2.8. Protein Kalitesi	31
2.8.1. Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS)	32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT	33
3.1. Ürünlerin Seçimi	33
3.2. Ürünlerin Protein Kalitesinin Hesaplanması	34
3.2.1. Ürünlerin Amino Asit Skorlarının Hesaplanması	35
3.2.2. Ürünlerin Protein Sindirilebilirlik Faktörlerinin Belirlenmesi	36

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR	39
4.1. Glutensiz Ürünlerin Protein ve Amino Asit Miktarları	39
4.2. Glutenli Ürünlerin Protein ve Amino Asit Miktarları	41
4.3. Glutensiz Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri	42
4.4. Glutenli Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri	44
4.5. Glutensiz ve Glutenli Ürünlerin Protein Kalitesi	47

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA	50
-----------------------	-----------

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER	56
--------------------------------	-----------

KAYNAKÇA	59
-----------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ	86
-----------------------	-----------

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Çölyak Hastalığı Açısından Riskli Gruplar.....	5
Tablo 2.2: Çölyak Hastalığında Klinik Bulgular.....	8
Tablo 2.3: Çölyak Tanısında Kullanılan Serolojik Testlerin Güvenirliği.....	10
Tablo 2.4: Modifiye Marsh Sınıflamasında Histolojik Kriterlerin Varlığı.....	11
Tablo 2.5: Glutensiz Diyetle Serbest ve Yasak Tahıllar	22
Tablo 2.6: Glutensiz Diyetle Serbest, Riskli ve Yasak Besinler.....	23
Tablo 2.7: Amino Asitlerin Sınıflandırılması	29
Tablo 3.1: Glutensiz Ürünler ve Referansları	33
Tablo 3.2: Glutenli Ürünler ve Referansları.....	34
Tablo 3.3: Yaş Gruplarına Göre Amino Asit Gereksinimi Referans Puanlama Modeli (mg/g protein).....	35
Tablo 3.4: Glutensiz Ürünlerin Protein Sindirilebilirlik Faktörleri ve Referansları ..	36
Tablo 3.5: Glutenli Ürünlerin Protein Sindirilebilirlik Faktörleri ve Referansları.....	37
Tablo 4.1: Glutensiz Ürünlerin Protein (g/100g) ve Amino Asit Miktarları (mg/100g)	40
Tablo 4.2: Glutenli Ürünlerin Protein (g/100g) ve Amino Asit Miktarları (mg/100g)	41
Tablo 4.3: Glutensiz Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri.....	43
Tablo 4.4: Glutenli Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri.....	45
Tablo 4.5: Glutensiz ve Glutenli Ürünlerin PDCAAS Değerleri.....	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Buğdayın Bileşenleri	3
Şekil 2.2: Glutenle İlişkili Hastalıkların Sınıflandırılması.....	4
Şekil 2.3: Çölyak Hastalığının Gelişimini Etkileyen Faktörler	6
Şekil 2.4: Modifiye Marsh Sınıflamasına Göre İnce Bağırsaktaki Mukozal Hasar Görüntüleri	12
Şekil 2.5: Protein Yapıları	27
Şekil 2.6: Amino Asitlerin Kimyasal Yapısı	28



SEMBOLLER LİSTESİ

C	: Karbon
CO ₂	: Karbondioksit
COOH	: Karboksil grubu
H	: Hidrojen
NH ₂	: Amino grubu
O	: Oksijen
O ₂	: Oksijen
R	: Değişken grup
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
ppm	: Parts per million / Milyonda bir birim
%	: Yüzde
=	: Eşittir
>	: Büyüktür
x	: Çarpma

KISALTMALAR LİSTESİ

AAA	: Aromatik Amino Asitler
AAS	: Amino Asit Skoru
AGA	: Antigliadin Antikorları
DGP	: Deaminated Gliadin Peptit
DH	: Dermatitis Herpetiformis
EAA	: Esansiyel Amino Asitler
EMA	: Endomysium Antibody / Endomisyum Antikor
eTG	: Epidermal Transglutaminase / Epidermal Transglutaminaz
FAO	: Food and Agriculture Organization / Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	: Food and Drug Administration / Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi
FODMAP	: Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides And Polyols / Fermente Edilebilir Oligo-Di-Monosakkaritler ve Polioller
His	: Histidin
HLA	: Human Leucocyte Antigen / İnsan Lökosit Antijen
IgA	: İmmünoglobulin A
IgE	: İmmünoglobulin E
IgG	: İmmünoglobulin G
İle	: İzolösin
Leu	: Lösin
Lys	: Lizin
mRNA	: Messenger Ribonucleic Acid / Haberci Ribonükleik Asit
NEAA	: Non Esansiyel (Esansiyel Olmayan) Amino Asitler

PDCAAS	: Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score / Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru
PSF	: Protein Sindirilebilirlik Faktörü
SAA	: Sülfürlü / Kükürtlü Amino Asitler
Thr	: Treonin
TLR	: Toll-Like Receptor / Toll Benzeri Reseptör
TLR-4	: Toll-Like Receptor-4 / Toll Benzeri Reseptör-4
Trp	: Triptofan
tTG	: Tissue Transglutaminase / Doku Transglutaminaz
TÜRKOMP	: Türk Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
UNU	: United Nations University / Birleşmiş Milletler Üniversitesi
USDA	: United States Department of Agriculture / Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
Val	: Valin
vb.	: ve benzeri
vd.	: ve diğerleri
WHO	: World Health Organization / Dünya Sağlık Örgütü

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Binlerce yıl önce tarımın gelişmesiyle birlikte insanların beslenmesinde ciddi değişimler gerçekleşmiştir. Bu değişimlerle birlikte günümüzde de beslenmede çok önemli bir yere sahip olan tahıl ürünleri ortaya çıkmıştır (İşleroğlu, Dirim ve Ertekin, 2009; Kutlu, 2019). Son zamanlarda ise bu ürünlerden başta buğday olmak üzere arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan ve gluten olarak adlandırılan bir protein kompleksinin, hastalıklar üzerine olan etkisi güncel bir araştırma konusudur (Kutlu, 2019). Bu hastalıklar arasında çölyak, gluten ataksisi, dermatitis herpetiformis, buğday alerjisi ve gluten hassasiyeti bulunmakta (Ricci vd., 2019) ve gluten tüketimine bağlı olarak tetiklenen bu rahatsızlıkların semptomları glutensiz diyet ile azaltılabilmektedir (Alpat ve Bilgin, 2018).

Glutensiz diyet, bitkisel protein kaynakları arasında bulunan bazı tahıllar (buğday, arpa ve çavdar) ve bunlardan yapılan her türlü besinin elimine edildiği bir beslenme şeklidir (Ulusoy ve Rakıcıoğlu, 2019). Günümüzde bu beslenme şekli yalnızca glutenle ilişkili hastalıklara sahip kişiler tarafından değil sağlıklı kişiler tarafından da tercih edilmektedir (Alpat ve Bilgin, 2018). Bu durumda tüketicilerin glutensiz ürün pazarına olan talebini ve bu ürünlerin çeşitliliğini arttırmaktadır (Yıldırım, 2020). Glutensiz ürün çeşitliliğinin artmasıyla da glutensiz ürünlerde kullanılan protein kaynaklarında değişimler meydana gelmiştir. Proteinlerin insan vücudu için gerekli amino asitleri sağlayan temel besin bileşenleri olması göz önünde bulundurulduğunda, bu değişimin protein miktarı ve özellikle protein kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek büyük önem taşımaktadır (Jahan-Mihan vd., 2011). Protein kalitesi ise besinlerdeki esansiyel amino asit miktarının bir göstergesidir (Leser, 2013) ve insanlar için esansiyel olan aminoasitler diyetle alınan proteinlerden karşılanabilmektedir (Jahan-Mihan vd., 2011). Bu nedenle glutensiz ürünlerdeki protein kalitesi glutensiz diyet yapan kişilerin yeterli ve dengeli beslenmesinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir.

1.1. Araştırmanın Problemi ve Önemi

Son yıllarda glutensiz beslenmenin yaygınlaşması ile glutensiz ürünler de popüler hale gelmiştir. Glutensiz ürünlere artan ilgi beraberinde bu ürünlerin ne kadar sağlıklı

olduğu sorusunu da akıllara getirmektedir. Glutenin de buğdayın ana proteini olduğu bilindiğinden glutensiz ürünlerin muadillerine göre daha az protein içermesi beklenen bir sonuç olarak görülmekte (Miranda vd., 2014) ve konuyla ilgili yapılmış bazı çalışmalar da (Missbach vd., 2015; Sevim, Gümüş ve Kızıl, 2023; Jamieson, Weir ve Gougeon, 2018; Wu vd., 2015; Kulai ve Rashid, 2014) bunu doğrular niteliktedir. Ancak bu çalışmalarda ürünlerin içerdiği protein miktarı araştırılırken protein kalitesinin incelenmediği görülmüştür. Vücut tarafından besinlerle alınan amino asitlerin yeterli ve dengeli şekilde karşılanabilmesinde yeterli protein alımının yanı sıra protein kalitesinin değerlendirilmesi de gerekli ve önemlidir (FAO, 2013; Wu, 2021a).

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı; günümüzde oldukça yaygın hale gelen glutensiz ürünlerin ve glutenli muadillerinin protein kalitelerini belirlemektir.

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Bu araştırma kapsamında glutensiz ürünler ile glutenli muadillerinin protein kalitesi WHO (World Health Organization/ Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO'nun (Food and Agriculture Organization/ Gıda ve Tarım Örgütü) önerdiği PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score/ Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru) yöntemi ile teorik olarak belirlenecek (FAO/WHO, 1991) ve elde edilen sonuçlar glutenli muadil ürünlerin protein kaliteleriyle karşılaştırılarak değerlendirilecektir.

1.4. Araştırmanın Hipotezleri

Bu araştırmanın hipotezleri şu şekildedir:

H₀: Glutensiz ve glutenli ürünlerin protein miktarı arasında fark yoktur.

H₁: Glutensiz ve glutenli ürünlerin protein miktarı arasında fark vardır.

H₀: Glutensiz ve glutenli ürünlerin protein kalitesi arasında fark yoktur.

H₂: Glutensiz ve glutenli ürünlerin protein kalitesi arasında fark vardır.

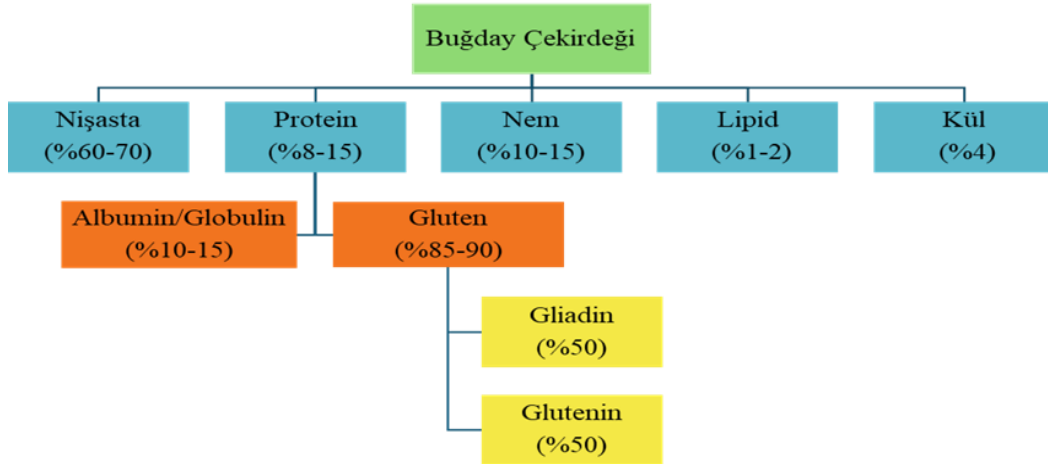
İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Gluten

Latince tutkal anlamına gelen gluten başta buğday olmak üzere arpa ve çavdar gibi tahıllarda doğal olarak bulunan bir protein kompleksidir (Shewry, 2019; Guandalini ve Polanco, 2015). Bu kompleks glutenin ve prolamin olmak üzere suda çözünmeyen iki temel bileşene sahiptir (Dizlek, 2012). Bu nedenle buğdayın yıkanması sonucu suda çözünen bileşenlerle nişasta buğdaydan ayrılır ve geriye kalan protein kütlesi gluten olarak tanımlanır (Shewry, 2019). Glutenin iki temel bileşeninden birisi olan prolamin proteini, hemen hemen tüm tahıllarda glutenine göre daha fazla bulunmakta ve toplam protein miktarının neredeyse yarısını oluşturmaktadır (Dizlek, 2012). Ayrıca moleküler yapısındaki farklılıklar nedeniyle farklı tahıl türlerinde farklı şekillerde isimlendirilmektedir. Örneğin buğdayda gliadin, çavdarda sekalin, arpada hordein yulafta ise avenin olarak bilinmektedir (Dizlek, 2012; Wieser, 2007).

Buğday çekirdeğinin temel depo proteini glutendir. Buğdayın bileşenleri Şekil 2.1’de belirtilmiştir; buğday çekirdeği %8-15 protein içermekte bunun %10-15’i albumin/globulinden, %85-90’ı ise glutenden oluşmaktadır (Biesiekierski, 2017).



Şekil 2.1: Buğdayın Bileşenleri

Kaynak: Biesiekierski, 2017

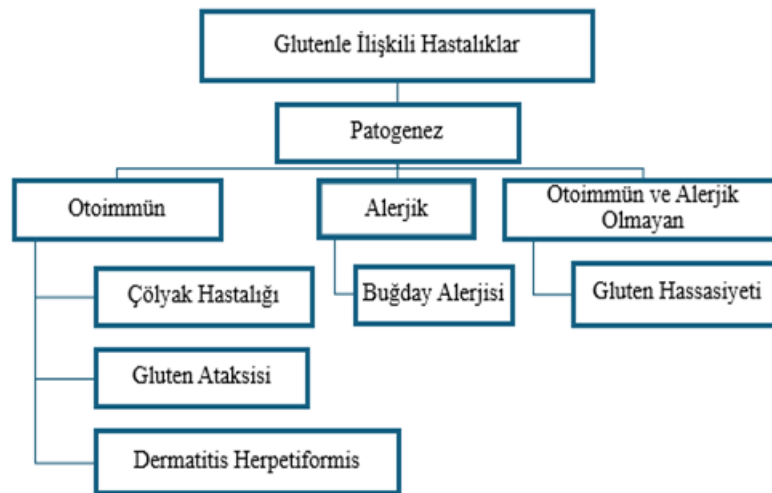
Buğdaydaki gluteni oluşturan gliadin ve glutenin proteinleri birbiriyle ilişkili fakat farklı yüzlerce proteinin karmaşık bir karışımıdır (Wieser, 2007). En karmaşık protein ağları arasında yer alan gluten ısıya dayanıklı, bağlayıcı, genişletici ve hareket etme

özelliklerine sahiptir (Kucek vd., 2015). Bu nedenle pişirme sürecinde doku ve esnekliğe katkı veren çok önemli bir bileşendir (Wieser, 2007). Aynı zamanda işlenmiş besinlerde doku, nem tutma ve lezzeti iyileştirmek için yaygın olarak kullanılan bir katkı maddesidir (Kucek vd., 2015).

2.2. Glutenle İlişkili Hastalıklar

Gluten gastrointestinal sistemde mide, pankreas ve bağırsak proteolitik sindirimine karşı oldukça dirençli peptit dizileri içermekte (Hausch vd., 2002) ve tam olarak sindirilememektedir (Lerner, Green ve Lebwohl, 2019). Bu durum sağlıklı insanların kolonik mikroflorası için bir substrat oluşturmakta ve gluten sağlıklı kişilerde prebiyotik etki gösterip faydalı bakterilerin beslenmesini ve aktive olmasını sağlayarak yararlı etkilerde bulunabilmektedir (Neyrinck vd., 2012; Büyük ve Ayyıldız, 2022). Aynı gluten, gluten tüketimi ile ilişkili hastalıklara sahip kişilerin vücudunda ise bir toksin olarak algılanmakta ve bağışıklık hücreleri aşırı tepki vererek glutene saldırmaya başlamaktadır. Bu durum bir çeşit savaş alanı oluşturarak inflamasyon gibi ciddi yan etkilere sebep olabilmektedir (Riddle, Murray ve Porter, 2012).

Glutenin vücuda alınmasıyla ortaya çıkan bu hastalıkların dünyadaki prevalansı %5 olarak tahmin edilmektedir (Taraghikhah vd., 2020). Glutenle ilişkili hastalıkların patogenezi otoimmün (çölyak hastalığı, gluten ataksisi, dermatitis herpetiformis), alerjik (buğday alerjisi), otoimmün ve alerjik olmayan (gluten hassasiyeti) şeklinde sınıflandırılmakta ve Şekil 2.2’de gösterilmektedir (Ricci vd., 2019).



Şekil 2.2: Glutenle İlişkili Hastalıkların Sınıflandırılması

Kaynak: Ricci vd., 2019

2.2.1. Çölyak Hastalığı

1888 yılında Samuel Gee adında İngiliz bir patalog tarafından tanımlanan (Dowd ve Walker-Smith, 1974) çölyak hastalığı genetik olarak duyarlı kişilerde görülen, gluten alımıyla tetiklenen ve ince bağırsacı tutan otoimmün inflamatuvar bir hastalıktır (Baykut, 2021; Metin, 2016). Çocukluktan yaşlılık dönemine kadar her yaşta görülebilen bu hastalık (Troncone ve Jabri, 2011) gluten enteropati, glutene duyarlı enteropati ve çölyak sprue olarak da isimlendirilmektedir (Metin, 2016). Dünya nüfusunun %1'i çölyak hastası olarak bilinmekte (Gobbetti vd., 2018) hızlı ve kolay tanı yöntemleri sayesinde de bu sayı giderek artış göstermektedir. Tanı sıklığı artıyor gibi görünse de tanı alan hastalara karşı tanı almayanların oranı daha yüksektir (1:3-1:5 oranında) ve kadınlarda erkeklerden daha sık görülmektedir (Catassi, Gatti ve Lionetti, 2015; Kuloğlu, 2014). Bazı risk gruplarında da hastalığın görülme sıklığı daha yüksektir (Guandalini ve Assiri, 2014) ve bu gruplar Tablo 2.1'de gösterilmektedir (Rodrigo, 2006).

Tablo 2.1: Çölyak Hastalığı Açısından Riskli Gruplar

Genetik Durumlar	Romatolojik Hastalıklar
Birinci derece akrabalar Selektif IgA eksikliği	Romatoid artrit Sjögren sendromu
Kromozomal Bozukluklar	Kalp Hastalıkları
Down sendromu Turner sendromu Williams sendromu	İdiyopatik dilate kardiyomiyopati Otoimmün miyokardit
Nörolojik Hastalıklar	Karaciğer Hastalıkları
Serebellar ataksi Epilepsi Periferik nöropati Multipl skleroz	Primer biliyer siroz Otoimmün hepatit Otoimmün kolanjit İdiyopatik aminotransferaz yüksekliği
Endokrin Hastalıklar	Cilt Hastalıkları
Tip 1 diyabet Otoimmün tiroit hastalıkları Alopesi areata	Dermatitis herpetiformis Psoriasis Vitiligo
Diğer Hastalıklar	
Osteoporoz Artmış kırık riski Kronik asteni	İnfertilite Amenore Depresyon ve anksiyete

Kaynak: Rodrigo, 2006

Çölyak hastalığı genetik yatkınlık, çevresel faktörler ve immünolojik mekanizmaların etkileşimi sonucu ortaya çıkan multifaktöriyel bir hastalıktır (Buran, Sülükçü ve

Kasap, 2017). Hastalığın gelişimini etkileyen faktörler Şekil 2.3'te gösterilmektedir (Ertem, 2017).



Şekil 2.3: Çölyak Hastalığının Gelişimini Etkileyen Faktörler

Kaynak: Ertem, 2017

Hastalığın genetik özelliğinden dolayı hastaların yakın akrabaları da risk altındadır (Caio vd., 2019; Guandalini ve Assiri, 2014) ve çölyak hastalarının akrabalarında, kardeşlerinde ve tek yumurta ikizlerinde hastalığın görülme oranı sırasıyla %10-20, %30 ve %70'tir. Bu durum genetik yatkınlığın çölyak hastalığının gelişiminde oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Maiuri vd., 2003). Çölyak hastalığının oluşumunda etkili genlerin insan lökosit antijenleri (HLA) DQ2 ve DQ8 ile kuvvetli bir bağlantısı bulunmaktadır (Margaritte-Jeannin vd., 2004) ve bu hastalığa sahip kişilerin hemen hemen tamamında HLA-DQ2 ve/veya HLA-DQ8 alellerinden (hastaların %95'inde DQ2, %5'inde DQ8) en az biri bulunmaktadır (Kuloğlu, 2014; Sollid, 2000). Ancak hastalığın gelişimi için sadece HLA doku gruplarını taşımak yeterli değildir (Stepniak ve Koning, 2006), HLA dışı genlerin de hastalığın gelişiminde etkili olduğu tespit edilmiştir (Yıldırım, 2020).

Genetik faktörlerin yanı sıra çevresel faktörlerin de çölyak hastalığının gelişimine etkisi büyüktür (Kuloğlu, 2014). Hastalığın gelişiminde etkili olan başlıca çevresel faktörler arasında beslenme alışkanlıkları ve glutenli besinlerin günlük tüketim miktarı bulunmaktadır (Malekzadeh, Sachdev ve Ali, 2005). Gastrointestinal sistem, besinlerin sindirimiyle birlikte çok sayıda antijenle karşılaşır. Sağlıklı kişilerde gastrointestinal sistem bu antijenlere karşı korunmakta ve potansiyel antijenler gastrik asit ve enzimler sayesinde gastrointestinal sistem tarafından sindirilebilmektedir. İmmün sistem tarafından da zararlı antijenlere karşı immün yanıt oluşturulmaktadır (Metin, 2016). Çölyak hastalarında ise tetikleyici ajanın (gluten) sindirim sistemine

alınmasıyla ince bağırsak mukozasında immünolojik olaylar zinciri başlamakta (Kuloğlu, 2014) ve immün sistem tarafından immünoglobulin A'nın (IgA) ön planda olduğu sitotoksik bir immün yanıt oluşmaktadır (Salmi vd., 2006). Bu nedenle hastalığın genetik yatkınlığa sahip kişilerde gluten tüketimiyle tetiklenen immünolojik reaksiyonlar sonucu geliştiği düşünülmekte ve hastalığın oluşumunda özellikle immünolojik mekanizmaların üzerinde durulmaktadır (Moore, West ve Robins, 2011; Dewar, Pereira ve Ciclitira, 2004).

Hastalığın tetikleyici faktörü olan gliadin (gluten bileşiminde bulunmakta) gastrointestinal sistemdeki proteolitik enzimlere dirençlidir, immün yanıtta önemli rol oynayan ve çeşitli dokularda bulunan doku transglutaminaz (tTG) enzimi ile deaminasyona uygun bir proteindir (Arentz-Hansen vd., 2000; Buran, Sülükçü ve Kasap, 2017). Deaminasyon ise gluten peptitlerinde negatif yük oluşturmakta ve oluşan moleküller ise antijen olarak sunulmaktadır (Buran, Sülükçü ve Kasap, 2017; Öztürk vd., 2018). HLA DQ2 ve DQ8 gen varyantları da gliadine daha sıkı bağlanan antijen reseptörleri ürettiğinden (Metin, 2016) negatif yüklü peptitler bu gen varyantları için çok yüksek afiniteye sahip olmaktadır (Buran, Sülükçü ve Kasap, 2017). Bu durum peptitlerin HLA DQ2 ve DQ8'e bağlanmalarını kolaylaştırmakta ve immünolojik yanıtı tetikleyerek T hücrelerinin uyarıcı kapasitesini arttırmaktadır (Maiuri vd., 2003). T hücrelerinin aktivasyonu ise inflamatuvar sitokinlerin salgılanmasına sebep olarak (Ertem, 2017) B hücrelerinin uyarılmasını sağlamakta ve B hücreleri de antikör üreterek, inflamatuvar ve otoimmün reaksiyonunun başlatılmasına neden olmaktadır (Metin, 2016). Sonuçta oluşan otoimmün inflamatuvar yanıt villus atrofisi (ince bağırsakta absorpsiyonu sağlayan çıkıntılarının kısalıp yok olarak düzleşmesi) kript hipertrofisi (ince bağırsakta absorpsiyonu sağlayan çıkıntılarının yüzeyindeki kript hücrelerinin kalınlaşması) ve ince bağırsak yüzey epitelinin hasarına neden olmaktadır (Maiuri vd., 2003). İnce bağırsak mukozasında meydana gelen kronik inflamasyon da emilim yüzeyinde azalma ve sindirim enzimlerinin yetersizliğine neden olarak malabsorpsiyona yol açmaktadır (Reilly, Fasano ve Green, 2012; Rubio-Tapia vd., 2013). Tüm bunlar da tedavi edilmezse malnütrisyon ve malignite gibi ciddi sağlık sorunlarını beraberinde getirebilmektedir (Metin, 2016).

Çölyak hastalığının klinik bulguları her yaş döneminde ortaya çıkabilmekte (Tovoli vd., 2015) ve çeşitlilik göstermektedir (Green, Lebwohl ve Greywoode, 2015). Klinik

bulgular, ince bağırsaktaki tutulumun yerine (sıklıkla proksimal bölgede) ve uzunluğuna göre değişmekte (Halfdanarson, Litzow ve Murray, 2007) ve bazı kişilerde bağırsağın tamamını tutabilmektedir (Aydoğdu ve Tümçör, 2005). Esas sorun ince bağırsaklarda olmasına rağmen bu durum tüm sistemleri etkileyebilmekte (Halfdanarson, Litzow ve Murray, 2007) ve çölyak hastalığında klinik bulgular Tablo 2.2’de gösterilmektedir. Çocuklar ve yetişkinlerde görülen klinik bulgular farklılık gösterebilmektedir (Serin ve Akbulut, 2017). Çocuklarda belirtiler, gluten içeren gıdaların beslenmeye eklenmesiyle erken yaşta başlar ve karın şişliği, kronik ishal ve büyüme geriliği gibi klasik bulgularla karakterizedir (Rodrigo-Sáez vd., 2011). Yetişkinlerde ise tekrarlayan karın ağrısı, bulantı, kusma, ağırlık kaybı, steatore ve/veya kronik ya da aralıklı diyare gözlenmekte (Lowth, 2014) ve yetişkin çölyak hastaları klasik bulgular dışında gastrointestinal sistem dışı daha farklı bulgularla da karşılaşabilmektedir (Ün ve Aydoğdu, 2003).

Tablo 2.2: Çölyak Hastalığında Klinik Bulgular

Gastrointestinal Bulgular	
Erken Başlangıç	Geç Başlangıç
2 yaş altı, kronik ishal/ yağlı dışkı, iştahsızlık, kilo alamama, abdominal distansiyon, kas erimesi, apati/ huzursuzluk, hipotoni	Çocukluktan erişkin döneme kadar her yaş, ishal veya cıvık dışkı (değişken/aralıklı), bulantı/ kusma, dispepsi, tekrarlayan karın ağrısı, ağırlık kaybı, kabızlık
Gastrointestinal Sistem Dışı Bulgular	
Kas- iskelet Sistemi	Nöro-Psikiyatrik
Kısa boy, rikets, osteoporoz, diş mine tabakası bozuklukları, artrit, miyopati	Serebral kalsifikasyonla birlikte olan epilepsi, serebellar ataksi, periferik nöropati, anksiyete, depresyon, demans, şizofreni, dikkat eksikliği, baş ağrısı
Üreme Sistemi	Hematolojik
Geciken ergenlik, amenore, infertilite	Anemi (demir/folat/B ₁₂ eksikliği), lökopeni, trombositopeni, E veya K vitamin eksikliği
Mukoza- Deri	Diğer
Dermatitis herpetiformis, tekrarlayan aftöz stomatit, vaskülit	Karaciğer enzim yüksekliği ve kronik hepatit, açıklanamayan ağırlık kaybı, yorgunluk, zayıflık, saç dökülmesi

Kaynak: Farrell ve Kelly, 2002; Hill vd., 2005

Çölyak hastalığı klinik bulgularına göre farklı şekillerde (klasik, atipik, sessiz, potansiyel ve latent) sınıflandırmaktadır (Özkaya ve Özkaya, 2018). Daha çok küçük çocuklarda görülen klasik çölyakta (Kuloğlu, 2014) serolojik testler pozitif

biyopsideki patolojik değişimler ise klasiktir (Yönel ve Özdil, 2014). Büyüme geriliği, ishal, kusma, karın şişliği ve karın ağrısı gibi gastrointestinal sistemde meydana gelen tipik bulgulardan oluşmakta ve glutensiz diyet tedavisi ile bulgulara gerileme gerçekleşebilmektedir (Ravikumara, Tuthill ve Jenkins, 2006; Lindfors, Koskinen ve Kaukinen, 2011; Husby vd., 2012; Yönel ve Özdil, 2014). Atipik çölyakta da serolojik testler pozitif biyopsideki patolojik değişimler ise klasiktir (Yönel ve Özdil, 2014). Ancak daha çok büyük çocuklarda ve yetişkinlerde görülür ve gastrointestinal sistem dışı bulgularla karakterizedir (Ravikumara, Tuthill ve Jenkins, 2006; Husby vd., 2012; Demirçeken, 2011). Sessiz çölyakta serolojik testler pozitif biyopsi bulguları ise çölyak hastalığı ile uyumludur (Yönel ve Özdil, 2014). Ancak hastalarda herhangi bir klinik bulgu ve şikâyet bulunmamakta ya da hafif seyrettiğinden gözden kaçabilmektedir (Ravikumara, Tuthill ve Jenkins, 2006). Bu nedenle glutensiz diyet tedavisine başladıklarında hastalar kendilerini daha iyi hissedebilmektedir (Husby vd., 2012; Fasano ve Catassi, 2001). Potansiyel çölyak hastalığında serolojik testler pozitif biyopsi bulguları ise negatiftir (Yönel ve Özdil, 2014). Çölyak riski taşıyan bu kişilerin gluten alımına devam etmeleri durumunda biyopsi bulguları da çölyak ile uyumlu çıkabileceğinden (Husby vd., 2012) kişilerin takip edilmesi gerekmekte (Kuloğlu, 2014) ve septomatik ya da asemptomatik olarak görülebilmektedir (Husby vd., 2012). Benzer şekilde latent çölyakta semptomatik ya da asemptomatik olarak gelişebilmektedir. Çölyak hastalığına genetik yatkınlığı bulunan (HLA varlığı) ancak enteropati bulunmayan bu grupta hastalığa özgü antikorlar pozitif veya negatif olabilmektedir (Husby vd., 2012). Bu nedenle latent çölyak olarak isimlendirilmektedir.

Çölyak hastalığı tipik bulgularla ortaya çıkabildiğı gibi bazen de hiçbir belirti vermemektedir. Bu durum hastalığın teşhisini zorlaştırmakta ve yıllarca fark edilememesine neden olabilmektedir. Bu nedenle çölyak hastalığı açısından riskli kişiler ile çölyak hastalığını destekleyen klinik semptomlara sahip kişilerin çölyak hastalığı yönünden mutlaka incelenmesi gerekmektedir (Ertem, 2017). Tanıda ilk basamak çölyak hastalığına özgü serolojik testlerdir (Yönel ve Özdil, 2014). Bu testlerle bağırsak mukozasındaki endomisyum ve transglutaminaz gibi yapısal proteinlere ve gluten bileşimindeki gliadine karşı gelişen antikorlar aranmaktadır (Lebwohl vd., 2012). Bu nedenle testlerin güvenilir sonuçlar verebilmesi için gluten içeren ürünler tüketilirken yapılması gerekmektedir (Ertem, 2017; Kuloğlu, 2014).

Bağırsak mukozasındaki yapısal proteinlere karşı gelişen antikorlar anti- endomisyum (EMA) ve anti-doku transglutaminaz (tTG) antikorlarıdır (Ertem, 2017) ve bunların incelendiği EMA- IgA ve tTG -IgA en duyarlı serolojik testlerdir (Bürgin-Wolff vd., 1991; Sulkanen vd., 1998). İkisi arasında en duyarlı test her ne kadar immüno Floresan yöntemi ile bakılan EMA testi olsa da (Hill vd., 2005) daha kolay ve ucuz olması nedeniyle anti-tTG IgA antikoruna EMA' ya göre daha çok tercih edilmekte (Ertem, 2017) ve EMA testi çok gerekli olmadıkça uygulanmamaktadır (Kuloğlu, 2014). Bu nedenle günümüzde çölyak hastalığını araştırmak için önerilen ilk test anti-doku transglutaminaz (tTG) IgA'dır (Husby vd., 2012). Ancak çölyak hastalarında sıklıkla selektif IgA yetersizliği olabilmekte bu durumda IgA sonuçları hatalı çıkmakta ve immünoglobulin G (IgG) sonuçları dikkate alınmaktadır (Lebwohl vd., 2012). Bu nedenle bu testlerin tümünde IgA ve IgG antikorlarının birlikte istenmesinde fayda vardır. Gliadine karşı oluşan antikorlar ise anti deaminated gliadin peptit (DGP) ve antigliadin antikorlarıdır (Lebwohl vd., 2012). 2 yaş altındaki çocuklarda, EMA ve anti-tTG antikorlarının güvenilirliği düşük DGP antikorlarının tanısal değeri ise EMA ve anti-tTG antikorlarına göre yüksektir (Barbato vd., 2011). Bu nedenle DGP antikorlarının özellikle 2 yaşın altındaki çocuklarda kullanılması önerilmektedir (Husby vd., 2012). Antigliadin antikorlarının ise düşük sensitivite ve spesifiteleri sebebiyle çölyak tanısında kullanılmaması önerilmekte (Prince, 2006; Sugai vd., 2006) ve çölyak tanısında kullanılan serolojik testlerin güvenilirliği Tablo 2.3'te gösterilmektedir (Yönel ve Özdi, 2014).

Tablo 2.3: Çölyak Tanısında Kullanılan Serolojik Testlerin Güvenirliği

Test	Sensitivite (%)	Spesifite (%)
Anti-gliadin IgG	75-85	75-90
Anti-gliadin IgA	80-90	85-90
Deamine anti-gliadin antikorları	94	97
Doku transglutaminaz IgA	90-98	95-97
Anti-endomisyal antikor IgA	85-98	95-97

Kaynak: Yönel ve Özdi, 2014

Genetik yatkınlığı gösteren HLA-DQ2 ve DQ8 doku tipleri de tanıyı desteklemekte (tek başına HLA- DQ2 pozitifliği %91 duyarlılığa sahipken HLA-DQ8 ile birlikte bu

oran %96'ya çıkmakta) ancak yüksek maliyetleri nedeniyle seçili vakalar haricinde tercih edilmemektedir (Buran, Sülükçü ve Kasap, 2017; Ertem, 2017).

Çölyak hastalığı tanısında altın standart olarak ince bağırsak biyopsisi kullanılmaktadır (Ertem, 2017). Serolojik testler pozitif veya serolojik testler negatif ama klinik olarak güçlü bir şüphe mevcutsa tanının kesinleştirilmesi için ince bağırsak biyopsisi yapılmaktadır (Husby vd.,2012; Yönel ve Özdil, 2014). Doğru tanı koymak için biyopsinin çoklu örnek alınarak ve hasta gluten içeren diyetle beslenmeye devam ederken yapılması gerekmektedir (Caio vd., 2019; Ensari, 2010). Çölyak hastalığına ait tipik biyopsi bulguları vilus atrofi, kript hiperplazisi ve intraepitelyal lenfosit artışından oluşmakta (Ensari, 2010) ve modifiye Marsh sınıflaması ile tanı kesinleştirilmektedir (Villanacci vd., 2011). Modifiye Marsh sınıflamasında histolojik kriterlerin varlığı Tablo 2.4'te gösterilmektedir (Rubio-Tapia vd., 2013).

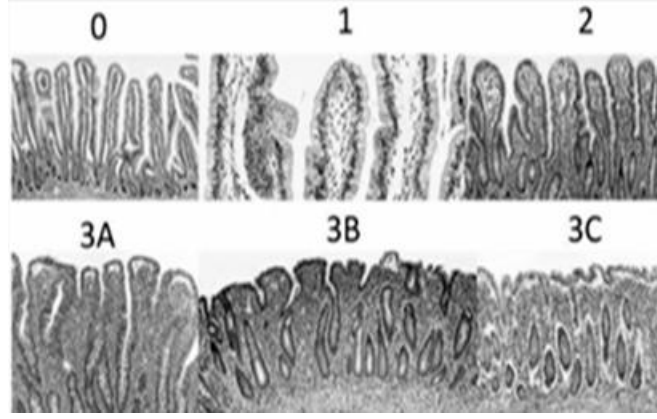
Tablo 2.4: Modifiye Marsh Sınıflamasında Histolojik Kriterlerin Varlığı

Modifiye Marsh	Histolojik Kriterler		
	İntraepitelyal lenfosit artışı*	Kript hiperplazisi	Villus atrofi
Evre 0	Yok	Yok	Yok
Evre 1	Var	Yok	Yok
Evre 2	Var	Var	Yok
Evre 3a	Var	Var	Var (kısmi)
Evre 3b	Var	Var	Var (subtotal)
Evre 3c	Var	Var	Var (total)

* Her yüz adet eritrosite karşılık 40'tan fazla intraepitelyal lenfosit

Kaynak: Rubio-Tapia vd., 2013

Modifiye Marsh evrelemesine göre, ince bağırsakta meydana gelen mukozal hasarın görüntüleri de Şekil 2.4'te gösterilmekte (Ertem, 2017) ve Marsh-3 (a,b,c) evresi ile çölyak hastalığının tanısı kesinleşmektedir (Aydoğdu ve Tümçör, 2005; Kuloğlu, 2014).



Şekil 2.4: Modifiye Marsh Sınıflamasına Göre İnce Bağırsaktaki Mukozal Hasar Görüntüleri

Kaynak: Ertem, 2017

Biyopsi yapıp tanı kesinleştirildikten sonra çölyak hastalığının tedavisine başlanmalıdır (Metin, 2016). Çölyak hastalığının kanıtlanmış tek tedavisi ömür boyu sürecek glutensiz diyet uygulamasıdır (Pietzak ve Kerner Jr, 2012; Demirçeken, 2011). Başlangıçta glutensiz diyet tedavisinin yanında eksikliği olan vitamin ve minerallerin (başlıca B₁₂ vitamini, D vitamini, folik asit, demir, çinko ve kalsiyum) de nutrisyonel destek tedavisi yapılmalıdır (Hopper vd., 2007; Kupper, 2005; Demirçeken, 2011). Ayrıca intestinal mukozadaki ağır hasara bağlı olarak gelişebilecek laktoz ve fruktoz intolerasına karşı ilk haftalarda düşük laktoz ve fruktoz içeren diyet yapılarak süt ve süt ürünleri ile meyve ve meyve sularından kaçınılmalı (Green ve Cellier, 2007) gastrointestinal sistem normale dönünceye kadar bu şekilde devam edilmelidir (Metin, 2016).

Glutensiz diyet tedavisine kesin ve net bir şekilde uyulması hastalığın seyri açısından (immün ve inflamatuvar yanıtın azalması, semptomların düzelmesi gibi) büyük önem taşımaktadır (Demirçeken, 2011; Metin, 2016). Bu nedenle buğday, arpa ve çavdarın diyetten tamamen çıkarılması gerekmektedir (Rubio- Tapia vd., 2013; Theethira ve Dennis, 2015; Makharia, 2014). Günde 50 mg gluten dahi (yaklaşık 3 aylık bir sürede) hastaların intestinal mukozasında hasara neden olmakta (Ertem, 2017) ve katı bir glutensiz diyet (günlük alınabilecek gluten miktarı 20 mg'dan daha az / 1 ince dilim ekmeğin %1'i kadar) uygulamasını gerektirmektedir (Kaukinen vd., 2008). Tanı aldıktan sonra katı glutensiz diyet uygulamasına geçen hastalarda tedavinin klinik bulgulara etkisi çok hızlı olmakta (Metin, 2016) ve ilk 2 hafta içinde semptomlarda %70 azalma gerçekleşmektedir. Çölyak hastalarında glutensiz diyetle uyum anti

transglutaminaz antikorları takip edilerek değerlendirilmekte (Lerner, Jeremias ve Matthias, 2017) ve glutensiz diyetle devamlılıkla birlikte 6 ay içinde serolojik testlerde düzelme, 6-24 ay arasında ise histolojik bulgulara iyileşme gerçekleşebileceği bildirilmektedir (Makharia, 2014; Hill vd., 2005). Ancak refrakter (dirençli) çölyak gibi glutensiz diyetle yanıt vermeyen veya geçici yanıt veren bazı hastalara inflamatuvar ve immünolojik reaksiyonları baskılamak için steroid veya immün supresif ilaçlar verilerek fayda sağlanabilmektedir (Al-Toma, Verbeek ve Mulder, 2007; Metin, 2016).

Glutensiz diyetle geçiş yapılmayan ya da glutensiz diyeti uygulamakta sorun yaşayan hastalarda ise büyüme ve gelişme geriliği, makro ve mikro besin ögesi eksiklikleri, anemi, eklem ve kas ağrısı, osteoporoz, infertilite gibi pek çok sağlık sorunu görülebilmekte (MacCulloch ve Rashid, 2014; Ciacci vd., 1996) ve uzun dönemde ince bağırsak adenokarsinom ve intestinal lenfoma gibi ciddi komplikasyonlarda ortaya çıkabilmektedir (Ludvigsson, 2012). Bununla birlikte diyetle uymayan bazı kişilerde, acil müdahale gerektiren akut çölyak krizi ya da gliadin şoku (şiddetli diyare, sıvı- elektrolit kaybı, dehidratasyon ve metabolik asidoz ile karakterize) olarak adlandırılan ölümle sonuçlanabilecek kadar ağır bir tablo görülebilmektedir (Mones vd., 2007). Bu nedenle çölyak tanısı aldıktan hemen sonra hastalar uzman bir diyetisyene yönlendirilmelidir (Özkaya ve Özkaya, 2018). Diyetisyen tarafından ayrıntılı bir glutensiz beslenme planı oluşturularak hastalara gizli gluten kaynakları ve diyetle uyumsuzluk durumunda oluşabilecek komplikasyonlar hakkında bilgi verilmeli ve hastalar hem doktor hem de diyetisyen tarafından belirli aralıklarla değerlendirilerek ömür boyu takip altına alınmalıdır (Serin ve Akbulut, 2017).

2.2.2. Gluten Ataksisi

Gluten ataksisi, genetik yatkınlığı olan kişilerde gluten tüketimi ile tetiklenen ve beyincikte hücre hasarına neden olan otoimmün bir hastalıktır (Albernaz vd., 2019; Akhondi ve Ross, 2022; Hadjivassiliou vd., 2003). Glutenle ilişkili en sık görülen nörolojik disfonksiyondur (Wilkinson vd., 2005) ve çölyak hastalığında nörolojik olarak görülen temel belirti olduğu düşünülmektedir (Hadjivassiliou vd., 2003). Bununla birlikte yapılan çalışmalara göre çölyakta olduğu gibi gluten ataksisinde de HLA-DQ2 pozitifliği anlamlı şekilde yüksektir ve bu durum iki hastalık arasında pozitif bir ilişki olabileceğini göstermektedir (Zubillaga vd., 2002; Hadjivassiliou vd., 2003).

Gluten ataksisinin oluşumunda, genetik olarak glutene duyarlı kişilerde glutenin sindirimi ile yanlışlıkla salınan ve beynin bir kısmına (özellikle beyinciğe) saldıran antikorların etkili olduğu düşünülmektedir (Hadjivassiliou, Sanders ve Aeschlimann, 2015). Bu T lenfosit immun yanıt aracılı antikorlar, esas olarak Purkinje hücrelerini etkilemekte ve beyin sapı, pons ve beyinciğin damar çevresinde birikmektedir (Hadjivassiliou vd., 2010). Genellikle 50 yaşından sonra görülen bu hastalığın (Hadjivassiliou, Sanders ve Aeschlimann, 2015) seyri yavaş ilerlemekte (Hernández-Lahoz vd., 2014) semptomları ise diğer ataksilerle benzemektedir (Hadjivassiliou vd., 2003). Bu semptomlar arasında yürüme ataksisi, alt ve üst ekstremitate ataksisi ve oküler bulgular bulunmakta (Hadjivassiliou vd., 2003) ve bazı olgularda beyincikte meydana gelen hasar geri dönüşümsüz olduğundan sakatlıklar görülebilmektedir (Albernaz vd., 2019; Akhondi ve Ross, 2022). Özellikle tanıdaki gecikme bu geri dönüşümsüz hasara yol açmakta bu nedenle erken tanı son derece önem taşımaktadır (Özbek, 2015). Tanıdaki en iyi yaklaşım belirsiz olduğundan ve pek çok neden ile ilişkilendirilebildiğinden bu hastalığın tanısını koymak kolay değildir. Ancak gluten ataksisi antigliadin antikorlarının (AGA-IgA ve AGA- IgG) varlığı ile birliktelik göstermekte (Christensen vd., 2019) bu durumda hastalığın teşhis edilmesinde kolaylık sağlayacak belirteçleri sunmaktadır (Hadjivassiliou vd, 2003). Bununla birlikte bu hastalığa sahip kişiler üzerinde yapılmış çalışmalar beynin anti-tTG antikorları sunduğunu göstermekte ve serumda anti-transglutaminaz ve anti-transglutaminaz 6 (anti-tTG ve anti-TG6) antikorlarının bulunması ile gluten ataksi tanısı desteklenmektedir (Hadjivassiliou vd, 2003). Ayrıca hastalığın teşhisinde manyetik rezonans görüntüleme de kullanılabilmekte ve sonuçların yaklaşık %60'ında orta derecede serebellar atrofinin olduğu görülmektedir (Ghezzi vd., 1997).

Gluten ataksi tanısı koyduktan sonra yapılması gereken hastanın diyetinden gluten içeren yiyeceklerin çıkarılmasıdır (Hadjivassiliou vd, 2003). Bu hastalık glutenli yiyeceklerin tüketimi ile ortaya çıkmakta, gluten yoksunluğu ile iyileşmekte ve glutenin tekrar tüketilmesi ile yeniden görülebilmektedir (Al-Toma vd., 2019). Bu nedenle hastalığın iyileşebilmesi ve ilerlemesinin engellenebilmesi için sıkı bir glutensiz diyet uygulaması gerekmektedir (Hadjivassiliou, Sanders ve Aeschlimann, 2015; Hadjivassiliou vd., 2008). Bununla birlikte gluten ataksili kişilerde enteropati her zaman görülen bir durum değildir (Akhondi ve Ross, 2022) ve hastaların tanıda

istenen antikorları pozitifse enteropati olmasa da glutensiz diyet tedavisinin yapılması gerekmektedir (Özbek, 2015).

2.2.3. Dermatitis Herpetiformis

Dermatitis herpetiformis (DH), ilk kez 1884 yılında Amerikalı dermatolog Luis Duhring tarafından tanımlanan (Antiga vd., 2019) ve Duhring hastalığı olarak da bilinen (Prasant, 2014) bir deri rahatsızlığıdır (Caproni vd., 2009). Herhangi bir yaşta görülebilen bu hastalık genellikle erişkin dönemde (30-40 yaş arası) ortaya çıkmakta çocukluk döneminde ise nadir görülmektedir (Al-Toma vd., 2019; Reunala, Hervonen ve Salmi, 2021). Ayrıca kadınlara göre erkekleri biraz daha fazla etkilediğinden erkeklerde daha sık görülmektedir (Reunala, Hervonen ve Salmi, 2021; Salmi vd., 2011; West vd., 2014). Çölyakta olduğu gibi dermatitis herpetiformiste de genetik faktörler önemli rol oynamaktadır (Caproni vd., 2009). Ailesel çalışmalar, DH'li bir kişinin birinci derece akrabalarının %5'inin DH'li olacağını göstermekte (Sapone vd., 2012) ve bu hastalığa sahip kişilerin neredeyse tamamı (hastaların %90'ı) insan lökosit antijen (HLA-DQ2 veya HLA-DQ8) genlerini taşımaktadırlar (Akhondi ve Ross, 2022; Salmi, 2019). Bu genlerden HLA-DQ2 ile hastaların %80-90'ı arasında HLA-DQ8 ile de hastaların %10-20'si arasında güçlü bir bağ bulunmaktadır (Caproni vd., 2009).

Dermatitis herpetiformis, çölyak gibi glutene duyarlı bireylerde görülmekte ve vücudun glutene tepki olarak oluşturduğu oto antikorların deri altında birikmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. (Diba, Kartika ve Salfitri, 2019; Salmi, 2019). Glutene maruz kaldıktan sonra üretilen anti-tTG antikorları, DH'deki birincil antijen olan ve yapı olarak tTG'ye homolog olan epidermal transglutaminazı (eTG) tanımaktadırlar (Clarindo vd., 2014). Bu cilt antijenine karşı oluşan IgA antikorlarının papiller dermiste birikmesi (Caproni vd., 2009; Prasant, 2014) sonucunda DH adı verilen lezyonlar oluşmakta ve başka immünolojik reaksiyonlar tetiklenmektedir (Sapone vd., 2012). Bu nedenle otoimmün bir hastalık olarak kabul edilen DH (Karpati, 2012) kafa derisi, sırt, omuz, dirsek, diz ve kalçada simetrik olarak görülen (Alonso-Llamazares, Gibson ve Rogers, 2007) kaşıntılı ve kızarık kabarcıklarla karakterizedir (Collin vd., 2016). Yüz ve kasıkta da görülebilen bu lezyonların oluşumundan önce yanma hissi oluşabilirken (Alonso-Llamazares, Gibson ve Rogers, 2007) sonrasında ise soyulmalar ve hiperpigmentasyon gerçekleşebilmektedir (Caproni vd., 2009). Dermatitis herpetiformis, çölyak hastalığının ekstra intestinal bulguları arasında yer almakta (Antiga vd., 2019; Akhondi ve Ross, 2022) ve çölyak hastalarının yaklaşık %10'unu

etkilemektedir (Bolotin ve Petronic-Rosic, 2011). Bu nedenle çölyak hastalığının da belirtisi olabilmekte (Collin vd., 2016) ve bu hastalığa sahip kişilerin %20'sinden azında çölyak belirtileri görülebilmektedir (Alonso-Llamazares, Gibson ve Rogers, 2007). DH'li hastaların çoğunda da çölyakta olduğu gibi enteropati bulunmakta (Hadjivassiliou vd., 2003) ancak çölyak hastalığından farklı olarak gastrointestinal semptomlar ve emilim bozuklukları nadiren görülmektedir (Reunala, Salmi ve Hervonen, 2015; Collin vd., 2016). Bu nedenle hastalar deri belirtilerinden şikâyet etmekte altta yatan ince bağırsak problemlerinin farkında olmamaktadır (Karpati, 2012).

DH, papiller dermiste granüler immünoglobulin A (IgA) birikimi ile görüldüğünden (Reunala, Hervonen ve Salmi, 2021) papiller IgA ve mümkünse DH otoantijeni transglutaminaz 3 (TG3) birikimi için serolojik testler, deri histolojisi ve doğrudan immünofloresan yöntemi kullanılarak DH tanısı konmaktadır (Karpati, 2012; Caproni vd., 2009). DH'de tanı için yapılan serolojik testler (tTG IgA ve EMA IgA) pozitif çıkmakta (Salmi, 2019) özellikle epidermal transglutaminaz antikorları hastaların %90'ından fazlasında pozitif olmaktadır (Rose vd., 2009). DH hastalarının çoğunda (%75) villus atrofi bulunmakta (Salmi, 2019) ve bu hastalık bağırsak hasarı olsun veya olmasın glutene duyarlı olduğundan glutensiz diyet uygulaması gerektirmektedir. Bu nedenle de gastrointestinal belirtiler belirgin olmadığı sürece DH için intestinal biyopsiye gerek görülmemektedir (Sapone vd., 2012). Dermatitis herpetiformiste tüm hastalar için glutensiz diyet tedavisi tercih edilmekte ve ömür boyu sıkı bir şekilde uygulanması gerekmektedir (Reunala, Hervonen ve Salmi, 2021). Glutensiz diyetle gastrointestinal semptomlar kısa bir sürede azalabilmekte ancak deri semptomlarını yok etmek ortalama iki yılı bulabilmektedir (Caproni vd., 2009). Bu nedenle deri semptomlarını hızla kontrol altına almak için başlangıçta ilaç tedavisi de uygulanmakta (Collin vd., 2016; Reunala, Hervonen ve Salmi, 2021) ve bu tedavinin birkaç aydan 2 yıla kadar uygulanması gerekebilmektedir (Paek, Steinberg ve Katz, 2011).

2.2.4. Buğday Alerjisi

1906 yılında Avustralyalı pediatrist Clemens von Pirquet tarafından ilk kez kullanılan alerji terimi, vücudun bir alerjen veya antijene karşı gösterdiği abartılı immün yanıt olarak tanımlanmaktadır (Karakılıç vd., 2014). Tahıl tüketme alışkanlığına sahip ülkelerde sıklıkla görülen buğday alerjisi (Pasha vd., 2016) ise immün sistemin buğday

proteinlerine karşı gösterdiği tepki olarak tanımlanmaktadır (Pietzak ve Kerner Jr, 2012). Buğdayın içerisinde ise 100'den fazla protein bulunmakta ve içlerinden bazıları (alfa- amilaz tripsin inhibitörü gibi bir glikoprotein) alerjen etki göstererek alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır (Alpat ve Bilgin, 2018). Gluten dışındaki farklı buğday bileşenleri de bu hastalığın oluşumuna neden olduğundan (Taraghikhah vd., 2020; Pasha vd., 2016; Marchioni Beery ve Birk, 2015) buğday alerjisinin çölyak hastalığı veya gluten hassasiyeti ile karıştırılmaması gerekmektedir (Karakılıç vd., 2014). Aynı zamanda buğday alerjisi; en sık görülen altı besin alerjisi arasında yer almakta (Pasha vd., 2016; Inomata, 2009) dünyadaki prevalansının %0,4 olduğu tahmin edilmekte ve özellikle çocuklarda görülmektedir (Biesiekierski, 2017).

Alerjik hastalıkların pek çoğu immünoglobulin E (IgE) antikorlarına bağlı mekanizmalar aracılığı ile oluşmaktadır. Normalde vücuda alınan bir alerjen veya antijen antikorlar tarafından sindirilirken alerjik bir durumun varlığında makrofajlarda kısmen sindirilmekte ve vücut tarafından emilemeyen kısım lenfositlere geçmektedir. Bir dizi reaksiyon sonucu bazı özel dokularda serum antikorları üretilmekte ve bu antikorlar da klinik belirtilerin oluşmasına neden olmaktadır (Karakılıç vd., 2014). Besin alerjilerinde en çok görülen klinik tablo IgE antikorlarına bağlı aşırı duyarlılık reaksiyonudur. Buğday alerjisinin oluşumunda da esas olarak IgE antikorları etkilidir (Sümer vd., 2015) ve buğday hem IgE hem de IgE olmayan immün yanıtları aktive etmektedir. Bu nedenle buğday alerjisi, buğday tüketiminden hemen sonra görülen IgE aracılı veya IgE aracılı olmayan klinik bir tablodur (Cianferoni, 2016).

IgE aracılı buğday alerjisi, buğdayın tüketilmesi, solunması ya da cilt ile temas etmesi ile ortaya çıkabilmekte (Cianferoni, 2016) ve tanısı ayrıntılı bir klinik öykü, fizik muayene ve uygun testlerin yapılması (cilt prick testi ve serum IgE ölçümü) ile gerçekleşmektedir (Sicherer ve Sampson, 2018). Bu alerjik reaksiyonun önlenmesi için buğday ve ürünlerinin diyetten tamamen çıkarılması ve ürün etiketlerindeki içeriklerin detaylı bir şekilde okunması gerekmektedir (Cianferoni, 2016).

IgE aracılı buğday alerjisinde buğdaya maruz kalma şekline göre farklı semptomlar ortaya çıkmaktadır (Leonard vd., 2017). Fırıncı astımı olarak bilinen hastalık çalışma ortamında bulunan buğday ununun solunması ile ortaya çıkmakta ve fırın işçilerinin %0,03-0,24'ünü etkilemektedir (Quirce ve Diaz-Perales, 2013; Kim vd., 2010; Brant, 2007). Bu kişiler çiğ buğday unu bulaşan ürünleri tükettiklerinde reaksiyon gösterebilirken pişmiş buğday tükettiklerinde semptom göstermezler (Armentia vd.,

2009; Elli vd., 2015). Bu nedenle kişilerin buğday ununa maruz kalmaması gerekmektedir (Cianferoni, 2016). IgE aracılı buğday alerjisinin özel bir türü olan (Sabença vd., 2021) ve buğday tüketiminden sonra yoğun egzersiz yapıldığında ortaya çıkan egzersize bağlı buğday alerjisi (Christensen vd., 2019) baş ağrısı, göğüs ağrısı, nefes darlığı, ses kısıklığı, disfaji, bulantı, ishal, kızarma, kaşıntı, anjiyoödem gibi semptomlara (Sharma vd., 2020; Scherf vd., 2016) ve hatta anafilaksi gibi ciddi reaksiyonlara neden olabilmektedir (Cianferoni, 2016). Bu nedenle egzersizlerini yalnızca buğday veya buğday içeren ürünlerin tüketiminden 6 saat sonra yapmaları gerekmektedir (Scherf vd., 2016). Buğday tüketiminden kaynaklı anafilaksiye glutende bulunan omega-5-gliadinin neden olduğu tespit edildiğinden (Le vd., 2016) egzersize bağlı buğday alerjisi tanısında omega-5-gliadin testi de kullanılmakta (Cianferoni, 2016; Scherf vd., 2016) ve hastalığı önlemenin en güvenilir yolu glutensiz diyet olarak belirtilmektedir (Scherf vd., 2016).

IgE aracılı olmayan buğday alerjisi ise genellikle buğday tüketiminden 2 saat sonra ortaya çıkmakta ve tipik belirtileri arasında hazımsızlık, ishal, kusma, baş ağrısı (alerjen tüketiminden saatler veya günler sonra ortaya çıkabilir) ve eklem ağrısı yer almaktadır (Taraghikhah vd., 2020). Gastrointestinal sistem, antijenlerin dolaşıma geçmesini önleyecek koruyucu mekanizmalara sahip olsa da besin antijenleri dolaşıma girerek tüm vücuda yayılabilmektedir (Karakılıç vd., 2014; Le vd., 2016). Başlıca belirtiler gastrointestinal sistemde meydana gelmekte ve eozinofiller gastrointestinal sisteme sızdığında ortaya çıkan eozinofilik özofajit veya eozinofilik gastrit ile kuvvetli bir ilişkisi bulunmaktadır (Cianferoni, 2016). Bu nedenle bazı durumlarda teşhis için özofagogastroduodenoskopi yapılması gerekmekte (Cianferoni, 2016; Prussin, 2014) tedavi için ise alerjiye neden olan antijenler diyetten çıkarılmaktadır (Liacouras vd., 2011; Greenhawt vd., 2013).

2.2.5. Gluten Hassasiyeti

İlk kez 1980 yılında tanımlanmış olan gluten hassasiyeti (Cooper vd., 1980) gluten tüketimiyle ilişkili ancak çölyak ve buğday alerjisi gibi otoimmün veya alerjik mekanizmaların olmadığı, çölyak dışı gluten duyarlılığı ya da gluten intoleransı olarak da bilinen (Ermiş ve Koç, 2014; Ludvigsson vd., 2013) klinik bir tablodur (Nejad vd., 2012). Gluten hassasiyetinin genel popülasyondaki prevalansı net olarak bilinmemekle (Catassi vd., 2013; Volta vd., 2012) birlikte %0,6-6 arasında olduğu tahmin edilmekte (Mansueto vd., 2014) ve çölyak hastalığında olduğu gibi tanı alan hasta sayısı az olsa

da nadir görülen bir hastalık olmadığı hatta prevalansının çölyaktan daha fazla olabileceği düşünülmektedir (Lionetti vd., 2015; Aziz vd., 2011). Herhangi bir yaşta görülebilen bu rahatsızlık (Capili, Chang ve Anastasi, 2014) özellikle 30-50 yaş arası yetişkinlerde daha sık görülmekte (Sürmeli ve Karabudak, 2019) ve bu sıklığın %3-6 arasında olduğu tahmin edilmektedir (Leonard vd., 2017). Ayrıca erkeklere göre kadınlarda daha sık görülürken çocuklarda çok sık görülmemektedir (Capili, Chang ve Anastasi, 2014; Francavilla vd., 2018).

Gluten hassasiyetinin patogenezi tam olarak bilinmemekle birlikte buğday ve ilgili diğer tahıllardaki gluten ve gluten olmayan protein bileşenlerinin doğuştan gelen bağışıklık yanıtı ve bağırsak geçirgenliğini tetikleyerek hastalığın gelişimini etkilediği düşünülmektedir (Capili, Chang ve Anastasi, 2014; Elli, Roncoroni ve Bardella, 2015; Nijeboer vd., 2013). Hastalığın gelişiminde buğday alerjisinde olduğu gibi alerjik reaksiyonlar görülmemekte (Sapone vd., 2010) çölyaktan farklı olarak glutene karşı adaptif değil doğuştan gelen immün yanıt oluşturulmakta (Sapone vd., 2012; Sapone vd., 2010) ve ince bağırsak mukozal bariyeri korunmaktadır (Sapone vd., 2010). Bu nedenle doğuştan gelen bağışıklıkta önemli rol oynayan toll-like reseptörlerin (TLR) ekspresyonu gluten hassasiyetinde artarken (Sapone vd., 2011) çölyak hastalarında normal düzeylerdedir. Adaptif bağışıklık belirteçlerinden interlökin-6 ve interlökin-21 düzeyleri ise çölyak hastalarında yüksek çıkarken gluten hassasiyetinde normal çıkmaktadır (Sapone vd., 2010). Glutenin bol olduğu tahıllarda yüksek miktarda bulunan amilaz tripsin inhibitörleri, çölyak hastalığında sitokinlerin salınımına neden olurken gluten hassasiyetinde ise doğal bağışıklık sisteminin TLR-4 yolağı tetikleyicisidir (Sapone vd., 2010; Lionetti vd., 2017; Elli vd., 2015). TLR-4 yolağı aktive olunca çölyakta olduğu gibi inflamasyona neden olan sitokinler de salındığından bu inhibitörler bağırsak inflamasyonunun artmasında da etkili olmaktadır (Biesiekierski vd., 2013; Zavallos vd., 2017). Bunun dışında bağırsak geçirgenliğinin düzenlenmesinde etkili zonulin adı verilen bir protein de genetik olarak duyarlı kişilerde gluten tüketimi ile sindirilmemiş peptitlerin epitel bariyerden geçişine neden olmakta ve interlökin-8 üretimi ile gluten toleransının kaybına yol açmaktadır (Leonard vd., 2017). Gluten hassasiyetinin semptomları ise gluten alımından saatler ya da günler sonra ortaya çıkmakta ve çölyak hastalığı ile buğday alerjisine benzer belirtiler göstermektedir (Leonard vd., 2017). Aynı zamanda irritabl bağırsak sendromunda görülen karın ağrısı, şişkinlik, ishal, kabızlık ve bağırsak düzensizliği

gibi gastrointestinal semptomlar görülmektedir (Sümer vd., 2015). Bunların dışında yorgunluk, zihin bulanıklığı, baş ağrısı, kol ve bacaklarda uyuşma, kas ve eklem ağrısı, anemi, dermatit ve depresyon gibi ekstraintestinal semptomlarda görülebilmektedir (Henggeler, Veríssimo ve Ramos, 2017).

Gluten hassasiyeti için kabul görmüş tanı kriterleri bulunmadığından (Molina-Infante vd., 2014) hastalığı teşhis etmek oldukça zordur (Sapone vd., 2010). Tanıda klinik semptomlar değerlendirilerek çölyak hastalığının ve buğday alerjisinin dışlanması gerekmekte (Capili, Chang ve Anastasi, 2014) bu nedenle tanı sürecinde kapsamlı bir değerlendirme yapılmaktadır (Igbinedion vd., 2017). Bu değerlendirme kapsamında buğday alerjisinin dışlanması için buğdaya karşı yapılan immünoalerjik testlerin (prick testi ve IgE ölçümü) sonuçları negatif çıkmalıdır (Nijeboer vd., 2013; Sapone vd., 2012; Sümer vd., 2015; Inomata, 2009). Çölyak hastalığının dışlanabilmesi için ise en iyi belirteçlerden olan antikor testlerinin bazıları (EMA-IgA, anti-tTG-IgA ve DGP-IgG) negatif çıkmalı ve duodenal biyopsi sonucu mukoza değişikliği bulunmamalı veya Marsh 0/1 seviyesinde olmalıdır (Volta vd., 2012). Bu hastalıklar dışlandıktan sonra, semptomlar gluten tüketimi ile ortaya çıkıyor ve glutensiz diyetle de gideriliyorsa kişiye gluten hassasiyeti tanısı konulabilmektedir (Volta vd., 2012; Ermiş ve Koç, 2014; Sümer vd., 2015; Cabanillas, 2020). Ayrıca hastalık genetik yatkınlık açısından da çölyak ile benzerlik gösterdiğinden çölyak yönünden biyopsi ve serolojisi negatif çıkan ancak tipik semptomları bulunan hastalarda HLA-DQ2 ve HLA-DQ8 gen pozitifliği de gluten hassasiyeti varlığını desteklemektedir (Volta vd. 2012). Hastalığın diğer bir ayırıcı tanısı olan irritabl bağırsak sendromu için son zamanlarda tanısasal bir belirteç olarak zonulin düzeylerinin kullanılabileceği ileri sürülmektedir. Gluten hassasiyetinde irritabl bağırsak sendromuna göre zonulin düzeyleri anlamlı derecede artmakta bu da hastalığın teşhisini kolaylaştırmaktadır (Barbaro vd., 2020). Gluten hassasiyetinde tavsiye edilen tek tedavi ise glutensiz diyet tedavisidir (Leonard ve Vasagar, 2014; Volta vd., 2014; Danış ve Vardar, 2018). Glutensiz diyet tedavisi ile gluten hassasiyeti olan kişilerin büyük çoğunluğunda semptomların yok olduğu (Henggeler, Veríssimo ve Ramos, 2017) C-reaktif protein (bir inflamasyon belirteci) düzeyi ve bağırsak geçirgenliğinde de azalma olduğu gözlenmiştir (Pietzak ve Kerner Jr, 2012). Glutene tolerans miktarı kişiye göre değişmekle birlikte diyetin 10 mg/ gün' den daha az gluten içermesi önerilmekte (Henggeler, Veríssimo ve Ramos, 2017; Leonard vd., 2017) ve tecrübeli bir diyetisyen tarafından hazırlanarak 12-24 ay gibi

uzun bir süre boyunca bulguların takip edilmesi gerekmektedir (Leonard vd., 2017; Wessels vd., 2016). Ayrıca gastrointestinal semptomlar üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle (Sürmeli ve Karabudak, 2019) düşük FODMAP (fermente edilebilir oligosakaritler, disakkaritler, monosakaritler ve polioller) diyeti de glutensiz diyetle ek olarak gluten hassasiyetinin tedavisinde kullanılabilmektedir (Biesiekierski vd., 2013; Sürmeli ve Karabudak, 2019).

2.3. Glutensiz Diyet

Glutensiz diyet, 1941 yılında Willem Karl Dicke adında bir çocuk doktorunun yayınladığı rapora dayanmakta (Van Berge-Henegouwen ve Mulder, 1993) ve başta çölyak olmak üzere gluten tüketimi ile ilişkili hastalıkların (otoimmün, alerjik, besin hassasiyeti gibi) tedavisinde kullanılmaktadır (Sapone vd.,2012). Buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllar ile bu tahılları içeren her türlü ürünün (un, nişasta, ekmek, şehriye, makarna, kek gibi) diyetten çıkarıldığı bir beslenme modeli olarak tanımlanmaktadır (Zimmer, 2011; Niewinski, 2008; Reunala, Hervonen ve Salmi, 2021).

Tahıllarda gluten kompleksinin oluşabilmesi için tahıl içeriğindeki glutenin ve prolamin miktarlarının eşit olması ve bunların suyla birleşmesi gerekmektedir (Köksal ve Gökmen, 2013). Eşit miktarda glutenin ve prolamin içeriğine sahip olan buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda gluten bulunurken, glutenin ve prolamin miktarları eşit olmayan mısır (prolamin fazla) ve pirinç (glutenin fazla) gibi tahıllarda gluten bulunmamaktadır. (Saka, Kösele ve Metin, 2013; Metin, 2016). Bu nedenle glutensiz diyetle mısır ve pirinç gibi tahıllar gluten içeren tahıllara alternatif olarak kullanılabilmektedir (Kutlu, 2019). Ayrıca doğal olarak içeriğinde gluten bulunmayan ve psödotahıllar olarak adlandırılan karabuğday, kinoa ve amarant gibi tahıl benzeri bitkiler ve bunlardan yapılan ürünler de glutensiz diyetle serbestçe tüketilebilmektedir (Alvarez-Jubete, Arendt ve Gallagher, 2010). İçerdiği avenin ve gluten içeren diğer tahıllarla kontaminasyon riskinin yüksek olması nedeni ile glutensiz diyetle yulaf tüketimi bir tartışma konusudur (Dennis, Lee ve McCarthy, 2019; García-Manzanares ve Lucendo, 2011). Yulafta avenin olarak adlandırılan prolamin miktarı diğer tahıllara kıyasla oldukça düşüktür ve düşük toksisite profiline sahiptir (Thompson, 2003; Spaenij-Dekking, Kooy-Winkelaar ve Koning, 2005). Örneğin avenin yulaftaki toplam proteinin %10- 15'ini oluştururken, buğday, arpa ve çavdardaki prolaminler ise toplam proteinin %30- 50'sini oluşturmaktadır (Thompson, 2003). Bu durum bazı çölyak hastalarının neden buğdaya göre daha fazla miktarda yulaflı tolere edilebildiğini

de açıklamaktadır. Glutensiz diyetle saf yulaf olması koşuluyla 50 grama kadar yulafın tolere edilebildiği belirtilmekte (García-Manzanares ve Lucendo, 2011) çölyak hastalarında ise saf yulaf tüketiminin çocuklar için 20-25 g/gün, yetişkinler için 50-70 g/gün' ü geçmemesi ve bu kişilerin takip edilmesi tavsiye edilmektedir (Rashid vd.,2007; Zimmer, 2011). Ancak, kontamine olma potansiyeli nedeniyle glutensiz diyetle yulaf tüketimi de riskli bulunabilmekte (Saturni, Ferretti ve Bacchetti, 2010) ve glutensiz diyetle tüketimi serbest ve yasak olan tahıllar Tablo 2.5'te gösterilmektedir (Bellini vd., 2020; Nadhemi vd., 2015; Saturni, Ferretti ve Bacchetti, 2010).

Tablo 2.5: Glutensiz Diyetle Serbest ve Yasak Tahıllar

Serbest Tahıllar	Yasak Tahıllar
Mısır	Buğday
Pirinç	Arpa
Sorgum	Çavdar
Karabuğday (Psödotahıl)	Kamut (Horasan buğdayı)
Kinoa (Psödotahıl)	Bulgur
Amaranth (Psödotahıl)	Spelt (Kavuzlu buğday)
Yulaf- kontamine olmamış	Tritikale

Kaynak: Bellini vd., 2020; Nadhemi vd., 2015; Saturni, Ferretti ve Bacchetti, 2010

Glutensiz diyet, başta çölyak olmak üzere gluten tüketimi ile ilişkili hastalıkların semptomlarını azaltabilmekte (Alpat ve Bilgin, 2018) ve bu diyetle enerjinin %45-65'i karbonhidratlardan, %10-35'i proteinlerden %20-35'i ise yağlardan karşılanmalıdır. Yağ kaynağı olarak tekli ve çoklu doymamış yağlar tercih edilmeli, doymuş yağ ve trans yağ alımı (toplam enerjinin %1'i kadar) kısıtlanmalıdır (García-Manzanares ve Lucendo, 2011; Theethira ve Dennis, 2015; Penagini vd., 2013). Önerilen günlük posa miktarı 25-35 g/gün (Saturni, Ferretti ve Bacchetti, 2010) öğün sayısı ise 3-6 öğün arasında olmalıdır (García-Manzanares ve Lucendo, 2011). Gluten eliminasyonuna dayalı bu diyetle doğal olarak içeriğinde gluten bulunmayan (süt ve süt ürünleri, et, balık, yumurta, sebzeler, meyveler ve kurubaklagiller gibi) ve işlenmesi sırasında gluteni ayrılan ürünlerin tüketimi serbesttir (Ulusoy ve Rakıcıoğlu, 2019; Melini ve Melini, 2019). Bu nedenle glutensiz diyetle protein kaynağı olarak kurubaklagiller, yağlı tohumlar, balık, tavuk, yumurta, kırmızı et, süt, amarant ve kinoa gibi gıdalar

tüketilebilmekte (Özkaya ve Özkaya, 2018) ve bu diyetle tüketimi serbest, riskli ve yasak besinler Tablo 2.6’da gösterilmektedir (Cady vd., 2012; Serin ve Akbulut, 2017).

Tablo 2.6: Glutensiz Diyetle Serbest, Riskli ve Yasak Besinler

Serbest Besinler	Riskli Besinler	Yasak Besinler
Süt ve türevleri (laktoz intoleransı olan kişiler tüketmemeli ve bazı peynirler glutenle kaplandığından dikkat edilmeli)	Yulaf	Buğday, arpa, çavdar ve çeşitlerini içeren tüm yiyecek- içecekler;
Et (un ile kızartılmamış olmalı ve içerisinde ekmek içi veya gluten içeren sos bulunmamalı), tavuk (un ile kızartılmamış olmalı), balık (un ile kızartılmamış olmalı), yumurta	Baharatlar	Unlu çorbalar,
Pirinç, mısır, teff, sorgum gibi tahıllar	Hazır soslar (soya sosu, salata sosları gibi)	Bulgur ve bulgur içeren sarma ve dolmalar,
Kinoa, karabuğday, amarant gibi psödotahıllar (yalancı tahıllar)	Paketli ürünler	Makarna,
Kurubaklagiller	Dekstrin	İrmik,
Meyve ve sebzeler	Modifiye nişasta	Şehriye,
Kuruyemişler (un ile kavrulmamış olmalı)	Hidrolize bitkisel ve sebze proteini	Kuskus,
Bitkisel yağlar ve tereyağı	Aroma vericiler	Kek,
Şeker, bal ve pekmez		Pasta,
Meyve suları, komposto, hoşaf, limonata, çay, ayran gibi içecekler		Börek,
		Çörek,
		Puding,
		Kurabiye,
		Gofret,
		Boza
		Bira vb.

Kaynak: Cady vd., 2012; Serin ve Akbulut, 2017

Glutensiz diyeti yeni uygulamaya başlayanların birçoğu bu diyetle sadece ekmek ve hamur işi tüketmemek gerektiğini düşünmektedir. Halbuki başta buğday olmak üzere gluten içeren tahıllar birçok farklı isimle anılabilmektedir. Bu nedenle menülerde ve besin etiketlerindeki gizli gluten içeriklerine çok dikkat edilmelidir (Serin ve Akbulut, 2017). Kırık buğday, kepekli buğday, buğday kepeği, tritikale, bulgur, kamut, kuskus,

spelt ve ırmık gibi buğday türevleri ile arpanın kısmi hidrolizatı olan malt ekstratları (malt özütü veya şurubu gibi) içerdikleri glutenden ötürü glutensiz diyetle yer almamalıdır. Damıtılarak yapılan sirke gibi ürünlerde ise glutensiz diyet yönünden herhangi bir sakınca bulunmazken bira gibi arpa ve türevlerinden elde edilen içecekler ise glutensiz diyetle bulunmamalıdır (Saturni, Ferretti ve Bacchetti, 2010).

2.4. Glutensiz Ürünler

Son yıllarda çölyak başta olmak üzere gluten ataksisi, dermatitis herpetiformis, buğday alerjisi ve gluten hassasiyeti gibi hastalıkların (Ermiş ve Koç, 2014) tedavisinde kullanılan glutensiz diyetin (Losowsky, 2008; Hadjivassiliou, Sanders ve Aeschlimann, 2015; Salmi, 2019) popülerliği oldukça artmıştır (Taetzsch vd., 2018). Bu artışta hem çölyak teşhisinin artması (The Lancet Gastroenterology and Hepatology, 2016) hem de glutensiz diyetin sağlıklı kişiler tarafından da farklı sebep ya da amaçlar için (temiz içerikli beslenmek, ağırlık kaybı ve kontrolünü sağlamak, bağırsak sağlığını iyileştirmek ve gaz, şişkinlik, kramp gibi gastrointestinal sorunları azaltmak gibi) uygulanmaya başlaması etkili olmuştur (Büyük ve Ayyıldız, 2022; Zopf, Reljic ve Dieterich, 2018; Alpat ve Bilgin, 2018). Örneğin batı ülkelerinde sağlıklı bireyler arasında %30'lara ulaşan bir glutensiz diyet eğilimi ortaya çıkmış bu durum batı toplumlarındaki glutensiz ürün pazarını da hızla arttırmıştır (Aziz vd., 2014; Carroccio vd., 2017). Dengeli bir glutensiz diyet hem doğal olarak gluten içermeyen hem de işlenerek glutensiz hale getirilen sertifikalı ürünlerin birlikteliğine dayanmalıdır (Bascunan, Vespa ve Araya, 2017). Bu nedenle glutensiz diyetin en önemli unsurunu glutensiz ürünler oluşturmaktadır (Subhan ve Chan, 2016). Glutensiz ürünlerin standart ürünlere kıyasla daha sağlıklı olduğunun düşünülmesi de (Alpat ve Bilgin, 2018) insanların glutensiz ürünlere olan talebini ve bu ürünlerin çeşitliliğini arttırmaktadır (Yıldırım, 2020). Bu kapsamda piyasada ekmek, un, makarna, atıştırmalıklar gibi farklı kategorilerde glutensiz ürün seçenekleri bulunmaktadır (Yıldırım, 2020). Gün geçtikçe sayısı ve çeşitliliği artan bu ürünlerle ilgili ülkemizde yapılmış bir çalışmada en fazla çeşidin ekmek, makarna, kurabiye, bisküvi, granola, puding ve protein barlarda olduğu buna karşılık çikolatalı bar, pizza, galeta ve ekmek karışımı gruplarında çeşitlilik ve sayının kısıtlı kaldığı görülmüştür. (Sevim, Gümüş ve Kızıl, 2023).

Gluten buğday, arpa, çavdar gibi tahıllarda bulunan bir protein olduğundan (Hartmann vd., 2018) glutensiz ürünler, işlenerek glutensiz hale getirilmiş ürünler ile doğal olarak

gluten içermeyen tahıllar (mısır ve pirinç gibi) ya da tahıl benzeri bitkilerden (kinoa, amarant ve karabuğday gibi) yapılmaktadır (Barışık ve Tavman, 2018; Ulusoy ve Rakıcıoğlu, 2019). Bu nedenle buğday, arpa ve çavdar içeren ham maddeler özel işlemlerle (peptidaz, kapsamlı yıkama, gluten eksikliği olan suşları kullanma gibi) glutensiz hale getirilerek glutensiz ürün üretiminde kullanılabilir. Ancak glutensiz olarak ifade edilen ürünlerde dahi glutenin tamamı yok edilemediğinden bu ürünlerde hastalar için olumsuz etki oluşturmayacak maksimum gluten miktarının belirlenmesi son derece önemlidir (Koehler, Wieser ve Konitzer, 2014). Codex Alimentarius standartlarına göre bir ürünün glutensiz olması için içerebileceği maksimum gluten miktarı 20 mg/kg veya 20 ppm olarak belirlenmiştir (Codex Alimentarius Commission, 2008). Ancak bu konuda bir fikir birliği yoktur ve bazı ülkelerde farklı uygulamalar mevcuttur. Örneğin Arjantin’de bu miktar 10 ppm iken Şili, Avustralya ve Yeni Zelanda’da 3 ppm olarak belirlenmiştir (Bascunan, Vespa ve Araya, 2017). Ülkemizde ise Glutensiz Gıdalar Tebliği’ne göre glutensiz ürünlerdeki gluten miktarı 20 mg/kg’ı geçmemelidir (Türk Gıda Kodeksi, 2012). Bu kapsamda üretici firmalar çapraz kontaminasyon riskini de göz önünde bulundurarak son ürünlerdeki gluten miktarlarını mutlaka tespit etmeli tüketiciler ise etiket okuma alışkanlığı kazanarak ürünün etiket bilgilerine ve içerik listelerine çok dikkat etmelidir (Serin ve Akbulut, 2017).

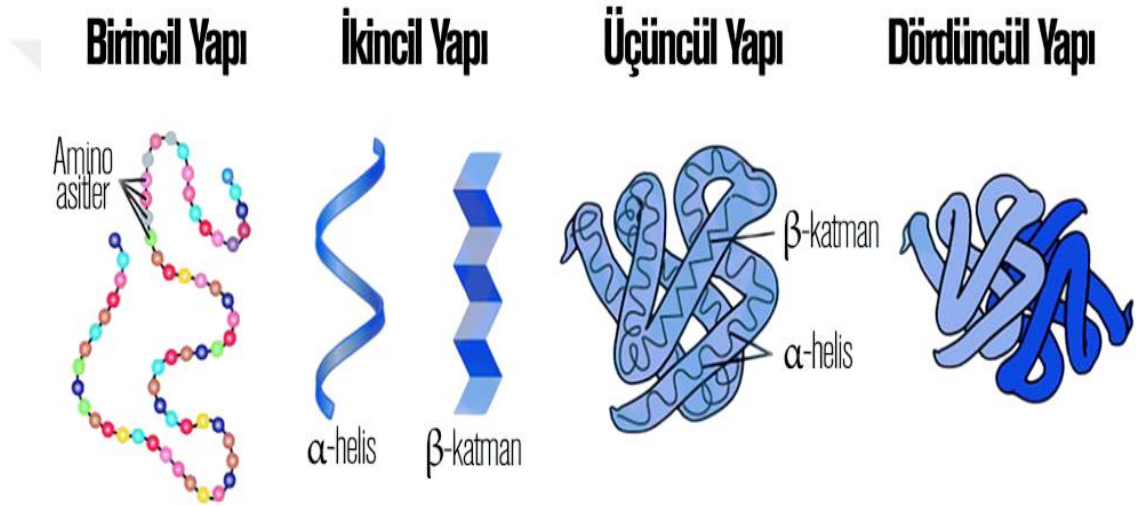
Besinlerin işlenerek glutensiz hale getirilmesi glutensiz ürünlerin makro ve mikro besin ögesi kompozisyonu ile besin kalitesini de değiştirmektedir (Ulusoy ve Rakıcıoğlu, 2019). Glutensiz ürünlerde tahılların yerine mısır nişastası, kahverengi ve beyaz pirinç unu, patates nişastası/unu ve tapyoka nişastası/unu yaygın olarak kullanılırken (Niewinski, 2008) glutensiz özel unlar da tercih edilmektedir (Öztürk vd., 2018). Özel olarak üretilen bu ürünlerin büyük bir kısmında glutenli muadillerine göre karbonhidrat ve kalori içeriğinin yüksek olduğu tiamin, riboflavin, niasin ve folik asit gibi vitaminler ile demir, protein ve lif miktarlarının ise daha düşük olduğu bilinmektedir (El Khoury, Balfour-Ducharme ve Joye, 2018). Konuyla ilgili ülkemizde yapılan bir çalışmada glutensiz ürünler besin ögesi içeriği yönünden glutenli eşdeğerleriyle karşılaştırılmış en sık görülen farklılık protein içeriğinde gözlenmiş ve literatürdeki benzer birçok çalışmada olduğu gibi (Missbach vd., 2015; Bodur, Tunçer ve Keser, 2021; Jamieson, Weir ve Gougeon, 2018; Wu vd., 2015; Kulai ve Rashid, 2014) protein içeriği bazı glutensiz ürün gruplarında glutenli eşdeğerlerinden anlamlı

şekilde düşük bulunmuştur (Sevim, Gümüş ve Kızıl, 2023). Bunun nedenleri arasında glutensiz ürünlerin posa yönünden fakir un ya da nişastadan üretilmesi, çoğu besin bileşeninde kayıplar yaşanması ve ürünlerin besin öğelerince yeterince zenginleştirilememesi gösterilmektedir (Hager, Axel ve Arendt, 2011; Shepherd ve Gibson, 2013; Barone vd., 2016; Valente vd., 2015). Bu durumun önüne geçebilmek için lezzet ve kıvama da katkı veren nohut, bezelye, kestane ve soya unu gibi unlar tercih edilmektedir (Alpat ve Bilgin, 2018). Bununla birlikte son yıllarda glutensiz ürün üretiminde kullanılan amarant, karabuğday ve kinoa gibi gluten içermeyen psödotahıllar da sahip oldukları zengin besin içeriği ve işlevsel özellikleri ile glutensiz ürünlerin besin içeriğini geliştirmektedir (Yaver ve Bilgiçli, 2020). Tahıllara benzer besin bileşimi ve kullanım alanlarına sahip psödotahıllar (Baykut, 2021) içeriğindeki zengin vitamin, mineral, yağ asitleri ve esansiyel aminoasitler sayesinde nişasta yönünden zengin besin değeri düşük glutensiz ürünlere göre daha sağlıklı bir seçenek olmakta (Zhu, 2020) ve glutensiz beslenmenin neden olduğu bazı yetersizliklerin (protein, diyet lifi, başlıca demir, kalsiyum, magnezyum, B vitaminleri gibi mineraller ve vitaminler) giderilmesine de yardımcı olmaktadır (Baykut, 2021). Ayrıca içerdikleri yüksek diyet lif sayesinde bazı kronik hastalıkların (obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türleri gibi) riskini de azaltabilmektedirler (Zhu, 2020). Bu nedenle glutensiz ürün yelpazesinin geliştirilmesi ve besin kalitesinin zenginleştirilmesi, glutensiz beslenmesi gereken ya da bunu tercih eden kişilerin hem sağlıklı beslenebilmelerinde hem de yaşam kalitesinin artırılmasında büyük önem ve etkiye sahip olmaktadır (Sevim, Gümüş ve Kızıl, 2023).

2.5. Proteinler

19. yüzyılın başlarında Gerard Johann Mulder adlı bir kimyager tarafından türetilen protein kelimesinin (Nakai ve Modler, 1996) Latince karşılığı “canlılar için vazgeçilmez azotlu öge” şeklindedir (Baysal, 2015). Vücuttaki hücrelerin büyük bir kısmını oluşturan proteinler, vücudun yapı taşı olan hücrelerin yapısı ve fonksiyonları için elzem organik moleküllerdir (Baysal, 2015). Vücuda enerji veren diğer besinlerden farklı olarak proteinlerin element bileşiminde karbon, hidrojen ve oksijenin yanında azot da bulunmakta ve bazen kükürt de içermektedirler (Demirci, 2016). Proteinlerdeki azot oranı ortalama %15,5-16,5 arasındadır ve ortalama olarak 6,25 g protein 1 g azota karşılık geldiğinden azotu proteine dönüştürme faktörü olarak 6,25 kullanılmaktadır (Baysal, 2015). Proteinler, doğrusal şekilde dizilen amino asitlerin peptit bağları ile birleşmesi sonucu ortaya çıkan polipeptit zincirlerdir (Khan,

Siddiqi ve Salahuddin, 2017). Proteinler yapısal olarak birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül şeklinde sınıflandırılmakta (LaPelusa ve Kaushik, 2024) ve bu yapılar Şekil 2.5'te gösterilmektedir (Silva vd., 2014). Birincil yapı, doğrusal bir amino asit zincirini ifade eden en temel protein yapısıdır (Alasady, Alabbasy ve Hassen, 2021). İkincil yapı, birincil zincirin bir parçasının üç boyutlu katlanmasıyla ortaya çıkan ve düzenli şekilde tekrar eden yapıyı ifade ederken üçüncül yapı protein zincirinin tamamen üç boyutlu olarak katlanmasıyla ortaya çıkmaktadır (Rehman, Kerndt ve Botelho, 2022). Dördüncül yapı ise iki ya da daha çok polipeptit zincirinin yan zincir etkileşimleri sonucu bir araya gelmesiyle ortaya çıkmakta ve proteinin üç boyutlu şeklini etkilemektedir (Janin, Bahadur ve Chakrabarti, 2008).



Şekil 2.5: Protein Yapıları

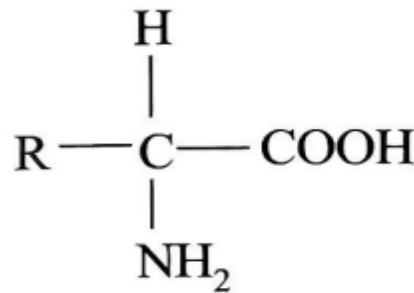
Kaynak: Silva vd., 2014

Proteinler, insan vücudunda hayati fonksiyonları gerçekleştiren (Huang vd., 2023) en fazla fonksiyona ve çok yönlü rollere sahip makromoleküllerdir (Yu ve Fukagawa, 2020). Proteinlerin insan vücudundaki fonksiyonları arasında enzim katalizi (polisakkaritlerin ve proteinlerin parçalanması vb.), savunma (immunoglobulinler ve hücre yüzey antijenleri ile), taşıma (kanda ve kasta O_2 ve CO_2 taşıma vb.), destek (kıkırdakları oluşturma, saç ve tırnakları şekillendirme vb.) hareket (kas liflerinin kasılması), regülasyon (hormonlar ile) ve depolama (iyon bağlama ile) bulunmakta (Raven vd., 2019) ve proteinler bu fonksiyonlar dışında gastrointestinal fonksiyon, kemik, organ ve dokuların korunması gibi daha pek çok fonksiyonun gerçekleşmesinde etkili olmaktadır (Yu ve Fukagawa, 2020).

2.6. Amino Asitler

Amino asitler, proteinlerin yapı taşı olarak kabul edilmekte (Demirci, 2016) ve değişik sayıda farklı amino asitlerin peptit bağları ile birbirine bağlanması sonucu proteinler ortaya çıkmaktadır (Karaağaoğlu ve Samur, 2020). Proteinler ise hidrolize olup amino asitlere ayrıldıktan sonra vücut tarafından kullanılabilir (Arlı vd., 2021; Emery, 2015). Örneğin, amino asitlerin yan zincirleri enzimler tarafından katalizör olarak kullanılıp vücuttaki biyokimyasal reaksiyonların hızlanmasını sağlamaktadır (Holliday, Mitchell ve Thornton, 2009).

Doğada protein yapısına girmeyen 300 amino asit veya amino asit benzeri bileşiğin olduğu belirlenmiş olsa da proteinlerin yapısında sadece 20 çeşit amino asit bulunmakta ve bu amino asitlerin kimyasal yapısı Şekil 2.6'da gösterilmektedir (Demirci, 2016). Bu 20 çeşit amino asit, aynı karbon atomuna (C) bağlı bir amino grubu (NH₂), bir karboksil grubu (COOH), bir hidrojen atomu (H) ve bir değişken grup (R) şeklinde ortak yapılar içermektedir (Gürdöl, 2021). Değişken grup (R) yapısındaki farklılıklar sayesinde amino asitler birbirlerinden ayrılmakta (Biro, 2006) ve bu 20 amino asidin farklı sayılarda ve çok farklı kombinasyonlarda sıralanması proteinlerin çok farklı özellikler kazanmasını ve çok fazla işleve sahip olmasını sağlamaktadır (Demirci, 2016; Gürdöl, 2021). İnsan vücudunda, bu 20 amino asit genetik olarak mRNA tarafından kodlanmakta, önemli biyolojik fonksiyonlara sahip moleküllerin (nörotransmitterler ve hormonlar gibi) yapımında kullanılmakta (Medeiros ve Wildman, 2023) vücut metabolizması ve büyüme için gerekmektedir (Bröer ve Bröer, 2017).



Şekil 2.6: Amino Asitlerin Kimyasal Yapısı

Kaynak: Demirci, 2016

Proteinlerin yapısında bulunan 20 çeşit amino asit, esansiyel amino asitler (EAA) ve esansiyel olmayan amino asitler (NEAA) şeklinde sınıflandırılmakta ve Tablo 2.7'de

gösterilmektedir (Medeiros ve Wildman, 2023). Bu 20 amino asitten izolösin, lösin, lizin, valin, fenilalanin, triptofan, metiyonin ve treonin olmak üzere 8 tanesi insan vücudunda sentezlenemediğinden esansiyel amino asit grubunda yer almakta ve çocuklar için bu gruba histidin de dahil olmaktadır (Medeiros ve Wildman, 2023). İnsan vücudu bu amino asitlerin sentezi için gerekli metabolik yollara sahip olmadığından (Hou ve Wu, 2018) EAA'ın besinler yoluyla vücuda alınması zorunlu olmakta (Arlı vd., 2021) ve herhangi birinin eksikliği ile protein sentezi ve vücut fonksiyonlarında bozulmalar meydana gelebilmektedir (Wu, 2009). Esansiyel olmayan amino asitler ise normal şartlar altında vücudun metabolik ihtiyaçlarına bağlı olarak yeterli miktarda sentez edildiğinden (Phang, Liu ve Hancock, 2013) besinler yoluyla vücuda alınmasına gerek duyulmayan amino asitlerdir (Rostom ve Shine, 2023). Bu amino asitler arasında alanin, arjinin, asparajin, aspartik asit, glutamin, glutamik asit, glisin, prolin, serin, sistein ve tirozin bulunmakta ve yetişkinler için histidin de bu gruba dahil olmaktadır (Medeiros ve Wildman, 2023). Şartlara bağlı olarak EAA'den metiyonin sisteine fenilalanin ise tirozine dönüştürülebilmekte ve bu dönüşümün bozulması halinde esansiyel olmayan sistein ve tirozin esansiyel amino asit durumuna geçmektedir (Medeiros ve Wildman, 2023). NEAA, vücutta protein sentezi için gerekmede ve bu amino asitlerin çeşitli biyokimyasal fonksiyonları bulunmaktadır (Hope ve Salmond, 2021). Bu nedenle yetersiz sentezlenmeleri normal fizyolojik fonksiyonların bozulmasına neden olabilmektedir (Phang, Liu ve Hancock, 2013).

Tablo 2.7: Amino Asitlerin Sınıflandırılması

Esansiyel Amino Asitler	Esansiyel Olmayan Amino Asitler
Triptofan	Glisin
Valin	Aspartik asit
Treonin	Asparajin
İzolösin	Prolin
Lizin	Glutamin
Lösin	Glutamik asit
Fenilalanin	Arjinin
Metiyonin	Sistein
Histidin (çocuklar için)	Tirozin
	Serin
	Alanin
	Histidin (yetişkinler için)

Kaynak: Medeiros ve Wildman, 2023

2.7. Protein Kaynakları

Bireylerin temel olarak günlük enerji gereksinimlerini karşıladığı makro besinler karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir. Bu makro besinler arasında proteinlerin günlük enerji gereksinimine olan katkısı (yaklaşık %10-15) karbonhidrat ve yağlara göre düşük olsa da proteinler sağlık açısından (kemik, kas ve kalp sağlığı gibi) son derece büyük ve önemli bir etkiye sahiptir (Baysal, 2015; Köseoğlu ve Tayfur, 2017). Bu nedenle yeterli protein alımı bireylerin sağlığının korunmasında hayati önem taşımakta (Köseoğlu, 2019) 18 yaş ve üzeri yetişkinlerin günlük alması gereken protein miktarı vücut ağırlığı (kg) başına 0,8 g olarak belirtilmektedir (Paddon-Jones vd., 2015). Vücutta karbonhidrat ve yağlar ile protein yapımı mümkün olmadığından proteinlerin dışarıdan alınması zorunludur (Baysal, 2015). Bu nedenle insanlar protein ihtiyaçlarını besinlerdeki proteinler ile karşılamakta, hayvansal ve bitkisel kaynaklı besinlerin hepsinde protein bulunmaktadır (Karabudak, 2012). Hayvansal protein kaynakları arasında süt ve süt ürünleri (süt, yoğurt, peynir vb.), yumurta, kırmızı et (işlenmiş veya işlenmemiş), kümes hayvanları (tavuk, hindi, ördek vb.) ve balık bulunurken bitkisel protein kaynakları arasında tahıl ve tahıl ürünleri (buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, bulgur, irmik, ekmek, makarna vb.), kuru baklagiller (mercimek, nohut, fasulye vb.) ve yağlı tohumlar (fındık, fıstık, badem, ceviz vb.) bulunmaktadır (Song vd., 2016). Bu besin kaynaklarının içerdiği protein miktarı ile protein kalitesi birbirinden farklıdır (Karabudak, 2012). Genellikle hayvansal besinlerdeki protein ve amino asit miktarı bitkisel besinlere göre çok daha fazladır ve hayvansal besinler en yüksek protein kalitesine sahip gıdalar arasında bulunmaktadır (Day, Cakebread ve Loveday, 2022). Diyetle alınan proteinlerin kalitesi besinin içeriğindeki esansiyel amino asit miktarına bağlıdır (Collins, 2009; Leser, 2013) ve hayvansal protein kaynakları genellikle insan vücudundaki büyümeyi ve metabolik süreçleri sürdürmek için gerekli oranlarda esansiyel amino asitlere sahipken bitkisel protein kaynaklarında bu oran optimalin altında bulunmaktadır (Joye, 2019). Bu nedenle hayvansal protein kaynakları bitkisel protein kaynaklarına göre daha dengeli bir amino asit profiline sahip olmaktadır. Ayrıca protein sindirilebilirliği de bu protein kaynaklarının kalitesini etkilemekte (Kim, Wang ve Selomulya, 2020) ve hayvansal besinlerin protein sindirilebilirlik değerleri de (%91-100) bitkisel besinlerin değerlerinden (%69-90) yüksek olmaktadır (Baysal, 2015). Tüm bu durumlar hayvansal besinlerdeki yüksek protein kalitesini açıklamaktadır. Diyetlerde ise hayvansal ve bitkisel besinlerin yeterli düzeyde kombinasyonu önerilmekte çocuk, ergen ve yetişkin diyetlerinde hayvansal

protein kaynaklarının bitkisel protein kaynaklarına optimum oranı en az %65'e %35 olarak belirtilmektedir. Protein kaynaklarının bu oranlarda düzenlenmesi ve hayvansal protein kaynaklarının diyetle yeterli ve dengeli miktarda bulunması diyetin protein kalitesini arttırarak optimal büyümeyi sağlamakta, yüksek kaliteli protein ihtiyacına sahip kişilerin ihtiyacını karşılamakta ve insanların sağlığına (kemik, kas, bağışıklık ve üreme sistemi sağlığı vb.) önemli katkılarda bulunmaktadır (Wu, 2021a; Wu, 2021b).

2.8. Protein Kalitesi

İnsan beslenmesinde vazgeçilmez olan proteinler farklı besinlerde farklı miktarlarda bulunmakta (Tome, 2012) ve diyet proteinlerinin yeterli miktarda alınıyor olması büyüme, gelişme, sağlığın korunması ve devamlılığının sağlanmasında büyük önem teşkil etmektedir (Moughan, 2012; Jahan-Mihan vd., 2011). Ancak vücuttaki tüm amino asitlerin temel kaynağı diyet proteinleri olduğundan bu proteinlerin yeterli miktarda alınmasının yanı sıra içerdikleri amino asit kompozisyonları da sağlık açısından son derece önemli bir yere sahiptir. Bunun nedeni diyet proteinleri arasında sadece protein miktarı yönünden değil amino asit kompozisyonları ve sindirilebilirlik yönünden de büyük farklılıkların bulunmasıdır (Adhikari vd., 2022). Ayrıca vücuttaki esansiyel amino asitlerin, hücrelerin protein sentezi için gereken ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalması kısıtlı protein sentezine neden olmaktadır (Medeiros ve Wildman, 2023). Bu nedenle vücudun temel amino asit ihtiyaçlarının yeterli ve dengeli şekilde karşılanıp karşılanmadığını belirlemek için protein kalite değerlendirmesi yapmak son derece önemlidir (FAO, 2013; Wu, 2021a).

Protein kalitesi, diyet proteinlerinin vücudun azot ve amino asit gereksinimlerini karşılama kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (FAO/WHO, 1991). Temel olarak üç niceliksel unsurdan oluşmakta ve bu unsurlar arasında besinin amino asit (özellikle EAA'in) kompozisyonu ve miktarları, bu amino asitlerin hedef popülasyondaki gereksinimleri ve besinin sindirilebilirliği bulunmaktadır (Adhikari vd., 2022). Protein kalitesini belirlemek için bazı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında protein kalitesini amino asit düzeyinde belirleyen Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS) bulunmakta ve bu yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır (FAO/WHO, 1991).

2.8.1. Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS)

PDCAAS, protein kalitesini değerlendirmede FAO ve WHO tarafından kullanımı tavsiye edilen en popüler yöntemlerden biridir (FAO/WHO, 1991). Bununla birlikte 1993 yılından beri Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından da kabul gören ve ürün etiketlerinde bulunması gereken bir protein kalite göstergesidir (FDA, 2013).

PDCAAS hesaplamasında, test proteinin amino asit içeriğinin belirlenmesi gerekmekte ve hesaplamada kullanılan amino asitlerin (izolösin, lösin, lizin, valin, treonin, metiyonin+sistein (SAA), fenilalanin+tirozin (AAA), histidin ve triptofan) geneli esansiyel amino asitler arasında bulunmaktadır. Bu amino asitlerin test edilen besinde bir gram proteine düşen miktarları (mg/ 1g protein) ayrı ayrı hesaplanmakta ve yaş gruplarına göre her amino asit için belirlenen gereksinim değerleriyle oranlanmaktadır. Sonuçta her amino asidin test proteinini karşılama yüzdesi bulunmaktadır. En düşük değere sahip amino asit test proteinin sınırlayıcı amino asidi olurken sınırlayıcı amino asit skoru ise test proteinin amino asit skoru (AAS) olmaktadır. Test proteinin amino asit skoru (AAS) ve gerçek fekal sindirilebilirlik faktörü (dışkı azotundan besin kaynaklı olmayan mikrobiyal kaynaklı azotun çıkarılmasıyla elde edilen değer) çarpılarak PDCAAS elde edilmekte ve protein kalite değerlendirilmesi yapılmaktadır (FAO, 2013). Bu değerlendirmeye göre PDCAAS 0 ile 100 arasında değişmekte ve 100'ü geçen değerlere sahip proteinlerin ek bir faydası bulunmadığından bu değerler 100 ya da 1 olarak düzeltilmektedir (FAO/WHO, 1991). PDCAAS, test proteinin vücuttaki protein sentezine dahil olma durumunu gösterdiğinden (Köseoğlu, 2019) bu değer 100 olması test proteinin vücut için gerekli esansiyel amino asitlerin tamamını karşılayabilme kapasitesinin olduğunu göstermektedir (FAO/WHO, 1991). Bu nedenle 100'e yakın değerlere sahip besinlerin protein kalitesi yüksek, 100'den uzak değerlere sahip besinlerin protein kalitesi düşük olarak değerlendirilmektedir (FAO, 2007).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Ürünlerin Seçimi

Çalışma kapsamında, PDCAAS yöntemine göre protein kalitesi belirlenecek 20 adet glutensiz ve 20 adet glutenli olmak üzere toplam 40 adet ürün seçilmiştir. Seçilen glutensiz ürünler arasında; mısır unu, kahverengi pirinç unu, beyaz pirinç unu, soya unu, patates unu, yer fıstığı unu, kinoa unu, nohut unu, kahverengi pirinç unlu ekmek, pirinç ve sorgum unlu ekmek, mısır unlu makarna, mısır ve pirinç unlu makarna, mısır ve kinoa unlu makarna, kahverengi pirinç unlu makarna, patates unlu kraker, mısır ve patates unlu kraker, mısır, patates ve soya unlu kraker, mısır, patates ve nohut unlu kraker, pirinç unlu kek ve pirinç ve kinoa unlu bisküvi bulunmaktadır. Glutensiz ürünler ile bu ürünlerin protein ve amino asit miktarlarına ilişkin verilerin referansları TÜRKOMP, USDA ya da literatürdeki çalışmalardan elde edilmiş ve Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Glutensiz Ürünler ve Referansları

Glutensiz Ürünler	Referans
Mısır unu	TURKOMP
Kahverengi pirinç unu	USDA
Beyaz pirinç unu	USDA
Soya unu	USDA
Patates unu	USDA
Yer fıstığı unu	USDA
Kinoa unu	Iovan, Radu ve Rotaru, 2016
Nohut unu	Nosworthy vd., 2020
Kahverengi pirinç unlu ekmek	USDA
Pirinç ve sorgum unlu ekmek	USDA
Mısır unlu makarna	USDA
Mısır ve pirinç unlu makarna	USDA
Mısır ve kinoa unlu makarna	USDA
Kahverengi pirinç unlu makarna	USDA
Patates unlu kraker	USDA
Mısır ve patates unlu kraker	Kamel, Aly ve Abd-El-Khalek, 2020
Mısır, patates ve soya unlu kraker	Kamel, Aly ve Abd-El-Khalek, 2020
Mısır, patates ve nohut unlu kraker	Kamel, Aly ve Abd-El-Khalek, 2020
Pirinç unlu kek	Sung vd., 2020
Pirinç ve kinoa unlu bisküvi	Iovan, Radu ve Rotaru, 2016

Seçilen glutenli ürünler arasında; buğday unu, arpa unu, avdar unu, irmik, beyaz ekmek, avdar ekmeği, tam buğday ekmeği, çok tahıllı ekmek, sade makarna, ıspanaklı makarna, tam buğday makarna, buğday unlu kraker, avdar unlu kraker, tam buğday unlu kraker, çok tahıllı kraker, meyveli kek, çikolatalı kek, pasta keki, karışık tahıllı bisküvi ve bebe bisküvisi bulunmaktadır. Glutenli rnler ile bu ürünlere ilişkin veriler TÜRKOMP ya da USDA'dan elde edilmiş ve Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Glutenli rnler ve Referansları

Glutenli rnler	Referans
Buğday unu	USDA
Arpa unu	TURKOMP
avdar unu	TURKOMP
İrmik	TURKOMP
Beyaz ekmek	TURKOMP
avdar ekmeği	TURKOMP
Tam buğday ekmeği	TURKOMP
Çok tahıllı ekmek	USDA
Sade makarna	USDA
İspanaklı makarna	USDA
Tam buğday makarna	USDA
Buğday unlu kraker	USDA
avdar unlu kraker	USDA
Tam buğday unlu kraker	USDA
Çok tahıllı kraker	USDA
Meyveli kek	USDA
ikolatalı kek	USDA
Pasta keki	USDA
Karışık tahıllı bisküvi	USDA
Bebe bisküvisi	TURKOMP

3.2. rnlerin Protein Kalitesinin Hesaplanması

Bu çalışmada, glutensiz ve glutenli ürünlerin protein kalitelerini belirlemek için FAO ve WHO tarafından nerilen PDCAAS (Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru) yöntemi kullanıldı (FAO/WHO, 1991). Hesaplama için öncelikle ürünlerin amino asit skorları hesaplanarak ürünlerin sınırlayıcı amino asidi (en düşük skora sahip amino asit) belirlendi. Ardından bu değerler ürünler için belirlenen protein sindirilebilirlik faktörü (gerçek fekal sindirilebilirlik) ile çarpılarak rnlerin PDCAAS değerleri hesaplandı. PDCAAS, 0 ile 100 arasında değiştiğinden 100 değerini aşan ürünlerin skorları 100 olarak düzeltildi ve 100'e yakın değerler ürünün protein kalitesinin yüksek olduğunu gösterirken, uzak değerler ise ürünün protein

kalitesinin düşük olduğunu göstermektedir (FAO, 2007). PDCAAS yöntemine ait formül (Schaafsma, 2005) şu şekildedir:

$$\text{PDCAAS \%} = \frac{\text{Test proteinin 1 g'ındaki sınırlayıcı amino asit miktarı (mg)}}{\text{Referans proteinin 1 g'ındaki aynı amino asit miktarı (mg)}} \times \text{TD (\%)} \quad (3.1)$$

TD: Gerçek fekal sindirilebilirlik faktörü

3.2.1. Ürünlerin Amino Asit Skorlarının Hesaplanması

Glutensiz ve glutenli ürünlerin amino asit skorunu belirlemek için protein yapısında bulunan 20 adet amino asitten histidin, izolösin, lösin, lizin, metiyonin, sistein, fenilalanin, tirozin, treonin, triptofan ve valin olmak üzere 11 adet amino asit (genel olarak EAA) hesaplamaya dahil edildi. Hesaplama sülfürlü amino asitlerden (SAA) metiyonin ve sisteinin toplamı, aromatik amino asitlerden (AAA) fenilalanin ve tirozinin toplamı kullanıldı. Ardından bu amino asitlerin gram protein içindeki miktarları (mg) hesaplandı ve bu miktarlar yaş gruplarına ilişkin referans değerlerine bölünerek amino asit skorları bulundu. Yaş gruplarına göre amino asit gereksinimi referans puanlama modeli Tablo 3.3'te gösterilmektedir. Genel olarak glutenle ilişkili rahatsızlıklar her yaş grubunda görülebildiğinden ve FAO tarafından çocuk, ergen ve yetişkinler için 3-10 yaş referans değerlerinin kullanılması önerildiğinden bu çalışma kapsamında 3-10 yaş grubuna ait referans değerleri kullanıldı (FAO, 2013). Ürünlerdeki en düşük skora sahip amino asit ise o ürünün sınırlayıcı amino asidi olarak belirlendi ve bu skor PDCAAS değerinin hesaplamasında kullanıldı. Amino asit skoru (AAS) hesaplama formülü (Yang vd.,2012) şu şekildedir:

$$\text{Amino Asit Skoru (AAS)} = \frac{1 \text{ g test proteinin amino asit miktarı (mg)}}{1 \text{ g referans proteinin amino asit miktarı (mg)}} \quad (3.2)$$

Tablo 3.3: Yaş Gruplarına Göre Amino Asit Gereksinimi Referans Puanlama Modeli (mg/g protein)

Yaş (yıl)	His	İle	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
0.5	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
1-2	18	31	63	52	25	46	27	7	41
3-10	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40
11-14	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40
15-18	16	30	60	47	23	40	24	6.3	40
>18	15	30	59	45	22	38	23	6	39

Kaynak: FAO, 2013

3.2.2. Ürünlerin Protein Sindirilebilirlik Faktörlerinin Belirlenmesi

PDCAAS yöntemiyle protein kalitesi hesabı yapılırken sınırlayıcı amino asit skoru ile protein sindirilebilirlik faktörü (gerçek fekal sindirilebilirlik) çarpılır. Bu nedenle çalışma kapsamında PDCAAS değeri hesaplanan glutensiz ürünlerin protein sindirilebilirlik faktörleri literatür taraması yapılarak belirlendi. Glutensiz ürünlerin sindirilebilirlik faktörleri ile bu faktörlere ait referanslar Tablo 3.4’te gösterilmektedir.

Tablo 3.4: Glutensiz Ürünlerin Protein Sindirilebilirlik Faktörleri ve Referansları

Ürün Adı	PSF (%)	Referans
Mısır unu	85	FAO, 2007
Kahverengi pirinç unu	95	Pedersen ve Eggum, 1983
Beyaz pirinç unu	88	FAO, 2007
Soya unu	86	FAO, 2007
Patates unu	73.3	Gahlawat ve Sehgal, 1998
Yer fıstığı unu	96	Bodwell, Satterlee ve Hackler, 1980
Kinoa unu	95	Ruales vd., 2002
Nohut unu	86.6	Nosworthy vd., 2020
Kahverengi pirinç unlu ekmek	95	Pedersen ve Eggum, 1983
Pirinç ve sorgum unlu ekmek	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Mısır unlu makarna	85	FAO, 2007
Mısır ve pirinç unlu makarna	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Mısır ve kinoa unlu makarna	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Kahverengi pirinç unlu makarna	95	Pedersen ve Eggum, 1983
Patates unlu kraker	73.3	Gahlawat ve Sehgal, 1998
Mısır ve patates unlu kraker	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Mısır, patates ve soya unlu kraker	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Mısır, patates ve nohut unlu kraker	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Pirinç unlu kek	88	FAO, 2007
Pirinç ve kinoa unlu bisküvi	85	FAO/WHO/UNU, 1985

PSF: Protein Sindirilebilirlik Faktörü

Tablo 3.4’te görüldüğü üzere glutensiz ürünlerden kahverengi pirinç unu için kahverengi pirincin, beyaz pirinç unu için ise cilalı pirincin protein sindirilebilirlik faktörü kullanıldı. Tek bileşen içeren glutensiz ürünlerin protein sindirilebilirlik faktörü için o bileşenin protein sindirilebilirlik faktörü kullanıldı. Kahverengi pirinç unlu ekmek ve makarna için kahverengi pirinç ununun, mısır unlu makarna için mısır ununun, patates unlu kraker için patates ununun ve pirinç unlu kek için cilalı pirincin protein sindirilebilirlik faktörleri kullanıldı. FAO/WHO/UNU (1985) tarafından gerçek sindirilebilirlik faktörünün bilinmediği durumlarda temel besinler, tahıl ve sebzeler için protein sindirilebilirlik faktörü olarak %85’in kullanılabileceği

önerildiğinden birden fazla bileşen içeren glutensiz ürünlerin (pirinç ve sorgum unlu ekmek, mısır ve pirinç unlu makarna, mısır ve kinoa unlu makarna, mısır ve patates unlu kraker, mısır, patates ve soya unlu kraker, mısır, patates ve nohut unlu kraker ile pirinç ve kinoa unlu bisküvi) protein sindirilebilirlik faktörü %85 olarak belirlendi. Diğer glutensiz ürünlerde (mısır unu, soya unu, patates unu, yer fıstığı unu, kinoa unu ve nohut unu) ise o ürünlere ait protein sindirilebilirlik faktörleri kullanıldı.

Çalışma kapsamında PDCAAS değeri hesaplanan glutenli ürünlerin de protein sindirilebilirlik faktörleri literatür taraması yapılarak belirlendi. Glutenli ürünlerin sindirilebilirlik faktörleri ile bu faktörlere ait referanslar Tablo 3.5’te gösterilmektedir.

Tablo 3.5: Glutenli Ürünlerin Protein Sindirilebilirlik Faktörleri ve Referansları

Ürün Adı	PSF (%)	Referans
Buğday unu	96	FAO, 2007
Arpa unu	87.4	Pedersen ve Eggum, 1983
Çavdar unu	83.6	Pedersen ve Eggum, 1983
İrmik	86	FAO, 2007
Beyaz ekmek	96	FAO, 2007
Çavdar ekmeği	83.6	Pedersen ve Eggum, 1983
Tam buğday ekmeği	86	FAO, 2007
Çok tahıllı ekmek	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Sade makarna	86	FAO, 2007
İspanaklı makarna	86	FAO, 2007
Tam buğday makarna	86	FAO, 2007
Buğday unlu kraker	96	FAO, 2007
Çavdar unlu kraker	83.6	Pedersen ve Eggum, 1983
Tam buğday unlu kraker	86	FAO, 2007
Çok tahıllı kraker	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Meyveli kek	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Çikolatalı kek	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Pasta keki	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Karışık tahıllı bisküvi	85	FAO/WHO/UNU, 1985
Bebe bisküvisi	85	FAO/WHO/UNU, 1985

PSF: Protein Sindirilebilirlik Faktörü

Tablo 3.5’te görüldüğü üzere glutenli ürünlerden çavdar ekmeği ve çavdar unlu kraker için çavdar ununun protein sindirilebilirlik faktörü kullanıldı. Tam buğday ekmeği, tam buğday makarna ve tam buğday unlu kraker için tam buğdayın protein sindirilebilirlik faktörü kullanıldı. Sade makarna ve ıspanaklı makarna için makarnalık buğdayın sindirilebilirlik faktörü kullanılırken buğday unlu kraker için buğday ununun protein sindirilebilirlik faktörü kullanıldı. FAO/WHO/UNU (1985) tarafından gerçek

sindirilebilirlik faktörünün bilinmediği durumlarda temel besinler, tahıl ve sebzeler için protein sindirilebilirlik faktörü olarak %85'in kullanılabileceği önerildiğinden birden fazla bileşen içeren çok tahıllı ekmek, çok tahıllı kraker, meyveli kek, çikolatalı kek, pasta keki, karışık tahıllı bisküvi ve bebe bisküvisinin protein sindirilebilirlik faktörü %85 olarak belirlendi. Diğer glutenli ürünlerde (buğday unu, arpa unu, çavdar unu, ırmik, beyaz ekmek) ise o ürünlere ait protein sindirilebilirlik faktörleri kullanıldı.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Glutensiz Ürünlerin Protein ve Amino Asit Miktarları

Çalışmaya dahil edilen glutensiz ürünlerin TÜRKOMP, USDA veya literatürdeki çalışmalardan elde edilen 100 gramlarındaki protein (g) ve amino asit miktarları (mg) Tablo 4.1’ de ürünlerin içerdiği protein miktarına göre sıralandırılmış şekilde gösterilmektedir.

Tablo 4.1’ e göre glutensiz ürünlerin ortalama protein miktarı 11,23 g bulunmaktadır ve 100 gramında en fazla protein bulunan glutensiz ürün 52,20 g ile yer fıstığı unu olurken onu sırasıyla 51,50 g ile soya unu, 21,15 g ile nohut unu ve 13,92 g ile kinoa unu takip etmektedir. En düşük protein miktarına sahip glutensiz ürün ise 2,63 g ile mısır unlu makarna olurken onu sırasıyla 3,20 g ile mısır ve pirinç unlu makarna, 3,23 g ile mısır ve kinoa unlu makarna ve 3,46 g ile kahverengi pirinç unlu makarna takip etmektedir. Bu sonuçlara göre glutensiz ürünler içinde en yüksek protein miktarına sahip ürünlerin çoğu un kategorisinde bulunurken en düşük protein miktarına sahip ürünlerin çoğu makarna kategorisinde yer almaktadır.

Tablo 4.1: Glutensiz Ürünlerin Protein (g/100g) ve Amino Asit Miktarları (mg/100g)

Glutensiz Ürünler	Protein	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
Yer fıstığı unu	52.20	1320	1840	3380	1870	976	4820	1790	507	2190
Soya unu	51.50	1270	2280	3830	313	1013	4230	2040	683	2350
Nohut unu	21.15	640	890	1750	1450	540	1820	800	230	960
Kinoa unu	13.92	542	430	944	877	587	1122	614	266	511
Pirinç ve kinoa unlu bisküvi	9.86	216	363	674	352	331	850	317	110	488
Mısır, patates ve soya unlu kraker	9.36	252	312	742	386	428	742	327	371	430
Kahverengi pirinç unu	7.23	184	306	598	276	207	644	265	92	424
Patates unu	6.90	166	299	425	413	142	540	280	115	356
Mısır, patates ve nohut unlu kraker	6.13	154	199	472	236	254	463	191	229	254
Beyaz pirinç unu	5.95	149	244	488	207	198	631	210	72	348
Mısır unu	5.44	71	278	532	206	155	648	112	105	301
Kahverengi pirinç unlu ekmek	5.40	130	250	460	350	260	500	230	80	280
Pirinç ve sorgum unlu ekmek	5.40	130	250	460	350	260	500	230	80	280
Mısır ve patates unlu kraker	4.61	173	85	197	80	138	254	160	136	178
Pirinç unlu kek	3.55	0.2	0.8	1.3	0.5	0.2	1.0	5.2	0.1	0.4
Patates unlu kraker	3.52	17	27	56	32	17	53	25	8	34
Kahverengi pirinç unlu makarna	3.46	84	114	264	208	114	323	109	40	134
Mısır ve kinoa unlu makarna	3.23	89	89	355	158	94	266	99	20	108
Mısır ve pirinç unlu makarna	3.20	92	103	452	164	108	319	103	20	103
Mısır unlu makarna	2.63	80	94	322	74	79	236	99	19	133

4.2. Glutenli Ürünlerin Protein ve Amino Asit Miktarları

Çalışmaya dahil edilen glutenli ürünlerin 100 gramlarındaki protein (g) ve amino asit miktarları (mg) Tablo 4.2’de gösterilmektedir.

Tablo 4.2: Glutenli Ürünlerin Protein (g/100g) ve Amino Asit Miktarları (mg/100g)

Glutenli Ürünler	Protein	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
Çok tahıllı ekmek	13.40	198	323	556	289	226	623	271	124	397
Tam buğday ekmek	10.79	303	379	631	226	381	768	252	125	422
Çavdar unu	10.61	189	538	990	363	270	1228	192	136	588
Tam buğday unlu kraker	10.60	238	364	703	271	284	674	301	141	465
Buğday unu	10.30	230	357	710	228	293	832	281	127	415
Çavdar ekmeği	10.01	118	414	827	377	377	943	392	67	475
Beyaz ekmek	9.41	193	148	657	324	198	689	180	77	367
İrmik	8.66	199	225	526	226	194	659	160	161	269
Arpa unu	8.22	180	247	621	383	392	788	328	157	320
Çavdar unlu kraker	7.90	179	318	556	300	199	571	285	92	404
Buğday unlu kraker	7.30	190	306	586	190	238	571	265	105	386
Çok tahıllı kraker	7.10	168	237	481	182	196	532	193	88	291
Karışık tahıllı bisküvi	6.10	138	214	424	143	173	487	169	76	251
Tam buğday makarna	5.99	140	232	409	133	160	454	161	77	259
Pasta keki	5.40	119	251	419	297	186	450	213	72	281
Sade makarna	5.15	103	197	348	97	151	381	134	65	217
İspanaklı makarna	5.06	107	219	365	151	160	401	158	67	245
Bebe bisküvisi	4.10	69	242	459	184	161	507	97	68	280
Meyveli kek	2.90	71	121	206	121	90	235	102	42	144
Çikolatalı kek	2.40	46	109	180	148	67	172	104	30	124

Tablo 4.2'ye göre glutenli ürünlerin ortalama protein miktarı 7,57 g bulunmaktadır ve 100 gramında en fazla protein bulunan glutenli ürün 13,40 g ile çok tahıllı ekmek olurken onu sırasıyla 10,79 g ile tam buğday ekmek, 10,61 g ile çavdar unu ve 10,60 g ile tam buğday unlu kraker takip etmektedir. En düşük protein miktarına sahip glutenli ürün ise 2,40 g ile çikolatalı kek olurken onu sırasıyla 2,90 g ile meyveli kek, 4,10 g ile bebe bisküvisi, 5,06 g ile ıspanaklı makarna ve 5,15 g ile sade makarna takip etmektedir.

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de görüldüğü üzere glutensiz ve glutenli ürünler arasında en yüksek protein miktarına sahip ürün, glutensiz ürün grubunda bulunan yer fıstığı unu (52,2 g protein/ 100g) olurken en düşük protein miktarına sahip ürün ise glutenli ürün grubunda bulunan çikolatalı kek (2,40 g protein /100g) olarak belirlenmiştir. Ürün kategorilerine göre ürünlerin 100 gramındaki protein miktarları karşılaştırıldığında; un kategorisinde en yüksek protein miktarına sahip yer fıstığı unu ile en düşük protein miktarına sahip mısır unu glutensiz ürün grubunda bulunurken kek kategorisinde ise en yüksek protein miktarına sahip pasta keki ile en düşük protein miktarına sahip çikolatalı kek glutenli ürün grubunda yer almaktadır. Ekmek, makarna ve kraker kategorisinde en yüksek protein miktarına sahip ürünler (çok tahıllı ekmek, tam buğday makarna ve tam buğday unlu kraker) glutenli ürün grubunda, en düşük protein miktarına sahip ürünler (kahverengi pirinç unlu ekmek ile pirinç ve sorgum unlu ekmek, mısır unlu makarna ve patates unlu kraker) ise glutensiz ürün grubunda bulunmaktadır. Buna karşı bisküviler arasında en yüksek protein miktarına sahip pirinç ve kinoa unlu bisküvi glutensiz ürün grubunda, en düşük protein miktarına sahip bebe bisküvi ise glutenli ürün grubunda yer almaktadır. Bu sonuçlara göre glutensiz ürünlerin protein miktarlarının her zaman muadil glutenli ürünlerden düşük olmadığı hatta glutensiz ürünlerin ortalama protein miktarının (11,23 g/100 g) glutenli ürünlerin ortalama protein miktarından (7,57 g/ 100 g) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Glutensiz Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri

Çalışmaya dahil edilen glutensiz ürünlerin PDCAAS değerini hesaplamak için kullanılacak amino asitlerin skorları; TÜRKOMP, USDA veya literatürdeki verilerin (aminoasit miktarı (mg) / 1 g protein) yaşa göre (3-10 yaş) referans değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir. PDCAAS değeri ise sınırlayıcı aminoasit skoru ile protein sindirilebilirlik faktörünün çarpımı sonucu elde edilmektedir.

Glutensiz ürünlerin amino asit skorları, protein sindirilebilirlik faktörleri (PSF) ve PDCAAS değerleri Tablo 4.3'te gösterilmektedir.

Tablo 4.3: Glutensiz Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri

Glutensiz Ürünler	PSF (%)	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val	PDCAAS (%)
Mısır unu	85	0.81	1.70	1.60	0.78	1.24	2.90	0.82	2.92	1.38	66.3
Kahverengi pirinç unu	95	1.59	1.41	1.35	0.80	1.24	2.17	1.46	1.93	1.46	76.0
Beyaz pirinç unu	88	1.56	1.36	1.34	0.72	1.44	2.58	1.41	1.83	1.46	63.4
Soya unu	86	1.54	1.47	1.22	1.27	0.85	2.00	1.58	2.01	1.14	73.1
Patates unu	73.3	1.50	1.44	1.01	1.24	0.90	1.90	1.62	2.52	1.30	66.0
Yer fıstığı unu	96	1.58	1.17	1.06	0.75	0.81	2.25	1.37	1.47	1.05	72.0
Kinoa unu	95	2.43	1.03	1.11	1.31	1.83	1.96	1.76	2.89	0.92	87.4
Nohut unu	86.6	1.89	1.40	1.35	1.42	1.11	2.09	1.51	1.64	1.13	96.1
Kahverengi pirinç unlu ekmek	95	1.50	1.54	1.40	1.35	2.10	2.25	1.70	2.24	1.29	100
Pirinç ve sorgum unlu ekmek	85	1.50	1.54	1.40	1.35	2.10	2.25	1.70	2.24	1.29	100
Mısır unlu makarna	85	1.90	1.19	2.01	0.58	1.30	2.18	1.50	1.10	1.26	49.3
Mısır ve pirinç unlu makarna	85	1.80	1.07	2.31	1.06	1.46	2.43	1.28	0.94	0.80	68.0
Mısır ve kinoa unlu makarna	85	1.72	0.91	1.80	1.01	1.26	2.01	1.22	0.93	0.83	70.5
Kahverengi pirinç unlu makarna	95	1.51	1.10	1.25	1.25	1.43	2.27	1.26	1.75	0.96	91.2
Patates unlu kraker	73.3	0.30	0.25	0.26	0.18	0.21	0.36	0.28	0.34	0.24	13.2
Mısır ve patates unlu kraker	85	2.34	0.61	0.70	0.36	1.30	1.34	1.38	4.47	0.96	30.6
Mısır, patates ve soya unlu kraker	85	1.68	1.11	1.30	0.86	1.98	1.93	1.40	6.01	1.15	73.1
Mısır, patates ve nohut unlu kraker	85	1.57	1.08	1.26	0.80	1.80	1.84	1.24	5.66	1.03	68.0
Pirinç unlu kek	88	0.003	0.007	0.006	0.003	0.002	0.007	0.058	0.004	0.003	0.2
Pirinç ve kinoa unlu bisküvi	85	1.37	1.22	1.12	0.74	1.46	2.10	1.28	1.69	1.24	63.0

Tablo 4.3'te görüldüğü üzere mısır ununda 0,78, kahverengi pirinç ununda 0,80, beyaz pirinç ununda 0,72, yer fıstığı ununda 0,75, mısır unlu makarnada 0,58, patates unlu krakerde 0,18, mısır ve patates unlu krakerde 0,36, mısır, patates ve soya unlu krakerde 0,86, mısır, patates ve nohut unlu krakerde 0,80, pirinç ve kinoa unlu bisküvide 0,74 ile en düşük amino asit skoruna sahip amino asit lizin olarak belirlenmiştir. Soya unu, patates unu, nohut unu ve pirinç unlu kekin en düşük amino asit skoru sırasıyla 0,85, 0,90, 1,11 ve 0,002 olarak sülfürlü aminoasitlere (metiyonin+ sistein) ait bulunmuştur. Kalan ürünlerden kinoa ununda 0,92, kahverengi pirinç unlu ekmek ile pirinç ve sorgum unlu ekmekte 1,29, mısır ve pirinç unlu makarnada 0,80, mısır ve kinoa unlu makarnada 0,83, kahverengi pirinç unlu makarnada 0,96 ile en düşük amino asit skoru valine ait bulunmuştur. Bu sonuçlara göre glutensiz ürünlerdeki sınırlayıcı amino asitler; lizin, sülfürlü aminoasitler (metiyonin+sistein) ya da valin olarak belirlenmiş ve bu amino asitler arasında lizin 10 adet, sülfürlü amino asitler (metiyonin+ sistein) 4 adet, valin ise 6 adet glutensiz ürünün sınırlayıcı aminoasidi olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.3'e göre glutensiz ürünlerin PDCAAS değerlerinin ortalaması %66,37 olarak bulunmaktadır ve en yüksek PDCAAS değerine sahip ürünler %100 ile kahverengi pirinç unlu ekmek ile pirinç ve sorgum unlu ekmek olurken onları sırasıyla %96,1, %91,2 ve %87,4 ile nohut unu, kahverengi pirinç unlu makarna ve kinoa unu takip etmektedir. PDCAAS değeri en düşük glutensiz ürün ise %0,2 ile pirinç unlu kek olurken onu sırasıyla %13,2 ile patates unlu kraker, %30,6 ile mısır ve patates unlu kraker ve %49,3 ile mısır unlu makarna takip etmektedir. Bu sonuçlara göre glutensiz ürünler arasında; en yüksek protein kalitesine sahip ürün kahverengi pirinç unlu ekmek ile pirinç ve sorgum unlu ekmek olurken en düşük protein kalitesine sahip ürün pirinç unlu kek olarak belirlenmiştir.

4.4. Glutenli Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri

Çalışmaya dahil edilen glutenli ürünlerin PDCAAS değerini hesaplamak için kullanılacak amino asitlerin skorları; TÜRKOMP veya USDA'daki verilerin (aminoasit miktarı (mg) / 1 g protein) yaşa göre (3-10 yaş) referans değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir. PDCAAS değeri ise sınırlayıcı aminoasit skoru ile protein sindirilebilirlik faktörünün çarpımı sonucu elde edilmektedir.

Glutenli ürünlerin amino asit skorları, protein sindirilebilirlik faktörleri (PSF) ve PDCAAS değerleri Tablo 4.4'te gösterilmektedir.

Tablo 4.4: Glutenli Ürünlerin Amino Asit Skorları, Sindirilebilirlik Faktörleri ve PDCAAS Değerleri

Glutenli Ürünler	PSF (%)	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val	PDCAAS (%)
Buğday unu	96	1.40	1.15	1.13	0.46	1.23	1.97	1.10	1.87	1.01	44.2
Arpa unu	87.4	1.37	1.00	1.24	0.97	2.07	2.34	1.60	2.90	0.97	85.0
Çavdar unu	83.6	1.11	1.70	1.53	0.71	1.10	2.82	0.72	1.94	1.38	59.3
İrmik	86	1.43	0.86	0.99	0.54	0.97	1.85	0.74	2.81	0.77	46.4
Beyaz ekmeç	96	1.28	0.52	1.14	0.71	0.91	1.78	0.76	1.24	0.97	50.0
Çavdar ekmeçi	83.6	0.73	1.37	1.35	0.78	1.63	2.30	1.56	1.01	1.18	61.0
Tam buğday ekmeçi	86	1.75	1.17	0.96	0.43	1.53	1.73	0.93	1.75	0.98	37.0
Çok tahıllı ekmeç	85	0.92	0.80	0.68	0.45	0.73	1.13	0.81	1.40	0.74	38.2
Sade makarna	86	1.25	1.27	1.11	0.40	1.27	1.80	1.04	1.91	1.05	34.4
İspanaklı makarna	86	1.32	1.44	1.18	0.62	1.37	1.93	1.24	2.00	1.21	53.3
Tam buğday makarna	86	1.46	1.30	1.12	0.46	1.16	1.84	1.07	1.94	1.08	39.5
Buğday unlu kraker	96	1.62	1.40	1.31	0.54	1.41	1.90	1.45	2.17	1.32	52.0
Çavdar unlu kraker	83.6	1.41	1.34	1.15	0.80	1.10	1.76	1.44	1.76	1.28	67.0
Tam buğday unlu kraker	86	1.40	1.14	1.08	0.53	1.16	1.55	1.13	2.01	1.10	45.6
Çok tahıllı kraker	85	1.48	1.11	1.11	0.53	1.20	1.82	1.08	1.87	1.02	45.0
Meyveli kek	85	1.53	1.40	1.16	0.87	1.35	1.97	1.40	2.20	1.24	74.0
Çikolatalı kek	85	1.19	1.51	1.23	1.28	1.21	1.74	1.73	1.90	1.30	100
Pasta keki	85	1.37	1.55	1.27	1.14	1.49	2.03	1.57	2.01	1.30	97.0
Karışık tahıllı bisküvi	85	1.41	1.17	1.14	0.48	1.23	1.95	1.10	1.88	1.02	41.0
Bebe bisküvisi	85	1.05	1.96	1.83	0.93	1.70	3.01	0.94	2.51	1.70	79.0

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere buğday ununda 0,46, çavdar ununda 0,71, ırmikte 0,54, tam buğday ekmeğinde 0,43, çok tahıllı ekmekte 0,45, sade makarnada 0,40, ıspanaklı makarnada 0,62, tam buğday makarnada 0,46, buğday unlu krakerde 0,54, çavdar unlu krakerde 0,80, tam buğday unlu ve çok tahıllı krakerde 0,53, meyveli kek 0,87, pasta kekinde 1,14, karışık tahıllı bisküvide 0,48, bebe bisküvisinde 0,93 ile en düşük amino asit skoruna sahip amino asit lizin olarak belirlenmiştir. Arpa ununda ise en düşük amino skoru 0,97 ile hem lizin hem de valine ait bulunmuştur. Kalan ürünlerden çavdar ekmeği ve çikolatalı kek en düşük amino asit skoru sırasıyla 0,73 ve 1,19 ile histidine aitken beyaz ekmekte 0,52 ile izolösine ait bulunmuştur. Bu sonuçlara göre glutenli ürünlerdeki sınırlayıcı amino asitler; lizin, lizin ve valin, histidin ya da izolösün olarak belirlenmiş ve bu amino asitler arasında lizin 16 adet, lizin ve valin 1 adet, histidin 2 adet, izolösün ise 1 adet glutenli ürünün sınırlayıcı aminoasidi olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.4'e göre glutenli ürünlerin PDCAAS değerlerinin ortalaması %57,44 olarak bulunmakta ve en yüksek PDCAAS değerine sahip ürün %100 ile çikolatalı kek olurken onu sırasıyla %97, %85 ve %79 ile pasta keki, arpa unu ve bebe bisküvisi takip etmektedir. PDCAAS değeri en düşük glutenli ürün ise %34,4 ile sade makarna olurken onu sırasıyla %37 ile tam buğday ekmeği, %38,2 ile çok tahıllı ekmek ve %39,5 ile tam buğday makarna takip etmektedir. Bu sonuçlara göre glutenli ürünler arasında; en yüksek protein kalitesine sahip ürün çikolatalı kek olurken en düşük protein kalitesine sahip ürün sade makarna olarak belirlenmiştir.

4.5. Glutensiz ve Glutenli Ürünlerin Protein Kalitesi

Çalışmada protein kalitesi değerlendirilen glutensiz ve glutenli ürünlerin PDCAAS değerleri Tablo 4.5'te sıralandırılmış şekilde gösterilmektedir.

Tablo 4.5: Glutensiz ve Glutenli Ürünlerin PDCAAS Değerleri

Ürünler	PDCAAS (%)	Ürünler	PDCAAS (%)
1. Kahverengi pirinç unlu ekmek	100	21. Beyaz pirinç unu	63.4
2. Pirinç ve sorgum unlu ekmek	100	22. Pirinç ve kinoa unlu bisküvi	63
3. Çikolatalı kek	100	23. Çavdar ekmeği	61
4. Pasta keki	97	24. Çavdar unu	59.3
5. Nohut unu	96.1	25. Ispanaklı makarna	53.3
6. Kahverengi pirinç unlu makarna	91.2	26. Buğday unlu kraker	52
7. Kinoa unu	87.4	27. Beyaz ekmek	50
8. Arpa unu	85	28. Mısır unlu makarna	49.3
9. Bebe bisküvisi	79	29. İrmik	46.4
10. Kahverengi pirinç unu	76	30. Tam buğday unlu kraker	45.6
11. Meyveli kek	74	31. Çok tahıllı kraker	45
12. Soya unu	73.1	32. Buğday unu	44.2
13. Mısır, patates ve soya unlu kraker	73.1	33. Karışık tahıllı bisküvi	41
14. Yer fıstığı unu	72	34. Tam buğday makarna	39.5
15. Mısır ve kinoa unlu makarna	70.5	35. Çok tahıllı ekmek	38.2
16. Mısır ve pirinç unlu makarna	68	36. Tam buğday ekmeği	37
17. Mısır, patates ve nohut unlu kraker	68	37. Sade makarna	34.4
18. Çavdar unlu kraker	67	38. Mısır ve patates unlu kraker	30.6
19. Mısır unu	66.3	39. Patates unlu kraker	13.2
20. Patates unu	66	40. Pirinç unlu kek	0.2

Tablo 4.5'te görüldüğü üzere çalışma kapsamında protein kalitesi belirlenen glutensiz ve glutenli ürünler içinde en yüksek PDCAAS değerine sahip ürünler %100 ile kahverengi pirinç unlu ekmek, pirinç ve sorgum unlu ekmek ve çikolatalı kek olarak belirlenmiş ve onları sırasıyla %97 ile pasta keki, %96,1 ile nohut unu, %91,2 ile kahverengi pirinç unlu makarna ve %87,4 ile kinoa unu takip etmektedir. PDCAAS değeri en düşük ürün ise %0,2 gibi oldukça düşük bir skorla pirinç unlu kek olarak belirlenmiş ve onu sırasıyla %13,2 ile patates unlu kraker, %30,6 ile mısır ve patates unlu kraker, %34,4 ile sade makarna, %37 ile tam buğday ekmeği, %38,2 ile çok tahıllı ekmek ve %39,5 ile tam buğday makarna takip etmektedir. Bu sonuçlara göre glutensiz ve glutenli ürünler arasında; en yüksek protein kalitesine sahip ürün kahverengi pirinç unlu ekmek, pirinç ve sorgum unlu ekmek ve çikolatalı kek olarak belirlenirken en düşük protein kalitesine sahip ürün pirinç unlu kek olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.5'e göre ortalama PDCAAS glutensiz ürünlerde (%66,37) glutenli ürünlerden (%57,44) yüksek çıkmaktadır. Ürün kategorilerine göre PDCAAS değerleri karşılaştırıldığında, un kategorisinde %96,1 ile protein kalitesi en yüksek un nohut unu olurken protein kalitesi en düşük un %44,2 ile buğday unu olarak bulunmuştur. Ekmek kategorisinde %100 ile protein kalitesi en yüksek ekmek kahverengi pirinç unlu ekmek ile pirinç ve sorgum unlu ekmek olurken protein kalitesi en düşük ekmek %37 ile tam buğday ekmek olarak bulunmuştur. Makarna kategorisinde %91,2 ile protein kalitesi en yüksek makarna kahverengi pirinç unlu makarna olurken protein kalitesi en düşük makarna %34,4 ile sade makarna olarak bulunmuştur. Kraker kategorisinde %73,1 ile protein kalitesi en yüksek kraker mısır, patates ve soya unlu kraker olurken protein kalitesi en düşük kraker %13,2 ile patates unlu kraker olarak bulunmuştur. Kek kategorisinde %100 ile en yüksek protein kalitesine sahip kek çikolatalı kek olurken en düşük protein kalitesine sahip kek %0,2 ile pirinç unlu kek olarak bulunmuştur. Bisküvi kategorisinde ise %79 ile en yüksek protein kalitesine sahip bisküvi bebe bisküvisi olurken %41 ile en düşük protein kalitesine sahip bisküvi karışık tahıllı bisküvi olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre; un, ekmek ve makarna kategorisinde en yüksek protein kalitesine sahip ürünler glutensiz ürünler arasında bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürünler glutenli ürünler arasında bulunmaktadır. Kek kategorisinde en yüksek protein kalitesine sahip ürün glutenli ürünler arasında bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürün glutensiz ürünler arasında bulunmaktadır. Kraker kategorisinde en yüksek ve en düşük protein kalitesine sahip

ürünler glutensiz ürünler arasında bulunurken bisküvi kategorisinde ise en yüksek ve en düşük protein kalitesine sahip ürünler glutenli ürünler arasında bulunmaktadır. Tüm bunlardan anlaşılağı üzere glutensiz ürünlerin protein kalitesi glutenli ürünlerden daima düşük çıkmamakta hatta bazı ürün gruplarında glutenli muadillerinden daha yüksek protein kalitesine sahip olabilmektedir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

Tahıl ve tahıl ürünleri ucuz, ulaşılması kolay, lezzetli ve enerji veren besinler olması nedeniyle her toplum için en temel besin kaynaklarından biri olmakta (Özer ve Tuncel, 2016) ve yaygın şekilde tüketilmektedir (Hayıt ve Gül, 2017). İnsanlar için önemli bir besin kaynağı olan bu ürünlerin bazıları içerdikleri gluten sebebiyle bazı kişilerde glutenle ilişkili rahatsızlıkların (çölyak, gluten ataksisi, buğday alerjisi ve gluten hassasiyeti gibi) oluşumuna neden olmakta ve az miktarda tüketilmeleri bile ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Özer ve Tuncel, 2016; Conte vd., 2019). Bu nedenle glutenle ilişkili hastalıklara sahip kişilerin glutensiz ürünler tüketmesi gerekmekte ve son dönemlerde glutensiz ürünlerle beslenen kişilerin sayısında artış görülmektedir (Hayıt, Acun ve Gül, 2023). Bu artışta çölyak başta olmak üzere glutenle ilişkili hastalıklara sahip kişilerin sayısındaki artış ve sağlıklı beslenmek isteyen kişilerin glutenli gıdalardan kaçınması etkili olmakta bu durumda glutensiz ürünlere olan ihtiyaç ve talebi her geçen gün arttırmaktadır (Mahmoud vd., 2013; Gallagher, Gormley ve Arendt, 2004). Ticari olarak üretilmiş glutensiz ürünlerin ise besin içeriklerindeki eksiklikler ürünleri düşük kaliteli hale getirmektedir (Moroni, Dal Bello ve Arendt, 2009). Tüm bunlar da glutensiz ürün çeşitliliğinin ve kalitesinin artırılmasını gerektirmektedir.

Glutensiz ürünlerde bir protein çeşidi olan glutenin eksikliği ön plana çıkmakta ve protein ihtiyacının değerlendirilmesinde ürünlerin protein kalitesinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu durumda glutensiz ürünlerdeki protein kalitesinin incelenmesini gerektirdiğinden bu çalışmada glutensiz ve glutenli ürünlerin protein kaliteleri PDCAAS yöntemine göre hesaplanarak ürünlerin sınırlayıcı amino asitleri belirlenmiş ve protein kaliteleri değerlendirilmiştir. Gluten buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan bir protein olduğundan (Balakireva ve Zamyatnin Jr, 2016) bu çalışma kapsamında protein kalitesi değerlendirilen glutenli ürünlerden biri buğday unu olmuştur. Mevcut çalışmada göre buğday unundaki sınırlı amino asit lizin olarak PDCAAS değeri ise % 44,2 olarak belirlenmiştir. Başka bir çalışmada da (Köseoğlu, 2019) buğday unundaki sınırlı aminoasit lizin olarak bulunurken PDCAAS değeri %56 olarak bulunmuştur. PDCAAS değerlerindeki bu farklılığın seçilen buğday ununun

farklı olmasından (buğdayın türü ve genetiğindeki farklılıklar) ve hesaplamalardaki bazı farklılıklardan (farklı yaş grubuna ait amino asit referans değerlerinin ve sindirilebilirlik faktörünün kullanılması gibi) kaynaklandığı düşünülmekte ve her iki sonuca göre de buğday ununun protein kalitesi düşük olarak değerlendirilmektedir. Mevcut çalışma kapsamında protein kalitesi değerlendirilen bir diğer glutenli ürün arpa unu olmuştur ve bu ürünün sınırlı amino asidi lizin olarak PDCAAS değeri ise %85 olarak belirlenmiştir. Stone ve arkadaşlarının (2019) yaptıkları bir çalışmada ise arpa unundaki sınırlı amino asit lizin olarak PDCAAS değeri %59,53 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar sınırlı amino asit açısından mevcut çalışmayla aynı iken PDCAAS değeri açısından farklılık göstermekte ve bu farklılığa seçilen arpa unu (arpanın türü ve genetiğindeki farklılıklar) ile hesaplamada kullanılan sindirilebilirlik faktöründeki farklılığın neden olduğu düşünülmektedir.

Glutensiz ürünlerin üretiminde hem ürünlerin çeşitliliğini arttırmak hem de besin içeriğini zenginleştirmek için bazı tahıllar (mısır, pirinç, kahverengi pirinç), psödotahıllar (kinoa, amarant, karabuğday), baklagiller (soya fasulyesi, nohut, mercimek) ve yağlı tohumlar (fındık, fıstık, ceviz, badem) gibi gluten içermeyen bitkisel protein kaynakları yaygın olarak kullanılmaktadır (Saturni, Ferretti ve Bacchetti, 2010; Hosseini vd., 2018). Bu proteinlerdeki sınırlayıcı amino asitler genellikle lizin, treonin ve kükürtlü amino asitler (metiyonin ve sistein) olmakta (Schaafsma, 2005) özellikle tahıl proteinlerinden mısır ve pirinç unu glutensiz ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır (Yağdı ve Konuşkan, 2021).

Mısır unu, karbonhidrat ve nişasta yönünden zengin olup protein ve vitamin yönünden fakir olan ve pek çok amaçla kullanılabilen glutensiz bir tahıl ürünüdür (Köten ve Ünsal, 2021). Abdel-Aal ve Hucl (2002) yaptıkları çalışmada tahıllardaki sınırlı amino asidi lizin olarak bulmuş, mevcut çalışmada da mısır unundaki sınırlı amino asit lizin olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak mevcut çalışmada mısır ununun PDCAAS değeri %66,3 olarak bulunurken başka bir çalışmada (Culetu vd., 2021) %47 olarak bulunmuştur. Bu farklılığın seçilen mısır ununun farklı olmasından (mısırın türü ve genetiğindeki farklılıklar) ve hesaplamalardaki bazı farklılıklardan (farklı yaş grubuna ait amino asit referans değerlerinin ve sindirilebilirlik faktörünün kullanılması gibi) kaynaklandığı düşünülmekte ve her iki sonuca göre de mısır ununun protein kalitesinin yüksek olmadığı görülmektedir.

Pirinç unu glutensiz, renksiz, tatsız ve hipoalerjenik özelliklere sahip olması (Bolarinwa, Lim ve Muhammad, 2019), buğday ununa göre daha yüksek lizin içeriği ve dengeli bir amino asit profilinin olması (Torbica, Hadnadev ve Dapcevic, 2010), glutensiz ürünlerde istenen yapı, renk ve lezzetin oluşmasına yardımcı olması (Gallagher, Gormley ve Arendt, 2004) nedeniyle glutensiz ürün üretiminde en çok tercih edilen tahıl unudur (Gobbetti vd., 2018). Bununla birlikte yapısında pirinç kepeği bulunan kahverengi pirinç unu da hem gluten içermemesi hem de besin içeriğinin yüksek olması nedeniyle glutensiz ürünlerin üretiminde kullanılmakta ve ürünlere istenen renk ve lezzeti sağlamaktadır (Özer ve Tuncel, 2016; Yağdı ve Konuşkan, 2021). Mevcut çalışmada beyaz ve kahverengi pirinç unlarındaki sınırlı amino asit lizin olarak bulunurken Caire-Juvera ve arkadaşlarının (2013) yaptığı bir çalışmada da tahıl bazlı ürünlerde sınırlı amino asit lizin olarak bulunmuştur. Benzer şekilde başka bir çalışmada da beyaz ve kahverengi pirinç unlarındaki sınırlayıcı amino asit lizin olarak saptanmış ve bu unların PDCAAS değerleri sırasıyla %56 ve %61 olarak bulunmuştur (Culetu vd., 2021). Mevcut çalışmada ise beyaz pirinç ununun PDCAAS değeri %63,4 olarak bulunurken kahverengi pirinç ununun %76 olarak bulunmuştur. Her iki çalışmanın sonucunda da kahverengi pirinç ununun beyaz pirinç unundan daha yüksek protein kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Psödotahıllar; karabuğday, amarant ve kinoa gibi tohumları un haline getirilerek tahıl amaçlı kullanılabilen sahte tahıl, yalancı tahıl veya tahılımsı olarak da isimlendirilen bitkilerdir (Hayıt ve Gül, 2017). Bu bitkiler hem gluten içermemeleri hem de vitamin, mineral, esansiyel amino asitler ve yağ asitleri yönünden zengin bir kaynak olmaları nedeniyle besin içeriği düşük glutensiz ürünlere alternatif olarak glutensiz ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Baykut, 2021). Psödotahıllardan zengin amino asit örüntüsüne sahip kinoa ununun protein kalitesi mevcut çalışma kapsamında incelenmiş ve kinoa ununun PDCAAS değeri %87,4 olarak bulunmuştur. Glutensiz unların incelendiği başka bir çalışmada da kinoa ununun PDCAAS değeri %85 olarak bulunmuştur (Culetu vd., 2021). Her iki çalışmanın sonucunda da PDCAAS değeri beklendiği gibi yüksek çıktığından kinoa unu iyi protein kalitesine sahip glutensiz un kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Bitkisel protein kaynakları arasında oldukça önemli bir yere sahip olan baklagiller (Türksoy, 2018), tahıllara göre daha fazla protein içermekte ve glutensiz ürünlerin üretiminde tercih edilmektedir (Marco ve Rosell, 2008). Glutensiz ürünlerde

mercimek, nohut ve soya gibi protein yönünden zengin baklagil unları kullanılarak hem ürünlerin besin içeriğine hem de esansiyel amino asit oranına katkı verilmekte (Marco ve Rosell, 2008) ve baklagillerle tahıllar birbirini tamamlayıcı protein kaynakları olarak kabul edilmektedir (Shewry, 2007; Swanson, 1990). Bunun nedeni baklagillerin lizin yönünden zengin olup kükürtlü amino asitler (metiyonin ve sistein) yönünden eksik olması tahıllarda ise bu durumun tam tersinin görülmesidir (Shewry, 2007; Swanson, 1990). Bu duruma benzer şekilde Erbersdobler, Barth ve Jahreis (2017) tarafından yapılmış bir çalışmada baklagillerin lizin açısından zengin olduğu tespit edilirken, Caire-Juvera ve arkadaşlarının (2013) yaptığı bir çalışmada ise baklagillerdeki sınırlı amino asitin kükürtlü amino asitler (SAA) olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışma kapsamında protein açısından zengin baklagiller olan nohut ve soyadan yapılmış unlar incelenmiş ve literatüre benzer şekilde her iki unda da sınırlı amino asit SAA olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmada nohut ununun PDCAAS değeri %96,1 olarak soya ununun PDCAAS değeri ise %73,1 olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmaya benzer şekilde Culetu ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan bir çalışmada nohut ununun PDCAAS değeri %97 olarak, Stone ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise soya ununun PDCAAS değeri %82,21 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre nohut ununun soya unundan daha yüksek protein kalitesine sahip olduğu görülmekte ve her iki un da (özellikle nohut unu) iyi protein kalitesine sahip glutensiz un kaynakları olarak değerlendirilmektedir.

Yağlı tohumlar (yer fıstığı, susam, fındık, keten tohumu, badem, ceviz ve çiya tohumu), yüksek protein içeriğine sahip olduklarından glutensiz ürünleri zenginleştirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Çetiner ve Bilek, 2018). Moharana ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2020), yer fıstığının diğer yağlı tohumlar ve bazı baklagillerden daha fazla protein içerdiği ve 20 adet amino asidin tamamını barındırdığı tespit edilmiştir. Mevcut çalışma kapsamında incelenen yer fıstığı ununun sınırlı amino asidi lizin olarak bulunmuştur. Boye, Wijesinha-Bettoni ve Burlingame (2012) tarafından yapılmış bir çalışmada ise yer fıstığındaki sınırlı amino asit lizin olarak bulunurken yer fıstığı unundaki sınırlı amino asit treonin olarak bulunmuştur. Bu farklılığın seçilen yer fıstığının (yer fıstığının türü ve genetiğindeki farklılıklar) ve yer fıstığına uygulanan işlemlerin (yetiştirme teknikleri ve ısı işlem gibi) farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı çalışmada yer fıstığı ununun PDCAAS değeri %71 olarak bulunmakta (Boye, Wijesinha-Bettoni ve

Burlingame, 2012) ve bu değer ile mevcut çalışmada bulunan değer (%72) benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlara göre, yer fıstığı unu dengeli amino asit profiline sahip kaliteli bitkisel protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Ekmek içerdiği yüksek karbonhidratlar sayesinde enerji veren protein, yağ, mineraller gibi diğer temel besin ögelerine de sahip beslenmede önemli yeri olan bir tahıl ürünüdür (Hayıt ve Gl, 2017; Dizlek ve Gl, 2007). Bu sebeple glutensiz ekmekler, glutensiz ürünler arasında oldukça tercih edilmekte ve bu ekmeklerin üretiminde gluten içermeyen tahıllar, baklagiller ve psdotahıllardan elde edilen glutensiz unlar kullanılmaktadır (Hayıt ve Gl, 2017). Guerrero-Elizarraraz, Mares-Mares ve Sosa-Morales (2017) tarafından yapılan çalışmada pirinç ve soya unlu glutensiz ekmeğin PDCAAS değeri %97,74 olarak bulunurken buğday unlu glutenli ekmeğin PDCAAS değeri % 49,4 olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmada da benzer şekilde buğday unlu glutenli ekmeğin (beyaz ekmek) PDCAAS değeri %50 olarak bulunurken kahverengi pirinç unlu glutensiz ekmek ile pirinç ve sorgum unlu glutensiz ekmeğin PDCAAS değeri %100 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, glutensiz ekmekler oldukça yüksek protein kalitesine sahipken glutenli ekmeklerin düşük protein kalitesine sahip olduğu görülmekte ve yüksek protein kalitesine sahip glutensiz ekmeklerin genel tüketiciler için de iyi bir tercih olacağı dşnlmektedir.

Makarna, maliyeti düşük ve lezzetli olması nedeniyle (Marti ve Pagani, 2013; Simonato, Curioni ve Pasini, 2015) tüm dünyada her yaş grubu ve sosyal sınıf tarafından severek tüketilen (Simonato, Curioni ve Pasini, 2015) hazırlaması kolay ve uzun raf ömrüne sahip temel gıdalardan biridir (Hayıt, Acun ve Gl, 2023). Buğday bazlı olması sebebiyle glutensiz beslenen kişilerin glutensiz makarna tüketmesi gerekmekte bu amaçla gluten içermeyen tahıl, baklagil, psdotahıl, meyve ve sebze unlarından glutensiz makarna üretimi gerçekleştirilmektedir (Hayıt, Acun ve Gl, 2023). Örneğin Gimenez ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir çalışmada mısır unlu glutensiz makarnanın PDCAAS değeri %37,62 olarak mısır ve kinoa unlu glutensiz makarnanın PDCAAS değeri %51,02 olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmada ise mısır unlu glutensiz makarnanın PDCAAS değeri %49,3 olarak mısır ve kinoa unlu glutensiz makarnanın PDCAAS değeri %70,5 olarak bulunmuştur. alışmalar arasındaki bu farklılıkta, protein kalite hesabındaki bazı farklılıkların (farklı yaş grubuna ait amino asit referans değerlerinin ve sindirilebilirlik faktörünün kullanılması gibi) ve/veya makarna formülasyonlarındaki farklılığın (kullanılan unların miktarları

gibi) etkili olduğu düşünölmektedir. Glutenli ve glutensiz makarnaların karşılaştırıldığı Rachman ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, durum buğday unlu glutenli makarnanın PDCAAS değeri %63 olarak muz ve manyok unlu glutensiz makarnanın PDCAAS değeri %4 olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmada ise tüm glutensiz makarnaların PDCAAS değeri (mısır unlu %49,3, mısır ve pirinç unlu %68, mısır ve kinoa unlu %70,5, kahverengi pirinç unlu %91,2) ıspanaklı makarna hariç diğer tüm glutenli makarnaların PDCAAS değerinden (sade %34,4, ıspanaklı %53,3, tam buğday unlu %39,5) yüksek bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki bu farklılıkta, protein kalite hesabındaki bazı farklılıkların (farklı yaş grubuna ait amino asit referans değerlerinin ve sindirilebilirlik faktörünün kullanılması gibi) ve/veya makarnalarda kullanılan ürünlerin (unlar ve protein ilaveleri gibi) çeşit ve miktarlarındaki farklılığın etkili olduğu düşünölmektedir. Çünkü aynı çalışmada (Rachman vd., 2023) glutensiz makarnaya %5, %10 ve %15 oranında yumurta beyazı proteini ya da soya protein izolatı eklendiğinde glutensiz makarnanın PDCAAS değeri %68 ile %94 arasında değışiklik göstermekte ve glutenli makarnadan daha yüksek protein kalitesine sahip olmaktadır.

Bisküvi, tüm dünyada her yaş grubundan insanın tükettiğı düşük maliyetli pratik bir atıştırmalıktır (Bolarinwa vd., 2016). Bisküvilerin protein kalitesinin incelendiğı bir çalışmada (İbrahim, 2017) glutensiz bisküvilerin PDCAAS değeri sorgum, beyaz fasulye ve pirinç unlu bisküvi için %65, sorgum ve pirinç unlu bisküvi için %19 olarak bulunmuş buğday unlu glutenli bisküvinin PDCAAS değeri ise %26 olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışma kapsamında incelenen glutenli bisküvilerin PDCAAS değeri karışık tahıllı bisküvi için %41, bebe bisküvisi için %79 olarak bulunmuş pirinç ve kinoa unlu glutensiz bisküvinin PDCAAS değeri ise %63 olarak belirlenmiştir. Çalışmalar arasında PDCAAS bakımından farklılık olsa da her iki çalışmada tüm bisküvilerdeki sınırlı amino asit lizin olarak bulunmakta böylece çalışmalar sınırlı amino asit yönünden hem birbiriyle hem de literatürle benzerlik göstermektedir.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Glutensiz ürünler, başta çölyak olmak üzere glutenle ilişkili hastalıklara sahip kişiler tarafından tüketilen ve sağlıklı beslenmeyi hedefleyen kişiler tarafından da son zamanlarda ilgi gören un, ekmek, makarna, kraker, kek, bisküvi gibi geniş bir yelpazeye sahip ürün grubudur. Gluten içermeyen bileşenlere (buğday, arpa, çavdar ve türevlerini içermeyen) sahip bu ürünlerde makro besin öğelerinden karbonhidrat ve yağ içeriğinin yüksek protein içeriğinin ise düşük olduğu görülmekte ve bu durumun bir protein türü olan gluten eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Proteinler ise insan vücudunda önemli işlevlere sahip bir besin grubu olduğundan düşük protein içeriğine sahip bu ürünlerdeki besin kalitesinin iyileştirilebilmesi için öncelikle bu ürünlerin protein kalitesi yönünden incelenmesi gerekmektedir. Bu amaçla bu çalışmada glutensiz ve glutenli ürünlerin protein kalitesi PDCAAS yöntemine göre hesaplanarak karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Glutensiz ürünlerin ortalama protein miktarı (11,23g/100g) glutenli ürünlerin ortalama protein miktarından (7,57 g/100 g) yüksek bulunmuştur.
- Glutensiz ürünlerdeki sınırlayıcı amino asitler lizin (mısır ununda 0,78, kahverengi pirinç ununda 0,80, beyaz pirinç ununda 0,72, yer fıstığı ununda 0,75, mısır unlu makarnada 0,58, patates unlu krakerde 0,18, mısır ve patates unlu krakerde 0,36, mısır, patates ve soya unlu krakerde 0,86, mısır, patates ve nohut unlu krakerde 0,80, pirinç ve kinoa unlu bisküvide 0,74 ile), kükürtlü aminoasitler (soya ununda 0,85, patates ununda 0,90, nohut ununda 1,11 ve pirinç unlu kekte 0,002 ile) ya da valin (kinoa ununda 0,92, kahverengi pirinç unlu ekmek ile pirinç ve sorgum unlu ekmekte 1,29, mısır ve pirinç unlu makarnada 0,80, mısır ve kinoa unlu makarnada 0,83 ve kahverengi pirinç unlu makarnada 0,96 ile) olarak bulunmuştur.
- Glutenli ürünlerdeki sınırlayıcı amino asitler lizin (buğday ununda 0,46, çavdar ununda 0,71, ırmikte 0,54, tam buğday ekmeğinde 0,43, çok tahıllı ekmekte 0,45, sade makarnada 0,40, ıspanaklı makarnada 0,62, tam buğday makarnada 0,46, buğday unlu krakerde 0,54, çavdar unlu krakerde 0,80, tam buğday unlu ve çok tahıllı krakerde 0,53, meyveli kekte 0,87, pasta kekinde 1,14, karışık

tahıllı bisküvide 0,48 ve bebe bisküvisinde 0,93 ile), lizin ve valin (arpa ununda 0,97 ile), histidin (çavdar ekmeğinde 0,73 ve çikolatalı kek 1,19 ile) ya da izolösün (beyaz ekmekte 0,52 ile) olarak bulunmuştur.

- Glutensiz ürünlerin PDCAAS ortalaması (%66,37) glutenli ürünlerin PDCAAS ortalamasından (%57,44) yüksek bulunmuştur.
- Glutensiz ürünlerin protein kalitesi glutenli ürünlerden daima düşük çıkmamıştır. Glutensiz un, ekmek ve makarnaların genel olarak glutenli muadillerinden daha yüksek protein kalitesine sahip olduğu bulunmuştur.
- Un grubunda en yüksek protein kalitesine sahip ürün %96,1 ile nohut unu (glutensiz ürün) olarak bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürün %44,2 ile buğday unu (glutenli ürün) olarak bulunmuştur.
- Ekmek grubunda en yüksek protein kalitesine sahip ürün %100 ile kahverengi pirinç unlu ekmek (glutensiz ürün) ile pirinç ve sorgum unlu ekmek (glutensiz ürün) olarak bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürün %37 ile tam buğday ekmek (glutenli ürün) olarak bulunmuştur.
- Makarna grubunda en yüksek protein kalitesine sahip ürün %91,2 ile kahverengi pirinç unlu makarna (glutensiz ürün) olarak bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürün %34,4 ile sade makarna (glutenli ürün) olarak bulunmuştur.
- Kraker grubunda en yüksek protein kalitesine sahip ürün %73,1 ile mısır, patates ve soya unlu kraker (glutensiz ürün) olarak bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürün %13,2 ile patates unlu kraker (glutensiz ürün) olarak bulunmuştur.
- Kek grubunda en yüksek protein kalitesine sahip ürün %100 ile çikolatalı kek (glutenli ürün) olarak bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürün %0,2 ile pirinç unlu kek (glutensiz ürün) olarak bulunmuştur.
- Bisküvi grubunda en yüksek protein kalitesine sahip ürün %79 ile bebe bisküvisi (glutenli ürün) olarak bulunurken en düşük protein kalitesine sahip ürün %41 ile karışık tahıllı bisküvi (glutenli ürün) olarak bulunmuştur.
- Glutenli ürünlerde, protein miktarı en yüksek (13,4 g/100g) çok tahıllı ekmeğin protein kalitesi düşük (%38,2) protein miktarı en düşük (2,4 g/100g) çikolatalı kekin protein kalitesi yüksek (%100) bulunmuştur. Bu durum bir ürünün

protein kalitesinin tek başına içerdiği protein miktarına bağlı olmadığını göstermektedir.

Literatürde glutensiz ve glutenli ürünler üzerine yapılan çalışmaların çoğu ürünleri besin öğeleri yönünden karşılaştırmış bu nedenle ürünlerin protein miktarları incelenirken protein kaliteleri değerlendirilmemiştir. Ancak protein miktarı tek başına protein kalite göstergesi olmamakta ve protein ihtiyacının değerlendirilmesinde protein miktarının değil protein kalitesinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle protein kalitesi yüksek ürünlerin geliştirilmesinde ürünlerin sadece protein içeriğine değil amino asit kompozisyonlarına da bakılmalı ve farklı protein kaynakları bir araya getirilerek dengeli bir amino asit profili oluşturulmalıdır. Bunun için ürünlerde bitkisel proteinlerin yanında protein kalitesi yönünden zengin hayvansal protein kaynakları (süt ve yumurta proteinleri gibi) da kullanılmalı ve/veya kompozit un (tahıl, baklagil ve yağlı tohumlardan elde edilen un karışımları) gibi bitkisel protein kaynakları tercih edilerek ürünlerin protein kalitesi arttırılmalıdır. Tüm bunlar diyetisyenler gibi alanında uzman kişiler tarafından yapılmalı ve protein miktarı gibi protein kalitesi de ürün etiketlerinde gösterilerek tüketicinin bilgisine sunulmalıdır. Bu şekilde bireylerin (özellikle çölyak gibi emilim bozukluklarına ve besin öğesi eksiliklerine sahip kişilerin) besin içeriği yönünden zengin kaliteli ürünler tüketmesine, yeterli ve dengeli beslenmesine ve yaşam kalitesinin arttırılmasına katkı sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abdel-Aal, E. S., & Hucl, P. (2002). Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products, *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(6), p737-747.
- Adhikari, S., Schop, M., de Boer, I. J., & Huppertz, T. (2022). Protein quality in perspective: a review of protein quality metrics and their applications, *Nutrients*, 14(5), p947.
- Akhondi H. ve Ross A. B. (2022). *Gluten and associated medical problems*. Treasure Island (FL), StatPearls Publishing.
- Alasady, D., Alabbasy, A. J. & Hassen, H. S. (2021). Study of the chemistry of amino acids and their applications, *International Journal of Chemistry Studies*, 5(2), p 19-24.
- Albernaz, P. L. M., e Maia, F. Z., Carmona, S., Cal, R. V. R., & Zalazar, G. (2019). The new neurotology: a comprehensive clinical guide, *Springer*, p181-191.
- Alonso-Llamazares, J., Gibson, L. E., & Rogers III, R. S. (2007). Clinical, pathologic, and immunopathologic features of dermatitis herpetiformis: review of the mayo clinic experience, *International Journal of Dermatology*, 46(9), p910-919.
- Alpat, İ., & Bilgin, G. (2018). Glutensiz diyet: trend mi yoksa tedavi yöntemi mi?, *International Peer-Reviewed Journal of Nutrition Research*, (12), p83-116.
- Al-Toma, A., Verbeek, W. H., & Mulder, C. J. (2007). Update on the management of refractory coeliac disease, *Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases*, 16(1), p57-63.
- Al-Toma, A., Volta, U., Auricchio, R., Castillejo, G., Sanders, D. S., Cellier, C., & Lundin, K. E. (2019). European society for the study of coeliac disease (ESSCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. *United European Gastroenterology Journal*, 7(5), p583-613.

- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients, *Trends in Food Science and Technology*, 21(2), p106-113.
- Antiga, E., Maglie, R., Quintarelli, L., Verdelli, A., Bonciani, D., Bonciolini, V., & Caproni, M. (2019). Dermatitis herpetiformis: novel perspectives. *Frontiers in Immunology*, 10, p1290.
- Arentz-Hansen, H., Körner, R., Molberg, Ø., Quarsten, H., Vader, W., Kooy, Y. M., ... & McAdam, S. N. (2000). The intestinal T cell response to α -gliadin in adult celiac disease is focused on a single deamidated glutamine targeted by tissue transglutaminase, *The Journal of Experimental Medicine*, 191(4), p603-612.
- Arlı, M., Şanlıer, N., Küçükkömürler, S., ve Yaman, M. (2021). *Anne ve çocuk beslenmesi* (10. baskı). Ankara, Pegem Akademi Yayınları.
- Armentia, A., Díaz-Perales, A., Castrodeza, J., Duenas-Laita, A., Palacin, A., & Fernández, S. (2009). Why can patients with baker's asthma tolerate wheat flour ingestion? Is wheat pollen allergy relevant?, *Allergologia et Immunopathologia*, 37(4), p203-204.
- Aydoğdu, S., & Tümgör, G. (2005). Çölyak hastalığı, *Güncel Pediatri*, 3(1), p47-53.
- Aziz, I., Evans, K. E., Papageorgiou, V., & Sanders, D. S. (2011). Are patients with coeliac disease seeking alternative therapies to a gluten-free diet, *Journal of Gastrointestinal Liver Diseases*, 20(1), p27-31.
- Aziz, I., Lewis, N. R., Hadjivassiliou, M., Winfield, S. N., Rugg, N., Kelsall, A., ... & Sanders, D. S. (2014). A UK study assessing the population prevalence of self-reported gluten sensitivity and referral characteristics to secondary care, *European Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 26(1), p33-39.
- Balakireva, A. V., & Zamyatin Jr, A. A. (2016). Properties of gluten intolerance: gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities, *Nutrients*, 8(10), p644.
- Barbaro, M. R., Cremon, C., Morselli-Labate, A. M., Di Sabatino, A., Giuffrida, P., Corazza, G. R., ... & Barbara, G. (2020). Serum zonulin and its diagnostic performance in non-coeliac gluten sensitivity, *Gut*, 69(11), p1966-1974.

- Barbato, M., Maiella, G., Di Camillo, C., Guida, S., Valitutti, F., Lastrucci, G., ... & Cucchiara, S. (2011). The anti-deamidated gliadin peptide antibodies unmask celiac disease in small children with chronic diarrhoea, *Digestive and Liver Disease*, 43(6), p465-469.
- Barışık D., & Tavman Ş. (2018). Glutensiz ekmek formülasyonlarında nohut unu kullanımının ekmeğin kalitesi üzerine etkisi, *Akademik Gıda*, 16(1), p33-41.
- Barone, M., Della Valle, N., Rosania, R. E. A., Facciorusso, A., Trotta, A., Cantatore, F. P., ... & Francavilla, R. (2016). A comparison of the nutritional status between adult celiac patients on a long-term, strictly gluten-free diet and healthy subjects, *European Journal of Clinical Nutrition*, 70(1), p23-27.
- Bascunan, K. A., Vespa, M. C., & Araya, M. (2017). Celiac disease: understanding the gluten-free diet, *European Journal of Nutrition*, 56(2), p449-459.
- Baykut, E. D. (2021). Bazı tahıl benzeri ürünlerin besin içeriği ve gıda endüstrisinde kullanımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), p89-98.
- Baysal A. (2015). *Beslenme* (16. baskı). Ankara, Hatiboğlu Yayınevi.
- Bellini, M., Tonarelli, S., Mumolo, M. G., Bronzini, F., Pancetti, A., Bertani, L., ... & Rossi, A. (2020). Low fermentable oligo-di-and mono-saccharides and polyols (FODMAPs) or gluten free diet: what is best for irritable bowel syndrome?, *Nutrients*, 12(11), p3368.
- Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten?, *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32, p78-81.
- Biesiekierski, J. R., Peters, S. L., Newnham, E. D., Rosella, O., Muir, J. G., & Gibson, P. R. (2013). No effects of gluten in patients with self-reported non-celiac gluten sensitivity after dietary reduction of fermentable, poorly absorbed, short-chain carbohydrates, *Gastroenterology*, 145(2), p320-328.
- Biro, J. C. (2006). Amino acid size, charge, hydropathy indices and matrices for protein structure analysis, *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 3, p1-12.
- Bodur, M., Tunçer, E., Keser, A. (2021). A study of nutrient and cost analysis of gluten-free packaged products from Turkey, *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 78(3), p333-342.

- Bodwell, C. E., Satterlee, L. D., & Hackler, L. R. (1980). Protein digestibility of the same protein preparations by human and rat assays and by in vitro enzymic digestion methods, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 33(3), p677-686.
- Bolarinwa, I. F., Abioye, A. O., Adeyanju, J. A., & Kareem, Z. O. (2016). Production and quality evaluation of biscuits produced from malted sorghum-soy flour blends, *Journal of Advances in Food Science and Technology*, 3(3), p107-113.
- Bolarinwa, I. F., Lim, P. T., & Muhammad, K. (2019). Quality of gluten-free cookies from germinated brown rice flour, *Food Research*, 3(3), p199-207.
- Bolotin, D., & Petronic-Rosic, V. (2011). Dermatitis herpetiformis: part II. diagnosis, management, and prognosis, *Journal of the American Academy of Dermatology*, 64(6), p1027-1033.
- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method, *British Journal of Nutrition*, 108(2), p183-211.
- Brant, A. (2007). Baker's asthma, *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 7(2), p152-155.
- Bröer, S., & Bröer, A. (2017). Amino acid homeostasis and signalling in mammalian cells and organisms, *Biochemical Journal*, 474(12), p1935-1963.
- Buran, T., Sülükçü, Ş., & Kasap, E. (2017). Çölyak hastalığı ile birlikte olan ülseratif kolit tanısı alan vaka sunumu, *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), p577-579.
- Bürgin-Wolff, A., Gaze, H., Hadziselimovic, F., Huber, H., Lentze, M. J., Nussle, D., & Reymond-Berthet, C. (1991). Antigliadin and antiendomysium antibody determination for coeliac disease, *Archives of Disease in Childhood*, 66(8), p941-947.
- Büyük, N., & Ayyıldız, F. (2022). Glutensiz diyetin mikrobiyotaya etkisi, *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 12(3), p548-553.
- Cabanillas, B. (2020). Gluten-related disorders: celiac disease, wheat allergy and nonceliac gluten sensitivity, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(15), p2606-2621.

- Cady, R. K., Farmer, K., Dexter, J. K., & Hall, J. (2012). The bowel and migraine: update on celiac disease and irritable bowel syndrome, *Current Pain and Headache Reports*, 16, p278-286.
- Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review, *BMC Medicine*, 17, p1-20.
- Caire-Juvera, G., Vázquez-Ortiz, F. A., & Grijalva-Haro, M. I. (2013). Amino acid composition, score and in vitro protein digestibility of foods commonly consumed in northwest Mexico, *Nutricion Hospitalaria*, 28(2), p365-371.
- Capili, B., Chang, M., & Anastasi, J. K. (2014). A clinical update: nonceliac gluten sensitivity-is it really the gluten?, *The Journal for Nurse Practitioners*, 10(9), p666-673.
- Caproni, M., Antiga, E., Melani, L., Fabbri, P. (2009). Guidelines for the diagnosis and treatment of dermatitis herpetiformis, *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 23(6), p633-638.
- Carroccio, A., Giambalvo, O., La Blasca, F., Iacobucci, R., D'Alcamo, A., & Mansueto, P. (2017). Self-reported non-celiac wheat sensitivity in high school students: demographic and clinical characteristics, *Nutrients*, 9(7), p771.
- Catassi, C., Bai, J. C., Bonaz, B., Bouma, G., Calabrò, A., Carroccio, A., ... & Fasano, A. (2013). Non-celiac gluten sensitivity: the new frontier of gluten related disorders, *Nutrients*, 5(10), p3839-3853.
- Catassi, C., Gatti, S., & Lionetti, E. (2015). World perspective and celiac disease epidemiology, *Digestive Diseases*, 33(2), p141-146.
- Christensen, M. J., Eller, E., Mortz, C. G., Brockow, K., & Bindslev-Jensen, C. (2019). Clinical and serological follow-up of patients with WDEIA, *Clinical and Translational Allergy*, 9, p1-4.
- Christensen, M. J., Eller, E., Mortz, C. G., Brockow, K., & Bindslev-Jensen, C. (2019). Wheat-dependent cofactor-augmented anaphylaxis: a prospective study of exercise, aspirin, and alcohol efficacy as cofactors, *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 7(1), p114-121.

- Ciacci, C., Cirillo, M., Auriemma, G., Di Dato, G., Sabbatini, F., & Mazzacca, G. (1996). Celiac disease and pregnancy outcome, *Obstetrical and Gynecological Survey*, 51(11), p643-644.
- Cianferoni A. (2016). Wheat allergy: diagnosis and management, *Journal of Asthma and Allergy*, 29(9), p13-25.
- Clarindo, M. V., Possebon, A. T., Soligo, E. M., Uyeda, H., Ruaro, R. T., & Empinotti, J. C. (2014). Dermatitis herpetiformis: pathophysiology, clinical presentation, diagnosis and treatment, *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 89, p865-877.
- Codex Alimentarius Commission (2008). Codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten, Rome, p1–3.
- Collin, P., Salmi, T. T., Hervonen, K., Kaukinen, K., Reunala, T., (2016). Dermatitis herpetiformis: a cutaneous manifestation of coeliac disease, *Annals of Medicine*, 49(1), p23-31.
- Collins, N. (2009). Understanding the protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS), *Ostomy Wound Manage Nutrition*, 55(6), p411.
- Conte, P., Fadda, C., Drabinska, N., & Krupa-Kozak, U. (2019). Technological and nutritional challenges, and novelty in gluten-free breadmaking: a review, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(1), p5-21.
- Cooper, B. T., Holmes, G. K. T., Ferguson, R., Thompson, R. A., Allan, R. N., & Cooke, W. T. (1980). Gluten-sensitive diarrhea without evidence of celiac disease, *Gastroenterology*, 79(5), p801-806.
- Culetu, A., Susman, I. E., Duta, D. E., & Belc, N. (2021). Nutritional and functional properties of gluten-free flour, *Applied Sciences*, 11(14), p6283.
- Çetiner, M., & Bilek, S. E. (2018). Bitkisel protein kaynakları, *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), p111-126.
- Danış N., Vardar R. (2018). Non çölyak gluten duyarlılığı, *Güncel Gastroenteroloji*, 22(1), p65-70.
- Day, L., Cakebread, J. A., & Loveday, S. M. (2022). Food proteins from animals and plants: differences in the nutritional and functional properties, *Trends in Food Science and Technology*, 119, p428-442.

- Demirci, M. (2016). *Gıda kimyası* (yenilenmiş baskı). Tekirdağ, Toprak Ofset Matbaacılık.
- Demirçeken, F. G. (2011). Gluten enteropatisi (çölyak hastalığı): klasik bir öykü ve güncel gelişmeler, *Güncel Gastroenteroloji*, 15(1), p58-72.
- Dennis, M., Lee, A. R., & McCarthy, T. (2019). Nutritional considerations of the gluten-free diet, *Gastroenterology Clinics*, 48(1), p53-72.
- Dewar, D., Pereira, S. P., & Ciclitira, P. J. (2004). The pathogenesis of coeliac disease, *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 36(1), p17-24.
- Diba, S., Kartika, I., & Salfitri, N. (2019). A successfull treatment of a rare case of dermatitis herpetiformis, *In Journal of Physics: Conference Series*, 1246(1), p12028.
- Dizlek, H. (2012). Buğdaydaki gluten proteinleri: gliadin, *Akademik Gıda*, 10(2), p109-114.
- Dizlek, H., & Gül, H. (2007). L-Askorbik Asit ve ekmekçilikteki işlevleri, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), p26-34.
- Dowd, B., & Walker-Smith, J. (1974). Samuel Gee, Aretaeus, and the coeliac affection, *British Medical Journal*, 2(5909), p45.
- El Khoury, D., Balfour-Ducharme, S., & Joye, I. J. (2018). A review on the gluten-free diet: technological and nutritional challenges, *Nutrients*, 10(10), p1410.
- Elli, L., Branchi, F., Tomba, C., Villalta, D., Norsa, L., Ferretti, F., ... & Bardella, M. T. (2015). Diagnosis of gluten related disorders: celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity, *World Journal of Gastroenterology*, 21(23), p7110-9.
- Elli, L., Roncoroni, L., & Bardella, M. T. (2015). Non-celiac gluten sensitivity: time for sifting the grain, *World Journal of Gastroenterology*, 21(27), p8221-6.
- Emery, P. W. (2015). Basic metabolism: protein, *Surgery (Oxford)*, 33(4), p143-147.
- Ensari, A. (2010). Gluten-sensitive enteropathy (celiac disease): controversies in diagnosis and classification, *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 134(6), p826-836.

- Erbersdobler, H. F., Barth, C. A., & Jahreis, G. (2017). Legumes in human nutrition: nutrient content and protein quality of pulses, *Ernahrungs Umschau*, 64(9), p134-139.
- Ermiş F., Koç, A. (2014). Çölyak dışı gluten duyarlılığı, *Güncel Gastroenteroloji*, 18(4), p450-453.
- Ertem, D. (2017). Çölyak hastalığı, *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 9(1), p1-10.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2007) *Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation* [Online]. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Erişim tarihi: 7 Temmuz 2024)
- FAO (2013). Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition: Report of an FAO Expert Consultation; FAO: Auckland, New Zealand.
- FAO/WHO (1991). Protein Quality Evaluation: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bethesda, Md., USA 4-8 December 1989 (Vol. 51). Food & Agriculture Org.
- FAO/WHO/UNU (1985). *Energy and protein requirements report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation* [Online]. <https://www.fao.org/docrep/003/aa040e/aa040e00.htm> (Erişim tarihi: 7 Temmuz 2024)
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). (2013) *A food labeling guide: guidance for industry* [Online]. <https://www.fda.gov/FoodLabelingGuide> (Erişim tarihi: 12 Temmuz 2024)
- Farrel, R. J., & Kelly, C. P. (2002). Celiac sprue, *New England Journal of Medicine*, 346(3), p180-188.
- Fasano, A., & Catassi, C. (2001). Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum, *Gastroenterology*, 120(3), p636-651.
- Francavilla, R., Cristofori, F., Verzillo, L., Gentile, A., Castellaneta, S., Polloni, C., ... & Indrio, F. (2018). Randomized double-blind placebo-controlled crossover trial for the diagnosis of non-celiac gluten sensitivity in children, *American Journal of Gastroenterology*, 113(3), p421-430.

- Gahlawat, P., & Sehgal, S. (1998). Protein and starch digestibilities and mineral availability of products developed from potato, soy and corn flour, *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, p151-160.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products, *Trends in Food Science and Technology*, 15(3-4), p143-152.
- García-Manzanares, Á., & Lucendo, A. J. (2011). Nutritional and dietary aspects of celiac disease, *Nutrition in Clinical Practice*, 26(2), p163-173.
- Ghezzi, A., Filippi, M., Falini, A., & Zaffaroni, M. (1997). Cerebral involvement in celiac disease: a serial MRI study in a patient with brainstem and cerebellar symptoms, *Neurology*, 49(5), p1447-1450.
- Gimenez, M. A., Drago, S. R., Bassett, M. N., Lobo, M. O., & Samman, N. C. (2016). Nutritional improvement of corn pasta-like product with broad bean (*Vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*), *Food Chemistry*, 199, p150-156.
- Gobbetti, M., Pontonio, E., Filannino, P., Rizzello, C. G., De Angelis, M., & Di Cagno, R. (2018). How to improve the gluten-free diet: the state of the art from a food science perspective, *Food Research International*, 110, p22-32.
- Green P. H., & Cellier C. (2007). Celiac disease, *The New England Journal of Medicine*, 375, p1731-43.
- Green, P. H., Lebwohl, B., & Greywoode, R. (2015). Celiac disease, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 135(5), p1099-1106.
- Greenhawt, M., Aceves, S. S., Spergel, J. M., & Rothenberg, M. E. (2013). The management of eosinophilic esophagitis, *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 1(4), p332-340.
- Guandalini, S., & Assiri, A. (2014). Celiac disease: a review, *Journal of the American Medical Association Pediatrics*, 168(3), p272-278.
- Guandalini, S., & Polanco, I. (2015). Nonceliac gluten sensitivity or wheat intolerance syndrome?, *The Journal of Pediatrics*, 166(4), p805-811.
- Guerrero-Elizarraráz, M. de la L., Mares-Mares, E., & Sosa-Morales, M. E. (2017). Physicochemical, sensory and nutritional evaluation of gluten-free bread based

on rice and soybean flour introduction, *In 2017 ASABE Annual International Meeting*, p1700982.

Gürdöl, F. (2021). *Tıbbi biyokimya* (5. Baskı). Ankara, Nobel Tıp Kitabevleri.

Hadjivassiliou, M., Davies-Jones, G. A. B., Sanders, D. S. & Grünewald, R. A. (2003). Dietary treatment of gluten ataxia, *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 74(9), p1221-1224.

Hadjivassiliou, M., Grünewald, R., Sharrack, B., Sanders, D., Lobo, A., Williamson, C., ... & Davies-Jones, A. (2003). Gluten ataxia in perspective: epidemiology, genetic susceptibility and clinical characteristics, *Brain*, 126(3), p685-691.

Hadjivassiliou, M., Sanders, D. D., & Aeschlimann, D. P. (2015). Gluten-related disorders: gluten ataxia, *Digestive Diseases*, 33(2), p264-268.

Hadjivassiliou, M., Sanders, D. S., Grünewald, R. A., Woodroffe, N., Boscolo, S., & Aeschlimann, D. (2010). Gluten sensitivity: from gut to brain, *The Lancet Neurology*, 9(3), p318-330.

Hadjivassiliou, M., Sanders, D. S., Woodroffe, N., Williamson, C., Grünewald, R. A., (2008). Gluten ataxia, *The Cerebellum*, 7(3), p494-498.

Hager, A. S., Axel, C., & Arendt, E. K. (2011). Status of carbohydrates and dietary fiber in gluten-free diets, *Cereal Foods World*, 56(3), p109.

Halfdanarson, T. R., Litzow, M. R., & Murray, J. A. (2007). Hematologic manifestations of celiac disease, *Blood*, 109(2), p412-421.

Hartmann, C., Hieke, S., Taper, C., Siegrist, M. (2018). European consumer healthiness evaluation of “free-from” labelled food products, *Food Quality and Preference*, 68, p377-388.

Hausch, F., Shan, L., Santiago, N. A., Gray, G. M., & Khosla, C. (2002). Intestinal digestive resistance of immunodominant gliadin peptides, *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 283(4), p996-1003.

Hayıt, F., Acun, S., & Gül, H. (2023). Ticari olarak satışta olan glutensiz makarnaların bazı fiziksel, kimyasal ve tekstürel kalitelerinin belirlenmesi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), p700-719.

- Hayıt, F., & Gül, H. (2017). Çölyak ve çölyak hastaları için üretilen ekmeklerin kalite özellikleri, *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), p163-169.
- Henggeler, J. C., Verissimo, M., & Ramos, F. (2017). Non-coeliac gluten sensitivity: a review of the literature, *Trends in Food Science and Technology*, 66, p84-92.
- Hernández-Lahoz, C., Rodrigo-Sáez, L., Vega-Villar, J., Mauri-Capdevila, G., & Mier-Juanes, J. (2014). Familial gluten ataxia, *Movement Disorders*, 29(3), p308-310.
- Hill, I. D., Dirks, M. H., Liptak, G. S., Colletti, R. B., Fasano, A., Guandalini, S., ... & Seidman, E. G. (2005). Guideline for the diagnosis and treatment of celiac disease in children: recommendations of the North American Society for pediatric gastroenterology, hepatology and nutrition, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40(1), p1-19.
- Holliday, G. L., Mitchell, J. B., & Thornton, J. M. (2009). Understanding the functional roles of amino acid residues in enzyme catalysis, *Journal of Molecular Biology*, 390(3), p560-577.
- Hope, H. C., & Salmond, R. J. (2021). The role of non- essential amino acids in T cell function and anti-tumor immunity, *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis*, 69(1), p29.
- Hopper, A. D., Hadjivassiliou, M., Butt, S., & Sanders, D. S. (2007). Adult coeliac disease. *British Medical Journal*, 335(7619), p558-562.
- Hosseini, S. M., Soltanizadeh, N., Mirmoghtadaee, P., Banavand, P., Mirmoghtadaie, L., & Shojaaee-Aliabadi, S. (2018). Gluten-free products in celiac disease: nutritional and technological challenges and solutions, *Journal of Research in Medical Sciences*, 23(1), p109.
- Hou, Y., & Wu, G. (2018). Nutritionally essential amino acids, *Advances in Nutrition*, 9(6), p849-851.
- Huang, B., Kong, L., Wang, C., Ju, F., Zhang, Q., Zhu, J., ... & Bu, D. (2023). Protein structure prediction: challenges, advances, and the shift of research paradigms, *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*, 21(5), p913-925.
- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I. R., Mearin, M. L., Phillips, A., Shamir, R., ... & ESPGHAN Gastroenterology Committee. (2012). European Society

- for pediatric gastroenterology, hepatology, and nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 54(1), p136-160.
- Ibrahim, O. S. (2017). Utilization of sorghum, broken rice and white beans flours for producing high nutritional value and high quality gluten-free biscuits, *Current Science International*, 6(3), p670-683.
- Igbinedion, S. O., Ansari, J., Vasikaran, A., Gavins, F. N., Jordan, P., Boktor, M., & Alexander, J. S. (2017). Non-celiac gluten sensitivity: all wheat attack is not celiac, *World Journal of Gastroenterology*, 23(40), p7201-7210.
- Inomata, N. (2009). Wheat allergy, *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 9(3), p238-243.
- Iovan, M., Radu, F., & Rotaru, L. (2016). Amaranthus hypochondriacus and chenopodium quinoa, ingredients with high nutritive value in gluten-free sweet products formulations, *Revista de Chimie*, 67(5), p902-907.
- İşleroğlu, H., Dirim, S. N., & Ertekin, F. K. (2009). Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri, *Gıda*, 34(1), p29-36.
- Jahan-Mihan, A., Luhovyy, B. L., Khoury, D. E., & Anderson, G. H. (2011). Dietary proteins as determinants of metabolic and physiologic functions of the gastrointestinal tract, *Nutrients*, 3(5), p574-603.
- Jamieson, J. A., Weir, M., Gougeon, L. (2018). Canadian packaged gluten-free foods are less nutritious than their regular gluten-containing counterparts, *PeerJ Journal*, 6, p5875.
- Janin, J., Bahadur, R. P., & Chakrabarti, P. (2008). Protein-protein interaction and quaternary structure, *Quarterly Reviews of Biophysics*, 41(2), p133-180.
- Joye, I. (2019). Protein digestibility of cereal products, *Foods*, 8(6), p199.
- Kamel, M. A., Aly, M. H. H., & Abd-El-Khalek, M. H. (2020). Preparation of gluten-free corn crackers supplemented with some legume flours, *Journal of Advanced Research in Food Science and Nutrition*, 3(1), p42-49.
- Karaağaoğlu, N. ve Samur, G.E. (2020). *Anne ve çocuk beslenmesi* (10. baskı). Ankara, Pegem Akademi Yayınları.

- Karabudak, E. (2012). *Vejetaryen beslenmesi* (2. baskı). Ankara, Sağlık Bakanlığı.
- Karakılıç, M., Suna S., Tamer, C. E. & Çopur, Ö. U. (2014). Gıda alerjisi reaksiyonları, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), p73-82.
- Karpati, S. (2012). Dermatitis herpetiformis, *Clinics in Dermatology*, 30(1), p56-59.
- Kaukinen, K., Salmi, T., Collin, P., Huhtala, H., Karja-Lahdensuu, T., & Maki, M. (2008). Clinical trial: gluten microchallenge with wheat-based starch hydrolysates in coeliac disease patients—a randomized, double-blind, placebo-controlled study to evaluate safety, *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 28(10), p1240-1248.
- Khan, R. H., Siddiqi, M. K., & Salahuddin, P. (2017). Protein structure and function, *Basic Biochemistry*, 5, p1-39.
- Kim, J. H., Kim, J. E., Choi, G. S., Hwang, E. K., An, S., Ye, Y. M., & Park, H. S. (2010). A case of occupational rhinitis caused by rice powder in the grain industry, *Allergy, Asthma and Immunology Research*, 2(2), p141-143.
- Kim, W., Wang, Y., & Selomulya, C. (2020). Dairy and plant proteins as natural food emulsifiers, *Trends in Food Science and Technology*, 105, p261-272.
- Koehler, P., Wieser H., & Konitzer, K. (2014). Celiac disease and gluten, *Multidisciplinary Challenges and Opportunities*, 1, p96.
- Köksal, G., & Gökmen, H. (2013). *Çocuk hastalıklarında beslenme tedavisi* (3. baskı). Ankara, Hatiboğlu Yayınları.
- Köseoğlu, S. Z. A. (2019). Bazı tahıl ürünlerinin protein kalite indeksinin protein sindirilebilirliği—düzeltilmiş amino asit skoru (PDCAAS) metodu ile belirlenmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), p477-482.
- Köseoğlu, S. Z. A., & Tayfur, A. Ç. (2017). Adölesan dönemi beslenme ve sorunları, *Güncel Pediatri*, 15(2), p44-57.
- Köten, M., & Ünsal, A. S. (2021). Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), p172-184.
- Kucek, L. K., Veenstra, L. D., Amnuaycheewa, P., & Sorrells, M. E. (2015). A grounded guide to gluten: how modern genotypes and processing impact wheat

- sensitivity, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(3), p285-302.
- Kulai, T., & Rashid, M. (2014). Assessment of nutritional adequacy of packaged gluten-free food products, *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 75(4), p186-190.
- Kuloğlu, Z. (2014). Çölyak hastalığı, *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 8(2), p105.
- Kupper, C. (2005). Dietary guidelines and implementation for celiac disease, *Gastroenterology*, 128(4), p121-127.
- Kutlu, T. (2019). Glutensiz diyet: gerçekten her zaman yararlı mı?, *Türk Pediatri Arşivi*, 54(2), p73-75.
- LaPelusa, A., ve Kaushik, R. (2024). *Physiology, proteins*. Treasure Island (FL), StatPearls Publishing.
- Le, T. A., Al Kindi, M., Tan, J. A., Smith, A., Heddle, R. J., Kette, F. E., ... & Smith, W. B. (2016). The clinical spectrum of omega-5-gliadin allergy, *Internal Medicine Journal*, 46(6), p710-716.
- Lebwohl, B., Rubio-Tapia, A., Assiri, A., Newland, C., & Guandalini, S. (2012). Diagnosis of celiac disease, *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, 22(4), p661-677.
- Leonard, M. M., Sapone, A., Catassi, C., & Fasano, A. (2017). Celiac disease and nonceliac gluten sensitivity: a review, *Journal of the American Medical Association*, 318(7), p647-656.
- Leonard, M. M., & Vasagar, B. (2014). US perspective on gluten-related diseases, *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 7, p25-37.
- Lerner, A., Jeremias, P., & Matthias, T. (2017). Gut- thyroid axis and celiac disease, *Endocrine Connections*, 6(4), p52-58.
- Lerner, B. A., Green, P. H., & Lebwohl, B. (2019). Going against the grains: gluten-free diets in patients without celiac disease worthwhile or not?, *Digestive Diseases and Sciences*, 64, p1740-1747.

- Leser, S. (2013). The 2013 FAO report on dietary protein quality evaluation in human nutrition: recommendations and implications, *Nutrition Bulletin*, 38(4), p421-428.
- Liacouras, C. A., Furuta, G. T., Hirano, I., Atkins, D., Attwood, S. E., Bonis, P. A., & Aceves, S. S. (2011). Eosinophilic esophagitis: updated consensus recommendations for children and adults, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 128(1), p3-20.
- Lindfors, K., Koskinen, O., & Kaukinen, K. (2011). An update on the diagnostics of celiac disease, *International Reviews of Immunology*, 30(4), p185-196.
- Lionetti, E., Gatti, S., Pulvirenti, A., & Catassi, C. (2015). Celiac disease from a global perspective, *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 29(3), p365-379.
- Lionetti, E., Pulvirenti, A., Vallorani, M., Catassi, G., Verma, A. K., Gatti, S., & Catassi, C. (2017). Re-challenge studies in non-celiac gluten sensitivity: a systematic review and meta-analysis, *Frontiers in Physiology*, 8, p621-30.
- Losowsky, M. S. (2008). A history of celiac disease, *Digestive Diseases*, 26(2), p112-120.
- Lowth, M. (2014). Coeliac disease: clinical features, diagnosis and management, *Practise Nurse*, 44(8), p36-40.
- Ludvigsson, J. F. (2012). Mortality and malignancy in celiac disease, *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, 22(4), p705-722.
- Ludvigsson, J. F., Leffler, D. A., Bai, J. C., Biagi, F., Fasano, A., Green, P. H., ... & Ciacci, C. (2013). The Oslo definitions for coeliac disease and related terms, *Gut*, 62(1), p43-52.
- MacCulloch, K., & Rashid, M. (2014). Factors affecting adherence to a gluten-free diet in children with celiac disease, *Paediatrics and Child Health*, 19(6), p305-309.
- Mahmoud, R. M., Yousif, E. I., Gadallah, M. G. E., & Alawneh, A. R. (2013). Formulations and quality characterization of gluten-free Egyptian balady flat bread, *Annals of Agricultural Sciences*, 58(1), p19-25.

- Maiuri, L., Ciacci, C., Ricciardelli, I., Vacca, L., Raia, V., Auricchio, S., ... & Londei, M. (2003). Association between innate response to gliadin and activation of pathogenic T cells in coeliac disease, *The Lancet*, 362(9377), p30-37.
- Makharia, G. K. (2014). Current and emerging therapy for celiac disease, *Frontiers in Medicine*, 1, p6.
- Malekzadeh, R., Sachdev, A., & Ali, A. F. (2005). Coeliac disease in developing countries: middle East, India and North Africa, *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 19(3), p351-358.
- Mansueto, P., Seidita, A., D'Alcamo, A., & Carroccio, A. (2014). Non-celiac gluten sensitivity: literature review, *Journal of the American College of Nutrition*, 33(1), p39-54.
- Marchioni Beery, R. M. & Birk, J. W. (2015). Wheat-related disorders reviewed: making a grain of sense, *Expert Review of Gastroenterology and Hepatology*, 9(6), p851-864.
- Marco, C., & Rosell, C. M. (2008). Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours, *Journal of Food Engineering*, 88(1), p94-103.
- Margaritte-Jeannin, P., Babron, M. C., Bourgey, M., Louka, A. S., Clot, F., Percopo, S., & Clerget-Darpoux, F. (2004). HLA-DQ relative risks for coeliac disease in European populations: a study of the European genetics cluster on coeliac disease, *Tissue Antigens*, 63(6), p562-567.
- Marti, A., & Pagani, M. A. (2013). What can play the role of gluten in gluten free pasta?, *Trends in Food Science and Technology*, 31(1), p63-71.
- Medeiros, D. M. ve Wildman, R. E. C. (2023). *Advanced human nutrition* (5th ed.). Burlington MA, Jones & Bartlett Learning.
- Melini, V., & Melini, F. (2019). Gluten-free diet: gaps and needs for a healthier diet, *Nutrients*, 11(1), p170.
- Metin, S. (2016). Çölyak hastalığında nutrisyon, *Güncel Gastroenteroloji*, 20(3), p259-262.

- Miranda, J., Lasa, A., Bustamante, M. A., Churrua, I., Simon, E. (2014). Nutritional differences between a gluten-free diet and a diet containing equivalent products with gluten, *Plant Foods for Human Nutrition*, 69, p182-187.
- Missbach, B., Schwingshackl, L., Billmann, A., Mystek, A., Hickelsberger, M., Bauer, G., König, J. (2015). Gluten-free food database: the nutritional quality and cost of packaged gluten-free foods, *PeerJ Journals*, 3, p1337.
- Moharana, A., Lenka, B., Singh, A. P., Kumar, N. K., Nagaraju, B., & Das, S. R. (2020). Peanut as a food source: a review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), p225-232.
- Molina-Infante, J., Santolaria, S., Montoro, M., Esteve, M., & Fernandez-Banares, F. (2014). Non-celiac gluten sensitivity: a critical review of current evidence, *Gastroenterologia y Hepatologia*, 37(6), p362-371.
- Mones, R. L., Atienza, K. V., Youssef, N. N., Verga, B., Mercer, G. O., & Rosh, J. R. (2007). Celiac crisis in the modern era, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 45(4), p480-483.
- Moore, J. K., West, S. R., & Robins, G. (2011). Advances in celiac disease, *Current Opinion in Gastroenterology*, 27(2), p112-118.
- Moroni, A. V., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue?, *Food Microbiology*, 26(7), p676-684.
- Moughan, P. J. (2012). Dietary protein for human health, *British Journal of Nutrition*, 108(2), p1-2.
- Nadhem, O. N., Azeez, G., Smalligan, R. D., & Urban, S. (2015). Review and practice guidelines for celiac disease in 2014, *Postgraduate Medicine*, 127(3), p259-265.
- Nakai, S., & Modler, H. W. (Ed.) (1996) Referencing: *food proteins: properties and characterization*. New Jersey, John Wiley & Sons.
- Nejad, M. R., Karkhane, M., Marzban, A., Mojarad, E. N., & Rostami, K. (2012). Gluten related disorders, *Gastroenterology and Hepatology From Bed to Bench*, 5(1), p1-7.

- Neyrinck, A. M., Van Hee, V. F., Piront, N., De Backer, F., Toussaint, O., Cani, P. D., & Delzenne, N. M. (2012). Wheat-derived arabinoxylan oligosaccharides with prebiotic effect increase satietogenic gut peptides and reduce metabolic endotoxemia in diet-induced obese mice, *Nutrition and Diabetes*, 2(1), p28-28.
- Niewinski, M. M. (2008). Advances in celiac disease and gluten-free diet, *Journal of the American Dietetic Association*, 108(4), p661-672.
- Nijeboer, P., Bontkes, H. J., Mulder, C. J., & Bouma, G. (2013). Non-celiac gluten sensitivity, Is it in the gluten or the grain?, *Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases*, 22(4), p435-440.
- Nosworthy, M. G., Medina, G., Franczyk, A. J., Neufeld, J., Appah, P., Utioh, A., ...& House, J. D. (2020). Thermal processing methods differentially affect the protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*), *Food Science and Nutrition*, 8(6), p2950-2958.
- Özbek, S. E (2015). İmmün kökenli ve paraneoplastik ataksiler, *Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Dergisi*, 18(1-2), p41-46.
- Özer, M., & Tuncel, N. B. (2016). Pirinç ve pirinç yan ürünlerinin glutensiz tahıl ürünlerinde kullanımı, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), p29-44.
- Özkaya, V., & Özkaya, Ş. Ö. (2018). Çölyak hastalığına diyetetik yaklaşım, *Selçuk Tıp Dergisi*, 34(4), p186-193.
- Öztürk, Y. E., Uyar, G. Ö., Serin, Y., & Gürkan, Ö. E. (2018). Çölyak hastalığında glutensiz diyet tedavisi: bir olgu sunumu, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 46(3), p320-324.
- Paddon-Jones, D., Campbell, W. W., Jacques, P. F., Kritchevsky, S. B., Moore, L. L., Rodriguez, N. R., & Van Loon, L. J. (2015). Protein and healthy aging, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(6), p1339-1345.
- Paek, S. Y., Steinberg, S. M., & Katz, S. I. (2011). Remission in dermatitis herpetiformis: a cohort study, *Archives of Dermatology*, 147(3), p301-305.
- Pasha, I., Saeed, F., Sultan, M. T., Batool, R., Aziz, M., & Ahmed, W. (2016). Wheat allergy and intolerance; recent updates and perspectives, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(1), p13-24.

- Pedersen, B., & Eggum, B. O. (1983). The influence of milling on the nutritive value of flour from cereal grains. 3.Barley, *Plant Foods for Human Nutrition*, 33, p99-112.
- Pedersen, B., & Eggum, B. O. (1983). The influence of milling on the nutritive value of flour from cereal grains. 4.Rice, *Plant Foods for Human Nutrition*, 33, p267-278.
- Pedersen, B., & Eggum, B. O. (1983). The influence of milling on the nutritive value of flour from cereal grains. 1.Rye, *Plant Foods for Human Nutrition*, 32, p185-196.
- Penagini, F., Dilillo, D., Meneghin, F., Mameli, C., Fabiano, V., & Zuccotti, G. V. (2013). Gluten-free diet in children: an approach to a nutritionally adequate and balanced diet, *Nutrients*, 5(11), p4553-4565.
- Phang, J. M., Liu, W., & Hancock, C. (2013). Bridging epigenetics and metabolism: role of non-essential amino acids, *Epigenetics*, 8(3), p231-236.
- Pietzak, M., & Kerner Jr, J. A. (2012). Celiac disease, wheat allergy, and gluten sensitivity: when gluten free is not a fad, *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 36(1), p68-75.
- Prasant J. A. (2014). Review on dermatitis herpetiformis, *International Journal of Pharma Research and Review*, 3(3), p72-78.
- Prince, H. E. (2006). Evaluation of the INOVA diagnostics enzyme-linked immunosorbent assay kits for measuring serum immunoglobulin G (IgG) and IgA to deamidated gliadin peptides, *Clinical and Vaccine Immunology*, 13(1), p150-151.
- Prussin, C. (2014). Eosinophilic gastroenteritis and related eosinophilic disorders, *Gastroenterology Clinics*, 43(2), p317-327.
- Quirce, S., & Diaz-Perales, A. (2013). Diagnosis and management of grain-induced asthma, *Allergy, Asthma and Immunology Research*, 5(6), p348-356.
- Rachman, A., Brennan, M. A., Morton, J., Torrico, D., & Brennan, C. S. (2023). In-vitro digestibility, protein digestibility corrected amino acid, and sensory properties of banana-cassava gluten-free pasta with soy protein isolate and egg white protein addition, *Food Science and Human Wellness*, 12(2), p520-527.

- Rashid, M., Butzner, D., Burrows, V., Zarkadas, M., Case, S., Molloy, M., ... & Switzer, C. (2007). Consumption of pure oats by individuals with celiac disease: a position statement by the Canadian Celiac Association, *Canadian Journal of Gastroenterology*, 21(10), p649.
- Raven, P. H., Johnson, G. B., Mason K. A., Losos, J., Duncan, T., (2019). *Biology* (12th ed.). McGraw-Hill College.
- Ravikumara, M., Tuthill, D. P., & Jenkins, H. R. (2006). The changing clinical presentation of coeliac disease, *Archives of Disease in Childhood*, 91(12), p969-971.
- Rehman, I., Kerndt, C. C. ve Botelho, S. (2022). *Biochemistry, tertiary protein structure*. Treasure Island (FL), StatPearls Publishing.
- Reilly, N. R., Fasano, A., & Green, P. H., (2012). Presentation of celiac disease, *Gastrointestinal Endoscopy Clinics*, 22(4), p613-621.
- Reunala, T., Hervonen, K., & Salmi, T. (2021). Dermatitis herpetiformis: an update on diagnosis and management, *American Journal of Clinical Dermatology*, 22(3), p329-338.
- Reunala, T., Salmi, T. T., Hervonen, K., (2015). Dermatitis herpetiformis: pathognomonic transglutaminase IgA deposits in the skin and excellent prognosis on a gluten-free diet, *Acta Dermato-Venereologica*, 95(8), p917-922.
- Ricci, G., Andreozzi, L., Cipriani, F., Giannetti, A., Gallucci, M., & Caffarelli, C. (2019). Wheat allergy in children: a comprehensive update, *Medicina*, 55(7), p400.
- Riddle, M. S., Murray, J. A., & Porter, C. K. (2012). The incidence and risk of celiac disease in a healthy US adult population, *American Journal of Gastroenterology*, 107(8), p1248-1255.
- Rodrigo L. (2006). Celiac disease, *World Journal of Gastroenterology*, 12(41), p6585-6593.
- Rodrigo-Sáez, L., Fuentes-Álvarez, D., Pérez-Martínez, I., Álvarez-Mieres, N., Niño-García, P., de-Francisco-García, R.,... & López-Vázquez, A. (2011). Differences between pediatric and adult celiac disease, *Revista Espanola de Enfermedades Digestivas*, 103(5), p238.

- Rose, C., Armbruster, F. P., Ruppert, J., Igl, B. W., Zillikens, D., & Shimanovich, I. (2009). Autoantibodies against epidermal transglutaminase are a sensitive diagnostic marker in patients with dermatitis herpetiformis on a normal or gluten-free diet, *Journal of the American Academy of Dermatology*, 61(1), p39-43.
- Rostom, H. & Shine, B. (2023). Basic metabolism: proteins, *Surgery (Oxford)*, 41(12), p761-766.
- Ruales, J., Grijalva, Y. D., Lopez-Jaramillo, P., & Nair, B. M. (2002). The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in undernourished children, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 53(2), p143-154.
- Rubio-Tapia, A., Hill, I. D., Kelly, C. P., Calderwood, A. H., & Murray, J. A. (2013). ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease, *American Journal of Gastroenterology*, 108(5), p656-676.
- Sabença, C., Ribeiro, M., Sousa, T. D., Poeta, P., Bagulho, A. S. & Igrejas, G. (2021). Wheat/gluten-related disorders and gluten-free diet misconceptions: a review, *Foods*, 10(8), p1765.
- Saka, M., Kösele, E. ve Metin, S. (2013) ‘Hastalıklarda Beslenme Tedavisi’nin Alphan, M. E. (Ed.) *Gastrointestinal sistem hastalıkları ve beslenme tedavisi*. Ankara: Hatipoğlu Yayınları.
- Salmi, T. T. (2019). Dermatitis herpetiformis, *Clinical and Experimental Dermatology*, 44(7), p728-731.
- Salmi, T. T., Collin, P., Korponay-Szabo, I. R., Laurila, K., Partanen, J., Huhtala, H., ... & Kaukinen, K. (2006). Endomysial antibody-negative coeliac disease: clinical characteristics and intestinal autoantibody deposits, *Gut*, 55(12), p1746-1753.
- Salmi, T. T., Hervonen, K., Kautiainen, H., Collin, P., & Reunala, T. (2011). Prevalence and incidence of dermatitis herpetiformis: a 40-year prospective study from Finland, *British Journal of Dermatology*, 165(2), p354-359.

- Sapone, A., Bai, J. C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H., Hadjivassiliou, M., ... & Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification, *BMC Medicine*, 10, p1-12.
- Sapone, A., Lammers, K. M., Casolaro, V., Cammarota, M., Giuliano, M. T., De Rosa, M., ... & Fasano, A. (2011). Divergence of gut permeability and mucosal immune gene expression in two gluten-associated conditions: celiac disease and gluten sensitivity, *BMC Medicine*, 9, p1-11.
- Sapone, A., Lammers, K. M., Mazzarella, G., Mikhailenko, I., Carteni, M., Casolaro, V., & Fasano, A. (2010). Differential mucosal IL-17 expression in two gliadin-induced disorders: gluten sensitivity and the autoimmune enteropathy celiac disease, *International Archives of Allergy and Immunology*, 152(1), p75-80.
- Saturni, L., Ferretti, G., & Bacchetti, T. (2010). The gluten-free diet: safety and nutritional quality, *Nutrients*, 2(1), p16-34.
- Schaafsma, G. (2005). The protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS)—a concept for describing protein quality in foods and food ingredients: a critical review, *Journal of AOAC International*, 88(3), p988-994.
- Scherf, K. A., Brockow, K., Biedermann, T., Koehler, P., & Wieser, H. (2016). Wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis, *Clinical and Experimental Allergy*, 46(1), p10-20.
- Serin, Y., & Akbulut, G. (2017). Çölyak hastalığı ve glutensiz diyet tedavisine güncel yaklaşım, *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 2(3), p192-200.
- Sevim, S., Gümüş, D., & Kızıl, M. (2023). Türkiye’de satışa Sunulan glutensiz ürünler ile gluten içeren eşdeğerlerinin besin ögesi içeriği ve maliyet yönünden değerlendirilmesi, *Akademik Gıda*, 21(3), p264-273.
- Sharma, N., Bhatia, S., Chunduri, V., Kaur, S., Sharma, S., Kapoor, P., ... & Garg, M. (2020). Pathogenesis of celiac disease and other gluten related disorders in wheat and strategies for mitigating them, *Frontiers in Nutrition*, 7, p6.
- Shepherd, S. J., & Gibson, P. R. (2013). Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease, *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 26(4), p349-358.
- Shewry, P. (2019). What is gluten-why is it special?, *Frontiers in Nutrition*, 6, p101.

- Shewry, P. R. (2007). Improving the protein content and composition of cereal grain, *Journal of Cereal Science*, 46(3), p239-250.
- Sicherer, S. H., & Sampson, H. A. (2018). Food allergy: a review and update on epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141(1), p41-58.
- Silva, N. H., Vilela, C., Marrucho, I. M., Freire, C. S., Neto, C. P., & Silvestre, A. J. (2014). Protein-based materials: from sources to innovative sustainable materials for biomedical applications, *Journal of Materials Chemistry B*, 2(24), p3715-3740.
- Simonato, B., Curioni, A., & Pasini, G. (2015). Digestibility of pasta made with three wheat types: a preliminary study, *Food Chemistry*, 174, p219-225.
- Sollid, L. M. (2000). Molecular basis of celiac disease, *Annual Review of Immunology*, 18(1), p53-81.
- Song, M., Fung, T. T., Hu, F. B., Willett, W. C., Longo, V. D., Chan, A. T., & Giovannucci, E. L. (2016). Association of animal and plant protein intake with all-cause and cause-specific mortality, *Journal of the American Medical Association Internal Medicine*, 176(10), p1453-1463.
- Spaenij-Dekking, L., Kooy-Winkelaar, Y., & Koning, F. (2005). The Ethiopian cereal tef in celiac disease, *New England Journal of Medicine*, 353(16), p1748-1749.
- Stepniak, D., & Koning, F. (2006). Celiac disease-sandwiched between innate and adaptive immunity, *Human Immunology*, 67(6), p460-468.
- Stone, A. K., Nosworthy, M. G., Chiremba, C., House, J. D., & Nickerson, M. T. (2019). A comparative study of the functionality and protein quality of a variety of legume and cereal flours, *Cereal Chemistry*, 96(6), p1159-1169.
- Subhan, F. B., & Chan, C. B. (2016). Review of dietary practices of the 21st century: facts and fallacies, *Canadian Journal of Diabetes*, 40(4), p348-354.
- Sugai, E., Vázquez, H., Nachman, F., Moreno, M. L., Mazure, R., Smecuol, E., ... & Bai, J. C. (2006). Accuracy of testing for antibodies to synthetic gliadin-related peptides in celiac disease, *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 4(9), p1112-1117.

- Sulkanen, S., Halttunen, T., Laurila, K., Kolho, K. L., Korponay-Szabó, I. R., Sarnesto, A., ... & Mäki, M. (1998). Tissue transglutaminase autoantibody enzyme-linked immunosorbent assay in detecting celiac disease, *Gastroenterology*, 115(6), p1322-1328.
- Sung, W. C., Chiu, E. T., Sun, A., & Hsiao, H. I. (2020). Incorporation of chia seed flour into gluten-free rice layer cake: effects on nutritional quality and physicochemical properties, *Journal of Food Science*, 85(3), p545-555.
- Sümer, S. A. G., Harmandar, F. A., Uyar, S., & Çekin, A. H. (2015). Non-çölyak gluten duyarlılığı, *Güncel Gastroenteroloji*, 19(2), p91-97.
- Sürmeli, N., & Karabudak, E. (2019). Çölyak olmayan gluten duyarlılığı, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(1), p66-72.
- Swanson, B. G. (1990). Pea and lentil protein extraction and functionality, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 67(5), p276-280.
- Taetzsch, A., Das, S. K., Brown, C., Krauss, A., Silver, R. E., & Roberts, S. B. (2018). Are gluten-free diets more nutritious? An evaluation of self-selected and recommended gluten-free and gluten-containing dietary patterns, *Nutrients*, 10(12), p1881.
- Taraghikhah, N., Ashtari, S., Asri, N., Shahbazkhani, B., Al-Dulaimi, D., Rostami-Nejad, M., ... & Zali, M. R. (2020). An updated overview of spectrum of gluten-related disorders: clinical and diagnostic aspects, *BMC Gastroenterology*, 20, p1-12.
- Theethira, T. G., & Dennis, M. (2015). Celiac disease and the gluten-free diet: consequences and recommendations for improvement, *Digestive Diseases*, 33(2), p175-182.
- The Lancet Gastroenterology and Hepatology. (2016). Gluten: going against the grain?, *The Lancet Gastroenterology and Hepatology*, 1(2), p85.
- Thompson, T. (2003). Oats and the gluten-free diet, *Journal of the American Dietetic Association*, 103(3), p376-379.
- Tome, D. (2012). Criteria and markers for protein quality assessment—a review, *British Journal of Nutrition*, 108(2), p222-229.

- Torbica, A., Hadnadev, M., & Dapcevic, T. (2010). Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour, *Food Hydrocolloids*, 24(6-7), p626-632.
- Tovoli, F., Masi, C., Guidetti, E., Negrini, G., Paterini, P., & Bolondi, L. (2015). Clinical and diagnostic aspects of gluten related disorders, *World Journal of Clinical Cases*, 3(3), p275.
- Troncone, R., & Jabri, B. (2011). Coeliac disease and gluten sensitivity, *Journal of Internal Medicine*, 269(6), p582-590.
- Türk Gıda Kodeksi (2012) *Gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar tebliği* [Online]. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/01/20120104-8.htm> (Erişim tarihi: 25 Mayıs 2024)
- TÜRKOMP: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkomp | Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, [Online]. Retrieved from <https://www.turkomp.tarimorman.gov.tr/main> (Erişim tarihi: 1 Mayıs 2024)
- Türksoy, S. (2018). Tam tane baklagil unlarının kimyasal, fonksiyonel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Gıda*, 43(1), p78-89.
- Ulusoy, H., Rakıcıoğlu, N. (2019). Glutensiz diyetin sağlık üzerine etkileri, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(2), p87-92.
- USDA: United States Department of Agriculture | National Nutrient Database [Online]. Retrieved from <https://www.usda.gov> (Erişim tarihi: 1 Mayıs 2024)
- Ün, C., & Aydoğdu, S. (2003). Çölyak hastalığının moleküler genetik temelleri, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 46, p75-79.
- Valente, F. X., Campos, T. D. N., Moraes, L. F. D. S., Hermsdorff, H. H. M., Cardoso, L. D. M., Pinheiro-Sant'Ana, H. M., ... & Peluzio, M. D. C. G. (2015). B vitamins related to homocysteine metabolism in adults celiac disease patients: a cross-sectional study, *Nutrition Journal*, 14, p1-7.
- Van Berge-Henegouwen, G. P., & Mulder, C. J. (1993). Pioneer in the gluten free diet: Willem-Karel Dicke 1905-1962, over 50 years of gluten free diet, *Gut*, 34(11), p1473.

- Villanacci, V., Ceppa, P., Tavani, E., Vindigni, C., & Volta, U. (2011). Coeliac disease: the histology report, *Digestive and Liver Disease*, 43, p385-395.
- Volta, U., Caio, G., Tovoli, F., & De Giorgio, R. (2014). Non-celiac gluten sensitivity: an emerging syndrome with many unsettled issues, *Italian Journal of Medicine*, 8(4), p225-231.
- Volta, U., Tovoli, F., Cicola, R., Parisi, C., Fabbri, A., Piscaglia, M., ...& Caio, G. (2012). Serological tests in gluten sensitivity (nonceliac gluten intolerance), *Journal of Clinical Gastroenterology*, 46(8), p680-685.
- Wessels, M. M. S., Van Veen, I. I., Vriezinga, S. L., Putter, H., Rings, E. H. H. M., & Mearin, M. L. (2016). Complementary serologic investigations in children with celiac disease is unnecessary during follow-up, *The Journal of Pediatrics*, 169, p55-60.
- West, J., Fleming, K. M., Tata, L. J., Card, T. R., & Crooks, C. J. (2014). Incidence and prevalence of celiac disease and dermatitis herpetiformis in the UK over two decades: population-based study, *American Journal of Gastroenterology*, 109(5), p757-768.
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins, *Food Microbiology*, 24(2), p115-119.
- Wilkinson, I. D., Hadjivassiliou, M., Dickson, J. M., Wallis, L., Grünewald, R. A., Coley, S. C., ... & Griffiths, P. D. (2005). Cerebellar abnormalities on proton MR spectroscopy in gluten ataxia, *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 76(7), p1011-1013.
- Wu, G. (2009). Amino acids: metabolism, functions, and nutrition, *Amino Acids*, 37, p1-17.
- Wu, G. (2021a). *Amino acids: biochemistry and nutrition* (2nd ed.). CRC Press.
- Wu, G. (2021b). *Amino acids in nutrition and health, amino acids in gene expression, metabolic regulation and exercising performance* (1st ed.). Springer, Cham, Switzerland.
- Wu, J. H., Neal, B., Trevena, H., Crino, M., Stuart-Smith, W., Faulkner-Hogg, K., & Dunford, E. (2015). Are gluten-free foods healthier than non-gluten-free foods? An evaluation of supermarket products in Australia, *British Journal of Nutrition*, 114(3), p448-454.

- Yağdı, S. D., & Konuşkan, Z. G. (2021). Glutensiz ürünlerde kullanılan alternatif protein kaynakları, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), p32-39.
- Yang, H., Guérin-Deremaux, L., Zhou, L., Fratus, A., Wils, D., Zhang, C., ... & Miller, L. E. (2012). Evaluation of nutritional quality of a novel pea protein, *AgroFood Industry Hi-Tech*, 23(6), p8-10.
- Yaver, E., Bilgiçli, N. (2020). Tahıl benzeri ürünler: bileşimi, beslenme-sağlık üzerine etkileri ve tahıl ürünlerinde kullanımı, *Food and Health*, 6(1), p41-56.
- Yıldırım, E. (2020). Çölyak hastalığı ve glutensiz beslenme, *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), p175-187.
- Yönel, O., & Özdil, S. (2014). Çölyak hastalığı, *Güncel Gastroenteroloji*, 18(1), p93-100.
- Yu Y. M., & Fukagawa N. K. (2020). 'Protein and amino acids' in present knowledge in nutrition: basic nutrition and metabolism. Yates, A. A., Stalling, V. A., Birt, D. F., ve Marriott, B. P. (11th ed.), Academic Press.
- Zevallos, V. F., Raker, V., Tenzer, S., Jimenez-Calvente, C., Ashfaq-Khan, M., Rüssel, N., ... & Schuppan, D. (2017). Nutritional wheat amylase-trypsin inhibitors promote intestinal inflammation via activation of myeloid cells, *Gastroenterology*, 152(5), p1100-1113.
- Zhu, F. (2020). Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: a review of chemical structure, biological functions and food uses, *Carbohydrate Polymers*, 248, p116819.
- Zimmer, K. P. (2011). Nutrition and celiac disease, *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 41(9), p244-247.
- Zopf, Y., Reljic, D., & Dieterich, W. (2018). Dietary effects on microbiota-new trends with gluten-free or paleo diet, *Medical Sciences*, 6(4), p92.
- Zubillaga, P., Vidales, M. C., Zubillaga, I., Ormaechea, V., García-Urkía, N., & Vitoria, J. C. (2002). HLA-DQA1 and HLA-DQB1 genetic markers and clinical presentation in celiac disease, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 34(5), p548-554.

ÖZGEÇMİŞ

Safiye Selcan UZUN

A. EĞİTİM

Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 2020,
İstanbul.

