

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

BİTKİSEL SÜTLERİN VE BİTKİSEL PEYNİRLERİN
PROTEİN KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RUKİYE ECENUR ARIKAN

İstanbul
Haziran-2025

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

BİTKİSEL SÜTLERİN VE BİTKİSEL PEYNİRLERİN PROTEİN
KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RUKİYE ECENUR ARIKAN

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN

İstanbul
Haziran-2025

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 Başak ÖNEY

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erhan İÇENER

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Bitkisel Sütlerin ve Bitkisel Peynirlerin Protein Kalitesinin 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.

Rukiye Ecenur ARIKAN

ÖN SÖZ

Araştırmamdaki her aşamada yoluma ışık olan değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN'a, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen canım annem Hülya ERTÜRK, canım babam Mehmet Nacar ERTÜRK ile canım kardeşlerim Zehra Betül ERTÜRK, Sena Sibel ERTÜRK, Abdurrahman Ali ERTÜRK, Elif Nisa ERTÜRK ve sevgili eşim Nuri ARIKAN'a, çalışmalarım süresince her konuda bana destek olan çok sevgili dönem arkadaşlarım Uzm. Dyt. Safiye Selcan UZUN ve Uzm. Dyt. Joudi DABBAGH'a teşekkürlerimi sunuyor, çalışmamı rahmetli canım anneannem Lütfiye SEÇMEN'e ithaf ediyorum.

Rukiye Ecenur ARIKAN
İstanbul-2025

ÖZET
BİTKİSEL SÜTLERİN VE BİTKİSEL PEYNİRLERİN
PROTEİN KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Rukiye Ecenur ARIKAN

Yüksek Lisans, Beslenme Ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Elif EDE ÇİNTESUN

Haziran, 2025 -90 Sayfa

Proteinler vücudun ihtiyaç duyduğu yaşamsal faaliyetlerde birçok önemli görevleri olan makro besin ögesidir. Bitkisel veya hayvansal kaynaklı besinlerin tüketimi ile ihtiyaç duyulan protein gereksinimi karşılanmaktadır. Bu ihtiyacın yeterli miktarda karşılanabilmesi için tüketilen yiyeceklerin protein miktarının ve protein kalitesinin belirlenmesi önemlidir. Günümüzde beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte, bitkisel kaynaklı besinlerin tüketimi yaygınlaşmaktadır. İnek sütü alerjisi bulunanlar, vegan veya vejetaryen beslenenler, protein kısıtlaması gerektiren diyet tedavileri uygulayanlar, daha çevreci olması nedeniyle bitkisel kaynaklı ürünleri tercih eden kişiler beslenmede hayvansal kaynaklı süt ve süt ürünlerine alternatif olarak bitkisel kaynaklı süt ve süt ürünlerine yer vermektedirler. Bu kapsamda mevcut çalışmada hayvansal kaynaklara alternatif olarak üretilen ve tüketimi yaygınlaşan çeşitli bitkisel sütler ve bitkisel peynirlerin aminoasit kompozisyonu ve protein kalitesi Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS) metodu kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmaya on adet bitkisel süt, on adet bitkisel peynir ve birer adet referans besin olarak hayvansal kaynaklı süt ve hayvansal kaynaklı peynir dahil edilmiştir. Besinlerin protein ve amino asit değerleri literatürden ve çeşitli veri tabanlarından alınmış ve Amino Asit Skorları (AAS) hesaplanmıştır. Besinlerin sindirilebilirlik faktörleri literatür çalışmalarından alınmıştır. En yüksek protein kalitesine sahip olan bitkisel süt; %88,3 PDCAAS değeri ile soya sütü (şekersiz, sade, raf ömrü uzun); bitkisel peynirlerde ise %84,5 PDCAAS değeri ile bakla bulunmuştur. En düşük protein kalitesine sahip bitkisel

sütler %0 PDCAAS değeri ile yulaf sütü (ilave kalsiyum ve vitaminlerle) ve badem sütü (ilave kalsiyum ile) iken bitkisel peynirlerden ise %17,84 PDCAAS değeri ile kinoa olduğu bulunmuştur. Genel olarak sınırlayıcı amino asitleri bitkisel sütlerde izölösin ve valin; bitkisel peynirlerde ise lizin ve kükürtlü amino asitler bulunmuştur. Bitkisel kaynaklı bu besinleri tüketen kişiler, protein ve elzem amino asit gereksinimini karşılamak için tamamlayıcı proteinlerin hayvansal ve bitkisel kaynaklı farklı besin gruplarının kombinasyonlarıyla karışık tüketim yapılarak günlük ihtiyaçların karşılanması tavsiye edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel sütler, bitkisel peynirler, PDCAAS, protein kalitesi



ABSTRACT

DETERMINATION OF THE PROTEIN QUALITY OF VEGETABLE MILK AND VEGETABLE CHEESE

Rukiye Ecenur ARIKAN

Master's Degree, Nutrition and Dietetics

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

June, 2025 -90 Pages

Proteins are macronutrients that have many important functions in the vital activities needed by the body. The protein requirement is met by consuming foods of plant or animal origin. In order to meet this need in sufficient amounts, determining the protein content and quality of the foods consumed is essential. Nowadays, with the change in eating habits, the consumption of plant-based foods is becoming widespread. People who are allergic to cow's milk, those who follow vegan or vegetarian diets, those who follow diet treatments that require protein restriction, and those who prefer plant-based products because they are more environmentally friendly, include plant-based milk and dairy products as an alternative to animal-based milk and dairy products in their diet. In this context, in the current study, the amino acid composition and protein quality of various herbal milks and herbal cheeses, which are produced as alternatives to animal sources and whose consumption has become widespread, were determined using the Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) method. Ten plant-based milks, ten plant-based cheeses, and one animal-derived milk and animal-derived cheese each were included in the study as reference foods. Protein and amino acid values of foods were taken from the literature and various databases and Amino Acid Scores (AAS) were calculated. Digestibility factors of nutrients were taken from literature studies. Vegetable milk has the highest protein quality; Soy milk

(unsweetened, plain, long shelf life) with a PDCAAS value of 88.3%; In herbal cheeses, broad beans were found with a PDCAAS value of 84.5%. It was found that the plant milks with the lowest protein quality were oat milk (with added calcium and vitamins) and almond milk (with added calcium) with 0% PDCAAS value, while among the plant cheeses, quinoa was found to be quinoa with 17.84% PDCAAS value. In general, the limiting amino acids in plant milks are isoleucine and valine; Lysine and sulfur amino acids were found in vegetable cheeses. People who consume these plant-based foods, In order to meet the protein and essential amino acid requirements, it may be recommended to meet daily needs by consuming complementary proteins with combinations of different food groups of animal and plant origin.

Keywords: Plant based milks, plant based cheeses, PDCAAS, protein quality

İÇİNDEKİLER

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

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	4
2.1. Süt ve Süt Ürünleri.....	4
2.2. Kuruyemişler.....	6
2.3. Kurubaklagiller	7
2.4. Tahıllar	7
2.5. Sebzeler ve Meyveler.....	9
2.6. Bitki Bazlı Beslenme.....	9

2.7.Vegan ve Vejetaryen Beslenme.....	10
2.8.İnek Sütü Alerjisi ve Laktoz İntöleransı.....	11
2.9.Bitkisel Sütler.....	11
2.10.Bitkisel Peynirler.....	12
2.11.Proteinler.....	13
2.11.1.Aminoasitler	13
2.11.2.Proteinlerin Sınıflandırılması	21
2.11.3.Proteinlerin Metabolizması.....	21
2.11.4.Proteinlerin Görevleri	23
2.11.5.Protein ve Aminoasit Kaynakları	24
2.11.6.Protein Gereksinimi	26
2.12.Protein Kalitesi	28
2.12.1. Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS)..	30
2.12.2.Sindirilebilir Vazgeçilmez Amino Asit Puanı (DIAAS).....	31

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT	33
3.1.Ürünlerin Seçimi	33
3.2.Protein Kalitesinin Hesaplanması	34
3.2.1.Ürünlerin Amino Asit Skorlarının Hesaplanması.....	35
3.3.Protein Sindirilebilirlik Faktörleri.....	35
3.4.Aminoasit Gereksinimi İçin Referans Modeli	36
3.5.Besinler İçin Kullanılan Birim Dönüşümleri	37

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI.....	38
4.1.Besinlerin Protein ve Amino Asit Miktarları.....	38
4.2.Besinlerin Amino Asit Skorları (AAS) ve Sınırlayıcı Amino Asitleri.....	38
4.3.Besinlerin PDCAAS Değerleri (%) ve Protein Kalitesi.....	44

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŐİMA VE DEĞERLENDİRME..... 46

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER55

KAYNAKÇA..... 57

ÖZGEÇMİŐİ 71



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Süt ve Süt Ürünleri Grubu Porsiyon Ölçüleri	6
Tablo 2.2: Süt, Yoğurt ve Peynir İçin Günlük Toplam Porsiyon Önerisi	6
Tablo 2.3: Esansiyel ve Esansiyel Olmayan Amino Asitler	16
Tablo 2.4: Esansiyel Amino Asitlerin Vücuttaki Görevleri	19
Tablo 2.5: Proteinlerin Görevleri.....	23
Tablo 2.6: Besinler ve Besin Gruplarının Protein İçeriği	25
Tablo 2.7: Yaş Gruplarına Göre Elzem Amino Asit Gereksinimleri	27
Tablo 2.8: Farklı Yaş Gruplarında Protein İhtiyaçları.....	27
Tablo 2.9: Protein Kalitesi ve Protein Sindirilebilirliğini Belirlemek İçin Kullanılan İn Vivo Yöntemler.....	29
Tablo 3.1: Referans Süt ve Bitkisel Sütlerin Referansları	33
Tablo 3.2: Referans Peynir ve Bitkisel Peynirlerin Referansları.....	34
Tablo 3.3: Protein Sindirilebilirlik Faktörleri	36
Tablo 3.4: Amino Asit İhtiyacı İçin Referans Puanlama Modeli	37
Tablo 4.1: Sütlerin Protein (g/100 g besin) ve Amino Asit (mg/g protein) Miktarları	39
Tablo 4.2: Peynirlerin Protein (g/100 g besin) ve Amino Asit (mg/g protein) Miktarları	40
Tablo 4.3: Sütlerin Amino Asit Skorları (AAS) ve Sınırlayıcı Amino Asitleri.....	41
Tablo 4.4: Peynirlerin Amino Asit Skorları (AAS) ve Sınırlayıcı Amino Asitleri..	43
Tablo 4.5: Sütlerin PDCAAS Değerleri (%)......	44
Tablo 4.6: Peynirlerin PDCAAS Değerleri (%)......	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.Aminoasit Genel Yapısı	14
Şekil 2.2.Aminoasitlerin Kimyasal Yapısı	14
Şekil 2.3.Proteinlerin Yapıları	21



SEMBOLLER LİSTESİ

%: Yüzde işareti

&: ve işareti

/: Bölme işareti, bölü

>: Büyüktür işareti

C : Karbon

CHO: Karbonil grubu

CO₂ : Karbondioksit

COOH : Karboksil grubu

g : gram

H : Hidrojen

kg : kilogram

mg : miligram

mL : mililitre

N : Azot

NH₂ : Amin grubu

O : Oksijen

O₂ : Oksijen

OH: Hidroksil

α : Alfa

β : Beta

KISALTMALAR LİSTESİ

AA: Amino Asit

AAA: Aromatik Amino Asitler

AAS: Amino Asit Skoru

Ala: Alanin

Arg: Arjinin

Asn: Asparajin

Asp: Aspartik asit

BV: Biological Value, Biyolojik Değer

CoA: Koenzim A

Cys: Sistein

DIAAS: Digestible Indispensable Amino Acid Score, Sindirilebilir Vazgeçilmez Amino Asit Skoru

DNA: Deoksiribo Nükleik Asit

DZAA: Dallı Zincirli Amino Asitler

EAA: Elzem Amino Asitler

FAO: Food and Agriculture Organization, Gıda ve Tarım Örgütü

GFS: Gerçek Fekal Sindirilebilirlik

Gln: Glutamin

Glu: Glutamik asit

Gly: Glisin

His: Histidin

HPLC: High Performance Liquid Chromatography, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

IAA_{lim}: First Limiting İndispensable Amino Acid, İlk Sınırlayıcı Vazgeçilmez Amino Asit

Ile: İzolösin

kcal: Kilokalori

Leu: Lösin

Lys: Lizin

Met: Metiyonin

MS: Milattan Sonra

mTOR: Mammalian Target of Rapamycin, Rapamisin Protein Kompleksinin Memeli Hedefi

NEAA: Non essential amino acids, Esansiyel Olmayan Aminoasitler

NPR: Net Protein Ratio, Net Protein Oranı

NPU: Net Protein Utilization, Net Protein Kullanımı

NPU: Net Protein Utilization, Net Protein Kullanımı

PDCAAS: Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score, Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru

PER: Protein Efficiency Ratio, Protein Verimlilik Oranı

PER: Protein Efficiency Ratio, Protein Verimlilik Oranı

Phe: Fenilalanin

Pro: Prolin

R: Radikal

RNA: Ribo Nükleik Asit

SAA: Kükürtlü Amino Asitler

SAA: Kükürtlü Amino Asitler

Ser: Serin

TCA: Trikarboksilik Asit

TD: True Digestibility, Gerçek Sindirilebilirlik

Thr: Treonin

Trp: Triptofan

TÜBER: Türkiye Beslenme Rehberi

Türkomp: Türk Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı

Tyr: Tirozin

UNU: United Nations University, Birleşmiş Milletler Üniversitesi

Val: Valin

vb.: ve benzeri

vd.: ve diğerleri

WHO: World Health Organization, Dünya Sağlık Örgütü

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Beslenme; insan vücudunun en temel gereksinimidir (Baysal, A., 2004). Sağlığın korunması, büyüme, gelişme, yaşamın devamlılığı ve yaşamın kalitesini yükseltmek için beslenmeye ihtiyaç vardır. Optimal beslenme, hastalık riskini en aza indirmeyi ve sağlıklı bir bedenin iyi halinin devamlılığını hedef alır (Yücesan, S., 2008). Yeterli ve dengeli beslenmek sağlıklı beslenmenin temelidir (Pekcan, G., 2008). Beslenme yetersiz kaldığında da aşırı tüketim yapıldığında da çeşitli hastalıklara yol açabilmektedir (Aktaş, N. & Özdoğan, Y., 2016). Bu yüzden günlük olarak ihtiyaç duyulan makro elementlerin, karbonhidratların, proteinlerin ve yağların, yeterli ve dengeli bir şekilde yerine konması gerekir (Özlu, S. & Ercoşkun, H., 2021). Tam da bu konuda eksik alım yapıldığında enerjiden yoksun ve vücut dokularında yapım yetersiz kalacağından beslenme yetersizliği meydana gelir (Ünsal, A., 2019).

Proteinler vücutta büyüme, gelişme ve sağlıklı yaşamın devamlılığı için elzem olan makro besin öğelerinden biridir (Altay, İ. S., 2014). Aminoasitler ise proteini oluşturan yapıtaşlarıdır. Vücutta üretilebilen, elzem olmayan, aminoasitler ve dışarıdan alınması zorunlu olan elzem (esansiyel, temel) aminoasitler kritik önem arz eder. Bir besinin içerdiği elzem aminoasit miktarı o besinin protein kalitesini belirler. Bitkisel protein kaynakları hayvansal protein kaynaklarına kıyasla, elzem aminoasit yönünden kısıtlıdır (Köseoğlu, S. Z. A., 2019). Tıbbi beslenme tedavisi uygulanırken protein miktarının beraberinde aminoasit kompozisyonunun da iyi değerlendirilmesi gerekir (Tome, D., 2012). Proteinden yetersiz beslenme ile büyüme ve gelişme geriliği (Dağ, A. & Coşkun, A., 2022), kemik (Oğuz, N. E. & Saka, M., 2021) ve kalp sağlığı problemi (Dağ, A. & Coşkun, A., 2022), kas kütlelerinde azalma (Oğuz, N. E. & Saka, M. 2021), hormonal düzensizlikler oluşabilmektedir (Dağ, A. & Coşkun, A., 2022). Bu bağlamda protein kalitesinin belirlenmesi vücudun ihtiyaç duyduğu protein alımının değerlendirilmesi için önemlidir (Oğuz, N. E. & Saka, M. 2021).

1.1. Araştırmanın Problemi ve Önemi

Günümüzde beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte (Taşpınar, T. vd., 2023), bitkisel kaynaklı besinlerin tüketiminin yaygınlaştığı görülmektedir (Esmer, B. vd., 2024). Çeşitli besin hassasiyetleri (Taşpınar, T. vd., 2023), inek sütüne alerjisi

(Yerlikaya, O. & Karagözlü, C., 2008), laktoza karşı intöleransı bulunanlar, vegan veya vejetaryen beslenenler (Taşpınar, T. vd., 2023), haysansal kaynaklara göre daha sağlıklı olduğu düşüncesi ile bitkisel beslenmeye yönelenler (Yılmaz, İ., 2023), protein kısıtlaması gerektiren diyet tedavileri uygulayanlar (Ülker, İ. & Şanlıer, N., 2018), daha çevreci ve sürdürülebilir olması nedeniyle bitkisel kaynaklı ürünleri tercih eden kişiler beslenmede inek sütüne alternatif olarak bitkisel süt ve süt ürünlerine yer vermektedirler (Taşpınar, T. vd., 2023).

Hayvansal kaynaklı yiyecekler ile bitkisel kaynaklı yiyecekler besleyici değer açısından farklılık göstermektedir (Sá, A. G. A. vd., 2020). Bitkisel ve hayvansal ürünlerin protein içeriği ve protein kalitesinin karşılaştırılması beslenme gereksinimlerinin belirlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır (Han, S. W. vd., 2015).

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu tezin amacı bitkisel sütlerin ve bitkisel peynirlerin protein kalitesinin, Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS) metodu kullanılarak belirlenmesidir.

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Bu çalışmanın kapsamında hayvansal kaynaklara alternatif olarak üretilen ve tüketimi yaygınlaşan çeşitli bitkisel sütler ve bitkisel peynirlerin sınırlayıcı amino asitleri ve protein kalitesi PDCAAS yöntemi ile teorik olarak hesaplanacaktır. Buradan hareketle şu sorulara cevap aranacaktır:

1. Beslenmede alternatif olarak kullanılan bitkisel sütlerin ve bitkisel peynirlerin protein değeri, hayvansal kaynaklarla benzer midir?
2. Bitkisel sütlerde ve bitkisel peynirlerde sınırlayıcı aminoasitler nelerdir?

1.4. Araştırmanın Hipotezleri

Araştırılan sorulara bağlı olarak hipotezler şunlardır:

H₀₁: Bitkisel sütler ve bitkisel peynirler protein kalitesi bakımından hayvansal süt ürünlerine ulaşamamaktadır.

H₁1: Bitkisel sütler ve bitkisel peynirler protein kalitesi bakımından hayvansal süt ürünlerine ulaşabilmektedir.

H₀2: Hayvansal kaynaklı besin tketemeyenler için bitkisel sütler ve bitkisel peynirler iyi birer alternatiftir.

H₁2: Hayvansal kaynaklı besin tketemeyenler için bitkisel sütler ve bitkisel peynirler iyi birer alternatif değildir.



İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Süt ve Süt Ürünleri

Süt, dişi memelilerin meme bezlerinin salgıladığı sıvıdır (Belitz, H. D. vd., 2009). Yenidoğanlara enerji, büyüme için gerekli bileşikler, bağışıklık koruması vb. sağlamak için tasarlanmış eksiksiz bir besindir ve bunların hepsi yaşamın erken evrelerinde hayati önem taşır (Croguennec, T. vd., 2016). Sütte bulunan süt proteinleri, besinsel ve teknolojik açıdan gerekli olan ve insanlar için yeri doldurulamaz bir amino asit alımını temsil eden kazein ve peynir altı suyu proteinlerinden yapılmıştır (Kubicová, L. vd., 2019). Süt ve süt ürünleri, enerji ve çeşitli temel mikro besinleri (özellikle kalsiyum, magnezyum, potasyum, çinko ve fosfor) kolayca emilen bir formda yüksek kaliteli protein sağlayan besin açısından yoğun gıdalardır. Süt mineralleri, insan sağlığı ve gelişimi için olduğu kadar peynir yapımı gibi süt süreçlerinde ve tuz-protein etkileşimlerini içeren tüm özellikler için de önemlidir. Süt ürünleri, kalsiyum, protein, D vitamini, potasyum ve fosfor dahil olmak üzere iyi kemik sağlığı için gerekli olan besinler açısından zengindir (Górska-Warsewicz, H. vd., 2019). Süt ve süt ürünleri, organizmada birden fazla ve farklı hayati fonksiyona katkıda bulunan mineraller ve vitaminler gibi mikro besinleri içerir. Süt ve süt ürünleri vitaminler için temel kaynaklar olarak kabul edilmektedir. Süt ve süt ürünleri, bilinen sağlık yararlarına sahip, eşsiz mikro besin kombinasyonlarıdır. Farklı minerallerin konsantrasyonu, kimyasal formları ve konumları nispeten iyi bilinir ve tanımlanır. Süt ve süt ürünleri kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko ve selenyumun en iyi kaynaklarıdır. A, D, E ve K vitaminleri esas olarak lipit fazda, B ve C grubu vitaminleri ise sulu fazda bulunur. Süt ve süt ürünleri A, B₁, B₂ ve B₁₂ vitaminlerinin en iyi kaynaklarıdır (Gaucheron, F., 2011).

Sütün yanı sıra krema, tereyağı, yoğurt, kefir ve peynir gibi çeşitli süt ürünleri binlerce yıldır dünya çapında üretilmekte ve tüketilmektedir. Bu nedenle, süt ve süt ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki etkisi niceliksel olarak önemlidir (Visioli, F. & Strata, A., 2014). Yetişkinlerde süt ürünlerinin ağırlık kaybını kolaylaştırdığını ve vücut kompozisyonunu iyileştirdiğini, yani vücut yağ kütlelerini azalttığını ve enerji kısıtlaması sırasında ve kısa süreli çalışmalarda yağsız vücut kütlelerini koruduğunu desteklemektedir. Süt ürünlerinin tüketiminin diyabet riski üzerinde hiçbir olumlu

etkisinin olmadığını veya çok az olumlu etkisinin olduğunu bulmuştur. Çocukluk ve ergenlik döneminde kemik sağlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir, ancak yetişkinlikte kemik sağlığı ve ileri yaşlarda kemik kırığı riski konusunda sınırlı kanıt bulunmaktadır. Süt ve süt ürünlerinin tüketimi kolorektal kansere, mesane kanserine, mide kanserine ve meme kanserine karşı koruma sağlayabilmektedir (Thorning, T. K. vd., 2016). Son yıllarda süt tüketimi, özellikle gelişmiş ülkelerde keskin bir düşüş göstermektedir. Bu düşüşün nedenlerinden biri de laktoz intoleransı tanısı veya algısıdır. Süt ve süt ürünleri, laktoz içerir. Prebiyotik olarak çalıştığı ve laktozu sindiren kolon mikrobiyomunun adaptasyonunu sağladığı için laktaz kalıcı olmayanlar yine de az miktarda süt ürünü tüketebilir (Zingone, F. vd., 2017). Araştırmalar, daha fazla miktarda süt ve süt ürünü tüketen bireylerin süt ve süt ürünleri tüketmeyenlere göre sağlık avantajına sahip olduğunu göstermektedir (Kliem, K. E. & Givens, D. I., 2011). Süt ürünlerinin tüketimi hem popülasyonlar arasında hem de popülasyonlar içinde büyük ölçüde değişir. Popülasyonlar içindeki değişkenlik büyük ölçüde kişisel tercihler (laktoz intoleransı veya süt alerjileri ve veganlıktan kaçınma dahil) ve uygun fiyatla belirlenir. Popülasyonlar arasındaki farklılıklar kültür, din, bulunabilirlik, uygun fiyat ve laktozu tolere etme yeteneğindeki genetik değişkenlik tarafından belirlenir. Genellikle zengin ülkelerde önemli miktarda süt ürününün günlük tüketimi yüksek diyet kalitesinin bir göstergesidir (Prentice, A. M., 2014). Yapılan bir çalışmada bitki bazlı içeceklerde yarım yağlı süte kıyasla genel olarak daha yüksek enerji içeriği ve daha düşük iyot, potasyum, fosfor ve selenyum içeriği olduğunu göstermiştir. Ayrıca, pirinç içeceklerinin yüksek oranda inorganik arsenik içerdiği ve soya içeceklerinin östrojen benzeri etkilere sahip izoflavonlar içerdiği bilinmektedir. Laktoz intoleransı olan yetişkinlerin çoğu bir bardak süt veya bir top dondurmaya tolere edebilir. Peynirlerin laktoz içeriği ihmal edilebilir düzeydedir ve yoğurttaki laktoz, yoğurtta bulunan ve laktoz sindirimini kolaylaştıran bakteriyel laktaz nedeniyle diğer süt kaynaklarına göre daha verimli bir şekilde sindirilir. Bu nedenle fermente süt ürünleri, yani yoğurt ve çoğu peynir (süzme peynir, yumuşak ve sert peynirler) laktoz intoleranslı bireyler tarafından semptom göstermeden tolere edilebilir. Aynı durum, inek sütü proteini alerjisi için de geçerlidir. Kalsiyumla zenginleştirilmiş bitki bazlı içecekler, birçok ülkede beslenme önerilerinde süt ürünlerine alternatif olarak dahil edilmiştir. Ancak besin değerleri açısından inek sütü ile bitki bazlı içecekler tamamen farklı besinlerdir

ve bitki bazlı içeceklerin sağlık açısından değeri konusunda kanıta dayalı bir sonuca varmak için insanlarda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir (Thorning, T. K. vd., 2016). Süt ve süt ürünleri grubunun porsiyon ölçüleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1: Süt ve Süt Ürünleri Grubunun Porsiyon Ölçüleri

Besinler	Porsiyon ölçüleri
Süt	1 kupa veya 240 ml
Yoğurt	1 küçük kase veya 200 ml
Ayran	1.5 kupa veya 1 büyük bardak veya 1 büyük hazır ayran veya 350 ml
Beyaz peynir	3 parmak veya 2 kibrit kutusu veya 60 g

Kaynak: TÜBER, 2022

Süt, yoğurt ve peynir için günlük toplam porsiyon önerisi Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2: Süt, Yoğurt ve Peynir İçin Günlük Toplam Porsiyon Önerisi

Yaş grubu	Erkek	Kız
2-3	2½	2
4-6	2½	2½
7-10	3	3
11-14	3	3
15-18	3	3
18-49	3	3
50-70	3	3
70 ve üstü	3	3

Kaynak: TÜBER, 2022

2.2. Kuruyemişler

Kuruyemişler, yağsız kırmızı ve beyaz et, yumurta, baklagiller ve tohumlarla birlikte "protein açısından zengin besinler" grubunda sınıflandırılır (Neale, E. P. & Tapsell, L. C., 2020). Kuruyemişler tüm ana makro besinleri içerir: protein,

karbonhidrat ve yağ. Toplam protein içeriği nispeten yüksektir, bu da onları iyi bir bitkisel protein kaynağı yapar (özellikle vejetaryenler için). Kuruyemişler bazı temel amino asitleri düşük miktarlarda içermesine rağmen, protein tamamlayıcısı nedeniyle bu bir beslenme sorunu değildir (Brufau, G. vd., 2006).

2.3. Kuru Baklagiller

Baklagiller, bitki bazlı protein, kompleks karbonhidratlar ve lif ile demir, çinko ve potasyum gibi mikro besinler açısından zengindir (Semba, R. D. vd., 2021; Havemeier, S. vd., 2017). Baklagiller dünyadaki en besleyici gıdalardan biridir ve diğer ürünlerle birlikte tüketildiğinde dünya nüfusunun büyük bir kısmının, özellikle de et, süt ürünleri ve balıkların ekonomik olarak erişilemediği daha fakir bölgelerdeki beslenmesinin temelini oluşturur. Baklagiller, tam tahıllı gevreklerde bulunan miktarın iki katı kadar proteinle yoğun bir şekilde doludur. Tahıllar gibi diğer gıdalarla birlikte tüketildiğinde baklagillerin protein kalitesi daha da artar. Ancak, hayvansal kökenli proteinlerle karşılaştırıldığında besin değerleri düşüktür (Martín-Cabrejas, M. A., 2019). Baklagiller, diğer bitki bazlı protein kaynaklarında tipik olarak düşük olan lizin ve treonin gibi temel amino asitler açısından zengindir (Havemeier, S. vd., 2017). Tahıl proteinleri, özellikle lizin olmak üzere belirli temel amino asitler açısından eksiktir. Öte yandan, baklagillerin yeterli miktarda lizin içerdiği, ancak kükürt içeren amino asitler (metionin, sistin ve sistein) açısından eksik olduğu bildirilmiştir (Iqbal, A. vd., 2006). Bakliyalarda bu temel amino asitler eksik olduğundan, daha düşük kaliteli protein kaynakları olarak kabul edilirler (Havemeier, S. vd., 2017). Vejetaryenler tüm temel amino asitleri almak için tahıl ve baklagilleri birleştirmek zorundadır (Pereira, P. M. D. C. C. & Vicente, A. F. D. R. B., 2013).

2.4. Tahıllar

Başlıca tahıllar buğday, çavdar, pirinç, arpa, darı, mısır, tritikale, sorgum ve yulaftır (Belitz, H. D. vd., 2009; McKeivith, B., 2004). Tahıllar temel gıdalardır (McKeivith, B., 2004). Enerji kaynağı olarak yüksek nişasta içeriğinin yanı sıra tahıllar, diyet lifi, besleyici protein ve esansiyel yağ asitleri açısından zengin lipitler sağlar. Tahıllarda bulunan önemli mikro besinler vitaminler, özellikle birçok B vitamini, mineraller,

antioksidanlar ve fitokimyasallardır. Tahıl grubu çoğu besin maddesinin önemli miktarlarını sağlar. Tahıllar, önemli bir enerji ve diyet lifi kaynağı olmasının yanı sıra, sıklıkla besleyici proteinin birincil sağlayıcısıdır (Dewettinck, K. vd., 2008). Genellikle tahılların üretimi ucuzdur, kolayca depolanır ve taşınır ve kuru tutulduklarında kolayca bozulmazlar (McKevith, B., 2004). Lizin tahıl proteinlerindeki en sınırlayıcı esansiyel amino asittir fakat konsantrasyonu yetişkinlerin gereksinimlerini karşılayacak kadar yüksektir, ancak çocukların gereksinimlerini karşılayamaz. Daha büyük çocukların lizin gereksinimi çavdar, arpa ve yulaf ile karşılanabilir. Bununla birlikte, yüksek diyet lifi içeriği ve anti-besin faktörleri protein sindirilebilirliğini düşürebilir. Tahıllar esansiyel yağ asitleri, yağda çözünen vitaminler ve fitosteroller gibi bir dizi bileşeni içerir. Tahıllar doğal olarak lipit bakımından düşük olduklarından, yağda çözünen A, D, E ve K vitaminleri bakımından da düşük olma eğilimindedirler (Dewettinck, K. vd., 2008). Tam tahıllar nişastalı endosperm, tohum ve kepekten oluşur (Liu, R. H., 2007). Tam tahıllar, özellikle tiamin, riboflavin, niasin ve piridoksin olmak üzere birçok B vitamininin önemli miktarda diyetsel kaynağını sağlar (Dewettinck, K. vd., 2008). Rafine etme, yani kepeğin ve tohumun çıkarılması, tahılın besin içeriğini azaltır (Slavin, J. L. vd., 2000). Epidemiyolojik çalışmalar tam tahıl alımının kansere, kardiyovasküler hastalığa, diyabet ve obezite gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu olduğunu bulmuştur. Günde üç porsiyon tam tahıl tüketilmesi tavsiye edilir (Slavin, J., 2004; Rebello, C. J. vd., 2014). Sahte (yalancı) tahıl, ot ailesine ait olmayan ancak ekmek ve diğer temel gıdalar için un olarak kullanılan meyve ve tohumlar üreten herhangi bir bitki olarak tanımlanır. Sahte tahıllar yeterince değerlendirilmeyen ürünlerdir, glutensizdirler, protein açısından zengindirler ve çok sayıda temel besin içerirler. Yalancı tahılların amino asit profili ve esansiyel amino asit indeksi, biyolojik değer, protein verimlilik oranı ve besin indeksi gibi besin özellikleri, buğday, pirinç ve mısır gibi geleneksel tahıllara kıyasla daha yüksektir. Şu ana kadar bilinen en iyi üç yalancı tahıl tane amarant, kinoa ve karabuğdaydır. Tohumları işlev ve bileşim olarak gerçek tahılların tohumlarına benzer, bu yüzden yalancı tahıllar olarak adlandırılırlar (Mir, N. A. vd., 2018).

2.5. Sebzeler ve Meyveler

Meyve ve sebzeler enerji ve besin içeriği bakımından büyük farklılıklar gösteren çeşitli bitkisel gıdalar grubunu içerir. Meyve ve sebzeler diyet lifi sağlar ve lif alımı kardiyovasküler hastalık ve obezitenin daha düşük insidansı ile bağlantılıdır. Meyve ve sebzeler ayrıca diyete vitamin ve mineral sağlar ve antioksidan, fitoöstrojen ve antiinflamatuar ajanlar ve diğer koruyucu mekanizmalar aracılığıyla işlev gören fitokimyasalların kaynaklarıdır (Slavin, J. L. & Lloyd, B., 2012).

2.6. Bitki Bazlı Beslenme

Bitki bazlı diyetlerin tarihi yüzlerce yıl öncesine dayanır. Bitki bazlı diyet, yumurta, et, et ürünleri, süt ve süt ürünleri gibi hayvansal kökenli gıdaların ve yağ, şeker ve un gibi aşırı işlenmiş gıdaların arka planda kaldığı bir beslenme eğilimidir. Bu diyetlerin çoğu, tahıllar, yumrular, baklagiller, sebzeler ve meyveler gibi esas olarak çiğ, işlenmemiş veya asgari düzeyde işlenmiş bitki kökenli gıdalardan oluşur (Fehér, A. vd., 2020). Bitki bazlı diyet yapanlardan genellikle bildirilen nedenler arasında hayvanlar, kişisel sağlık ve çevre konusunda endişeler; ete karşı tiksinti; yetersiz beslenmeyle ilgili hastalıklar (bulimia nervosa ve anoreksiya nervosa) ve dini inançlar yer almaktadır. Bazı kişiler, finansal kısıtlamalar ve aile ve arkadaşların etkileri nedeniyle vejetaryen bir diyet uyguladıklarını bildirmektedir (Rosenfeld, D. L. & Burrow, A. L., 2017; Fehér, A. vd., 2020). Tahıllar (buğday, pirinç, darı, mısır, arpa ve sorgum), baklagiller (bezelye, soya fasulyesi, fasulye, bakla, acı bakla, nohut ve börülce), yalancı tahıllar (karabuğday, kinoa ve amarant), fındık, badem ve tohumlar (keten tohumu, chia, kabak, susam ve ayçiçeği) gibi farklı bitki bazlı protein kaynaklarıdır. Bitki bazlı gıdalardan elde edilen proteinler lif, çoklu doymamış yağ asitleri, oligosakkaritler ve karbonhidratlar açısından zengindir. Bu nedenle, esas olarak kardiyovasküler hastalıklar, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol, obezite ve Tip II Diabetes Mellitus'ta bir azalma ile ilişkilidir. Ancak, dünya nüfusunun artmasıyla birlikte protein arzına olan talep sürekli olarak artmaktadır, dolayısıyla yeni kaynaklar arama ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Yeterli miktarda hayvansal protein çıkarmak zor ve pahalıdır; bu nedenle, insanların beslenme durumunu iyileştirmek için bir alternatif esas olarak bitkisel proteinlerden elde edilir. Bu nedenle, farklı bitki türlerinden elde edilen proteinlerin besin kalitesinin değerlendirilmesine dikkat edilmiştir (Langyan, S. vd., 2022). Genellikle, bitki bazlı

diyet uygulayan hastalar protein eksikliği riski altında değildir. Esansiyel amino asitler ayrıca bitki bazlı gıdaların belirli kombinasyonlarını yiyerek de elde edilebilir (Tuso, P. J. vd., 2013). Glütensiz yalancı tahıllar çölyak hastalığı olan hastaların iyileşmesine yardımcı olur. İnsanlar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, dünya çapında diyetlerinde protein ve mineral eksikliğiyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu zorluk, diyetlerinde bakliyat ve tahılların ve çinko, demir, kalsiyum ve magnezyum açısından zengin diğer yiyeceklerin daha az tüketilmesinden kaynaklanmaktadır (Langyan, S. vd., 2022). Mevcut sağlık ve çevresel zorlukları ele almak için olası çözümlerden biri, bitkisel kaynaklardan daha fazla protein elde etmektir. Hayvansal gıdaların tüketimini azaltıp bitkisel gıdaların tüketimini artırarak 'esnek vejetaryen' bir diyet örüntüsü izlemenin hem hastalık riskini hem de gezegen üzerindeki etkileri azalttığı öne sürülmüştür (Estell, M. vd., 2021). Gıda işleme sırasında kullanılan çeşitli termal teknikler (pişirme, otoklavlama, mikrodalga ısıtma, ışınlama, çimlendirme, fermantasyon, ekstrüzyon ve kurutma gibi) bitkisel proteinlerin kalitesini iyileştirmek için optimize edilebilir. Bazen aynı bitkiler, toprak çeşitliliği, iklim koşulları, yağış seviyeleri, coğrafi enlem ve rakım, tarımsal uygulamalar ve farklı çeşitler/kültür çeşitleri nedeniyle farklı besin maddelerine sahiptir. Bitkilerin besin kalitesini etkileyen faktörler arasında toprak durumu, bitki olgunluğu, hasat sonrası elleçleme, depolama, gübre ve pestisit kullanımı, bitki çeşidi ve iklim koşulları da yer almaktadır (Langyan, S. vd., 2022).

2.7. Vegan ve Vejetaryen Beslenme

Bitki bazlı bir diyetin tüketilmesinin sağlık ve çevresel faydalarına ilişkin artan kamu bilinciyle paralel olarak, kendini vegan olarak tanımlayan insanların sayısı da artmıştır (Kiely, M. E., 2021). Vejetaryen diyetler et, kümes hayvanı ve balık içermez; vegan diyetler ayrıca süt ürünlerini ve yumurtayı da hariç tutar. Genel olarak, vejetaryen diyetler nispeten büyük miktarlarda tahıl, bakliyat, kuruyemiş, meyve ve sebze sağlar (Key, T. J. vd., 2006). Vejetaryen diyet, yüksek lif, folik asit, C ve E vitaminleri, potasyum, magnezyum ve birçok fitokimyasal içeriği ve daha düşük doymamış yağ içeriği nedeniyle birçok sağlık yararı ile ilişkilendirilir. Vejetaryen diyetlerle karşılaştırıldığında, vegan diyetler daha az doymuş yağ ve kolesterol ve daha fazla diyet lifi içerir (Craig, W. J., 2009). Vegan diyetler, obezite, diyabet ve kardiyovasküler risk dahil olmak üzere metabolik sendrom durumlarını tedavi etmede

tıbbi beslenme tedavisi olarak yararlı olabilir ve romatoid artrit gibi iltihaplı durumlara karşı koruma sağlayabilir (Glick-Bauer, M., & Yeh, M. C., 2014). Sağlık yararlarının yanı sıra, vejetaryen bir diyet uygulamak olumlu bir çevresel etkiye de sahip olabilir. Hepçil bir diyetin ekolojik ayak izi, vejetaryen ve vegan bir diyetin ekolojik ayak izinden daha büyüktür (Hargreaves, S. M. vd., 2023).

2.8. İnek Sütü Alerjisi ve Laktoz İntoleransı

Genel olarak, alerjiler ve intoleranslar vücudun belirli bir bileşeni sindirme, emme ve metabolize etme konusundaki biyokimyasal yetersizliğinden kaynaklanır (Rangel, A. H. D. N. vd., 2016). Laktoz intoleransı, diyet laktozunu sindirememe ve emememe yetersizliğinden kaynaklanan yaygın bir gastrointestinal rahatsızlıktır. Laktoz, emilebilmesi için laktaz enzimi tarafından hidrolize edilmelidir (Heine, R. G. vd., 2017). İnek sütü alerjisi, inek sütündeki proteinlere karşı sürekli olarak yutmayla oluşan bağışıklık aracılı bir yanıt olarak tanımlanır (Flom, J. D. & Sicherer, S. H., 2019). İnek sütü alerjisi, süt proteinlerine karşı oluşan bir iltihap tepkisidir ve laktoz intoleransından farklıdır (Crittenden, R. G. & Bennett, L. E., 2005). İnek sütü proteini alerjisi, sütün bir bireyin gıda alımının en büyük oranını oluşturduğu bebeklik ve erken çocukluk döneminde en yaygındır. Çoğu çocuk yetişkinliğe ulaştığında alerjisinden kurtulur (Luyt, D. vd., 2014).

2.9. Bitkisel sütler

Bitki bazlı sütlerin dünya çapında birçok kültürde uzun bir geçmişi vardır. "Süt" kelimesi MS (milattan sonra) 1200'lerden beri bitki sularını ifade etmek için kullanılmaktadır. Tüm bitkisel bazlı sütler arasında Hindistan cevizi sütü en uzun kullanım geleneğine sahiptir. En popüler bitki bazlı sütler badem sütü, Hindistan cevizi sütü, pirinç sütü ve soya sütüdür. Bitki bazlı sütler laktoz veya kolesterol içermez ve birçoğu ilave kalsiyum ve B vitaminleri içerir. Diğer içeceklerle karşılaştırıldığında yüksek protein içerikleri ile tanınırlar. Bezelye proteinli sütler gibi soya sütleri de protein içerikleriyle bilinir ve bunların aynı zamanda diğer bitki bazlı sütlerden bazılarına göre çevresel açıdan daha az etkiye sahip olduğuna inanılır. Pirinç sütü, diğer bitki bazlı sütlere alerjisi olan tüketiciler arasında popülerdir ve yulaf ve diğer bazı bitki bazlı sütler, ek bir besin maddesi olarak çözünür lif içerir (McHugh, T., 2018). Bitki bazlı süt ikameleri veya basitçe bitki sütü, ham maddenin kırılması,

boyutunun küçültülmesi, ardından suda ekstraksiyon ve homojenizasyon ile üretilir. Kullanılan ham maddeler tahıllar, baklagiller, kuruyemişler, tohumlar ve yalancı tahıllar olarak sınıflandırılabilir (Silva, A. R. vd., 2022). Karbon ayak izi, ötrofikasyon ve su tüketimi coğrafi konuma bağlı olduğundan, bitki bazlı süt alternatiflerinin inek sütüne göre çevresel faydaları hala belirsizdir. Bitki bazlı süt alternatifleri inek sütünün besin profilini karşılamak için yetersizdir; ancak, bileşimlerini geliştirmek için katkı maddeleri ve bitki bazlı süt alternatifleri karışımları kullanılarak zenginleştirme araştırılmaktadır (Reyes-Jurado, F. vd., 2023).

2.10. Bitkisel Peynirler

Büyük olasılıkla ilk bitki bazlı peynir çeşitleri Çin'de fermente tofu olarak üretilip tüketilmiştir. Fermente tofu hakkındaki raporlar 17. yüzyıla kadar uzanmaktadır ve "furu" olarak adlandırılmıştır ki bu da "bozuk süt" olarak çevrilebilir. Bitki bazlı peynirler, fraksiyonlama veya doku parçalama yolları kullanılarak elde edilen bitki proteinlerinden üretilir (Grossmann, L. & McClements, D. J., 2021). Geleneksel olarak peynir, öncelikle ineklerden, ancak ayrıca keçi, koyun, manda ve diğerlerinden elde edilen çeşitli hayvanların sütünden yapılır. Hayvansal ürün tüketimini azaltmaya olan ilgi arttıkça, fındık, yağ, tahıl, soya ve diğer bitki ürünlerine dayalı bitki bazlı peynir alternatifleri geliştirilmiştir (Craig, W. J. vd., 2022). Bitki bazlı peynirlerde kullanılan proteinler esas olarak bezelye, soya, acı bakla, patates, fındık ve mısırdan elde edilir. Bitki bazlı peynirler için büyüyen bir pazar bulunmaktadır ve gelecekte kaliteleri arttıkça ve daha fazla tüketici bunları satın almaya istekli oldukça pazarın önemli ölçüde artması beklenmektedir (Grossmann, L. & McClements, D. J., 2021). Bitki bazlı peynir alternatifleri, karbonhidrat içermeleri açısından işlenmiş peynirlere benzerdir. Ancak bitki bazlı peynir alternatiflerindeki karbonhidrat oranı çok daha fazladır, ürünün %18-20'sini oluşturur ve peynirlerin karşılığında çok az protein vardır veya hiç yoktur (Dobson, S. & Marangoni, A. G., 2023). Peynir, genel olarak, özellikle yağ ve protein olmak üzere makro besinler ile A vitamini, B₂ ve B₁₂ vitamini, kalsiyum, fosfor, selenyum ve çinko gibi mikro besinler açısından zengin besleyici bir gıda olarak kabul edilmektedir (Grossmann, L. & McClements, D. J., 2021). Et analogları ve fermente edilmemiş süt ürünlerinde kabul edilebilir ürünler geliştirilmiş olsa da özellikle olgunlaşmış sert ve yarı yumuşak peynir ürünleri gibi alternatif

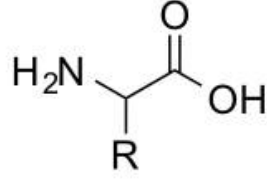
fermente süt ürünleri henüz tatmin edici değildir. Peynir kategorisi çok çeşitli tatlar ve uygulamalara sahip olduğundan, doku, eriyebilirlik, olgunlaşma ve tat açısından bunları taklit edebilen bitki bazlı kaynaklar bulmak karmaşık olduğu kanıtlanmıştır (Genet, B. M. vd., 2023). Bu bitki bazlı peynirlerin normal muadillerine göre çevresel olarak daha sürdürülebilir ve hayvan refahı açısından daha iyi olma olasılığı yüksektir (Grossmann, L. & McClements, D. J., 2021).

2.11. Proteinler

Protein vücutta en çok bulunan bileşendir. Aslında insan beslenmesinde büyük öneme sahiptirler. Proteinler organik azotlu bileşiklerdir. Değişen miktarlarda karbon, hidrojen, oksijen, nitrojen ve kükürtten oluşurlar. Protein ortalama %16 nitrojen içerir. Yetişkin bir insanda vücut ağırlılığının yaklaşık %20'sini proteinler oluşturur (Kumar, V. vd. 2017). Protein, vücut kompozisyonunun hayati bir bölümünü oluşturur ve büyüme ve gelişme için gereklidir (Wolfe, R. R. vd. 2017). Bunlar, insan vücudundaki çoğu biyolojik işlevi yönlendiren veya uygulayan ve hücre ve doku mimarisine yapı ve işlev kazandıran moleküler makineler ve yapı taşlarıdır (Chou, C. J. vd. 2012). Proteinler, kovalent bağlarla zincirlere bağlanmış 20 amino asidin birçok kopyasından oluşur (Lea, P. J. & Mifflin, B. J., 1977). Protein vücut tarafından vücut dokularının yapımı, onarımı ve bakımı için gereklidir; Ozmotik basıncın korunması, antikorlar, plazma proteinleri, hemoglobin, enzimler, hormonlar ve pıhtılaşma faktörleri gibi belirli maddelerin sentezi, bağışıklık proteini bakımı, vücudun hastalıklara karşı direnci. Proteinler aynı zamanda tampon görevi görerek dokulardaki asit-baz dengesinin kontrolünde de görev alırlar (Kumar, V. vd. 2017).

2.11.1. Amino Asitler (AA)

Amino asitler (AA) insan sağlığı için esansiyeldir ve gen ifadesinden vazodilatasyona ve bağışıklık tepkisine kadar bir dizi fizyolojik süreci etkiler (J Ryan, P. vd. 2021). Amino asitler proteinlerin temel yapı taşlarıdır. Amino asit, bir amino fonksiyonel grubu (-NH₂) ve bir karboksilik asit fonksiyonel grubu (-COOH) içeren organik bir bileşiktir (Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S., 2024). Amino asitlerin genel yapısı Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

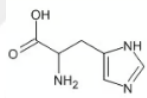


Şekil 2.1: Amino Asit Genel Yapısı

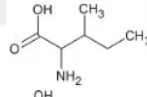
(Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S., 2024).

İstisna olan prolin, bir amino grubu yerine bir imino grubuna (-NH-) sahiptir. Bu yan zincir, amino asitlere bireyselliklerini verir. Glisin hariç tüm amino asitlerin yapıları α -karbon etrafında asimetric olarak düzenlenmiştir çünkü dört farklı atoma veya atom grubuna (-NH₂, -COOH, -H ve -R) bağlıdır. Geleneksel olarak bu ayna görüntüsündeki yapıları amino asitlerin D ve L formları adı verilir (Lea, P. J. & Miflin, B. J., 1977). Amino asitler hem asidik hem de bazik özellik gösteren amfolitlerdir (Larsen, P. O., 1980). Amino asitlerin kimyasal yapısı Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

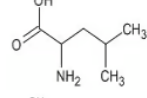
Histidin



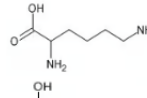
İzolösin



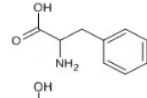
Lösin



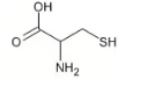
Lizin



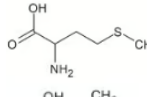
Fenilalanin



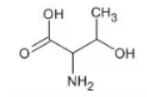
Sistein



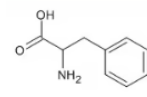
Metiyonin



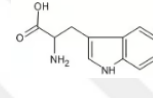
Treonin



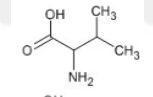
Tirozin



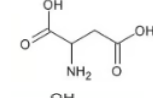
Triptofan



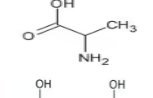
Valin



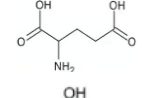
Aspartik asit



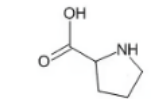
Alanin



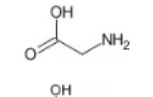
Glutamik asit



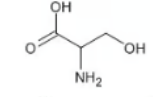
Prolin



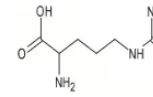
Glisin



Serin



Arjinin



Şekil 2.2: Amino Asitlerin Kimyasal Yapısı

Kaynak: Barrett, G. (Ed.), 2012

Çok fazla amino asit tanımlanmış olmasına rağmen protein sentezinde yalnızca 20 amino asit görev almaktadır. Bunları diyetle dahil etmek gerekir çünkü eksiklikleri, sonuçta hastalık durumuna yol açan protein oluşumunun azalmasına neden olur. Amino asitler eksikse protein sentezi gerçekleşmez. Tüm esansiyel amino asitleri içeren dengeli beslenmek gerekir (Akram, M. vd. 2011).

Büyüme veya azot dengesine dayanarak, amino asitler geleneksel olarak hayvanlar ve insanlar için beslenme açısından gerekli (vazgeçilmez) veya gerekli olmayan olarak sınıflandırılmıştır. Beslenme açısından gerekli (esansiyel) amino asitler (EAA), karbon iskeletleri hayvan hücrelerinde de novo sentezlenemeyen veya normalde hayvan organizması tarafından bakım, büyüme, gelişme ve sağlık ihtiyaçlarına göre de novo yeterince sentezlenmeyen ve gereksinimleri karşılamak için diyetle sağlanması gereken AA'lar olarak tanımlanır. Bunun aksine, beslenme açısından gerekli olmayan amino asitler (NEAA), hayvan organizması tarafından bakım, büyüme, gelişme ve sağlık gereksinimlerini karşılamak için yeterli miktarda de novo sentezlenebilen ve bu nedenle diyetle sağlanması gerekmeyen AA'lardır (Hou, Y. vd. 2015; Sanz, J. M. M., vd. 2019). Tüm gerekli olmayan amino asitlerin vücutta maksimum büyüme ve sağlık ihtiyaçlarını karşılayacak kadar sentezlendiği varsayılmıştır. Ancak, geçen yüzyılda bu varsayımı destekleyecek ikna edici deneysel kanıt olmamıştır (Wu, G. vd. 2013). Bazı amino asitler vücutta sentezlenir ancak üretimi yetersiz olan bu tür amino asitlere yarı esansiyel amino asitler adı verilir (Akram, M. vd. 2011). Yarı esansiyel amino asitler büyümeyi teşvik eden amino asitlerdir. Büyüyen çocuklar, hamile kadınlar ve emziren kadınlar için esansiyeldirler (Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S., 2024). Esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3: Esansiyel ve Esansiyel Olmayan Amino Asitler

Esansiyel Amino Asitler	Esansiyel Olmayan Amino Asitler
Histidin (His, çocuklarda)	Alanin (Ala)
İzolösin (Ile)	Arginin (Arg)
Lösin (Leu)	Asparagin (Asn)
Lizin (Lys)	Aspartik asit (Asp)
Fenilalanin (Phe)	Sistein (Cys)
Treonin (Thr)	Glutamik asit (Glu)
Triptofan (Trp)	Glutamin (Gln)
Valin (Val)	Glisin (Gly)
Metionin (Met)	Prolin (Pro)
	Serin (Ser)
	Tirozin (Tyr)
	Histidin (His, yetişkinlerde)

Kaynak: Hou, Y. & Wu, G., 2017

Protein sentezine katılan 20 amino asidin yanı sıra, yakın zamanda 2 yeni amino asit daha tanımlanmıştır: selenosistein ve pirolizin. Selenosistein, tiyoredoksin redüktaz ve glutatyon peroksidaz dahil olmak üzere çeşitli enzimlerin aktif bölgesinde bulunur. Pirolizin insanlarda bulunmaz ancak arkeler ve bakteriler gibi bazı metanojenik türlerde proteinlerin biyosentezinde kullanılır (Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S., 2024). Glutamin, insan plazmasındaki en bol amino asittir (Choi, B. H., & Coloff, J. L., 2019). Sistin ve metiyonin birincil kükürt kaynaklarıdır (Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S., 2024). Bazı amino asitler enzim oluşumunda rol oynar. Glutamik asit glutatyon sentezine yardımcı olur. Tirozin genellikle tiroid hormonlarının sentezinde kullanılır. Ayrıca Dihidroksifenilalanin, noradrenalin ve adrenalin oluşturmak için de kullanılır. Sistein Sülfür içeren amino asittir. Metioninden elde edilir. Triptofan Niasinden üretilir. Niasin eksikliği pellagraya neden olur. Prolin, C vitamini varlığında hidroksiproline hidroksillenen bir amino asittir. C vitamini eksikliği meydana gelirse iskorbüt adı verilen bir hastalık durumuna yol açar. Glisin safra asitlerinin oluşumunda faydalıdır. Kreatin, hem ve pürinlerin biyosentezinde kullanılır. Sitrülin, üre döngüsünde aspartatla birleşerek arginosüksinatı oluşturur.

Ornitin aynı zamanda üre döngüsünün bir bileşenidir. Argininazın etkisiyle argininden oluşur. Fenilalanin hidroksilaz eksikliğinde fenilalanin tirozine dönüşmez. Fenilalanin birikimi, hatalı serotonin oluşumuna, bozulmuş melanin oluşumuna, çocukların etkilenmesine neden olur (Akram, M. vd. 2011). Bazı AA'ların bakım, büyüme, üreme ve bağışıklık için gerekli olan temel metabolik yolları düzenlediği giderek daha fazla kabul görmektedir. Bunlara fonksiyonel AA denir ve bunlara arginin, sistein, glutamin, lösin, prolin ve triptofan dahildir. Bu AA'lardan birinin veya bir karışımının diyet takviyesi yaşam döngüsünün çeşitli aşamalarındaki sağlık sorunlarını iyileştirmek için faydalı olabilir; kas büyümesini, süt üretimini, yumurta ve et kalitesini ve atletik performansı artırmak için metabolik dönüşümlerin verimliliğini optimize ederken aşırı yağ birikimini önler ve şişmanlığı azaltır (Wu, G., 2009). Dallı zincirli amino asitler (DZAA) kan basıncını olumsuz yönde artırabilirken, arginin ve sitrülün azaltabilir. Birkaç amino asit diyabet üzerinde de önemli etkilere sahip olabilir; dallı zincirli amino asitler, fenilalanin ve tirozin suçlanırken, diğerleri, özellikle arginin ve sitrülün sonuçları iyileştirebilir. Lösinin kaslarda esas olarak mTOR (rapamisin protein kompleksinin memeli hedefi) yoluyla önemli roller oynadığı gösterilmiştir, ancak bu etki her popülasyonda geçerli değildir. Glutamin, arginin ve D-aspartat da kas etkilerini mTOR yoluyla gösterir. Lösin, deksametazonun kas protein birikimi üzerindeki etkisini hafifletebilir. Birkaç amino asit farklı türlerde ghrelin seviyelerini artırırken sistein farelerde azaltabilir. Son olarak, leptin seviyeleri dallı zincirli amino asitler tarafından yükseltilebilirken yüksek yağlı diyetlerde lösini kısıtlamak leptin duyarlılığını artırabilir (Flynn, N. E. vd. 2020). Dallı zincirli amino asitler (DZAA: valin, izölösin ve lösin) sadece doku proteininin yapı taşı olarak hareket etmekle kalmaz kaslardaki temel amino asitlerin %35'ini oluşturur, aynı zamanda başka metabolik işlemlere de sahiptir. DZAA vücut geliştiriciler ve fitness tutkunları için performans artırıcı takviyeler olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır. DZAA'nın lipoliz, lipogenez, glikoz metabolizması, glikoz taşınması, bağırsak bariyer fonksiyonu ve emilimi, süt kalitesi, meme sağlığı, embriyo gelişimi ve bağışıklıkta rol oynadığı bildirilmiştir (Zhang, S. vd. 2017). Amino asitler çeşitli fizyolojik işlemlere sahip çok sayıda bileşiğin biyosentezi için öncül olarak kullanılır. Örneğin, glutatyon, kreatin, karnitin, taurin ve hemoglobinin hem gibi bileşikleri vücutta farklı metabolik yollarda amino asitlerden sentezlenir. Glutamin, aspartat ve lizin gibi bazı amino asitler, DNA (Deoksiribo Nükleik Asit) ve RNA (Ribo Nükleik Asit) sentezinin

öncüleri olan ribo ve deoksiribonükleotidlerin sentezi için azot ve karbon öncülleridir. Dahası, arginin ve glutamin gibi bazı amino asitler, ornitin ve sitrülün gibi proteinlerde bulunmayan ve detoksifikasyon metabolizmasında (örneğin üre döngüsünde amonyak metabolizması) ve organlar arası metabolizmada önemli roller oynayan amino asitlerin öncülleridir. Ek olarak, glutamin, glutamat ve aspartat gibi bazı amino asitler, trikarboksilik asit döngüsü ara maddelerinin öncüleridir ve bunları ana enerji substratları olarak kullanan çok sayıda hücre tipinde oksidatif substratları temsil eder (Ren, W. vd. 2013). Klinik semptomlar, kusma veya düşük iştah gibi esansiyel amino asitlerin yetersiz alımı durumlarında ortaya çıkabilir. Bu semptomlar arasında depresyon, anksiyete, uykusuzluk, yorgunluk, halsizlik ve gençlerde büyüme geriliği yer alabilir. Bu semptomlar çoğunlukla esansiyel amino asitlerin eksikliği nedeniyle vücutta protein sentezinin olmamasından kaynaklanır. Nörotransmitter ve hormonlar, kas büyümesi ve diğer hücresel süreçler üretmek için yeterli miktarda amino asit gereklidir. Alternatif olarak, bozulmuş amino asit metabolizması, fenilketonüri, tirozinemi, homosistinüri, ketotik olmayan hiperglisinemi ve akçaağaç şurubu idrar hastalığı dahil olmak üzere çeşitli insan hastalıklarıyla ilişkilidir. Kwashiorkor ve marasmus, yetersiz beslenme ve makro besin olarak esansiyel amino asitlerin yetersiz alınımının neden olduğu daha ciddi klinik bozukluklara örnektir. Kwashiorkor, periferik ödem, hiperkeratoz ve hiperpigmentasyonla kuru soyulan cilt, asit, karaciğer bozukluğu, bağışıklık eksiklikleri, anemi ve nispeten değişmemiş kas protein bileşimi ile karakterize bir yetersiz beslenme biçimidir. Hastalıklar, yetersiz protein ancak yeterli karbonhidrat içeren bir diyetten kaynaklanır (Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S., 2024). Esansiyel amino asitlerin vücuttaki görevleri Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4: Esansiyel Amino Asitlerin Vücuttaki Görevleri

Amino asit	Görevi	Eksikliği
Lösin	İzolösin ve valin kas dokusunda birlikte etkilidir. Deri, kas ve kemiklerin bütünsel onarımını sağlar. Yara iyileşmesini de destekler. Büyük stres ve travma anında protein kaybını önler. Sporcularda lösin içerikli protein tozları kasların gelişmesini arttırmak sebebiyle alınır.	Vejetaryenlerde sık rastlanır. İritabilite, yorgunluk, hipoglisemi baş ağrısı, baş dönmesi görülebilir.
İzolösin	İlk olarak fibrinden elde edilen bu aminoasit, valin ve lösinle birlikte alınması gereken bir bileşiktir. Fiziksel aktivite sonrası kas gelişimini destekler, hemoglobin üretimini artırır, kan şekerinin dengelenmesine yardımcı olur ve besinlerle alınan aminoasitlerin vücut tarafından etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar.	Baş ağrısı, baş dönmesi, halsizlik, depresif ruh hali, düşük kan şekeri, zihinsel ve fiziksel gelişim geriliği ile kilo kaybı görülebilir.
Valin	1901 yılında ilk kez kazeinden ayrıştırılmıştır. Kas dokusunda izolösin ve lösinle birlikte yüksek miktarda yer alır. Kas metabolizmasını uyarır, doku onarımına katkı sağlar ve vücudun nitrojen dengesini korumaya yardımcı olur. Ayrıca sinir sistemi işlevleri için de önemlidir.	Eksikliği durumunda, aşırı duyarlılık, kas krampları ve hareketlerde koordinasyon sorunları ortaya çıkabilir.
Lizin	Tüm proteinlerin yapı taşı olan lizin, ilk olarak kazeinden elde edilmiştir. Çocuklarda sağlıklı büyüme ve kemik gelişimi için elzemdir. Kalsiyumun emilimini destekler ve vücudun nitrojen dengesini korumaya yardımcı olur. Antikor, hormon, enzim ve kollajen sentezinde önemli rol oynar; ayrıca yaralanmalar ya da ameliyat sonrası doku yenilenmesini sağlar.	Eksikliği özellikle vejetaryen bireylerde yaygındır. Cücelik, kansızlık, enzim üretiminde bozukluklar, saç dökülmesi, kilo kaybı, üreme sorunları, iştah azalması ve odaklanma güçlüğü gibi belirtilerle kendini gösterebilir.
Fenilalanin	Ultraviyole ışınlarını emme yeteneğine sahip aromatik bir amino asittir. Vücutta tiroksin ve pigmentlerin sentezinde görev alır. Parkinson hastalarında depresyonun hafifletilmesinde; osteoartrit ve romatoid artritli bireylerde ise norepinefrin, epinefrin ve dopamin düzeylerini artırarak kronik ağrıların azaltılmasında kullanılmaktadır.	Eksikliğinde uyuklama, vücutta sıvı birikimi (ödem), yorgunluk, ciltte lezyonlar, tiroit ve adrenal bezlerde işlev bozuklukları ile pigmentasyon bozuklukları meydana gelebilir.

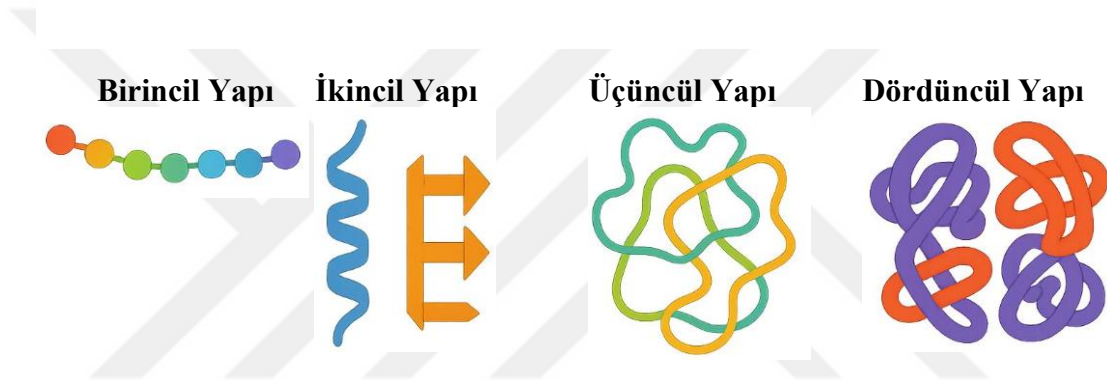
Tablo 2.4: Esansiyel Amino Asitlerin Vücuttaki Görevleri (devamı)

Amino asit	Görevi	Eksikliği
Metiyonin	1922 yılında kazeinden ilk kez ayrıştırılan, kükürt içeren esansiyel bir amino asittir. Sistein ve sistinin öncüsüdür. Yağ metabolizmasını hızlandırarak arterosklerozun önlenmesine yardımcı olur, vücuttan ağır metallerin atılmasını sağlar ve karaciğerin detoksifikasyon sürecine katkı sunar. Sülfür içeriği sayesinde serbest radikalleri etkisiz hale getiren güçlü bir antioksidan rolü üstlenir. Kolin, kreatin ve globin üretimini teşvik ederek kas gelişimini ve enerji üretimini destekler. Ayrıca saç uzamasına olumlu etkiler yapar.	Karaciğer yağlanması, ödem, halsizlik, büyümenin yavaşlaması, kaslarda atrofi, anemi, deri lezyonları, saç dökülmesi
Treonin	Kalp, merkezi sinir sistemi ve iskelet kaslarında yüksek konsantrasyona sahip olan bu esansiyel amino asit, vücudun protein dengesinin sağlanması ve korunmasında önemli rol oynar. Kollajen ve elastin üretimini teşvik eder, karaciğer yağlanmasının önlenmesine yardımcı olur. Timus bezinin gelişimini destekleyerek antikor üretimini artırır. Ayrıca, treonin varlığında diyetteki diğer besin maddelerinin emilimi daha verimli hale gelir.	
Triptofan	Niasin üretimi için gerekli olan bu bileşik, aynı zamanda beyin ve sinir sistemi için önemli bir nörotransmitter olan serotonin üretiminde kullanılır. Serotonin, ağrı, duygusal durum, heyecan kontrolü, bağırsak hareketleri ve uyku düzeni üzerinde etkilidir. Hiperaktif çocukların kontrolünde, iştahın baskılanarak kilo kaybı sağlanmasında ve stresle başa çıkılmasında rol oynar. Ayrıca süt üretimi için de gereklidir. Göz pigmentlerinin oluşumuna katkıda bulunur. Migren ağrıları çeken bireylerde, triptofan seviyeleri genellikle düşüktür. Triptofan ve magnezyum eksikliği bir arada olduğunda, kalp damarlarında spazm meydana gelebilir.	

Kaynak: Küplülü, O. (2020).

2.11.2. Proteinlerin Sınıflandırılması

Proteinler, peptit bağları olarak bilinen amid bağları aracılığıyla bir araya gelen amino asit zincirleridir. Yan zincir grubundaki veya R grubundaki fark, her amino asidin benzersiz özelliklerini belirler. Farklı proteinlerin benzersizliği, içerdikleri amino asitler, bu amino asitlerin bir zincirdeki düzenlenmesi ve zincirin kendisi ve çevre ile yaptığı karmaşık etkileşimler tarafından belirlenir. Bu amino asit polimerleri, canlı organizmalarda gözlemlenen çeşitliliğe yol açar ve bunlar toplu olarak amino asitlerin birincil (primer), ikincil (sekonder), üçüncül (tersiyer) ve dördüncül (kuaterner) yapıları olarak bilinir (Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S., 2024). Protein yapıları Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3: Protein Yapıları

Kaynak: Güven, A. (2018). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu.

2.11.3. Proteinlerin Metabolizması

Diyetteki amino asitlerin periferik dokulara ulaşmasından önce, alınan proteinlerin sindirilmesi ve salınan AA'nın bağırsak duvarı yoluyla emilmesi gerekir. Protein sindirimi ağızda çiğneme ile başlar, bu da gıdanın parçalanmasına ve proteinlerin hidrasyonuna/çözünmesine yol açar. Yutulduktan sonra, protein sindirim süreçleri, asidik ortamda proteinleri daha küçük peptitlere ayıran pepsin enziminin etkisiyle midede başlar. Proteinler daha sonra ince bağırsağa girer ve pankreas ve bağırsak enzimleri tarafından daha fazla hidrolize tabi tutulur (Savary-Auzeloux, I. vd., 2014). Pankreas sindirim enzimleri, ince bağırsağın lümeninde protein sindiriminin çoğunu gerçekleştirir. Sindirimin son aşaması, zarla bağlı peptidazların oligopeptidlerin tek amino asitlere, dipeptitlere veya tripeptitlere sindirimini tamamladığı ince bağırsak

epitelinin fırça sınırında gerçekleşir (MacFarlane, N. G., 2018). Diyet proteini bağırsak lümeninde amino asitlerin tek kaynağı değildir; endojen proteinler mukus, enzimler, dökülen hücreler vb. şeklinde bağırsağa salgılanır. Endojen proteinlerin amino asitleri sindirim yoluyla kısmen geri dönüştürülür ve endojen proteinler biyoaktif peptitlerin önemli bir kaynağı olabilir. Kanda bulunan atılabilir amino asitler kısmen biyosentez oranlarını yansıtır ve çeşitli dokular enerji için dolaşımdaki amino asitleri oksitlemek amacıyla uzaklaştırır (Loveday, S. M., 2023). Son olarak, diyetel veya endojen kökenli sindirilmemiş proteinler kalın bağırsağa ulaşır ve burada mikroflora tarafından önemli hidrolize uğrayarak AA, peptitler ve metabolitlerin salınmasına yol açar. Mikrobiyota tarafından katabolize edilen AA'dan gelen karbon, CO₂ (karbondioksit) olarak kaybolabilir veya uçucu yağ asitleri olarak yeniden emilebilir. Üretilen amonyak da emilir ve tüm vücut düzeyinde üre döngüsüne katılır, ancak aynı zamanda bağırsak mikrobiyotası tarafından amino asitler olarak geri dönüştürülebilir (Savary-Auzeloux, I., vd., 2014). Proteinlerdeki azot üre olarak atılır. Bir amino asidin katabolizmasındaki ilk adım, NH₂ (amin) grubunun çıkarılması ve bir keto veya okso asit oluşturmak için bir C=O grubuyla değiştirilmesidir. Buna deaminasyon denir. Çeşitli okso asitler, metabolik yollardaki (glikoliz, TCA (trikarboksilik asit) döngüsü, vb.) metabolik ara maddelerdir veya bunlarla yakından ilişkilidir ve karbondioksit ve su vermek üzere oksitlenebilirler. Bunlardan on üçü, sözde glukojenik amino asitlerden türetilmiştir, yalnızca glikoza sentezlenebilir (glukoneogenez), biri yağa sentezlenebilir (ketojenik) ve geri kalanı glikoza veya yağa sentezlenebilir. Glukoneogenez hem karaciğerde hem de böbrekte gerçekleşir. Bir amino asitten NH₂ grubunun uzaklaştırılması, toksik olan amonyak üretir. Ancak, oluşur oluşmaz metabolize edilir. Karaciğerde, amonyak üre döngüsü yoluyla üre oluşturur, ancak periferik dokularda NH₂ grupları, glutamat (bir NH₂ grubu) ve glutamin (iki NH₂ grubu) oluşturmak üzere, başlıca TCA döngüsünde bir ara madde olan α -ketoglutarat olmak üzere keto asitlere aktarılır (transamine edilir). Ayrıca, karşılık gelen keto asit alanine, pirüvata aktarılırlar; NH₂ grupları, başlıca alanin ve glutamin olarak periferden karaciğere ve böbreğe taşınır. Üre sentezi karaciğerde döngüsel bir yolla gerçekleşir (Campbell, I. T., 2006). Protein havuzundan serbest kalan amino asitler, TCA döngüsü ara ürünleri ve glutaminin sentezi için kullanılır. Altı amino asit istirahat halindeki kasta metabolize edilir: lösin, izolösin, valin, asparajin, aspartat ve glutamat. Yalnızca lösin ve izolösin molekülünün bir kısmı

asetilCoA (asetil koenzim A)'ya dönüştürülebilir ve oksitlenebilir. Diğer amino asitlerin karbon iskeleti, TCA döngüsü ara ürünlerinin ve glutaminin sentezi için kullanılır (Wagenmakers, A. J., 1998). Protein sentezi ve yıkımı her biri birden fazla hormonal ve beslenme faktörü tarafından düzenlenir ve bireysel dokuların ve tüm vücudun protein dengesi sürekli değişir (Liu, Z. & Barrett, E. J., 2002). Sürekli bir protein devri (sentez ve yıkım) iskelet kasının işlevsel bütünlüğünü ve kalitesini korur. Hormonlar bu yeniden şekillendirme sürecinin önemli düzenleyicileridir. Anabolik hormonlar insan kas büyümesini esas olarak protein sentezini artırarak (büyüme hormonu, insülin benzeri büyüme faktörleri ve testosteron) veya protein yıkımını azaltarak (insülin) uyarır. Protein sentezi yalnızca yüksek amino asit kaynağının varlığında uyarılır (Rooyackers, O. E. & Nair, K. S., 1997).

2.11.4. Proteinlerin Görevleri

Proteinler dokuların her yerde bulunan temel yapısal bileşenleridir. Ayrıca vücutta çok sayıda işlevsel rol oynarlar: Enzimler, antikorlar, pıhtılaşma faktörleri, hormonlar. Proteinler, kasların kasılma işlevinde (aktin, miyozin), bağ dokularının yapısında (kollajen) ve plazma taşınmasında rol oynarlar (Savary-Auzeloux, I. vd., 2014). Proteinlerin görevleri Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5: Proteinlerin Görevleri

Enerji sağlamada görev yapmaktadır. Bir gram protein yakıldığında, 4 kalori enerji açığa çıkar.
Vücuttaki kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde görev alan enzimlerin yapısına dahil olur.
Bazı hormonların yapısında yer alır.
Vücutun hastalıklara karşı savunmasını sağlayan antikorların üretiminde kullanılır.
Kanın oksijen taşıyan bileşiği olan hemoglobinin yapısında yer alır.
Vücutta asit-baz dengesinin korunması için önemlidir.
Vücutta ödemin (su birikiminin) oluşumunu engeller ve osmotik basıncı korur.
Dokuların yapımı, yaşaması ve yıpranan hücrelerin onarılmasında görevlidir.
Vücutun dıştan gelen yabancı mikroorganizmalara karşı savunmasında görevlidir.
Proteinler aktin ve miyozin, kaslarda kasılmadan sorumludur.

Kaynak: Ersoy, G. & Hasbay, A. (2006); Aydın, G. E. (2017); Grummt, I. (2006).

2.11.5. Protein ve Amino Asit Kaynakları

Diyet protein kaynakları doğada yaygın olarak dağılmıştır. Rafine şeker, sıvı ve katı yağlar dışındaki tüm gıdalar değişen derecelerde protein içerir. Et, kümes hayvanları, balık, süt, peynir ve yumurta gibi hayvansal gıdalar yüksek kalitede protein içerir. Ancak bitkiler de önemli bir kaynaktır: Soya fasulyesi, kalite açısından çoğu hayvansal proteine eşit tam bir proteindir (Kumar, V. vd. 2017). Diyetlerimizde proteinler öncelikle hayvansal veya bitkisel kaynaklardan gelir ve bu proteinler farklı şekilde oluşur. Diyet proteinlerinin kaynakları, sınırlayıcı amino asitlerin miktarına göre değişen niteliklere sahiptir. Örneğin, triptofan mısır proteinindeki sınırlayıcı amino asittir, lizin buğday proteininde sınırlıdır ve kükürt içeren amino asitler (SAA, metionin ve sistein) sığır eti proteininde sınırlıdır. Bu nedenle, dengeli bir diyet, dengeli bir amino asit tedarikini sağlamak için farklı ve tamamlayıcı kaynaklardan proteinler içerir. Proteinlerin besin kalitesi ayrıca protein sindirilebilirliği ve emilim yeteneği düzeyinde değerlendirilir (Chou, C. J. vd. 2012). Tamamlayıcı besinler genellikle tahıl taneleri ve baklagil tohumlarının karışımlarına dayanır. Soya fasulyesi, yeşil fasulye, siyah fasulye, mercimek ve nohut gibi yaygın baklagiller, tahıl bazlı tamamlayıcı besinlerin protein içeriğini artırır ve protein kalitesini iyileştirir (Hurrell, R. F., 2003). Hayvansal ve bitkisel kaynaklı gıdaların uygun bir kombinasyonu, insanlar ve diğer hayvanlar tarafından EAA'lar için diyet gereksinimlerini karşılayabilir. Farklı bitkisel bazlı gıdaların tüketilmesi, diyet AA kalitesini ve miktarını artırmak için tamamlayıcı bir etkiyle sonuçlanabilir (Hou, Y. & Wu, G., 2018). Bazı bitki proteinlerinde hayvan büyümesi için gerekli olan belirli amino asitler (yani tahıllardaki lizin) yoktur; bu nedenle, bu amino asitler genellikle besin değerlerini zenginleştirmek için belirli yiyeceklere eklenir. Ayrıca, protein yiyemeyen kişilerde, patolojik durumların beslenme yönetimi için amino asit preparatları kullanılır (Kamei, Y. vd. 2020). Yoksul ülkelerde tüketilen proteinin %80'ini bitkisel proteinler oluştururken, dünyanın her yerinde yaşam standardı yükseldikçe tüketilen toplam protein miktarının yanı sıra tüketilen hayvansal proteinlerin oranı da artıyor. Gelişmiş ülkelerde tüketilen proteinlerin %60'ı hayvansal proteinlerdir (Savary-Auzeloux, I. vd., 2014). Protein kalitesi, biyoyararlanımın bir ölçüsüdür ve değerlendirilmesi, gıda proteinlerinin ve diyetlerin amino asitler ve nitrojen için metabolik talepleri karşılama kapasitesini belirlemenin bir yoludur. Artan

maliyet ve hayvansal proteinlerin sınırlı tedariki nedeniyle hayvansal proteini bitkisel proteinle değiştirme ihtiyacı artmaktadır (Han, S. W. vd., 2015). Proteinlerin biyolojik değeri, içerdikleri amino asitlerin türü ile belirlenir. Bu bağlamda et, balık, yumurta ve süt ürünleri gibi hayvansal kaynaklı besinler, yüksek kaliteli protein kaynağı olarak kabul edilirken, aynı zamanda amarant, kinoa, karabuğday gibi bazı bitkisel besinler de temel aminoasit içeriği bakımından öne çıkmaktadır. Tahıllar ve baklagiller, amino asitlerin tamamlayıcı spektrumuna sahip proteinlerin zengin kaynakları oldukları için, bitkisel kaynaklı peptitlerin ana kaynaklarıdır. Özellikle kinoa proteinleri, tahıllarda yaygın olarak eksik olan lizin, treonin ve metiyonin gibi amino asitler açısından zengindir ve FAO (Food and Agriculture Organization, Gıda ve Tarım Örgütü) tarafından önerilen ideal protein dengesine yakındır (Montesano, D. vd., 2020). Geleneksel olarak, diyet proteini kaynakları hayvansal veya bitkisel kökenli olarak görülür. Hayvansal kaynaklar tam bir protein kaynağı sağlar (yani tüm temel amino asitleri içerir), bitkisel kaynaklar ise genellikle bir veya daha fazla temel amino asitten yoksundur. Hayvansal diyet proteini kaynakları, tam bir protein ve çok sayıda vitamin ve mineral sağlmasına rağmen, bazı sağlık uzmanlarını bitkisel kaynaklara kıyasla bu yiyeceklerde yaygın olan doymuş yağ miktarı konusunda endişelendirmektedir (Hoffman, J. R. & Falvo, M. J., 2004). Besinler ve besin gruplarının protein içeriği Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6: Besinler ve Besin Gruplarının Protein İçeriği

Besinler	Protein miktarı (g/100 g)
Soya fasulyesi	30-35
Kurubaklagiller	20-25
Yağlı tohumlar	15-20
Et, tavuk, balık	15-22
Peynir çeşitleri	15-25
Yumurta	12-13
Tahıllar	8-12
Süt, yoğurt	3-4
Taze sebzeler	1-2
Taze meyveler	0.5-1

Kaynak: Karabudak, E. (2012).

2.11.6. Protein Gereksinimi

Diyet proteinleri, temel amino asitleri sağlar ve ana enerji kaynağı olarak lipid ve karbonhidratı tamamlar. Bu nedenle, insanlar sağlıklı kalmak ve eksikliklerden kaçınmak için yeterli miktarda ve kalitede protein tüketmelidir. İnsanlarda, kısa süreli yetersiz protein alımı yorgunluğa, sinirliliğe ve uyuşukluğa yol açar. Protein yoksunluğu devam ettikçe, büyüme geriliği, kas kütlesi kaybı, yaygın şişlik (ödem) ve azalmış bağışıklık ile karakterize bir hastalık olan kwashiorkor gelişebilir (Chou, C. J. vd. 2012). Diyet proteininin etkili kullanımı için enerji alımının önemi uzun zamandır bilinmektedir. Bu nedenle, amino asitlerin ve proteinin diyet yeterliliği şu anda alımların, çeşitli ilgi grupları için vücut ağırlığının sabit bir fonksiyonu olarak ifade edilen gereksinimlerle karşılaştırılmasıyla değerlendirilmektedir ve büyüme, gebelik ve emzirme hariç olmak üzere, yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, yaşam tarzı ve davranış kalıplarından bağımsız olduğu varsayılmaktadır (Millward, D. J., 2004). Yeterli protein alımı organizmaların hayatta kalması için olmazsa olmazdır. Protein alımının ve emiliminin azalmasına neden olan genetik kusurlar, bireyleri ve hücreleri besin eksikliğinde hayatta kalmak için elverişsiz bir konuma sokar. İnsanlarda, protein alımının belirli hastalık koşullarında değiştirilmesi önerilir; üre döngüsü kusurları gibi doğuştan hastalığı olan hastalarda ve düzenli diyaliz alan böbrek hastalığı olan hastalarda protein alımının zorunlu olarak kısıtlanması bu tür iki durumdur (Chou, C. J. vd. 2012). Bir proteinin, gerekli amino asitlerin tümünü insan ihtiyaçlarına karşılık gelen miktarlarda içermesi durumunda "biyolojik olarak tamamlanmış" olduğu söylenir. Bir veya daha fazla esansiyel amino asit eksik olduğunda proteinin "biyolojik olarak eksik" olduğu söylenir. Hayvansal proteinler biyolojik olarak eksiksiz oldukları için bitkisel proteinlerden daha üstün olarak değerlendirilmektedir. Örneğin süt ve yumurta proteini, insanlar için en uygun olduğu düşünülen bir amino asit yapısına sahiptir (Kumar, V. vd. 2017). İnsanların vazgeçilmez amino asitlere olan ihtiyacına dair son tahminler, lizin gibi anahtar amino asitlere olan ihtiyacın daha önce düşünülenenden iki-üç kat daha fazla olduğunu göstermiştir. Özellikle yaşlılar gibi savunmasız gruplar için önerilen protein alımlarının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Vazgeçilmez amino asitler ayrıca diyetlerdeki amino asit tedarikini iyileştirmek için doğrudan kullanılabilir (Read, R. S., 2002). Yaş gruplarına göre elzem amino asit gereksinimleri Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7: Yaş Gruplarına Göre Elzem Amino Asit Gereksinimleri

Amino Asit	Amino Asit gereksinimi (mg/g protein)			
	Bebeklerde	Ökul öncesi çocuklarda	Okul çağı çocuklarda	Yetişkinlerde
Histidin	26	19	19	16
İzolösin	46	28	28	13
Lösin	93	66	44	19
Lizin	66	58	44	16
Metionin + sistein	42	25	22	17
Fenilalanin + tirozin	72	63	22	19
Treonin	43	34	28	9
Triptofan	17	11	9	5
Valin	55	35	25	13
Toplam	434	320	222	111

Kaynak: Ünal, R. N. & Besler, H. T. (2008).

Farklı yaş gruplarında protein ihtiyaçları Tablo 2.8’de verilmiştir.

Tablo 2.8: Farklı Yaş Gruplarında Protein İhtiyaçları

Yaş	Protein Gereksinimi (g/kg)	
	İyi kalite protein kaynakları (et, süt, yumurta)	Bitkisel besinler ağırlıklı
0-1	1.86-1.48	2.97-2.37
1-3	1.26-1.13	2.02-1.81
4-5	1.09-1.06	1.74-1.70
6-10	1.02-1.01	1.63-1.61
11-18	1.00-0.80	1.60-1.28
Yetişkin	0.8	1.20

Kaynak: Baysal, A. (2014).

Protein ihtiyaçları bazı hallerde değişebilir. Gebe ve emzikli kadınlarda diyet proteinine 15 g, bitkisel kaynaklı ise 25 g protein ek yapılmalıdır. Hastalık durumlarında hastada protein kaybı meydana gelebileceğinden ötürü proteinlerin bir miktar arttırılması önerilir. Büyüme geriliği olan çocuklarda ise her 1 g kaybedilmiş dokunun geri kazanımını sağlayabilmek için diyete 0.23 g protein eklenmelidir. Genel tavsiye ise günlük enerjinin %10-15 oranında proteinlerden karşılanmasıdır (Baysal, A., 2014).

2.12. Protein Kalitesi

İnsan sağlığı ve refahı açısından, besinlerdeki besin proteininin kalitesi, besin proteininin miktarından daha önemli olabilmektedir (Huang, S. vd., 2018). Protein kalitesi, bir proteinin insan ihtiyaçları için yeterli düzeyde temel amino asit sağlama yeteneğinin bir lsdr (Hughes, G. J. vd., 2011). Bu nedenle, optimum protein alımlarının mevcut bağlamında , "ne tür" tartışması "ne kadar" sorusu kadar önemlidir. Protein kalitesinin 2 önemli yönü vardır:

- 1) Proteinin ve tüketildiği besin matrisinin zellikleri,
- 2) Yaş, sağlık durumu, fizyolojik durum ve enerji dengesi tarafından etkilenen, besini tüketen bireyin talepleri (Millward, D. J. vd., 2008).

Literatürde protein kalitesini ölçmek için birçok biyolojik ve kimyasal bazlı test tanımlanmıştır. Bunların çoğu hala çok karmaşık, zaman alıcı veya günlük kalite kontrol kullanımı için test edecekleri gıda yelpazesinde çok dardır (Satterlee, L. D. vd., 1979). Protein kalitesi ve protein sindirilebilirliğini belirlemek için kullanılan in vivo yöntemler Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9: Protein Kalitesi ve Protein Sindirilebilirliğini Belirlemek İçin Kullanılan İn Vivo Yöntemler

Protein Kalite Yöntemleri	Protein Sindirilebilirlik Yöntemleri
Protein verimlilik oranı (PER): Test grubunun kontrol grubuna göre kilo alımı ve tükettiği protein oranı (tercih edilen referans protein: kazein)	Gerçek Sindirilebilirlik (TD): Gastrointestinal kanalında tüketilen proteinden (gıda) gözlemlenen azot yüzdesi
Net protein oranı (veya net protein tutulumu) (NPR): Test proteini grubu ile proteinsiz diyet grubu arasında tüketilen gram protein başına kilo alımı farkı.	Biyolojik değer (BV): Toplam azot alımına göre tutulan azot, fekal ve idrar kayıpları için düzeltmelerle birlikte.
Protein sindirilebilirliği düzeltilmiş amino asit skoru (PDCAAS): Dışkı proteini sindirilebilirliği için düzeltilmiş referans proteine kıyasla test proteinindeki IAA_{lim} (first limiting indispensable amino acid, ilk sınırlayıcı esansiyel amino asit) oranı	Net protein kullanımı (NPU): Toplam azot alımına göre tutulan azot, fekal ve idrar kayıpları için düzeltmelerle birlikte.
Sindirilebilir elzem amino asit skoru (DIAAS): Test proteinindeki IAA_{lim} oranı, IAA_{lim} 'in ileal sindirilebilirliğine göre düzeltilmiş referans proteinine kıyasla.	Çift izotop izleyici yöntemi: Bilinen sindirilebilirliğe sahip farklı şekilde etiketlenen bir referans proteinle birlikte tüketilen içsel olarak etiketlenmiş test proteininden dairesel sistemdeki AA'yı karşılaştırır.

Kaynak: Adhikari, S., vd., 2022.

Amino Asit Skoru (AAS), 1 g hedef proteinin amino asit içeriğinin referans protein veya ihtiyaçla karşılaştırılarak hesaplanan oranıdır. Genellikle iyon değişim kromatografisi, gaz kromatografisi veya ters faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak gerçekleştirilen AA analizi, amino asit içeriğini hesaplamak için gereklidir. Azot dengesi, günlük azot alımını azot atılımından

çıkarak doğrudan ölçmeye dayalı olarak vücudun azot tutma ölçüsünü sağlar. Sindirilebilirlik ölçümleri, proteinlerin gastrointestinal enzimler tarafından AA'ya hidrolize edilme derecesini ve bu AA'ların emilme derecesini tahmin eder ve sindirim ve emilimden sonra organizmaya sunulan diyet protein alımının bir ölçüsünü sağlar. PER, bir proteinin genç büyüyen sıçanların büyümesini destekleme yeteneğini ölçer ve tüketilen proteinin gramı başına ağırlık kazancı olarak bildirilir. Literatürde kapsamlı bir şekilde tartışıldığı gibi, sıçanların kükürt içeren EAA'ya daha fazla ihtiyacı vardır, bu nedenle PER yöntemi insanlar için gereksinimleri abartır ve muhtemelen bazı proteinlerin, özellikle de bitkisel proteinlerin kalitesini küçümser. NPR, ek bir faktörün (proteinsiz bir diyetle beslenen sıçanların ortalama kilo kaybı) dikkate alınması dışında PER'e benzerdir. Protein derecesi, bir proteinin PER'inin makul bir günlük alımdaki protein miktarıyla çarpımının ürünüdür. NPU, genel protein kullanımının bir ölçüsünü sağlar ve alınan proteinin tutulan oranını yansıtır. Öte yandan BV, emilen amino asit profilinin gereksinimle ne kadar iyi eşleştiğinin bir ölçüsünü sağlar. BV ile ilişkili zorluklar şunları içerir: aynı gıda için sonuçlar N alımına bağlı olarak önemli ölçüde değişir; farklı gıdalar için sonuçlar düşük N alımında benzer ve daha yüksek alım seviyelerinde çok farklı olabilir; bir EAA'dan tamamen yoksun olan proteinler yine de %40'a kadar bir BV'ye sahip olabilir; yöntem, proteinin sindirimini ve emilimden önce proteinin diğer diyet faktörleriyle etkileşimini etkileyen faktörlerin önemini göz ardı eder (Boye, J. vd., 2012).

2.12.1. Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS)

Geçmişte, protein kalitesi yalnızca sıçanlarla yapılan büyüme deneylerinde ölçülüyordu ve PER (Protein Verimlilik Oranı) ve NPU (Net Protein Kullanımı) gibi parametrelerle ifade ediliyordu. Bu yöntemlerin temel dezavantajı, sıçan amino asit gereksinim örüntüsünün insanlarınkiyle aynı olmaması ve bu nedenle protein kalitesinin tek doğru ölçüsünün insanlarda azot dengesi değerlendirmesi olmasıdır. Ancak bu rutin kullanım için çok pahalıdır (Schaafsma, G., 2012). Bu nedenle, 1989'da FAO/WHO (World Health Organization, Dünya Sağlık Örgütü) Protein Kalitesi Değerlendirmesi Ortak Uzman Danışma Toplantısı, protein kalitesini değerlendirmek için Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS) yönteminin kullanılmasını tavsiye etmiştir. PDCAAS hesaplanırken, test proteinindeki ilk sınırlayıcı vazgeçilmez amino asidin içeriğinin, yaşa özgü 'ideal' bir referans

desenindeki karşılık gelen amino asidin içeriğinin bir kesri olarak ifade edilmesi ve daha sonra bu amino asit puanının, bir sıçan deneyinde ölçülen gerçek fekal N (azot) sindirilebilirliği (%) ile çarpılmasıyla yeterli şekilde değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Referans proteinindeki referans amino asit deseni, okul öncesi çocuğun vazgeçilmez amino asit gereksinimlerinin (mg/kg) bu yaş grubunun güvenli (yüksek kaliteli) protein alımı düzeyine (g/kg) bölünmesiyle elde edilmiştir. Gıdadaki mevcut protein ilk önce %100'ü geçemeyen sindirilebilirlikle sınırlanacağından, %100'ü aşan PDCAAS puanları %100'e düşürülmüştür. PDCAAS artık tek proteinlerin ve protein karışımlarının kalitesinin değerlendirilmesi için rutin bir test olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Consultation, F. E., 2011; Schaafsma, G., 2012; Millward, D. J. vd., 2008). Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS) hesaplaması için kullanılan formül (Schaafsma, G., 2000);

$$\text{PDCAAS}(\%) = \frac{\text{Test proteinin 1 gramındaki sınırlayıcı EAA miktarı(mg)}}{\text{Referans proteinin 1 gındaki aynı EAA miktarı (mg)}} \times \text{GFS} (\%)$$

(GFS: Gerçek fekal sindirilebilirlik faktörü)

2.12.2. Sindirilebilir Vazgeçilmez Amino Asit Puanı (DIAAS)

DIAAS, vazgeçilmez amino asitlerin göreceli sindirilebilir içeriğine ve amino asit gereksinimi modeline dayanmaktadır. DIAAS hesaplamasında yer alan faktörler şunlardır: kalitenin temeli olarak EAA'ların içeriğinin ve profilinin kullanılması; protein kaynağının protein ve amino asit içeriğinin belirlenmesine yönelik yöntemler; EAA'lar için bireysel gereksinim değerlerinin doğruluğu; EAA gereksinimlerinin tahmini ortalama protein gereksinimine göre normalleştirilmesi; ve DIAAS'ın test proteinindeki her EAA'nın gerçek ileal sindirilebilirliğine dayandırılması. Her EAA için bir puanın hesaplanması ve DIAAS'ın en düşük referans oranına (proteindeki en sınırlayıcı EAA anlamına gelir) dayanması gerçeği, DIAAS'ın hesaplanmasında yer alan bir veya daha fazla faktördeki bir hatanın potansiyel etkisinin ölçülmesini karmaşık hale getirmektedir (Wolfe, R. R. vd., 2016). Protein sindirilebilirliği düzeltilmiş amino asit skoru (PDCAAS) ve sindirilebilir vazgeçilmez amino asit skoru (DIAAS), proteinlerin benzersiz konsantrasyonları ve vazgeçilmez amino asitlerin sindirilebilirliği ile eksiksizliğini belirlemek için kullanılan iki ana protein standardıdır (Huang, S. vd., 2018). Sindirilebilir vazgeçilmez amino asit skoru (DIAAS), gıdaların

protein kalitesini ölçmek için yeni bir yaklaşımdır. Ancak, DIAAS düzenleyici çerçeveler içinde yaygın olarak benimsenmeden önce kapsamlı bir değerlendirme gerekmektedir (Marinangeli, C. P. & House, J. D., 2017).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Ürünlerin Seçimi

Bu çalışmada veriler TÜRKOMP (Türk Ulusal Gıda KompozisyonVeri Tabanı), USDA (United States Department of Agriculture, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı), Frida, FAO ve literatürdeki farklı çalışmalardan alınmıştır. Protein ve amino asit değerleri hesaplanmış olan bitkisel sütler ve bitkisel peynirler ile referans besin olarak kullanılacak olan inek sütü ve inek peyniri kullanılmıştır. Çalışmaya seçilen bitkisel sütler ve referans süt; yulaf sütü (şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış), soya sütü (şekersiz, sade, raf ömrü uzun), soya sütü (tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış), badem sütü (şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış), yulaf sütü (ilave kalsiyum ve vitaminlerle), badem sütü (ilave kalsiyum ile), fındık sütü, pirinç sütü, Hindistan cevizi sütü, fermente edilmiş yer fıstığı sütü ve inek sütüdür. Referans süt ve bitkisel sütlerin referansları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Referans Süt ve Bitkisel Sütlerin Referansları

Besinler	Referans
İnek sütü (süt, inek)	TÜRKOMP
Yulaf sütü, şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış	
Soya sütü, şekersiz, sade, raf ömrü uzun	
Soya sütü, tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış	USDA
Badem sütü, şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış	
Yulaf sütü, ilave kalsiyum ve vitaminlerle	FRIDA
Badem sütü, ilave kalsiyum ile	
Fındık süt	Tsai, M. J. vd., 2018
Pirinç sütü	Moore, S. S. vd., 2023
Hindistan cevizi sütü	
Fermente edilmiş yer fıstığı sütü	Sunny-Roberts, E. O. vd., 2004

Çalışmaya seçilen bitkisel peynirler ve referans peynir ise; tofu (soya fasulyesi peyniri), yulaf, buğday, bezelye protein konsantresi, mısır, bakla, nohut, mercimek, kinoa, karabuğday proteini ve peynir ((beyaz, tam yağlı (yağ, kuru maddede > % 45))'dir. Referans peynir ve bitkisel peynirlerin referansları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Referans Peynir ve Bitkisel Peynirlerin Referansları

Besinler	Referans
Peynir, beyaz, tam yağlı (yağ, kuru maddede > % 45)	TÜRKOMP
Tofu, soya fasulyesi peyniri	FRİDA
Yulaf	
Durum buğdayı	
Bezelye protein konsantresi	
Mısır	Day, L. vd., 2022
Bakla	TÜRKOMP
Nohut	
Mercimek	
Kinoa	Day, L. vd., 2022
Karabuğday proteini	FRİDA

3.2. Protein Kalitesinin Hesaplanması

Bu çalışmada, protein kalitesini değerlendirmek için 1989 yılında, FAO/WHO Protein Kalitesi Değerlendirmesi Uzman Danışma Toplantısı sonucu önerilen, hem test proteininin vazgeçilmez amino asit içeriğini hem de sindirilebilirliğini dikkate alan Protein Sindirilebilirliği Düzeltmiş Amino Asit Puanı (PDCAAS) yöntemi kullanılmıştır (Tavano, O. L. vd., 2016). PDCAAS yöntemine göre, bir gıda proteininin besin kalitesi, EAA'ların içeriği ve ham proteinin toplam kanal sindirilebilirliği ile belirlenmektedir. Amino asit skoru, her bir EAA içeriğinin referans değerlerine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. PDCAAS hesaplanırken, ilk sınırlayıcı amino asit skoru protein sindirilebilirliği ile çarpılır. 1'lik PDCAAS skoru, sindirimden sonra proteinin organizmanın ihtiyaç duyduğu EAA'ların yüzde 100'ünü sağladığını göstermektedir (WHO, 2007). Mevcut PDCAAS yöntemine göre, %100'den yüksek değerler %100'e düşürülmektedir (Schaafsma, G., 2000). PDCAAS değerleri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Besinlerdeki değerler ne kadar 100'e yakın olursa o kadar protein kalitesi yüksek olduğunu gösterir. Genellikle peynir, süt, yumurta ve et gibi hayvasal bazlı olan protein kaynaklarının PDCAAS

sonuçları 1 veya 1'e yakın olduğundan tam protein kaynağı kabul edilirler (Dabbagh, J., 2024). Amino asit skoru, en sınırlayıcı tek amino asidin miktarına dayanmaktadır ve hesaplanmasında, FAO/WHO/UNU (United Nations University, Birleşmiş Milletler Üniversitesi) tarafından okul öncesi çocuklar için önerilen gereksinim modeli kullanılmıştır (Ei, S. N. & Kavas, A., 1996). Bu tezde kullanılan PDCAAS formülü şu şekildedir (Schaafsma, G., 2000);

$$\text{PDCAAS}(\%) = \frac{\text{Test proteinin 1 gramındaki sınırlayıcı EAA miktarı(mg)}}{\text{Referans proteinin 1 gındaki aynı EAA miktarı (mg)}} \times \text{GFS} (\%)$$

(GFS: Gerçek fekal sindirilebilirlik faktörü)

3.2.1. Ürünlerin Amino Asit Skorlarının Hesaplanması

Seçilen besinlerin amino asit skorunun belirlenmesi için proteinin içerdiği 20 tane amino asitten 11 çeşit amino asit değeri hesaplamaya katılmıştır; histidin, lizin, izolösin, metiyonin, lösin, triptofan, sistein, fenilalanin, tirozin, valin, treonin. Hesaplama sırasında kükürtlü amino asitler (SAA) olan sistein ve metiyoninin toplam değeri ile aromatik amino asitler (AAA) olan tirozin ve fenilalaninin toplam değeri kullanılmıştır. Daha sonra bu amino asitlerin mg/g protein bazında içerdikleri değerler hesaplanmış ve tüm besinlerin her amino asit değeri referans değerine bölünmesiyle amino asit skorları elde edilmiştir. PDCAAS formülünün hesaplanmasında kullanılmak üzere hazırlanan amino asit skoru (AAS) formülü (Yang, H. vd., 2012);

$$\text{Amino Asit Skoru} = \frac{\text{Test proteinin 1 gramındaki sınırlayıcı EAA miktarı(mg)}}{\text{Referans proteinin 1 gındaki aynı EAA miktarı (mg)}}$$

3.3. Protein Sindirilebilirlik Faktörleri

FAO/WHO 1991 Uzman Komitesi, protein sindirilebilirliğini tahmin etmek için en uygun pratik yöntem olarak in vivo yöntem (sıçanlarda gerçek ve görünür dışkı sindirilebilirliği) önermiştir (Boye, J. vd., 2012). Bu çalışmada kullanılacak olan proteinlerin gerçek fekal sindirilebilirlik faktörleri farklı ülkelerin veri tabanlarından ve çeşitli literatürden alınmıştır. Besinlerin sindirilebilirlik faktörleri Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3: Protein Sindirilebilirlik Faktörleri

Besin	Protein sindirilebilirliği (%)	Referans
Yulaf	90.2	
Yer fıstığı	91.81	
Pirinç	87	
Buğday	93.2	Demirkol, D. M. & Haydaroglu, M., 2018.
Bezelye	81.13	
Mısır	87.8	
Bakla	89.9	
Nohut	79.11	
Soya protein izolatu	95	WHO, 2007
Peynir	95	
Süt	95	
Badem	75.48	
Fındık	89	Freitas, J. B. vd., 2012
Hindistan cevizi	91.3	González, J. vd., 2001
Kinoa	89.2	
Mercimek	85.13	Demirkol, D. M. & Haydaroglu, M., 2018
Karabuğday	80.4	

3.4. Amino Asit İhtiyacı İçin Referans Modeli

1985 FAO/WHO/UNU (protein raporu, anne sütüne dayalı bebekler ve her yaş grubu için güvenli protein gereksinimine bölünen diyetel vazgeçilmez amino asit gereksinimlerinin yaşa özgü tahminlerinden okul öncesi çocuklar, okul çocukları ve yetişkinler için referans amino asit desenlerini tanımlamıştır. Okul öncesi çocuklar için puanlama deseninin bebekler dışındaki tüm yaş grupları için kullanılması gerektiğini önermiştir (Millward, D. J., 2012).

Bu araştırmada, protein kalitesini hesaplamak için FAO'nun önerdiği, 6 ay-3 yaş arasındaki çocuklar için belirlenen referans puanlama modeli tüm yaş grupları için kullanılmıştır. Amino asit gereksinimi için referans puanlama modeli Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4: Amino Asit Gereksinimi İçin Referans Puanlama Modeli

Aa (mg/g protein)	0-6 ay bebek	6 ay-3 yaş arası ocuk	Büyük ocuk, ergen, yetişkin
His	21	20	16
İle	55	32	30
Leu	96	66	61
Lys	69	57	48
SAA	33	27	23
AAA	94	52	41
Thr	44	31	25
Trp	17	8.5	6.6
Val	55	43	40

SAA: Sülfürlü amino asitler, Trp: Triptofan, Lys: Lizin, AAA: Aromatik amino asitler, Val: Valin, Leu: Lösin, Thr: Treonin, Ile: İzolösin, His: Histidin.

Kaynak: FAO. (2013).

3.5. Besinler İçin Kullanılan Birim Dönüşümleri

Literatürden alınan veriler hesaplamada kullanılırken mg/g protein cinsinden birimlerde dönüşüme ihtiyaç duyulmuştur. Bu birimlerde verilmemiş olan değerler aşağıdaki iki yöntemle dnştrlmştir. Gerek duyulduğunda nitrojen (N) için protein miktarına dönüştürülmesinde 6.25 nitrojen dönüşüm faktörü kullanılmıştır (Demirkol, D. M. & Haydaroglu, M., 2018);

“g/16 g N” amino asit birimi 10 ile çarpılarak

“g/100 g besin” amino asit birimi 1000 ile çarpılıp % besin proteinine bölünerek

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Besinlerin Protein ve Amino Asit Miktarları

Tabloda gösterilen amino asitler; histidin (His), izolösin (İle), lösin (Leu), lizin (Lys), sülfürlü amino asitler (SAA), aromatik amino asitler (AAA), treonin (Thr), triptofan (Trp) ve valin (Val)'dir. Sütlerin 100 gramlarında bulunan gram cinsinden protein miktarları ve 1 gram protein başına düşen esansiyel amino asitlerin mg cinsinden değerleri tablo 4.1'de, peynirlerin 100 gramlarında bulunan gram cinsinden protein miktarları ve 1 gram protein başına düşen esansiyel amino asitlerin mg cinsinden değerleri tablo 4.2'de verilmiştir.

4.2. Besinlerin Amino Asit Skorları (AAS) ve Sınırlayıcı Amino Asitleri

Çalışmaya dahil edilen besinlerin PDCAAS değerlerini hesaplamak için kullanılacak olan amino asit skorları TÜRKOMP, USDA, FRİDA ve diğer literatürdeki verilerin g protein içindeki mg cinsinden amino asit miktarının yaşa göre (6 ay-3 yaş) referans değerlerine oranlanmasıyla elde edilmiştir. Her besin için en düşük çıkan amino asit skoru değeri/değerleri koyu yazılarak belirtilmiştir. Sütlerin amino asit skorları (AAS) ve sınırlayıcı amino asitleri tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.1: Sütlerin Protein (g/100 g besin) ve Amino Asit (mg/ g protein) Miktarları

Besinler	Protein (g/100 g)	His (mg/g)	Ile (mg/g)	Leu (mg/g)	Lys (mg/g)	Met+Cys (mg/g)	Phe+Tyr (mg/g)	Thr (mg/g)	Trp (mg/g)	Val (mg/g)
Referans Değerler		20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
İnek sütü	3.17	25.8	40	103.1	67.8	28.5	135.3	39.7	17.6	56.4
Yulaf sütü, şekeriz, sade, buzdolabında saklanmış	0.8	22.5	31.25	101.25	76.25	43.75	141.25	27.5	11.25	40
Soya sütü, şekeriz, sade, raf ömrü uzun	3.55	27.6	40.8	70.1	62.2	29.2	84.2	36	12.9	40
Soya sütü, tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış	2.78	35.9	35.9	71.9	71.9	29.4	92.4	35.9	12.2	36.3
Badem sütü, şekeriz, sade, buzdolabında saklanmış	0.66	21.2	39.3	69.6	46.9	3.03	92.4	15.1	1.51	27.2
Yulaf sütü, ilave kalsiyum ve vitaminlerle	0.8	0	0	77.5	37.5	16.25	100	37.5	16.25	55
Badem sütü, ilave kalsiyum ile	0.5	0	0	82	0	12	32	32	0	54
Fındık sütü	15.62	25.03	38.8	66.1	27.9	22.7	63.8	29.3	8.51	44.8
Pirinç sütü	0.12	32.8	13.3	35	25	25.1	24	21.4	13.3	14.1
Hindistan cevizi sütü	0.23	19.4	14.6	52.6	46.3	21.8	42	27.8	8.95	38
Fermente edilmiş yer fıstığı sütü	5.95	23.7	31.4	61	72.8	50.4	93.6	41.5	24.3	39.8

Tablo 4.2: Peynirlerin Protein (g/100 g besin) ve Amino Asit (mg/ g protein) Miktarları

Besinler	Protein (g/100 g)	His (mg/g)	Ile (mg/g)	Leu (mg/g)	Lys (mg/g)	Met+Cys (mg/g)	Phe+Tyr (mg/g)	Thr (mg/g)	Trp (mg/g)	Val (mg/g)
Referans Değerler		20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
Peynir, beyaz, tam yağlı	16.01	21.7	47.3	100	135.2	22	118.5	40.7	15.6	60.9
Tofu, soya fasulyesi peyniri	13.3	25.1	45.7	78.9	59.4	16.8	92.4	39.3	14.3	48.4
Yulaf	11.35	9	39	76	43	43	91	35	9	54
Durum Buğdayı	12.13	23	26	70	24	36	73	30	13	44
Bezelye protein konsantresi	6.49	24	44	76	67	19	97	38	9	49
Mısır	9.70	27	39	128	29	44	100	36	8	51
Bakla	23.07	31	35	85	63	27	77	39	8	48
Nohut	18.56	23	38	65	55	22	82	32	10	37
Mercimek	23	29	35	71	69	26	71	44	5	46
Kinoa	12	19	8	24	24	6	27	67	10	9
Karabuğday proteini	13.1	25	38	68	52	42	80	35	17	52

Tablo 4.3: Sütlerin Amino Asit Skorları (AAS) ve Sınırlayıcı Aminoasitleri

Besinler	His	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Trp	Val
İnek sütü	1.29	1.25	1.56	1.18	1.05	2.6	1.28	2.07	1.31
Yulaf sütü, şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış	1.125	0.97	1.53	1.33	1.62	2.71	0.88	1.3	0.93
Soya sütü, şekersiz, sade, raf ömrü uzun	1.38	1.27	1.06	1.09	1.08	1.6	1.16	1.52	0.93
Soya sütü, tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış	1.79	1.12	1.09	1.26	1.09	1.77	1.16	1.43	0.84
Badem sütü, şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış	1.06	1.23	1.05	0.82	0.11	1.77	0.48	1.17	0.63
Yulaf sütü, ilave kalsiyum ve vitaminlerle	0	0	1.17	0.65	0.60	1.92	1.20	1.91	1.27
Badem sütü, ilave kalsiyum ile	0	0	1.24	0	0.44	0.61	1.03	0	1.25
Fındık sütü	1.25	1.21	1	0.49	0.84	1.22	0.94	1	1.04
Pirinç sütü	1.64	0.41	0.53	0.43	0.93	0.46	0.69	1.56	0.32
Hindistan Cevizi sütü	0.97	0.45	0.79	0.81	0.809	0.808	0.89	1.05	0.88
Fermente edilmiş yer fıstığı sütü	1.18	0.98	0.924	1.27	1.86	1.8	1.3	2.8	0.925

*sınırlayıcı olan amino asitler koyu yazılmıştır.

Tablo 4.3'te görüldüğü üzere, Hindistan cevizi sütü 0.45 ile izolösin; yer fıstığı sütü 0.924 ile lösin; fındık sütü 0.49 ile lizin; inek sütü 1.05, badem sütü (şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış) 0.11 ile kükürtlü amino asitler (metiyonin+ sistein); yulaf sütü (şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış) 0.88 ile treonin; soya sütü (şekersiz, sade, raf ömrü uzun) 0.93, soya sütü (tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış) 0.84, pirinç sütü 0.32 ile valin olarak sınırlayıcı amino asitleri belirlenmiştir. Yulaf sütü (ilave kalsiyum ve vitaminlerle) 0 değeri ile hem histidin hem de izolösin; badem sütü (ilave kalsiyum ile) 0 değeri ile hem histidin hem de izolösin, lizin ve triptofan olarak birden fazla sınırlayıcı amino asit içermektedir. Peynirlerin amino asit skorları (AAS) ve sınırlayıcı amino asitleri Tablo 4.4'te verilmiştir.



Tablo 4.4: Peynirlerin Amino Asit Skorları (AAS) ve Sınırlayıcı Amino Asitleri

Besinler	His	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Trp	Val
Peynir, beyaz, tam yağlı (yağ, kuru maddede > %45)	1.08	1.47	1.51	2.37	0.81	2.27	1.31	1.83	1.41
Tofu, soya fasulyesi peyniri	1.25	1.43	1.19	1.04	0.62	1.77	1.26	1.68	1.12
Yulaf	0.45	1.21	1.15	0.75	1.59	1.75	1.12	1.05	1.25
Durum buğdayı	1.15	0.81	1.06	0.42	1.33	1.40	0.96	1.52	1.02
Bezelye protein konsantresi	1.2	1.37	1.15	1.17	0.70	1.86	1.22	1.05	1.13
Mısır	1.35	1.21	1.93	0.50	1.62	1.92	1.16	0.94	1.18
Bakla	1.55	1.09	1.28	1.10	1	1.48	1.25	0.94	1.11
Nohut	1.15	1.18	0.98	0.96	0.81	1.57	1.03	1.17	0.86
Mercimek	1.45	1.09	1.07	1.21	0.96	1.36	1.41	0.58	1.06
Kinoa	0.95	0.25	0.36	0.42	0.22	0.51	2.16	1.17	0.20
Karabuğday proteini	1.25	1.18	1.03	0.91	1.55	1.53	1.12	2	1.2

*sınırlayıcı olan amino asitler koyu yazılmıştır.

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere, yulafta 0.45 ile en düşük aminoasit skoruna sahip amino asit histidin olarak belirlenmiştir. Durum buğdayı 0.42, mısır 0.50, karabuğday proteini 0.91 ile lizin; peynir ((beyaz, tam yağlı (yağ, kuru maddede > % 45)) 0.81, tofu (soya fasulyesi peyniri) 0.62, bezelye protein konsantresi 0.70, nohut 0.81 ile kükürtlü amino asitler (metiyonin+ sistein); bakla 0.94, mercimek 0.58 ile triptofan; kinoa 0.20 ile valin olarak sınırlayıcı amino asitleri belirlenmiştir.

4.3. Besinlerin PDCAAS Değerleri (%) ve Protein Kalitesi

PDCAAS değerleri, besinlerin sınırlayıcı amino asit değerleri ile protein sindirilebilirlik faktörleri çarpılarak hesaplanmıştır. Sütlerin PDCAAS değerleri tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5: Sütlerin PDCAAS Değerleri (%)

Besinler	PDCAAS (%)
İnek sütü	99,75
Yulaf sütü, şekeriz, sade, buzdolabında saklanmış	79,3
Soya sütü, şekeriz, sade, raf ömrü uzun	88,3
Soya sütü, tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış	79,8
Badem sütü, şekeriz, sade, buzdolabında saklanmış	8,3
Yulaf sütü, ilave kalsiyum ve vitaminlerle	0
Badem sütü, ilave kalsiyum ile	0
Fındık sütü	6,23
Pirinç sütü	27,84
Hindistan cevizi sütü	41
Fermente edilmiş yer fıstığı sütü	84,8

Tablo 4.5'te görüldüğü üzere protein kalitesi hesaplanan sütlerin PDCAAS değerleri sırasıyla; %99,75 ile inek sütü, %88,3 ile Soya sütü (şekeriz, sade, raf ömrü uzun), %84,8 ile Fermente edilmiş yer fıstığı sütü, %79,8 ile soya sütü (tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış), %79,3 ile yulaf sütü (şekeriz, sade, buzdolabında saklanmış), %41 ile Hindistan cevizi sütü, %27,84 ile pirinç sütü, %8,3 ile badem sütü (şekeriz, sade, buzdolabında saklanmış), %6,23 ile fındık sütü, %0 ile yulaf sütü

(ilave kalsiyum ve vitaminlerle) ve %0 ile badem sütü (ilave kalsiyum ile) olarak belirlenmiştir. Peynirlerin PDCAAS değerleri tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6: Peynirlerin PDCAAS Değerleri (%)

Besinler	PDCAAS (%)
Peynir, beyaz, tam yağlı (yağ, kuru maddede > %45)	76,95
Tofu, soya fasulyesi peyniri	58,9
Yulaf	40,59
Durum buğdayı	39,1
Bezelye protein konsantresi	56,7
Mısır	43,9
Bakla	84,5
Nohut	64
Mercimek	49,3
Kinoa	17,84
Karabuğday proteini	73,1

Tablo 4.6'da görüldüğü üzere protein kalitesi hesaplanan peynirlerin PDCAAS değerleri sırasıyla; %84,5 ile bakla, %76,95 peynir ((beyaz, tam yağlı (yağ, kuru maddede > % 45)), %73,1 ile karabuğday proteini, %64 ile nohut, %58,9 ile tofu (soya fasulyesi peyniri), %56,7 ile bezelye protein konsantresi, %49,3 ile mercimek, %43,9 ile mısır, %40,59 ile yulaf, %39,1 ile durum buğdayı, %17,84 ile kinoa olarak belirlenmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Bitki bazlı diyetle geçmeyi motive eden birçok faktör vardır; bunlar arasında sağlık, hayvan refahı ve çevresel kaygılar yer almaktadır. Gıda endüstrisinin bitki bazlı sektörü, bu kaygıları gidermek ve tüketici beklentilerini karşılamak için sürekli olarak genişlemektedir (Sanders, C. vd., 2024). Bitki bazlı süt alternatifi pazarının ortaya çıkış nedenleri laktoz intoleransı, süt proteini alerjileri, kültürel nedenler veya diyet seçimi (veganlık, esnek vejetaryen diyet, Paleo ve diğerleri) dahil olmak üzere çeşitli nedenlere bağlanabilmektedir (Chalupa-Krebdak, S. vd., 2018). Son zamanlarda, süt ürünlerinin yerine kullanılan bitki bazlı ikamelerin tüketimi artmıştır (Walther, B. vd., 2022). Bitki bazlı diyetlerin et içeren geleneksel diyetlere kıyasla sağlık açısından daha iyi ve çevresel açıdan daha sürdürülebilir olduğu bilinmektedir. Peynir alternatif olarak bitki bazlı peynir ürünlerine olan ilgi giderek artmaktadır, ancak şu anda piyasada bulunan bitki bazlı peynirlerin protein içeriği genellikle düşük olup, tüketicilerin besin ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır (Fan, M. vd., 2023). Bitki bazlı içeceklerin besin bileşimi açısından süte gerçek bir alternatif olmadığı bulunmuştur. Genel diyeti ayarlamadan sütün bitki bazlı içeceklerle tamamen değiştirilmesi, uzun vadede belirli önemli besin maddelerinin eksikliğine yol açabilmektedir (Walther, B. vd., 2022). Bitkisel kökenli protein, hammaddenin yenilenebilir olması ve kaynakların yaygın ve çeşitli olması (özellikle baklagiller, tahıllar ve yağlı tohumlar) nedeniyle gıda ve kozmetik uygulamaları için hayvansal proteine bir alternatiftir (Moure, A. vd., 2006). Hem sağlık nedenleriyle hem de sürdürülebilirlik ve çevresel nedenlerle hayvansal kaynaklı gıdaların tüketimini azaltma ve bunları bitki kaynaklı proteinlerle değiştirme yönündeki çağrılar artmaktadır. Yüksek kaliteli protein sağlayabilen protein açısından zengin gıdalara, vejetaryen ve vegan diyetlere doğru büyüyen eğilimi karşılamak için acilen ihtiyaç duyulmaktadır (Erbersdobler, H. F. vd., 2017). En ciddi beslenme sorunu, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki çocuklar arasında protein enerji yetersiz beslenmesidir. Nüfusun düşük gelir grubu, düşük satın alma gücü ve geleneksel protein kaynakları (et ve süt) genellikle pahalı ve dolayısıyla bu grubun satın alma gücünün ötesinde olduğu için özellikle savunmasızdır. Bu nedenle, bakliyat ve tahıllar gibi ucuz ama besleyici bitkisel protein kaynaklarına odaklanılmalıdır.

Nüfusun düşük gelirli gruplarının beslenme durumunu iyileştirmek için kolayca bulunabilen ve erişilebilen bitkisel protein kaynaklarının (özellikle baklagiller) protein içeriğini artırmak önerilmektedir (Iqbal, A. vd., 2006). Bazı kişiler, bitkisel protein kaynaklarının diyet protein gereksinimlerini karşılayıp karşılayamayacağı konusunda şüphelerini ifade etmiştir. Amerikan Diyetisyenler Birliği, bir gün boyunca yenen çeşitli bitkisel gıdaların tüm diyet temel AA'sını sağlayabileceğini ve sağlıklı yetişkinlerde yeterli azot tutulmasını ve kullanımını sağlayabileceğini belirtmiştir, bu nedenle tamamlayıcı proteinlerin aynı öğünde tüketilmesine gerek yoktur. Ayrıca bazı vegan kadınların protein alımlarının marjinal olmasına rağmen, lakto-ovo-vejetaryenlerin ve veganların tipik protein alımlarının iyi planlandığında gereksinimleri karşılayıp aştığını ve ayrıca sporcuların protein ihtiyaçlarını yeterli şekilde karşılayabileceğini açıklığa kavuşturmuştur (Boye, J. vd., 2012). Farklı bitkisel protein kaynakları arasında, yağlı tohumlar insan diyeti için alternatif bir protein kaynağı olarak kullanılabilir. Şimdiye kadar sahip olunan veriler, yağlı tohumların %40'a kadar bir protein içeriğine ve kükürt içeren amino asitlerle nispeten iyi dengelenmiş bir amino asit profiline sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, lizin açısından eksik olma eğilimindedirler. Besin değerlerini artırmak için, yağlı tohum proteinleri diğer protein kaynaklarıyla birleştirilebilir ve protein sindirilebilirliğini artırmak için kabuklarını soyma, ısıtma, ıslatma, çimlendirme veya fermantasyon gibi işlemlere tabi tutulabilir. Ancak, yağlı tohumların insanlar için bir protein kaynağı olarak onaylanması için ek besin verilerine ihtiyaç vardır (Toutirais, L. vd., 2024). Baklagiller protein açısından nispeten yüksektir, kuru maddede %20–40 protein içeriğine sahipken, örneğin tahılların sadece %10–15 protein içeriği vardır (Erbersdobler, H. F. vd., 2017). Baklagiller normalde kükürtlü amino asitlerden (metiyonin ve sistein) yoksundur (Boulter, D. vd., 1976). Bakla fasulyesi ve lüpinlerde, kükürt içeren amino asitler (metionin ve sistin) sınırlayıcıdır. Tüm baklagillerdeki proteinin sindirilebilirliği çok yüksektir, %89 ile %96 arasında değişmektedir. Bu, PDCAAS değerlerinin 81 (lüpinler) ile 96 (bezelye) arasında değiştiği anlamına gelmektedir. Bu yüksek değerler hayvansal proteinlerin değerleriyle karşılaştırılabilir. Bezelye ve fasulye ve biraz daha az ölçüde lüpinler, lizinin iyi kaynaklarıdır, bu da lizin açısından oldukça düşük olan tahıl proteinlerine faydalı bir tamamlayıcı oldukları anlamına gelmektedir (Erbersdobler, H. F. vd., 2017). Baklagiller, tahıl bazlı diyetlerin protein içeriğini artırır ve tahıl bazlı

diyetlerin besin durumunu iyileştirebilmektedir. Tahıl proteinleri, özellikle lizin olmak üzere belirli temel amino asitler açısından eksiktir. Öte yandan, baklagillerin yeterli miktarda lizin içerdiği, ancak S içeren amino asitler (metionin, sistin ve sistein) açısından eksik olduğu bildirilmiştir. Baklagil proteinlerindeki bazı temel amino asitlerin eksikliğini giderilmesi için bunların diğer sebzelerle, et ve süt ürünleriyle (örneğin; Peynir altı suyu, yoğurt) takviye edilmesi gerekir (Iqbal, A. vd., 2006). Tahıllar, çevresel olarak sürdürülebilir ve sağlıklı bitkisel proteinlerin bir kaynağı olarak göz ardı edilmiştir ve sağlıklı diyetler için daha sürdürülebilir bir gıda sistemine geçişte önemli bir rol oynayabilmektedir (Poutanen, K. S. vd., 2022). Farklı üretim sistemleri ve gübre kullanım seviyeleri nedeniyle, farklı tahılların protein içerikleri için karşılaştırmalı değerler elde etmek zordur. Bununla birlikte, bildirilen değerlerin dikkate alınması, türler içinde ve arasında nispeten küçük farklılıkların bulunduğunu ve bunların çevresel faktörler tarafından güçlendirildiğini göstermektedir (Shewry, P. R., 2007). Yetiştirme ve hasat koşulları, nihai içeceklerin özellikleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bölge ve yetiştirme ortamı, bitki bazlı sütün özelliklerine önemli katkılarda bulunmaktadır. İklim, toprak ve çevredeki bitki örtüsündeki değişiklikler, bitkileri hafifçe değiştirir ve en uygun nihai ürünleri yaratmak için tanımlanmaları gerekir. Hasatın ardından işleme öncesindeki depolama koşulları, tahılların, baklagillerin, sert kabuklu yemişlerin ve tohumların süte işlenmeden önce oksitlenmemesini veya kalitelerinin bozulmamasını sağlamak açısından çok önemlidir. Bazı durumlarda, örneğin yulaf sütü için nişastaları hidrolize etmek amacıyla bu adımda veya ıslatma adımında enzimler eklenebilir (McHugh, T., 2018). Hayvansal proteinlerin protein kalitesi, özellikle bitkisel proteinler, fındık ve tahıllardan önemli ölçüde daha yüksektir, bunun nedeni çoğu vazgeçilmez amino asidin daha yüksek içeriğidir. Baklagil proteininin kalitesi tahıldan daha yüksektir ve neredeyse bazı hayvansal proteinlerin (sığır eti) kalitesine ulaşır, ancak inek sütünden daha düşüktür (Boye, J. vd., 2012). Genel olarak süt, peynir altı suyu, kazein, yumurta ve sığır eti gibi çoğu hayvansal protein kaynağının PDCAAS değeri 1,00 veya çok yakındır. Bu nedenle, genellikle insan büyümesi ve gelişimi için vazgeçilmez amino asit gereksinimlerini destekleyen eksiksiz protein kaynakları olarak kabul edilirler. Bununla birlikte, bitkisel proteinler bir veya daha fazla vazgeçilmez amino asidin yetersiz seviyelerine sahip olabilir (Hertzler, S. R. vd., 2020). Bu nedenle, bu çalışmada protein kalitesini karşılaştırabilmek amacıyla bitkisel sütlere referans besin

olarak tam yağlı inek sütü, bitkisel peynirlere referans besin olarak ise tam yağlı beyaz peynir seçilmiştir.

Sarwar'ın yaptığı çalışmada (1997); soya protein izolatının PDCAAS değeri %62 olup sınırlayıcı amino asiti ise kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) bulunmuştur. Mevcut çalışmada ise tofu (soya fasulyesi peyniri)'nin PDCAAS değeri %58,9 olup sınırlayıcı amino asiti kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) bulundu. İki çalışma birbirine benzer sonuçlar göstermiştir. Bitkisel sütlerde ise soya sütü, şekersiz, sade, raf ömrü uzun olanın PDCAAS değeri %88,3; soya sütü, tatlandırılmış, sade, buzdolabında saklanmış olanın PDCAAS değeri ise %79,8 olup, her ikisinin de sınırlayıcı amino asiti valin bulunmuştur. Bunun sebebi ise bitkisel sütler üretilirken ana besine ek başka malzemeler eklenebilir, dolayısıyla derişimi değişebilir, ürünün kompozisyonuna ve ürünü elde ederken uygulanan işleme koşullarına bağlı olabilir.

Sarwar ve arkadaşının yaptığı başka bir çalışmada (1989); nohutun PDCAAS değeri %55, sınırlayıcı amino asiti triptofan bulunmuştur. Mercimeğin PDCAAS değeri ise %52 olup kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) sınırlayıcı amino asitleridir. Mevcut çalışmada ise nohut peynirinin PDCAAS değeri %64, sınırlayıcı amino asiti kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) ve mercimek peynirinin ise PDCAAS değeri %49,3 olup triptofan sınırlayıcı amino asiti bulunmuştur. Buradaki farklılığa ise tarımsal faaliyetler ve ürünlerin yetiştirildiği coğrafi koşullar neden olmuş olabilir.

Iqbal ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2006); nohutta en sınırlayıcı amino asitlerin S içeren amino asitler olduğu; buna karşın, mercimek ve bezelyede triptofanın en eksik olduğu görülmüş. Mevcut çalışma ile mercimek peynirinin sınırlayıcı amino asiti aynı bulunmuştur.

Hu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2010); pirincin PDCAAS değeri %53,22 ve sınırlayıcı amino asiti triptofan bulunmuştur. Mevcut çalışmada pirinç sütünün PDCAAS değeri %27,84 olup sınırlayıcı amino asiti valin bulunmuştur. Pirinç ve pirinç sütü arasındaki protein kalitesindeki farklılık, pirinç sütünün üretim sürecinde pirincin çoğu katı kısmının süzülmesiyle protein miktarının ve amino asit içeriğinin azalmasından kaynaklanabilir. Ayrıca ticari pirinç sütlerinde genellikle düşük oranda pirinç bulunur ve katkı maddeleri kullanılır; bu da kaliteyi yapay olarak değiştirebilir. Isıl işlemler de protein yapısını etkileyerek sindirilebilirliği düşürebilir.

Ahrens ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2005); bademin PDCAAS değeri %22 ve sınırlayıcı amino asiti kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) bulunmuştur. Mevcut çalışmada ise badem sütü (şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış)'nün PDCAAS değeri %8,3 olup sınırlayıcı amino asiti kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) bulunmuş ve literatürle benzer sonuç göstermiştir. Badem sütü (ilave kalsiyum ile)'nün PDCAAS değeri %0 olup sınırlayıcı amino asitleri ise histidin, izolösin, lizin ve triptofan bulundu. Her iki çalışmada da bademin protein kalitesi düşük bulunmuştur. Badem ve badem sütüne ait farklı çalışmalarda protein kalitesine dair elde edilen sonuçların değişkenlik göstermesi, hem kullanılan analiz yöntemlerinden hem de ürünün üretim ve içerik farklılıklarından kaynaklanabilir. Protein kalitesini değerlendirmede kullanılan yöntemler farklı kriterlere dayandığından, sonuçların karşılaştırılabilirliğini zorlaştırır. Ayrıca sindirilebilirliğin in vitro ya da in vivo yöntemlerle ölçülmesi de sonuçları etkileyebilir. Badem sütü üretiminde süzme işlemi sırasında proteinin büyük bir kısmı uzaklaştırıldığından, özellikle esansiyel amino asit içeriği azalır. Isıl işlemler de protein yapısını bozarak biyoyararlanımı düşürebilir. Son olarak, kullanılan referans proteinin türü de kalite skorlarında farklılığa yol açabilir. Kalsiyumla zenginleştirilmiş badem sütünde protein kalitesinin daha düşük bulunması, birkaç faktöre bağlı olabilir. Öncelikle, kalsiyum takviyesi protein miktarını ya da amino asit dengesini iyileştirmez; yalnızca mineral içeriğini artırır. Ayrıca, bazı durumlarda kalsiyumun proteinlerle etkileşime girerek sindirilebilirliği azaltabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, bu tür zenginleştirilmiş ürünlerde genellikle badem oranı oldukça düşüktür; ürünün kıvamı ve stabilitesi için daha fazla su, katkı ve takviye maddesi kullanılır. Bu da toplam protein içeriğini azaltarak kalite skorlarını olumsuz yönde etkileyebilir.

Mathai ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2017); buğdayın PDCAAS değeri %51 ve sınırlayıcı amino asiti lizin bulunmuştur. Mevcut çalışmada durum buğdayının PDCAAS değeri %39,1 olup sınırlayıcı amino asiti lizin bulunmuştur. Her iki çalışmada da buğdayın sınırlayıcı amino asiti aynı bulunmuştur. Buğdayın protein kalitesine dair farklı sonuçlar elde edilmesi, hem buğday türü ve yetiştirme koşullarındaki farklılıklardan hem de kullanılan analiz yöntemlerinden kaynaklanabilir. Buğdayın gluten ağırlıklı protein yapısı, lizin gibi bazı esansiyel amino asitler açısından sınırlayıcıdır. Ayrıca, PDCAAS ve DIAAS gibi farklı protein kalite değerlendirme yöntemlerinin kullanılması, sindirilebilirlik ve referans protein

farkları nedeniyle sonuçlarda çeşitliliğe yol açmaktadır. Buna ek olarak, buğdayda bulunan fitik asit gibi antinutrient bileşikler de protein emilimini azaltarak kaliteyi düşürebilir.

Abelilla ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2018); yulafın PDCAAS değeri %43 ve sınırlayıcı amino asiti aromatik amino asitler (fenilalanin + tirozin) bulunmuştur. Mevcut çalışmada yulaf peynirinin PDCAAS değeri %40,59 olup sınırlayıcı amino asiti histidin bulunmuştur. Bitkisel sütlerde ise yulaf sütü (şekersiz, sade, buzdolabında saklanmış)'nın PDCAAS değeri %79,3 olup sınırlayıcı amino asiti treonin bulunmuştur. Yulaf sütü (ilave kalsiyum ve vitaminlerle)'nün ise PDCAAS değeri %0 olup sınırlayıcı amino asitleri histidin ve izolösin bulunmuştur. İlave kalsiyum ve vitaminler eklenmiş yulaf sütünün protein kalitesinin sade yulaf sütüne kıyasla daha düşük bulunmasının nedeni, formülasyondaki seyrelme işlemidir ve bu takviyelerin protein içeriğini veya amino asit profilini iyileştirmemeleridir. İlave kalsiyum ve vitaminler, sadece belirli besin öğelerini artırırken, yulafın protein yapısına veya sindirilebilirliğine katkı sağlamaz. Isıl işlem ve süzme aşamaları sırasında yulafın doğal proteinlerinin bir kısmı kaybolur ve bu da protein kalitesini düşürür. Sade yulaf sütü, genellikle daha fazla yulaf içerdiği için protein kalitesi daha yüksek olabilir, ancak ilave edilen takviyeler bu kaliteyi artırmaz.

Naves ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2011); mısırın PDCAAS değeri %60 ve sınırlayıcı amino asiti belirtilmemiştir. Mevcut çalışmada mısır peynirinin PDCAAS değeri %43,9 olup sınırlayıcı amino asiti lizin bulunmuştur. Mısırın protein kalitesindeki farklılıklar, kullanılan mısır çeşidi, yetiştirme koşulları, amino asit profili, işleme yöntemleri ve analizde kullanılan değerlendirme kriterlerinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Koşkulunun yaptığı bir çalışmada (2022); Yer fıstığının PDCAAS değeri %72 olup, sınırlayıcı amino asitleri ise kükürtlü amino asitler (metiyonin ve sistein); fıncığın PDCAAS değeri %50 olup sınırlayıcı amino asiti treonin olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada fermente edilmiş yer fıstığı sütünün PDCAAS değeri %84,8 olup sınırlayıcı amino asiti lösin; fıncık sütünün PDCAAS değeri %6,23 olup sınırlayıcı amino asiti lizin bulunmuştur. Fermentasyon işlemi hem sindirimi artıran biyokimyasal değişiklikler yapar hem de proteinlerin vücut tarafından daha verimli kullanılmasını sağlar. Bu da fermente yer fıstığı sütünün protein kalitesini, doğrudan yer fıstığına

kıyasla daha yüksek hâle getirebilir. Fındık ise, belirli miktarda kaliteli protein ve esansiyel amino asitler içeren besleyici bir kuruyemiştir. Ancak fındık sütü üretiminde, protein içeren posa ve katı kısımlar süzülerek uzaklaştırıldığından, hem protein miktarı hem de amino asit içeriği önemli ölçüde azalır. Ticari fındık sütleri genellikle çok düşük oranda fındık içerdiğinden proteince fakirdir. Ayrıca ısı işlemler protein yapısını değiştirerek sindirilebilirliği azaltabilir. Fındıkta bulunan bazı antinutrientler de protein emilimini sınırlayabilir. Bu nedenlerle fındık sütü, fındığa kıyasla daha düşük protein kalitesine sahip olabilir.

Hertzler ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2020); sütün PDCAAS değeri 1 ve sınırlayıcı amino asitinin olmadığı bulunmuştur. Sırasıyla PDCAAS değerleri ve sınırlayıcı amino asitleri; kinoanın %77, lizin; bezelyenin %78, kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein); baklanın %60, kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) bulunmuştur. Mevcut çalışmada inek sütünün PDCAAS değeri %99,75 olup sınırlayıcı amino asiti kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) bulunmuştur. Kinoanın PDCAAS değeri %17,84 olup sınırlayıcı amino asiti valin bulunmuştur. Bezelye protein konsantresinin PDCAAS değeri %56,7 olup sınırlayıcı amino asiti literatürle aynı olarak kükürtlü amino asitler (metiyonin + sistein) bulunmuştur. Baklanın PDCAAS değeri %84,5 olup sınırlayıcı amino asiti triptofan bulunmuştur. Kinoanın protein miktarı ve amino asit bileşimi, yetiştiği çevresel koşullara bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterebilir. İklim, toprak özellikleri, su kaynaklarının durumu ve kullanılan gübreleme yöntemleri, bitkinin protein sentez kapasitesini ve içerdiği esansiyel amino asit oranlarını etkileyebilir. Ayrıca, kinoanın genetik çeşitliliği de bu farklılıkların bir diğer nedenidir; örneğin beyaz, kırmızı ve siyah kinoa gibi farklı çeşitler, birbirinden farklı amino asit profillerine sahip olabilir. Bu çeşitler arasındaki biyolojik ve kimyasal yapı farkları, elde edilen protein kalite skorlarında değişikliklere yol açabilir. Bezelyede ise, toprağın verimliliği, sulama, iklim koşulları veya kullanılan bezelye çeşitinden kaynaklanabilir.

Zeinatulina ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2025); hindistan cevizi bazlı ürünlerde PDCAAS değerleri 0,52 ila 0,65 arasında değişmiş ve lösin ve lizin ilk sınırlayıcı amino asitler olarak tanımlanmıştır. Mevcut çalışmada ise hindistan cevizi sütünün sınırlayıcı amino asiti izolösin bulunmuş, PDCAAS değeri %41 hesaplanmıştır. Literatürdeki sonuçla yapılan çalışma arasındaki farklılığın nedenleri,

Hindistan cevizinin türü, formu (süt veya un hali gibi farklılıklar), analiz yöntemi, emilim ve sindirim farklılıkları ile işlenme şeklindeki farklılıklar olabilir.

Vrřková ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2013); karabuğdayın protein kalitesi %55,41 olarak bulunmuş. Mevcut çalışmada ise karabuğdayın PDCAAS değeri %73,1 ve sınırlayıcı amino asiti lizin bulunmuştur. Literatür ve mevcut çalışma arasındaki protein kalitesindeki farklılıklar, karabuğdayın türü, yetiştirme koşulları, ısı ve fermantasyon gibi işleme yöntemlerinden kaynaklanabilir.

Referans besin olarak seçilen beyaz peynirin protein kalitesi bitkisel protein kaynaklarından olan bakla protein izolatının protein kalitesinden düşük bulunmuştur. Protein kalitesi protein miktarından bağımsızdır. Bu çalışma düşük protein içeren bitkisel ürünlerin hayvansal ürünlerle kıyaslandığında bile daha yüksek kalitede bir protein içerdiğini ortaya koymuştur.

Yapılan çalışmada tahıl bazlı bitkisel süt ve bitkisel peynirlerde literatüre benzer şekilde genellikle sınırlayıcı amino asiti lizin bulunmuştur.

Yapılan çalışma ve literatürdeki benzer çalışmalar arasında rastlanan PDCAAS değeri ve sınırlayıcı amino asit değerleri arasındaki farklılıkların sebepleri; bitkilerin genetik yapısındaki çeşitlilikler, farklı agronomik faktörler, bitkiler yetiştirilirken uygulanan uygulamalar, işlenme methodlarındaki farklılıklar, pişirme ve saklama yöntemleri, bitkilerin ekildiği coğrafi konum, ekolojik faktörler, hesaplama sırasında literatürden alınan sindirilebilirlik faktöründeki farklılıklar ve diğer birçok faktör neden olmuş olabilir.

Yapılan çalışmada bitkisel sütlerin ortalama protein miktarı 3.1 g protein/100 g besin olarak bulunmuştur. ortalama PDCAAS değerleri ise %46,5 bulunmuştur. Bitkisel peynirlerin ortalama protein miktarı 14.2 g protein/100 g besin olarak bulunmuştur. ortalama PDCAAS değerleri ise %52,7 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre bitkisel peynirlerin ortalama olarak içerdikleri protein miktarları ve PDCAAS değerleri bitkisel sütlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bitkisel peynirlerin, bitkisel sütlere kıyasla daha yüksek protein içeriğine ve PDCAAS (Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru) değerine sahip olmasının birkaç temel nedeni olabilir. Öncelikle bitkisel peynirler, bitkisel sütlerin yoğunlaştırılmasıyla elde edilir; bu süreç suyun uzaklaştırılmasını sağlayarak proteinin daha yoğun bir biçimde üründe kalmasına neden olur. Öte yandan, badem, pirinç veya yulaf gibi bitkisel sütler

genellikle büyük oranda sudan oluştuğu için protein içerikleri düşüktür. Tüm bu nedenler, bitkisel peynirlerin protein kalitesi ve miktarı açısından bitkisel sütlerden daha avantajlı olmasını sağlayabilir.

En yüksek PDCAAS değeri, bitkisel sütlerden %88,3 ile şekeriz soya sütünden, bitkisel peynirlerden ise %84,5 ile bakladan elde edilmiştir. Protein kaliteleri diğerlerine göre daha yüksek olduğu için vegan ve vejetaryen bireylere bitkisel süt olarak şekeriz soya sütü, bitkisel peynir olarak ise bakladan üretilmiş peynir tüketmeleri tavsiye edilebilir.

İnek sütü alerjisi ve intöleransı olan bireylere sıklıkla kalsiyum eksikliğine ratlanabilir. Kalsiyumla zenginleştirilmiş bitkisel sütler ve bitkisel peynirler bu bireylerin diyetlerinde tercih ve tavsiye edilebilir.

İnek sütü, içerdiği tam protein profili ve yüksek sindirilebilirliği sayesinde PDCAAS ve DIAAS gibi protein kalite indekslerinde 1.0 veya üzerine ulaşabilmektedir. Bitkisel sütler ise çoğunlukla sınırlayıcı aminoasit içerikleri, anti-besin öğeleri ve düşük protein konsantrasyonları nedeniyle daha düşük skorlar alır. Bu nedenle protein kalitesi açısından hayvansal sütler genellikle bitkisel sütlere göre avantajlı hale gelir.

Bitkisel sütlerin protein kalitesinin yükseltilebilmesi için zenginleştirme yapılabilir. Örneğin soya veya bakla proteini gibi izole protein eklenebilir.

Bitkisel sütlerin protein kalitesini artırmak için çeşitli besleme ve işleme teknikleri kullanılabilir. Aminoasit dengesini sağlamak adına, farklı bitki kaynaklarının birlikte kullanılması yaygın bir yöntemdir; örneğin tahıl ve baklagil proteinlerinin kombinasyonu sınırlayıcı aminoasitleri dengeleyebilir. Bunun yanı sıra, bitkisel sütlere soya veya bakla gibi yüksek kaliteli bitki proteinlerinin izolat veya konsantre formlarının eklenmesiyle hem protein miktarı hem de biyolojik değer yükseltilebilir. Fermentasyon, anti-besin öğelerini azaltarak sindirilebilirliği artırırken, bazı aminoasitlerin emilimini de iyileştirebilir. Islatma, filizlendirme ve ısı işlem gibi geleneksel ön işlemler, sindirim sistemine daha uygun protein yapılarının oluşmasına yardımcı olur. Ayrıca, biyoteknolojik yollarla aminoasit içeriği geliştirilmiş bitkisel kaynakların kullanımı da önemli bir iyileştirme yöntemidir. Tüm bu yaklaşımlar bir arada değerlendirildiğinde, bitkisel sütlerin besin kalitesi artırılarak hayvansal sütlerle daha karşılaştırılabilir hale getirilebilir.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte, bitkisel kaynaklı besinlerin tüketimi yaygınlaşmaktadır. İnek sütü alerjisi bulunanlar, vegan veya vejeteryen beslenenler, protein kısıtlaması gerektiren diyet tedavileri uygulayanlar, daha çevreci olması nedeniyle bitkisel kaynaklı ürünleri tercih eden kişiler beslenmede inek sütüne alternatif olarak bitkisel süt ve süt ürünlerine yer vermektedirler.

Bitkisel protein kaynakları hayvansal protein kaynaklarına kıyasla, elzem aminoasit yönünden kısıtlıdır. Tıbbi beslenme tedavisi uygulanırken protein miktarının beraberinde aminoasit kompozisyonunun da iyi değerlendirilmesi gerekir. Çalışma sonucunda her bir bitkisel sütün ve bitkisel peynirin protein kalitesi ve içerdiği temel aminoasit çeşitleri referans besin ile karşılaştırılmış ve protein kaliteleri tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Hayvansal kaynaklı besin tüketemeyenler için bitkisel sütler ve bitkisel peynirler iyi birer alternatiftir.
- Gelecek için daha sürdürülebilir bir çevre ve sağlıklı yaşamı desteklemek adına bitkisel kaynaklı besinlerin tüketimi önemlidir.
- Protein ve elzem amino asit gereksinimini karşılamak için tamamlayıcı proteinlerin tek öğünde değil tüm gün ve bitkisel kaynaklı farklı besin gruplarının kombinasyonlarıyla karışık tüketim yapılarak günlük ihtiyaçların karşılanması tavsiye edilebilir. Kurubaklagiller, tahıllar ve diğer protein kaynaklarıyla (et, süt ürünleri, sebzeler vb.) bir arada tüketilirse birbirinin eksik kalan elzem amino asitlerini tamamlayabilir.
- Hayvansal kaynaklı proteinlerin fazla tüketilmesi kardiyovasküler hastalık riskini arttırdığından dolayı bitkisel kaynaklı proteinlerle birlikte dengeli bir beslenme örüntüsü hastalıklardan korunma, sağlığın devamlılığı ve büyümeyi desteklemek açısından gereklidir.
- Doğuştan metabolik hastalığı olanlar, diyalize giren böbrek hastaları ve kusurlu üre döngüsü olan hastalarda protein kısıtlı diyet uygulanması gerektiğinden, veya hastalığın türüne göre esansiyel amino asit takviyesi

uygulanması gerekenlerde bu araştırmanın sonuçları göz önünde bulundurularak beslenme planlarının oluşturulması tavsiye edilir.

- Glütensiz olan yalancı tahıllar (karabuğday, kinoa, amarant vb.) çölyak hastalığına sahip bireylerde hastalığın tedavisinde kullanılabilecek iyi birer alternatiftir.
- Vegan vejetaryen beslenen bireylerde, laktoza karşı alerji, intölerans veya hassasiyet gelişmiş olan bireylerde bitkisel sütler ve bitkisel peynirler hayvansal kaynaklı olanlara göre iyi birer alternatiftir.
- Tiroid hormonlarının sentezinde tirozin amino asiti kullanıldığından dolayı çalışmamızda tirozin eksikliğine rastlanmamış olduğundan, bitkisel sütler ve bitkisel peynirler hayvansal kaynaklı olanlara göre iyi birer alternatiftir.
- Ekolojik ayak izi, karbon ayak izini kapsamaktadır. Ekolojik ayak izine göre bitkisel beslenme daha faydalı olsa da karbon ayak izine göre hayvansal kaynaklı beslenmeye göre bitkisel beslenmenin avantajı belirsizdir.
- Histidin çocuklar için esansiyel olduğundan çalışma sonucunda sınırlayıcı amino asiti histidin bulunan yulaf sütü (ilave kalsiyum ve vitaminlerle), badem sütü (ilave kalsiyum ile) ve yulaf peynirinin çocuklarda tüketilmemesi tavsiye edilir.
- Bu çalışmadan elde edilen veriler beslenmede bitkisel kaynaklı süt ve bitkisel kaynaklı peynir tercih eden bireylerin günlük protein gereksiniminin değerlendirilmesinde ve tıbbi beslenme tedavisi planlarının oluşturulmasında göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abelilla, J. J., Liu, Y. & Stein, H. H. (2018). Digestible İndispensable Amino Acid Score (DIAAS) and Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) in Oat Protein Concentrate Measured in 20-to 30-kilogram Pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 410-414.
- 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), 947.
- Ahrens, S., Venkatachalam, M., Mistry, A. M., Lapsley, K. & Sathe, S. K. (2005). Almond (*Prunus Dulcis L.*) Protein Quality. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 123-128.
- Akram, M., Asif, H. M., Uzair, M., Akhtar, N., Madni, A., Shah, S. A. & Ullah, A. (2011). Amino acids: A review article. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 3997-4000.
- Aktaş, N. & Özdoğan, Y. (2016). Gıda ve Beslenme Okuryazarlığı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 146-153.
- Altay, İ. S. (2014). Beslenmede proteinin yeri ve protein ağırlıklı beslenme. *Türkiye Klinikleri Pediatric Sciences-Special Topics*, 10(3), 18-22.
- Aydın, G. E. (2017). Sağlıklı bireyler için temel beslenme el kitabı. *İstanbul: Türk Böbrek Vakfı*.
- Barrett, G. (Ed.). (2012). *Chemistry and Biochemistry of the Amino Acids*. Springer Science & Business Media.
- Baysal, A. (2004). *Beslenme*. Hatiboğlu Yayınevi.
- Baysal, A. (2014). *Beslenme*. Hatipoğlu Yayınevi
- Belitz, H. D., Grosch, W. & Schieberle, P. (2009). Cereals and Cereal Products. *Food Chemistry*, 670-745.
- Belitz, H. D., Grosch, W. & Schieberle, P. (2009). Milk and Dairy Products. *Food Chemistry*, 498-545.

- Boulter, D., Evans, I. M. & Thompson, A. (1976). Screening for Protein Quality in Legumes. *Qualitas Plantarum*, 26, 107-119.
- 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(S2), S183-S211.
- Brufau, G., Boatella, J. & Rafecas, M. (2006). Nuts: Source of Energy and Macronutrients. *British Journal of Nutrition*, 96(S2), S24-S28.
- Campbell, I. T. (2006). Regulation of Intermediary Metabolism. In *Foundations of Anesthesia* (Pp. 783-793). Mosby.
- Chalupa-Krebszdek, S., Long, C. J. & Bohrer, B. M. (2018). Nutrient Density and Nutritional Value of Milk and Plant-Based Milk Alternatives. *International Dairy Journal*, 87, 84-92.
- Choi, B. H. & Coloff, J. L. (2019). The Diverse Functions of Non-Essential Amino Acids in Cancer. *Cancers*, 11(5), 675.
- Chou, C. J., Affolter, M. & Kussmann, M. (2012). A Nutrigenomics View of Protein Intake: Macronutrient, Bioactive Peptides and Protein Turnover. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 108, 51-74.
- Consultation, F. E. (2011). Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition. *FAO Food Nutr. Pap*, 92, 1-66.
- Craig, W. J. (2009). Health effects of vegan diets. *The American journal of clinical nutrition*, 89(5), 1627S-1633S.
- Craig, W. J., Mangels, A. R., & Brothers, C. J. (2022). Nutritional profiles of non-dairy plant-based cheese alternatives. *Nutrients*, 14(6), 1247.
- Crittenden, R. G., & Bennett, L. E. (2005). Cow's milk allergy: a complex disorder. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(sup6), 582S-591S.
- Croguennec, T., Jeantet, R. & Schuck, P. (2016). From Milk to Dairy Products. *Handbook of Food Science and Technology 3: Food Biochemistry and Technology*, 1-63.
- Cummings, J. H. & Stephen, A. M. (2007). Carbohydrate Terminology and Classification. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(1), S5-S18.
- Dabbagh, J. (2024). Hemodiyaliz Hastaları için Hazırlanan Örnek Diyetlerin Protein

- Kalitesinin Belirlenmesi (Master's Thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Dağ, A. & Coşkun, A. (2022). Sağlıklı Beslenmede Protein Alımının Önemi. *Türkiye Klinikleri Nutrition and Dietetics-Special Topics*, 8(1), 1-6.
- 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 & Technology*, 119, 428-442.
- Demirkol, D. M. & Haydaroğlu, M. (2018). Çocuk ve Gencin Beslenmesinde Tahıl, Yalancı-Tahıl ve Kuru Baklagillerin Protein.
- Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van De Walle, D., Courtens, T. M. & Gellynck, X. (2008). Nutritional Value of Bread: Influence of Processing, Food Interaction and Consumer Perception. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 243-257.
- Dobson, S., & Marangoni, A. G. (2023). Methodology and development of a high-protein plant-based cheese alternative. *Current Research in Food Science*, 7, 100632.
- Dünya Sağlık Örgütü – WHO. (2007). İnsan Beslenmesinde Protein ve Amino Asit Gereksinimleri: Ortak bir FAO/WHO/UNU Uzman Konsültasyonunun Raporu (WHO Teknik Rapor Serisi, No. 935). Cenevre: WHO.
- Ei, S. N. & Kavas, A. (1996). Determination of Protein Quality of Rainbow Trout (*Salmo İrideus*) by İn Vitro Protein Digestibility—Corrected Amino Acid Score (PDCAAS). *Food Chemistry*, 55(3), 221-223.
- Erbersdobler, H. F., Barth, C. A. & Jahreis, G. (2017). Legumes in Human Nutrition. Nutrient Content and Protein Quality of Pulses. *Ernährungs Umschau*, 64(9), 134-139.
- Ersoy, G. & Hasbay, A. (2006). Sporcu Beslenmesi. Sinem Matbaacılık.
- Esmer, B., Hepsağ, F. & Hayoğlu, İ. (2024). Bitkisel Proteinler ve Et Alternatifi Olarak Kullanımı. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4), 1913-1932.
- Estell, M., Hughes, J., & Grafenauer, S. (2021). Plant protein and plant-based meat alternatives: Consumer and nutrition professional attitudes and perceptions. *Sustainability*, 13(3), 1478.

- Fan, M., Wei, T., Lu, X., Liu, M., Huang, Y., Chen, F. & Li, J. (2023). Comprehensive Quality Evaluation of Plant-Based Cheese Analogues. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(13), 6595-6604.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2013) Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. Rome, Italy. Issn 0254-4725.
- FAO. (2013) Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition: Report of an FAO Expert Consultation; FAO: Auckland, New Zealand
- Fehér, A., Gazdecki, M., Véha, M., Szakály, M., & Szakály, Z. (2020). A Comprehensive Review of the Benefits of and the Barriers to the Switch to a Plant-Based Diet. *Sustainability*, 12(10).
- Flom, J. D., & Sicherer, S. H. (2019). Epidemiology of cow's milk allergy. *Nutrients*, 11(5), 1051.
- Flynn, N. E., Shaw, M. H. & Becker, J. T. (2020). Amino Acids in Health and Endocrine Function. *Amino Acids in Nutrition and Health: Amino Acids in Systems Function and Health*, 97-109.
- Freitas, J. B., Fernandes, D. C., Czedler, L. P., Lima, J. C. R., Sousa, A. G. & Naves, M. M. V. (2012). Edible Seeds and Nuts Grown in Brazil as Sources of Protein for Human Nutrition. *Food & Nutrition Sciences*, 3(6).
- Frida: Fødevaredata (frida.fooddata.dk), Version 5.3, 2024, Fødevareinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet. [Online]. Retrieved from <https://frida.fooddata.dk/> (Erişim Tarihi: 16.01.2025)
- Gaucheron, F. (2011). Milk and Dairy Products: A Unique Micronutrient Combination. *Journal of the American College of Nutrition*, 30(Sup5), 400S-409S.
- Genet, B. M., Sedó Molina, G. E., Wätjen, A. P., Barone, G., Albersten, K., Ahrné, L. M. & Bang-Berthelsen, C. H. (2023). Hybrid cheeses—supplementation of cheese with plant-based ingredients for a tasty, nutritious and sustainable food transition. *Fermentation*, 9(7), 667.
- Glick-Bauer, M., & Yeh, M. C. (2014). The health advantage of a vegan diet: exploring the gut microbiota connection. *Nutrients*, 6(11), 4822-4838.

- González, J., Andrés, S., Alvir, M. R. & Rodríguez, C. A. (2001). Rumen Degradability and Intestinal Digestibility of Coconut Meal. *Animal Research*, 50(3), 201-204.
- Gorissen, S. H., Crombag, J. J., Senden, J. M., Waterval, W. H., Bierau, J., Verdijk, L. B. & Van Loon, L. J. (2018). Protein Content and Amino Acid Composition of Commercially Available Plant-Based Protein Isolates. *Amino Acids*, 50, 1685-1695.
- Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Laskowski, W. & Czeczotko, M. (2019). Milk and Dairy Products and Their Nutritional Contribution to the Average Polish Diet. *Nutrients*, 11(8), 1771.
- Grossmann, L., & McClements, D. J. (2021). The science of plant-based foods: Approaches to create nutritious and sustainable plant-based cheese analogs. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 207-229.
- Grummt, I. (2006). Actin and Myosin as Transcription Factors. *Current Opinion in Genetics & Development*, 16(2), 191-196.
- Güven, A. (2018). Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu.
- Han, S. W., Chee, K. M. & Cho, S. J. (2015). Nutritional Quality of Rice Bran Protein in Comparison to Animal and Vegetable Protein. *Food Chemistry*, 172, 766-769.
- Hargreaves, S. M., Rosenfeld, D. L., Moreira, A. V. B., & Zandonadi, R. P. (2023). Plant-based and vegetarian diets: an overview and definition of these dietary patterns. *European journal of nutrition*, 62(3), 1109-1121.
- Havemeier, S., Erickson, J. & Slavin, J. (2017). Dietary Guidance for Pulses: The Challenge and Opportunity to be Part of Both the Vegetable and Protein Food Groups. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1392(1), 58-66.
- Heine, R. G., AlRefaee, F., Bachina, P., De Leon, J. C., Geng, L., Gong, S. & Rogacion, J. M. (2017). Lactose intolerance and gastrointestinal cow's milk allergy in infants and children—common misconceptions revisited. *World Allergy Organization Journal*, 10, 1-8.
- Hertzler, S. R., Lieblein-Boff, J. C., Weiler, M. & Allgeier, C. (2020). Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients*, 12(12), 3704.

- Hoffman, J. R. & Falvo, M. J. (2004). Protein–Which is Best?. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 118.
- Hou, Y. & Wu, G. (2017). Nutritionally Nonessential Amino Acids: A Misnomer in Nutritional Sciences. *Advances in Nutrition*, 8(1), 137-139.
- Hou, Y. & Wu, G. (2018). Nutritionally Essential Amino Acids. *Advances in Nutrition*, 9(6), 849-851.
- Hou, Y., Yin, Y. & Wu, G. (2015). Dietary Essentiality of “Nutritionally Non-Essential Amino Acids” for Animals and Humans. *Experimental Biology and Medicine*, 240(8), 997-1007.
- Hu, Y., Li, M., Piao, J. & Yang, X. (2010). Nutritional Evaluation of Genetically Modified Rice Expressing Human Lactoferrin Gene. *Journal of Cereal Science*, 52(3), 350-355.
- Huang, S., Wang, L. M., Sivendiran, T. & Bohrer, B. M. (2018). Amino Acid Concentration of High Protein Food Products and an Overview of the Current Methods used to Determine Protein Quality. *Critical Reviews in Food Science And Nutrition*, 58(15), 2673-2678.
- Hughes, G. J., Ryan, D. J., Mukherjea, R. & Schasteen, C. S. (2011). Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores (PDCAAS) for Soy Protein Isolates and Concentrate: Criteria for Evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(23), 12707-12712.
- Hurrell, R. F. (2003). Influence of Vegetable Protein Sources on Trace Element and Mineral Bioavailability. *The Journal of Nutrition*, 133(9), 2973S-2977S.
- Iqbal, A., Khalil, I. A., Ateeq, N. & Khan, M. S. (2006). Nutritional Quality of Important Food Legumes. *Food Chemistry*, 97(2), 331-335.
- J Ryan, P., Riechman, S. E., Fluckey, J. D. & Wu, G. (2021). Interorgan Metabolism of Amino Acids in Human Health and Disease. *Amino Acids in Nutrition and Health: Amino Acids in Gene Expression, Metabolic Regulation, and Exercising Performance*, 129-149.
- Kamei, Y., Hatazawa, Y., Uchitomi, R., Yoshimura, R. & Miura, S. (2020). Regulation of Skeletal Muscle Function by Amino Acids. *Nutrients*, 12(1), 261.
- Karabudak, E. (2012). *Vejetaryen Beslenmesi*. Ankara: Sağlık Bakanlığı.

- Key, T. J., Appleby, P. N., & Rosell, M. S. (2006). Health effects of vegetarian and vegan diets. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65(1), 35-41.
- Kiely, M. E. (2021). Risks and benefits of vegan and vegetarian diets in children. *Proceedings of the Nutrition Society*, 80(2), 159-164.
- Kliem, K. E. & Givens, D. I. (2011). Dairy Products in the Food Chain: Their Impact on Health. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2(1), 21-36.
- Koşkulu, R. (2022). Türkömp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanındaki Tahıl, Kuru Baklagil Ve Yağlı Tohumların Protein Kalitesinin Belirlenmesi ve Sağlıklı Beslenme Açısından Değerlendirilmesi (Master's Thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Köseoğlu, S. Z. A. (2019). Bazı tahıl ürünlerinin protein kalite indeksinin protein sindirilebilirliği–düzeltmiş amino asit skoru (PDCAAS) metodu ile belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 477-482.
- Kubicová, L., Predanociová, K. & Kádeková, Z. (2019). The Importance of Milk and Dairy Products Consumption as a Part of Rational Nutrition. *Slovak Journal of Food Sciences/Potravinarstvo*, 13(1).
- Kumar, V., Shukla, A. K., Sharma, P., Choudhury, B., Singh, P. & Kumar, S. (2017). Role of Macronutrient in Health. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6(3), 373-381.
- Küplülü, O. (2020). Proteinler. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi. Konu.
- Langyan, S., Yadava, P., Khan, F. N., Dar, Z. A., Singh, R., & Kumar, A. (2022). Sustaining protein nutrition through plant-based foods. *Frontiers in Nutrition*, 8, 772573.
- Larsen, P. O. (1980). Physical and Chemical Properties of Amino Acids. in *Amino Acids and Derivatives* (Pp. 225-269). Academic Press.
- Lea, P. J. & Mifflin, B. J. (1977). Amino Acid Metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol*, 28, 299-329.
- Liu, R. H. (2007). Whole Grain Phytochemicals and Health. *Journal of Cereal Science*, 46(3), 207-219.
- Liu, Z. & Barrett, E. J. (2002). Human Protein Metabolism: Its Measurement and Regulation. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 283(6), E1105-E1112.

- Lopez, M. J. & Mohiuddin, S. S. (2024). Biochemistry, Essential Amino Acids. in Statpearls [Internet]. Statpearls Publishing.
- Loveday, S. M. (2023). Protein Digestion and Absorption: The Influence of Food Processing. *Nutrition Research Reviews*, 36(2), 544-559.
- Luyt, D., Ball, H., Makwana, N., Green, M. R., Bravin, K., Nasser, S. M. & Clark, A. T. (2014). BSACI guideline for the diagnosis and management of cow's milk allergy. *Clinical & Experimental Allergy*, 44(5), 642-672.
- Macfarlane, N. G. (2018). Digestion and Absorption. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 19(3), 125-127.
- Marinangeli, C. P. & House, J. D. (2017). Potential impact of the digestible indispensable amino acid score as a measure of protein quality on dietary regulations and health. *Nutrition reviews*, 75(8), 658-667.
- Martín-Cabrejas, M. A. (2019). Legumes: An Overview.
- Mathai, J. K., Liu, Y. & Stein, H. H. (2017). Values for Digestible Indispensable Amino Acid Scores (DIAAS) for Some Dairy and Plant Proteins May Better Describe Protein Quality Than Values Calculated using the Concept for Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores (PDCAAS). *British Journal of Nutrition*, 117(4), 490-499.
- McHugh, T. (2018). How plant-based milks are processed. *Food Technol*, 72, 63-64.
- Mckevith, B. (2004). Nutritional Aspects of Cereals. *Nutrition Bulletin*, 29(2), 111-142.
- Millward, D. J. (2004). Macronutrient Intakes as Determinants of Dietary Protein and Amino Acid Adequacy. *The Journal of Nutrition*, 134(6), 1588S-1596S.
- Millward, D. J. (2012). Amino Acid Scoring Patterns for Protein Quality Assessment. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S31-S43.
- Millward, D. J., Layman, D. K., Tomé, D. & Schaafsma, G. (2008). Protein Quality Assessment: Impact of Expanding Understanding of Protein and Amino Acid Needs for Optimal Health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(5), 1576S-1581S.
- Mir, N. A., Riar, C. S. & Singh, S. (2018). Nutritional Constituents of Pseudo Cereals and Their Potential use in Food Systems: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 170-180.

- Montesano, D., Gallo, M., Blasi, F. & Cossignani, L. (2020). Biopeptides from Vegetable Proteins: New Scientific Evidences. *Current Opinion in Food Science*, 31, 31-37.
- Moore, S. S., Costa, A., Pozza, M., Vameralli, T., Niero, G., Censi, S. & De Marchi, M. (2023). How Animal Milk and Plant-Based Alternatives Diverge in Terms of Fatty Acid, Amino Acid, and Mineral Composition. *Npj Science of Food*, 7(1), 50.
- Moure, A., Sineiro, J., Domínguez, H. & Parajó, J. C. (2006). Functionality of Oilseed Protein Products: A Review. *Food Research International*, 39(9), 945-963.
- Naves, M. M. V., Castro, M. V. L. D., Mendonça, A. L. D., Santos, G. G. & Silva, M. S. (2011). Corn Germ With Pericarp in Relation to Whole Corn: Nutrient Contents, Food and Protein Efficiency, and Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score. *Food Science and Technology*, 31, 264-269.
- Neale, E. P. & Tapsell, L. C. (2020). Nuts in Healthy Dietary Patterns and Dietary Guidelines. In *Health Benefits of Nuts and Dried Fruits* (Pp. 289-312). CRC Press.
- Oğuz, N. E. & Saka, M. (2021). Egzersiz Yapan ve Yapmayan Yetişkin Kadınlarda Diyetle Alınan Proteinin Kalite ve Miktarının Kas Kütlesi ile İlişkisi. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(Beslenme Özel Sayısı), 38-52.
- Özlu, S. & Ercoşkun, H. (2021). Et ve Sağlıklı Beslenme. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (25), 15-29.
- Pekcan, G. (2008). Beslenme Durumunun Saptanması. *Diyet El Kitabı*, 726, 67-141.
- Pereira, P. M. D. C. C. & Vicente, A. F. D. R. B. (2013). Meat Nutritional Composition and Nutritive Role in the Human Diet. *Meat Science*, 93(3), 586-592.
- Poutanen, K. S., Kårlund, A. O., Gómez-Gallego, C., Johansson, D. P., Scheers, N. M., Marklinder, I. M. & Landberg, R. (2022). Grains—a Major Source of Sustainable Protein for Health. *Nutrition Reviews*, 80(6), 1648-1663.
- Prentice, A. M. (2014). Dairy Products in Global Public Health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1212S-1216S.
- Rangel, A. H. D. N., Sales, D. C., Urbano, S. A., Galvão, J. G. B., Andrade, J. C. D. , & Macêdo, C. D. S. (2016). Lactose intolerance and cow's milk protein allergy. *Food Science and Technology (Campinas)*, 36(2), 179-187.

- Read, R. S. (2002). Macronutrient Innovations and Their Educational Implications: Proteins, Peptides and Amino Acids. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 11, S174-S183.
- Rebello, C. J., Greenway, F. L. & Finley, J. W. (2014). Whole Grains and Pulses: A Comparison of the Nutritional and Health Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(29), 7029-7049.
- Ren, W., Li, Y., Yin, Y. & Blachier, F. (2013). Structure, Metabolism and Functions of Amino Acids: An Overview. *Nutritional and Physiological Functions of Amino Acids in Pigs*, 91-108.
- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2023). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*, 39(4), 2320-2351.
- Rooyackers, O. E. & Nair, K. S. (1997). Hormonal Regulation of Human Muscle Protein Metabolism. *Annual Review of Nutrition*, 17(1), 457-485.
- Rosenfeld, D. L. & Burrow, A. L. (2017). Vegetarian on purpose: Understanding the motivations of plant-based dieters. *Appetite*, 116, 456-463.
- Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F. & Carciofi, B. A. M. (2020). Plant Proteins as High-Quality Nutritional Source for Human Diet. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 170-184.
- Sanders, C., Dobson, S. & Marangoni, A. G. (2024). Influence of Protein Addition in Plant-Based Cheese. *MRS Bulletin*, 49(10), 998-1004.
- Sanz, J. M. M., Navarro, A. N., García, E. S. & López, I. S. (2019). An Overview on Essential Amino Acids and Branched Chain Amino Acids. *Nutrition and Enhanced Sports Performance*, 509-519.
- Sarwar, G. & Peace, R. W. (1986). Comparisons Between True Digestibility of Total Nitrogen and Limiting Amino Acids in Vegetable Proteins Fed to Rats. *The Journal of Nutrition*, 116(7), 1172-1184.
- Sarwar, G. (1997). The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score Method Overestimates Quality of Proteins Containing Antinutritional Factors and of Poorly Digestible Proteins Supplemented with Limiting Amino Acids in Rats. *The Journal of Nutrition*, 127(5), 758-764.

- Satterlee, L. D., Marshall, H. F., & Tennyson, J. M. (1979). Measuring protein quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(3Part1), 103.
- Savary-Auzeloux, I., Mosoni, L., Rémond, D., Dardevet, D., Boirie, Y., Stéphane Walrand, S. & Guillet, C. (2014). Protein Digestion, Absorption and Metabolism.
- Schaafsma, G. (2000). The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score. *The Journal of Nutrition*, 130(7), 1865S-1867S.
- Schaafsma, G. (2012). Advantages and Limitations of the Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) as a Method for Evaluating Protein Quality in Human Diets. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S333-S336.
- Semba, R. D., Ramsing, R., Rahman, N., Kraemer, K. & Bloem, M. W. (2021). Legumes as a Sustainable Source of Protein in Human Diets. *Global Food Security*, 28, 100520.
- Shewry, P. R. (2007). Improving the Protein Content and Composition of Cereal Grain. *Journal of Cereal Science*, 46(3), 239-250.
- Silva, A. R., Silva, M. M., & Ribeiro, B. D. (2022). Plant-based milk products. In *Future foods* (pp. 233-249). Academic Press.
- Slavin, J. (2004). Whole Grains and Human Health. *Nutrition Research Reviews*, 17(1), 99-110.
- Slavin, J. L. & Lloyd, B. (2012). Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*, 3(4), 506-516.
- Slavin, J. L., Jacobs, D. & Marquart, L. (2000). Grain Processing and Nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(4), 309-326.
- Sunny-Roberts, E. O., Otunola, E. T. & Iwakun, B. T. (2004). An Evaluation of Some Quality Parameters of a Laboratory-Prepared Fermented Groundnut Milk. *European Food Research and Technology*, 218, 452-455.
- Taşpınar, T., Güven, M. & Özer, M. E. (2023). An Overview of Plant-Based Milk Alternatives. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(3).
- Tavano, O. L., Neves, V. A., & Da Silva Júnior, S. I. (2016). In Vitro Versus In Vivo Protein Digestibility Techniques for Calculating PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score) Applied to Chickpea Fractions. *Food Research International*, 89, 756-763.

- Thorning, T. K., Raben, A., Tholstrup, T., Soedamah-Muthu, S. S., Givens, I. & Astrup, A. (2016). Milk and Dairy Products: Good or Bad for Human Health? An Assessment of the Totality of Scientific Evidence. *Food & Nutrition Research*, 60(1), 32527.
- Tome, D. (2012). Criteria and Markers for Protein Quality Assessment—a Review. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S222-S229.
- Toutirais, L., Walrand, S. & Vaysse, C. (2024). Are Oilseeds a New Alternative Protein Source for Human Nutrition?. *Food & Function*, 15(5), 2366-2380.
- Tsai, M. J., Cheng, M. C., Chen, B. Y. & Wang, C. Y. (2018). Effect of High-Pressure Processing on Immunoreactivity, Microbial and Physicochemical Properties of Hazelnut Milk. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(7), 1672-1680.
- Tuso, P. J., Ismail, M. H., Ha, B. P., & Bartolotto, C. (2013). Nutritional update for physicians: plant-based diets. *The Permanente Journal*, 17(2), 61.
- Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER) (2022). TC Sağlık Bakanlığı Yayın, (1031).
- 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: 16.01.2025)
- USDA: United States Department of Agriculture | National Nutrient Database [Online]. Retrieved from <https://www.usda.gov> (Erişim Tarihi: 16.01.2025)
- Ülker, İ. & Şanlıer, N. (2018). Fenilketonüride Beslenme ve Yeni Tedavi Yaklaşımları. *Güncel Pediatri*, 16(2), 187-198.
- Ünal, R. N., & Besler, H. T. (2008). Beslenmede Sütün Önemi. Sağlık Bakanlığı Yayın, 727.
- Ünsal, A. (2019). Beslenmenin Önemi ve Temel Besin Öğeleri. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-10.
- Visioli, F. & Strata, A. (2014). Milk, Dairy Products and Their Functional Effects in Humans: A Narrative Review of Recent Evidence. *Advances in Nutrition*, 5(2), 131-143.
- Vršková, M., Bencová, E., Foltys, V., Havrlentová, M. & Čičová, I. (2013). Protein Quality Evaluation of Naked Oat (*Avena Nuda* L.) and Buckwheat (*Fagopyrum Esculentum* Moench) By Biological Methods and Pdcaas Method. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(1), 2079-2086.

- Wagenmakers, A. J. (1998). Protein and Amino Acid Metabolism in Human Muscle. *Skeletal Muscle Metabolism in Exercise and Diabetes*, 307-319.
- Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S. & Rezzi, S. (2022). Comparison of Nutritional Composition Between Plant-Based Drinks and Cow's Milk. *Frontiers in Nutrition*, 9, 988707.
- Wolfe, R. R., Cifelli, A. M., Kostas, G. & Kim, I. Y. (2017). Optimizing Protein Intake in Adults: Interpretation and Application of the Recommended Dietary Allowance Compared with the Acceptable Macronutrient Distribution Range. *Advances in Nutrition*, 8(2), 266-275.
- Wolfe, R. R., Rutherford, S. M., Kim, I. Y., & Moughan, P. J. (2016). Protein quality as determined by the Digestible Indispensable Amino Acid Score: evaluation of factors underlying the calculation. *Nutrition reviews*, 74(9), 584-599.
- Wu, G. (2009). Amino Acids: Metabolism, Function and Nutrition. *Amino Acids*, 37, 1-17.
- Wu, G., Wu, Z., Dai, Z., Yang, Y., Wang, W., Liu, C. & Yin, Y. (2013). Dietary Requirements of "Nutritionally Non-Essential Amino Acids" by Animals and Humans. *Amino Acids*, 44, 1107-1113.
- 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. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 23(6), 8-10.
- Yerlikaya, O. & Karagözlü, C. (2008). İnsan Beslenmesinde İnek Sütü. *Türkiye*, 10, 805-808.
- Yılmaz, İ. (2023). Bitki Bazlı Gıdalar: Bitki Bazlı Gıdalar. *Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences (EJONS)*, 7(2), 257-265.
- Yücecan, S. (2008). Optimal Beslenme. Sağlık Bakanlığı Yayın, 726, 2-4.
- Zeinatulina, A., Tanilas, K., Ehala-Aleksejev, K., Viiard, E. & Kriščiunaite, T. (2025). Digestibility of protein and estimated bioavailability of mineral compounds in plant-based yoghurt alternatives. *Future Foods*, 11, 100545.
- Zhang, S., Zeng, X., Ren, M., Mao, X. & Qiao, S. (2017). Novel Metabolic and Physiological Functions of Branched Chain Amino Acids: A Review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8, 1-12.

Zingone, F., Bucci, C., Iovino, P. & Ciacci, C. (2017). Consumption of Milk and Dairy Products: Facts and Figures. *Nutrition*, 33, 322-325.



ÖZGEÇMİŞ

Rukiye Ecenur ARIKAN

A. EĞİTİM

Önlisans: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi, Aşçılık Önlisans Programı, 2023

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

B. MESLEKİ DENEYİM

2020 - Ece ERTÜRK ARIKAN Beslenme ve Diyet Danışmanlığı Merkezi

C. YAYINLAR VE BİLDİRİLER

Rukiye Ecenur ARIKAN, Elif EDE ÇİNTESUN Bitkisel Sütler ve Bitkisel Peynirlerin Protein Kalitesinin Belirlenmesi, 8th International Health Science and Life Congress, 2025.