

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

TÜRKOMP ULUSAL GIDA KOMPOZİSYON VERİ
TABANINDAKİ TAHIL, KURU BAKLAGİL VE YAĞLI
TOHUMLARIN PROTEİN KALİTESİNİN
BELİRLENMESİ VE SAĞLIKLI BESLENME
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rabia KOŞKULU

İstanbul
Mart - 2022

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

TÜRKOMP ULUSAL GIDA KOMPOZİSYON VERİ
TABANINDAKİ TAHİL, KURU BAKLAGİL VE YAĞLI
TOHUMLARIN PROTEİN KALİTESİNİN BELİRLENMESİ VE
SAĞLIKLI BESLENME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rabia KOŞKULU

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU

İstanbul
Mart – 2022

TEZ ONAYI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

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

Danışman Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU

Üye Prof. Dr. Kürşad TÜRKDOĞAN

Üye Prof. Dr. Muhittin TAYFUR

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Metin TOPRAK

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanındaki Tahıl, Kuru Baklagil ve Yağlı Tohumların Protein Kalitesinin Belirlenmesi ve Sağlıklı Beslenme Açısından Değerlendirilmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Rabia KOŞKULU

ÖN SÖZ

Araştırmamdaki her aşamada bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk Köseoğlu'na, değerli yönlendirmeleriyle her zaman destek olan kıymetli hocamız Doç. Dr. Mustafa Yaman'a, eğitim alanında dersleriyle bize vizyon katan çok değerli hocamız Prof. Dr. Mehmed Kürşad Türkdöğän'a, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen sevgili ablam Sümeyye Koşkulu Sancar'a, değerli kardeşim M. Salih Koşkulu'ya, kıymetli aileme ve değerli arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Rabia KOŞKULU
İstanbul – 2022

ÖZET
TÜRKOMP ULUSAL GIDA KOMPOZİSYON VERİ
TABANINDAKİ TAHIL, KURU BAKLAGİL VE YAĞLI
TOHURLARIN PROTEİN KALİTESİNİN BELİRLENMESİ VE
SAĞLIKLI BESLENME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Rabia KOŞKULU

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez danışmanı: Doç. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk Köseoğlu

Mart, 2022 - 94 Sayfa

Hızla artan nüfusa ve tükenen gıda kaynaklarına karşı, insanların sağlıklı beslenmeye dair gereksinimlerini karşılamak için gereken protein miktarını ve kalitesini doğru şekilde belirlemek önem taşımaktadır. FAO (Gıda ve Tarım Örgütü) ve DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü)'nün protein kalitesini değerlendirmek için önerdiği yöntemler arasında en önemlilerden biri Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru (PDCAAS) yöntemidir. Bu çalışmanın amacı, TürKomp veri tabanında yer alan ve ülkemizde sık tüketilen tahıllar ve tahıl ürünleri, kuru baklagiller ve yağlı tohumların protein kalitesini PDCAAS yöntemini kullanarak belirlemek ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirmektir. Veri tabanında bulunan 32 adet tahıl ve tahıl ürünü, 6 adet kuru baklagil ve 10 adet yağlı tohumun protein kalitesi PDCAAS yöntemi kullanılarak hesaplandı. Tahıl ürünlerinin ortalama PDCAAS değeri %52,3 olarak bulunmuş olup en yüksek değer tritikaleye (%84), en düşük değer sade galetaya (%30) aittir. Kuru baklagillerin ortalama PDCAAS değeri %70 olarak hesaplanmış, en yüksek değer kuru yeşil mercimeğe (%85), en düşük değer haşlanmış konserve nohuta (%39) ait olarak belirlenmiştir. Yağlı tohumların ortalama PDCAAS değeri %55,7 olarak hesaplanmış olup en yüksek değer yer fıstığına (%72), en düşük değer pıkan cevzine (%32) ait olduğu tespit edilmiştir. Bu besinler için hesaplanan skorlarda çoğunlukla sınırlayıcı amino asitler lizin ve treonindir. Bu verilere dayanarak bitkisel protein kaynakları arasında daha yüksek PDCAAS değerlerine sahip grubun kuru baklagiller olduğu sonucuna varılmıştır. Sağlıklı beslenme açısından kaliteli protein alımının sağlanması ve yeterli hayvansal protein

tüketmeyen grupların beslenmesine yüksek skora sahip besinlerin eklenmesi amacıyla diyetisyenlerin bu sonuçları göz önünde bulundurması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Protein, PDCAAS, Protein Kalitesi, Tahıl, Kuru baklagil



ABSTRACT

DETERMINATION OF PROTEIN QUALITY OF GRAIN, LEGUMES AND OILSEEDS IN TURKOMP NATIONAL FOOD COMPOSITION DATABASE AND EVALUATION IN TERMS OF HEALTHY NUTRITION

Rabia KOŞKULU

Master of Science, Nutrition and Dietetic

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU

March, 2022 - 94 Pages

Against the rapidly increasing population and depleting food resources, it is important to accurately determine the amount and quality of protein required to meet people's needs for healthy nutrition. One of the most important methods recommended by FAO (Food and Agriculture Organization) and WHO (World Health Organization) to evaluate protein quality is the Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) method. The aim of this study is to determine the protein quality of grain and grain products, dried legumes and oilseeds in the TürKomp database, which are frequently consumed in our country, using the PDCAAS method and to evaluate them in terms of healthy nutrition. The protein quality of 32 grain and grain products, 6 legumes and 10 oil seeds in the database was calculated using the PDCAAS method. The average PDCAAS value of grain products was found to be 52.3%, with the highest value for triticale (84%) and the lowest value for plain breadcrumbs (30%). The average PDCAAS value of dried legumes was calculated as 70%, the highest value was determined as dried green lentils (85%), the lowest value was determined as boiled canned chickpeas (39%). The average PDCAAS value of oilseeds was calculated as 55.7%, and it was determined that the highest value was peanut (72%) and the lowest value was pecan (32%). The mostly limiting amino acids in the scores calculated for these nutrients are lysine and threonine. Based on these data, it was concluded that the group with higher PDCAAS values among plant protein sources was legumes. It is important for dietitians to consider these results in order to ensure high quality protein intake in

terms of healthy nutrition and to add foods with high scores to the diet of groups that do not consume enough animal protein.

Keywords: Protein, PDCAAS, Protein Quality, Grain, Legumes



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SEMBOLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ	xv
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM	3
LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1. Sağlıklı Beslenme	3
2.2. Besinler ve Besin Öğeleri	4
2.2.1. Karbonhidratlar	5
2.2.2. Proteinler.....	6
2.2.2.1. Amino Asitler.....	6
2.2.2.2. Proteinlerin Sınıflandırılması.....	11
2.2.2.3. İnsan Vücudundaki Fonksiyonları	14
2.2.2.4. Metabolizması	16
2.2.2.5. Diyet Protein ve Amino Asit Kaynakları.....	17
2.2.2.6. Gereksinim	20
2.2.3. Lipidler.....	23
2.2.4. Vitaminler	24
2.2.5. Mineraller.....	27
2.2.6. Su	28

2.3. Besin Grupları	29
2.3.1. Süt ve Süt Ürünleri Grubu	29
2.3.2. Et, Yumurta, Kuru Baklagiller ve Yağlı Tohumlar Grubu	30
2.3.3. Ekmek ve Tahıllar Grubu	31
2.3.4. Sebze Grubu.....	31
2.3.5. Meyve Grubu	32
2.4. Protein Kalitesi.....	32
2.4.1. Protein Kalitesi Değerlendirme Yöntemleri	33
2.4.1.1. AA Analizi	33
2.4.1.2. AA Skoru (Kimyasal Skor).....	34
2.4.1.3. Elzem AA İndeksi.....	34
2.4.1.4. Karşılıklı AA Oranları	35
2.4.1.5. Biyolojik Değer (BD).....	35
2.4.1.6. Protein Verimlilik Oranı (PER)	36
2.4.1.7. Net Protein Oranı (NPR).....	36
2.4.1.8. Net Protein Kullanımı (NPU).....	37
2.4.1.9. PDCAAS	37
2.4.1.10. DIAAS	39

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Hesaplama	41
3.1.1. TürKomp Veri Tabanındaki Besinlerin Sınıflandırılması ve Seçilmesi ...	41
3.1.2. Protein Kalitesinin Hesaplanması.....	43
3.1.3. Protein Sindirilebilirlik Faktörleri	43
3.1.4. Amino Asit Gereksinimi İçin Referans Modeli.....	47
3.2. İstatistiksel Analiz.....	48

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA.....

4.1. PDCAAS	49
4.1.1. Tahıl ve Tahıl Ürünleri	49
4.1.2. Yağlı Tohumlar.....	56
4.1.3. Kuru Baklagiller	60

BEŞİNCİ BÖLÜM	65
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	65
5.1. Sonuçlar	65
5.2. Öneriler	66
KAYNAKÇA	68
ÖZGEÇMİŞ	77



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Karbonhidratların sınıflandırılması	5
Tablo 2.2: Standart amino asitlerin kimyasal yapıları	9
Tablo 2.3: Amino asitlerin yapılarına göre sınıflandırılması	10
Tablo 2.4: İnsanlar için esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler.....	11
Tablo 2.5: Proteinlerin insan vücudundaki fonksiyonları	15
Tablo 2.6: Bitkisel kaynaklı bazı besinlerdeki toplam amino asit miktarları(mg/g)..	18
Tablo 2.7: Hayvansal kaynaklı bazı besinlerdeki toplam amino asit miktarları.....	19
Tablo 2.8: Yetişkinler için protein gereksinim değerleri	21
Tablo 2.9: Yetişkinler için amino asit gereksinim değerleri	22
Tablo 2.10: Yenidoğan, çocuk ve adölesanlar için amino asit gereksinimleri.....	22
Tablo 2.11: Lipidler	23
Tablo 2.12: Vitaminler: vitamerleri, provitaminleri ve fonksiyonları	26
Tablo 2.13: İnsan vücudunda bulunan makro mineraller ve iz elementler	27
Tablo 2.14: Süt ve süt ürünleri grubu için porsiyon miktarları.....	30
Tablo 2.15: Amino asit gereksinimleri referans puanlama modeli	39
Tablo 3.1: İnsanlarda çeşitli protein kaynakları için gerçek sindirilebilirlik değerleri	44
Tablo 3.2: Tahıllar için protein sindirilebilirlik faktörleri	46
Tablo 3.3: Yağlı tohumlar için protein sindirilebilirlik faktörleri.....	47
Tablo 3.4: Kuru baklagiller için protein sindirilebilirlik faktörleri.....	47
Tablo 3.5 : Amino asit gereksinimi için referans puanlama modeli	48
Tablo 4.1: Tahıl ve tahıl ürünlerinin yenilebilir 100 gramı için protein miktarları(g)	50
Tablo 4.2: Tahılların 1 gram proteininde bulunan EAA miktarları(g/mg)	51
Tablo 4.3: Tahılların tüm EAA'lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri(%)	53
Tablo 4.4: Tahıl ve tahıl ürünlerinin PDCAAS değerleri ve sınırlayıcı amino asitleri	54
Tablo 4.5: Yağlı tohumların yenilebilir 100 gramı için protein miktarları(g).....	56
Tablo 4.6: Yağlı tohumların 1 gram proteininde bulunan EAA miktarları(g/mg)	57

Tablo 4.7: Yağlı tohumların tüm EAA'lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri (%).....	58
Tablo 4.8: Yağlı tohumların PDCAAS değerleri ve sınırlayıcı amino asitleri.....	59
Tablo 4.9: Kuru baklagillerin yenilebilir 100 gramı için protein miktarları(g)	61
Tablo 4.10: Kuru baklagillerin 1 gram proteininde bulunan EAA miktarları(g/mg). 61	
Tablo 4.11: Kuru baklagillerin tüm EAA'lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri (%)	62
Tablo 4.12: Kuru baklagillerin PDCAAS değerleri ve sınırlayıcı amino asitleri	63



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Amino asit molekülü.....	7
Şekil 2.2: Protein yapıları.....	12
Şekil 2.3: Vücut amino asit kaynakları ve metabolizması	17



SEMBOLLER LİSTESİ

α	: Alfa
C	: Karbon
H	: Hidrojen
O	: Oksijen
NH ₂	: Amin grubu
COOH	: Karboksil grubu
β	: Beta
O ₂	: Oksijen
CO ₂	: Karbondioksit
kg	: kilogram
g	: gram
mg	: miligram
L	: Litre
mL	: mililitre
N	: Azot
NH ₃	: Amonyak

KISALTMALAR LİSTESİ

AA	: Amino Asit
AAA	: Aromatik Amino Asitler
AAS	: Amino Asit Skoru
ACSM	: The American College of Sports Medicine, Amerikan Spor Hekimliği Koleji
Ala	: Alanin
AND	: Academy of Nutrition and Dietetics, Beslenme ve Diyetetik Akademisi
ANOVA	: Analysis of Variance, Varyans Analizi
Arg	: Arjinin
Ar-Ge	: Araştırma- Geliştirme
Asn	: Asparajin
Asp	: Aspartik asit
BD	: Biyolojik Değer
Cys	: Sistein
DIAAS	: Digestible Indispensable Amino Acid Score, Sindirilebilir Vazgeçilmez Amino Asit Skoru
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
DZAA	: Dallı Zincirli Amino Asitler
EAA	: Elzem Amino Asitler
EFSA	: European Food Safety Authority, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
FAO	: Food and Agriculture Organization, Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	: Food and Drug Administration, ABD Gıda ve İlaç Dairesi
GFS	: Gerçek Fekal Sindirilebilirlik
Gİ	: Gastrointestinal
Gln	: Glutamin
Glu	: Glutamik asit
Gly	: Glisin
His	: Histidin

HPLC	: High Performance Liquid Chromatography, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
Hyp	: Hidroksiprolin
IBM SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences, Sosyal Bilimler İstatistik Paketi
Ile	: İzölösin
KoA	: Koenzim A
L-AA	: L izomer özelliği taşıyan Amino Asitler
Leu	: Lösin
Lys	: Lizin
Met	: Metiyonin
MHC	: Major Histocompatibility Complex, Ana Doku Uyumluluk Kompleksi
mRNA	: Mesajcı Ribo Nükleik Asit
NPR	: Net Protein Ratio, Net Protein Oranı
NPU	: Net Protein Utilization, Net Protein Kullanımı
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development, Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü
PDCAAS	: Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score, Protein Sindirilebilirliği Düzeltilmiş Amino Asit Skoru
PER	: Protein Efficiency Ratio, Protein Verimlilik Oranı
Phe	: Fenilalanin
PLP	: Pridoksal fosfat
Pro	: Prolin
R	: Radikal
RNA	: Ribo Nükleik Asit
SAA	: Kükürtlü Amino Asitler
Ser	: Serin
TCA	: Trikarboksilik asit
Thr	: Treonin
Trp	: Triptofan
TÜBER	: Türkiye Beslenme Rehberi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

Tyr	: Tirozin
UFLC	: Ultra Fast Liquid Chromatography, Ultra Hızlı Sıvı Kromatografisi
UGA	: Urasil, guanin ve adenin bazlarını içeren kodon
UNU	: United Nations University, Birleşmiş Milletler Üniversitesi
USDA	: U.S. Department of Agriculture, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
Val	: Valin
vd.	: ve değerleri
WHO	: World Health Organization, Dünya Sağlık Örgütü



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Vücudun ihtiyacı olan enerji, besin öğeleri ve biyoaktif bileşenlerin besinler yoluyla vücuda alınması olarak tanımlanan beslenme, sağlığın, fiziksel ve bilişsel gelişimin kritik bir parçasıdır (WHO, 2013). Yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanması; daha sağlıklı bebek, çocuk, anne, yetişkin gibi tüm yaş ve özel durumlarda tam bir iyilik halinin bulunmasına yardım etmekte, ayrıca bağışıklığın sağlanması, devamlılığı ve hastalık riskinin azaltılması gibi sağaltım metodolojisinin düzenlenmesine katkı sağlamaktadır (WHO, 2021a).

Günlük olarak uygulanan sağlıklı bir beslenme programı, büyüme ve gelişmeyi destekleyen ve yetersiz beslenmeyi önleyen diyet olarak tanımlanabilir (FAO ve WHO, 2019). Küresel beslenme politikası alanında, “yetersiz beslenme (malnütrisyon)” terimi; sadece bodurluk, zayıflık veya vitamin ve mineral eksiklikleri gibi yetersiz beslenmeyi ifade etmemekte olup, beslenmeye dair hastalıkların oluşmasında büyük etken olabilen diyetel faktörleri de içermektedir. Beslenmeye bağlı olarak görülebilen hastalıklar artık tüm ülkelerde önemli bir sağlık sorunu ve ölüm nedenlerinden biri olarak düşünülmektedir. Yetersiz beslenme, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde hala yüksek bir prevalansa sahip olduğu için en önemli halk sağlığı sorunu olarak görülürken; gelişmiş ülkelerde ise yetersiz ve dengesiz beslenmenin neden olduğu hastalıklar halk sağlığında birincil önemde kabul edilmektedir (WHO, 2021b).

Sağlıklı bir beslenme düzeni, yüksek kaliteli protein kaynaklarının gün boyunca tüm öğünlerde yeterli miktarlarda alınmasını kapsamaktadır (Burd vd., 2019). Proteinlerin insan organizmasında yapısal ve fonksiyonel pek çok görevi vardır. Hücrede en çok bulunan makromolekül olan proteinler, vücutta sentez edilen azotlu biyomoleküller için tek azot kaynağı olarak fonksiyon göstererek, ayrıca organizmada taşıma, depolama, kontrol, düzenleme, savunma, kasılma, hareket, tanıma, iletişim gibi işlevleri yerine getiren bileşiklerin yapısında bulunurlar (Gürdöl, 2021).

Protein kalitesi değerlendirme yöntemleri, amino asitler ve azot için metabolik ihtiyaçları karşılamaya yönelik besinsel protein kaynaklarının kapasitesini belirlemeyi amaçlar. Bu nedenle, hedef popülasyonu temsil eden gruplarda yapılan protein kalitesi ölçümleri, normal büyümeyi ve yeterli protein tüketimine bağlı diğer işlevleri sağlamak için farklı protein kaynaklarının etkinliğini doğrudan değerlendiren yöntemlerdir (FAO, 2013). Protein içeren besinler açısından, protein kalitesi ve miktarı, yaşa bakılmaksızın sağlıklı bir beslenme düzeninin geliştirilmesinde iki önemli unsurdur. Besinsel protein kalitesi besinlerin amino asit içeriğine ve bu amino asitlerin dolaşımdaki varlığına, vücut protein havuzlarında metabolizmalarını etkileyebilecek faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerin göz önünde bulunduğu protein kalitesi hesaplama yöntemlerinden biri de protein sindirilebilirliği düzeltilmiş amino asit skoru (PDCAAS) yöntemidir. (Lee vd., 2016).

Bitkisel protein kaynaklarından olan tahıllar, kuru baklagiller ve yağlı tohumlar, toplumun önemli bir kesimince tüketilen ve günlük beslenmede önemli yer tutan besin gruplarıdır. Özellikle ekonomik seviyesi düşük olan toplumların beslenmesinde tahıl ürünleri önemli bir yer tutmaktadır (Baysal, 2020). İlave olarak, tahıl ve tahıl ürünleri, yağlı tohumlar ve kuru baklagiller vegan ve vejetaryen bireylerin de protein kaynağı olarak sıklıkla tükettikleri besinlerdir (Agnoli vd., 2017).

Bu alışma, ulusal gıda kompozisyonu veri tabanı olan TürKomp'ta yer alan tahıl ve tahıl ürünleri, kuru baklagiller ve yağlı tohumların PDCAAS yöntemi kullanılarak, protein kalitesi yönünden incelenip, sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Sağlıklı Beslenme

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün yaptığı tanıma göre sağlık, “Yalnızca hastalık veya çeşitli rahatsızlıkların bulunmaması hali değil, fiziksel, zihinsel ve sosyal açıdan tam bir iyilik halidir”. DSÖ, sağlığın başlıca belirleyicilerinin; sosyal, ekonomik ve fiziksel çevre ve ayrıca kişinin bireysel özellikleri ve davranışları olduğunu belirtmiştir (WHO, 2021c). Kişisel sağlığı korumanın önemli bir yolu ve sağlıklı yaşam biçimini oluşturan önemli faktörlerden biri de sağlıklı beslenmedir. Beslenme, yaşamın devamı için gerekli besinleri tüketerek vücudun ihtiyacı olan besin öğelerinin ve biyoaktif bileşenlerin sağlanmasıdır. Sağlıklı beslenme yeterli ve dengeli beslenme şeklinde tanımlanabildiği gibi optimal beslenme olarak da adlandırılabilir (WHO, 2013; TÜBER, 2016). Yeterli ve dengeli beslenme anne karnında başlayarak yaşlılık dönemine kadar devam eden süreçte yaşamın sürdürülmesi, fiziksel büyüme, zihinsel gelişim ve iyilik hali için oldukça önemlidir (WHO, 2013).

Sağlıklı beslenme, besinlerin tüketim için hazırlanma aşamasında, sağlığa zararlı hale gelmelerinin önlenmesi veya bileşimlerinde sağlığa zararlı öğelerin bulunmaması; yeterli beslenme, her bireyin kendi bedeninin gereksinim duyduğu enerji, besin öğeleri ve diğer biyoaktif bileşenleri yeterli olarak alması; dengeli beslenme ise besin öğelerinin tüketilen diğer besin öğelerine göre ve öğünler arasında belli bir denge olacak şekilde tüketilmesi olarak tanımlanabilir. Optimal beslenmenin sağlanabilmesi için enerji gereksinimi, besin öğeleri, besin öğelerinin fonksiyonları, besin grupları, tüketim miktarı gibi pek çok etken göz önünde bulundurulmalıdır (Merdol, 2020). FAO (Gıda ve Tarım Örgütü) ve DSÖ, sürdürülebilir sağlıklı diyetlerle ilgili bazı ilkeler geliştirmiştir. Bu ilkelere göre sağlıklı diyetler (FAO ve WHO, 2019):

- Yüksek düzeyde işlenmiş yiyecek ve içecek ürünlerini kısıtlarken, besin grupları arasında dengelenmiş, çeşitli, işlenmemiş veya minimum düzeyde işlenmiş besinlere dayalıdır,

- Kepekli tahıllar, baklagiller, sert kabuklu yemişler (yağlı tohumlar), bol ve çeşitli meyve ve sebze tüketimini içerir,
- Orta düzeyde yumurta, süt ürünleri, kümes hayvanları, balık ve ılımlı miktarda kırmızı et içerebilir,
- Tercih edilen sıvı olarak güvenli ve temiz içme suyunu kapsar,
- Büyüme ve gelişme için enerji ve besin maddelerince yeterlidir (yani, ihtiyaçlara ulaşır ancak bunları aşmaz) ve yaşam döngüsü boyunca aktif ve sağlıklı bir yaşam için gerekli ihtiyaçları karşılar.

Beslenme ve diyet, kronik hastalıklardan kaynaklanan morbidite ve mortaliteyi kontrol etmek için hayati anahtarlardır, bu nedenle sağlıklı beslenmeye yönelim kaçınılmazdır (Watson ve Preedy, 2016).

2.2. Besinler ve Besin geleri

Besin, günlük diyetle yer alan, sağlığın devamı için gerekli besin ögelerini içeren hayvan ve bitki dokularıdır. Bütün besinler, besin ögesi adı verilen temel yapıtaşlarından oluşur (TÜBER, 2016). Besin gesi, enerji sağlayan, doku yapma ya da yenilemede görevli olan, yaşam sürecini düzenleyen, vücudun gereksinim duyduğu organik ve inorganik maddelere denir (Arlı vd., 2015). Her besinin bileşiminde değişik miktarlarda besin ögesi bulunur. Besinler tüketildikten sonra sindirim sisteminde besin ögelerine ayrılırlar ve vücutta bu şekilde kullanılırlar. İnsanların tükettiği ve gereksinim duyduğu bu besin ögeleri altı grupta toplanabilir (Baysal, 2020).

1. Karbonhidratlar
2. Proteinler
3. Lipidler
4. Vitaminler
5. Mineraller
6. Su

2.2.1. Karbonhidratlar

Özellikle bitkisel besinlerin yapısında bulunan, vücudun önemli enerji kaynaklarından biri olan besin ögesidir. Sağlıklı, yetişkin bir insanın günlük tükettiği enerjinin %55-60'ı karbonhidratlardan sağlanmalıdır. Karbonhidratlar yapısında karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) bulunduran organik bileşiklerdir ve bu elementlerin sayısına ve birleşme şekline göre farklı yapıda karbonhidratlar vardır (Karaağaoğlu ve Samur, 2015). Basit karbonhidratlar monosakkarit, kompleks karbonhidratlar ise polisakkarit olarak adlandırılır. Monosakkaritler polisakkaritlerin yapı taşıdır (Tymoczko, Berg ve Stryer, 2013). Karbonhidratların içerdikleri monosakkarit sayısına göre sınıflandırılması tablo 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.1: Karbonhidratların sınıflandırılması

Basit Karbonhidratlar	Oligosakkaritler	Polisakkaritler
<u>1. Monosakkaritler</u> a. Triozlar Fosfogliseraldehit b. Pentozlar Riboz, Deoksiriboz c. Heksozlar Glukoz, Fruktoz, Galaktoz	1. Malto-oligosakkarit (α -glukan) 2. Diğer oligosakkaritler Frukto oligosakkarit Galakto oligosakkarit	<u>1. Depo Polisakkaritleri</u> Nişasta Glikojen Fitoglikojen Fruktozanlar ve diğerleri <u>2. Yapı Polisakkaritleri</u> Selüloz Kitin Lignin Hemiselüloz Pektin ve diğerleri
<u>2. Disakkaritler</u> Sakkaroz, Maltoz, Laktoz		
<u>3. Şeker Alkolleri</u> Sorbitol, Maltitol, Laktitol		

Kaynak: Baysal, 2020

Karbonhidratların insan vücudundaki temel işlevleri şöyle sıralanabilir. Enerji verirler, vücudun ihtiyaç duyduğu enerji miktarının büyük bir bölümünü karşılarlar. Tüm dokular enerji gereksinimi için karbonhidratı kullanır ancak beyin enerji ihtiyacı için yalnızca karbonhidratları kullanır (Arlı vd., 2015). Antiketojenik etkidir, yeterli miktarda tüketildiğinde vücutta keton cisimlerinin oluşmasını ve kanın alkalitesinin azalmasını önler. Vücutta su ve elektrolitlerin dengede tutulmasını sağlar ve sodyumun kana emilmesine yardımcı olur. Proteinlerin enerji için kullanılmasını önler. Bağırsak hareketlerini artırarak artıkların dışkı olarak

atılmasına yardımcı olur. Karbonhidratlar tüm bu işlevlerinin dışında daha pek çok etkiye sahiptir (Baysal, 2020).

Karbonhidrat kaynağı olarak şeker ve şeker ile yapılmış her türlü besin, bal, pekmez, tahıllar ve tahıl ürünleri, kuru baklagiller, yağlı tohumlar, sebzeler, meyveler, süt ve süt ürünleri örnek gösterilebilir (Arlı vd., 2015).

2.2.2. Proteinler

Proteinler, vücudun en küçük parçası hücrenin yapı taşı olan organik moleküllerdir ve hücre yapısı ve işlevi için esastır (Karaağaoğlu ve Samur, 2015). Protein ilk olarak 19. yüzyılın başlarında keşfedilmiş ve yaşam için gerekli olan besinlerin azot içeren bir parçası olarak tanımlanmıştır. Enerji kaynağı olan diğer besinlerin elementel bileşimi karbon, oksijen ve hidrojen ile sınırlıyken, proteinler yapılarında ayrıca azot ve kükürt de bulundurmaktadır (Medeiros ve Wildman, 2019). Hücre ve dokularda bulunan beş karmaşık biyomolekül sınıfından biridir, diğerleri DNA (deoksiribonükleik asit), RNA (ribo nükleik asit), polisakkaritler ve lipidlerdir (Yu ve Fukagawa, 2020).

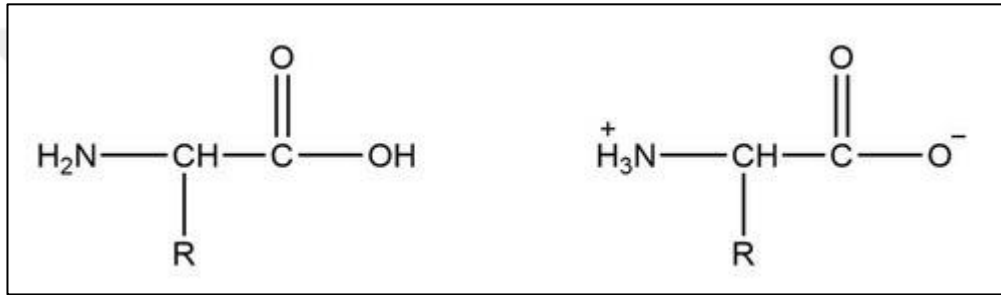
İnsanlardaki tüm proteinler, 20 amino asitin (AA) peptid bağları ile bağlanması sonucu oluşur. Proteinlerin insan vücudundaki rolleri çok yönlüdür (Yu ve Fukagawa, 2020). Bu önemli rollerinden bazıları antikorlar, taşıyıcılar, nörotransmitterler, hormonlar ve enzimlerdir (Medeiros ve Wildman, 2019). Ayrıca organizmada, vücut kompozisyonunun düzenlenmesinde, kemik, gastrointestinal (Gİ) fonksiyon, bakteriyel flora, glukoz homeostazı ve organ ve dokuların korunmasında protein ve AA'lerin giderek daha karmaşıklaşan pek çok fonksiyonu vardır (Yu ve Fukagawa, 2020).

2.2.2.1. Amino Asitler

Proteinler büyük yapıli moleküllerdir, hidrolize olduklarında kendilerini oluşturan amino asitlere ayrılırlar (Arlı vd., 2015). Proteinler, birçoğu önemli biyolojik işlevlere sahip nörotransmitterler ve hormonlar gibi diğer önemli molekülleri yapmak için kullanılan amino asitlerin bileşiminden oluşur. Doğada yaklaşık 140 çeşit amino asit olduğu bilinmesine rağmen, doğal protein bileşeni olarak çok daha az sayıda amino asit kullanılır. Sadece 20 AA mRNA (haberci RNA) yoluyla genetik olarak

kodlanır (Medeiros ve Wildman, 2019). Değişik sayıda, farklı amino asitler peptid bağları ile bağlanarak polipeptid zincirleri oluştururken, proteinler tek bir polipeptidten oluşabildiği gibi birkaç polipeptidin bir araya gelmesiyle de oluşabilir (Karaağaoğlu ve Samur, 2015).

Proteinlerde bulunan amino asitlerin ortak bir özelliği, bir amino grubu ($-NH_2$), bir karboksil grubu ($-COOH$) ve bir hidrojen atomu bağlayan asimetrik bir karbon atomuna sahip olmalarıdır. Asimetrik karbona bağlı dördüncü grup (R), her bir amino asit için benzersizdir (Medeiros ve Wildman, 2019). Amino asit molekülünün iyonlaşmış ve iyonlaşmamış molekül yapıları şekil 2.1’de görülmektedir.



Şekil 2.1: Amino asit molekülü

Amino asitlerin merkezinde bulunan karbon atomuna dört farklı kimyasal grup veya atom bağlandığı için karbon atomu asimetriktir ve kiral merkez oluşturduğu için moleküllerde D ve L stereoizomerliği oluşur. D ve L izomerleri birbirlerinin ayna görüntüsüdür (Gürdöl, 2021). Glisin hariç proteinlerin yapısında bulunan tüm AA'lar hem L hem de D izomerlerine sahip olabilir. L-AA'lar en çok bulunan fizyolojik izomerlerdir ve organizmalardaki toplam AA'ların %99,9'undan fazlasını oluştururlar (Wu, 2021a).

Proteinlerin yapılarında bulunan amino asitlere ayrıca standart amino asitler adı da verilir. Glisin, en basit yapıya sahip amino asittir, proteinlerin hidfollilik ve hidrofobik bölgelerine bağlanabilmektedir. Serin, treonin gibi hidroksil grubu bulunduran amino asitlerdeki hidroksil grubu fosfatın enzimlere bağlandığı kısım olduğundan, enzim aktivitelerinin düzenlenmesinde fonksiyon gösterebilirler. Sistein ve metiyonin yapılarında kükürt bulunduran amino asitler olup, polipeptid yapısında bulunan disülfid bağlarına katılabilirler (Gürdöl, 2021). Valin, lösin ve izolösin dallı zincirli amino asitler (DZAA) olarak ayrıca sınıflandırılır. Bu üç amino asit insanlar için

esansiyeldir ve güncel pek çok çalışmada kanser, diyabet, kalp yetmezliği gibi hastalıklarla ilişkisi incelenmektedir (Neinast, Murashige ve Arany, 2019).

Histidin, yapısında imidazol halkası bulundurur ve ayrıca fizyolojik pH'da tampon olarak görev alan tek amino asit olduğu için proton alışverişi yapabilir. Hemoglobinin yapısında bulunan histidin, hidrojen iyonunu bağlamasını sağlar. Histidin, globin sentezi ve eritropoezde rol alarak, organizmada demir emiliminin artırılmasında önemli işlev görür. Araştırmalar, histidinin, serbest radikalleri temizleme ve iki değerlikli metal iyonlarını şelatlama gibi antioksidan yetenekler sergilediğini göstermektedir (Vera Aviles vd., 2018). Aromatik amino asitler olarak sınıflandırılan fenilalanin ve tirozin, yapılarında benzen halkası bulundururken, triptofan yapısında indol halkası bulundurur. Tirozin ayrıca yapısında hidroksil grubu da bulundurduğu için uygun pH'da iyon haline geçebilir (Gürdöl, 2021).

Prolin, yapısında imino grubu bulundurması nedeniyle imino asit olup pirol halkası bulundurur. Prolinin polipeptit zincirlerde dahil olduğu peptid bağının diğer peptid bağlarından farklı olması prolini diğer amino asitlerden ayıran özelliklerinden biridir (Gürdöl, 2021). Hidroksiprolin proteinlerdeki (özellikle kollajen) prolinin translasyon sonrası hidroksilasyonundan oluşur. Kollajen ve kazeinin yapısında bulunmalarının yanında hem prolin hem de hidroksiprolin önemli metabolik ve fizyolojik rollere sahiptir. Örneğin, çoğu memelide prolin, vücutta normal hemodinamiyi ve besin taşınmasını sürdürmek için nitrik oksit üretiminde gerekli olan arjinin sentezi için ana substratlardan biridir (Li ve Wu, 2018).

Selenosistein, memeli hayvanlarda bulunan glutatyon peroksidaz enzimine kovalent olarak bağlı bir bileşen olarak saptanmıştır. Daha sonra selenoprotein genlerinin dizilenmesi, UGA (Urasil, guanin ve adenin bazlarını içerir) kodununun proteinlerdeki selenosisteinin konumuna karşılık geldiğini ortaya çıkarmıştır, böylece selenosistein 21. standart amino asit olarak kabul edilmiştir (Hatfield vd., 2014).

Organizmada amino asitlerin %97'si peptid bağlarıyla bağlıyken, kalan %3'lük kısım serbest AA olarak bulunur. Serbest AA'lar plazmada (örneğin, glutamin ve glisin), iskelet kasında (örneğin, glutamin, glutamat ve taurin), fetal sıvılarda (örneğin, arginin, ornitin, glutamin ve serin) ve hayvansal ürünlerde bol miktarda bulunur (Wu, 2021a). Standart amino asitlerin kimyasal yapıları tablo 2.2'de gösterilmektedir.

Tablo 2.2: Standart amino asitlerin kimyasal yapıları

Adı (Sembolü)	Kimyasal Yapısı	Adı (Sembolü)	Kimyasal Yapısı
Alifatik yan zincir içerenler		Kükürtlü olanlar	
Glisin (G)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Sistein (C)	$\text{HS}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$
Alanin (A)	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Metiyonin (M)	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$
Valin (V)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^- \end{array}$	Amid grubu içerenler	
Lösin (L)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^- \end{array}$	Asparajin (N)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$
İzolösin (I)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^- \end{array}$	Glutamin (Q)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$
Hidroksilli yan grup içerenler		Bazık yan grup içerenler	
Serin (S)	$\text{H}_2\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Arjinin (R)	$\text{HN}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$ $\text{C}=\text{NH}_2^+$ NH_2
Treonin (T)	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Lizin (K)	$\text{H}_2\text{C}_\epsilon-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$ 6 5 4 3 2 1
Tirozin (Y)	$\begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \beta-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^- \end{array}$	Histidin (H)	$\begin{array}{c} \text{HN} \\ \\ \text{C}_5\text{H}_4 \\ \\ \alpha-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$ 5 4 3 2 1
Asidik yan grup içerenler		Aromatik halkalı olanlar	
Aspartat (D)	$^- \text{OOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Fenilalanin (F)	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^- \end{array}$
Glutamat (E)	$^- \text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$	Tirozin (Y)	$\begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \beta-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^- \end{array}$
İmino grup içerenler		Triptofan (W)	
Prolin (P)	$\begin{array}{c} \text{C}_5\text{H}_7\text{N} \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	Seleno grubu içerenler	
		Selenosistein (U)	$\text{HSe}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$

Kaynak: Wu, 2021a

Amino asitler ayrıca yapılarında bulunan kimyasal gruplara göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmaya göre amino asitler düz zincirli veya halkalı yapıya sahip olabilirler (Gürdöl, 2021). Proteinlerin yapısında bulunan amino asitlerin yapılarındaki kimyasal gruplara göre sınıflandırılması tablo 2.3'te görülmektedir.

Tablo 2.3: Amino asitlerin yapılarına göre sınıflandırılması

Amino Asitler		
Düz Zincirli		Halkalı
Ek Grupsuz	Ek Gruplu	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Glisin ➤ Alanin ➤ Valin ➤ Lösin ➤ İzölösün 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kükürtlü Metiyonin, Sistein ➤ Hidroksilli Serin, Treonin ➤ Çift Hidroksilli Aspartat, Glutamat Asparajin, Glutamin ➤ Çift aminolu Lizin ➤ Guanidin gruplu Arjinin 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Benzen Fenilalanin, Tirozin ➤ İndol Triptofan ➤ İmidazol Histidin ➤ Piyrol (İmino asit) Piyrolin

Kaynak: Gürdöl, 2021

Doğal proteinlerde bulunan bu 20 çeşit amino asitten bazıları insan vücudunda sentez edilemezler, dışarıdan besinlerle alınmaları gerekir. (Arlı vd., 2015). Hayvan hücreleri amin grubunu sentezleyemediği için vücutta amino asitleri üretmez ancak tüketilen amino asitler diğer bazı amino asitlere dönüştürülebilir (Baysal, 2020). İnsan hücreleri, vücudun fizyolojik ve metabolik gereksinimlerini karşılamak için sekiz amino asidi (bebekler için dokuz) ya hiç ya da yeterli miktarda sentezleyemez. İnsanlar için esansiyel (elzem) amino asitler olarak adlandırılan bu amino asitler, lizin, triptofan, metiyonin, valin, fenilalanin, lösün, izolösün, treonin ve bebekler için histidindir. Koşullara ve diğer diyet proteinlerine bağlı olarak, metiyonin ve fenilalanin sırasıyla sistein ve tirozine dönüştürülebilir. Bu dönüşüm çeşitli nedenlerle bozulursa, bu amino asitler de vücut için esansiyel bir duruma gelirler (Medeiros ve Wildman, 2019). İnsan vücudunda bulunan amino asitlerin esansiyel olma durumuna göre sınıflandırılması tablo 2.4'te görülmektedir.

Tablo 2.4: İnsanlar için esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler

Esansiyel amino asitler	Esansiyel olmayan amino asitler
Triptofan (Trp)	Glisin (Gly)
Valin (Val)	Aspartik asit (Asp)
Treonin (The)	Asparajin (Asn)
İzolösin (Ile)	Prolin (Pro)
Lizin (Lys)	Glutamin (Gln)
Lösin (Leu)	Glutamik asit (Glu)
Fenilalanin (Phe)	Arjinin (Arg)
Metionin (Met)	Sistein (Cys)
Histidin (His, çocuklar için)	Tirozin (Tyr)
	Serin (Ser)
	Alanin (Ala)
	Histidin (His, yetişkinler için)

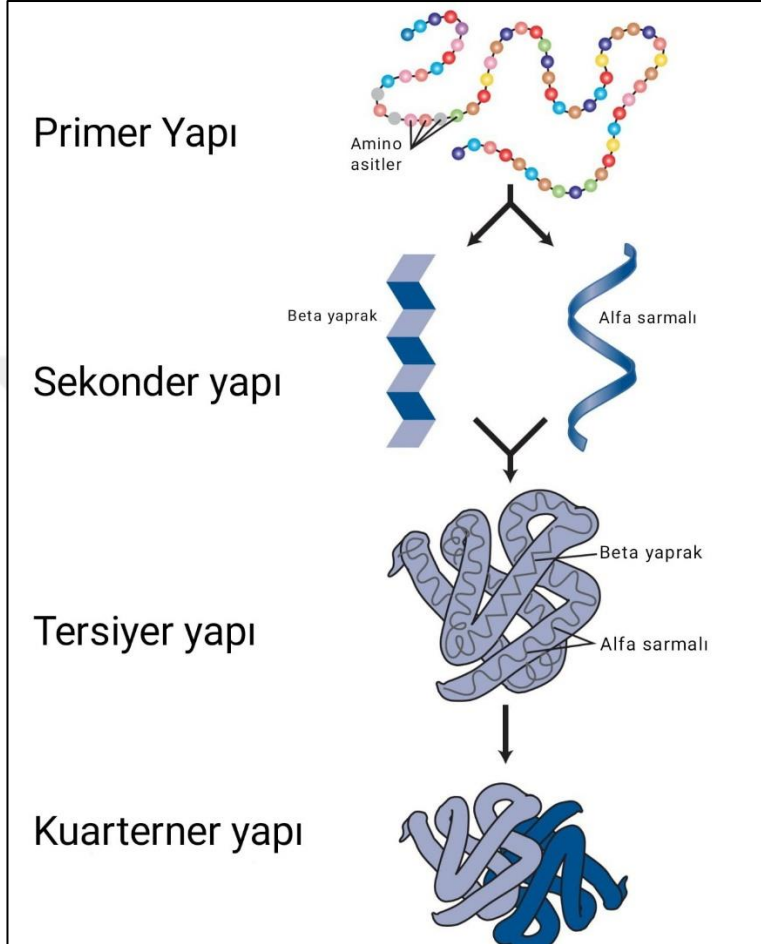
Kaynak: Medeiros ve Wildman, 2019

2.2.2.2. Proteinlerin Sınıflandırılması

Proteinler, farklı özellikleri göz önünde bulundurularak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Örneğin, molekül çeşitlerine göre fibriler ve globüler proteinler olarak sınıflandırılabilirler. Kollajen, elastin, keratin gibi proteinler fibriler yapıda bulunup, organizmada yapısal görev yapan çözünmez proteinlerdir. Hemoglobin, enzimler, reseptörler ve plazma proteinleri globüler yapıdaki proteinlere örnek olup çözünür özelliktedirler. Ayrıca proteinler içerdikleri monomer sayılarına göre monomerik, dimerik, tetramerik ve oligomerik olarak da sınıflandırılabilir. Vücutta savunmada, depolamada ve taşınmada işlev görmelerine göre fonksiyonel açıdan da gruplandırılabilirler. Bunlara ek olarak proteinler içeriklerine göre sınıflara ayrıldığında, keratin gibi proteinler yapılarında yalnızca amino asit molekülleri bulundurduğu için basit protein olarak ayrılırken, yapılarında lipid, karbonhidrat, ağır metal gibi prostetik grupları bulunduran proteinler bileşik proteinler olarak sınıflandırılır (Gürdöl, 2021; Wu, 2021a).

Proteinler, yapısal olarak gruplandırıldığında ise birincil (primer), ikincil (sekonder), üçüncül (tersiyer) ve dördüncül (kuarterner) proteinler olarak sınıflandırılır. Primer yapı, doğrusal bir protein zincirindeki amino asit dizisini ifade ederken; sekonder yapı, primer zincirin bir parçası üç boyutlu olarak katlandığında oluşan düzenli, tekrar eden bir yapıyı gösterir. Tersiyer yapı, bir protein zincirinin tamamen üç boyutlu olarak düzenlenmesini ifade ederken, kuarterner yapı ise, kovalent bağ

içermeyen bir şekilde birleşen çok alt birimli protein zincirlerinin üç boyutlu düzenlenmesini tanımlar (Ochs, 2021; Wu, 2021a). Primer, sekonder, tersiyer ve kuarterner protein yapıları şekil 2.2’de gösterilmektedir.



Şekil 2.2: Protein yapıları

Kaynak: NIH, 2021

a) Primer Yapı

Bir proteindeki amino asit dizisine proteinin birincil yapısı denir. Proteinlerin birincil yapısını anlamak birçok genetik hastalık, anormal amino asit dizilimine sahip proteinlerden kaynaklandığından önemli olup anormal amino asit dizilimindeki katlanmada görülen hatalara ve normal işlevin kaybına veya bozulmasına neden olabilir. Normal ve mutasyona uğramış proteinlerin primer yapılarının bilinmesi, hastalığı teşhis etmek veya incelemek için kullanılabilir (Ochs, 2021; Ferrier, 2017).

b) Sekonder Yapı

Polipeptidlerin bazı bölgelerde lokal olarak katlanması, proteinin ikincil yapısını ortaya çıkarır. En yaygın olan ikincil yapılar alfa sarmalı (α helix) ve beta yaprak (β pleated sheet) yapılarıdır. Her iki yapı da hidrojen bağları ile bir arada tutulur. Bir alfa sarmalında, bir amino asidin karbonil grubu, zincirin dört sıra aşağısında bulunan diğer bir amino asidin amin grubuna hidrojen bağı ile bağlanır. Bu bağlanma modeli, polipeptit zincirini, kıvrılmış bir kurdeleye benzeyen sarmal bir yapıya dönüştürür. Bir beta kıvrımlı tabakada bir polipeptit zincirinin iki veya daha fazla parçası yan yana sıralanarak, hidrojen bağları ile bir arada tutulan tabaka benzeri bir yapı oluşturur. Hidrojen bağları, amino asit dizilerinin karbonil ve amin grupları arasında oluşurken, R grupları tabaka düzleminin üstünde ve altında uzanır. Alfa sarmal ve beta yaprak yapıları globüler ve fibriler proteinlerin çoğunda bulunarak önemli bir yapısal rol oynarlar (Tymoczko, Berg ve Stryer, 2013; Ochs, 2021; Ferrier, 2017).

c) Tersiyer Yapı

Polipeptid zincirlerin üç boyutlu yapısı üçüncül yapı olarak adlandırılır . Üçüncül yapı, proteinleri oluşturan amino asitlerin R grupları arasındaki etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Üçüncül yapıya katkıda bulunan R grupları arasındaki etkileşimler, hidrojen bağı, iyonik bağ, dipol-dipol etkileşimleri ve London kuvvetlerini içerir. Sisteinlerin kükürt içeren yan zincirleri arasındaki kovalent bağlar olan disülfit bağları, üçüncül yapıya katkıda bulunabilirler. Disülfit bağları, üçüncül yapıya katkıda bulunan diğer bağ türlerinden çok daha güçlü olduğundan polipeptid zincirinin parçalarını birbirine sıkıca bağlı tutarlar (Tymoczko, Berg ve Stryer, 2013; Ochs, 2021).

d) Kuarterner Yapı

Birçok protein tek bir polipeptit zincirinden oluşur ve genelde primer, sekonder ve tersiyer yapı düzeyine sahiptir ancak, bazı proteinler, çoklu polipeptit zincirlerinden oluşur. Bu polipeptit zincirleri bir araya geldiğinde protein kuarterner bir yapıya sahip olur. Hemoglobin ve DNA polimeraz kuarterner yapıya sahip proteinlere örnek verilebilir (Ochs, 2021; Raven vd., 2019).

2.2.2.3. İnsan Vücutundaki Fonksiyonları

Proteinler ve amino asitler, optimal sağlığı geliştirmede çeşitli rollere sahiptir. Proteinler, canlı sistemlerinde en çok işlevi olan makromoleküllerdir ve tüm biyolojik süreçlerde çok önemli görevleri vardır. Proteinlerin organizmada gösterdiği fonksiyonları yedi ana başlıkta gruplandırabiliriz ancak bu işlevlerin dışında proteinlerin insan organizmasında daha pek çok fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonlardan ilki enzim katalizidir. Enzimler, organizmadaki spesifik kimyasal reaksiyonları hızlandıran biyolojik katalizörlerdir. Çoğu enzim, kimyasal reaksiyonlara tam olarak uyan üç boyutlu globüler protein yapısındadır. Proteinlerin bir diğer fonksiyonu vücut savunmada görevli olmalarıdır, globüler protein yapısındaki vücutun endokrin ve bağışıklık sistemlerinin çekirdeğini oluşturan hücre yüzeyi reseptörleri ve antikorlar, yabancı mikroorganizmaları ve kanser hücrelerini tanımakta görevlidirler. Proteinler ayrıca küçük molekülleri ve iyonları taşımada da görev alırlar. Örneğin, globüler yapıdaki hemoglobin kandaki oksijeni taşıırken membran proteinleri iyonların ve moleküllerin zar boyunca hareket etmesine yardımcı olur. Keratin, fibrin, kollajen gibi fibriler yapıdaki proteinler vücutta yapısal olarak destek olurlar. Örnek olarak kollajen, bağlar, tendonlar ve kemiklerin matrisini oluşturur ve omurgalıların vücutunda en bol bulunan protein türüdür. Kaslar, aktin ve miyozin isimli protein filamentlerinin kayma hareketi sayesinde kasılıp gevşerler; bu proteinler ayrıca hücre iskeletinde ve hücre içindeki hareketli materyallerde kilit rol oynar. Vücutta düzenleyici rol oynayan ve hücreler arası haberci olarak görev yapan hormonlar da protein yapısındadır. Proteinlerin organizmadaki fonksiyonlarından bir diğeri de depolamadır, kalsiyum ve demir vücutta depo proteinlerine iyonlar şeklinde bağlanarak depolanmaktadır (Tymoczko, Berg ve Stryer, 2013; Güneş, 2021; Raven vd., 2019). Tablo 2.5'te proteinlerin vücuttaki fonksiyonları ve insan vücutunda bunları gerçekleştiren protein örnekleri gösterilmektedir.

Tablo 2.5: Proteinlerin insan vücudundaki fonksiyonları

Fonksiyon	Protein sınıfı	Örnek	Kullanımı
Enzim katalizi	Enzimler	Glikozidaz	Polisakkaritleri parçalar
		Proteaz	Proteinleri parçalar
		Polimeraz	Nükleik asitleri sentezler
		Kinaz	Şekerleri ve proteinleri fosforiller
Savunma	İmmunoglobulinler	Antikorlar	Yabancı proteinleri eliminasyon için işaretler
	Hücre yüzeyi antijenleri	MHC* proteinleri	“Kendini” tanıma
Taşıma	Dolaşımdaki taşıyıcılar	Hemoglobin	Kanda O ₂ ve CO ₂ taşır
		Miyoglobin	Kasta O ₂ ve CO ₂ taşır
		Sitokromlar	Elektron taşınması
	Membrandaki taşıyıcılar	Na-K pompası	Uyarılabilir zarlar
		Proton pompası	Kemiosmoz
		Glukoz taşıyıcı	Glikozu hücrelere taşır
Destek	Lifler	Kolajen	Kıkırdak oluşturur
		Keratin	Saçları, tırnakları şekillendirir
		Fibrin	Kan pıhtıları oluşturur
Hareket	Kaslar	Aktin	Kas liflerinin kasılması
		Miyozin	Kas liflerinin kasılması
Regülasyon	Ozmotik proteinler	Serum albumin	Kan ozmotik konsantrasyonunu korur
	Hormonlar	İnsülin	Kan şekerini kontrol eder
		Vazopressin	Böbrekler tarafından su tutulmasını artırır
		Oksitosin	Rahim kasılmalarını ve süt üretimini düzenler
Depolama	İyon bağlama	Ferritin	Demir depolar
		Kazein	Sütteki iyonları depolar
		Kalmodulin	Kalsiyum iyonlarını bağlar

*MHC(Major histocompatibility complex)- Ana doku uyumluluk kompleksi

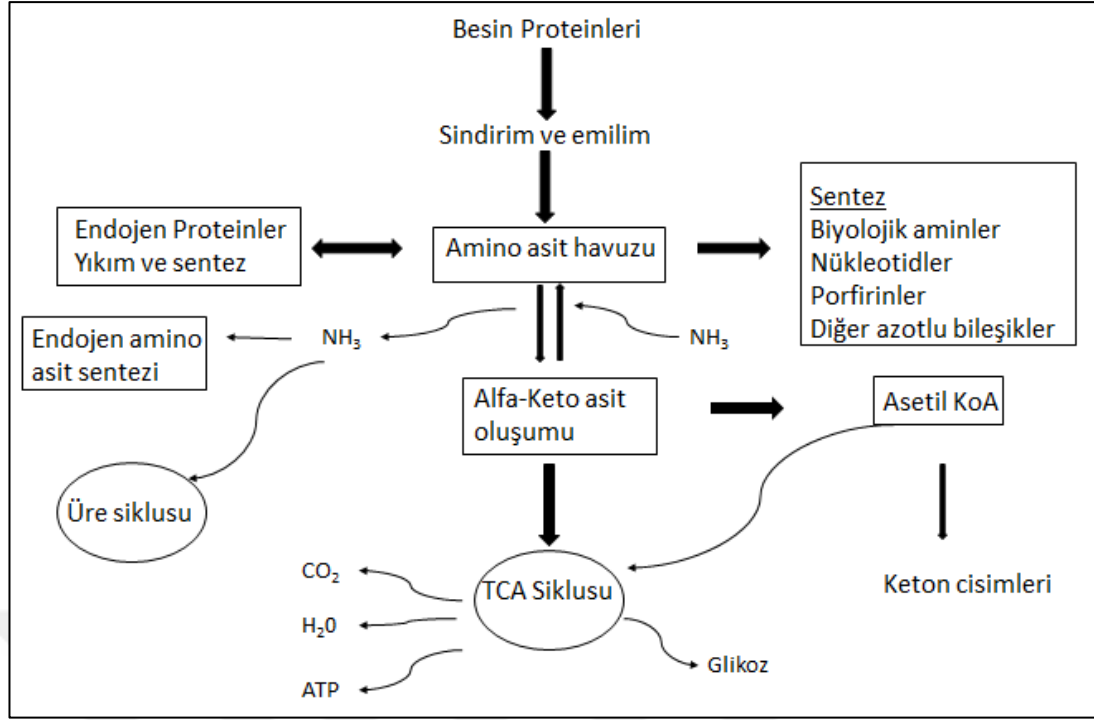
Kaynak: Raven vd., 2019

2.2.2.4. Metabolizması

Besinlerle alınan diyet proteinleri, sindirim kanalındaki sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilir. Proteinlerin bileşimindeki amino asitler bağırsak mukozasından emilerek, serbest amino asitler hepatik portal ven yoluyla karaciğere taşındıktan sonra kan dolaşımına girip, dokulara dağılırlar. Doku proteinleri, kan dolaşımına giren amino asitleri serbest bırakmak için proteolize uğrarlar. Serbest hale gelen amino asitler ya genel metabolik yolları kullanarak metabolize olurlar ya da kendi özel metabolik yollarını kullanabilirler. Yağlar ve karbonhidratlar karaciğer ve iskelet kaslarında trigliserit ve glikojen şeklinde depolanabilirken, proteinler gerektiğinde amino asit sağlamak için vücut dokularında veya karaciğerde depolanamazlar. Bu nedenle amino asitlerin metabolize edilmesinde birinci öncelik, protein sentezi ve nükleotid sentezi gibi anabolik reaksiyonlar için yapı taşları olarak kullanılmasıdır. Bu ihtiyaçlar karşılanırsa, amino asitler degradasyona uğrayarak karbon iskeletleri katabolizma veya anabolizmada kullanılırlar (Gürdöl, 2021; Gupta, 2018; Tymoczko, Berg ve Stryer, 2013).

Amino asitler ya direkt besinler yoluyla vücuda alınır ya doku proteinlerinin parçalanmasıyla sağlanır ya da vücut dokularında sentezlenirler. Vücutta serbest hale gelen bütün amino asitler “amino asit havuzu”nu oluşturur. Amino asit havuzuna bir yandan amino asit sağlanırken, diğer yandan protein biyosentezi, amin sentezi, alfa-keto asit oluşumu gibi sentezlerde amino asitler kullanılır. Vücuttaki fazla amino asitler farklı aşamalarda katabolize edilir. Başlangıçta, amino grubu ya transamine ya da deaminasyona uğrar, bu da alfa-keto asitler ve amonyak oluşumuyla sonuçlanır. İkinci aşamada amonyak üreye dönüştürülerek vücuttan atılır. Oluşan alfa-keto asidin karbon iskeleti ise ara metabolitlere metabolize edilerek enerji üretimine katılır (Gupta, 2018; Gürdöl, 2021).

Amino asitlerin başlıca katabolizması, transaminasyon, deaminasyon veya transdeaminasyon biyokimyasal mekanizmalarından biri kullanılarak amino asitlerden nitrojenin çıkarılmasıyla gerçekleşir. Azotun serbest bırakılmasından sonra, amino asidin karbon iskeleti (alfa-keto asit) çeşitli yollarla metabolize edilir (Gupta, 2018). Amino asitlerin endojen ve eksojen kaynakları ve metabolizması şekil 2.3'te şema halinde gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Vücut amino asit kaynakları ve metabolizması

Kaynak: Gürdöl, 2021

2.2.2.5. Diyet Protein ve Amino Asit Kaynakları

İnsanlar proteinleri tükettikleri besinler yoluyla vücutlarına alırlar. Tüketilen besinler vücutta sindirime uğradıktan sonra besin öğelerine dönüşür ve metabolize olurlar. Proteinler hayvansal ve bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanabilir. Başlıca hayvansal protein kaynakları arasında işlenmiş kırmızı et (sosis, salam, sucuk, pastırma gibi) ve işlenmemiş kırmızı et, kümes hayvanları, süt ve süt ürünleri, balık ve yumurta bulunur. Bitkisel proteine katkıda bulunan başlıca besinler arasında ekmek ve ekmek çeşitleri, buğday, arpa, yulaf, mısır, çavdar, bulgur, irmik, unlar ve unlardan elde edilen ürünler, rafine tahıllar gibi tahıllar ve tahıl ürünleri, makarna, sert kabuklu yemişler, ceviz, badem, fındık, fıstık, çekirdek gibi yağlı tohumlar, fasulye, bezelye, mercimek, nohut, soya gibi kuru baklagiller yer almaktadır. (Song vd., 2016).

Süt ve süt ürünleri, yumurta, et, kümes hayvanları ve balık gibi hayvansal kaynaklı besinler, amino asit içeriği ve yüksek protein sindirilebilirliği düzeyleri ile kaliteli protein kaynakları olarak değerlendirilerek, amino asit biyoyararlanımını azaltmayacak şekilde işlenmeleri koşuluyla protein kalitesinin karşılaştırılmasında referans olarak kullanılırlar. Genel olarak, doğal bitkisel besinlerde proteinler

%70-85 değerleri arasındaki oranlarda sindirilebilirliğe sahipken bitkisel protein izolatları ve unlar nispeten daha yüksek sindirilebilirliğe sahip olup, bakliyatlar genellikle kükürt içeren amino asitler açısından sınırlıdır. Tahıllar ve tahıl ürünleri, dünyanın çoğu bölgesinde en çok tüketilen protein kaynağıdır (Caballero, Allen ve Prentice, 2013).

İnsanlar için günlük tüketilmesi gereken protein ve amino asit hedefine ulaşmak için besinlerdeki amino asit miktarları bilinmelidir (Wu, 2021b). Günlük tüketimde sıklıkla yer alan bazı bitkisel kaynaklı besinlerin toplam AA miktarları (serbest halde bulunan amino asitler ile proteinlere bağlı peptid halinde bulunan amino asitlerin toplamı) tablo 2.6'da bazı hayvansal kaynaklı besinlerin AA profili ve miktarları ise tablo 2.7'de gösterilmektedir. Bu değerler, besinin içerdiği proteinin 1 gramında bulunan amino asit miktarını(mg) göstermektedir.

Tablo 2.6: Bitkisel kaynaklı bazı besinlerdeki toplam amino asit miktarları (mg/g)

AA	Mısır tanesi	Yer fıstığı	Antep fıstığı	Patates	Soya fasulyesi	Soya fas. konsantresi proteini	Tatlı patates	Buğday unu	Beyaz pirinç
Ala	7.97	12.4	11.3	2.82	22.9	36.1	4.80	5.42	4.58
Arg	4.34	35.5	23.8	5.15	37.2	60.8	3.08	7.20	7.28
Asp	4.74	14.2	9.89	4.05	37.3	58.7	3.34	3.58	4.27
Asn	3.88	19.7	10.2	19.2	24.6	37.1	12.0	4.47	4.60
Cys	2.17	4.15	3.56	1.14	7.67	14.3	1.63	3.04	1.66
Glu	7.13	28.6	18.4	1.01	52.6	87.6	5.46	2.80	7.38
Gln	11.8	29.0	26.9	16.3	43.0	72.6	2.20	45.5	7.96
Gly	4.43	19.0	11.7	2.74	24.0	37.6	3.52	6.31	3.95
His	2.68	6.98	5.30	1.70	12.7	21.8	1.18	3.54	2.20
Hyp	0.04	0.79	0.59	0.08	0.78	0.14	0.05	0.43	0.04
Ile	3.85	10.8	10.2	3.19	23.9	39.5	3.31	4.92	3.74
Leu	12.8	18.1	16.9	4.72	40.0	60.7	4.88	10.0	7.26
Lys	2.85	9.98	11.9	5.13	32.6	52.9	3.61	3.64	2.33
Met	2.26	3.43	3.80	1.53	6.43	12.3	1.22	2.48	2.02
Phe	5.18	14.8	11.5	3.92	25.6	42.4	4.83	7.53	4.39
Pro	11.3	16.5	12.9	3.02	28.4	36.5	2.64	23.2	5.41
Ser	5.05	14.4	14.0	3.55	30.2	50.6	4.54	6.90	4.09
Thr	3.58	8.12	7.14	3.19	20.9	34.3	3.74	4.09	3.02
Trp	0.75	2.72	2.62	1.01	7.02	12.7	0.48	1.70	1.12
Tyr	4.80	11.0	5.32	2.34	18.4	30.0	2.99	3.86	2.37
Val	5.07	12.7	13.2	4.98	24.6	40.1	4.46	6.24	5.19
Toplam	106.7	292.9	231.1	90.8	520.6	838.7	73.9	156.9	84.9

Kaynak: Wu, 2021b

Bitkisel kaynaklı besinlerin çoğunda glutamik asit (Glu) ve glutamin (Gln) yüksek miktarda bulunurken, glisin (Gly) ve prolin (Pro) nispeten daha az miktarlarda bulunur. Triptofan (Trp) bitkisel besinlerde en az bulunan AA iken sistein (Cys) veya metiyonin (Met), türüne bağlı olarak gıdada en az bulunan ikinci veya üçüncü AA'dır histidin (His) ise en az bulunan dördüncü AA'dır (Wu, 2021b).

Tablo 2.7: Hayvansal kaynaklı bazı besinlerdeki toplam amino asit miktarları

AA	Sığır kaburga eti (mg/g)	Tavuk yumurtası (mg/g)	Kazein proteini (%)	Whey proteini(%)	Jelatin(%)	Anne sütü(mg/L)	İnek sütü(mg/L)
Ala	45.4	27.1	2.79	2.61	7.68	400	1078
Arg	52.4	30.7	3.42	2.71	6.55	361	1144
Asp	41.1	29.0	3.90	3.96	2.45	449	1219
Asn	33.4	21.0	2.57	2.30	1.21	410	1130
Cys*	11.2	10.7	0.43	2.52	0.04	102	153
Glu	75.1	41.5	9.43	13.7	4.48	1043	3708
Gln	49.9	22.6	11.3	9.10	2.58	851	3244
Gly	33.7	16.2	1.87	1.56	28.7	220	605
His	31.7	12.0	2.80	2.40	0.63	230	807
Hyp	1.77	0.51	0.14	0.13	10.9	134	481
Ile	41.1	24.3	4.94	4.07	1.00	531	1587
Leu	66.7	41.5	8.87	11.6	2.23	1041	3332
Lys	72.0	33.4	7.53	6.26	3.20	710	2895
Met	25.3	14.9	2.65	2.50	0.88	161	874
Phe	33.5	25.3	4.90	4.59	1.42	370	1685
Pro	32.9	18.3	10.9	10.6	17.6	951	3362
Ser	35.4	37.7	5.11	3.86	2.93	611	1881
Thr	37.0	21.3	4.12	3.44	2.94	441	1418
Trp	10.0	7.76	1.25	1.85	0.19	202	429
Tyr	30.1	19.8	5.09	4.80	0.79	460	1582
Val	47.4	29.9	6.06	5.53	1.67	511	1746
Taurine	2.92	0.36	-	-	-	40	7.1
Toplam	809.9	485.8	100	100	100	10.227	34.366

* Toplam sistein (sistein + ½ sistin)

Kaynak: Wu, 2021b

Hayvansal besinler genellikle bitkisel besinlerden çok daha fazla protein ve AA (özellikle Cys, Gly, Lys, Met, Pro, Thr ve Trp) içerir. Bitkisel proteinler ile karşılaştırıldığında, hayvansal proteinler, tüm AA'ların bileşimi göz önüne alındığında daha dengeli bir AA profiline sahiptir. Ayrıca hayvansal ürünlerdeki proteinler (%95-99), bitkisel proteinlerden (%65-97) daha yüksek sindirilebilirlik değerlerine sahiptir. (Wu, 2021b)

Besin tüketiminde hayvansal besinlerden gelen toplam proteinin %65'ten az olması yetişkin insanlarda en az bir EAA eksikliğine yol açtığı ve bunun da protein

açısından yetersiz beslenmeye sebep olduğu bulgusuna dayanarak, hayvansal proteinin bitki proteinine optimum oranı çocukların, ergenlerin ve yetişkinlerin diyetleri için en az 0,65-0,35'tir ve bu oran 0,70-0,30 hatta 0,75-0,25'e kadar çıkabilir. Hayvansal ve bitkisel besinlerin bu oranlarla kombinasyonu, tüm bireylerde optimum sağlık ve esenliği korurken, çocuklarda yağsız doku büyümesini teşvik etmek ve yetişkinlerde sarkopeniyi azaltmak gibi fonksiyonel ihtiyaçları karşılayabilir (Wu, 2021b).

2.2.2.6. Gereksinim

Diyetle alınan proteinlerin ve amino asitlerin oranları ve miktarları; büyüme, gelişme ve sağlığın devamlılığında önemli bir etkiye sahip olduğu için, vücudun fizyolojik ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde olmalıdır. Diyetle alınan protein vücuttaki tüm amino asitlerin temel kaynağı olduğundan, diyet protein kalitesi hem kimyasal analizler hem de biyolojik yöntemlerle (örneğin, AA skoru, biyolojik değer, PDCAAS) değerlendirilmelidir. Hayvansal protein kaynakları, hem insanlarda hem de diğer canlılarda optimum büyüme ve vücudun işlevleri açısından (iskelet kası, üreme ve bağışıklık sistemi sağlığı gibi) sağlıklı beslenmeye katkıda bulunurken, ayrıca yaşlanmayı geciktirip sarkopeni riskini düşürmektedir. Ayrıca egzersiz yapan bireylerin yüksek kaliteli protein taleplerini de karşılamaktadır. Fiziksel olarak aktif insanlar, iskelet kaslarının gücünü, işlevini ve kütlesini korumak veya desteklemek ve sarkopeniyi azaltmak için protein bakımından yeterli beslenmelidir (Wu, 2021a; FAO, 2007).

FAO, DSÖ ve UNU (Birleşmiş Milletler Üniversitesi) uzmanlar birliğinin en son 2007'de güncellediği İnsan Beslenmesinde Protein ve Amino Asit Gereksinimleri başlıklı raporda yetişkinler için günlük protein gereksinimi, vücut ağırlığı kilogramı başına 0.83 g/kg/gün olarak ifade edilmiştir (Lewis, 2019; FAO, 2007). Ancak daha sonra yapılan çalışmaların, insanların önerilen bu değer üzerinde gereksinimleri olduğunu göstermesine dayanarak, ACSM (Amerikan Spor Hekimliği Koleji), AND (Beslenme ve Diyetetik Akademisi) ve Kanada Diyetisyenler Birliği, fiziksel aktivite düzeylerini esas alan yeni önerilerde bulunmuştur (ACSM, 2009). Fiziksel aktivite düzeylerine göre yetişkinler için önerilen vücut ağırlıkları kilogramı (kg) başına günlük protein gereksinimleri tablo 2.8'de yer almaktadır.

Tablo 2.8: Yetişkinler için protein gereksinim değerleri

Hedef Grup	Protein Gereksinimi (g/kg/gün)
Minimal fiziksel aktiviteye sahip yetişkin	1.0
Orta fiziksel aktiviteye sahip yetişkin	1.2 - 1.4
Yoğun fiziksel aktiviteye sahip yetişkin	1.5 - 1.7
Yaşlılar ve tip 2 DM hastaları	1.2

Kaynak: Wu, 2021a

Fonksiyonel ihtiyaçları karşılamak için; minimal, orta, yoğun fiziksel aktiviteye sahip yetişkinler için günlük beslenme programında protein alınımı sırasıyla 1.0, 1.2 ila 1.4 ve 1.5 ila 1.7 g protein/kg/gün tavsiye edilirken, yaşlılar ve tip 2 diyabet(DM) hastaları için vücut ağırlığı kilogramı başına günlük 1.2 g yüksek kaliteli protein tüketilmesi önerilmektedir (Tablo 2.8). Bazı hastalık durumları protein gereksinimini etkilemektedir. Örneğin, bazı böbrek hastalıklarında protein kısıtlaması gerekebilirken, yanık gibi metabolik stres ve katabolizmanın arttığı durumlarda daha fazla protein alımı gerekmektedir (Ferrier, 2017; Wu, 2021a).

Protein alımının tolere edilebilir üst sınırı, sağlıklı yetişkin insanlar için 3.5 g/kg/gün iken daha genç kişiler için daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir (örn., 1 ila 3 yaşındaki çocuklar için 5,1 g/kg/gün). Uzun süreli 2 g protein/kg vücut ağırlığı/gün tüketimi sağlıklı yetişkinler ve çocuklar için güvenilir olup, ayrıca sindirim, boşaltım, kardiyovasküler, endokrin veya bağışıklık sistemlerinin fonksiyonlarını olumsuz etkilemediği; ilaveten kemik kaybı, obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar veya kanser risklerini artırmadığı rapor edilmiştir (Wu, 2016). Vücudun ihtiyacından fazla tüketilen protein deaminasyona uğramakta ve ortaya çıkan karbon iskeletleri, yağ asidi sentezi için enerji veya asetil koenzim A sağlamak üzere metabolize edilmektedir. Fazla protein vücuttan üriner nitrojen olarak atıldığında, bu duruma sıklıkla idrarda kalsiyum artışı eşlik etmekte ve bu da böbrek taşı oluşumu ve osteoporoz riskini arttırabilmektedir (Ferrier, 2017). Aşırı tüketimi önlemek için insanların protein alımları fizyolojik, patolojik ve çevresel değişikliklere göre ayarlanmalıdır. Optimum büyüme, gelişme ve sağlığın devamı için protein ve esansiyel amino asitler yönünden yeterli beslenilmesi gerekmektedir (Wu, 2021a).

Amino asitler için de günlük tüketilmesi önerilen miktarlar belirlenmiştir. Sağlıklı yetişkin bireyler için önerilen günlük amino asit gereksinimleri vücut ağırlığı

kilogramı başına günlük alınması gereken amino asit miktarları ve tüketilen proteinin gram ağırlığı başına gereksinim duyulan amino asit miktarları tablo 2.9'da sunulmaktadır (FAO, 2007).

Tablo 2.9: Yetişkinler için amino asit gereksinim değerleri

Amino asit	Gereksinim (mg/kg/gün)	Gereksinim (mg/g protein)
Histidin	10	15
Izolösin	20	30
Lösin	39	59
Lizin	30	45
Metiyonin	10	16
Sistin	4	6
Metiyonin + Sistein	15	22
Fenilalanin + Tirozin	25	30
Treonin	15	23
Triptofan	4	6
Valin	26	39

Kaynak: FAO/DSÖ/UNU, 2007

Bebekler ve çocuklar için amino asit gereksinimleri, optimal büyüme ve gelişmenin sağlanabilmesi esasına dayalı olarak belirlenmiştir (FAO, 2007). Bebek, çocuk ve adölesanlar için alınması gereken günlük proteinin gramı başına tüketilmesi gereken amino asit değerleri Tablo 2.10'da görülmektedir.

Tablo 2.10: Yenidoğan, çocuk ve adölesanlar için amino asit gereksinimleri

Yaş Grubu	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
	<i>mg / g protein</i>								
Yeni Doğan (0-6 ay)	21	55	96	69	33	94	44	17	55
Çocuk (6 ay-3 yaş)	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
Diğer çocuk, adölesan (3-10 yaş)	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40

His: Histidin, Ile; Izolösin, Leu: Lösin, Lys: Lizin, SAA: Kükürlü amino asitler, AAA: Aromatik amino asitler Thr: Treonin, Trp: Triptofan, Val: Valin

Kaynak: FAO/DSÖ/UNU, 2007

2.2.3. Lipidler

Eter, benzin, kloroform gibi organik çözücülerde çözünen ancak suda çözünmeyen hayvan ve bitki dokularına lipid denir (Baysal, 2020). Hayvansal ve bitkisel besin kaynaklarının tüketilmesiyle dışarıdan vücuda alınabildiği gibi, vücutta da endojen olarak sentez edilebilirler (Gürdöl, 2021). Bu molekül sınıfı çeşitli biyokimyasal rollere sahiptir. Örneğin, enerji depolamak için kullanılırlar ve organizmaya metabolik yakıt sağlarlar, deri altında ve organların çevresinde yağ tabakası oluşturarak ısı yalıtıcısı olarak görev yaparlar, biyolojik membranların temel bileşenidir, kanda taşınabilmek için proteinlerle birleşerek lipoprotein yapılarını oluştururlar ve ayrıca sinyal iletim yollarında önemli rol oynarlar. Diğer üç biyomolekül sınıfının (karbonhidratlar, amino asitler ve nükleik asitler) aksine, lipidler polimer oluşturmazlar. Bireysel ve kolektif özellikleri onları insan vücudu için oldukça önemli kılmaktadır (Tymoczko, Berg ve Stryer, 2013). Lipidler beş sınıfta incelenebilir, bu gruplar tablo 2.11’de görülmektedir.

Tablo 2.11: Lipidler

Serbest Yağ Asitleri: Bu en basit lipid türü en yaygın olarak vücutta yakıt olarak kullanılır. Yağ asitleri, yakıt olarak veya membran lipidlerinin bileşenleri olarak kullanıldıklarında hidrokarbon zincir uzunlukları değişiklik gösterirler.
Triaçilgliseroller: Bu lipid sınıfı, yağ asitlerinin depolanma şeklidir.
Fosfolipitler: Membran lipidleri, aynı zamanda yüklü bir fosforil grubu da taşıyan bir iskeleyle bağlı yağ asitlerinden oluşur, polar ve apolar kuyruklu bir makromolekül oluşturur.
Glikolipidler: Bu lipidler karbonhidratlara bağlıdır ve önemli membran bileşenleridir.
Steroidler: Bu lipidler, polisiklik hidrokarbonlar olmaları bakımından diğer sınıflardan farklıdır. Steroidler, çeşitli fizyolojik işlevleri kontrol eden hormonlar olarak işlev görür. En yaygın steroid, bir membran bileşeni olan kolesteroldür.

Kaynak: Tymoczko, Berg ve Stryer, 2013

Lipidler, en çok enerji veren besin ögesi olduğu için vücut enerji gereksinimini en kolay ve zararsız şekliyle yağlardan karşılayabilir. Çoklu doymamış yağ asitleri olan

ve bazı besinlerde bulunan elzem yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminler (A,D,E ve K) vücuda yağlar sayesinde alınır ve işlev görür. Deri altında oluşan yağ tabakası vücut ısı kaybının önüne geçer. Yağ dokusu organların etrafını sararak dış etkenlere karşı korur. Yağlar tüketildiğinde midede uzun süre kalarak midenin boşalmasını geciktirir, bu sayede tokluk hissini uzatır (Baysal, 2020; Gürdöl, 2021).

Her dokuda yağ bulunur ancak oranları farklıdır. Diyet yağı hayvansal ve bitkisel kaynaklı olabilir. Diyetle alınan bitkisel kaynaklardan gelen ayçiçeği, mısır, fındık, kakao, zeytin, keten tohumu, hindistan cevizi, avokado gibi yağlar kullanılabilirdiği gibi, et ürünleri, kuyruk yağı, süt yağı, tereyağı gibi hayvansal kaynaklı yağlar da tercih edilebilir. Yağların içerdiği yağ asitlerinin türü, sayısı, yağ asitleri arasındaki bağların türü yağın özelliklerini ve vücutta kullanım şekillerini değiştirir. Tüketilen yağın büyük bölümü yiyeceklerin bileşiminde bulunur ve görünmez yağ olarak adlandırılır, kalan kısmı ise saf, görünen yağ olarak tüketilir. Günlük diyetle önerilen enerjinin yağdan gelen kısmının sağlıklı yetişkin bir insanda %30 oranının üzerine çıkmaması gerekmektedir (Baysal, 2020).

2.2.4. Vitaminler

Yaşam için gerekli olan birçok fizyolojik fonksiyon için gerekli besinler arasında vitaminler de yer almaktadır. Diğer besinlerin aksine, vitaminler yapısal işlevlere hizmet etmezler ve katabolizmaları sonucu önemli bir enerji sağlamazlar. Bunun yerine, vitaminlerin fizyolojik işlevleri oldukça spesifiktir ve bu nedenle diyetle sadece küçük miktarlarda alınması yeterlidir (Combs ve McClung, 2017). 1912 yılında pirinç kabuğundan elde edilen “amin” grubunun canlıların yaşamı için elzem olduğu keşfedilmiş ve bu molekül için “vitalamin”(yaşam için elzem amin) kelimesi kullanılmış, daha sonra kelime vitamin şeklini almıştır (Baysal, 2020).

Vitaminler vücutta daha çok biyokimyasal reaksiyonların düzenlenmesi ile görevlidir. Vücudun çeşitli dokularında gerçekleşen pek çok kimyasal tepkimede rol aldıkları için eksiklikleri durumunda vücut çalışmasında aksaklıklar görülür. Bazı vitaminler vücutta enzim kofaktörleri olarak işlev görürken (A, K ve C vitaminleri, tiamin, niasin, riboflavin, B6 vitamini, biotin, pantotenik asit, folat ve B12 vitamini) bazıları biyolojik antioksidan (E ve C vitaminleri) görevine sahiptirler. Vitaminlerden bazıları da oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarında kofaktör olarak

işlev görür (E, K ve C vitaminleri, niasin, riboflavin ve pantotenik asit). A ve D vitaminleri vücutta hormon benzeri etkinlik gösterirken A vitamini ayrıca görmede fotoreseptif olarak kofaktör görevi görür. B6 vitamini PLP (pidoksal fosfat) şeklinde koenzim görevi görür; amino asit metabolizmasında pek çok kimyasal reaksiyonda kullanılır. (Gürdöl, 2021; Combs ve McClung, 2017; Baysal, 2020).

Vitaminlerin tamamı zamanla keşfedilmiş ve çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. En genel sınıflama yağda ve suda erime özelliklerine göre yapılan sınıflamadır. Buna göre A, D, E ve K vitaminleri yağda eriyen vitaminler, B grubu vitaminler ve C vitamini ise suda eriyen vitaminler sınıfındadır. Bu sınıflandırmadan sonra vitaminler kimyasal özellikleri ve kimyasal yapılarına göre adlandırılmıştır (Merdol, 2020). Vitaminlere benzer molekül yapısına sahip olup vücutta vitamin aktivitesi gösteren ve aynı vitamin ailesinin üyesi olan bileşiklere vitamer, vücutta metabolize edildikten sonra vitamin etkisi gösteren bileşiklere de provitamin adı verilir (Combs ve McClung, 2017). Vitaminlerin kimyasal isimleri, vitamerleri, provitaminleri ve fizyolojik fonksiyonları tablo 2.12’de görülmektedir.

Tablo 2.12: Vitaminler: vitamerleri, provitaminleri ve fonksiyonları

Grup	Vitamerleri ve provitaminleri	Fizyolojik fonksiyonları
Vitamin A	Retinol Retinal Retinoik asit Beta karoten (Provitamin) Kriptoksantin (Provitamin)	Görsel pigmentler, epitel hücre farklılaşması
Vitamin D	Kolekalsiferol (D3) Ergokalsiferol (D2)	Kalsiyum homeostazı, kemik metabolizması, transkripsiyon faktörü
Vitamin E	α -Tokoferol γ -Tokoferol	Antioksidan
Vitamin K	Filokinon (K1) Menakinon (K2) Menadion (K3)	Kanın pıhtılaşması, kalsiyum metabolizması
Vitamin C	Askorbik asit Dehidroaskorbik asit	Kollajen ve karnitin oluşumunda ve ilaç ve steroid metabolizmasında hidroksilasyonlarda indirgeyici
Vitamin B1	Tiamin	2-keto asitlerin (örneğin piruvat) dekarboksilasyonları ve transketolasyonlar için koenzim
Vitamin B2	Riboflavin	Yağ asitlerinin redoks reaksiyonlarında koenzim ve trikarboksilik asit (TCA) döngüsü
Niasin	Nikotinik asit Nikotinamid	Bazı dehidrogenaz enzimler için koenzim
Vitamin B6	Pridoksol Pridoksal Pridoksamin	Amino asit metabolizması için koenzim
Folik Asit	Folik asit Poliglutamil folasinler	Tek karbon metabolizması için koenzim
Biotin	Biotin	Karboksilasyon için koenzim
Pantotenik asit	Pantotenik asit	Yağ asidi metabolizması için koenzim
Vitamin B12	Kobalamin	Propiyonat, amino asitler ve tek karbon birimlerinin metabolizmasında koenzim

Kaynak: Combs ve McClung, 2017

Vitaminler çeşitli besinlerde farklı miktarlarda bulunurlar. A vitamini karaciğer, balık yağı, süt, yumurta, havuç, bal kabağı, koyu yeşil yapraklı sebzeler, kayısı, portakal gibi hem hayvansal hem bitkisel kaynakları besinlerde bulunabilir. D vitamini ise balık, karaciğer, yumurta sarısı gibi hayvansal kaynaklı besinlerde bulunur ancak vücuda alındıktan sonra güneş ışınları ile aktif hale gelir. E vitamini

bitkisel yağlar, tahıllar, yağlı tohumlar, kuru baklagiller gibi bitkisel kaynaklarda bulunur. K vitamininin en zengin kaynakları koyu yeşil yapraklı sebzelerdir, ayrıca kuru baklagil, balık ve karaciğerde de bulunur. Tiamin et, süt, kuru baklagiller, tahıllar, ceviz, fındık, yumurtada; riboflavin karaciğer, et, süt, yumurta, yeşil yapraklı sebzeler ve tahıllarda; niasin et, balık, kümes hayvanları, maya, tahıllar, kuru baklagiller ve yeşil yapraklı sebzelerde; pantotenik asit hayvansal ve bitkisel pek çok besinde; folik asit organ etleri, yeşil yapraklı sebzeler, maya ve tahıllarda; B6 vitamini et, karaciğer, böbrek, tahıllar ve kuru baklagillerde; B12 vitamini et, süt, peynir, yumurta ve balıkta; C vitamini ise turunçgiller, çilek, kuşburnu, patates, yeşil biber, asma yaprağı gibi besinlerle vücuda alınabilir (Karaağaoğlu ve Samur, 2015; Güneş, 2021).

2.2.5. Mineraller

Mineraller, besinler yakıldıktan sonra kül olarak geride kalan inorganik elementlerdir. Makro besinlerle karşılaştırıldığında, mineral gereksinimleri ve bunların toplam vücut ağırlığına katkıları nispeten küçüktür. Toplam insan kütlelerinin %5 ila 6'sından daha azını oluştururlar. Mineraller, makro mineraller ve iz mineraller olarak iki genel kategoriye ayrılır (Medeiros ve Wildman, 2019). Minerallerin sınıflandırılması tablo 2.13'te görülmektedir.

Tablo 2.13: İnsan vücudunda bulunan makro mineraller ve iz elementler

Makro mineraller	İz elementler	
Kalsiyum	Arsenik	Lityum
Klor	Bor	Mangan
Magnezyum	Kadmium	Molibden
Fosfor	Krom	Nikel
Potasyum	Kobalt	Selenyum
Sodyum	Bakır	Silikon
Sülfür	Flor	Vanadyum
	Iyot	Çinko
	Demir	Kalay

Kaynak: Medeiros ve Wildman, 2019

Mineraller vücudun düzenli çalışmasında oldukça önemli görevlere sahiptirler. Kalsiyum, fosfor ve magnezyum iskelet ve dişlerin yapısında bulunur. Potasyum, sodyum, klor gibi elementler vücut sıvılarının, hücre içi ve dışı sıvıların dengede tutulabilmesinde büyük önem taşır. Vücudun asit-baz dengesinin korunabilmesi için kükürt, fosfor, klor, sodyum, potasyum gibi mineraller görev alır. Magnezyum ise metabolizmada enzimlerin çalışmasında görevli olup, ilaveten kas ve sinir sisteminin uyarılmasında da rol oynar. Kanda demir mineralinin çoğunluğu oksijen taşımakla görevli olan hemoglobinin bileşimindedir. Mineraller, insan vücudu için daha pek çok fizyolojik fonksiyonu olması sebebiyle hayati önem taşır ve buna bağlı olarak yeterli ve dengeli bir diyetle düzenli tüketimi gerekmektedir (Baysal, 2020).

2.2.6. Su

Su, insan yaşamı için en elzem öğelerden biridir. Yetişkin bir insanın beden ağırlığının %60 kadarı sudur. Bu suyun yaklaşık %60'ı hücre içi sıvıda %40'ı ise hücre dışı sıvıda yer alır (Güneş, 2021; Baysal, 2020). Vücutta oluşan %3'lük bir su kaybı vücudun ısı dengesinin bozulmasına, %4'lük bir kayıp ise fiziksel ve zihinsel performansın düşüşüne sebep olup, %5 üzerinde olan kayıplar baş ağrısı ve yorgunlukla sonuçlanabilir. Vücut suyunun %10'undan fazlasının kaybı bilişsel faaliyetlerde sorunlara yol açarak hayati tehlike oluşturabilirken, %20 üzerindeki kayıplar ise ölümlle sonuçlanabilir (Baysal, 2020; Merdol, 2020).

İnsan vücudunun kemik, deri, lipid ve bağ dokusundan geri kalan öğeler su içinde çözelti halinde bulunmaktadır. Bu çözelti içinde hücrelerdeki biyokimyasal reaksiyonlar gerçekleşmektedir (Baysal, 2020). Uygun vücut hidrasyonunu korumak, fiziksel ve zihinsel sağlığı ve performansı korumanın yanı sıra bir dizi hastalığı ve rahatsız edici semptomları önlemede önemli bir faktördür. Su, insan vücudunun ana bileşenidir ve tüm kimyasal reaksiyonlarda çözücü olarak görev alarak, ayrıca atıkların taşınmasında görev yapıp, vücut sıcaklığının düzenlenmesine yardımcı olur. İlaveten, eklemlerde ve sindirim sisteminde kayganlaştırıcı sıvı yapımında kullanılarak, vücut yapılarının korunmasında fonksiyon gösterir ve vücutta bir dizi başka işlevi de destekler (Rosborg ve Kozisek, 2019).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından önerildiği şekliyle: Yeterli alım miktarı yetişkin kadınlar için günlük 2,0 L (litre) ve yetişkin erkekler için günlük 2,5 L'dir. (EFSA, 2010).

2.3. Besin Grupları

Besinler, içerdikleri besin öğeleri ve enerji açısından benzer işlev görenlerin bir araya getirilmesi ile gruplandırılırlar. 2020-2025 Amerikalılar İçin Beslenme Rehberi'ne göre besinler beş grupta toplanır: Sebzeler, meyveler, tahıllar, süt ve süt ürünleri ve proteinli yiyecekler (USDA, 2020). Her grup birbirinin yerine tercih edilebilecek çeşitli alt gruplar içermektedir. 2015 Türkiye Beslenme Rehberi'ne göre ise besinler beş gruba ayrılır: Süt ve ürünleri; et, yumurta, kuru baklagiller ve yağlı tohumlar; ekmek ve tahıllar; sebze; meyve. Bu rehberde Türkiye'ye özgü olarak besin çeşitliliği temeline dayanarak beş besin grubunu içeren sağlıklı yemek tabağı modeli sunulmuştur (TÜBER, 2016).

2.3.1. Süt ve Süt Ürünleri Grubu

Süt ve süt ürünleri grubundaki besinler bazı memeli hayvanlardan elde edilen süt ve süttten elde edilen yoğurt, peynir, kefir, ayran, dondurma, süt tozu gibi ürünlerdir. Bu gruptaki besinler yüksek kalitede protein, kalsiyum ve fosfor içerir. Bu grup besinler çinko, tiamin, riboflavin, niyasin, B6 ve B12 yönünden de iyi birer kaynaktır. Ayrıca süt yağında A,D,E ve K vitaminleri bulunur (Baysal, 2020). Bu grupta yer alan besinlerin düzenli tüketimi kalsiyum için iyi birer kaynak olmaları sebebiyle çocuk ve adölesanlarda kemiklerin ve dişlerin sağlıklı gelişimi açısından önem arz eder. Yetişkinlerde ise kardiyovasküler hastalıklar, tip II diyabet, kolon kanseri gibi hastalıklardan korunmada önemlidir (TÜBER, 2016).

Süt ve süt ürünleri içerisinde doymuş yağ asitleri ve kolesterol içerir. Doymuş yağ alımının ve kolesterol tüketiminin diyetle kısıtlanması gereken kişilerin yağ miktarı azaltılmış sütleri ve süt ürünlerini tercih etmesi önerilir (Baysal, 2020). Türkiye Beslenme Rehberi'nde önerilen günlük tüketim miktarları şöyledir: Yetişkin bireyler için günde 3 porsiyon; çocuklar ve adölesan dönemindeki gençler, gebe ve emzikli kadınlarla menopoz sonrası kadınlar için 2-4 porsiyon (TÜBER, 2016). Bu gruptaki besinler için porsiyon miktarları tablo 2.14'te yer almaktadır.

Tablo 2.14: Süt ve süt ürünleri grubu için porsiyon miktarları

Süt 1 kupa veya 240 mL	Ayran 1 büyük bardak veya 350 mL
Yoğurt 1 kupa veya 1 küçük kase veya 200 mL	Beyaz peynir 3 parmak veya 2 kibrit kutusu veya 60 g
Yoğurt (ev yapımı) 1 küçük kase veya 240 mL	Kaşar peyniri 2 parmak veya 40 g
Kefir 1 kupa veya 240 mL	

2.3.2. Et, Yumurta, Kuru Baklagiller ve Yağlı Tohumlar Grubu

Bu grupta kırmızı et (dana eti, koyun eti, kuzu eti gibi), kümes hayvanları (hindi eti, tavuk eti, kaz eti gibi) balık gibi hayvan etleri; fasulye, mercimek, nohut gibi kuru baklagiller; fındık, fıstık, badem gibi yağlı tohumlar ve yumurta bulunur. Bu gruptaki besinler bileşiminde diğer gruplardakilere oranla daha yüksek miktarda ve kaliteli protein içerir. Ayrıca demir, çinko ve B grubu vitaminlerden zengindir. B12 vitamini doğal olarak yalnızca hayvansal kaynaklı besinlerde bulunur (Baysal, 2020; Merdol, 2020).

Kırmızı et iyi kalite protein içerdiği için en önemli protein kaynaklarından biridir. Ancak tüketimde doymuş yağ ve kolesterol oranı yüksek etlerin tercih edilmesi özellikle kardiyovasküler hastalıkların gelişimi açısından risklidir. Balıklar ve deniz ürünleri insan vücudu için elzem omega-3 yağ asitleri açısından zengindir. Omega-3 yağ asitlerinin yeterli düzeyde tüketimi kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine ve beyin gelişimine yardımcıdır. Bebek ve çocuklarda optimal büyüme ve gelişmenin sağlanmasında et çeşitlerinin tüketimi oldukça önemlidir (TÜBER, 2016).

Bu grupta yer alan yumurta protein kalitesi açısından en değerli besinlerden biridir. Bu grubun alt sınıflarından biri olan kuru baklagiller nohut, kuru fasulye, soya fasulyesi ve diğer fasulye türlerinin tohumları, barbunya, mercimek, bezelye gibi olgunlaşmış tohumları içerir (TÜBER, 2016). Protein ve karbonhidrat içeriği yönünden zengindir. Hayvansal kaynaklı gıdaların çeşitli sebeplerle tüketilemediği durumlarda protein kaynağı olarak diyetle tercih edilebilir. Ayrıca kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, E vitamini ve B grubu vitaminler açısından zengin bir kaynaktır. Fındık, fıstık, ceviz, badem, susam, ayçiçeği gibi yağlı tohumlar da bu gruba dahildir. Bu besinlerin yağ içeriği yüksektir, ayrıca mineraller ve vitaminler yönünden de zengindirler. Yağlı tohumlar, değerli bitkisel protein kaynaklarından biridir ve global ölçekte protein ihtiyacının giderek artış göstermesi sonucu yağlı tohum üretiminin de artış göstermesi önemli hale gelmiştir (OECD FAO, 2016).

Protein açısından iyi birer kaynak olan bu gruptaki besinlerin yetişkinler tarafından günde 2.5-3 porsiyon tüketilmesi önerilir (TÜBER, 2016; Baysal, 2020).

2.3.3. Ekmek ve Tahıllar Grubu

Tahıl grubunda, ekmek, pirinç, bulgur, makarna, erişte, buğday, yulaf, arpa, çavdar, mısır gibi tahıllar ve tahıllardan elde edilen ürünler yer alır. Tahıllar ülkemizde günlük diyetin en önemli bileşenidir. Tahıllar, özellikle buğday una dönüştürülür ve undan elde edilen ekmek, makarna, şehriye gibi ürünler sıklıkla tüketilir (Baysal, 2020).

Bir tahıl tanesi kabuk, rüşeym ve endospermden oluşur; tam tahıl diye belirtilen ürünler bu üç bileşeni içerisinde bulundurur. Tam tahıllı besinler, karbonhidrat, B grubu vitaminleri, demir, magnezyum ve diyet posası gibi besin öğelerinden ve proteinden zengindir ancak elzem amino asitlerin tamamını yeterince bulundurmazlar. Bu sebeple diğer besin gruplarıyla beraber tüketilmeleri önerilir. İçerdikleri karbonhidrat sayesinde vücudun günlük enerjisinin temel kaynağı bu besin grubudur (TÜBER, 2016).

Rafine tahıl ürünleri genellikle tahılların öğütülüp kabuk ve rüşeymden ayrılması ve un haline getirilmesi sonucu oluşan unlar kullanılarak elde edilen ürünlerdir. İşleme sırasında lif içeriği, bazı vitamin ve mineraller kayba uğrar ve glisemik indeksi tam tahıllara göre yüksektir. Bu sebeple tam tahıl ürünlerinin tercih edilmesi önerilir (Landberg ve Scheers 2021). Günlük tüketilmesi önerilen tahıl miktarı yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite ve vücut ağırlığına göre değişir ancak ortalama olarak günlük 3-7 porsiyon tüketimi önerilir (TÜBER, 2016).

2.3.4. Sebze Grubu

Botanik biliminde sebzenin tanımı bitkilerin insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilebilen çiçek, yaprak ve gövde kısımları olarak ifade edilir ancak pratikte sebze ve meyve tanımları bunları tam olarak karşılayamaz. Daha genel manada bitkilerin yemek ve salata niyetine tüketilen kısımlarına sebze denir. Çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Ispanak, lahanası, patates, yer elması, kereviz, kuşkonmaz, soğan, sarımsak, marul, semizotu, maydanoz, fasulye, domates, patlıcan, brokoli gibi kök, gövde, yaprak ve çiçek kısmı yenen bazı bitkilere örnek verilebilir (Baysal, 2020).

Sebzeler tüketildikleri zaman günlük enerji ve protein ihtiyacına önemli bir katkı sunmazlar ancak özellikle taze olarak tüketildiklerinde vücuda önemli mineral ve vitaminleri sağlarlar. Ayrıca antioksidan ve lif açısından da zengindirler. Yapılan çalışmalarla hastalıkları önlemek ve çeşitli popülasyonların sağlığını iyileştirmek için sebzelerin farklı biyoaktif bileşenlerinin etkileri kanıtlanmıştır. Her sebze, bazıları sağlığı geliştirme veya hastalık ve kanseri geciktirme potansiyeline sahip binlerce farklı biyomolekül içerir. Yetişkin bireyler için günde en az 5 porsiyon sebze ve meyve tüketimi önerilir (Watson ve Preedy, 2016).

2.3.5. Meyve Grubu

Bitkilerin insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilebilen çekirdek ve çekirdeğe yakın kısımlarına meyve denir ancak pratikte kısmen daha tatlı olanlar meyve olarak isimlendirilir. Elma, armut, şeftali, kavun, kiraz, nar, portakal, ayva, erik gibi meyveler örnek verilebilir (Baysal, 2020). Meyveler de sebzeler gibi günlük tüketimde özellikle protein açısından önemli bir katkı sağlamasalar da vitamin, mineral, posa, antioksidanlar ve çeşitli biyoaktif bileşenleri içerdiği için düzenli ve yeterli olarak tüketimleri önem arz eder. Meyvelerin fonksiyonel bileşikler (biyoflavonoidler gibi) açısından zengin olması, sağlığın geliştirilmesi ve hastalıkların önlenmesi için gereklidir (Watson ve Preedy, 2016).

2.4. Protein Kalitesi

Vücuda hayvansal ve bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanan proteinlerin her besindeki miktarı ve içerdiği amino asit çeşitliliği farklıdır. Diyet protein kalitesinin değerlendirilmesi, insanların diyetle birlikte aldıkları bu amino asitlerin dengeli ve yeterli şekilde tedarik edilebilmesi açısından oldukça önemlidir (FAO, 2013; Wu, 2021a). Herhangi bir besinin içerdiği proteinin kalitesi iki faktöre bağlıdır: 1. Besinin içerdiği amino asitlerin, özellikle elzem ve fonksiyonel olanların profili ve miktarları. 2. Besinin içerdiği tüm amino asitlerin vücuttaki gereksinim miktarlarına göre sindirilebilirliği ve biyoerişilebilirliği. Esansiyel amino asitlerin varlığı, hücrelerin protein sentezleme ihtiyaçlarını karşılamaya yeterli değilse, protein sentezi sınırlı olacaktır. Hücresel havuzlarda esansiyel amino asitlerin mevcudiyeti, diyet proteininin bileşimini ve miktarını büyük ölçüde yansıtmaktadır (Medeiros ve

Wildman, 2019). Ancak tüm amino asitlerin dengeli bileşimine sahip olan bir besinin insan vücudu için yüksek kaliteli olarak tanımlanabilmesi, gastrointestinal sistemdeki proteazlar tarafından hidrolize edilebilmesini de gerektirmektedir. Besinlerdeki AA içeriğinin kimyasal yöntemlerle analizi diyetdeki AA'ların profilini belirlemede önem taşımaktadır ancak bu yöntem tek başına, tüketilen proteinlerin besleyici kalitesini değerlendirmek için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, in vivo protein sindirilebilirlik yöntemleri ve biyolojik yöntemler kimyasal yöntemlerle bir arada çalışılmalı ve besinlerin protein kalitesi bu parametreler göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir (Wu, 2021a).

2.4.1. Protein Kalitesi Değerlendirme Yöntemleri

Protein kalitesini değerlendirmek için kullanılan bazı yöntemler vardır. Amino asit analizi, elzem amino asit indeksi, kimyasal amino asit skoru gibi metotlar kimyasal değerlendirme yöntemlerine; protein verimlilik oranı, net protein oranı, net protein kullanımı, protein sindirilebilirliği düzeltilmiş amino asit skoru gibi metotlar ise biyolojik değerlendirme yöntemlerine örnek verilebilir (Wu, 2021a; Medeiros ve Wildman, 2019). Ayrıca plazma veya serumdaki serbest AA konsantrasyonları, plazma veya serumdaki protein konsantrasyonları, plazma veya serum ve idrardaki üre ve amonyak konsantrasyonları, vücuttaki enzim faaliyetleri, tüm vücuttaki protein döngüsü gibi metabolik göstergeler de protein kalitesinin değerlendirmede yardımcı yöntemler olarak göz önünde bulundurulabilir (Liao, Regmi ve Wu, 2018; Wu, 2021a).

2.4.1.1. AA Analizi

AA analizi yöntemi uygulanırken besindeki tüm proteinler amino asitlere genellikle asit hidrolizi yöntemi kullanılarak ayrıştırılır. Bu süreçte besinde bulunan amino asitlerden bazılarında değişik oranlarda kayıplar gerçekleştiği için hidrolizden sonra kayıp oranlarınca düzeltme yapılmalıdır. Bu amino asitlerden triptofan, asit hidrolizinde tamamen kayba uğradığından triptofan tayini için ayrıca alkali hidrolizde çalışılır. Hidroliz sonucu açığa çıkan serbest AA'lar yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), gaz kromatografisi veya enzimatik yöntemlerle ölçülebilir. HPLC, AA analizi için en güçlü teknik olarak kabul edilmektedir (Dai

vd., 2014). AA analizinden elde edilen değerler, besin proteinlerindeki hangi AA'nın eksik, yeterli veya fazla olduğunu gösterirken bu AA'ların biyoerişilebilirliği hakkında çok az bilgi vermektedir. Kaliteli bir protein kaynağı, tüm elzem ve fonksiyonel AA'ları yüksek bir yüzdede içermelidir. Hem bitkisel hem de hayvansal kaynaklı proteinlerde bulunan glutamat, glutamin, asparajin, aspartat, prolin, valin, lösin ve izolösin besinlerdeki AA içeriğinin çoğunluğunu temsil etmektedir (Wu, 2021a).

2.4.1.2. AA Skoru (Kimyasal Skor)

Mitchell ve Block, 1946'da proteinleri kalite açısından sıralamak ve değerlendirmek için kimyasal skorlama yönteminin kullanılmasını önermiştir. Kimyasal skor yöntemi daha sonra güncellenerek AA skoru adını almıştır (FAO, 1991). AA skoru hesaplama yöntemi, besindeki elzem amino asitlerden herhangi birindeki eksikliğin diğer amino asitlerden protein sentezi oranını sınırlayacağı mantığıyla kullanılmaktadır. Bir besinin protein kalitesini belirlemek için amino asit skoru hesaplanırken besinde bulunan her elzem AA standart olarak kabul edilen referans proteindeki elzem AA'ya oranlanır ve 100 ile çarpılır. Referans protein olarak genellikle yumurta kullanılmaktadır. Bulunan en düşük oran test edilen besinin AA skoru olarak belirlenir (Wu, 2021a; Boye, Bettoni ve Burlingame, 2012).

İnsanlarda doku protein sentezini etkileyen diğer besinlerin tüketimi ve diyet AA'larının sindirilebilirlik düzeylerini göz önünde bulundurmadığı sebepleriyle bu yöntem diğer yöntemlere göre dezavantajlı gözükmetedir (Harper ve Yoshimura, 1993; Wu, 2021a). Amino asit skoru hesaplama denklemi:

$\text{AA Skoru} = \frac{\text{Test proteininde bulunan EAA}}{\text{Aynı miktardaki referans proteinde (yumurta) bulunan EAA}} \times 100$	(2.4.1.1)
--	-----------

2.4.1.3. Elzem AA İndeksi

Bir test proteinindeki elzem amino asitlerin (EAA) bir referans proteindeki (genellikle yumurta proteini) elzem AA'lara oranlarının geometrik ortalaması, elzem AA indeksi olarak adlandırılır. Bu yaklaşım, her elzem AA'nın bir proteinin

besleyici değerine bir miktar katkıda bulunması gerektiği varsayımına dayanmaktadır (Wu, 2021a). Elzem AA indeksi hesaplama denklemi:

$\text{EAA İndeksi} = \sqrt[n]{\frac{100a}{a_e} \times \frac{100b}{b_e} \times \frac{100c}{c_e}}$	(2.4.1.2)
---	-----------

n: İnsanlar için EAA sayısı; a, b ve c: Test edilen besinin proteininde bulunan EAA; a_e, b_e ve c_e: Referans proteinde bulunan EAA

2.4.1.4. Karşılıklı AA Oranları

Bu yöntem, optimum düzeydeki EAA oranlarının protein kalitesini değerlendirmede büyük önem taşıdığı varsayımına dayanan kimyasal yöntemlerden biridir (Morup ve Olesen, 1976). Bu yöntemde, test proteinindeki EAA'ların bir referans proteindeki oranları hesaplanır. Test proteinindeki EAA'lar, referans modeldeki konsantrasyonlardan daha yüksek veya daha düşük konsantrasyonlarda mevcutsa dikkate alınmaz; test proteininin besleyici değeri, lizin, treonin, triptofan, kükürt içeren AA'lar (metiyonin ve sistein) ve aromatik AA'ların (fenilalanin, tirozin ve triptofan) oranlarına göre tahmin edilir (Wu, 2021a).

2.4.1.5. Biyolojik Değer (BD)

Bir diyet proteininin "biyolojik değeri", büyüme ve gelişim için vücutta tutulan azot fraksiyonu olarak tanımlanmıştır. Daha sonra modifiye edilen bu yöntem, diyet protein kalitesinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan bir prosedür olup, metabolik fekal azotu ve endojen üriner azotu ölçmek için protein içermeyen bir diyet kullanılır (Boye, Bettoni ve Burlingame, 2012). Bunun nedeni, besinlerle AA veya protein alımı olmadığında bile dışkı ve idrar yoluyla azot atılımının olmasıdır. Biyolojik değer yöntemi esasen bir azot dengesi tekniğidir. Bu yöntemin dezavantajı; protein içermeyen diyetlerle beslenen hayvanların vücutta azotu koruma mekanizmalarına sahip olmalarından dolayı, bu hayvanlarda metabolik fekal azotun ve endojen idrar azotunun normal beslenme koşulları yoluyla aynı değerleri yansıtmayabileceğidir (Wu, 2021a; FAO, 1991). Biyolojik değer hesaplama denklemi:

$\text{Biyolojik Değer} = \frac{\text{Azot alımı} - (F - F_e) - (U - U_e)}{\text{Azot alımı} - (F - F_e)} \times 100$	(2.4.1.3)
---	-----------

F: Test diyetinde kaybedilen fekal azot, F_e: Proteinsiz diyetle kaybedilen fekal azot, U: Test diyetindeki üriner azot, U_e: Proteinsiz diyetledeki üriner azot

2.4.1.6. Protein Verimlilik Oranı (PER)

Protein verimlilik oranı (PER, Protein Efficiency Ratio), sıçanlar için diyet proteininin besleyici değerinin bir ölçüsü olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu değerlendirme yöntemi, tüketilen diyet proteini veya azotun gramının kazanılan vücut ağırlığına oranlanması ile tanımlanır (Boye, Bettoni ve Burlingame, 2012). Protein verimlilik oranının bir avantajı, azot dengesi deneyi yapmaya gerek olmaması ve sadece test hayvanının ağırlık kazanımlarının ölçülmesidir. Dezavantajı ise, kilo alımının besin tüketimi miktarına bağlı olması ve diyet proteininin kalitesinden kesin olarak etkilenemeyebileceğidir. Örneğin, yüksek düzeyde yağ ve karbonhidrat içeren ancak düşük kaliteli protein içeren bir diyetle beslenen bir test hayvanı, vücutta yağ dokusu veya yağsız doku oluşumu sebebiyle ağırlık kazanabilir (Wu, 2021a). Protein verimlilik oranı hesaplama denklemi:

$\text{PER} = \frac{\text{Kazanılan vücut ağırlığı(g)}}{\text{Tüketilen protein(g)}}$	(2.4.1.4)
---	-----------

2.4.1.7. Net Protein Oranı (NPR)

Net protein oranı (NPR, Net Protein Ratio) yöntemi, diyet protein kalitesini değerlendirmek için kullanılan biyolojik yöntemlerden biridir. Bu yöntemde iki grupta çalışılır, birinci grup %10 protein içeren bir diyetle beslenirken ikinci grup proteinsiz bir diyetle beslenir. Proteinli diyetle beslenen grupta kilo alımı ve proteinsiz diyetle beslenen grupta kilo kaybı ve protein alımı belirlenir. Bu teknik kilo alımının yüksek kaliteli diyet proteini ile doğru orantılı olduğunu varsaymakta, ancak bu varsayım, protein verimlilik oranı yönteminde olduğu gibi bazı durumlarda yanıltıcı ve geçersiz olabilmektedir. Hayvanlarda yağ dokusu ve yağsız doku olarak

kazanılan vücut ağırlığı yüzdesi, AA'lar dışındaki enerji ve besin alımlarının yanı sıra yaş ve cinsiyetlerine göre değişebilmektedir (Boye, Bettoni ve Burlingame, 2012; Wu, 2021a). Net protein oranı hesaplama denklemi:

$\text{NPR} = \frac{\text{Kazanılan VA}(\text{proteinli diyet}) + \text{Kaybedilen VA}(\text{proteinsiz diyet})}{\text{Toplam protein alımı}}$	(2.4.1.5)
--	-----------

VA: Vücut ağırlığı

2.4.1.8. Net Protein Kullanımı (NPU)

Net protein kullanımı (NPU, Net Protein Utilization) yöntemi, vücutta azot tutulumunu belirlemek için geliştirilmiş biyolojik yöntemlerden biridir. Net protein kullanımı için değerlerin hesaplanması, test hayvanının vücudu tarafından emilen azota ve toplam azot alımına dayanmaktadır. Bu hesaplama yöntemi biyolojik değerlerin gerçek sindirilebilirlik değeri ile çarpılması sonucu elde edilir (FAO, 1991; Boye, Bettoni ve Burlingame, 2012). Gastrointestinal sistemin fonksiyonlarını etkileyen faktörlerin vücutta net protein kullanımını etkilemesi bu yöntemin dezavantajı olarak değerlendirilebilir (Wu, 2021a). Net protein kullanımı hesaplama denklemi:

$\text{NPU} = \frac{\text{Azot alımı} - (F - F_e) - (U - U_e)}{\text{Azot alımı} - (F - F_e)} \times \text{Gerçek sindirilebilirlik}$	(2.4.1.6)
---	-----------

F: Test diyetinde kaybedilen fekal azot, F_e: Proteinsiz diyetinde kaybedilen fekal azot, U: Test diyetindeki üriner azot, U_e: Proteinsiz diyetindeki üriner azot

2.4.1.9. PDCAAS

FAO, insan tüketiminde diyet proteinlerinin kalitesini değerlendirmek için protein sindirilebilirliği düzeltilmiş AA skoru (PDCAAS, Protein Digestibility Corrected Amino Asit Score) yönteminin kullanılmasını tavsiye etmiştir. PDCAA skorunun belirlenmesi için besinin bir gram proteinine düşen elzem amino asitlerin oranı ayrı ayrı hesaplanır (FAO, 1991). PDCAAS hesabında kullanılan bu elzem amino asitler triptofan (Trp), treonin (Thr), izolösin (İle), lösin (Leu), lizin (Lys), kükürtlü amino

asitler [SAA= Metiyonin (Met) + Sistein (Cys)], aromatik amino asitler [AAA = Fenilalanin (Phe) + Tirozin (Tyr)], valin (Val) ve histidin (His)' dir. Elzem amino asitler ayrı ayrı olarak referans modeldeki gereksinim değerleriyle oranlanır ve böylece her bir elzem amino asit için amino asidin test proteinindeki amino asit değerini karşılama yüzdesi belirlenmiş olur. Bu hesaplanan değerlerde en düşük skora sahip amino asit o besin için "sınırlayıcı amino asit" olur ve bu değer proteinin amino asit skorunu (AAS) verir (Schaafsma, 2012; Joye, 2019). Bu aşamanın ardından AAS o besin için belirlenmiş olan gerçek fekal sindirilebilirlik faktörü (proteinler için) ile çarpılarak PDCAAS değeri hesaplanır. Bu skor yüzdelik olarak değerlendirilir ve eğer skor 100 değerini aşarsa %100(1.00) olarak kabul edilir (FAO, 2013). PDCAAS hesaplama denklemi:

$\text{PDCAAS}(\%) = \frac{\text{Test proteinin 1 gramındaki sınırlayıcı EAA miktarı(mg)}}{2 - 5 \text{ yaş için 1 g referans proteindeki aynı EAA miktarı (mg)}} \times \text{GFS} \times 100$	(2.4.1.7)
---	-----------

GFS: Gerçek fekal sindirilebilirlik faktörü

Protein sindirilebilirliğini belirlemek için klasik prosedür, dışkıyla atılan azotun alınan miktardan ve alım yüzdesi olarak ifade edilen değerden çıkarıldığı bir in vivo prosedür olan fekal sindirilebilirlik yöntemi olarak belirlenmiştir. PDCAAS yönteminde sığırcılar için gerçek fekal protein sindirilebilirlik değerleri kullanılmaktadır (FAO, 1991). Gerçek fekal protein sindirilebilirlik faktörü hesaplama denklemi:

$\text{GFS} = \frac{\text{Alınan azot} - (\text{Fekal azot} - \text{Metabolik azot})}{\text{Alınan azot}} \times 100$	(2.4.1.8)
---	-----------

Metabolik azot: Endojen fekal azot

DSÖ'nün protein kalitesini belirleme yöntemi olarak PDCAA skorunu önerdiği rehberde okul öncesi çağıdaki çocuklar (2-5 yaş) için amino asit puanlama modelinin bebekler hariç tüm yaş gruplarına ait diyet protein kalitesinin değerlendirilmesinde

kullanım için en uygun model olduğunu kabul etmiştir (FAO, 2013). Farklı yaş grupları için amino asit gereksinimleri ve referans puanlama modeli tablo 2.15'te gösterilmektedir.

Tablo 2.15: Amino asit gereksinimleri referans puanlama modeli

Yaş Grubu	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
	<i>mg / g protein</i>								
Yeni Doğan (0-6 ay)	21	55	96	69	33	94	44	17	55
Çocuk (6 ay-3 yaş)	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
Diğer çocuk, adölesan (3-10 yaş)	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40

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

Kaynak: FAO/DSÖ/UNU, 2007

Süt, yumurta ve et proteinleri için PDCAAS değerleri, bitki kaynaklı gıdalardan çok daha yüksektir. 1993'ten beri Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA, Food and Drug Administration), gıda protein kalitesinin göstergesi olarak FAO'nun önerdiği PDCAAS yöntemini benimsemiştir. FDA ayrıca ürün etiketlemede proteinin günlük değerinin yüzdesinin hesaplanmasında PDCAAS'ın kullanılmasını şart koşmuştur (FDA, 2013; 2017).

2.4.1.10. DIAAS

FAO, PDCAAS yönteminden sonra insan beslenmesinde protein kalitesini değerlendirmek için sindirilebilir vazgeçilmez AA skoru (DIAAS, Digestible Indispensable Amino Acid Score) yöntemini tavsiye etmiştir (Wu, 2021a). 1 g diyet proteinindeki gerçek sindirilebilir EAA miktarının (mg) 1 g referans proteindeki (AA puanlama modeli) aynı EAA miktarına (mg) oranı her EAA için ayrı ayrı hesaplanır ve en düşük değer DIAAS olarak belirlenir. DIAAS hesaplama denklemi:

DIAAS(%) = $\frac{1 \text{ g diyet proteinindeki sınırlayıcı EAA miktarı(mg)} \times \text{Diyet proteininin gerçek ileal sind.}}{\text{Yaş grupları için 1 g referans protein içindeki aynı EAA miktarı(mg)}} \times 100$	(2.4.1.9)
--	-----------

Sind.: Sindirilebilirlik faktörü

DIAAS hesaplamasında kullanılan AA puanlama modeli yenidoğan (0-6 ay), çocuk (6 ay-3 yaş) ve diğer çocuk, adölesan ve yetişkin (3-10 yaş) şeklinde yaş gruplarının gereksinimine göre hesaplanır. Ayrıca DIAAS yönteminde ileuma ait sindirilebilirlik değerleri kullanılır (FAO, 2013; Boye, Bettoni ve Burlingame, 2012). Bugüne kadar DIAAS yöntemi FDA tarafından kullanılmamıştır (Wu, 2021a).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın amacı, TürKomp veri tabanında yer alan ve ülkemizde sıklıkla tüketilen tahıl ve tahıl ürünleri, kuru baklagiller ve yağlı tohumların protein kalitesini DSÖ ve FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)'nun önerdiği protein kalitesi hesaplama yöntemi olan PDCAAS yöntemini kullanarak belirlemek ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirmektir (FAO, 1991). PDCAAS'nin hesaplanmasında, diyetteki proteinin amino asit gereksinimini karşılama ölçütünü değerlendirmek ve protein kullanımını tahmin etmek amacıyla sınırlayıcı amino asit miktarı, protein sindirilebilirlik değeri ile çarpılır ve FAO'nun önerisiyle hesaplamalar bütün yaş grupları için okul öncesi çağıdaki çocukların amino asit gereksinim değerleri referans alınarak yapılır (FAO, 2013). Bu hesaplama besinlerin protein kalitesini değerlendirebilmek için besinin 100 gramının içerdiği protein ve amino asit değerleri, besinin fekal protein sindirilebilirlik faktörü ve amino asit gereksinimi için referans model gereklidir.

3.1. Hesaplama

3.1.1. TürKomp Veri Tabanındaki Besinlerin Sınıflandırılması ve Seçilmesi

TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından desteklenmiş bir Ar-Ge (Araştırma-Geliştirme) projesinin çıktısıdır. Bu proje kapsamında, ülkemizde üretilen ve yaygın olarak tüketilen tarımsal ve hayvansal pek çok ürünün besin öğeleri içeriği ve bileşimlerinin laboratuvar analiz teknikleri ile belirlenmesi ve ulusal bir veritabanı oluşturulması amaç edinilmiş ve uygulanmıştır (TürKomp, 2021).

Türkiye'de üretilen ve tüketilen işlenmiş ve işlenmemiş pek çok gıda TürKomp'ta 13 gıda grubu şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu gıda grupları şunlardır: süt ve süt ürünleri, yumurta ve yumurta ürünleri, et ve et ürünleri, balık ve su ürünleri, sıvı ve katı yağlar, tahıllar ve tahıl ürünleri, yağlı tohumlar ve kuru baklagiller, sebze ve sebze ürünleri, meyve ve meyve ürünleri, şeker ve şekerli ürünler, içecekler, muhtelif gıdalar ve geleneksel gıdalar. Veri tabanına dahil edilen gıdaların protein değeri,

gıdanın azot (N) içeriği Kjeldahl Digestion yöntemiyle tespit edilmiş ve her gıda için farklı olan “azot dönüştürme faktörü” ile çarpılarak hesaplanmıştır. Ayrıca veri tabanında yer alan veriler için amino asit tayini ve amino asit kompozisyonunun tayini yapılırken ultra hızlı sıvı kromatografisi (UFLC) yöntemi ve ayrıca triptofan tayini yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (TürKomp, 2021).

Bu çalışmaya, veri tabanında yer alan protein ve amino asit değerleri belirlenmiş olan tahıl ve tahıl ürünleri, kuru baklagiller ve yağlı tohumlar dahil edildi. Veri tabanında bulunan 58 adet tahıl ürününden 26 tanesinin gerekli amino asit değerleri sistemde yer almadığı için çalışmanın dışında bırakılmış olup 32 adet tahıl ve tahıl ürünü ile çalışıldı. Çalışmaya dahil edilen tahıl ürünleri şunlardır: arpa unu, arpa (iki sıralı), bisküvi (bebe), buğday ruşeymi, buğday (aşurelik), buğday (ekmeklik), buğday (makarnalık), buğday (siyez), buğday [un, ekmeklik, tip 550 (kül, kuru maddede \leq % 0.55)], buğday [un, ekmeklik, tip 650 (kül, kuru maddede \leq % 0.65)], buğday [un, ekmeklik, tip 850 (kül, kuru maddede \leq % 0.85)], bulgur (pilavlık, Gaziantep), çavdar, çavdar unu, ekmek (beyaz), ekmek (çavdar), ekmek (mısır), ekmek (tam buğday unu), ekmek (yulaf), galeta (sade), ırmik (buğday), koca darı (sorgum), lavaş, milföy hamuru (dondurulmuş), mısır unu, mısır (at dişi, kuru), mısır (cin, kuru), mısır (şeker, kuru), mısır (sert, kuru), pirinç (Osmancık), tritikale, yulaf kepeği ve yulaf (beyaz).

Veri tabanındaki sınıflandırmada 10 adet kuru baklagil ve yağlı tohum aynı gıda grubu içinde bulunmaktadır. Bu çalışmada veri tabanındaki sınıflandırmadan farklı olarak kuru baklagil ve yağlı tohumlar ayrı sınıflara ayrılmıştır. Veri tabanında meyve ve meyve ürünleri gıda grubuna, ülkemizde sıklıkla tüketilen bazı yemişler ise yağlı tohumlar grubuna dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan yağlı tohumlar şunlardır: ayçiçeği tohumu (çerezlik, Alaca, kavrulmuş), çam fıstığı (kuru), keten tohumu (kuru), susam tohumu (kuru), yer fıstığı (kuru), badem (kavrulmuş), Antep fıstığı (iç, kavlatılmamış, taze), fındık iç (beyazlatılmış), ceviz ve ceviz (pikan).

Kuru baklagiller grubunda yer alan bazı besinlerin gerekli amino asit değerleri sistemde bulunmadığından toplam 6 adet kuru baklagil çalışmaya alındı. Çalışmaya dahil edilen kuru baklagiller şunlardır: mercimek (kırmızı, kuru), mercimek (yeşil, kuru), nohut (Koçbaşı, kuru), fasulye (dermason, kuru), barbunya fasulyesi (kuru) ve nohut (haşlanmış, konserve).

3.1.2. Protein Kalitesinin Hesaplanması

Bu çalışmada, besinlerin protein kalitesini belirlemek amacıyla FAO ve DSÖ tarafından önerilen protein kalitesi belirleme yöntemi olan PDCAAS kullanıldı. PDCAAS değerinin belirlenmesi için öncelikle protein ve amino asit değerleri bilinen besinin bir gram proteinine düşen elzem amino asitlerin oranı ayrı ayrı hesaplandı (FAO, 1991). Elzem amino asitler ayrı ayrı olarak o amino asit için referans modeldeki değerle oranlandı ve böylece her bir elzem amino asit için amino asidin test proteinini karşılama yüzdesi belirlenmiş oldu. Bu hesaplanan değerlerde en düşük skora sahip amino asit o besin için “sınırlayıcı amino asit” kabul edildi ve bu değer proteinin amino asit skorunu (AAS) verdi. Bu aşamanın ardından AAS o besin için belirlenmiş olan protein sindirilebilirlik faktörü (gerçek fekal sindirilebilirlik) ile çarpılarak PDCAA skoru hesaplandı. Skorlar yüzdelik olarak değerlendirildi ve eğer skor 100 değerini aşarsa %100 olarak kabul edildi (FAO, 2013; Joye, 2019). Bu çalışmada kullanılan PDCAAS hesaplama denklemi şu şekildedir:

PDCAAS(%) =	
$\frac{\text{Test proteinin 1 gramındaki sınırlayıcı EAA miktarı(mg)}}{2 - 5 \text{ yaş için 1 g referans proteindeki aynı EAA miktarı (mg)}} \times \text{GFS} \times 100$	(3.1.2.1)

GFS: Gerçek fekal protein sindirilebilirlik faktörü

3.1.3. Protein Sindirilebilirlik Faktörleri

DSÖ'nün yayınladığı ve çalışmada kullanılan PDCAAS yöntemiyle protein kalitesi hesaplanırken besinler için belirlenmiş olan protein sindirilebilirlik değerleri kullanılır. FAO protein sindirilebilirlik değeri olarak besinler için sıçan denge modeliyle test edilmiş olan gerçek fekal sindirilebilirlik faktörünün kullanılmasını önermiştir (FAO, 1991). Ancak daha sonra insan çalışmalarının ve verilerin artması sonucunda FAO'nun 2018'de yayınladığı rehberde insanlar için fekal sindirilebilirlik değerlerinin kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir (FAO, 2018). Bu çalışmada, besinlerin PDCAA skorlarını hesaplamak için besinler için ayrı belirlenmiş olan protein sindirilebilirlik değerleri kullanıldı. Çalışmaya dahil edilen her bir besin için protein sindirilebilirlik faktörü literatürde kapsamlı bir şekilde

tarandı. FAO'nun 2007'de yayınladığı rehberde verilen değerler esas alındı, bu tabloda bulunmayan besinler için en güncel kaynaklar taranıp referans alındı. Bu değerler tablo 3.1'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1: İnsanlarda çeşitli protein kaynakları için gerçek sindirilebilirlik değerleri

Protein Kaynağı	Sindirilebilirlik (%)	Protein Kaynağı	Sindirilebilirlik (%)
Amerikan karışık diyet	96	Filipinli karışık diyet	88
Yulaf ezmesi	86	Ayçiçeği tohumu unu	90
Fasulye	78	Hint pirinci + fasulye diyeti	78
Yulaf, tahıl	72	Tritikale	90
Brezilya karışık diyet	78	Hint pirinç diyeti	77
Fıstık ezmesi	95	Buğday unu, beyaz	96
Çin karışık diyet	96	Hint pirinç diyeti + süt	87
Fıstık	94	Buğday glütenu	99
Mısır, tahıl	70	Mısır	85
Bezelye, olgun	88	Buğday, tahıl	77
Mısır, bütün	87	Mısır + fasulye	78
Pirinç, tahıl	75	Buğday, rafine	96
Pamuk tohumu	90	Mısır + fasulye + süt	84
Pirinç, cilalı	88	Buğday, bütün	86
Yumurta	97	Et, balık	94
Soya unu	86	Süt, peynir	95
Farina	99	Darı	79
Soya proteini izolatu	95		

Kaynak: FAO, 2007

Çalışmada kullanılan kaynaklar ve besinler için kullanılan değerler tablo 3.2, tablo 3.3 ve tablo 3.4'te görülmektedir. Bu değerler şunlardır: Arpa unu, arpa (iki sıralı), çavdar, çavdar unu, ekmek (çavdar) için Abdel-Aal ve Hucl'in çalışmasından yararlanıldı ve bu değer %86.7 idi (2002). Bisküvi(bebe) için Amagloh'un sunduğu veri kullanıldı ve bu değer %95 idi (2015). Buğday ruşeymi, buğday (aşurelik), buğday (ekmeklik), buğday (makarnalık), buğday (siyez), buğday [un, ekmeklik, tip 550 (kül, kuru maddede \leq %0.55)], buğday [un, ekmeklik, tip 650 (kül, kuru maddede \leq % 0.65)], buğday [un, ekmeklik, tip 850 (kül, kuru maddede \leq % 0.85)], ekmek (tam buğday unu), ekmek (yulaf), irmik (buğday) FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %86 idi (2007).

Bulgur (pilavlık, Gaziantep) için Ertaş ve Türker'in yayınladığı çalışmadaki %64.5 verisi kullanıldı (2014). Ekmek (beyaz), galeta (sade), lavaş ve milföy hamuru (dondurulmuş) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %96 idi (2007). Koca darı (sorgum) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %79 idi (2007). Ekmek(mısır), mısır unu, mısır (at dişi, kuru), mısır (cin, kuru), mısır (şeker, kuru), mısır (sert, kuru) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %85 idi (2007). Pirinç (Osmancık) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %75 idi (2007). Tritikale için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %90 idi (2007). Yulaf kepeği ve yulaf (beyaz) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %72 idi (2007).

Ayçiçeği tohumu (çerezlik, Alaca, kavrulmuş) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %90 idi (2007). Çam fıstığı (kuru) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %94 idi (2007). Ketan tohumu (kuru) için Wang ve arkadaşlarının yayınladığı verilerden yararlanıldı ve bu değer %73 idi (2008). Susam tohumu (kuru) için Embaby'nin yayınladığı kaynaktan faydalanıldı ve bu değer %77.9 idi (2010). Yer fıstığı (kuru)'nın PDCAA skorunu hesaplamak için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %94 idi (2007). Badem (iç, kavrulmuş)'in sindirilebilirlik değeri için Freitas ve arkadaşlarının yayınladığı verilerden yararlanıldı ve bu değer %75 idi (2012). Antep fıstığı (iç, kavlatılmamış, taze) için Bailey ve Stein'in çalışmasından yararlanıldı ve sindirilebilirlik değeri %92 idi (2020). Fındık iç (beyazlatılmış), ceviz ve ceviz (pıkan) için Freitas ve arkadaşlarının yayınladığı verilerden yararlanıldı ve bu değer %89 idi (2012).

Mercimek (kırmızı, kuru) ve mercimek (yeşil, kuru)'in PDCAA skorlarını hesaplamak için Barbana ve Boye'nin 2013 yılında yayınladığı çalışmadan yararlanıldı ve yayınlanan değer %82.5 idi. Nohut (Koçbaşı, kuru) ve nohut (haşlanmış, konserve) için Chitra ve arkadaşlarının sunduğu veriler kullanıldı ve bu veri %70.2 idi (1995). Fasulye (dermason, kuru) ve barbunya fasulyesi (kuru) için FAO'nun yayınladığı değerler kullanıldı ve bu değer %78 idi (2007).

Tablo 3.2: Tahıllar için protein sindirilebilirlik faktörleri

Tahıl ve Tahıl Ürünleri	Protein Sindirilebilirlik Faktörü (%)	Kaynak
Arpa unu	90	Federal Register, 1993
Arpa, iki sıralı	90	Federal Register, 1993
Bisküvi, bebe	95	Amagloh, 2005
Buğday ruşeymi	81	Federal Register, 1993
Buğday, aşurelik	86	FAO, 2007
Buğday, ekmeklik	86	FAO, 2007
Buğday, makarnalık	86	FAO, 2007
Buğday, un, ekmeklik, tip 550 (kül, kuru maddede \leq % 0.55)	86	FAO, 2007
Buğday, un, ekmeklik, tip 650 (kül, kuru maddede \leq % 0.65)	86	FAO, 2007
Buğday, un, ekmeklik, tip 850 (kül, kuru maddede \leq % 0.85)	86	FAO, 2007
Bulgur, pilavlık, Gaziantep	64.5	Ertaş ve Türker, 2014
Çavdar	86.7	Abdel-Aal ve Hucl, 2002
Çavdar unu	86.7	Abdel-Aal ve Hucl, 2002
Ekmek, beyaz	96	FAO, 2007
Ekmek, çavdar	86.7	Abdel-Aal ve Hucl, 2002
Ekmek, mısır	85	FAO, 2007
Ekmek, tam buğday unu	86	FAO, 2007
Ekmek, yulaf	86	FAO, 2007
Galeta, sade	96	FAO, 2007
İrmik, buğday	86	FAO, 2007
Koca darı, sorgum	79	FAO, 2007
Lavaş	96	FAO, 2007
Milföy hamuru, dondurulmuş	96	FAO, 2007
Mısır unu	85	FAO, 2007
Mısır, at dişi, kuru	85	FAO, 2007
Mısır, cin, kuru	85	FAO, 2007
Mısır, şeker, kuru	85	FAO, 2007
Mısır, sert, kuru	85	FAO, 2007
Pirinç, Osmançık	75	FAO, 2007
Tritikale	90	FAO, 2007
Yulaf kepeği	72	FAO, 2007
Yulaf, beyaz	72	FAO, 2007

Tablo 3.3: Yağlı tohumlar için protein sindirilebilirlik faktörleri

Yağlı Tohumlar	Protein Sindirilebilirlik Faktörü (%)	Kaynak
Antep fıstığı, iç, kavlatılmamış, taze	92	Bailey ve Stein, 2020
Ayçiçeği tohumu, çerezlik, Alaca, kavrulmuş	90	FAO, 2007
Badem, iç, kavrulmuş	75	Freitas, vd., 2012
Ceviz, iç, kuru	89	Freitas, vd., 2012
Ceviz, pıkan	89	Freitas, vd., 2012
Çam fıstığı, kuru	94	FAO, 2007
Fındık, iç, beyazlatılmış	89	Freitas, vd., 2012
Keten tohumu, kuru	73	Wang, vd., 2008
Susam tohumu, kuru	77.9	Embaby, 2010
Yer fıstığı, kuru	94	FAO, 2007

Tablo 3.4: Kuru baklagiller için protein sindirilebilirlik faktörleri

Kuru Baklagiller	Protein Sindirilebilirlik Faktörü (%)	Kaynak
Barbunya fasulyesi, kuru	78	FAO, 2007
Fasulye, dermason, kuru	78	FAO, 2007
Mercimek, kırmızı, kuru	82.5	Barbana ve Boye, 2013
Mercimek, yeşil, kuru	82.5	Barbana ve Boye, 2013
Nohut, haşlanmış, konserve	70.2	Chitra, vd., 1995
Nohut, Koçbaşı, kuru	70.2	Chitra, vd., 1995

3.1.4. Amino Asit Gereksinimi İçin Referans Modeli

FAO protein kalitesi belirleme yöntemi olarak PDCAA skorunu önerdiği rehberde okul öncesi çağıdaki çocuklar (2-5 yaş) için amino asit puanlama modelinin bebekler hariç tüm yaş grupları için diyet protein kalitesinin değerlendirilmesinde kullanım için en uygun model olduğunu kabul etmiştir (FAO, 2013).

Bu çalışmada protein kalitesini tüm yaş grupları için değerlendirebilmek adına tablo 3.5'te gösterilen FAO'nun önerdiği amino asit puanlama modellerinden 6 ay-3 yaş arası çocuklar için sunulan referans model kullanıldı.

Tablo 3.5: Amino asit gereksinimi için referans puanlama modeli

Yaş Grubu	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
	<i>puanlama modeli mg / g protein gereksinimi</i>								
Çocuk (6 ay-3 yaş)	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43

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

Kaynak: FAO/DSÖ/UNU, 2007

3.2. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel olarak karşılaştırılması ve analizi amacıyla IBM SPSS Versiyon 26 istatistik programı kullanıldı.

Çalışmaya dahil edilen üç grup olan tahıl ve tahıl ürünleri, yağlı tohumlar ve kuru baklagillerin PDCAAS değerleri arasındaki farklılıkları kıyaslamak amacıyla yapılan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda bu üç grubun PDCAAS değerlerinin arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu, $F(2,45) = 4.15$, $p=.022$. Yapılan tek yönlü varyans analizinin anlamlı bulunması sonucunda ikili grupların karşılaştırılması amacıyla post hoc analizi yapıldı ve analiz tahıl ve tahıl ürünleri ile yağlı tohumların PDCAAS değerleri arasında anlamlı farklılık gösterirken ($p=.016$) diğer gruplar arasında anlamlı farklılık göstermedi.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda sunulan veriler kullanılarak Türk insanı tarafından sıklıkla tüketilen bitkisel protein kaynağı olan tahıl ve tahıl ürünleri, yağlı tohumlar ve kuru baklagillerin PDCAAS yöntemi kullanılarak protein kalitesi hesaplanmıştır. Besinlerin protein kalitesi hesaplanırken içerdiği protein miktarı, amino asit miktarları ve proteinin vücutta kullanımı için gerekli elzem amino asitleri karşılama düzeyi göz önünde bulundurularak bu yöntemle her bir besin için amino asit skoru (AAS) hesaplanmıştır. AAS hesaplanırken besinin bir gram proteininde bulunan elzem amino asit miktarları elzem amino asit puanlama modeline oranlanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, tahıl ürünleri, kuru baklagiller ve yağlı tohumlar arasında en yüksek PDCAA skorlarına sahip grup %70 ile kuru baklagiller olarak tespit edilmiştir. Bu üç grupta en yüksek PDCAA skoruna sahip besinler; tahıl ve tahıl ürünleri içinde %84 ile tritikale, yağlı tohumlar içinde %70 ile yer fıstığı(kuru), kuru baklagiller içinde ise %85 ile yeşil mercimek(kuru) olarak hesap edilmiştir. Bu üç besin grubu için en sınırlayıcı amino asitler, tahıl ürünleri ve yağlı tohumlar için treonin ve lizin amino asitleri iken kuru baklagiller için triptofan olarak belirlenmiştir.

4.1. PDCAAS

4.1.1. Tahıl ve Tahıl Ürünleri

Çalışmada TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda yer alan 32 adet tahıl ve tahıl ürününün PDCAA skoru hesaplanmıştır. Çalışmaya dahil ettiğimiz TürKomp veri tabanında sunulan tahıl ve tahıl ürünlerinin yenilebilir 100 gramları için ortalama protein miktarları(g) tablo 4.1'de yüksekten düşüğe olacak şekilde görülmektedir (TürKomp, 2021). Tabloda görüldüğü gibi 100 gramında en çok protein içeriğine sahip olan tahıl ürünü 29,64 g ile buğday rüşeymidir. Daha sonra sırasıyla yulaf kepeği, buğday (makarnalık), bulgur (pilavlık, Gaziantep), tritikale gibi tahıl ürünleri gelmektedir. En düşük protein içeriğine sahip tahıl ürünü 4,1 g ile bebe bisküvisi iken mısır unu ve mısır ekmeği de düşük protein içeriğine sahip tahıl

ürünleridir. Çalışmaya dahil ettiğimiz bu 32 adet tahıl ve tahıl ürününün 100 gramları için ortalama protein miktarı ise 9,93 gramdır.

Tablo 4.1: Tahıl ve tahıl ürünlerinin yenilebilir 100 gramı için protein miktarları(g)

Tahıl ve Tahıl Ürünleri	Ortalama (g)
Buğday rüşeymi	29.64
Yulaf kepeği	12.88
Buğday, makarnalık	12.13
Bulgur, pilavlık, Gaziantep	12.08
Tritikale	12.05
Buğday, aşurelik	11.54
Yulaf, beyaz	11.35
Buğday, ekmeklik	11.3
Ekmek, tam buğday unu	10.79
Buğday, un, ekmeklik, tip 550 (kül, kuru maddede \leq % 0.55)	10.66
Çavdar unu	10.61
Koca darı, sorgum	10.29
Galet, sade	10.21
Ekmek, yulaf	10.14
Ekmek, çavdar	10.01
Mısır, cin, kuru	9.89
Mısır, şeker, kuru	9.81
Arpa, iki sıralı	9.75
Mısır, sert, kuru	9.7
Ekmek, beyaz	9.41
Buğday, un, ekmeklik, tip 650 (kül, kuru maddede \leq % 0.65)	8.84
İrmik, buğday	8.66
Mısır, at dişi, kuru	8.51
Arpa unu	8.22
Çavdar	7.68
Buğday, un, ekmeklik, tip 850 (kül, kuru maddede \leq % 0.85)	7.58
Lavaş	7
Pirinç, Osmancık	6.84
Milföy hamuru, dondurulmuş	5.71
Mısır unu	5.44
Ekmek, mısır	5.01
Bisküvi, bebe	4.1

Çalışmaya dahil ettiğimiz tahıl ürünlerinin 1 gram proteininde bulunan elzem amino asit miktarları(mg) tablo 4.2’de görülmektedir. Tablonun üst kısmında verilen

gereksinim değerleri göz önüne alındığında tahılların özellikle aromatik amino asitler(AAA) ve çoğunlukla triptofan amino asidi açısından yeterli kaynaklar olduğu söylenebilir. Ancak bu değerler amino asitlerin vücutta kullanım yüzdelerini tam olarak yansıtmadığı için protein kalitesi değerlerinin hesaplanması, besinlerin biyoyararlanım düzeylerinin tahmini açısından önemlidir.

Tablo 4.2: Tahılların 1 gram proteininde bulunan EAA miktarları(g/mg)

	Trp	Thr	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Val	His
Gereksinim(Yetişkin)	6	23	30	59	45	22	30	39	15
Gereksinim(1-3 yaş)	8.5	31	32	66	57	27	52	43	20
Gereksinim(3-10yaş)	6.6	25	30	61	48	23	41	40	16
Arpa unu	19	39.9	30	75.5	46.5	65.8	95.8	38.9	21.8
Arpa, iki sıralı	15.4	20.2	38.8	75.1	51.1	38.1	91.2	48.6	16.6
Bisküvi, bebe	16.5	23.6	59	111.9	44.8	47.8	123.6	68.2	15.8
Buğday rüseyimi	12.1	48.9	29.9	59.4	68.1	20	66	44.2	36.5
Buğday, aşurelik	7.2	31	36	67.7	26.1	12.4	64.3	43.3	23.5
Buğday, ekmeklik	16.2	25	36.7	74	55.6	28	85.8	44.8	21.3
Buğday, makarnalık	15	16.5	35.2	65.2	40	29	78	41.9	21.5
Buğday, un, ekmeklik, tip 550	12.2	18	52	91.1	29	32.9	116.1	59.7	13.6
Buğday, un, ekmeklik, tip 650	15.2	17.5	52.7	92	29.8	32.5	116.5	59.8	14.2
Buğday, un, ekmeklik, tip 850	16.8	18.6	49.4	89.3	71.1	36.1	111.6	54	13.8
Bulgur, pilavlık, Gaziantep	12	43	35.3	84	129.2	39.6	79.6	40.1	61.5
Çavdar	18	20	28.9	56.5	66.2	31.2	68.8	38.2	17.7
Çavdar unu	12.8	18	50.7	93.3	34.2	28.3	115.7	55.4	17.8
Ekmek, beyaz	8.1	19.1	15.7	69.8	34.4	25.6	73.2	39	20.5
Ekmek, çavdar	6.6	39.1	41.3	82.6	37.6	46.1	94.2	47.4	11.7
Ekmek, mısır	7.9	53.2	41.9	125.7	50.6	40.3	106.1	54	23.1
Ekmek, tam buğday unu	11.5	23.3	35.1	58.4	20.9	41.7	71.1	39.1	28
Ekmek, yulaf	16	30	26.8	66.2	40.4	60.5	85.6	34.4	12.9
Galet, sade	8.7	34	34.7	70	18.3	34.2	75.7	40.4	13
İrmik, buğday	18.5	18.4	25.9	60.7	26	28.9	76	31	22.9
Koca darı, sorgum	12.9	20.2	28	68.4	42.4	23.1	71.9	34.2	20.6
Lavaş	8.8	59	29.4	62	36	44.2	72.4	35.1	12.2
Mısır unu	19.3	20.5	51.1	97.7	37.8	33	119.1	55.3	13
Mısır, at dişi, kuru	7.8	15.3	26.3	121.3	38	28.3	91	37.9	22.3
Mısır, cin, kuru	7.6	18.5	26.2	129.5	34.3	25.4	94.5	37.3	25.7
Mısır, sert, kuru	7.6	21.8	28.5	96.7	58.4	27.4	81.3	37.7	20.9
Mısır, şeker, kuru	7.1	19.1	26.1	111.5	39.6	28.1	85.2	35.4	22.8
Milföy hamuru	7.8	28	37.3	69.8	18	17.1	73.7	43.4	21.1
Pirinç, Osmançık	23.3	19	27	61.5	35.2	37.2	82	37.4	18.8
Tritikale	11.2	57.3	48	85.1	61.4	33.7	95	53.1	18.7
Yulaf kepeği	13.6	17.7	21.8	55.7	37.7	40.6	71.5	26.9	11.4
Yulaf, beyaz	14.6	19.6	36	71	53.7	26.9	87.1	48	20.7

Çalışmaya dahil edilen besinlerin PDCAAS yüzdeleri hesaplanırken, besinlerin sindirilebilirlik yüzdeleri ve insanların amino asit gereksinim değerleri göz önünde bulundurularak tüm elzem amino asitler için hesaplama yapılmıştır. Tahıllar ve tahıl ürünlerinde bulunan tüm elzem amino asitler için yapılan hesaplamaların yüzdesel değerleri tablo 4.3'te gösterilmektedir. Tabloda %100'ün üzerindeki değerler koyu renkle belirtilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, tahılların özellikle AAA (Phe+Tyr) açısından yeterli besin kaynakları olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca triptofan amino asidinin de çoğu tahıl ürününde yeterli miktarda bulunduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın sonucunda, tahıllar içinde tritikalenin hem PDCAAS değeri en yüksek besin olduğu hem de çoğu elzem amino asit açısından dengeli bir profile sahip olduğu görülmektedir.

Dallı zincirli amino asitler (DZAA, Leu + Ile + Val) açısından değerlendirildiğinde arpa, buğday unları, çavdar, mısır ekmeği gibi tahılların nispeten yüksek düzeylerde DZAA içerdiği söylenebilir.

Wu'nun çalışmasında mısır tanelerinde en bol bulunan AA'nın Leu olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada analiz edilen gıdaların toplam AA'larındaki DZAA oranları: mısır taneleri, %20,4; buğday unu, %14,2; ve beyaz pirinç, %19,1 şeklinde rapor edilmiştir (Wu, 2021b).

DZAA'ların sağlık üzerine olumlu katkıları göz önüne alındığında tahılların DZAA içeriğinin yüksek olması besinsel değerlerine katkıda bulunur ancak bitkisel besinlerin çoğunluğu düşük yüzdelerde toplam AA içermektedir ve bu nedenle hayvansal kaynaklarla karşılaştırıldığında vücuda nispeten az miktarda DZAA sağlamaktadır.

Çoğu bitki proteininde lizin ve treonin içeriği nispeten düşüktür. Bu nedenle, tahıllar ve sebzeler insan diyetlerinde önemli besin kaynakları olmasına rağmen, iskelet kasının optimum büyümesi ve korunması için bitkisel protein tüketimi tek başına tavsiye edilmez (Li ve Wu, 2018).

Tablo 4.3: Tahılların tüm EAA'lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri(%)

	Trp	Thr	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Val	His
Arpa unu	214	115	84	103	73	219	165	81	98
Arpa, iki sıralı	174	58	109	102	80	127	157	101	74
Bisküvi, bebe	196	72	175	161	74	168	225	150	79
Buğday rüşeymi	123	127	75	72	96	60	102	83	148
Buğday, aşurelik	78	86	96	88	39	39	106	86	101
Buğday, ekmeçlik	175	69	98	96	83	89	141	89	91
Buğday, makarnalık	161	45	94	85	60	92	129	83	92
Buğday, un, ekmeçlik, tip 550	132	49	139	118	43	104	192	119	58
Buğday, un, ekmeçlik, tip 650	164	48	141	119	45	103	192	119	61
Buğday, un, ekmeçlik, tip 850	181	51	132	116	107	115	184	108	59
Bulgur, pilavlık, Gaziantep	98	90	71	82	147	95	99	60	200
Çavdar	196	56	78	74	101	100	115	77	77
Çavdar unu	139	50	137	122	52	91	193	112	77
Ekmeç, beyaz	98	59	47	101	57	91	135	87	98
Ekmeç, çavdar	72	109	112	108	57	148	157	96	51
Ekmeç, mısır	84	146	111	161	75	126	173	106	98
Ekmeç, tam buğday unu	124	64	94	76	31	132	117	78	120
Ekmeç, yulaf	172	84	72	86	61	192	141	68	55
Galeta, sade	104	105	104	102	30	121	139	90	62
İrmik, buğday	199	51	69	79	39	92	125	62	98
Koca darı, sorgum	127	51	69	81	58	67	109	62	81
Lavaş	106	182	88	90	60	157	133	78	58
Mısır unu	205	56	135	125	56	104	194	109	55
Mısır, at dişi, kuru	86	42	69	156	56	89	148	75	94
Mısır, cin, kuru	81	50	69	166	51	80	154	73	109
Mısır, sert, kuru	81	59	75	124	87	86	132	74	88
Mısır, şeker, kuru	75	52	69	143	59	88	139	70	97
Milföy hamuru, dondurulmuş	94	86	111	101	30	61	136	96	101
Pirinç, Osmançık	219	45	63	69	46	103	118	65	70
Tritikale	126	166	135	116	96	112	164	111	84
Yulaf kepeği	122	41	49	60	47	108	99	45	41
Yulaf, beyaz	131	45	81	77	67	71	120	80	78

Tablo 4.4'te görüldüğü gibi, bu çalışmada protein kalitesini hesapladığımız 32 adet tahıl ve tahıl ürünü arasında en yüksek PDCAAS yüzdesine sahip olan besin %84 ile tritikale iken en düşük PDCAAS yüzdesine sahip olan besinler %30 değeriyle sade galeta ve dondurulmuş milföy hamuru olarak tespit edilmiştir. Tritikale durum buğdayı ve çavdarın hibritleştirilmiş halidir. Bu iki tahıla göre verimi ve kalitesi daha yüksek bir tahıl ürünüdür ancak insan beslenmesinde ülkemizde çok tercih edilen bir tahıl ürünü değildir (Zaidi vd., 2020). Çalışmaya dahil edilen tahıl ve tahıl ürünlerinin ortalama PDCAAS değeri ise %52,37 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.4: Tahıl ve tahıl ürünlerinin PDCAAS değerleri ve sınırlayıcı amino asitleri

Tahıl ve Tahıl Ürünleri	PDCAAS(%)
Tritikale***	84
Ekmek, mısır**	75
Arpa unu**	73
Bisküvi, bebe*	72
Buğday, ekmeklik*	69
Buğday rüşeymi****	60
Buğday, makarnalık**	60
Bulgur, pilavlık, Gaziantep*****	60
Mısır, sert, kuru*	59
Arpa, iki sıralı*	58
Lavaş**	58
Çavdar*	56
Ekmek, yulaf***	55
Mısır unu***	55
Mısır, şeker, kuru*	52
Buğday, un, ekmeklik, tip 850 (kül, kuru maddede \leq % 0.85)*	51
Ekmek, çavdar***	51
Koca darı, sorgum*	51
Çavdar unu*	50
Mısır, cin, kuru*	50
Ekmek, beyaz*****	47
Buğday, un, ekmeklik, tip 650 (kül, kuru maddede \leq % 0.65)**	45
Pirinç, Osmancık*	45
Yulaf, beyaz*	45
Buğday, un, ekmeklik, tip 550 (kül, kuru maddede \leq % 0.55)**	43
Mısır, at dişi, kuru*	42
Yulaf kepeği****	41
Buğday, aşurelik****	39
İrmik, buğday**	39
Ekmek, tam buğday unu**	31
Galet, sade**	30
Milföy hamuru, dondurulmuş**	30

Tabloda besinler için sınırlayıcı amino asitler semboller ile gösterilmiştir.

Treonin:*, Lizin:**, Histidin:***, SAA:****, Valin:***** ve İzolösin:***** ile sembolize edilmiştir.

Hesaplamalar ışığında tahıl ve tahıl ürünleri için sınırlayıcı amino asitlerin genellikle *treonin* ve *lizin* olduğu sonucuna varılmıştır. Tablo 4.4'te görüldüğü gibi; 32 adet tahıl ve tahıl ürününden 14 tanesinin sınırlayıcı amino asidi *treoninken* (* ile gösterildi) 11 adet tahıl ve tahıl ürününün sınırlayıcı amino asidi *lizin* (** ile

gösterildi) olarak belirlendi. Ayrıca 5 adet tahıl ve tahıl ürününün sınırlayıcı amino asidi *histidinken* (***) ile gösterildi) 2 adet tahıl ve tahıl ürününün sınırlayıcı amino asidi kükürtlü amino asitler olan *metiyonin* ve *sisteinin toplamı (SAA)*'dır (**** ile gösterildi). Bu tahıl ve tahıl ürünleri arasından yalnızca bulgur (pilavlık, Gaziantep) için sınırlayıcı amino asit *valindir* (***** ile gösterildi) ve yalnızca beyaz ekmek için sınırlayıcı amino asit ise *izolösin* (***** ile gösterildi) olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada buğday unları ve irmik gibi ürünlerin sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğu saptanmıştır.

Caire-Juvera, Ortiz ve Haro (2013) yaptıkları çalışmada, test ettikleri tahıl bazlı ürünlerin sınırlayıcı amino asitinin genellikle *lizin* (%15-54) olduğunu bildirmiştir. Mathai, Liu ve Stein (2017) de bazı süt ürünleri ve bitkisel protein kaynakları için PDCAA skorunu belirledikleri çalışmada buğdayın PDCAAS değerini %51 olarak hesaplamış ve sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğunu bildirmiştir.

Yapılan çalışma ile literatürdeki buğday çalışmalarının sonuçları arasında paralellik bulunmakta olup, buğday bazlı ürünlerin sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada bazı arpa, buğday, çavdar, yulaf ve mısır türleri için sınırlayıcı amino asitin *treonin* olduğu tespit edilerek, yulafın PDCAA skoru %45 olarak hesaplandı ve sınırlayıcı amino asitinin *treonin* olduğu belirlenmiştir.

Vrskova vd. (2013) yulafın PDCAA skorunu %71 olarak bildirmiştir ve sınırlayıcı amino asitinin *izolösin* olduğunu rapor etmiştir. Abelilla, Liu ve Stein (2018) yaptıkları çalışmada ise yulafın PDCAAS değerinin %58 olduğunu ve sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğunu bildirmiştir.

Literatürde yapılan bu çalışmalar ile yapılan çalışma arasında bulunan farklılıklar, yulafın genetik farklılıklarından ve agronomik (yetiştirme tekniği ile alakalı) faktörlerden kaynaklanabilir.

Zhang ve diğerleri tahıllarda çeşitli yetiştirme tekniklerinin protein ve amino asit içeriği ve kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada sulama ve toprak azot düzeyi gibi etmenlerin tahılların protein ve amino asit içeriğini etkilediğini bildirmiştir (2017).

Bu çalışmada çeşitli mısır türlerinin PDCAAS skorları hesaplandı ve PDCAAS değerlerinin %42 ile %59 arasında değiştiği görüldü, ayrıca mısır için sınırlayıcı amino asitin *treonin* olduğu belirlenmiştir.

Naves vd. (2011) yaptıkları çalışmada mısırın PDCAAS yüzdesinin %60 olduğunu rapor etmiştir ancak sınırlayıcı amino asit belirtilmemiştir.

Yapılan çalışma literatürdeki diğer çalışmalarla benzer yönde sonuçlar göstermiştir.

4.1.2. Yağlı Tohumlar

Çalışmada TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda yer alan 10 adet yağlı tohumun PDCAA skoru hesaplanmıştır. Çalışmaya dahil ettiğimiz TürKomp veri tabanında sunulan yağlı tohumların yenilebilir 100 gramları için ortama protein miktarları(g) tablo 4.5'te yuksekten düşüğe olacak şekilde sıralanmıştır (TürKomp, 2021). Tabloda görüldüğü gibi 100 gramında en çok protein içeriğine sahip olan yağlı tohum 24,75 g ile ayçiçeği tohumu (çerezlik, Alaca, kavrulmuş)dur. Daha sonra sırasıyla yer fıstığı (kuru) ve badem (iç, kavrulmuş) gibi yağlı tohumlar gelmektedir. En düşük protein içeriğine sahip yağlı tohum 9,51 g ile pikan cevizi (kuru) iken çam fıstığı (kuru) da daha düşük protein içeriğine sahip yağlı tohumlardan biridir. Çalışmaya dahil ettiğimiz bu 10 adet yağlı tohumun 100 gramları için ortalama protein miktarı ise 17,14 gramdır.

Tablo 4.5: Yağlı tohumların yenilebilir 100 gramı için protein miktarları(g)

Yağlı Tohumlar	Ortalama(g)
Ayçiçeği tohumu, çerezlik, Alaca, kavrulmuş	24.75
Yer fıstığı, kuru	23.51
Badem, iç, kavrulmuş	20.57
Keten tohumu, kuru	18.07
Antep fıstığı, iç, kavlatılmamış, taze	17.64
Susam tohumu, kuru	16.81
Ceviz, iç, kuru	14.57
Fındık iç, beyazlatılmış	14.24
Çam fıstığı, kuru	11.82
Ceviz, Pikan, kuru	9.51

Çalışmaya dahil ettiğimiz yağlı tohumların 1 gram proteininde bulunan elzem amino asit miktarları(mg) tablo 4.6'da görülmektedir. Günlük gereksinim değerleri göz önüne alındığında yağlı tohumların özellikle triptofan, histidin ve aromatik amino asitler(AAA) açısından yeterli kaynaklar olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada antep fıstığında en yüksek konsantrasyona sahip amino asitler sırasıyla lizin ve lösin olarak bulunmuştur.

Bailey, Carughi ve Stein'in çalışmasında ise antep fıstığında en çok bulunan iki amino asitin sırasıyla arjinin ve lösin olduğu bildirilmiştir (2020). Ayrıca Wu'nun çalışmasında da besinlerdeki toplam AA'lardaki Arg oranı, yer fıstığında %12.1 ve fıstıkta %10.3 olarak bildirilmiştir (2021b).

Bu çalışmaya elzem olmayan amino asitler dahil edilmediği için arjinin değeri bildirilmedi ancak literatürdeki verilere bakıldığında ve arjininin önemli fizyolojik işlevleri göz önüne alındığında antep fıstığı tüketimi insanlarda kardiyovasküler ve metabolik sağlık (örneğin, vazodilatasyonu iyileştirme ve obeziteyi azaltma) için oldukça faydalı olabilir (Wu, 2021b).

Tablo 4.6: Yağlı tohumların 1 gram proteininde bulunan EAA miktarları(g/mg)

	Trp	Thr	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Val	His
Yer fıstığı, kuru	14	28.6	39.8	64.9	54.4	20.7	103.8	47.3	34.9
Susam tohumu, kuru	20.9	26.6	40.5	75.3	57.1	29.1	91.3	50.7	25.1
Çam fıstığı, kuru	23.3	26.1	41.4	76.9	48.3	18.2	94.7	63.1	29.8
Antep fıstığı, iç, taze	15.1	21	27.8	55.1	84.2	18.7	63.4	35.9	23
Ayçiçeği tohumu, çerezlik, Alaca, kavrulmuş	14	40.8	36.8	62.8	38.3	23	80.3	43.6	37.2
Keten tohumu, kuru	25.4	25.6	42.3	57.4	47.6	27	71.2	49.8	29.6
Badem, iç, kavrulmuş	15.5	24.3	34.3	63.9	41.2	21.2	77.5	32.9	29.9
Fındık, iç, beyazlatılmış	16.6	17.6	24.4	48.8	47.1	23.3	55.8	29.3	19.8
Ceviz, iç, kuru	23.8	74.3	39	66.3	24.2	20.3	75.3	44.9	36.9
Ceviz, pıkan	19.3	17.9	27.5	51.4	21	20.9	58.1	35.1	22.8

Yağlı tohumların tüm EAA'lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri tablo 4.7'de görülmektedir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, yağlı tohumların triptofan amino asidi açısından yeterli bir profile sahip olduğu, AAA ve histidin amino asidinin de çoğu yağlı tohumda yeterli

miktarlarda bulunduğu söylenebilir. Ancak, bitkisel besinlerin vücuda nispeten daha düşük yüzdelerde amino asit ve protein sağladığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada yer fıstığının hem en yüksek PDCAAS değerine hem de triptofan, izolösin, aromatik amino asitler, valin ve histidin açısından dengeli bir profile sahip olduğu için protein kalitesi açısından değerli bir yağlı tohum olduğu sonucuna varılmıştır.

Moharana ve diğerlerinin çalışmasının sonuçlarına göre, yer fıstığı bazı kuru baklagillerle ve diğer yağlı tohumlarla karşılaştırıldığında daha fazla protein içerir. Ayrıca, elzem ve elzem olmayan amino asitler dahil 20 amino asidin tamamını bulundururken arginin amino asidi açısından da iyi bir kaynaktır (2020).

Çalışma sonuçları ve literatür verileri değerlendirildiğinde yer fıstığının amino asit profilinin dengeli olması kaliteli protein tüketimi açısından değerli bir besin olduğunu göstermektedir ancak, içerdiği yağ miktarının da fazla olması sebebiyle tüketimine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Tablo 4.7: Yağlı tohumların tüm EAA'lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri(%)

	Trp	Thr	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Val	His
Yer fıstığı, kuru	164	86	117	92	89	72	187	103	164
Susam tohumu, kuru	204	67	98	89	78	84	137	92	97
Çam fıstığı, kuru	274	79	121	109	79	63	171	137	140
Antep fıstığı, iç, taze	174	62	80	76	135	63	112	76	105
Ayçiçeği tohumu, çerezlik, Alaca, kavrulmuş	157	118	103	85	60	76	139	91	167
Keten tohumu, kuru	232	60	96	63	61	73	100	84	108
Badem, iç, kavrulmuş	145	58	80	72	54	59	111	57	112
Fındık, iç, beyazlatılmış	185	50	67	65	73	77	95	60	88
Ceviz, iç, kuru	264	213	108	89	37	66	128	93	164
Ceviz, pıkan	215	51	76	69	32	68	99	72	101

Çalışmada PDCAAS değeri hesaplanan 10 adet yağlı tohumun ortalama PDCAA skoru %55,7 olarak belirlenmiştir. Bu 10 adet yağlı tohum için sınırlayıcı amino asitler genellikle *lizin* (4) ve *treonin* (4)'dir. Bu çalışmada PDCAAS yöntemiyle protein kalitesini hesapladığımız 10 adet yağlı tohum arasında PDCAA skoru en yüksek olan yağlı tohumun %72 ile yer fıstığı (kuru) olduğu saptanmış ve yer fıstığı için sınırlayıcı amino asit *kükürtlü amino asitler* (SAA) olarak belirlenmiştir. Ceviz

(iç, kuru) ve pikan cevizi (kuru) sırasıyla %37 ve %32 değerleriyle PDCAA skoru en düşük olan yağlı tohumlardır ve ikisinin de sınırlayıcı amino asidi *lizin* olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda yağlı tohumlar için elde edilen PDCAAS sonuçları tablo 4.8’de gösterilmektedir.

Tablo 4.8: Yağlı tohumların PDCAAS değerleri ve sınırlayıcı amino asitleri

Yağlı Tohumlar	PDCAAS (%)
Yer fıstığı, kuru***	72
Susam tohumu, kuru*	67
Çam fıstığı, kuru***	63
Antep fıstığı, iç, kavlatılmamış, taze*	62
Ayçiçeği tohumu, çerezlik, Alaca, kavrulmuş**	60
Keten tohumu, kuru*	60
Badem, iç, kavrulmuş**	54
Fındık, iç, beyazlatılmış*	50
Ceviz, iç, kuru**	37
Ceviz, pikan, kuru**	32

Tabloda besinler için sınırlayıcı amino asitler semboller ile gösterilmiştir. Treonin:*, Lizin:** ve SAA:*** şeklinde sembolize edilmiştir.

Bu çalışmada çiğ antep fıstığının PDCAAS değeri %62 olarak belirlenerek antep fıstığı için sınırlayıcı amino asitin *treonin* olduğu tespit edilmiştir.

Bailey, Carughi ve Stein (2020) çiğ ve kavrulmuş antep fıstıklarının PDCAAS değerlerini belirlediği çalışmada, çiğ antep fıstığının PDCAAS değerini %73 ve kavrulmuş Antep fıstığının PDCAAS değerini %81 olarak bildirmiş ve her ikisi için de sınırlayıcı amino asitin *treonin* olduğu sonucuna varmıştır.

Yapılan çalışma ile literatür çalışmalarının sonuçları arasında benzerlik bulunmaktadır.

Çalışmanın sonucunda bademin PDCAAS değeri %54 olarak belirlendi ve sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğu tespit edilmiştir.

House vd. (2019), bademin PDCAAS değerlerini belirlediği çalışma sonucunda, çeşitli badem türlerinin PDCAAS değerlerinin %49 ile %56 arasında değiştiğini ve tüm badem türleri için sınırlayıcı amino asitin *lizin* olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, House vd.’nin sonuçları ile yakın sonuçlar gösterdi.

Bu çalışmaya dahil edilen yağlı tohumlar arasında en yüksek değere sahip olan yer fıstığının PDCAAS değeri %72 olarak belirlendi sınırlayıcı amino asitin *kükürtlü amino asitler(SAA)* olduğu tespit edilmiştir.

Boye, Bettoni ve Burlingame (2012) yayınladıkları çalışmada, yer fıstığının PDCAAS değerinin farklı yaş grupları için %65-70 değerleri arasında olduğunu ve sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğunu rapor etmiştir.

Yapılan çalışma ile diğer çalışmalar arasında sınırlayıcı amino asitin türü açısından farklılık bulunmaktadır. Bunun nedeni, bitkilerin yetiştiği coğrafya, ekolojik faktörler ve yetiştirildiği alandaki diğer faktörlere bağlı olabilir.

Bu çalışmada cevizin PDCAAS değeri %37 olarak belirlendi ve sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğu tespit edilmiştir.

Lackey ve Fleming (2021) cevizin PDCAAS değerini belirledikleri çalışmada cevizin %10-15 oranında protein içerdiğini, PDCAAS değerinin %39-46 değerleri arasında olduğunu ve sınırlayıcı amino asitinin *lizin* olduğunu rapor etmiştir.

Yapılan çalışma ile diğer çalışmalar arasındaki benzer yönde ilişki bulunmaktadır.

4.1.3. Kuru Baklagiller

Çalışmada TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda yer alan 6 adet kuru baklagilin PDCAA skoru hesaplanmıştır. Çalışmaya dahil ettiğimiz TürKomp veri tabanında sunulan kuru baklagillerin yenilebilir 100 gramları için ortalama protein miktarları(g) tablo 4.9'da yüksekten düşüğe olacak şekilde sıralanmıştır (TürKomp, 2021). Tabloda görüldüğü gibi 100 gramında en çok protein içeriğine sahip olan kuru baklagil 25,81 g ile kırmızı mercimek (kuru)'tir. Daha sonra sırasıyla yeşil mercimek (kuru), fasulye (dermason, kuru), barbunya fasulyesi (kuru), nohut (Koçbaşı, kuru) ve nohut (haşlanmış, konserve) gelmektedir. En düşük protein içeriğine sahip kuru baklagil 5,31 g ile nohut (haşlanmış, konserve)'dir. Haşlanmış nohut dışındaki kuru baklagillerin protein miktarı nispeten daha yüksektir. Çalışmaya dahil ettiğimiz bu 6 adet kuru baklagilin 100 gramları için ortalama protein miktarı ise 19,25 gramdır.

Tablo 4.9: Kuru baklagillerin yenilebilir 100 gramı için protein miktarları(g)

Kuru Baklagiller	Ortalama(g)
Mercimek, kırmızı, kuru	25.81
Mercimek, yeşil, kuru	23
Fasulye, dermason, kuru	21.75
Barbunya fasulyesi, kuru	21.07
Nohut, Koçbaşı, kuru	18.56
Nohut, haşlanmış, konserve	5.31

Çalışmaya dahil edilen kuru baklagillerin 1 gram proteininde bulunan elzem amino asit miktarları(mg) tablo 4.10’da görülmektedir. Günlük gereksinim değerleri göz önüne alındığında kuru baklagillerin çalışmada bulunan diğer bitkisel besin gruplarına kıyasla neredeyse tüm EAA’lar açısından dengeli bir profile sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 4.10: Kuru baklagillerin 1 gram proteininde bulunan EAA miktarları(g/mg)

	Trp	Thr	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Val	His
Mercimek, yeşil, kuru	8.2	36.5	50.9	76.9	126.3	29.2	96.4	55.8	28
Nohut, Koçbaşı, kuru	9.5	40.3	50.4	81.7	131.3	35	97.1	53.9	34.1
Mercimek, kırmızı, kuru	7.7	36.7	49.3	77.5	139.8	28.4	94	50.5	32.3
Fasulye, dermason, kuru	8.1	34.3	44.8	72.4	120.6	30.1	85.8	47.3	31
Barbunya fasulyesi, kuru	8.5	51.5	35.8	45.7	129.4	42.8	65.6	31.7	36.5
Nohut, haşlanmış, konserve	12.9	46.5	54.4	99.4	61.7	15	118	54.9	29.9

Kuru baklagillerin tüm EAA’lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri tablo 4.11’de görülmektedir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, kuru baklagillerin histidin amino asidi açısından dengeli bir profile sahip olduğu AAA, lizin ve izolösin amino asitlerinin de çoğu kuru baklagilde yeterli miktarda bulunduğu söylenebilir.

Bu çalışmada yeşil mercimeğin lizin, izolösin, fenilalanin, tirozin, histidin ve valin değerleri; haşlanmış konserve nohutun ise triptofan, treonin, lösin, izolösin, fenilalanin, tirozin ve histidin değerleri açısından diğer kuru baklagillere göre daha yüksek konsantrasyonlarda esansiyel amino asit içerdiği ve dengeli bir amino asit profiline sahip olduğu bulunmuştur.

Iqbal ve diğçerlerinin nohut, b6r6lce, mercimek ve bezelyenin protein ve amino asit profilini inceledikleri çalışmada, bu d6rt baklagilden bezelyede lizin, alanin, sistin ve tirozin daha y6ksek miktarlarda bulunurken, mercimekte fenilalanin ve serin amino asitlerinin; b6r6lcede ise, metiyonin ve treoninin daha y6ksek konsantrasyonlarda bulunduğu rapor edilmiştir. Bu baklagiller arasında toplam esansiyel amino asit seviyesinin en y6ksek olduğu baklagil b6r6lce iken, esansiyel olmayan amino asitlerin mercimekte en y6ksek seviyede olduğu bildirilmiştir (2006).

Çalışma literat6rdeki verilerle çoğunlukla benzer sonuçlar g6stermiştir.

Tablo 4.11: Kuru baklagillerin t6m EAA'lar için sindirilebilirlik ve gereksinim değerlerine oranlanmış amino asit değerleri(%)

	Trp	Thr	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Val	His
Mercimek, yeşil, kuru	85	97	132	96	183	89	153	107	116
Nohut, Koçbaşı, kuru	83	91	110	86	161	90	130	87	119
Mercimek, kırmızı, kuru	80	98	127	97	203	87	150	97	134
Fasulye, dermason, kuru	79	86	109	85	165	87	128	85	121
Barbunya fasulyesi, kuru	83	129	87	54	177	123	98	57	142
Nohut, haşlanmış, konserve	113	105	119	105	75	39	158	89	104

Bu çalışmaya dahil edilen 6 adet kuru baklagilin ortalama PDCAA skoru %70 olarak belirlendi ve kuru baklagillerin 4 tanesinde sınırlayıcı amino asidin *triptofan* olduğu tespit edilmiştir. Bu kuru baklagiller arasında en y6ksek PDCAAS değerine sahip olan %85 ile kuru yeşil mercimektir ve sınırlayıcı amino asidi *triptofan*dır. Ayrıca nohut (Koçbaşı, kuru), kırmızı mercimek(kuru) ve fasulye (dermason, kuru) için de sınırlayıcı amino asidin *triptofan* olduğu sonucuna varılmıştır.

Nohut (Koçbaşı, kuru)'un PDCAAS değeri %83'ken kırmızı mercimek (kuru)'in skoru %80'dir ve fasulye (dermason, kuru)'nin skoru ise %79'dur. Bu d6rt kuru baklagilin PDCAAS değerleri birbirine çok yakın ve nispeten y6ksek değerler olarak hesaplanmışken barbunya fasulyesi (kuru) ve haşlanmış konserve nohutun PDCAAS değerleri sırasıyla %54 ve %39 olarak belirlenmiştir. Barbunya fasulyesi (kuru) için sınırlayıcı amino asit *l6sinken* haşlanmış konserve nohutun sınırlayıcı amino asidi SAA'dır. Çalışma sonucunda kuru baklagiller için elde edilen PDCAAS sonuçları tablo 4.12'de g6r6lmektedir.

Tablo 4.12: Kuru baklagillerin PDCAAS değerleri ve sınırlayıcı amino asitleri

Kuru Baklagiller	PDCAAS(%)
Mercimek, yeşil, kuru*	85
Nohut, Koçbaşı, kuru*	83
Mercimek, kırmızı, kuru*	80
Fasulye, dermason, kuru*	79
Barbunya fasulyesi, kuru**	54
Nohut, haşlanmış, konserve***	39

Tabloda besinler için sınırlayıcı amino asitler semboller ile gösterilmiştir.

Triptofan: *, Lösin:** ve SAA:*** ile sembolize edilmiştir.

Bu çalışmada kuru baklagillerin çoğunluğunun protein kalitesi açısından diğer bitkisel kaynaklı besin gruplarına göre daha kaliteli protein içerdiği tespit edilmiştir.

Erbersdobler, Barth ve Jahreis (2017) kuru baklagillerin protein kalitesini belirlediği çalışmada, çalışmaya dahil ettikleri kuru baklagillerin (bakla, soya fasulyesi, bezelye) PDCAAS değerlerinin %81 ile %96 arasında değiştini bildirmiştir. Ayrıca bu baklagillerin *lizin* açısından zengin bir kaynak olduğunu rapor etmiştir.

Bitkisel protein kaynakları açısından değerlendirildiğinde çalışmamız literatürdeki diğer çalışmalarla paralel sonuçlar göstermektedir.

Bu çalışmada fasulyenin PDCAAS değeri %79, barbunyanın PDCAAS değeri ise %54 olarak belirlenmiştir.

Nosworthy vd. (2018), fasulye türlerinin protein kalitesini değerlendirdiği çalışmada, fasulyelerin ortalama PDCAAS değerlerini %66 olarak bildirmiştir. Ayrıca barbunya fasulyesinin de PDCAAS değerinin %66 olduğu rapor edilmiştir.

Yapılan çalışma ile diğer çalışmalar arasındaki farklılıklar bitkilerin genetik yapılarındaki farklılıklara ve çeşitli agronomik faktörlere bağlı olabilir.

Bu çalışmada nohutun PDCAAS değeri %83 ve sınırlayıcı amino asiti *triptofan* olarak belirlenmiştir, haşlanmış konserve nohutun PDCAAS değeri ise %39 olarak belirlendi ve sınırlayıcı amino asitinin *kükürtlü amino asitler* olduğu tespit edilmiştir.

Tavano vd. (2008), yayınladıkları çalışmada nohutun PDCAAS değerinin %44 olduğunu ve sınırlayıcı amino asitinin *triptofan* olduğunu bildirmiştir.

Nosworthy vd. (2020)'in nohutlara farklı işlemler uygulayarak protein kalitesini değerlendirdikleri çalışmada pişirilmiş nohutun PDCAAS değerinin %75, fırınlanmış

nohutun PDCAAS değerinin ise %80 değerinde olduğunu bildirmiştir. Ayrıca nohutlar için sınırlayıcı amino asitin *triptofan* olduğunu rapor etmişlerdir.

Jukanti vd. (2012) ise nohut için sınırlayıcı amino asitin *kükürtlü amino asitler(SAA)* olduğunu rapor etmiştir.

Literatürdeki ve çalışmamızın sonuçlarındaki bu farklılıklar nohutların genetik yapılarından, yetiştirilme ve işlenme yöntemlerindeki değişikliklerden kaynaklanıyor olabilir. Konservleme, fırınlama veya pişirme gibi hazırlama yöntemleri, amino asitlerin ve proteinin biyoyararlanımını ve sindirilebilirliğini değiştirebilir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı'nda yer alan ülkemiz insanı tarafından sıklıkla tüketilen bitkisel protein kaynaklarından olan tahıllar, yağlı tohumlar ve kuru baklagillerin protein kalitesi FAO'nun önerdiği bir protein kalitesi hesaplama yöntemi olan PDCAAS kullanılarak hesaplandı.

Bitkisel protein kaynakları olarak tüketilen tahıllar, kuru baklagiller ve yağlı tohumlar arasında ortalama en yüksek skora sahip grubun kuru baklagiller olduğu sonucuna varıldı. Tahıllarda tritikale, yağlı tohumlarda yer fıstığı ve kuru baklagillerde yeşil mercimek besin grupları içinde en yüksek değerlere sahip besinler olarak belirlendi. Bu besinler için sınırlayıcı amino asitler literatürle paralellik göstererek lizin ve treonin olarak tespit edildi.

Toplum sağlığı yararlarını en üst düzeye çıkarmak ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için diyet kılavuzlarında bitki bazlı diyet modellerine doğru bir kayma gözlenmektedir. Hala, bitkisel protein kaynaklarının diyet protein gereksinimlerini karşılamak için yeterliliği konusunda endişeler mevcuttur. Günümüzde bitkisel protein kaynaklarının protein kalitesini ortaya koyan pek çok çalışma ile birlikte bu çalışma, tüketilen besinlerin amino asit ve protein ihtiyaçlarını ne ölçüde karşılayabildiğini belirlemek açısından değerlidir.

Diyet protein kalitesinin rolü, belki de hızla artan bir küresel nüfusun giderek yükselen beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için daha sürdürülebilir diyetler tanımlamak açısından önemlidir.

Bitkisel protein kaynaklarının diğer protein kaynakları ile bir arada, belli bir çeşitlilik içinde tüketilmesi elzem amino asitlerin gün içinde tüm öğünlerde yeterince sağlanması açısından önemlidir. Gün boyunca tek çeşit beslenme yerine karışık öğünler daha yaygındır ve önerilir, bu nedenle dengeli öğünler göz önünde bulundurularak protein kalite puanlarını tek bir besin üzerinden hesaplamaktansa öğünleri göz önünde bulundurarak belirlemek daha yararlı olabilir.

Bitkisel protein kaynağı olarak protein kalitesi yüksek olan besinlerin özellikle veganların ve yeterli hayvansal protein kaynağı tüketmeyen grupların günlük beslenmelerine eklenmek üzere çeşitli sağlık profesyonellerinin ve diyetisyenlerin bu sonuçları göz önünde bulundurması önemlidir.

5.2. Öneriler

1. Tahıl ürünleri genellikle iyi protein kaynağı olarak kabul edilmese de, tahıllar pek çok toplum için önemli bir enerji ve protein kaynağıdır. Ancak tahıllar, bu çalışmanın sonuçlarının da desteklediği gibi, genellikle bir veya daha fazla esansiyel amino asit açısından yetersiz olduğu için tahılların tüketiminde protein kalitesi dikkate alınmalıdır.

2. Tahıl ürünleri çoğunlukla treonin açısından sınırlıdır. Tüketimde bu amino asit açığını kapatmak amacıyla treonin açısından fakir olan tahıl unları ayçiçeği tohumu ve ceviz gibi yağlı tohumlar dahil edilerek çeşitli tahıl ürünleri elde edilebilir ve böylece tüketimde daha dengeli bir amino asit profiline ulaşılabilir.

3. Çavdar ekmeği, yulaf ekmeği ve yulaf kepeği gibi bazı tahıl ürünleri histidin açısından sınırlıdır ancak çam fıstığı, yer fıstığı, badem gibi yağlı tohumlar ve çalışmaya dahil edilen kuru baklagillerin tamamı histidin amino asidi açısından yeterli bir profile sahiptir. Bu ekmeklerin yapımında yağlı tohumların veya baklagil unlarının kullanılması protein kalitesinin yükselmesini sağlayabilir.

4. Yağlı tohumların protein içeriği oldukça değişkendir ancak, çoğu yağlı tohum iyi protein kaynağı olarak kabul edilir. Bu çalışmanın sonucunda görüldüğü gibi, bazı yağlı tohumlar özellikle lizin ve treonin amino asitleri açısından sınırlı olabilmektedir. Bu nedenle, yağlı tohumlardaki toplam protein miktarı yüksek olsa da, diyetin genel protein kalitesinin yeterli olduğundan emin olmak için bu gıdalar yeşil mercimek, kırmızı mercimek, nohut, kuru fasulye gibi baklagillerle desteklenerek öğünlerdeki lizin açığı kapatılabilir.

5. Yağlı tohumlar içinde ayçiçeği tohumu ve cevizin treonin değerleri diğerlerine göre daha yüksek konsantrasyondadır. Bu sebeple yağlı tohumlar tüketilirken badem, fıstık, fındık gibi türlerin tek başına tüketilmesinden önce ceviz ve ayçiçeği tohumu ile bir arada tüketimi treonin düzeyi açısından diyet protein kalitesini iyileştirebilir.

6. Beslenmede sıklıkla yer alan kuru baklagil proteinleri insan beslenmesinde protein kalitesi açısından değerlendirildiğinde genellikle triptofan bakımından yetersizdir ancak lizin bakımından zengindir. Tahıllar ise lizin bakımından nispeten yetersizken triptofan açısından zengindir; bu nedenle, baklagillerin tahıllarla kombinasyonu şeklinde tüketilen öğünler genel protein kalitesini iyileştirebilir.

7. Bu çalışmada beyaz ekmek izolösün amino asidi açısından sınırlı bir profile sahip olarak bulunmuştur. Beyaz ekmeğin üretiminde yer fıstığı, çam fıstığı ve ceviz gibi izolösünden zengin yağlı tohumların ve/veya çavdar unu, mısır unu gibi yeterli miktarda izolösün bulunduran unların kullanılması toplumumuzda çok sık tüketilen beyaz ekmeğin protein kalitesini yükseltebilir.

8. Arpa, buğday unları, çavdar gibi tahıllar genellikle dallı zincirli amino asitlerden olan lösün açısından zengin kaynaklardır ancak yağlı tohumların ve kuru baklagillerin çoğunluğu lösün açısından sınırlıdır. Bu sebeple kuru baklagil, tahıl ve yağlı tohumların kombinasyonu şeklindeki öğünler protein kalitesi açısından değerlidir.

9. Elzem amino asitler açısından değerlendirildiğinde karışık öğünler şeklinde tüketimi sağlansa da bitkisel protein kaynaklarının tüketimi bazı amino asitler bakımından sınırlıdır. Ayrıca bu besinler özellikle kuru baklagiller kaliteli bir amino asit profiline sahip olsa da bitkisel besinlerin çoğunluğu düşük yüzdelerde toplam AA içermektedir ve bu nedenle hayvansal kaynaklarla karşılaştırıldığında vücuda nispeten az miktarda esansiyel amino asit sağlamaktadır.

10. Besinler sadece proteinleri değil, aynı zamanda karbonhidrat, lipit, vitamin ve mineral gibi besin öğelerini de içerir. Besin öğelerinin tümü, büyüme, gelişme ve sağlığın devamı için gereklidir. Ancak hayvansal ürünlerin fazla tüketiminin hem kardiyovasküler hastalıklar açısından risk oluşturduğu hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından bazı riskler taşıdığı göz önünde bulundurulmalıdır. Hayvansal ve bitkisel ürünlerin karışım olarak tüketilmesi, optimum büyümenin sağlanmasında ve sağlığın devamlılığında ideal olabilir.

11. Tüketilen besinler içinde hayvansal besinlerden gelen proteinin tüm proteinlere oranının %65'in üzerinde olması EAA eksikliğinin yaşanmaması açısından önemlidir. Bu sebeple hayvansal proteinlerle bitkisel proteinlerin karışımı şeklinde tüketilen öğünler tüm bireylerde optimum sağlık ve esenliğin korunması bakımından değerlidir.

KAYNAKÇA

- “Türkomp: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı.” T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, *Türkomp | Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı*, [Online] www.turkomp.gov.tr/about. (Erişim tarihi: 26.11.2021)
- Abdel-Aal, E. S., ve Hucl, P. (2002). Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(6): 737-747.
- Abelilla, J. J., Liu, Y., & Stein, H. H. (2018). Digestible indispensable 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.
- ACSM. (2009). American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. Joint Position Statement: Nutrition and athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc*, 41:709–731.
- Agnoli, C., Baroni, L., Bertini, I., Ciappellano, S., Fabbri, A., Papa, M., ... ve Sieri, S. (2017). Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 27(12): 1037-1052.
- Amagloh, F. K., Chiridza, T., Lemercier, M. E., Broomfield, A., Morel, P. C., ve Coad, J. (2015). Sweetpotato-and cereal-based infant foods: protein quality assessment, and effect on body composition using Sprague Dawley rats as a model. *PloS one*, 10(4): e0120121.
- Arlı, M. Şanlıer, N. Küçükkömürler, S. ve Yaman, M. (2015). *Anne ve Çocuk Beslenmesi* (7. baskı). Ankara, Pegem Akademi Yayınları.
- Bailey, H. M. ve Stein, H. H. (2020). Raw and roasted pistachio nuts (*Pistacia vera* L.) are ‘good’ sources of protein based on their digestible indispensable amino acid score as determined in pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(10): 3878-3885.

- Bailey, H., Carughi, A., ve Stein, H. (2020). A Comparison of Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score with Digestible Indispensable Amino Acid Score to Evaluate Protein Quality of Raw and Roasted Pistachio Nuts. *Current Developments in Nutrition*, 4 (Supplement-2): 680-680.
- Barbana, C., ve Boye, J. I. (2013). In vitro protein digestibility and physico-chemical properties of flours and protein concentrates from two varieties of lentil (*Lens culinaris*). *Food & Function*, 4(2): 310-321.
- Baysal, A. (2020) *Beslenme* (18. Baskı). Ankara, Hatiboğlu Yayınevi.
- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., ve 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.
- Burd, N. A., McKenna, C. F., Salvador, A. F., Paulussen, K. J., ve Moore, D. R. (2019). Dietary protein quantity, quality, and exercise are key to healthy living: a muscle-centric perspective across the lifespan. *Frontiers in Nutrition*, 6: 83.
- Caballero, B., Allen, L., ve Prentice, A. (2013). *Encyclopedia of Human Nutrition*. Vol. 1. Elsevier.
- Caire-Juvera, G., Vázquez-Ortiz, F. A., ve Grijalva-Haro, M. I. (2013). Amino acid composition, score and in vitro protein digestibility of foods commonly consumed in northwest Mexico. *Nutricion Hospitalaria*, 28(2): 365–371. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6219>.
- Chitra, U., Vimala, V., Singh, U., ve Geervani, P. (1995). Variability in phytic acid content and protein digestibility of grain legumes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 47(2): 163-172.
- Combs, G.F., ve McClung, J.P. (2017) *The Vitamins Fundamental Aspects in Nutrition and Health (5th ed.)*. London, Academic Press, Elsevier.
- Dai, Z., Wu, Z., Jia, S., ve Wu, G. (2014). Analysis of amino acid composition in proteins of animal tissues and foods as pre-column o-phthaldialdehyde derivatives by HPLC with fluorescence detection. *Journal of Chromatography B*, 964: 116-127.

- EFSA. (2010). Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal*, 8(3): 1459.
- Embaby, H. E. S. (2010). Effect of heat treatments on certain antinutrients and in vitro protein digestibility of peanut and sesame seeds. *Food Science and Technology Research*, 17(1): 31-38.
- Erbersdobler, H. F., Barth, C. A., ve Jahreis, G. (2017). Legumes in human nutrition. Nutrient content and protein quality of pulses. *Ernahrungs Umschau*, 64(9): 134-139.
- Ertas, N., ve Türker, S. (2014). Bulgur processes increase nutrition value: possible role in in-vitro protein digestability, phytic acid, trypsin inhibitor activity and mineral bioavailability. *Journal of Food Science and Technology*, 51(7): 1401-1405.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) ve WHO (World Health Organization). (2019). *Sustainable healthy diets, Guiding principles*. Rome, Italy. [Online] <http://www.fao.org/3/ca6640en/CA6640EN.pdf> (Erişim tarihi: 3 Aralık 2021)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1991). *Protein quality evaluation Report of Joint FAO/WHO Expert Consultation*. Rome, Italy. ISBN 92-5-103097-9.
- 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 (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). Protein quality assessment in follow-up formula for young children and ready to use therapeutic foods. [Online] <https://www.fao.org/3/ca2487en/CA2487EN.pdf> (Erişim tarihi: 15 Aralık 2021)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation*. Rome, Italy. [Online] https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Erişim tarihi: 7 Aralık 2021)

- FDA (U.S. Food and Drug Administration). (2013). *A Food Labeling Guide: Guidance for Industry*. [Online] www.fda.gov/FoodLabelingGuide. (Erişim tarihi: 2 Ocak 2021)
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). (2017). *CFR - Code of Federal Regulations Title 21*. [Online] <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm>. (Erişim tarihi: 2 Ocak 2021)
- Federal Register A. E. (1993) Vol. 58, No. 216 *Rules and Regulations 59667 VI*. Other Regulatory Requirements.
- Ferrier, D.R. (2017). *Lippincott Illustrated Reviews: Biochemistry* (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer.
- Freitas, J. B., Fernandes, D. C., Czedler, L. P., Lima, J. C. R., Sousa, A. G., ve Naves, M. M. V. (2012). Edible seeds and nuts grown in Brazil as sources of protein for human nutrition. *Food & Nutrition Sciences*, 3(6).
- Güneş, Z. (2021). *Spor ve Beslenme Antrenör ve Sporcu El Kitabı (11. Baskı)*. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Gupta, A. (2018). *Metabolism of Proteins and Amino Acids. Comprehensive Biochemistry for Dentistry*, 377–393.
- Gürdöl, F. (2021) *Tıbbi Biyokimya* (5. Baskı). Ankara, Nobel Tıp Kitabevleri.
- Harper, A.E. ve Yoshimura, N.N. (1993). Protein quality, amino acid balance, utilization, and evaluation of diets containing amino acids as therapeutic agents. *Nutrition*, 9: 460–469.
- Hatfield, D. L., Tsuji, P. A., Carlson, B. A. ve Gladyshev, V. N. (2014). Selenium and selenocysteine: roles in cancer, health, and development. *Trends in Biochemical Sciences*, 39(3): 112-120.
- House, J. D., Hill, K., Neufeld, J., Franczyk, A. ve Nosworthy, M. G. (2019). Determination of the protein quality of almonds (*Prunus dulcis* L.) as assessed by in vitro and in vivo methodologies. *Food Science & Nutrition*, 7(9): 2932-2938.
- Iqbal, A., Khalil, I. A., Ateeq, N., & Khan, M. S. (2006). Nutritional quality of important food legumes. *Food chemistry*, 97(2), 331-335.

- Joye, Iris. (2019). "Protein Digestibility of Cereal Products." *Foods*, vol. 8, no. 6, p. 199.
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., ve Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11-S26.
- Karaağaoğlu N. ve Samur G.E. (2015) *Anne ve Çocuk Beslenmesi* (3. Baskı). Ankara, Pegem Akademi Yayınları.
- Lackey, K. A., ve Fleming, S. A. (2021). Brief Research Report: Estimation of the Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score of Defatted Walnuts. *Frontiers in Nutrition*, 8: 702857.
- Landberg, R. ve Scheers, N. (2021) *Whole Grains and Health* (2nd ed.). Wiley Blackwell Publishing.
- Lee, W. T., Weisell, R., Albert, J., Tomé, D., Kurpad, A. V., & Uauy, R. (2016). Research Approaches and Methods for Evaluating the Protein Quality of Human Foods Proposed by an FAO Expert Working Group in 2014. *The Journal of nutrition*, 146(5): 929–932. <https://doi.org/10.3945/jn.115.222109>
- Lewis, J. (2019). *Codex nutrient reference values*. Rome: FAO and WHO [Online]. <http://www.fao.org/3/ca6969en/CA6969EN.pdf>. (Erişim tarihi: 19 Aralık 2021).
- Li, P., ve Wu, G. (2018). Roles of dietary glycine, proline, and hydroxyproline in collagen synthesis and animal growth. *Amino acids*, 50(1): 29-38.
- Liao, S. F., Regmi, N., ve Wu, G. (2018). Homeostatic regulation of plasma amino acid concentrations. *Frontiers in bioscience (Landmark edition)*, 23: 640–655.
- Mathai, J., Liu, Y., ve Stein, 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.

- Medeiros, D. M. ve Wildman, R.E.C. (2019). *Advanced Human Nutrition* (4th ed.). Jones & Bartlett Learning.
- Merdol, T.K. (2020). *Beslenme Antropolojisi I* (4. baskı). Ankara, Hatiboğlu Yayınevi.
- Moharana, A., Lenka, B., Singh, A. P., Kishor, N., Kumar, B. N., & Das, S. R. (2020). Peanut as a food source: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 225-232.
- Morup, I.K. ve Olesen, E.S. (1976). New method for prediction of protein value from essential amino acid pattern. *Nutrition Reports International*, 13: 355–365.
- Naves, M. M. V., Castro, M. V. L. D., Mendonça, A. L. D., Santos, G. G., ve 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.
- Neinast, M., Murashige, D., ve Arany, Z. (2019). Branched Chain Amino Acids. *Annual review of physiology*, 81: 139–164. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-020518-114455>.
- NIH (National Human Genome Research Institute), Protein, Illustration [Online]. <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Protein> (Erişim tarihi: 18 Aralık 2021)].
- Nosworthy, M. G., Medina, G., Franczyk, A. J., Neufeld, J., Appah, P., Utioh, A., ... ve House, J. D. (2018). Effect of processing on the in vitro and in vivo protein quality of beans (*Phaseolus vulgaris* and *Vicia Faba*). *Nutrients*, 10(6): 671.
- Nosworthy, M. G., Medina, G., Franczyk, A. J., Neufeld, J., Appah, P., Utioh, A., ... ve House, J. D. (2020). Thermal processing methods differentially affect the protein quality of Chickpea (*Cicer arietinum*). *Food Science & Nutrition*, 8(6): 2950-2958.
- Ochs, R.S. (2021). *Biochemistry* (2nd ed.). London, Taylor & Francis Group CRC Press.

- OECD/FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2016). Oilseeds and Oilseed Products, in OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris.
- Raven, P.H., Johnson, G.B., Mason K.A., Losos, J., Duncan, T., (2019). *Biology* (12th ed.). McGraw-Hill College.
- Rosborg, I. ve Kozisek, F. (Ed.) (2019) *Drinking Water Minerals and Mineral Balance: Importance, Health Significance, Safety Precautions* (2nd ed.). Springer International Publishing.
- 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. *The British Journal of Nutrition*, 108 Suppl 2: S333–S336.
- Song, M., Fung, T. T., Hu, F. B., Willett, W. C., Longo, V. D., Chan, A. T., ve Giovannucci, E. L. (2016). Association of animal and plant protein intake with all-cause and cause-specific mortality. *JAMA Internal Medicine*, 176(10): 1453-1463.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2016) *Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015*. Ankara.
- Tavano, O. L., da Silva Jr, S. I., Demonte, A., & Neves, V. A. (2008). Nutritional responses of rats to diets based on chickpea (*Cicer arietinum* L.) seed meal or its protein fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22): 11006-11010.
- Tymoczko, J.L., Berg, J.M., Stryer, L., (2013). *Biochemistry A Short Course* (2nd ed.). New York, W.H. Freeman and Company.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2020) *Dietary Guidelines for Americans 2020 – 2025*. Washington.
- Vera Aviles, M., Vantana, E., Kardinasari, E., Koh, N. L., ve Latunde-Dada, G. O. (2018). Protective role of histidine supplementation against oxidative stress damage in the management of anemia of chronic kidney disease. *Pharmaceuticals*, 11(4): 111.
- Vrsková, M., Bencová, E., Foltys, V., Havrlentová, M., ve Cicová, 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*, 2079.
- Wang, Y., Li, D., Wang, L. J., Chiu, Y. L., Chen, X. D., Mao, Z. H., ve Song, C. F. (2008). Optimization of extrusion of flaxseeds for in vitro protein digestibility analysis using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 85(1): 59-64.
- Watson, R.R. ve Preedy, V.R. (Ed.) (2016). *Fruits, Vegetables, and Herbs Bioactive Foods in Health Promotion*. Academic Press, Elsevier.
- WHO (World Health Organization). (2013) *Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020*. Geneva: World Health Organization [Online]. <http://www.who.int/nmh/publications/ncd-action-plan/en> (Erişim tarihi: 13 Ekim 2021)
- WHO (World Health Organization). (2021a) *Health topics/Nutrition* [Online]. <https://www.who.int/health-topics/nutrition> (Erişim tarihi: 19 Aralık 2021)
- WHO (World Health Organization). (2021b) *Malnutrition, Key Facts* [Online]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition> (Erişim tarihi: 19 Aralık 2021)
- WHO (World Health Organization). (2021c) *Social determinants of health* [Online]. https://www.who.int/health-topics/social-determinants-of-health#tab=tab_1 (Erişim tarihi: 21 Aralık 2021)
- Wu, G. (2016). Dietary protein intake and human health. *Food Funct.* 7:1251–1265.
- Wu, G. (2021a). *Amino Acids: Biochemistry and Nutrition* (2nd ed.). CRC Press.
- Wu, G. (2021b). *Amino Acids in Nutrition and Health, Amino Acids in Gene Expression, Metabolic Regulation, and Exercising Performance* (1st ed.). Springer, Cham, Switzerland.
- Yu Y.M. ve Fukagawa N.K. (2020). ‘Protein and amino acids’ in *Present Knowledge in Nutrition: Basic Nutrition and Metabolism*. Yates, A. A., Stalling, V. A., Birt, D. F., ve Marriott, B. P. (11th ed.), Academic Press.

Zaidi, M. A., O'Leary, S. J., Gagnon, C., Chabot, D., Wu, S., Hubbard, K., Robert, L. S. (2020). A triticale tapetal non-specific lipid transfer protein (nsLTP) is translocated to the pollen cell wall. *Plant Cell Reports*, 39(9): 1185-1197.

Zhang P, Ma G, Wang C, Lu H, Li S, Xie Y, et al. (2017) Effect of irrigation and nitrogen application on grain amino acid composition and protein quality in winter wheat. *PLoS ONE* 12(6): e0178494.



ÖZGEÇMİŞ

Soyadı	KOŞKULU
Adı	Rabia
Lise öğrenimi	Eyüp Anadolu Lisesi / İstanbul
Lisans	Kırklareli Üniversitesi/ Beslenme ve Diyetetik (2013-2017), (GANO: 3,7/4.00)
Yüksek Lisans	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi/ Beslenme ve Diyetetik (GANO: 3,93/4.00)
Yabancı Dil(ler)	İngilizce (İleri Seviye) Almanca (Başlangıç Seviyesi)
Yayınlar	<p>Sözlü Bildiri: Rabia Koşkulu, S.Z.Aydenk Köseoğlu “TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanındaki Tahıl, Kuru Baklagil ve Yağlı Tohumların Protein Kalitesinin Belirlenmesi ve Sağlıklı Beslenme Açısından Değerlendirilmesi”, Fen ve Mühendislik Bilimleri Lisansüstü Öğrenci Kongresi, İstanbul, 2021.</p> <p>Sözlü Bildiri: Kürşad Türkdoğan, Mustafa Yaman, Rabia Koşkulu, Sümeyye Kılıç “Popüler Gıdalar ve Kanserojen Risk: Nitrozaminler”, UGH 2019, Türk Gastroenteroloji Derneği, Antalya, 2019.</p> <p>Poster Sunumu: Kürşad Türkdoğan, Mustafa Yaman, Rabia Koşkulu, Sümeyye Kılıç (21-24.09.2019), “Popular, habitual foods and carcinogen risk: Nitrosamines”, World Congress of Gastroenterology 2019, İstanbul, 2019.</p>