

**FINDIK PROTEİNİ KONSANTRESİNİN
FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

KAMURAN ÖZTOP

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
TEMMUZ – 2014**

**FINDIK PROTEİNİ KONSANTRESİNİN
FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

KAMURAN ÖZTOP

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY**

**MERSİN
TEMMUZ – 2014**

Kamuran ÖZTOP tarafından Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY danışmanlığında hazırlanan "Fındık Proteini Konsantrisinin Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ

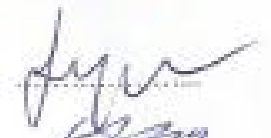
Doç. Dr. Sedat SAYAR

Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY

Yrd. Doç. Dr. Aylin ALTAN

Yrd. Doç. Dr. Emir Ayşe ÖZER

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 03/09/2014 tarih ve ...2014.19.../...525... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Dr. Dr. Mehmet KÜÇÜKASLAN
Enstitü Müdürü

FINDIK PROTEİNİ KONSANTRESİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

KAMURAN ÖZTOP

ÖZ

Proteinler, gıda teknolojisi alanında, gıdaların hazırlanması, işlenmesi, depolanması ve tüketimi sırasında gıdanın kalitesini ve duyuşsal özelliklerini etkilemeleri bakımından önemli bir yere sahiptir. Proteinin çözünürlüğü, su tutma kapasitesi, yağ bağlama özellikleri, köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi, viskozite ve jel oluşturma gibi bazı özellikler, ürün kalitesine önemli etkileri olan fonksiyonel özelliklerdir. Fındık sahip olduğu yüksek oranda protein miktarı ve aminoasit kapsamı yönüyle önemli bir protein kaynağıdır.

Bu çalışmada; yağı alınmış, proteince zengin fındık küspesinden alkali ekstraksiyon ve izoelektrik çöktürme yöntemleri ile protein konsantresi elde edilmiştir. Fındık proteini konsantresinde; çözünürlük, su tutma kapasitesi, yağ bağlama özellikleri, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi, viskozite ve jel oluşturma olmak üzere altı fonksiyonel özellik incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, protein konsantresinin çözünürlüğü izoelektrik noktaya yakın olan pH 5'de en düşük olurken pH 10'da maksimum çözünürlük seviyesine ulaşmış %87 çözünürlük göstermiştir. Yapılan analizde fındık proteini konsantresinin yaklaşık %195 su bağlama %210 yağ bağlama kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Fındık proteini konsantresinin emülsiyon aktivite indeksi değeri 44 m²/g, emülsiyon stabilize indeksi değeri 46 dk olarak bulunmuştur. Protein konsantresinde %8 derişimde zayıf, %12 derişim itibari ile katı jel oluşumu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: fındık, fındık posası, protein konsantresi, fonksiyonel özellikler.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY, Mersin Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

DETERMINATION OF FUNCTIONAL PROPERTIES OF HAZELNUT PROTEIN CONCENTRATE

KAMURAN ÖZTOP

ABSTRACT

Proteins occupies an important place in terms of influence of food quality and sensory characteristics in the field of food technology, food preparation, processing, storage and consumption. Protein solubility, water holding capacity, fat binding properties of the foam-forming capacity and stability, emulsion capacity and stability, such as viscosity and gel formation properties, which have significant effects on product quality functional properties. Hazelnut is an important source of protein which contains high amount of protein and amino acid.

In this study, protein concentrate was obtained from defatted, high in protein hazelnuts pulp by alkaline extraction and isoelectric precipitation. Solubility, water holding capacity, fat binding properties of the foam-forming capacity and stability, emulsion capacity and stability, viscosity and gel formation including seven functional properties of hazelnut protein concentrate were investigated.

According to these results, the lowest solubility was observed at pH 5 (isoelectric point) to hazelnut protein concentrate. Hazelnut proteins were dissolved at pH 10 (87%). Water holding capacity of the protein concentration was determined as 195%, fat binding capacity of the protein concentration was determined as 210%. EAI value were found 44 m²/g for hazelnut protein and emulsion stability (ESI) were found 46 min. Weak gel formation was observed at 8% concentration of hazelnut protein. Solid gels has occurred at above 12% of protein concentration.

Key Words: hazelnut, hazelnut pulp, protein concentrate, functional properties

Advisor: Assist. Prof. Dr. Salih AKSAY, University of Mersin, Department of Food Engineering

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve tez çalışmalarımın her aşamasında büyük emeği olan, bana yol gösteren ve her konuda yardımcı olan değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY'a en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarında ihtiyaç duyduğum bütün imkanları sunan Mersin Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne ve bu konuda yardımlarını esirgemeyen bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Deney aşamalarında bana yardımcı olan Arş. Gör. Günseli Bobuş ALKAYA, Arş. Gör. Sezin TUTA ve Arş. Gör. Habip TOKBAŞ'a teşekkür ediyorum.

Çalışmam boyunca bana sağladığı motivasyon ve desteklerinden dolayı Arş. Gör. H. İbrahim AKGÜL'e teşekkür ediyorum.

Her zaman yanımda olan, sevgilerini ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli arkadaşlarım Arş. Gör. Seher SERİN ve Gıda Yüksek Mühendisi Sevcan İLHAN'a sonsuz teşekkür ediyorum.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, bana sonsuz sabır ve güven gösteren, varlıklarını ve sevgilerini her daim hissettiğim teşekkürlerin en büyüğünü hak eden canım annem ve canım babama sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| ÖZ | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vii |
| SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ | viii |
| | |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| | |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI | 3 |
| 2.1. PROTEİNLER..... | 3 |
| 2.2. AMİNOASİTLER..... | 5 |
| 2.2.1. Aminoasitlerin Genel Yapısı | 5 |
| 2.2.2. Aminoasitlerin Sınıflandırılması..... | 5 |
| 2.2.3. Aminoasitlerin Temel Özellikleri ve İşlevleri | 8 |
| 2.2.4. Aminoasitlerin Fiziksel ve Fizikokimyasal Özellikleri..... | 15 |
| 2.2.4.1. İyonik özellikler (Dissosiyasyon) | 15 |
| 2.2.4.2. Çözünürlük..... | 15 |
| 2.2.4.3. UV absorpsiyonu..... | 16 |
| 2.2.4.4. Optik aktivite | 17 |
| 2.2.4.5. Aminoasitlerin renk reaksiyonları..... | 18 |
| 2.3. PROTEİNLERİN YAPISI..... | 18 |
| 2.3.1. Primer Yapı..... | 19 |
| 2.3.2. Sekonder Yapı..... | 19 |
| 2.3.3. Tersiyer Yapı | 20 |
| 2.3.4. Kuarterner Yapı..... | 21 |
| 2.4. PROTEİNLERİN ÖNEMİ | 22 |
| 2.5. PROTEİNLERİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ | 23 |
| 2.5.1. Çözünürlük | 25 |
| 2.5.2. Köpük Oluşturma | 26 |
| 2.5.3. Yağ/Su Bağlama Kapasitesi | 28 |
| 2.5.4. Emülsiyon Oluşturma ve Stabilitesi..... | 30 |
| 2.5.5. Jel Oluşumu..... | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6. FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER..... | 32 |
| 2.6.1. Yapısal Faktörler..... | 32 |
| 2.6.2. Üretim Koşulları Etkisi..... | 33 |
| 2.6.3. Ölçüm Koşullarının Etkisi..... | 34 |
| 2.7. FINDIK..... | 35 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 40 |
| 3.1. MATERYAL | 40 |
| 3.1.1. Çalışmada Kullanılan Hammadde Ön Hazırlığı..... | 40 |
| 3.1.1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar..... | 40 |
| 3.2. YÖNTEM..... | 41 |
| 3.2.1. Protein Konsantresi Eldesi..... | 41 |
| 3.2.2. Protein Analizi | 43 |
| 3.2.2.1. Kjeldahl metodu | 43 |
| 3.2.2.2. Lowry metodu | 44 |
| 3.2.3. Toplam Kuru Madde Analizi..... | 45 |
| 3.2.4. Fonksiyonel Testler | 46 |
| 3.2.4.1. Çözünürlük..... | 46 |
| 3.2.4.2. Su ve yağ bağlama kapasitesi | 47 |
| 3.2.4.3. Jel oluşturma | 48 |
| 3.2.4.4. Emülsiyon oluşturma ve stabilitesi | 48 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 49 |
| 4.1. PROTEİN KONSANTRESİ ÜRETİMİ..... | 49 |
| 4.2. FINDIK PROTEİNİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ..... | 50 |
| 4.2.1. Çözünürlük | 50 |
| 4.2.2. Su ve Yağ Bağlama | 52 |
| 4.2.3. Emülsiyon Oluşturma ve Stabilitesi..... | 53 |
| 4.2.4. Jel Oluşturma | 54 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 56 |
| KAYNAKLAR..... | 57 |
| ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ..... | 64 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitler, üç harfli ve tek harfli gösterimleri..... | 7 |
| Çizelge 2.2. Aminoasitlerin farklı sıcaklıklarda sudaki çözünürlükleri | 16 |
| Çizelge 2.3. Aromatik aminoasitlerin ultraviyole absorban ve floresans değerleri | 17 |
| Çizelge 2.4. Proteinlerin yapı dereceleri ve aminoasit molekül sayısı | 18 |
| Çizelge 2.5. Gıda sistemlerinde gıda proteinlerinin fonksiyonel rolleri..... | 24 |
| Çizelge 2.6. Protein çözeltilerinin karşılaştırmalı köpük oluşturma kapasiteleri. | 27 |
| Çizelge 2.7. Dünya fındık üretimi | 37 |
| Çizelge 4.1. Fındık proteini konsantresinde farklı konsantrasyonlara göre jel oluşumu | 54 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1. Proteinin yapısı | 3 |
| Şekil 2.2. α -Aminoasitin yapısı | 5 |
| Şekil 2.3. Aminoasitler ve açık formülleri | 14 |
| Şekil 2.4. Aminoasitlerde izomeri | 17 |
| Şekil 2.5. Primer protein yapısı | 19 |
| Şekil 2.6. Sekonder protein yapıları..... | 20 |
| Şekil 2.7. Tersiyer protein yapısı..... | 21 |
| Şekil 2.8. Kuarterner protein yapısı..... | 21 |
| Şekil 2.9. Fındık ağacı | 36 |
| Şekil 3.1. Protein konsantresi üretimi akım şeması | 42 |
| Şekil 3.2. Kjeldahl metodu ile protein analizi akım şeması..... | 43 |
| Şekil 3.3. Çözünürlük analizi akım şeması | 46 |
| Şekil 3.4. Su ve yağ bağlama analizi akım şeması | 47 |
| Şekil 4.1. Çözünür protein miktarı için BSA kalibrasyon grafiği | 50 |
| Şekil 4.2. Fındık proteini konsantresinin çözünürlük grafiği..... | 51 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-----|-------------------------------|
| BSA | : Sığır serum albumin |
| EAI | : Emülsiyon aktivite indeksi |
| ESI | : Emülsiyon stabilite indeksi |

1. GİRİŞ

Proteinler; doğal organik bileşikler arasında dağılım, miktar ve fizyolojik önem bakımından ilk sırada yer almakta olup, vücudun en küçük birimi olan hücrelerin yapı taşıdır. Bütün canlı organizmaların en önemli bileşeni olan proteinlerin; gıda teknolojilerinde de, gıdanın yapısını etkileyen birçok fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır. Değişik gıdalarda çeşit, miktar, kimyasal bileşim ve kalite bakımından birbirlerinden oldukça farklı proteinler mevcuttur. Dolayısıyla gıda ürünlerinin içerdiği proteinlerin besinsel ve fizikokimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Fonksiyonel özellikler; fizikokimyasal özelliklerin çevre şartları tarafından etkilenmesi sonucu oluşmaktadır. Bundan dolayı gıda sistemlerinde fonksiyonel özellikler, fizikokimyasal özelliklerden daha önemlidir. [Smith, 1988]. Proteinlerin en önemli fonksiyonel özellikleri; çözünürlük, su tutma, yağ bağlama, köpük oluşturma, viskozite ve jel oluşturma özellikleridir. Bu fonksiyonel özelliklerin her birinin nispi önemi, üretilecek ürün çeşidine, işleme metoduna ve işleme sırasında değişik işlem safhalarına göre değişmektedir. Gıdaların içinde doğal olarak bulunan veya gıda işleme proseslerinde dışarıdan ilave edilen proteinler bu fonksiyonel özellikleri ile gıdaların duyuşal, tekstürel ve görünüş özelliklerine etki etmekte, gıda ürünlerinin kalitesine ve organoleptik özelliklerine katkıda bulunmaktadır. Buradan yola çıkılarak, proteinlerin fonksiyonel özellikleri ile ilgili bilgiler, proteinlerin gıdadaki performansları hakkında bilgi sağlamaktadır. Gıda bazlı yeni protein kaynaklarının araştırılması ve geliştirilmesi sırasında fonksiyonel özellikler, temel kriter olarak değerlendirilmektedir.

Bitkisel kaynaklı proteinlerin ucuz olmasına ve bol bulunmasına rağmen gıda ürünlerinde kullanımı sınırlıdır, çünkü bu proteinlerin gıdalardaki istenen fonksiyonel performansları düşük bulunmaktadır. Bu nedenle fonksiyonel özellikleri güçlü bitkisel protein kaynaklarının ortaya çıkarılması gıda teknolojilerinde büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de dünya üretiminin %65’ini karşılayan fındık, ortalama %16 protein içeriği ile önemli bir protein kaynağıdır. Özellikle fındık bileşiminin ortalama

%62'lik bir bölümünü oluşturan yağın, fındıktan ekstrakte edilmesiyle arta kalan fındık posasında yüksek oranlarda protein bulunmaktadır.

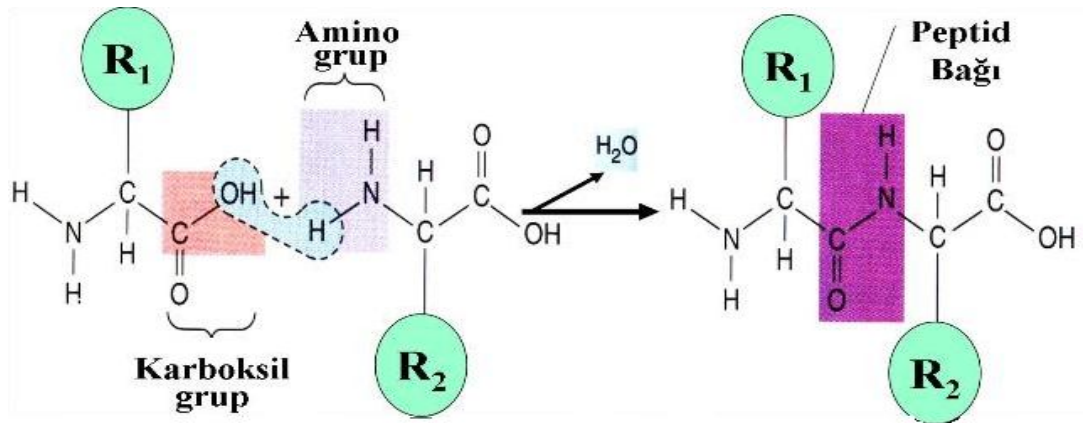
Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de yüksek oranda üretilen fındığın yağ ekstraksiyonundan sonra geriye kalan proteince zengin posasından alkali özütleme ve izoelektrik çöktürme yöntemleri ile elde edilen protein konsantrininin fonksiyonel özelliklerini inceleyerek, fındık proteininin gıda endüstrisinde kullanım potansiyelinin belirlenmesidir. Böylece çalışmanın, özellikle fındık yağı üretiminden sonra geriye kalan ve yalnızca yem sanayisinde kullanılan fındık posasının bitkisel protein kaynağı olarak fonksiyonel gıda üretimlerinde ve gıdaların zenginleştirilmesinde kullanılması konusunda bir ön çalışma niteliği kazanması amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1. PROTEİNLER

Proteinler, aminoasit olarak tanımlanan birimlerin peptid bağlarıyla zincir halinde birbirlerine bağlanması sonucu oluşan kompleks yapıdaki makro moleküllerdir. Protein kelimesi, eski Yunanca “ilk önce gelen”, “birinci sırada” anlamında *proteois* kelimesinden türetilmiştir [Damodaran, 2007]. Latincedeki karşılığı “yaşayan varlıklar için elzem azotlu öge” anlamındadır.

Proteinler temelde %50-55 karbon, %6-7 hidrojen, %20-23 oksijen, %12-19 azot ve % 0,2-3,0 kükürt içeren ve yalnızca ribozomlarda sentezlenen bileşiklerdir. Bazı proteinlerde bunlardan başka P, Fe, Zn, Cu gibi elementler de bulunabilmektedir. Değişik proteinler, değişik sayı ve çeşitte amino asit içerirler ve yapıyı oluşturan amino asitler birbirlerine peptid bağlarıyla bağlandıklarından polipeptit yapısına sahiptirler. Proteinler birtek polipeptitten meydana geldikleri gibi birkaç polipeptidin bir araya gelmesiyle de oluşabilirler. Her bir polipeptit zinciri ya da genel olarak protein, belli bir amino asit sayısına, dizisine, belirli bir molekül ağırlığına, kimyasal içeriğe ve üç boyutlu bir yapıya sahiptir [Saldamlı ve Temiz,1998].



Şekil 2.1. Proteinin yapısı

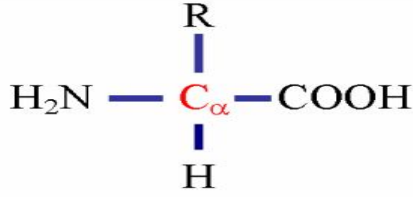
Gıda proteinleri tek bir grubu temsil etmezler. Biyolojik sistemlerde üretilen proteinlerin tümü gıda proteini olarak kullanılabilir. Gıda proteinleri dendiğinde; hoşça giden, kolay sindirilebilen, toksik olmayan, beslenme değeri olan, ekonomik olarak her zaman bulunabilen proteinler dikkate alınmalıdır.

Değişik gıdalarda çeşit, miktar, kimyasal bileşim ve kalite bakımından birbirlerinden oldukça farklı proteinler bulunmaktadır. Diğer taraftan insan vücut proteinleri yaklaşık 20 farklı aminoasit içermektedir. Ancak insanlar bu aminoasitlerin tümünü gıdalardan almak zorunda değildir. Çünkü insan vücudu 8 aminoasit dışında diğer bütün aminoasitleri mevcut olanlardan sentezleme yeteneğine sahiptir. Bu proses karaciğerde transaminaz enzimleri ve vitamin B₆'nın koenzim olarak görev yaptığı transaminasyon reaksiyonları ile gerçekleştirilir. Elzem aminoasit adı verilen bu aminoasitleri birey dışarıdan almak zorundadır. Elzem aminoasitler bu nedenle gıdaların protein kalitesini büyük ölçüde belirlemektedir. İnsan gıdası, onun vücut proteinlerini oluşturulacak miktar ve kalitede proteinleri dolayısıyla aminoasitleri içermelidir. Gıda yeteri miktarda elzem aminoasit içermesinin yanısıra vücutta gerek duyulduğunda sentezine yetecek miktarda elzem olmayan aminoasitleri de içermelidir. Genel olarak tahıllar ile taze meyve ve sebzelerdeki protein miktarı, et-balık-süt grubu gıdalar ve baklagillere göre çok daha düşük düzeydedir. Proteinler buldukları gıdalarda tat-koku karakteristiğini oluşturdukları gibi ısı işlemler ve enzimatik prosesler sonucunda ortaya çıkan aroma ve renk oluşumlarından da sorumludurlar. Proteinler ayrıca buldukları gıdada jel yapının oluşması, köpük stabilizasyonu, hamurda reolojik özelliklerin kazanılması, emülsiyon ve fibril yapının oluşmasında da önemli görevler üstlenmektedirler [Saldamlı ve Temiz,1998].

2.2. AMİNOASİTLER

2.2.1. Aminoasitlerin Genel Yapısı

Proteinlerin yapıtaşı olan aminoasitler, yapılarında hem amino grubu (-NH₂), hem de karboksil grubu (-COOH) içeren bileşiklerdir. İlk defa 1806 yılında kuş konmaz bitkisinden asparajin aminoasidi keşfedilmiştir.



Şekil 2.2. α -Aminoasitin yapısı

İstisnalar haricinde tüm proteinler 20 farklı aminoasitten meydana gelmektedir. α -Aminoasitler proteinlerin temel yapısal üniteleridir. Bu aminoasitin genel formülünde, karboksil grubuna (-COOH) bağlı olan ve α -karbon atomu adı verilen karbona bir amino grubu (-NH₂), bir hidrojen atomu (-H) ve her aminoasit için değişik olan bir R grubu bağlanmıştır. Aminoasitler birbirlerinden, farklı R grubu taşımalarıyla ayrılırlar.

Aminoasitlerin net yük, çözünürlük, kimyasal reaktivlik, hidrojen bağlama gücü gibi bazı fizikokimyasal özellikleri R grubunun kimyasal doğasına bağlıdır. Proteinler aracılığı ile yürütülen işlevlerin çok olması, genelde aminoasitlerin farklı sayıda ve düzende sıralanmasındandır.

2.2.2. Aminoasitlerin Sınıflandırılması

Aminoasitler özelliklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılabilirler:

1) Moleküllerinin zincir ve halka yapılarına göre:

- Alifatik (düz yan zincir içeren) aminoasitler
- Aromatik aminoasitler

- Heterosiklik aminoasitler

2) Çözeltideki reaksiyon özelliklerine göre:

- Nötral aminoasitler
- Asidik aminoasitler
- Bazik aminoasitler

3) Moleküllerdeki karboksil ve amino grubu sayısına göre:

- Mono amino monokarboksilik aminoasitler
- Mono amino dikarboksilik aminoasitler
- Diamino monokarboksilik aminoasitler
- Diamino dikarboksilik aminoasitler

4) Moleküldeki zincir ve halka yapıları ile aktif gruplarına göre:

- Mono amino monokarboksilik aminoasitler
 - Alifatik yan zincirli aminoasitler
 - Yapısında diğer grupları içermeyen aminoasitler (glisin, alanin, valin, lösin, izölösin)
 - Yapısında hidroksil grubu (-OH) bulunan aminoasitler (serin, treonin)
 - Yapısında kükürt (-S) bulunanlar (sistein, metiyonin)
 - Yapısında benzol halkası bulunan aromatik aminoasitler (fenilalanin, tirozin)
 - Heterosiklik yapıya sahip aminoasitler (triptofan, histidin, prolin, hidroksiprolin)
- Mono amino dikarboksilik alifatik aminoasitler (aspartik asit, asparajin, glutamik asit, glutamin)
- Diamino monokarboksilik alifatik aminoasitler (arjinin, lizin, hidroksilizin)
- Diamino dikarboksilik alifatik aminoasitler (sistin)

5. Biyolojik önemlerine göre:

- Elzem aminoasitler (temel, eksojen, esansiyel): Amino asitlerin bazıları vücutta sentezlenebildiği halde bir kısmı vücutta sentezlenemez. Vücudun sentezleyemediği ve besinlerle dışardan alınmaları zorunlu olan aminoasitlere

"esansiyel aminoasitler" denir. Bu aminoasitler; lizin, lösin, izolösin, metiyonin, treonin, triptofan, fenilalanin ve valin olmak üzere sekiz adettir. Ayrıca bebekler için arjinin ve histidin de elzem aminoasit olarak bilinmektedir.

- Elzem olmayan aminoasitler (endojen): Vücutta sentezlenebilen ve dışarıdan besinlerle alınması zorunlu olmayan aminoasitlere "esansiyel olmayan aminoasitler" denir. Bu aminoasitler; alanin, arjinin, aspartik asit, sistein, sistin, glutamik asit, glisin, histidin, prolin, hidroksiprolin, serin ve tirozindir. [Saldamlı,1998].

Çizelge 2.1. Esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitler, üç harfli ve tek harfli gösterimleri [Saldamlı ve Temiz,1998].

| Esansiyel Aminoasitler | Üç Harfli Gösterim | Tek Harfli Gösterim | Esansiyel Olmayan Aminoasitler | Üç Harfli Gösterim | Tek Harfli Gösterim |
|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| Lizin | Lys | K | Alanin | Ala | A |
| Lösin | Leu | L | Arjinin | Arg | R |
| İzolösin | Ile | I | Asparagin | Asn | N |
| Metiyonin | Met | M | Aspartik asit | Asp | D |
| Treonin | Thr | T | Glisin | Gly | G |
| Triptofan | Trp | W | Glutamik asit | Glu | E |
| Fenilalanin | Phe | F | Glutamin | Gln | Q |
| Valin | Val | V | Histidin | His | H |
| | | | Prolin | Pro | P |
| | | | Serin | Ser | S |
| | | | Sistein | Cys | C |
| | | | Tirozin | Try | Y |

2.2.3. Aminoasitlerin Temel Özellikleri ve İşlevleri

Doğada bulunan proteinlerin yapısını oluşturan 20 aminoasitin temel özellikleri ve bu aminoasitlerin işlevleri aşağıdaki gibidir:

Alanin (Ala): Alanin, moleküler yapısı en basit olan alifatik amino asitlerden biridir. Alaninin yapısında bulunan alfa-karbon atomu yan zincir olarak bir metil(-CH₃) grubuna bağlanmıştır. En sık kullanılan aminoasittir. Proteinlerin yaklaşık olarak %7.8'i alanin yapıtaşlarından oluşmaktadır. D-alanin, bazı bakterilerin hücre duvarlarında ve peptid antibiyotiklerin yapılarında da bulunmaktadır. Alanindeki metil grubu kimyasal olarak oldukça inaktif olması nedeniyle protein fonksiyonunda ancak dolaylı olarak katkıda bulunabilir. Buna rağmen, özellikle karbon gibi apolar atomlarla hidrofobik bağlar yapabilmesi sebebiyle, alanin substrat tanınmasında ve enzim-substrat ilişkisinin özgül olmasında rol oynayabilmektedir. Alanin, temel metabolizmada (glikoliz, glukoneogenez, Krebs döngüsü) önemli bir yere sahiptir. Hemen hemen tüm proteinler alanin içermektedirler. Dolayısıyla protein içeren et, süt, yumurta gibi genel besinler aynı zamanda zengin birer alanin kaynağıdır.

Arjinin (Arg): Arjinin ilk olarak İsviçreli kimyacı Ernst Schule tarafından acıbakla fidesi ekstresinden izole edilmiştir. Arginin bazik özellik taşıyan aminoasitlerden biridir. Uzun yan zinciri hidrofobik özellik taşımasına rağmen bu yan zincirin ucunda bir guanidyum grubu bulunmaktadır. pKa değeri 12.48 olan bauabaminm grubu bazik, nötr ve hatta hafif asidik ortamlarda dahi pozitif yük taşımaktadır. Bebekler etkili bir şekilde arjinin sentezleyemedikleri için dışarıdan almaları gerekmektedir. Yetişkinler ise sentezleyebilmektedir. Büyüme hormonunun sentezini uyarmaktadır. Protein türevlerinde bulunan arjinin protaminlerin %87'sini oluşturmaktadır. Gıda ürünlerindeki oranı %3-9 dolaylarındadır. Arjinin hidroliz edildiğinde ornitin ve üreye dönüşmektedir.

Asparajin (Asn): Yan zincirinde karboksamit grubu içerir. Polar özelliktedir, ancak fizyolojik pH'da yüksüzdür. L-Asparajin, merkezi sinir sisteminin dengesinin

korunması için gereklidir. Aşırı sinir ve asabiyet oluşumunu engeller, teskin edici özelliği vardır. Asparagus, patates, sığır eti, yumurta, mandıra ürünlerinde yüksek miktarda asparajin bulunmaktadır.

Aspartik Asit (Asp): Anyonik formunun adıyla aspartat olarak da bilinir. Vücuttan zararlı amonyağın atılmasına yardımcı olur. Amonyak dolaşım sistemine girdiği zaman toksik bir madde olarak hareket eder ve merkezi sinir sistemine zarar verebilir. İncelemeler, aspartik asitin dayanıklılığı ve yorgunluğa direnci artırabileceğini göstermiştir. Adından anlaşılacağı gibi, aspartat, asparajinin karboksilik asit analogudur. İnsan vücudu ihtiyacı olan aspartatı sentezleyebildiği için dışarıdan besinlerle alınması hayati önem taşımaz. Proteinlerin yapıtaşı olmak dışında, aspartat beyinde nörotransmitter olarak da kullanılabilir ve üre döngüsünde ve glukoneogenez esnasında metabolit olarak rol alabilir. Nörotransmitter olarak kullanılan aspartatın yorulmaya karşı direnç sağlayarak dayanıklılığı artırabildiği hipotezi öne sürülmüştür, fakat destekleyen deneysel kayıtlar çok güçlü değildir.

Sistein (Cys): Yan zincirinde kükürt grubu içeren bir aminoasittir. Polar özelliktedir, ancak fizyolojik pH'da yüksüzdür. Esansiyel değildir ve glukojeniktir. 20 aminoasit arasında sadece sistein yan zincirinde fonksiyonel bir thiol grubu bulundurmaktadır. Thiol gruplarının okside olmasıyla iki sistein arasında disülfid bağı oluşturulabilmektedir. Bu bağı oluşumu geri çevrilebilir bir reaksiyondur. Disülfid bağlarını oluşturabilmesi sebebiyle sistein birçok proteinin üç boyutlu yapısının oluşturulmasında belirleyici rol oynamaktadır. Sistein, reaktif bir hidrosülfür grubu barındırmakta ve bazen diğer sistein kalıntıları ile "disülfid köprüsü" (-SS-) adı verilen kovalent bağlar yapabilmektedir.

Glutamin (Gln): Yan zincirinde karboksamit grubu içeren bir aminoasittir. Polar özelliktedir, ancak fizyolojik pH'da yüksüzdür. Pürin, pirimidin sentezi ve amino gruplarının plazmada taşınmasında rol oynamaktadır. Böbrek tübülüs hücresinde serbest amonyak oluşturmaktadır. Glutamin, amino şeker sentezinde amino grubu vericisi olarak yer almaktadır.

Glutamik Asit (Glu): Proteinlerin tümünün ana yapıtaşıdır. Buğday gluteninde, mısır prolaminlerinde, melasta ve soyada bulunmaktadır. Monosodyum glutamat (MSG); glutamik asidin sodyum tuzudur. A.B.D. Gıda ve İlaç Dairesi MSG'yi Genellikle Güvenli Kabul Edilir (GRAS) olarak sınıflandırırken Avrupa Birliği de gıda katkı maddesi olarak sınıflandırmıştır. MSG, diğer gıdalardaki umami tadınının aynısını vermektedir. Kimyasal olarak her ikisi de aynıdır. Endüstriyel gıda üreticileri, diğer tatların genel algısını dengelediği, harmanladığı ve birleştirdiği için MSG'yi aroma artırıcı olarak pazarlamakta ve kullanmaktadır. Glutamik asit beyin metabolizmasında önemli önemli rol oynadığından ve zeka gücünü artırdığından dolayı "zeka asidi" olarak da bilinmektedir [Saldamlı ve Temiz, 1998].

Glisin (Gly): Yapısal olarak proteinlerde bulunan 20 aminoasit arasında en basit olanıdır. Yan zinciri sadece bir hidrojen atomundan ibarettir. Glisindeki α -karbon atomu da bir hidrojene bağlı olduğu için, glisin optik olarak aktif değildir, diğer bir deyişle optik izomeri bulunmamaktadır. Glisin renksiz, tatlımsı kristal bir katıdır. Proteinler genellikle az sayıda glisin yapıtaşı içermektedir. Üçte biri glisinden oluşan kollajen ise bir istisnadır. Glisin endüstriyel olarak kloroasetik asitin amonyakla reaksiyonundan üretilmektedir. Glisin çözelti halinde zwitter iyon halinde bulunur. Glisin, merkezi sinir sisteminde, özellikle omurilik, beyin kökü ve retina olmak üzere inhibitör (sinir iletişimini engelleyici) bir nörotransmitterdir.

Histidin (His): Proteinlerin yapısında %1-3 oranında bulunan bir aminoasittir. L-Histidin ve D-Histidin olmak üzere iki farklı enantiomerik formu vardır. Beslenme açısından, genelde sadece çocuklarda, dışarıdan alınması zaruri aminoasitlerden biridir. Histidin histamin ve karnozin biyosentezinde metabolit olarak kullanılmaktadır. Kan renk maddesi olan globinde arjinin ve lizin ile birlikte bulunmaktadır. Histidin, muz, üzüm gibi meyvelerde; et ve süt ürünlerinde, yeşil ve kök sebzelerde bulunmaktadır.

İzolösün (Ile): Hemen hemen tüm proteinlerde izolösine rastlamak mümkündür. İzolösün ve lösün birbirlerinin izomeridirler yani bu iki aminoasit molekülünün içerdikleri atom tipleri ve sayıları aynı olmasına rağmen kimyasal bağların organizasyonu birbirinden farklıdır. Dolayısıyla, izolösün ve lösünün kimyasal ve fiziksel özellikleri az da olsa farklılık gösterir. İzolösün hidrofobik aminoasitlerden biridir. Beslenme açısından dışarıdan alınması elzem olan besin maddelerinden biridir. Et, süt ve yumurta proteinlerinde %5-6,5 oranında bulunmaktadır. Tahıl ve bitki prooteinlerinin çoğu izolösün bakımından yetersizdir. Lösün ve izolösün alkol fermantasyonu sırasında hoş kokulu uçucu yağ olan amilalkollerin ortaya çıkmasında rol oynamaktadırlar.

Lösün (Leu): Lösün proteinlerin yapısında bulunan en yaygın aminoasittir. Proteinlerin çoğunun bileşiminde %6-15 dolaylarında yer almaktadır. Bebeklerin ve çocukların optimal gelişimi ve yetişkinlerde nitrojen (azot) dengesi için gerekli bir aminoasittir.. Kaslarda proteinlerin sentezi ve yıkımında önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Lösün içeren ana besin kaynakları tahıllar ve baklagillerdir. Jelatinde de az miktarda lösün bulunmaktadır. Peynirde olgunlaşma sırasında bakteriler tarafından serbest lösün üretilmektedir.

Lizin (Lys): 4-aminobütil (birincil amin) yan zinciri nedeniyle, histidin ve arginin gibi bazik aminoasitler grubuna dahildir. İnsanların besinler yoluyla alması gerekli temel aminoasitlerden biridir. Yetişkinlerde günlük lizin ihtiyacı 20-30 mg/kg arasındadır. Lizin kalsiyum emilimi, kas proteinlerinin inşası, ameliyat sonrası ve spor yaralanmaları sonrası iyileşme sürecinde, vücut tarafından hormonların, antikorların ve enzimlerin sentezlenmesinde önemli role sahiptir. Kas, süt ve yumurta proteinlerinde bol miktarda bulunur. Tahıl ve bazı bitki proteinlerinde lizin eksiktir, bu da biyolojik değer yetersizliğine neden olmaktadır. Patates ve muz proteinlerinde hemen hemen hiç bulunmamaktadır. Pirinç gibi bazı tahıllarda ise lizin hiç yer almamaktadır. Maya reaksiyonlarına katılması ise yararlılığını azaltmaktadır.

Metiyonin (Met): Yapısında kükürt bulunduran temel bir aminoasittir. Önemi organizmada metil donörü olmasından kaynaklanmaktadır. Apolar bir aminoasit ve vücuttaki yağların metabolik olarak yakılmasını hızlandıran lipotropik bir moleküldür. İnsan vücudu tarafından sentezlenemediği için beslenme yoluyla dışarıdan temin edilmesi şart olan temel aminoasitlerden biridir. Standart genetik kodda sadece bir kodona sahip olan iki aminoasitten biri metiyonindir (AUG), diğeri ise triptofandır (UGG). Hemen tüm proteinlerin yapısında bulunmaktadır (Et %3-3,5; Yumurta %1-4). Bitkisel proteinlerin önemini sınırlayan en önemli faktör bu aminoasidin eksikliğidir. Oksidasyona ve sıcaklığa çok dayanıksız olduğundan, karbonhidratlar ile beraber ısıtıldığında veya kavurma, kurutma ve pişirme sırasında büyük ölçüde zarar görmektedir [Saldamlı ve Temiz, 1998]

Fenilalanin (Phe): Proteinlerin tamamında %4-5 arasında bulunan ve beslenme açısından zaruri olan bir aminoasittir. Yan zinciri bir benzil grubundan oluşmaktadır. Bu aminoasitin fenilalanin olarak adlandırılmasının nedeni, kimyasal yapısının, alanındaki hidrojenlerden birisinin fenil grubuyla değiştirilmesiyle oluşturulmasıdır. Fenil grubundan ötürü, fenilalanin aromatik bir bileşiktir. Oda sıcaklığında beyaz ve toz şeklinde bir fiziksel bir hali vardır. Organizmada tirozine dönüşmektedir. Fenilalanini tirozine dönüştüren enzimatik sistem bozukluğu bireylerde Fenilketonuri (PKU) hastalığına neden olmaktadır.

Prolin (Pro): Diğer tüm aminoasitler birincil amin grubu taşımalarına rağmen, prolin, yan zincirindeki üç karbon atomu bir halka oluşturarak tekrar peptid bağındaki nitrojen atomuna bağlandığı için, birincil amin grubundan yoksundur (-NH₂). Prolindeki nitrojen(azot) aslında ikincil amin olarak nitelendirilebilir. Prolin bazen iminoasit olarak da adlandırılmaktadır. Organizmada glutamik asitten oluşmakta ve böbreklerde glutamik asite dönüştüğü bilinmektedir.

Serin (Ser): Hayvansal proteinlerde sıkça bulunan aminoasitlerden biridir. Hayvansal proteinlerde serinin sadece L-stereoizomeri bulunur. Serin insan vücudu tarafından diğer metabolitlerden sentezlenebildiği için dışarıdan beslenme yoluyla alınması şart değildir. Serin, ilk olarak ipek proteinlerinden 1865 yılında izole

edilmiştir. İpek bol miktarda serin içermektedir. Serin ismini, ipek'in latincesi sericum 'dan almaktadır. Serin'in moleküler yapısı ilk defa 1902 yılında çözülmüştür. Pürinler, pirimidinler, sistein, triptofan (bakterilerde) ve daha birçok metabolitin biyosentesinde serin önemli bir role sahiptir.

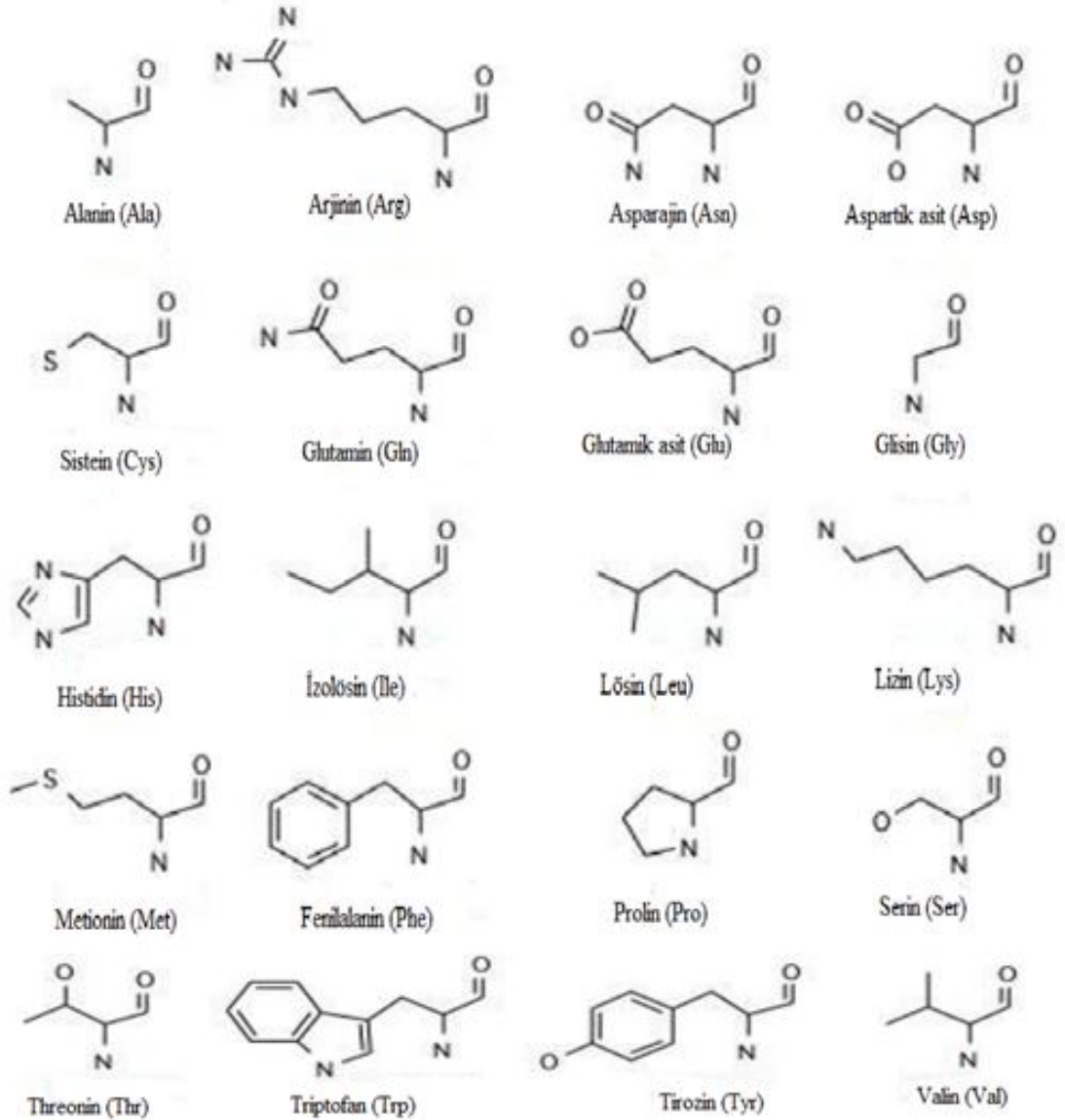
Threonin (Thr): Threonin insan vücudu tarafından sentezlenemediği için dışarıdan beslenme yoluyla alınması hayati önem taşımaktadır. Fakat bitkiler ve mikroorganizmaların çoğu aspartik asitten yola çıkarak treonin sentezleyebilme yetisine sahiptirler. Threoninde iki optik merkez bulunur, dolayısıyla 4 farklı stereoizomeri olabilir, diğer bir deyişle L-treoninin iki diastereoizomerinin olması mümkündür. Fakat L-treonin ismi yaygın olarak sadece bir enantiomeri için kullanılmaktadır, (2S, 3R)-2-amino-3-hidroksibütanoik asit. Doğada çok nadir olarak bulunan ikinci diastereoizomeri (2S, 3S), L-allo-treonin olarak adlandırılmaktadır. Zengin treonin içeriğine sahip olan yiyecekler peynir, et ve balık ürünleri, mercimek ve susamdır.

Triptofan (Trp): Nonpolar bir aminoasittir. Proteinlerde diğer aminoasitlere göre nispeten düşük oranda bulunur. İndol halkası içerir. Esansiyel bir aminoasittir. Glukojenik ve ketojenik aminoasittir. Piruvat ve asetil KoA üzerinden yıkılır. Yapısında bulunan indol halkası çeşitli bileşiklerin yapısına katılır. Bunlar serotonin ve melatonindir. Karaciğerde triptofan yıkımı ile nikotink asit sentezlenir. Tahıllar triptofan açısından fakirdir. Buna karşın, zein, elastin, jelatin ve kollagen gibi proteinler triptofanca zengindir. Asitte kolay parçalandığından dolayı kimyasal yolla elde edilen protein hidrolizatlarında bulunmamaktadır.

Tirozin (Tyr): 1846'da Alman kimyager Justus von Liebig tarafından peynirde bulunmuştur. Yan zincirinde amit fonksiyonel grubu içerdiğinden polar özelliktedir, ancak fizyolojik pH'da yüksüzdür. Amit grubu dışında benzen halkası taşır. Esansiyel değildir, glukojenik ve ketojenik asittir. Proteinlerin tümünde %2-6 oranlarında bulunmaktadır. Süt proteinlerinde oldukça fazla bulunmaktadır. Bitkilerde fazla bulunan fenil oksidaz enzimi ve ağır metal iyonlarının etkisi ile dihidroksifenilalanine ve daha sonra da "melanin"e dönüşür

(enzimatik esmerleşme). Bu durum melaninin suda çözünebilen koyu renkli pigmentler grubunda bulunmasından dolayı gıda endüstrisinde istenmemektedir.

Valin (Val): Valin, yan zinciri herhangi bir yük taşımadığı için nötr bir aminoasittir. Akdeniz anemisinde hemoglobinlerde, bir mutasyon sebebiyle valin, hidrofilik olan glutamik asitin yerini almıştır. Fakat valin hidrofobik olduğu için hemoglobin olması gerektiği şekilde üç boyutlu yapısına katlanamaz ve alyuvarlar içinde kristalize olur. Valin açısından zengin olan besinler peynir, et ve balık, fıstık, susam ve mercimektir.



Şekil 2.3. Aminoasitler ve açık formülleri (Belitz ve Grosch, 1986)

2.2.4. Aminoasitlerin Fiziksel ve Fizikokimyasal Özellikleri

2.2.4.1. İyonik özellikler (Dissosiyasyon)

Aminoasitler sulu çözeltilerinde pH'ya bağlı olarak, yapılarında bulunan amino (-NH₂) ve karboksil (-COOH) grupları sebebi ile asidik, bazik ya da amfoter (zwitterion) karakter (bileşiğin hem asit hem de baz özelliği taşıması yani asidik ortamda baz, bazik ortamda asit gibi davranması) kazanmaktadırlar. Bu durum karboksil grubun bir proton (H⁺ iyonu) verebilmesi, amino grubun ise bir proton alabilmesi sayesinde gerçekleşmektedir. Proton verilmesi aminoasitin anyonlaşmasına yani bazik özellik göstermesine, proton alması ise katyonlaşmasına yani asidik özellik göstermesine neden olmaktadır. Amfoter durumda ise, aminoasitteki karboksil grubu protein kaybederken, amino grubu protein kazanmaktadır. Bu durumda aminoasit aynı anda hem negatif (anyon) hem de (pozitif) yüklüdür. aminoasitin amfoter özellik gösterdiği pH'ya izoelektrik nokta denir ve her aminoasit için spesifik bir değerdir. İzoelektrik nokta pI ile gösterilmektedir. pI değeri nötral aminoasitler için yaklaşık 4,8 - 6,3 arasında, asidik aminoasitler için 2,7 - 3,2 arasında, bazik aminoasitler için ise yaklaşık 7,6 - 10,8 değerleri arasında değişmektedir.

2.2.4.2. Çözünürlük

Aminoasitler tuz benzeri yapıları nedeniyle kararlı, kristal yapıdadır ve genellikle suda çözünürler. Polar karakterleri nedeniyle alkollerdeki çözünürlükleri güç olup diğer organik çözücülerde de (eter vb) çözünememektedirler. Etil alkoldeki çözünürlük derecesi aminoasit çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Aminoasitlerin alkoldeki çözünürlüğünün düşük olması, aminoasitlerin polar karakterlerinden kaynaklanmaktadır.

Aminoasitlerin sudaki çözünürlükleri çeşidine göre farklılık göstermektedirler. Ala, Ile, Leu, Met, Pro ve Val gibi alifatik aminoasitler ve Phe, Trp, ve Tyr gibi aromatik aminoasitler hidrofobik özellik gösteren R grupları taşırlar ve bu nedenle de suda sınırlı bir çözünürlüğe sahiptirler. Hidrofilik aminoasitler ise suda kolayca çözünebilmektedirler. Bunların bir kısmı (Arg, Asp, Glu, His ve Lys)

sulu çözeltilerinde yüklü, diğerleri ise (Ser, Thr, Asn, Gln ve Cys) yüksüzdürler. Ortama asit ya da baz ilavesi ortamda tuz oluşumunu sağlayarak çözünürlüğü artırmaktadır. Diğer aminoasitlerin ortamda bulunuşu da çözünürlüğü teşvik etmektedir. Aminoasitlerin suda çözünürlükleri ile ilgili bilgiler Çizelge 2.2.'de görülmektedir.

Çizelge 2.2. Aminoasitlerin farklı sıcaklıklarda sudaki çözünürlükleri, g/100g su [Belitz ve Grosch,1986]

| Aminoasit | Sıcaklık (°C) | | | | |
|------------------|---------------|---------|---------|---------|--------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| L-Alanin | 12,730 | 16,510 | 21,790 | 28,510 | 37,300 |
| L-Aspartik asit | 0,209 | 0,500 | 1,199 | 2,875 | 6,893 |
| L-Sistin | 0,005 | 0,011 | 0,024 | 0,052 | 0,114 |
| L-Glutamik asit | 0,341 | 0,843 | 2,186 | 5,532 | 14,000 |
| Glizin | 14,180 | 24,990 | 39,100 | 54,390 | 67,170 |
| L-Histidin | - | 4,290 | - | - | - |
| L-Hidroksiprolin | 28,860 | 36,110 | 45,180 | 51,670 | - |
| L-İzolösin | 3,791 | 4,117 | 4,818 | 6,076 | 8,255 |
| L-Lösin | 2,270 | 2,190 | 2,660 | 3,823 | 5,638 |
| D,L-Metiyonin | 1,818 | 3,381 | 6,070 | 10,520 | 17,600 |
| L-Fenilalanin | 1,983 | 2,965 | 4,431 | 6,624 | 9.900 |
| L-Prolin | 127,400 | 162,300 | 206,700 | 239,000 | - |
| D,L-Serin | 2,204 | 5,023 | 10,340 | 19,210 | 32,240 |
| L-Triptofan | 0,823 | 1,136 | 1,706 | 2,0795 | 4,987 |
| L-Trozin | 0,020 | 0,045 | 0,105 | 0,244 | 0,565 |
| L-Valin | 8,340 | 8,850 | 9,620 | 10,240 | - |

2.2.4.3. UV absorbsiyonu

Aminoasitlerin maksimum UV absorbsiyonunu ve floresans özelliğini farklı dalga boylarında gösterir. Proteinlerdeki yapısal değişimler, bu aminoasitler üzerinden gözlenen absorbans ve floresans değişimleri takip edilerek belirlenebilmektedir. Fenil alanin, trozin ve triptofan gibi aromatik aminoasitler maksimum UV absorbsiyonunu 200 - 230 nm ve 250 - 290 nm dalga boylarında göstermektedirler. Bunun yanısıra Trp ve Tyr aminoasitleri UV bölgesinde floresans özelliği de sergilemektedirler. Proteinlerdeki konformasyonel değişimler, bu aminoasitler üzerinden gözlemlenen absorbans ve floresans değişimleri takip

edilerek belirlenebilmektedir. 280 nm'de alınan absorbans okumaları protein ve peptid tayinlerinde kullanılmaktadır. Histidin, sistein ve metiyonin 200-210 nm'de maksimum absorbans değerlerini vermektedirler.

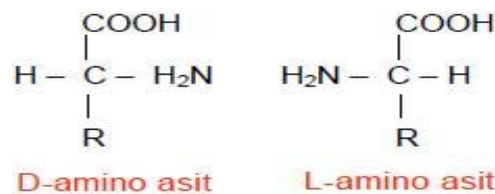
Çizelge 2.3. Aromatik aminoasitlerin ultraviyole absorbans ve floresans değerleri [Fennema, 1996]

| Aminoasit | Absorbans (nm) | Molar ekstinksiyon faktörü (1 cm ⁻¹ mol ⁻¹) | Floresans (nm) |
|-------------|----------------|---|------------------|
| Fenilalanin | 260 | 190 | 282 ^a |
| Triptofan | 278 | 5500 | 348 ^b |
| Tirozin | 275 | 1340 | 304 ^b |

^a 260 nm'de uyarma (ekstinksiyon), ^b 280 nm'de uyarma

2.2.4.4. Optik aktivite

Glisin dışındaki tüm aminoasitlerin karbon atomu asimettiktir, yani dört farklı grup bağlanmıştır. Bu da optikçe aktif olmalarına neden olur. Bunlar polarize ışığın yönünü değiştirme yeteneğinde olan maddelerdir. Yön değiştirme sola veya sağa olabilir. Doğal aminoasitler L formunda bulunur ve D-aminoasitler atipik aminoasitlerdir (Şekil 2.4). Atipik aminoasitler bazı bakterilerin hücre duvarları ile antibiyotiklerin yapısında bulunurlar. Polarize ışığı sağa çevirenler “+, dekstrorotary”, sola çevirenler “-, levorotary” olarak bilinirler. Doğal aminoasitlerin çoğu polarize ışığı sağa çevirir. D- amino asitlerin çoğunluğu ise vücut tarafından kullanılamaz. Aminoasitlerin sulu çözeltilerindeki spesifik rotasyonu ortam pH'sından kuvvetli bir şekilde etkilenir. Spesifik rotasyon nötr pH'larda düşük değerler gösterirken ortama asit veya baz ilavesinden sonra bu değerlerde artışlar görülür.



Şekil 2.4. Aminoasitlerde izomeri

2.2.4.5. Aminoasitlerin renk reaksiyonları

Aminoasitler ve yapılarında aminoasit bulunan proteinler kimyasal maddelerle renkli reaksiyonlar verir. Bu reaksiyonlardan yararlanarak aminoasitlerin ve proteinlerin kantitatif tayinleri yapılır. Ninhidrin aminoasitlerin tanınmasında kullanılan önemli bir maddedir. Aminoasitlerin ninhidrin ile kaynatılması ile mavi-menekşe renk oluşur. Bu durum çalışılan örnekte aminoasitin varlığını kanıtlar.

2.3. PROTEİNLERİN YAPISI

Bir aminoasidin karboksil grubu (-COOH) başka bir aminoasidin amino grubuyla (-NH₂) bir mol su açığa çıkararak birleşir ve peptid zinciri oluşturur. Peptidler peptid zincirinde yer alan aminoasit sayısına göre mono, di, tri gibi ön ekler verilerek isimlendirilirler. Genel bir kural olarak yapısında 10 kadar aminoasit içeren peptid zincirleri oligopeptid, daha uzun zincirli peptidler ise polipeptid olarak adlandırılır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Proteinlerin yapı dereceleri ve aminoasit molekül sayısı

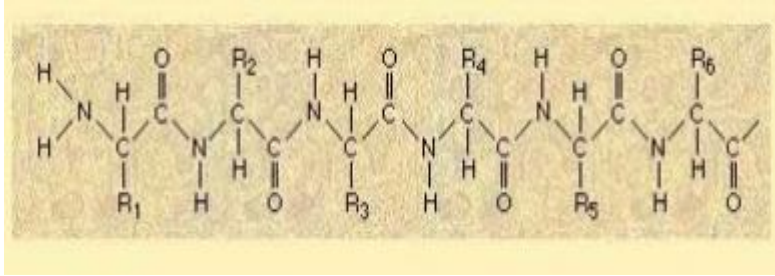
| Proteinlerin Yapı Dereceleri | Aminoasit Molekül Yapısı |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Dipeptidler | 2 |
| Tripeptidler | 3 |
| Tetrapeptidler | 4 |
| Oligopeptidler | 5-10 |
| Polipeptidler | 11-100 |
| Makropeptidler (Peptonlar) | 100'ün üzerinde |

Proteinlerin pek çoğu tek bir polipeptid zincirinden oluşur (myoglobin). Bazıları ise birbirlerinin aynı ya da farklı olan iki veya daha fazla polipeptidlerden meydana gelebilir. Her proteinin karakteristik üç boyutlu doğal bir yapısı vardır. Üç boyutlu yapısı bozulmuş (denatüre olmuş) bir protein biyolojik etkinliğini de kaybeder. Proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapılarını oluşumundan primer,

sekonder, tersiyer ve kuarterner olarak adlandırılan yapılar sorumludur. Primer yapı her proteinde yer almakta, buna karşılık bazı proteinler sekonder yapıda bazıları ise tersiyer veya kuarterner yapıda kendilerine özgü üç boyutlu yapılarına kavuşmaktadır.

2.3.1. Primer Yapı (Birincil Yapı)

Bir protein molekülünü oluşturan polipeptid zinciri veya zincirlerindeki aminoasit sıralanışı proteinlerin primer yapısını oluşturur. Primer yapı proteinlerin üç boyutlu yapısına bir geçiş teşkil eder ve fonksiyonel değildir [MEB, 2006]. Zincir uzunluğu ve n sayıdaki kalıntıların bu zincirdeki sıralanışı, proteinlerin fizikokimyasal, yapısal, biyolojik özellikleri ile protein fonksiyonlarını belirler. Primer yapı proteinin omurgası olup buradaki aminoasit sıralanışı sekonder ve tersiyer yapının oluşması için gerekli kod görevini üstlenir ve alt yapısını oluşturur [Saldamlı ve Temiz, 1998].

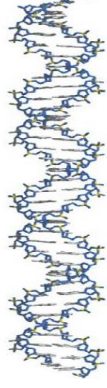


Şekil 2.5. Primer protein yapısı

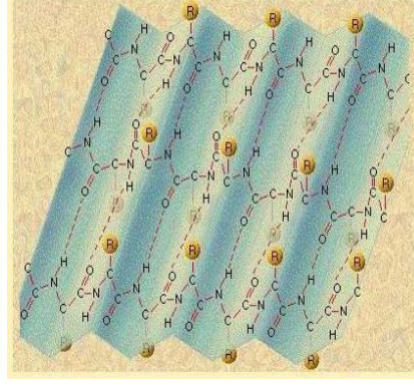
2.3.2. Sekonder Yapı (İkincil Yapı)

Birincil yapıdaki belli bölgelerde zincir içi ve/veya zincirler arası bağların oluşmasıyla ikincil yapı açığa çıkar. Bu bağların oluşmasıyla birincil yapıda kendi eksenine boyunca kıvrımlar meydana gelir. Peptid zinciri üzerinde belirli bölgeler yan zincirlerle ve/veya kendi üzerine katlanarak bağlar oluşturur. Polipeptid zincirindeki bu katlanmalar periyodik olarak tüm zincir boyunca yinelenir. İki elektronegatif atom arasındaki hidrojen bağı polipeptid zincirinde heliksel yapı oluşmasına neden olur.

Genel olarak proteinlerde periyodik ikincil yapıların iki şekli bulunur. Bunlar heliks yapılar ve yayılmış pilili (β -plakalı) yapılarıdır [Damodaran, 2007].



Heliks yapı



Plaka Yapı

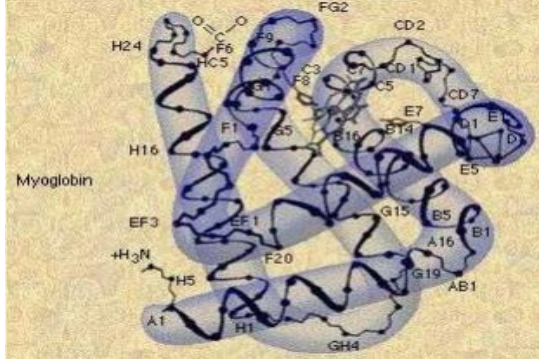
Şekil 2.6. Sekonder protein yapıları

Bu yapıları kararlılık kazandıran aynı polipeptid zinciri üzerinde kurulan H köprüleridir ve en stabil yapı göstereni α -heliks proteinlerdir. α -heliks proteinlerin çoğunda heliksin bir yüzü hidrofobik (su sevmeyen) iken diğer yüzü ve yan zincirler hidrofilik (su seven) kalıntılarla bağlanmıştır. Plakalı protein yapısı heliksel yapıdan farklı olarak pili benzeri yapı oluşturacak şekilde katlanmalar gösterir. Plakalı yapılarda hidrojen köprüleri farklı polipeptid zincirleri arasında kurulur. İki paralel polipeptid zinciri sekonder yapı oluşturduğunda zincirlerin birbirine yaklaştığı yerlerde kükürtlü aminoasitlerin aracılığıyla disülfid bağları oluşur. Kovalent yapıdaki bu bağlar son derece kararlıdır. Bu nedenle yapıya kararlılık kazandırır ve sekonder yapı denatürasyon koşullarında parçalanmaz [MEB, 2006].

2.3.3. Tersiyer Yapı (Üçüncül Yapı)

Protein molekülünün yuvarlak veya elipsoid bir şekil alabilmesi için ikinci yapıyı meydana getiren dizilişlerin üst üste katlanması veya yumak şeklinde sarılması gerekmektedir. Bu ise yan zincirlerin reaksiyona girmesi ile mümkün olur. Helikon yapısı veya düz tabaka yapısı dışında kalan zincirlere ait gruplar veya atomların meydana getirdikleri çeşitli bağlar ve güçler protein molekülünün içerisinde pek az boşluk bırakan sıkı ve belirli bir şekil almasını sağlar (Şekil 2.7) ve

tersiyer yapıyı oluşturur. Böylece birincil yapıda birbirine uzakta olan bazı aminoasitler karşı karşıya gelerek birbirlerine yaklaşmaktadırlar.

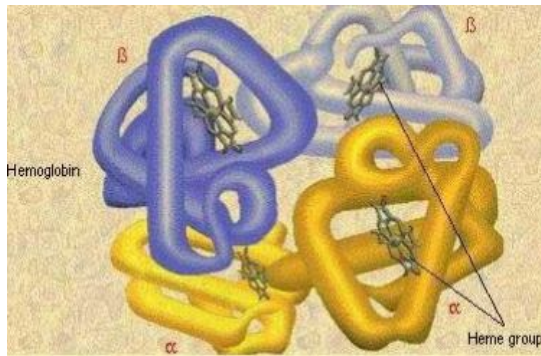


Şekil 2.7. Tersiyer protein yapısı

Bu yapıda doğrusal yapının katlanması ile katlı üçüncül yapıya ulaşarak yüzeyler arası mesafe kısalmaktadır [Damodaran, 2007]. Tersiyer yapı genellikle globüler proteinlerde görülür ve bu proteinler tersiyer yapılarıyla üç boyutlu şekillerine kavuşurlar.

2.3.4. Kuarterner Yapı (Dördüncül Yapı)

Birden fazla polipeptid zinciri (alt birimi) içeren proteinlerde polipeptid zincirleri tersiyer yapıyı oluşturan aynı bağ tipleriyle birbirleriyle salkımlar, topluluklar yaparak birleşir ve kuarterner yapıyı oluşturur. Hemoglobinin yapısında her biri myoglobine benzer dört protein monomeri (alt birimi) birbirine kuarterner yapıyı oluşturmak üzere çok sıkı bir şekilde bağlanmışlardır (Şekil.2.8).



Şekil 2.8. Kuarterner protein yapısı

Dördüncül yapının oluşumu da üçüncül yapı gibidir. Dördüncül yapıyı birarada tutan kuvvet üçüncül yapıdaki gibi R-grupları arasındaki etkileşimlerdir. Bu etkileşimler hidrofobik etkileşimler, dipol dipol etkileşimleri, tuz köprüleri ve disülfid bağlarıdır. Dördüncül yapı proteinlerine örnek olarak hemoglobin verilebilmektedir [Göğüş ve Fadiloğlu, 2006]

2.4. PROTEİNLERİN ÖNEMİ

Proteinler, doğal organik bileşikler arasında dağılım, miktar ve fizyolojik önem bakımından başta gelir. Proteinlerin canlılardaki önemini ortaya koyan bazı özellikler aşağıda özetlenmiştir;

- Proteinler vücudun en küçük birimi olan hücrelerin yapıtaşdır.
- Vücut dokularının oluşumunda ve onarımında kullanılır.
- Enzimlerin tümü, hormonların birçoğu ve virüsler protein yapısındadır.
- Proteinlerin kendi sentez olayları bile protein yapısında olan enzimler sayesinde gerçekleşir.
- Proteinler vücuttaki organların ve yumuşak dokuların yapı unsurudur.
- Proteinler vücudun elzem aminoasitlere olan gereksinimini karşılar.
- Proteinler vücudun enerji kaynağı değildir. Ancak proteinler vücuda fazla miktarda alındığında ya da vücutta yeterli enerji kaynağı olmadığında enerji kaynağı olarak kullanılır.
- Çoğu kez proteinler, gıdaların duysal özelliklerini ve besleyici değerini belirleyen önemli faktörlerdir.
- Organizmada taşıma ve depolama görevi üstlenir. Örneğin; hemoglobin alyuvarlarda, miyoglobin ise kasta oksijen taşırken, demir kan metabolizmasında transferin tarafından taşınır, karaciğerde ise ferritin ile kompleks oluşturarak depo edilir.
- Proteinler vücuda mekanik destek sağlamada da görev üstlenir. Vücuda destek sağlayan deri ve kemiğin gerilme kuvveti, kolayca fiber oluşturan ve uzun bir protein olan kollagenin varlığı nedeniyledir.
- Sinir impulslarının (dürtülerinin) ortaya çıkması ve iletimi proteinlerle sağlanmaktadır.

- Canlıda başkalaşım ve büyümenin denetimi proteinlerle sağlanır. Bilindiği gibi bir organizmanın tüm hücrelerindeki genetik bilgi aynıdır. Ancak, canlıda farklı doku ve organların bulunması ve çok değişik işlevlerin ortaya çıkması, hücrelerde aynı olan genetik bilginin bazı bölümlerinin sessizleştirilmesiyle (baskılanmasıyla) olasıdır. Büyük organizmalarda ve bakterilerde baskılayıcı (represör) proteinler hücredeki DNA'nın özgül bölümlerini sessizleştiren önemli elemanlardır.
- Su ve elektrolit dengesinin korunmasında doğrudan ya da dolaylı olarak görevleri vardır.
- Vücudun hastalıklara karşı dayanıklılığında ve hastalık etkenlerine karşı korunmada kullanılır.
- Büyüme ve erginlik dönemlerinde yeni dokuların yapılmasında etkindir.
- Kanın pıhtılaşmasında rol oynar.
- Vücuttaki asit-baz dengesini korumak için tampon vazifesi görür.
- Kasların kontraksiyonunda görev alır.
- Hücrelerle hücreler arası sıvılar arasında besin unsurlarının değişimine yardım ederek ödemlere sebebiyet veren sıvıların anormal bir şekilde toplanmasına engel olur.

2.5. PROTEİNLERİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Proteinlerin, gıda işleme ve gıda ürünleri geliştirilmesinde, gıdanın yapısını etkileyen birçok fonksiyonel özellikleri vardır. Süt, peynir ve et gibi yüksek proteinli gıdalarla, hububat ürünlerinin dokusu, duysal ve besinsel özellikleri içerdikleri proteinin cins ve miktarına göre değişebilmektedir. Gıda ürünlerinin içerdiği proteinlerin besinsel ve fizikokimyasal özellikleri birbirinden farklı olmaktadır. Proteinlerin besin kalitesi; amino asit kompozisyonu ve gıda proteinlerini hidrolize edebilen enzimlerle sindirilebilme kolaylığı olarak tanımlanır. Gıda maddesinin doğal olarak içerdiği veya gıda hazırlanırken içine ilave edilen proteinlerin çözünürlüğü, su tutma kapasitesi, yağ bağlama özellikleri, köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi, emülsiyon oluşturma kapasitesi ve stabilitesi, viskozite ve jel

oluşturma gibi özellikleri ise ürün kalitesine önemli etkileri olan fonksiyonel özelliklerdir [Durmuş ve Evranuz, 2005].

Fonksiyonel rollerin oluşması için gıdalarda protein kullanımı artmaya başlamıştır. Fonksiyonel özellikler gıdaları hazırlama, işleme, depolama ve sunum aşamalarında gıdanın davranışını ve performansını belirlemektedir. Proteinlerin birbirleri ile diğer bileşenler ile ve su ile olan etkileşimleri fonksiyonel özelliklerini etkilemektedir [Panyam ve Kilara, 1996]. Çizelge 2.5.'de bazı gıda sistemlerinde kullanılan proteinler ve fonksiyonel özellikleri birlikte verilmiştir [Damodaran, 2007]

Çizelge 2.5. Gıda sistemlerinde gıda proteinlerinin fonksiyonel rolleri [Damodaran, 2007]

| Fonksiyonel Özellik | Mekanizma | Gıda Sistemi | Protein Kaynağı |
|----------------------------|--|--|------------------------------------|
| Çözünürlük | Hidrofilik | İçecekler | Peynir altı suyu proteini |
| Viskozite | Su tutma, hidrodinamik boyut ve şekil | Çorbalar, et suları, salata sosları | Peynir altı suyu proteini |
| Su Tutma | Hidrojen bağı, hidrasyon | Sosisler, kekler, ekmekler | Kas ve yumurta proteini |
| Jel oluşturma | Su bağlama, immobilizasyon, ağ oluşturma | Etler, jeller, kekler, fırıncılık ürünleri | Peynir, kas, yumurta, süt proteini |
| Elastiklik | Hidrofobik bağ, disülfid çapraz bağları | Etler, fırıncılık ürünleri | Kas proteini |
| Emülsiyon oluşturma | Ara yüzey adsorbsiyonu, film oluşumu | Sosisler, çorbalar, kekler, soslar | Kas, yumurta, süt proteini |
| Köpük oluşturma | Ara yüzey adsorbsiyonu, film oluşumu | Çırpılmış pasta süslemeleri, dondurmalar, kekler, tatlılar | Yumurta ve süt proteini |
| Yağ ve aroma bağlama | Hidrofobik bağ, yapıya hapsedme | Etler, fırıncılık ürünleri, donutlar | Yumurta ve süt proteini |

2.5.1. Çözünürlük

Protein çözünürlüğü, protein içeren ürününün belirli koşullar altında içerdiği çözünür haldeki azot miktarı olarak tanımlanabilir [Vodjanı, 1996]. Yeni protein bileşenleri geliştirilirken ve test edilirken ilk olarak genellikle protein çözünürlüğü tespit edilir. Protein çözünürlüğü, diğer fonksiyonel özellikler ile ilişkili olan bir fizyokimyasal özelliktir. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri arasında çözünürlük, diğer fonksiyonel özellikleri etkilemesinden dolayı birincil öneme sahiptir. Çözünürlük, proteinlerin sıvı gıdalarda ve içeceklerde kullanımını sağlayan en temel özelliktir. Örneğin asidik alkolsüz içeceklere ve portakal suyuna protein ilavesinde asidik koşullarda çözünür olan bir protein gereklidir. Fonksiyonel özelliği için kullanılan proteinlerde genelde yüksek çözünürlük istenmektedir [Hall, 1996]. Yüksek çözünürlüğe sahip proteinlerin kullanım potansiyeli yüksektir [Krause ve ark., 2002; Mwasura ve ark., 2000; Zayes, 1997]. Genel olarak protein çözünürlüğü çözeltinin pH'sına göre değişmekte, izoelektrik noktada minimum olmaktadır. Çözeltinin tuz konsantrasyonu arttıkça protein çözünürlüğü de artmaktadır. Bu artışın nedeni, klor iyonlarının pozitif yüklü protein gruplarına bağlanma kapasitesinin artmasıdır [Inyang ve Iduh, 1996]. Ayrıca proteinlerin çözünürlükleri, protein moleküllerinin yapısının bozulmasını sağlayan hidrolizasyon işlemi ile de geliştirilebilmektedir [Bandyopadhyay ve Ghosh, 2002].

Proteinlerin proses sırasındaki çözünürlük durumlarını etkileyen yapısal etkileşimler doğrudan kaynaklanmaktadır. Bunlar sırasıyla hidrofobik ve iyonik etkileşimlerdir. Üretimde kullanılan parametreler de bu durumu ayrıca etkilemektedir. Hidrofobik etkileşimler (etkileşimine) protein-protein etkileşimlerine (etkileşimine) yol açarak çözünürlüğün azalmasına yol açar. Bunun karşın iyonik etkileşimler protein-su etkileşimine neden olur ve çözünürlüğü artırır. Proteinin çözünürlüğü veya çözünmeme mekanizması doğal özelliğinden kaynaklandığı gibi herhangi bir etmene bağlı olarak da ortaya çıkabilmektedir. Bir proteinin çözünürlüğü; ortamın pH'ına, iyonik kuvvetine, ortam sıcaklığına (°C) ve protein konsantrasyonu ile ortamdaki organik çözücü gibi faktörlerin varlığına da bağlıdır [MEB, 2006].

Matematiksel olarak proteinin çözünürlük derecesi sıvı ve katı fazda dengede bulunan toplam protein miktarının sıvı fazdaki protein miktarıyla ilişkisidir. Teknik olarak da protein çözünürlüğü işlemsel bir parametredir. Belirli bir zaman ve santrifüj gücünde çözeltinin santrifüjü sonrasında proteinin süzütünde alıkonmasıdır [Hall, 1996].

2.5.2. Köpük Oluşturma

Köpükler sürekli sıvı veya sulu fazlı kolloidal sistemlerdir. Gaz veya hava fazı içerisinde dağılabilmektedirler. Sürekli sıvı fazın içinde gazın dağılmasıyla köpük oluşumu meydana gelmektedir. Gıdalarda köpük oluşumu genellikle çırpma, sallama ve püskürtme yollarıyla üretilmekte olup, kullanılan metot köpüğün karakteristik özelliğini etkilemektedir. Köpük kapasitesi (oluşan köpük hacminin % olarak ifadesi) ve köpük stabilitesi (köpüğün sönmesi için gereken zamanın ölçüsü) köpük oluşumunun iki genel karakteristik özelliğidir [Panyam ve Kilara, 1996].

Proteinler hidrofilik, apolar ve hidrofobik bağlara sahip amino asit polimerleridir. Proteinlerdeki amfipatik karakterli bu bağlar ara yüzeydeki adsorpsiyonlardan sorumludurlar. Ara yüzeyde proteinlerin tutunması üç aşamada tanımlanabilir. Bunlar yığın çözülden ara yüzeye taşınma, yüzeye penetrasyon ve tutunmuş tabakada protein yapısının tekrar düzenlenmesidir. Proteinler ara yüzeye difüzyon, konveksiyon veya iki prosesin kombinasyonu olacak şekilde taşınabilirler [Hall, 1996].

Gıda üretiminde bazı özel durumlarda köpük yapı oluşturmak istenildiğinde yine proteinlerden yararlanılabilmektedir. Hava ile stabil köpük oluşturma kapasitesi pandispanya kek, şekerleme, kurabiye, sufle, krema, helva, dondurma gibi gıdalarda önemli bir özelliktir [Kinsella, 1976]. Böyle bir yapı kek, şekerleme, krema ürünleri, dondurma, hazır şantiler, mus tipi gıdalar ve ekmek gibi ürünlerde özel yapı oluşumuna yardımcı olmaktadır. Bu amaçla çoğu kez gaz olarak hava, sınırlı olarak

da karbondioksit (CO₂) kullanılır. Bazı köpük gıdalar çok kompleks kolloidal bir yapıya sahiptir. Buna en iyi örnek dondurmadır.

Köpük, hava hücrelerinin ince ve sürekli bir sıvı faz ile ayrıldığı iki fazlı bir sistemdir. Köpükteki gaz kabarcıklarının boyut dağılımı ürünün görünümünü ve dokusal özelliklerini etkiler. Küçük kabarcıkların uniform dağılımı ürüne pürüzsüzlük sağlar. Köpük oluşturma özelliğine sahip proteinlerin, düşük konsantrasyonlarda ve farklı pH aralıklarında hızlı ve etkili olarak köpük oluşturabilmeleri, yağ, alkol ve aroma bileşenleri gibi köpük inhibitörlerinin mevcut olduğu ortamlarda da etkin olabilmeleri istenmektedir [Ibanoa Lu ve Karataş, 2001; Myers ve ark., 1994]. Gıda sistemlerinde köpük oluşturma amacıyla kullanılan proteinler, yumurta beyazı, jelatinler, kazein, diğer süt proteinleri, soya proteini ve glutendir. Mükemmel köpük oluşturma kabiliyeti özellikle ovalbumin, ovotransferin ve ovomukoid gibi yumurta beyazı proteini için karakteristiktir [Damodaran, 1994; Sikorsiki, 2002; Zayes, 1997]. Çeşitli proteinlerin pH 8,0'daki köpük oluşturma kapasiteleri Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Protein çözeltilerinin karşılaştırmalı köpük oluşturma kapasiteleri [Damodaran, 1996]

| Protein Tipi | Köpük Oluşturma Kapasitesi (%) (% 0,5'lik protein konsantrisinin(w/v)) |
|--------------------------------------|---|
| Bovin serum albumin | 280 |
| Peynir altı suyu protein konsantresi | 600 |
| Yumurta albumeni | 240 |
| Ovalbumin | 40 |
| Laktoglobulin | 480 |
| Hidrolize soya proteini | 500 |
| Jelatin | 760 |

Köpük oluşumunu ve stabilitesini etkileyen faktörlerin başında bunu sağlayacak proteinin yüksek çözünürlük özelliği göstermesi gelmektedir. Bunun dışında ortam pH'sı, tuzun varlığı, sakkaroz ya da diğer şekerlerin bulunması, lipit

konsantrasyonu gibi faktörler de bu oluşumu büyük ölçüde etkiler. Bunun yanı sıra proteinin bir olgunlaşma evresinden sonra daha stabil bir köpük oluşturduğu da bildirilmektedir. En yüksek köpürme özelliği gösteren protein; yumurta beyazı proteini, hemoglobinin globin kısmı, jelatin, peynir suyu proteini, kazein miselleri, buğday proteinleri ve soya proteinleridir [MEB, 2006].

Köpük oluşturabilme ve çırpılabilirlik terimleri, literatürde birbiri yerine kullanılabilir. Çırpılabilirlik terimi köpük, yüksek hızda karıştırma veya çırpma işlemi ile elde edilmiş ise kullanılır. Köpük oluşturabilme terimi ise köpük, protein çözeltisi içine hava veya gaz enjeksiyonu ile hazırlanıyor ise kullanılmaktadır [Zayes, 1997]. Köpük oluşturma kapasitesi, sistemin köpük oluşturma kabiliyetidir, hacimdeki artış ile ölçülür ve yüzey hidrofobikliğinden etkilenir. Köpük stabilitesi ise, baskıya direnç ile ölçülür ve filmin esnekliğinden ve reolojik özelliklerinden etkilenir. Tuzlar, şekerler ve lipidler gibi diğer sistem bileşenleri, proteinlerin özelliklerini ve sürekli fazın viskozitesini değiştirerek köpük oluşumu ve stabilitesini etkilerler [Ralet ve Gueguen, 2001; Raymundo ve ark., 1998]. b-kazein gibi esnek moleküllere sahip proteinler yüzey gerilimini hızla azaltırlar ve iyi köpük oluşturma kapasitesi gösterirler. Diğer yandan, lizozim gibi düzenli molekül yapısına sahip olan globüler proteinler zayıf köpük oluşturma kapasitesine sahiptirler. Hava kabarcığını çevreleyen protein filmi nem kaybına dirençli olmalı ve köpük oluşumu ve depolama sırasındaki mekanik baskılara dayanabilmelidir [Zayes, 1997].

2.5.3. Yağ / Su Bağlama Kapasitesi

Proteinler, özütleme saflaştırma veya sindirilebilirlik için farklı kimyasal ve fiziksel uygulamalara maruz kalırlar. Bu çevresel koşullar proteinlerin işlevselliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Gıda proteinlerinin su ve yağ bağlama kapasiteleri, amino asit kompozisyonu, molekül büyüklüğü, yapısı (globüler, fibröz) ve izoelektrik noktalarına göre değişkenlik gösterirler. Protein kompozisyonu ve amino asit dizilişi, su ve yağ bağlama kapasitesini önemli ölçüde etkiler.

Gıdaların su tutma kapasiteleri, belirli koşullarda gıda maddesi tarafından tutulan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak protein yapısı içinde tutulan su iki katagoride incelenir. Birincisi protein molekülüne bağlanan çözücü özelliğini kaybeden bağlı sudur. İkincisi ise protein ortamı tarafından tutulmuş olan alıkonmuş sudur. Bağlı su, proteinin fizikokimyasal özelliklerinden etkilenirken alıkonmuş su ise daha çok ortamın yapısından (gözenek boyu) etkilenir [Hall, 1996]. Su molekülleri proteinlerdeki birçok gruba bağlanır. Böylece gıda endüstrisinde bilinen özellikteki bir proteinin üretime girmesi sağlanarak son ürün ile ilgili standart özellikler hedeflenen şekilde üründe oluşabilmektedir.

Sulu çözeltide yer alan bir proteinin bireysel dizilimi büyük ölçüde su ile olan interaksyonuna bağlıdır. Su molekülleri protein yapısındaki çeşitli grupları bağlayabilir. Su proteinlerin fizikokimyasal özelliklerini modifiye eder. Proteinlerin dispersiyon, nemlilik, şişme, çözünürlük, viskozite, su tutma kapasitesi, jelasyon, koagülasyon, emülsiyon ve köpürme gibi işlevsel özellikleri su-protein interaksyonuna bağlıdır. Proteinlerin hidrasyon yeteneğini protein konsantrasyonu ve konformasyonu, pH, sıcaklık, zaman, iyonik kuvvet ve ortamda bulunan diğer komponentlerin (protein-protein yada protein-su) arasındaki kuvvet etkiler. Protein kaynaklarının absorblayıp yapıda tuttuğu su, gıdanın yapı oluşturma yeteneğiyle, gıdaların çeşitli bazı özelliklerini oluşturmaktadır. Bunlar çoğunlukla et ürünlerinde ve hamurda gözlenen özelliklerdir. Su absorpsiyonu (emme,yapışım alma) yolu ile protein su alarak şişer ve böylece karakteristik olan yapı, tekstür, viskozite ve adhezyon gibi gıdanın bazı önemli reolojik özellikleri ortaya çıkar [Saldamlı ve Temiz, 1998]

Protein temelli gıdalarda, yağ bağlama kapasitesi için protein ortamının yapısı (gözenek boyutu) önemlidir. Protein ortamının yapısı yağ çeşidi ve yağ dağılımından (yağ damlaları, emülsifiyer varlığı) etkilenir. Proteinler ve yağlar arasındaki reaksiyonlar jel yapısını etkilediği için çok önemlidir. Gıda sistemlerinde yağ, sulu protein fazda çözünür ve pıhtılaşma/kremi yapı oluşması istenmez. Kısaca, yağ dağılım modeli, yağ damlası büyüklüğü ve ara yüzey protein filmin varlığı (yağı

kaplayan) veya hücre yapısı (etteki yağ hücreleri) yağ bağlama kapasitesinde büyük öneme sahiptir [Hall, 1996].

2.5.4 Emülsiyon Oluşturma ve Stabilitesi

Emülsiyon, birbiri ile karışmayan iki sıvı karışımından birini diğeri içinde küçük damlacıklar halinde dağıtılması olarak tanımlanır. Emülsiyon oluşturma işlemi, birçok hazır gıdanın üretiminde kaliteyi belirleyen önemli bir işlem basamağıdır [Fellows, 2000]. Birçok gıda sistemi için istenen temel fonksiyonel özelliklerden birisi de emülsiyon oluşturmaktır. Proteinler emülsiyon oluşturma ve stabilize etmeye katkıda bulunurlar. Mayonez, sosis, salam, kek karışımı, salata sosları, dondurma gibi çok sayıdaki gıda maddesi emülsiyon, köpük, çözelti halinde bulunmaktadır. Bu tipteki dispers sistemler, iki faz arasındaki ara yüzeyde uygun bir amfilik madde taşımadıkça stabil değildir. Bu sistemlerde proteinler, karbonhidratlar ve lipidlerle beraber önemli stabilizatörlerdir [Zorba ve ark., 1998]. Proteinler amfilik moleküller olup bunlar hava-su veya yağ-su gibi ortamlardaki ara yüzeylerde kendiliklerinden doğal bir şekilde hareket eder. Proteinlerin bu spontan hareketleri proteinin ara yüzeyindeki serbest enerjisinin sıvı kitle fazından daha azalmasına neden olur. Böylece denge sağlandığında ara yüzeydeki protein konsantrasyonu sıvı fazdakinden daha fazla hale gelir. Proteinler ara yüzeyde yüksek bir viskoelastik özellik gösteren film oluşurlar. Bu ilke çerçevesinde değerlendirilen proteinin emülsiyon oluşturma özellikleri ve stabilitesi gıda endüstrisinde yararlanılan önemli bir olgudur [MEB, 2006].

Gıdalardan tereyağı ve margarinde su damlacıkları yağ ile çevrilidir (s/y, yağ içinde su emülsiyonu), süt ve kremada yağ damlacıkları su ile çevrilidir (y/s, su içinde yağ emülsiyonları) [Hall, 1996]. Bir emülsiyonun yağ içinde su tipli bir emülsiyon mu, yoksa su içinde yağ tipli bir emülsiyon mu oluşturacağı, iki fazlı hacimlerinin oranına ve emülsifikatör tipine bağlıdır. Emülsifikatörler ve emülsifiyan tanecikler içinde çözünmedikleri fazın ayrışmasına neden olurlar; örneğin proteinler, suda yağa göre daha iyi çözünürler ve bu yüzden yağ içinde su emülsiyonları

oluştururlar; yani yağ damlacıklarının tek bir su fazında dağılmasına neden olurlar [Saldamlı ve Temiz, 1998].

Emülsiyon stabilitesi, emülsiyonun kararlılığının ve dayanıklılığının bir göstergesidir. Emülsiyon stabilitesi, emülsiyondan ayrılmadan, emülsiyon bünyesinde kalan su ve yağ miktarının göstergesidir. Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde, emülsiyon oluşturulduktan sonra, belirli şartlarda, belirli süre bekletilmesi sonucu emülsiyondan ayrılan su ve yağ miktarı esas alınmaktadır [Damodaran, 2007].

2.5.5. Jel Oluşumu

Proteinlerin jel oluşturma kabiliyetleri gıda üretiminde önemli bir fonksiyonel özelliktir. Birçok gıdanın hazırlanmasında jelasyon önemli rol oynamaktadır. Jel, sıvı ve katı bir ortam arasında oluşan ara bir fazdır. Üçüncül ağ yapı veya matriksde çekici ve itici güçlerle dengelenmiş fazla su tutma yeteneğine sahip protein kümeleşmesi olarak da tanımlanabilmektedir. Çekici güçler baskın ise pıhtı oluşur ve su jel matriksinden uzaklaşır. Eğer itici güçler daha baskın ise hiçbir ağ yapı oluşmaz [Hall, 1996]. Jel iki basamakta oluşur: protein moleküllerinde uygun değişiklik veya kısmi denatürasyon oluşumu ile devamında aşamalı birleşme veya ayrı denatüre olmuş proteinlerin kümelenmesidir [Giese, 1994]. Denatüre olmuş protein molekülleri düzenli bir protein ağ yapı oluşturmak üzere agregre (toplanmak) olduklarından jelasyon prosesi gerçekleşmektedir. Protein jelasyonu yalnızca katı-viskoelastik jel oluşumunda değil, aynı zamanda su absorblama gücünün gelişmesi, kalınlaştırma partiküllerin bağlanması, köpük stabilizasyonu gibi proseslerde de kullanılmaktadır. Ağ yapı oluşmasındaki interaksiyonlar öncelikle hidrojen bağları, hidrofobik ve elektrostatik interaksiyonlardır. Proteinler iki tip jel oluşturur; bunlardan ilki koagülasyona dayalı opak jel, ikincisi ise yarı şeffaf jeldir [MEB, 2006]

Proteinler gıdadaki protein-protein çözücü etkileşimini dengeleyerek iyi düzenlenmiş jel matriksi oluşturur. Jelâtin, yoğurt, et ürünleri, hamur üretimi

sırasında bu jel matrisi suyu, yağı ve diğer gıda bileşenlerini tutar [Giese, 1994]. Bazı geleneksel uzakdoğu gıdaların da temeli protein jellerine dayanır.

Jelleşmede ortam sıcaklığı, divalent iyonlar ya da bazı enzimler etkili olabilirler. Protein denatüre olduktan sonra ağ benzeri bir yapı oluşturur. Soğutulduklarında bu yapı bir miktar da suyu yapısında tutarak jel benzeri bir yapı oluşturur. Proteinlerin jel oluşturma mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte bu özellikleri gıda sanayinde su tutma kapasitesini artırmak, köpük stabilizasyonu, kalınlaştırma gibi proseslerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Proteinler, gıdanın yapısının oluşturulmasında çok önemli özelliğe sahiptirler. Bir çok hayvansal protein gıda sanayinde gıdanın yapısının geliştirilmesi amacıyla kullanılırlar. Bu yapısal özellikler çignenebilirlik, su tutma kapasitesi, yumuşaklık, sertlik gibi özellikler olarak sıralanabilmektedir [Sikorski, 2001].

2.6. FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Proteinlerin fonksiyonel özelliklerini etkileyen faktörler, etki alanlarına göre protein yapısı ile ilgili (yapısal faktörler), proteinin elde edilişi sırasında uygulanan koşullar (üretim koşulları) ve proteinin fonksiyonel özelliklerinin saptanması sırasında uygulanan koşullar (ölçüm koşulları) olmak üzere üç grupta incelenebilir.

2.6.1. Yapısal Faktörler

Proteinlerin fonksiyonel özelliklerini etkileyen birçok fizikokimyasal özellik amino asit dizilimi ile ilgilidir. Bu amino asit dizilimi proteinin üç boyutlu yapısını belirler ve bu yapı, proteinin termodinamik stabilitesini, protein yüzeyindeki yük dağılımını, yüzeydeki hidrofilik ve hidrofobik alanların simetrik veya asimetrik dağılımını, protein yüzeyinin yapı haritasını belirler. Proteinlerin çoğunda, tüm hidrofilik alanlar (polar) ve yüke sahip kısımlar yüzeyde yer almasına rağmen tüm hidrofobik alanlar (polar olmayan) iç kısımda gömülü olarak bulunmamaktadırlar. Hidrofobik alanların dağılımı, molekülün şeklini ve protein yüzey yapı haritasını etkiler. Polar ve polar olmayan amino asitlerin zincirdeki oranı ve dağılımı, proteinin

çözünürlüğünü, yüzey hidrofobikliğini ve köpük ve emülsiyon oluşturma kabiliyetini belirler (Hall, 1996; Pomeranz, 1985). Dört farklı kanola tohumundan elde edilen protein izolatının fonksiyonel özelliklerindeki farklılığın polipeptit kompozisyonundan değil protein konformasyonundaki farklılıktan kaynaklandığı belirlenmiştir (Aluko ve Mcintosh, 2001). Protein konformasyonu ve protein olmayan bileşenlerin miktarı, keten tohumu protein izolatının fonksiyonel özelliklerini etkilemektedir (Krause ve ark., 2002).

Proteinlerin amino asit kompozisyonu da fonksiyonel özellikler üzerine etkiye sahiptir. Yüksek prolin içeriğine sahip proteinler düzensiz bir yapı gösterirler. Bu tür yapıların amino asit zincirindeki tekdüze dağılımı, proteinde α -heliks ve β -tabaka gibi düzgün yapıların oluşmasına engel olur. Yüksek esnekliklerinden dolayı, bu proteinler jel, köpük ve emülsiyon oluşturma özellikleri gibi çoklu fonksiyonel özellik gösterirler (Damodaran, 1994).

2.6.2. Üretim Koşulları Etkisi

Proteinlerin fonksiyonel özellikleri, proteinin elde edilişi sırasında uygulanan işlemlerden etkilenmektedir. Örneğin, proteinlerin hangi pH'da çöktürüldüğü, sıcaklık değişimi, yağların uzaklaştırılması için çözgen ekstraksiyonu, asit/alkali/tuz ilavesi, enzim uygulaması, protein ekstraksiyon koşulları (sıcaklık, pH, iyonik kuvvet, protein-çözgen oranı, süre), kurutma ve toz ürün elde etmek için öğütme proteinin özelliklerini etkileyen etmenlerdir (Akıntayo ve ark., 1999; Andres ve ark., 2002; Mahajan ve Dua, 1994; Moure ve ark., 2002; Neto ve ark., 2001; Rustom ve ark., 1991 ve 1993). Akaju cevizi protein izolatının su ve yağ absorplama özellikleri ısı uygulaması ile artırılmıştır fakat çözünürlüğü azalmıştır (Neto ve ark., 2001). Aynı şekilde soya protein izolatının da tüm fonksiyonel özellikleri ısı uygulamasından etkilenmektedir (Ogara ve ark., 1992). Kolza tohumu proteinin fonksiyonel özellikleri uygulanan prosesler (yağ uzaklaştırma, kaynatma, buharla muamele etme) ile değişmektedir (Mahajan ve Dua, 1994). Güvercin bezelyesi protein izolatu eldesi sırasında ilave edilen NaCl, proteinin emülsiyon oluşturma özelliklerini geliştirmiştir (Mwasoru ve ark., 2000). Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan bakla protein izolatının fonksiyonel özellikleri birbirinden farklıdır

(Cepeda ve ark., 1998). Kurutma yöntemlerinin fonksiyonel özellikler üzerine etkisi glutende incelenmiş ve molekül boyutu dağılımı ve çözünürlükte hiçbir modifikasyon olmadığı, emülsiyon özelliklerinin ise etkilendiği gözlenmiştir (Linares ve ark., 2001).

Çözünürlük ve molekül ağırlığının kimyasal ve enzim modifikasyonu gibi bazı uygulamalar kasti olarak proteinlerin doğal yapısını değiştirmek için uygulanırlar. Hidrolizasyon sonrası iyonik grupların sayısının artması peptitleri daha çözünür hale getirir. Buna ilaveten enzimatik hidrolizasyon ile peptitlerin yüzey hidrofobiklik özelliği de artmaktadır. Hidrolizasyon sonrası oluşan peptitler sıvı veya gaz faz etrafında stabil film oluşturabilecek kadar molekül büyüklüğünü koruyabiliyorsa emülsiyon ve köpük oluşturma özellikleri enzimatik hidrolizasyon ile geliştirilmektedir. (Malabat ve ark., 2001; Vioque ve ark., 2000). Yerfistığı protein izolatının α -kromotripsin enzimi ile, susam protein izolatının papain ile, kolza tohumu proteinin alkalaz ile, fonksiyonel özelliklerinde değişim meydana gelmiştir (Bandyopadhyay ve Ghosh, 2002; Monteiro ve Prakash, 1994; Vioque ve ark., 2000; Zaghloul ve Prakash, 2002). Soya protein izolatının çözünürlüğü enzimatik modifikasyon ile artmış ve buna bağlı olarak diğer fonksiyonel özellikler de modifikasyon derecesine bağlı olarak değişmiştir (Achouri ve ark., 1998).

2.6.3. Ölçüm Koşullarının Etkisi

Proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin ölçümünde standart bir yöntem bulunmamakta ve çok farklı yöntemler kullanılmaktadır. Ayrıca ölçüm sırasında uygulanan iyonik koşullar, pH, protein konsantrasyonu, sıcaklık ve karıştırma metotları ve süresi gibi koşulları da farklıdır (Monteiro ve Prakash, 1994). Bu nedenlerle protein fonksiyonel özellikleri, ancak aynı yöntem ve aynı koşullarda gerçekleştirilen denemelerle kıyaslanmalıdır. İncelenmesi gereken en önemli parametre pH'dır. İzoelektrik pH değerine yakın koşullarda protein çözünürlüğü düşüktür ve bu durum diğer özellikler üzerinde de etkilidir. Çok yüksek çözünürlük değerlerinde de proteini tekrar ayırtmak güç olmaktadır. İyonik koşullar bazı spesifik fonksiyonel özellikleri etkilemektedir, örneğin sodyum, potasyum ve kalsiyum iyonları protein jel oluşumunda etkilidirler (Hall, 1996). Susam protein

izolatının çözünürlük, emülsiyon ve köpük oluşturma özellikleri pH ve NaCl konsantrasyonu ile değişmektedir (Inyang ve Iduh, 1996).

Sıcaklık da protein yapısını ve davranışını etkileyen, özenle kontrol edilmesi gereken bir parametredir. Birçok fonksiyonellik testi oda koşullarında gerçekleştirilmektedir fakat karıştırma ve çözündürme işlemleri sırasında açığa çıkan ısı hatalı sonuçlara neden olmaktadır. Özellikle viskozite ve jel oluşturma ölçümlerinde sıcaklık kontrolü dikkatle yapılmalıdır (Hall, 1996). Fonksiyonel özelliklerin test edilmesindeki ilk aşama proteinin çözgen içinde çözündürülmesidir. Karıştırma koşulları özellikle çözünürlük analizlerinde çok önemlidir çünkü ölçümler protein su ile karıştırıldıktan sonra direkt olarak ölçülmektedir. Emülsiyon ve köpük oluşturma özelliklerinde protein çözeltisinin yağ fazı veya hava fazı ile karıştırılması gerekmektedir. Bu testler için karıştırma metotları çeşitlilik göstermektedir. Su ve yağ absorplama özelliklerinde ise protein uygun ortam ile temas ettirilerek ölçülür ve bu temas şekli proteinin su ve yağ tutmasını etkiler (Hall, 1996). Süre faktörü fonksiyonellik testlerinin iki alanında etkili olmaktadır. Birincisi karıştırma prosesinde, ikincisi ise köpük ve emülsiyon stabilitesi belirlenmesindedir. Karıştırma süresi önemlidir çünkü test proteini yüksek kayma stresine maruz kalabilir ve ısı oluşumu söz konusu olabilir. Stabilite testleri iyi bir karşılaştırma elde edebilmek için farklı süre değerlerinde gerçekleştirilmelidir (Hall, 1996).

2.7. FINDIK

Fındık, Fegales (Kayımağacıgiller) takımının Betulaceae (Huşacıgiller) familyası içinde yer alan Corylus cinsine ait sert kabuklu bir meyvedir. Basit, yuvarlak yaprakların kenarları çift dişli, ucu sivridir. Çiçekler yapraklardan hemen önce ilkbaharda açar. Bir evciklidir. Erkek çiçekler kedicik şeklinde 5-12 cm uzunluğunda sarı renklidir. Dişi çiçekler çok küçük, kış boyunca tomurcuklarda gizlenir, 1-3 mm uzunluğunda kırmızı renklidir. Nuks meyve 1-2-3 cm uzunluğunda 1-2 cm çapındadır, kabuğun etrafını tamamen veya kısmen kuşatan bir kadehcik bulunur. Kadehcğin şekil ve yapısı fındık türlerinin teşhisinde önemlidir.



Şekil 2.9. Fındık Ağacı

Fındık kışların ılık geçtiği nemli ve humuslu toprağı sever ve yıllık 1000-2000 mm kadar yağış alan bölgelerde yetişmektedir. Ticari değeri yüksek olan fındık Türkiye'de Giresun, Ordu, Trabzon illerinde tek tarım tipi (monokültür) olarak yapılır. Üretilen fındıkların %80'i Karadeniz Bölgesi'nden sağlanır. Karadeniz Bölgesi'nden başka Marmara Bölgesi'nde de yetiştirilir. Türkiye, Dünya fındık üretiminde ilk sırada yer alır. Dünyanın en büyük fındık alımı yapan şirketleri, üretimin Türkiye'nin tekelinden çıkması ve daha ucuza fındık temini için, Arjantin, Gürcistan, Ermenistan gibi ülkelerde fındık yetiştirilmesine teşvik ve araştırma yapmaktadır.

Fındık, bademden sonra dünyada en yaygın yetiştiriciliği yapılan sert kabuklu meyvedir. Fındığın kültür çeşitleri Türkiye, İtalya, İspanya, ABD, Çin, İran, Yunanistan, Fransa, Azerbaycan, Rusya Federasyonu, Kırgızistan, Portekiz, Beyaz Rusya, Moldova, Tacikistan, Gürcistan, Ukrayna, Tunus, Macaristan, Kıbrıs ve Kamerun'da yetiştirilmektedir. Bununla birlikte, FAO istatistiklerinde üretici olarak henüz yer verilmeyen Arjantin, Avusturya, Avustralya, Estonya, İran, Yeni Zelanda, Romanya, Slovenya, Suriye, Ukrayna, İngiltere ve Yugoslavya gibi ülkelerde de az da olsa fındık üretilmekte ve üretimin artırılmasına yönelik önemli çalışmalar yapılmaktadır. Dünya fındık üretimi, 1960'lı yıllarda yaklaşık 250 bin ton civarında iken, 2005–2012 yılları ortalamasına göre 842 bin tona çıkmıştır. Dünya fındık üretiminin yaklaşık % 70'ini gerçekleştiren Türkiye'yi sırasıyla İtalya ve Azerbaycan

takip etmektedir. AB (27)'nin payı ise % 11'dir (International Nut Council (INC), 2012).

Çizelge 2.7. Dünya fındık üretimi [TÜİK, 2012]

| DÜNYA FINDIK ÜRETİMİ (Kabuklu/Ton) | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|
| ÜLKE | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012* | ORTALAMA |
| TÜRKİYE | 530.000 | 661.000 | 530.000 | 800.791 | 500.000 | 600.000 | 430.000 | 660.000 | 588.974 |
| İTALYA | 65.000 | 138.000 | 95.000 | 125.000 | 85.000 | 87.200 | 140.000 | 85.000 | 102.525 |
| AZERBAYCAN | 27.986 | 25.000 | 30.800 | 40.000 | 30.000 | 25.000 | 55.000 | 45.000 | 34.848 |
| GÜRCİSTAN | 16.393 | 14.000 | 25.000 | 35.000 | 27.000 | 40.000 | 30.000 | 40.000 | 28.424 |
| ABD | 25.400 | 39.010 | 33.570 | 36.280 | 42.600 | 24.500 | 35.000 | 36.000 | 34.045 |
| İSPANYA | 20.000 | 28.000 | 18.000 | 26.000 | 18.000 | 20.000 | 22.000 | 16.000 | 21.000 |
| DİĞERLERİ | 47.876 | 52.244 | 48.880 | 5.900 | 20.000 | 27.000 | 27.000 | 27.000 | 31.988 |
| TOPLAM | 732.655 | 957.254 | 781.250 | 1.068.971 | 722.600 | 823.700 | 739.000 | 909.000 | 841.804 |

İç fındığın bileşiminde ortalama olarak % 4 su, % 65,4 yağ, % 15,6 protein, % 2,6 selüloz, % 0,98 azotsuz ekstrakt maddeler ve % 1,55 kül vardır. Yağ ve proteinler bakımından önemli bir besin maddesidir. Fındık, vitamin bakımından da iyi bir kaynaktır. En fazla B vitamini bulunmaktadır. 100 gram iç fındıkta 0,54 mg B vitamini, ayrıca az miktarda A ve C vitaminleri de vardır. Külünde % 0,29 Ca, %35 P ve % 0,0041 Fe bulunur. Zengin bir besinmaddesi olan fındığın 1000 gramı 725 kalori sağlamaktadır. Fındık meyvesi, yemiş olarak büyük miktarda tüketildiği gibi, pastacılıkta, helvacılıkta, tatlıcılıkta ve özellikle çikolata endüstrisinde de geniş ölçüde kullanılmaktadır. Kabuğundan yakacak olarak istifade edilir. Fındık yağı eczacılıkta ve kokuculukta da kullanılmaktadır [Karadeniz, ve ark., 2008]

Yağ (oleik asit çoğunlukta olmak üzere), protein, karbonhidrat, vitaminler (vitamin E), mineraller, diyabetik lifler, fitosterol (beta- sitosterol) ve anitoksidant fenoliklerin özel bileşimleri nedeniyle insan beslenmesi ve sağlığı açısından fındık, kuruyemiş çeşitleri arasında önemli bir konuma sahip bulunmaktadır. Fındığın besleyici ve duyumsal özellikleri, onu gıda ürünleri için benzersiz ve ideal bir malzeme haline getirmektedir. % 65 oranında yağ içerdikleri için fındıklar iyi birer

enerji kaynaklarıdır. Birçok araştırmacı, fındık tüketiminin insan beslenmesi üzerine olumlu etkileri olduğunu söylemiştir. Bu etkiler, tekli ve çoklu doymamış yağ asidi (% 82,8 oleik ve % 8,9 linoleik) bakımından zengin olan fındık lipitlerinin yağlı asit profiliyle ilgilidir. Araştırmalar göstermiştir ki doymuş yağ oranının düşük ve tekli doymamış yağ oranının (MUFA) yüksek olduğu beslenme çeşitleri kan lipiti düzeyinin kontrolünde etkili olmaktadır; benzer bir sonuç, koroner kalp rahatsızlığı (CHD) riskinde de olumlu bir etken olabilmektedir. Ayrıca (fındık yağında yüksek oranda bulunan) tekli doymamış yağ oranıyla zenginleştirilmiş beslenme çeşitleri CHD vakalarının azlığı, tansiyon düşüklüğü, toplam kolesterol dengesinde düşüklük, lipoprotein yoğunluğunun (LDL) azaltımı veya tersinin çoğaltımı ve kan trigliserin değerinin düşmesi gibi insanlarda benzer, olumlu etkiler oluşturur. E vitamini açısından bitkisel yağlardan sonra fındık en iyi ikinci kaynaktır. E vitamini çözülebilir bir lipit fenolik antioksidandır. Fenoliklerin antioksidan aktiviteleri, hidrojen atomlarını bağımsız köklere dönüştürme özelliğinden kaynaklanır. Bu bileşimler bağımsız kökler oluşturabileceği için, diyabetik hastalarda, kanser ve atherosclerosis önlemede potansiyelleri olduğuna inanılmaktadır. E vitamininin antioksidan görevi ve koroner kalp rahatsızlığı ve kanserle olan ilişkisinden dolayı, fındık ve fındık ürünlerini de içeren doğal gıda maddelerine tüketici ve sanayi tarafından olan ilgi artmaktadır [Karadeniz, ve ark., 2008]

Her gün sadece 25-30 gr fındık yemek, günlük E vitamini ihtiyacının 100%'ünü karşılamaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar göstermiştir ki fındıkta bol miktarda bulunan beta- sitosterol maddesi kolesterolü düşürmek ve kanser (kolon, prostat, göğüs) gibi pek çok hastalığı önlemede önemli bir rol oynayabilmektedir. Bu husus tümör büyümesini engelleme ve apoptosis uyarımı içinde geçerlidir. Ayrıca, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum başta olmak üzere fındıklar iyi birer mineral kaynağıdır. Tansiyonun dengelenmesinin yanı sıra, sodyum bakımından düşük fakat mineraller bakımından oldukça cömert olan fındığın kemik gelişimi ve sağlığı açısından da önemi büyüktür. Bu minerallerin sağlık açısından olumlu etkileri iyi bilinmektedir [Karadeniz, ve ark., 2008].

Fındık ayrıca tüm gerekli amino asitleri ve en gerekli mineralleri de içermektedir. Fındık cystine ve methionine bakımından düşük olan baklagil kökenli gıdalarla birlikte protein kaynağı olarak kullanılabilir.

Fındık, yapılarına göre üç ana gruba ayrılır:

Kabuklu Tombul Fındıklar: Tombul, Palaz, Mincane, Gök, Kalınkara, Kan, Cavcava ve Delisava (Çakıldak) fındığı çeşitleridir.

Kabuklu Sivri Fındıklar: Sivri, İncekara, Kuş, Acı fındık, Değirmendere ve Uzunmusa fındığı çeşitleridir.

Kabuklu Badem Fındıklar: Yassı ve Yuvarlak Badem, Foşa, Kargalak, Ordu İkizi fındık çeşitleridir. Ülkemizde yaklaşık ondokuz çeşit kültüre alınarak üretimi yapılmaktadır [Köksal, 2002].

Giresun tombul fındığı, ülkemizde yetişen en önemli fındık çeşididir. Daha ziyade Giresun ilinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Meyve kalitesinin çok iyi olması uluslararası pazarlarda kolayca tutunmasını sağlamış ve Türk fındığı dünya ülkelerince aranır duruma gelmiştir. Periyodisite özelliği gösteren tombul fındık çeşidi iyi ve bakımlı bahçe koşullarında her yıl düzenli ve oldukça yüksek verim vermektedir.

Türkiye ve Dünyada çerez olarak da tüketilen fındığın % 90'a yakın kısmı kavrulmuş, beyazlatılmış, kıyılmış, dilinmiş, un ve püre halinde çikolata, bisküvi, şekerleme sanayinde, tatlı, pasta ve dondurma yapımı ile yemek ve salatalarda yardımcı madde olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık beş bin yıldır bilinen fındık, meyvesinden odununa kadar birçok yerde insanlığa büyük yararlar sağlamaktadır. Fındık kabuğu ülkemizde özellikle fındık üretilen bölgelerde çok değerli ve yüksek kalorili bir yakacak olarak kullanılmaktadır. Ayrıca fındık odunundan sepet, baston, sandalye, çit ve el aletleri yapımında faydalanılır. Bazı türleri park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilir. Fındık yaprağı ile meyve zurufleri de, gübre olarak kullanılmaktadır. Üretim fazlası fındıklar yağlık olarak değerlendirilmektedir. Fındık ham yağı rafine edilerek yemeklik yağ olarak, fındık küspesi ise yem sanayinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır [Köksal, 2002].

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Hammadde Ön Hazırlığı

Bu çalışmada protein konsantrisi elde etmek için kavrulmamış kabuklu çiğ tombul fındık çeşidi kullanılmıştır. 500 g kabuklu çiğ fındık (Groseri, Mersin) 2000 ml'lik bir beher içinde 1000 ml su ile ıslatılarak 1 gece bekletilmiştir. Islanan fındıklar 30⁰C sıcaklığa ayarlanmış etüv içerisinde 6 saat boyunca kurutulmuş, kurutulan fındıkların kabukları temizlenmiştir. 430 g kabuksuz çiğ fındık -196⁰C sıvı azot içinde dondurulmuştur. Dondurulma amacı öğütme sırasında oluşan yüksek ısıdan dolayı fındık proteinlerinin denatürasyonunu önlemektir. Dondurulan fındıklar değirmende (IKA-Werke M20, Almanya) öğütülmüştür. Öğütülen fındıklarda yağ ekstraksiyonunun daha etkin yapılabilmesi için fındıklar petrol eteri ile birlikte blendırdan geçirilerek fındık partiküllerinin çözgen ile homojen karışımı sağlanmıştır. Karışım manyetik karıştırıcı da 6 saat boyunca karıştırılmıştır. 6 saat sonunda örnekler vakum pompası ile kaba filtre kağıdından süzöldükten sonra, yeniden petrol eteri içinde manyetik karıştırıcıda 6 saat boyunca karıştırılmıştır. Örnekler yeniden vakum pompası ile kaba filtre kağıdından süzöldükten sonra 30⁰C sıcaklığa ayarlanmış etüv içerisinde bir gece boyunca kurutularak örnekten petrol eterinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Yağı alınmış fındık tozuna yağ miktarını belirlemek için yağ tayini analizi uygulanmıştır.

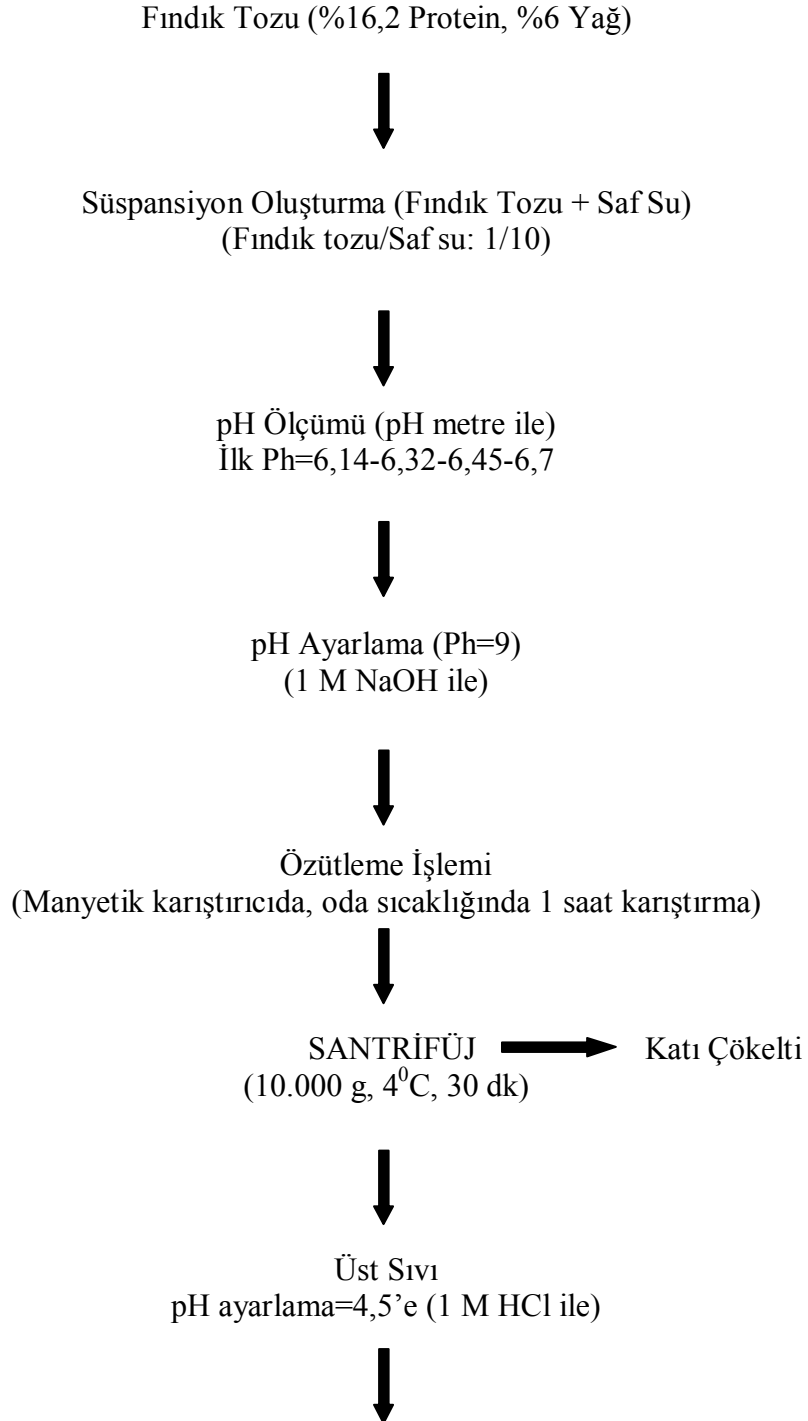
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar

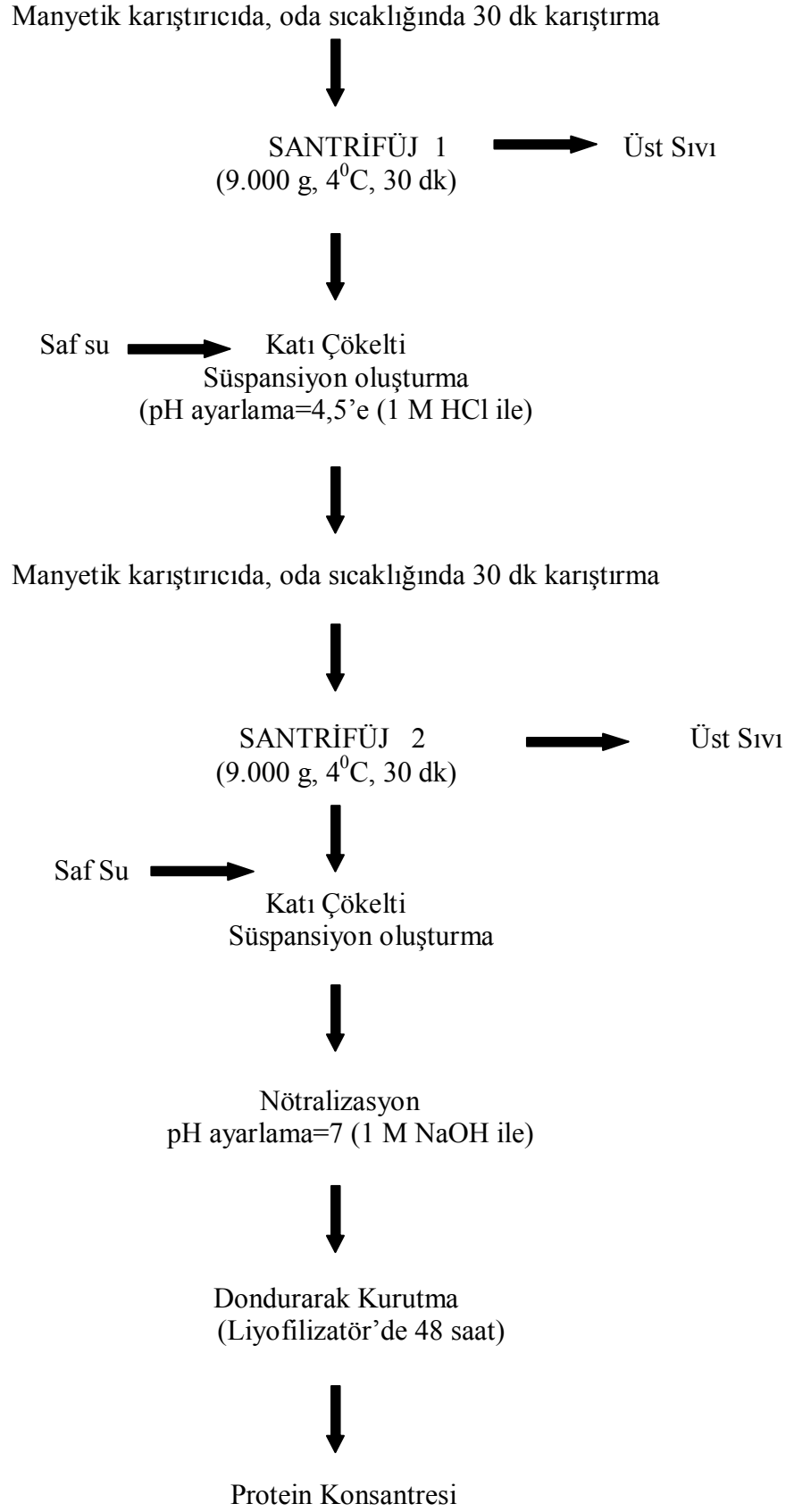
Hidroklorik asit (Merck No:1.00314 %37), Sodyum hidroksit (Merck No: 106467), sodyum dodesil sülfat (Sigma No: L4390), Folin-ciocalteu fenol (Merck No: 1.06392), Bovin serum albumin (Sigma No: A2153), sodyum karbonat (Merck No: 1.06392)

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Protein Konsantrisi Eldesi

Öğütülen ve yağ ekstraksiyonu yapılan fındıktan alkali özütleme ve izoelektrik çöktürme yöntemiyle protein konsantrisi üretilmiştir [Aluko ve Monu, 2003]. Şekil 2’de nötral pH’da dondurularak kurutulan toz protein konsantrisinin elde edilmesi akım şeması verilmiştir.



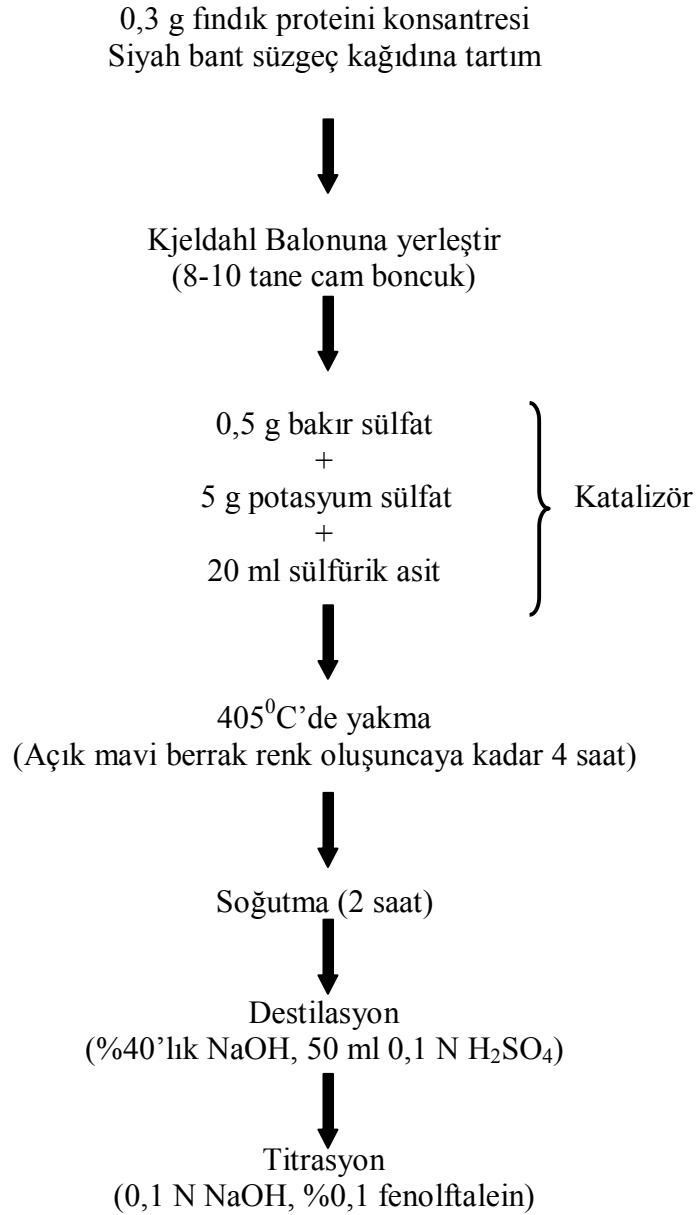


Şekil 3.1. Protein konsantresi üretimi akım şeması

3.2.2. Protein Analizi

3.2.2.1. Kjeldahl metodu

Elde edilen protein konsantrisinde protein miktarı tayini AACC-Method No. 46.12 [AACC, 2000] de verilen Mikro Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Standart bir yöntem olup örnekteki toplam azot miktarını belirleme ilkesine dayanmaktadır. Toplam azot miktarından 6,25 dönüşüm faktörü kullanılarak protein miktarı hesaplanmıştır. Kjeldahl ile protein analizi akım şeması şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Kjeldahl metodu ile protein analizi akım şeması

Titrasyon aşamasında harcanan NaOH sarfiyatından yola çıkılarak örneğin protein içeriği hesaplanmıştır. Kullanılan yöntemde prensip, azot içeren örneğin belli bir miktarının H₂SO₄ ile yakılarak içindeki tüm azotun (NH₄)₂SO₄' a dönüştürülmesi, çözeltinin bazikleştirilmesi ve açığa çıkan NH₃'ün damıtılıp belli standart bir asit çözeltisi içinde toplandıktan sonra nötrleşmeyen fazla asit miktarının titrasyonla saptanmasıdır. Kısaca Kjeldahl yönteminin temel amacı örnekteki serbest azotun amonyum iyonuna çevrilmesidir.

3.2.2.2. Lowry metodu

Fonksiyonel testlerden çözünürlük analizinde çözünür protein miktarının belirlenmesi amacıyla Lowry metodu uygulanmıştır. Bu yöntem alkali ortamda bakırın peptitlerle verdiği reaksiyon ve oluşan kompleksin folin-ciocalteu fenol çözeltisi ile ikinci bir reaksiyon sonunda mavi-yeşil bir renk vermesi ilkesine dayanan bir yöntemdir [Yetim ve Kesmen, 2008].

Bu yöntemde alkali koşullarda iki farklı reaksiyon gerçekleşmektedir. Birinci reaksiyonda peptit bağları ile Cu⁺² arasında biüre reaksiyonu sonucu indirgenmiş bakır oluşur. İkinci reaksiyonda ise Folin-Ciocalteu ayracı, tirozin ve triptofan amino asitleri ile tepkimeye girerek indirgenir ve mavi renkli heteropolimolibden kompleksi meydana getirir.

Standart Grafik Hazırlama

Lowry metodu ile protein tayininde aşağıda verilen formülasyonlarda uygun miktarlarda çözeltiler hazırlanmıştır:

A Çözeltisi: 21,2 g NaCO₃ + 1N 40 ml NaOH (Saf su ile 1 lt'ye tamamlama)

B Çözeltisi: 0,5 g CuSO₄5H₂O₄ + 0,5 g Na-K tartarat + 100 ml su

C Çözeltisi: 2 N Folin-Ciocalteu fenol + Aynı oranda saf su

D Çözeltisi: 1 hacim B çözeltisi + 50 hacim D çözeltisi

0-1 mg/ml konsantrasyon aralıklarında seyreltilmiş sığır serum albumin (BSA) protein çözeltisinden 100 µl alınarak 1 ml D çözeltisi eklenip vortekslenmiş ve 10 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda 0,1 ml C çözeltisi eklenerek vortekslenmiş ve 30 dk oda sıcaklığında yeniden inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda 750 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır [Hall, 1996]. Elde edilen absorpsiyon sonuçları ile bir standart kalibrasyon grafiği hazırlanmıştır. Fındık proteini konsantrisine yapılacak çözünür protein analizinde de aynı işlem basamakları uygulanarak örneğin çözünür protein grafiği oluşturulmuştur.

3.2.4. Toplam Kuru Madde Analizi

Toplam kuru madde tayini için etüvde kurutma yöntemi kullanılmıştır. Kuru madde kapları 105⁰C etüvde kurutulmuş ve tartıma getirilmiştir. Desikatörde soğutulmuş darası alınmıştır. Protein konsantrisinde kaba 3 g tartıldıktan sonra önceden ayarlanmış 105⁰C etüve örnek yerleştirilmiş ve 1 gece bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan kuru madde kapları desikatörde soğutulduktan sonra tartımları alınmıştır. % Kuru madde miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

m₁: Kurutulmuş boş kurutma kabı ve kapağın ağırlığı (g)

m₂: İçerisinde deney örneği bulunan kurutma kabı ve kapağının kurutma işlemi öncesi ağırlığı (g)

m₃: İçerisinde deney örneği, kurutma kabı ve kapağının kurutma işlemi sonrası ağırlığı (g)

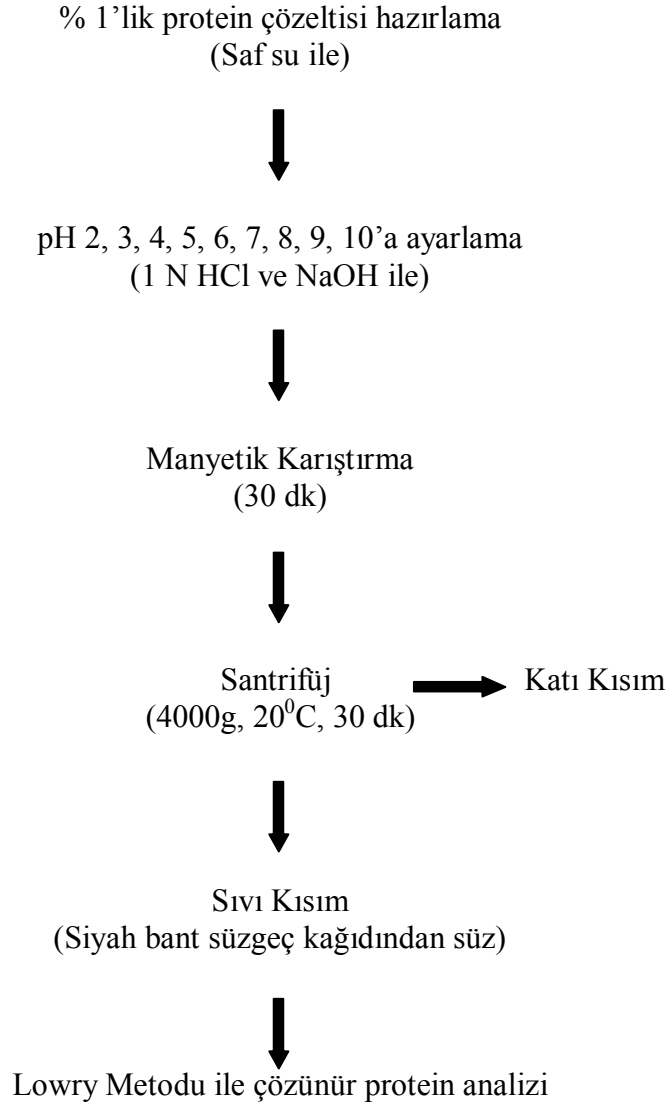
$$\% \text{ Kuru Madde} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

% Toplam Kuru madde Miktarı (g/100 g) = 100 - % Nem miktarı

3.2.4. Fonksiyonel Testler

3.2.4.1. Çözünürlük

Çözünürlük analizi Carbonaro vd.'de verilen yöntem modifiye edilerek yapılmıştır [Carbonaro vd., 1997]. Yönteme ilişkin akım şeması Şekil 3.3.'de verilmiştir. Saf su ile hazırlanan % 1 lik protein veya hidrolizat çözeltisinin pH'sı 2,0-10,0 arasında HCl ve NaOH (0.1, 1.0 ve 6.0 N) ile ayarlanmıştır. Ayarlı protein çözeltileri 30 dk oda sıcaklığında manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karıştırılan çözeltiler 4000g, 20 °C'de, 30 dk santrifüj edilerek, üstte kalan sıvı kısım siyah bant süzgeç kağıdından süzülükten sonra süzütüden uygun seyreltmeler yapılarak Lowry metodu [Hall, 1996] ile çözünür protein analizi yapılmıştır.



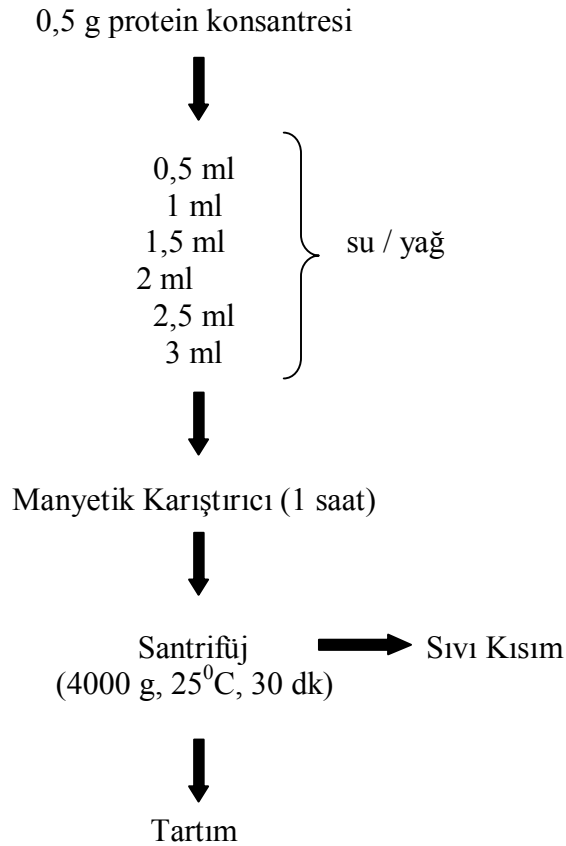
Şekil 3.3. Çözünürlük analizi akım şeması

3.2.4.2. Su ve yağ bağlama kapasitesi

Boye vd. yaptığı çalışmada belirtilen yöntemle göre analizler gerçekleştirilmiştir. Analize ilişkin akım şeması Şekil 3.4.'de verilmiştir. 0,5 g protein konsantrisi deney tüpünde tartılmış üzerine 0,5 ml - 3ml arasındaki oranlarda su eklenmiştir. Bir saat manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra 4000g, 25 °C'de, 30 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üstte kalan sıvı kısım dökülerek ve kalan kısımda ağırlık ölçümü yapılmıştır. İlk tartım (A_i) ve son tartım (A_s) farkından örneğin bağladığı su miktarı hesaplanmıştır [Boye vd., 2010].

$$\% \text{Bağlanan Su Miktarı} = (\text{İlk Tartım} - \text{Son Tartım}) / \text{İlk Tartım} * 100$$

Su için uygulanan işlemlerin aynısı yağ ile yapılmıştır. Ayçiçek yağı örnekler üzerine eklenerek işlemler tekrarlanmıştır.



Şekil 3.4. Su ve yağ bağlama analizi akım şeması

3.2.4.3. Jel oluşturma

Sathe ve Salunkhe'nin uyguladığı yönteme göre 75 mM fosfat tampon çözeltisi (pH 7,6) ile 3'er ml % 6-24 arasında protein çözeltileri kapaklı tüplerde hazırlanarak ve kaynar su banyosunda 30 dk karıştırılmıştır. Kaynatma işleminden sonra oda sıcaklığında 1 saat soğumaya bırakılmış ve soğuyan örnekler + 4 °C'de 1 gece bekletilmiştir. Ertesi gün tüplerde jelleşme olup olmadığı görsel olarak kontrol edilmiş ve jelleşme için konsantrasyon aralığı belirlenmiştir [Sathe ve Salunkhe,1981].

3.2.4.4. Emülsiyon oluşturma ve stabilitesi

Pearce ve Kinsella'nın kullandığı yönteme göre 0,1 M fosfat tampon çözeltisi (pH 7,0) ile % 0,1 lik protein çözeltisi hazırlanarak 1 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Elde edilen çözeltinin 30 ml'si ile 10 ml sıvı ayçiçek yağı ile oda sıcaklığında homojenizatörde (Ultra-Turrax T-50) 20000-22000 devirde 1 dk karıştırılarak bir emülsiyon oluşturulmuştur. Emülsiyon oluşumunun 0. ve 10. dk'larında 0,1 ml emülsiyon % 0,1'' lik sodyumdodesilsülfat (SDS) çözeltisine eklenmiş ve 500 nm dalga boyunda örneğin Absorbansı ölçülmüştür[Pearce ve Kinsella,1981]. Kör olarak % 0,1 SDS kullanılmış ve üç paralelli çalışılmıştır. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak emülsiyon aktivite indeksi (EAI), ve emülsiyon stabilite indeksi (ESI) hesaplanmıştır.

$$EAI = (2.303 * 2 * A * seyreltme oranı) / ((1-V) * C * 10000)$$

$$ESI = A_0 * z / \Delta A$$

$$A_{500} = 500 \text{ nm}'deki \text{ absorbans,}$$

$$\text{Seyreltme oranı} = 100,$$

$$V = \text{yağın hacimsel oranı (0,25),}$$

$$C = \text{emülsiyon öncesi çözeltideki proteinin oranı (\% 0,1),}$$

$$A_0 = 0. \text{ dakika absorbansı,}$$

$$z = \text{zaman (dk),}$$

$$\Delta A = 0. \text{ ve } 10. \text{ dakikalardaki absorbans farkı.}$$

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. PROTEİN KONSANTRESİ ÜRETİMİ

Proteinler yüksek sıcaklıklarda (50⁰C ve üzeri) uygulanan işlemlere maruz kaldıklarında konformasyonel değişime uğrayarak denatüre olurlar. Denatürasyonla, parçalanmış peptid zincirleri arasındaki –H bağları ve –S-S bağlarının –SH gruplarına dönüşmesi ileri aşamalarda proteinlerin yapı ve özelliklerinin geri dönüşümsüz olarak kaybedilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle fındığa herhangi bir ısıl işlem uygulamadan çiğ hali ile protein konsantresi için kullanılmıştır. Fındık dış zarlarının ısıtılarak yumuşatılması ve ardından protein denatürasyonuna neden olmayacak bir sıcaklıkta (30⁰C) kurutulması kabukların fındıklardan tamamen ayıklanmasını sağlamıştır. Dış zar kabuklarının ayıklanması ile saf protein izolasyonu için ortamda bulunan yabancı madde varlığı mümkün olduğunca minimum seviyeye indirilmiştir. Böylece kabuk içinde bulunan fenolik maddelerin proteini bağlayarak protein ekstraksiyonunu zorlaştırması engellenmiştir. Özütleme işleminde maksimum seviyede protein geçişini sağlayabilmek adına fındıkta %62 dolaylarında oldukça yüksek oranda bulunan yağ ekstraksiyonu yapılmış ve yağ oranı %6'ya kadar düşürülmüştür. Yağ ekstraksiyonu yapılırken fındıkların yüzey alanını artırarak ekstraksiyon işlemlerini kolaylaştırmak ve sonrasında özütleme işleminde yüksek protein geçişini sağlayabilmek adına öğütme işlemleri uygulanmıştır. Öğütme aşamasında örneğin homojen yapıda olması ve oluşan sıcaklıkla meydana gelebilecek protein denatürasyonunu önlemek amacıyla 30 saniyelik periyotlarla -196⁰C sıvı azot içinde dondurulmuş olarak fındıklar öğütülmüştür.

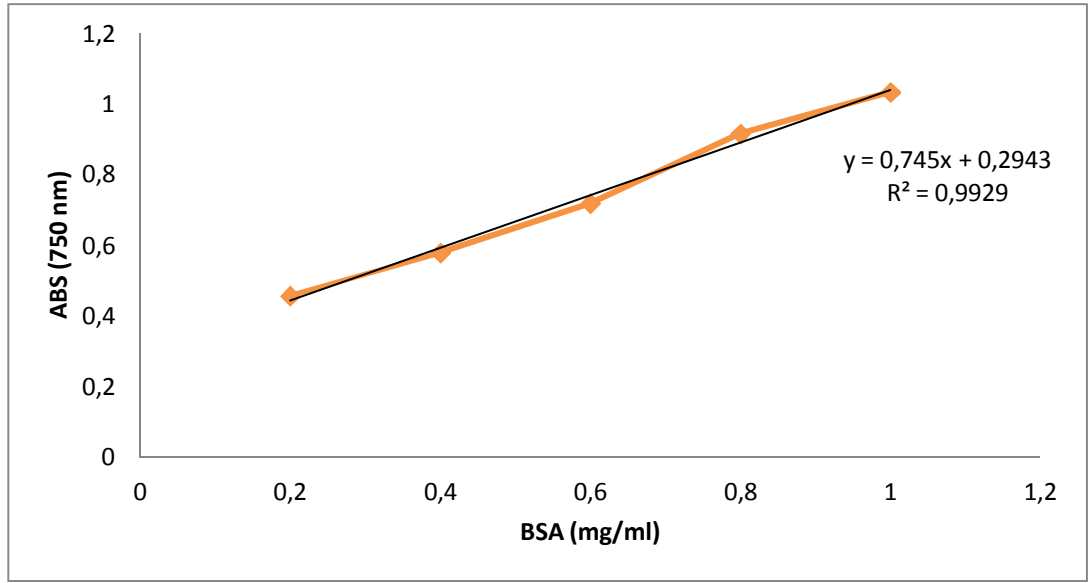
Alkali özütleme sırasında en fazla özütleme ve en az kayıp hedeflenmiştir. Bu nedenle pH 9'da özütleme işlemi yapılırken pH 4,5'de izoelektrik çöktürme yapılmıştır.

En yüksek protein oranının elde edildiği şartlarda üretilen ve analizlerde kullanılmak üzere hazırlanan protein konsantrisinde %89,71±1,2 protein bulunduğu saptanmış ve nem oranı %0,8 olarak hesaplanmıştır.

4.2. FINDIK PROTEİNİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

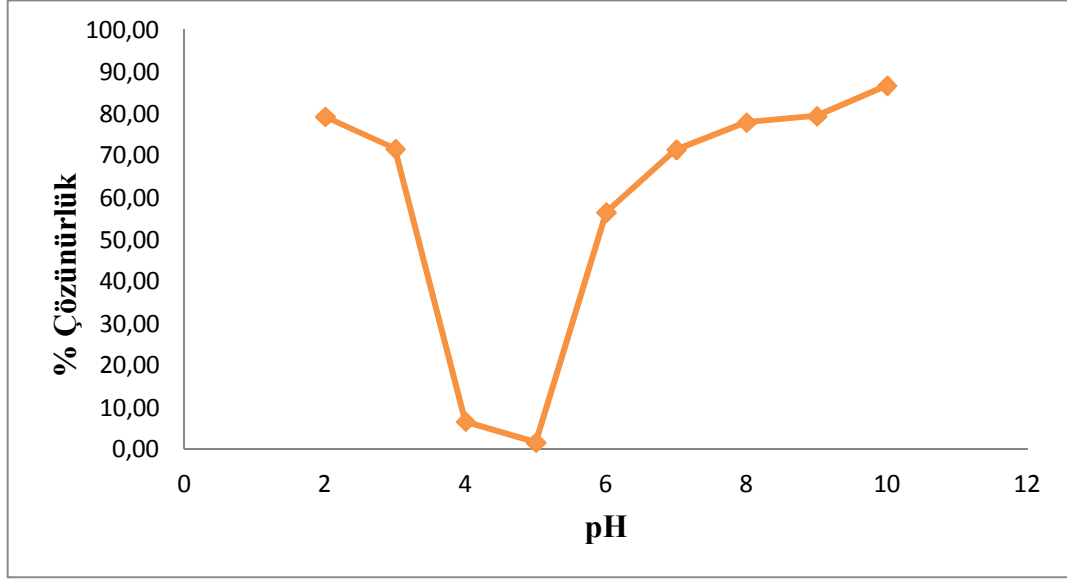
4.2.1. Çözünürlük

Çözünürlük analizinde kullanılmak üzere BSA'dan oluşturulan standart grafik Şekil 4.1'deki gibi elde edilmiştir. Elde edilen standart grafik eğrisine göre fındık protein konsantrisinin farklı pH'lardaki (pH 2-10) çözünürlüğü belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Çözünür protein miktarı için BSA kalibrasyon grafiği

Yapılan çalışmada fındık protein konsantrisinin farklı pH'lardaki çözünürlüklerine bakıldığında en düşük çözünürlüğün izoelektrik noktaya yakın olan pH 5'de olduğu görülmüştür (Şekil 4.2.). pH düştükçe, bir başka deyişle asidik ortama gidildikçe çözünürlük %79'a kadar çıkmış, pH artıp alkali ortama gidildikçe ise çözünürlük daha da artarak %87'ye ulaşmıştır.



Şekil 4.2. Fındık proteini konsantrinin çözünürlük grafiği

Yer fıstığı üzerine yapılan bir çalışmada yer fıstığı proteininin pH 2 ile 7 değerleri arasında çözünür olduğu, ancak pH 4,5'de (izoelektrik nokta) protein çözünürlüğünün minimum olduğu belirtilmektedir [Kim ve ark., 1992]. Kaju proteini üzerine yapılan bir başka çalışmada kajudan ekstrakte edilen protein konsantrisi üzerine yapılan çözünürlük analizinde proteinin izoelektrik noktası pH 4 olarak belirlenmiş olup, pH 2'de %80 çözünürlük, pH 6-12 arasında %85 çözünürlük görülmüştür [Ogunwollu vd., 2009]. Benzer bir çalışma soya proteini üzerine yapılmış olup proteinin izoelektrik noktası pH 4.5 olarak belirlenmiş, pH 2'de %80 çözünürlük, pH 7-10 arasında %95 çözünürlük tespit edilmiştir [Tsumura, K., 2005]. Bu kaynaklar ışığında fındık proteini, diğer yağlı tohumlar üzerine yapılan çözünürlük analizlerinden elde edilen sonuçlarla benzer özellikler göstermiş olup, çözünürlük özelliği kuvvetli olarak değerlendirilebilmektedir.

4.2.2. Su ve Yağ Bağlama

Yapılan analizde fındık proteini konsantrinin yaklaşık %195 su bağlama kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Örneklerde yağ bağlama kapasitesinin ise %210 değerinde olduğu saptanmıştır. Diğer bitkisel kaynaklı proteinler üzerine yapılan çalışmalarda protein kompozisyonu ve dizilişinin su ve yağ bağlama kapasitesini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür [Hall, 1996]. Bezelye, nohut ve mercimek proteini üzerine yapılan bir çalışmada bu proteinlerin yağ ve su bağlama kapasitesi özellikleri fındık proteini ile paralellik göstermiştir [Boye vd., 2010]. Bezelye proteinleri üzerine yapılan bir çalışmada soya proteininin hidrofilik özelliklerinin karboksil ve amino grupları gibi polar uçlardan kaynaklandığı belirtilmiş ayrıca su tutma ve çözünürlük arasında ters bir ilişkinin olduğu ileri sürülmüştür [Summer vd., 1981]. Kaju proteini üzerine yapılan bir çalışmada kaju proteininin su bağlama kapasitesi % 220, yağ bağlama kapasitesi % 442 olarak belirlenmiştir [Ogunwollu vd., 2009]. Pirinç proteini üzerine yapılan bir başka çalışmada ise proteinin su bağlama kapasitesi: % 281, yağ bağlama kapasitesi ise % 238 olarak bulunmuştur [Zhao vd., 2012] Elde edilen sonuçlar bu bulgulara göre değerlendirildiğinde fındık proteininin su bağlama özelliğinin diğer bitkisel kaynaklı proteinlere yakın değerlerde olduğu tespit edilirken, yağ bağlama özelliğinin diğer kaynaklara göre biraz daha zayıf olduğu görülmüştür.

Proteinlerin yağ bağlama mekanizmaları henüz tam olarak açıklanamamaktadır. Fakat lipid-protein kompleksinden ve protein içeriğinden yağ bağlama kapasitesi etkilenmektedir. Lipofilik grupların yüksek yağ emiliminin oluşmasında önemli role sahip olduğu düşünülmektedir [Summer vd., 1981]

Su tutma kapasitesi presleme, donma noktası tayini veya sorpsiyon izotermelerinin saptanması suretiyle de belirlenebilmektedir [Arogba, 1999; Barbut, 1996]. Su tutma kapasitesi gıdada özellikle et ürünleri ve pişirilmiş hamurlarda doku oluşumunda önemli role sahiptir [Zayes, 1997]. Protein bazlı gıdaların su tutma kapasitelerinin belirlenmesi, hem satışa sunulan ürünler için hem de yeni ürün geliştirmek için çok önemlidir. İşlenmiş gıda ürünlerinde protein formülasyona ilave ediliyorsa proteinin su tutma kapasitesi mutlaka belirlenmelidir. Birçok ticari ürün

%50 hatta bazen %95 oranında su içerebildiğinden iyi bir su tutma kapasitesi çok gereklidir. Su tutma oranı düşük formülasyonlarda, işleme sırasında [pişirme, dondurma vb.] sıvı kaybı gözlenir. Yüksek su tutma kapasitesine sahip protein bileşeni formülasyondaki diğer bileşenlerin kurummasına neden olur [Barbut, 1996; Zayes, 1997].

4.2.3. Emülsiyon Oluşturma ve Stabilitesi

Fındık proteini konsantrisinin EAI değeri $44 \text{ m}^2/\text{g} \pm 0,2$, ESI değeri $46 \text{ dk} \pm 0,2$ olarak bulunmuştur. Proteinlerin emülsiyon özelliklerini tanımlamak için emülsiyon kapasitesi, emülsiyon stabilitesi ve emülsiyon aktivitesi gibi tanımlar kullanılır. Emülsiyon kapasitesi, protein çözeltisinin veya suspansiyonunun yağı emülsifiye edebilme kabiliyetidir ve 1 gram proteinin spesifik koşullarda emülsiyon oluşturduğu yağ miktarı (ml) ile gösterilir. Emülsiyon stabilitesi, emülsiyon damlacıklarının kremsilenme, damlaların birleşmesi ve flokülasyon olmadan çözünür kalma kapasitesidir. Emülsiyon aktivitesi ise, proteinin emülsiyon oluşturmaya katkıda bulunabilme veya emülsiyonu stabilize edebilme kabiliyetidir ve stabilize olmuş olan emülsiyonun proteinin 1 gramındaki maksimum yüzey alanı [cm^2] ile gösterilir [Akıntayo ve ark., 1998; Aluko ve ark., 2001; Mızubutı ve ark., 2000; Zayes, 1997].

Kaju proteini üzerine yapılan benzer bir çalışmada proteinin EAI değeri $36,8 \text{ m}^2/\text{g}$, ESI değeri 50 dk olarak belirlenmiştir [Ogunwollu vd., 2009]. Proteinlerin emülsiyon özelliklerinde çözünürlüğün önemli rolü vardır. Çözünürlüğü az olan proteinler, çok zayıf emülsiyon özelliği gösterirler [Damodaran, 1994]. Stabil bir emülsiyon oluşturabilmek için protein malzemesinin çözünür, yüzeylerde hızlı adsorblama yeteneğine sahip olması, iyi dağılmış elektriksel yük taşıyan gruplara sahip olması, kuvvetli film oluşturma kabiliyetine sahip olması istenir. Bu özelliklere uyan ve stabil emülsiyon oluşturan protein, kazein ve peynir altı suyu proteini gibi süt proteinleridir [Linares ve ark., 2001; Zayes, 1997].

Proteinlerin, özellikle su ve yağ bağlama özellikleri üzerindeki etkileri 0.4M iyonik şiddetin altında kendini göstermektedir. İyonik şiddet 0.4M ' in üzerine çıktığı zaman, bu etki azalmaktadır [Schmidt, 1987]. Suda çözünen proteinlerin emülsiyon

kapasitesi tüm pH değerlerinde NaCl konsantrasyonunun arttırılmasıyla artar. Ancak NaCl konsantrasyonunun artması pH'ın 5-6 arasında olduğu durumlarda tuzlu suda çözünen proteinler artış görülür. Tuzlu suda çözünen proteinlerin bu davranışları izoelektriki noktanın değişimi ile benzerlik göstermektedir. Tuzlu suda çözünen proteinlerin çözünürlüğü pH ve iyon kuvvetinden etkilenmektedir. Bu nedenle gıdanın pH'sı ve formülasyondaki tuz miktarı, çözünebilir protein miktarını dolayısıyla emülsiyon kapasitesini ve stabilitesini etkilemektedir. Suda çözünen proteinlerin emülsiyon kapasitesinin protein konsantrasyonundan bağımsız olduğu söylenmektedir [Price, 1960].

4.2.4. Jel Oluşturma

Fındık protein konsantrasyonunun jel oluşturma özellikleri Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir. Protein konsantrasyonunun %8 derişiminde zayıf jel oluşumları başlamış %12 derişimde katı jel oluşumu gözlenmiştir. Benzer bir çalışma kaju proteinini üzerine yapılmış olup, kuvvetli jel oluşumu %13,5 zayıf jel oluşumu %6,5 derişimde gözlenmiştir [Ogunwollu vd., 2009]. Soya proteinini üzerine yapılan jelasyon analizinde ise kuvvetli jel oluşumu %12, zayıf jel oluşumu ise %6 derişimde gözlenmiştir [Tsumura, K., 2005]. Elde edilen analiz sonuçları bu bulgular ile kıyaslandığında fındık proteininin jel oluşturma özelliğinin diğer bitkisel protein kaynakları ile benzer özellikler gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Fındık proteinini konsantrasyonunda farklı konsantrasyonlara göre jel oluşumu

| % Protein Çözeltisi | 1. Paralel | 2. Paralel |
|---------------------|------------|------------|
| 2 | (-) | (-) |
| 4 | (-) | (-) |
| 6 | (-) | (-) |
| 8 | (+) | (-) |
| 10 | (+) | (-) |
| 12 | (+) | (+) |
| 14 | (+) | (+) |
| 16 | (+) | (+) |

(+): Jel oluşumu var, (-): Jel oluşumu yok

Proteinlerin jel oluşturma kabiliyetleri gıda üretiminde önemli bir fonksiyonel özelliktir. Protein jellerinin en büyük özelliği katı malzeme gibi davranmaları fakat aynı zamanda sıvıların birçok özelliğini göstermeleridir. Proteinlerin jel oluşturma özellikleri gıda formülasyonundaki tuz, şeker ve yağ içeriğinden etkilenmektedir. Jel oluşumu ile viskozite artar ve su tutma özelliği gelişir. Jel oluşumunun emülsiyon ve köpük stabilitesinde de önemli bir rolü vardır. Jellerin bu spesifik özellikleri, proteinlerin üç boyutlu yapısına bağlıdır (Zayes, 1997). Protein jellerinin kuvveti, protein konsantrasyonu arttıkça artar. Jel oluşturma için gerekli olan protein konsantrasyonu, protein özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Ovalbumin, kazein ve miyogloblin gibi globüler proteinler, jel oluşturmak için yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyarlar. Proteinlerin izoelektrik pH'larında oluşturulan jeller daha az sağlam yapıya sahiptirler. Jel kuvveti ısıtma sıcaklığından etkilenmektedir. Genellikle jel kuvveti optimum bir sıcaklık değerine kadar artmaktadır. Birçok protein için optimum sıcaklık, proteinin denatürasyon sıcaklığının biraz üzerindeki bir değerdir (Damodaran, 1994; Zayes, 1997).

Proteinlerin jel oluşturma özellikleri, gıdanın tekstürel özelliklerini belirleyen önemli bir faktördür. Jel oluşturma mekanizması ısı ile gerçekleştirilebilmesine rağmen, ısı ile işlem genellikle bazı besinsel özellikleri olumsuz etkileyebilmektedir. Isıl işlem proteinlerdeki zayıf interaksiyonları etkileyerek jel oluşumunu sağlamaktadır [Lullien, 2002].

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, yağı alınmış kavrulmamış tumbul iç fındıktan protein ekstraksiyonu yapılmış ve elde edilen protein konsantrisinde fonksiyonel testler uygulanmıştır. Uygulanan fonksiyonel testler sonucunda fındık proteininin çözünürlük özelliğinin diğer bitkisel protein kaynakları ile kıyaslandığında iyi olduğu izoelektrik nokta haricinde çözelti içinde oldukça yüksek oranlarda çözündüğü tespit edilmiştir. Su ve yağ bağlama kapasitesinin çok yüksek olmamakla birlikte endüstride kabul görebilecek seviyede bulunduğu belirlenmiştir. Emülsiyon oluşturma özelliği ve stabilitesi de yine kabul edilebilir aralıklarda çıkmıştır. Jel oluşturma özelliğinde ise literatürdeki bulguları doğrular nitelikte konsantrasyonla bağlantılı olarak sıkı jel oluşumları gözlemlenmiştir.

Günümüzde farklı birçok kaynaktan protein unu, konsantrisi veya izolatu elde edilmesi ile ilgili çalışmalar sürmektedir. Yapılan çalışmalar ile daha ucuz ve gerekli fonksiyonel özelliklere sahip yeni protein kaynakları araştırılmaktadır. Baklagiller, yağlı tohumlar ve yağlı meyveler gibi bitkisel kaynaklar bu arayışta ucuz olmaları ve bol bulunmaları nedeniyle önem kazanmaktadır. Genel olarak bu proteinlerin kullanımını kısıtlayan en önemli etken olarak fonksiyonel özelliklerinin zayıf olması gösterilmektedir. Ancak çeşitli enzimatik, kimyasal ve fiziksel modifikasyonlarla proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilebileceği de belirtilmiştir. Ticari olarak herhangi bir gıda ürününde kullanılacak proteinin fizikokimyasal özellikleri, gıda maddesinin özellikleri dikkate alınarak belirlenmelidir.

Bu çalışmanın, fındığın bitkisel protein kaynağı olarak kullanılması ve buna yönelik fonksiyonel özelliklerinin tespit edilmesi ile ilgili ilk çalışmalardan olduğu düşünülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu fonksiyonel özelliklerin geliştirilebilmesi, fındık yağı üretimi sonunda arta kalan posanın fonksiyonel gıdaların üretimi ve gıdaların zenginleştirilmesinde kullanılması ve yeni bir bitkisel protein kaynağının gıda endüstrisine kazandırılması konusunda bu çalışmanın yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- AACC, Approved Method of American Association of Cereal Chemists, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA, (2000).
- Achouri, A., Zhang, W. And Shiying, X., "Enzymatic hydrolysis of soy protein isolate and effect of succinylation on the functional properties of resulting protein hydrolysates", *Food Research International* Vol. 31, No:9, pp.617-623 (1998).
- Agboola, S. O., Mofolasayo, O. A., Watts, B. M. and Aluko, R. E., "Functional properties of yellow field pea (*Pisum sativum* L.) seed flours and the in vitro bioactive properties of their polyphenols", *Food Research International* 43: 582-588, (2010).
- Akıntayo, E.T., Esuoso, K.O., Oshodi, A., "Emulsifying Properties of Some Legume Proteins", *Int. J. of Food Sci. and Tech.*, 33: 239-246, (1998).
- Akıntayo, E.T., Oshodi, A.A. and Esuoso, K.O., "Effects of NaCl, Ionic Strength and pH on Foaming and Gelation of Pigeon Pea (*Cajanus cajan*) Protein Concentrates", *Food Chemistry*, 66: 51-56, (1999).
- Aluko, R.E., Mcintosh, T., Reaney, M., "Comparative Study of The Emulsifying and Foaming Properties of Defatted Coriander (*Coriandrum sativum*) Seed Flour and Protein Concentrate", *Food Research Int.*, 34: 733-738, (2001).
- Andres, M., Dominguez, H., Zuniga, M.E., Soto, C. and Chamy, R., "Characterisation of Protein Concentrates From Pressed Cakes of Guevina avellana (Chilean Hazelnut)", *Food Chemistry*, 78(2): 179-186, (2002).
- Arogba, S., "Studies on Kolanut and Cashew Kernels: Moisture Adsorption Isotherm, Proximate Composition, and Functional Properties", *Food Chemistry*, 67(3): 223-228, (1999).
- Bandyopadhyay, K. and Ghosh, S., "Preparation and Characterization of Papain-Modified Sesame (*Sesamum indicum* L) Protein Isolates", *J. of Agri. and Food Chemistry*, 50(23): 6854-6857, (2002).

- Barbut, S., "Determining Water and Fat Holding, in Methods of Testing Protein Functionality", pp. 186-226, Eds. Hall, G.M., Blackie Academic&Professional, London, (1996).
- Belitz, H. D. and Grosch, Food Chemistry, Translated by Hadziyev, D., Springer-Verlag, Berlin, (1986).
- Boye, J. I., Aksay, S., Roufik, S., Ribereau, S., Mondor, M., Farnworth, E., Rajamohamed, S. H., "Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques", *Food Research International*, 43:537-546, (2010).
- Carbonaro, M., Cappelloni, M., Nicoli, S., Lucarini, M., Carnovale, E., "Solubility-Digestibility relationship of legume proteins" *J. Agric. Food Chem.*, 45,3387-3394. (1997).
- Cepeda, E., Villaran, M.C., Aranguiz, N., "Functional Properties of Faba Bean (*Vicia faba*) Protein Flour by Spray Drying and Freeze Drying", *J. Food Eng.*, 36: 303-310, (1998).
- Chavan, U.D. McKenzie, D.B., Shadidi, F., "Functional Properties of Protein Isolates From Beach Pea (*Lathyrus maritimus* L.)", *Food Chemistry*, 74: 177-187, (2001).
- Chove, B.E., Grandison, A.S., Lewis, M.J., "Emulsifying Properties of Soy Protein Isolate Fractions Obtained by Isoelectric Precipitation. *J. of the Sci. of Food and Agric.*", 81: 759-763, (2001).
- Cheng, H. M., Muramoto, K., Yamauchi, F., Fujimoto, K., Nokihara, K., "Antioxidative properties of histidine-containing peptides designed from peptide fragments founds in the digests of a soybean protein". *J. Agric. Food Chem.*, 46:49-53, (1998).
- Damodaran, S., "Structure-Function Relationship of Food Proteins", *Protein Functionality in Food Systems*, (Editor: Ziegler, G.R.), Marcel Dekker, New York, 1-38, (1994).

- Damodaran, S., "Amino acids, Peptides and Proteins", Fennema's Food Chemistry 4th Ed. (Editor: Damodaran,S., Parkin,K.L.,Fennema,O.R.) CRC Press. New York, 217-331, (2007).
- Durmuş, F. E., Evranuz,Ö., "Proteinlerin gıda teknolojisi alanındaki önemi", Dünya Gıda Dergisi, (2005).
- Fellows, P., "Food Processing Technology", Principles and Technology, 2nd ed. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, (2000).
- Fennema, O. R. "Water and ice", In Food Chemistry, p. 17-94, Marcel Dekker, New York, (1996).
- Giese, J., "Proteins as ingredients: Types, functions, applications", Food Technology, 50:60, (1994).
- Göğüş, F., Fadiloğlu, S., "Food Chemistry", Nobel Yayın Dağıtım, 159-216, (2006).
- Hall, G. M., "Methods of Testing Protein Functionality", Chapman and Hall, (1996).
- Hui, Y.H., "Encyclopedia of Food Science and Technology", Volume 3, pp. 2185-2187, John Wiley&Sons Inc., New York, (1992).
- Inyang, U.E. and Iduh, A.O., "Influence of pH and Salt Concentration on Protein Solubility, Emulsifying and Foaming Properties of Sesame Protein Concentrate", JAOCS, 71(12): 1663-1667, (1996).
- Ibanoa LU, E. and Karataş, Ş., "High Pressure Effect on Foaming Behaviour of Whey Protein Isolate", Journal of Food Engineering, 47: 31-36, (2001).
- Karadeniz, T., Bostan, S. Z., Tuncer, C., Tarakçioğlu, C., "Fındık Yetiştiriciliği", Bilimsel Yayınlar Serisi, Ordu, (2008).
- Kim, N., Kim, Y.J. and Nam, Y.J., "Characteristics and Functional Properties of Protein Isolates from Various Peanut (*Arachis hypogaea* L) Cultivars", Journal of Food Science, 57(2): 406-410, (1992).
- Kinsella, J. E., "Functional properties of proteins in foods: A survey", Critical reviews in Food Science and Nutrition, April, (1976).
- Köksal, A. İ., "Türk Fındık Çeşitleri", 40 s, (2002).

- Krause, J.P., Schultz, M. ve Dudek, S., "Effect of Extraction Conditions on Composition, Surface Activity and Rheological Properties of Protein Isolates From Flaxseed (*Linum usitatissimum* L)", *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 82: 970-976, (2002).
- Linares, E., Larre, C., Popineu, Y., "Freeze- or Spray-Dried Gluten Hydrolysates 1. Biochemical and Emulsifying Properties as a Function of Drying Process", *Journal of Food Engineering*, 48: 127-135, (2001).
- Lullien-Pellerin, V. ve Balny, C., "High-Pressure as a Tool to Study Some Proteins' Properties", *Conformational Modification, Activity and Oligomeric Dissociation. Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3: 209-221., (2002).
- Mahajan, A. and Dua, S., "Comparison of Processing Treatments on the Composition and Functional Properties of Rapeseed Preparations (*Brassica campestris* L. var. toria)", *Nahrung*, 38(6): 578-587, (1994).
- Malabat, C., Sanchez-Vioque, R., Rabiller, C., Gueguen, J., "Emulsifying and Foaming Properties of Native and Chemically Modified Peptides from the 2S and 12S Proteins of Rapeseed (*Brassica napus* L.)", *JAOCs*, 78(3): 235-241, (2001).
- Matsumura, Y. ve Mori, T., "Gelation, in *Methods of Testing Protein Functionality*", pp. 76-110, Eds. Hall, G.M., Blackie Academic&Professional, London, (1996).
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı), "Proteinlerin Özellikleri", *Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*, Ankara, (2006).
- Mizubuti, I.Y., Junior, O.B., Souza, L.W.O., Silva, R.S.S.F. and Ida, E.I., "Response Surface Methodology for Extraction Optimization of Pigeon Pea Protein", *Food Chemistry*, 70: 259-265, (2000).
- Monteiro, P.V. and Prakash, V., "Functional Properties of Homogenous Protein Fractions from Peanut (*Arachis hypogaea* L.)", *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 42: 274-278, (1994).

- Moure, A., Rua, M., Sinerio, J., Dominguez, H., "Aqueous Extraction and Membrane Isolation of Protein from Defatted Guevina avellana", *Journal of Food Science*, 67(2): 688-696, (2002).
- Myers, D.J., Hojilla-Evangelista, M.P., Johnson, L.A., "Functional Properties of Protein Extracted from Flaked, Defatted, Whole Corn by Ethanol/Alkali During Sequential Extraction Processing", *JAOCS*, 71(11): 1201-1204, (1994).
- Neto, V.Q, Narain, N., Silva, J.B., Bora, P.S., "Functional Properties of Raw and Heat Processed Cashew Nut (*Anacardium occidentale*, L.) Kernel Protein Isolates", *Nahrung*, 45(4): 258-262, (2001).
- Ogunwollu, S. O., Henshaw, F. O., Mock, H-P. and Santos A., "Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (*Anacardium occidentale*) nut", *Food Chemistry* 115:852-858, (2009).
- Ogaro, M.C.L., Layno, M.D., Pilosof, A.M. and Macchi, R.A., "Functional Properties of Soy Protein Isolates as Affected by Heat Treatment During Isoelectric Precipitation", *JAOCS*, 69(2): 184-187, (1992).
- Panyam, D. and Kilara, A., "Functional Properties of Hydrolysates from Proteolysis of Heat-denatured Whey Protein Isolate", *Journal of Food Science*, volume 61, Issue 2, pages 270–275, March, (1996).
- Pearce, K. N. and Kinsella, J. E., "Emulsifying properties of proteins evaluation of a turbidimetric technique", *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 26, No: 3, (1978).
- Philips, L. G., Whitehead, D. M. and Kinsella, J., "Structure-function properties of food proteins", Academic Press, San Diego, Calif., USA, (1994).
- Pomeranz, Y., "Functional Properties of Food Components", pp. 155-187, Academic Press Inc., Orlando, (1985).
- Price, J.F. ve Schweigert, B.S. "The science of Meat and Meat Products", II. Edition S. 484-511, (1960).
- Ralet, M.C. and Gueguen, J. 2001. Foaming Properties of Potato Raw Proteins and Isolated Fractions. *Lebensm-Wiss u Technol*, 34: 266-269.

- Raymundo, A., Empis, J., Sousa, I., "Method to Evaluate Foaming Performance", *Journal of Food Engineering*, 36: 445-452, (1998).
- Rustom, I.Y.S., Lopez-Leiva, M.H., Nair, B.M., "Extraction of Peanut Solids with Water-Effect of The Process and Enzymatic Hydrolysis", *Lebensm-Wiss u Technol*, 26: 72-75, (1993).
- Rustom, I.Y.S., Lopez-Leiva, M.H. and Nair, B.M., "Optimization of Extraction of Peanut Proteins with Water by Response Surface Methodology", *Journal of Food Science*, 56(6): 1660-1663, (1991).
- Saldamlı, İ. ve Temiz, A., "Gıda Kimyası", Hacettepe Üniv. Yayınları, Ankara, 4. Bölüm, (1998).
- Sanchez-Vioque, R., Clemente, A., Vioquea, J. Bautista, J. and Millaana, F., "Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum* L.): Chemical composition, functional properties and protein characterization", *Food Chemistry*, 64 237-243, (1999).
- Sathe, S. K., Salunkhe, D. K., "Functional properties of great northern bean", (*Phaseolus vulgaris*), *Journal of Food Science*, 46(1),71-75, (1981).
- Savage, G. P., Deo,S.,"The nutritional value of peas (*pisum sativum*). A literature review", *Nutrition Abstracts and Reviews (Series A)*, Vol. 59, No.2, 65-88, (1989).
- Schmidt, D.M., "Functional and Biochemical Changes in Deboned", Turkey Due to Frozen Storage and Lipid Oxidation. *J. Food Science*. 52, 22., (1987).
- Sikorski, Z. E., "Chemical and Functional Properties of Food Proteins", CRC Press. p490, New York, (2001).
- Smith, D. M., "Meat Proteins: Functional Properties in Comminuted Meat Products", *Food Technology*, 42, 4, 116-121, (1988).
- Summer, A. K., Nielsen, M.A., Youngs, C.G.,"Production and evaluation of pea protein isolate", *Journal of Food Science*, Vol 46: 364-372, (1981).

- Tsumura, K., Saito, T., Tsuge, K., Ashida, H., Kugimiya, W., Inouye, K., "Functional properties of soy protein hydrolysates obtained by selective proteolysis", *LWT*, 38, 255-261, (2005).
- Vioque, J., Sanchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroche, J. and Millan, F., "Partially Hydrolyzed Rapeseed Protein Isolates with Improved Functional Properties", *JAACS*, 77(4): 447-450, (2000).
- Yetim, H., Kesmen, Z., "Gıda Analizleri", Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 163. Kayseri, (2008).
- Zaghloul, M. and Prakash, V., "Effect of Succinylation on the Functional and Physicochemical Properties of α -Globulin, The Major Protein Fraction From *Sesamum indicum* L. *Nahrung*", 46(5): 364-369., (2002).
- Zayes, S.F., "Functionality of Proteins in Food", Springer, New York, (1997).
- Zhao, Q., Selomulya, C., Xiong, H., Chen, X., D., Ruan, X., Wang, S., Xie, J., Peng, H., Sun, W., Zhou, Q., "Comparison Of Functional And Structural Properties Of Native And Industrial Process-Modified Proteins From Long-Grain *Indica* Rice", *Journal of Cereal Science* 56, 568-575, (2012).
- Zorba, O., Özdemir, S., Gökalp, H.Y., "Stability of Model Emulsions Prepared Using Whey and Muscle Proteins", *Nahrung*, 42(1): 16-18, (1998).

ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı-Soyadı: Kamuran ÖZTOP

Doğum Tarihi: 17.05.1986

Eğitim Durumu:

| Derece | Bölüm/Program | Üniversite | Yıl |
|---------------|-------------------|---------------------|-----------|
| Lisans | Gıda Mühendisliği | Mersin Üniversitesi | 2005-2010 |
| Yüksek Lisans | Gıda Mühendisliği | Mersin Üniversitesi | 2010- |

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. **Öztop, K.**, "Tek Öğünlük Kahvaltılık Gevrek ve Süt Ambalajı Tasarımı", Mersin Üniversitesi Ar-Ge Proje Pazarı, Mersin, Mayıs 2010.
2. **Öztop, K.**, "Tek Öğünlük Kahvaltılık Gevrek ve Süt Ambalajı Tasarımı", Doğu Akdeniz Üniversiteleri 3. Bölgesel AR-GE Proje Pazarı, Kahramanmaraş, Mayıs 2011.
3. **Öztop, K.**, Turhan, N., "Ambalaj Atıkları ve İmha Yöntemleri", Dünya Gıda Dergisi, Kasım 2011.
4. **Öztop, K.**, Turhan, N., "Ambalajlamada Kullanılan Yardımcı Malzemeler 1", Dünya Gıda Dergisi, Aralık 2011.
5. **Öztop, K.**, Turhan, N., "Ambalajlamada Kullanılan Yardımcı Malzemeler 2", Dünya Gıda Dergisi, Ocak 2012.
6. **Öztop, K.**, Turhan, N., "Ambalajlamada Kullanılan Yardımcı Malzemeler 3", Dünya Gıda Dergisi, Şubat 2012.
7. **Öztop, K.**, Turhan, N., "Ambalajlamada Kullanılan Yardımcı Malzemeler 4", Dünya Gıda Dergisi, Mart 2012.
8. **Öztop, K.**, Aksay, S., "Yogurt Delight", The 2nd International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 24-26 Ekim, Ohrid, Makedonya, 2013.
9. **Öztop, K.**, Aksay, "Functional Properties Of Hazelnut Protein Concentrate", International Food Congress: Novel Approaches in Food Industry, 26-29 Mayıs, İzmir, 2014.