

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**PEYNİR ALTI SUYUNDAN FARKLI TEKNİKLERLE  
PROTEİN KONSANTRESİ ÜRÜNLERİNİN ELDESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mesut CEMİLOĞLU**

**İstanbul**  
**Aralık, 2019**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ**  
**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**PEYNİR ALTI SUYUNDAN FARKLI TEKNİKLERLE PROTEİN  
KONSANTRESİ ÜRÜNLERİNİN ELDESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mesut CEMİLOĞLU**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN**

**İstanbul**  
**Aralık, 2019**

## ÖNSÖZ

Araştırmamdaki her aşamada bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Doç. Dr. İbrahim GÜLSEREN'e, yapılan analizlerde yardımcı olan Lab. Koordinatör Yard. Bilal ÇAKIR'a eğitim alanında dersleriyle bize vizyon katan çok değerli hocamız Prof. Dr. Bülent NAZLI'ya, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

**Mesut CEMİLOĞLU**  
**İstanbul- 2019**

## ÖZET

### PEYNİR ALTI SUYUNDAN FARKLI TEKNİKLERLE PROTEİN KONSANTRESİ ÜRÜNLERİNİN ELDESİ

Mesut Cemiloğlu

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği

Tez danışmanı: Doç. Dr. İbrahim Gülseren

Aralık-2019, 42 + X Sayfa

Peynir altı suyu (PAS), peynir üretiminde meydana gelen ve yan ürün olarak nitelendirilen sütün pıhtılaşması sonucu oluşan bir sıvıdır. İçerdiği laktoz, mineral madde, vitamin, süt yağı ve proteinler sayesinde oldukça zengin bir üründür.

Bu çalışmada, farklı tekniklerle endüstriyel kullanıma uygun protein konsantre ürünleri eldesi amaçlanmıştır. Süt ve süt ürünleri işleyen bir tesisten PAS temin edilmiştir numunenin pH, iletkenlik, nem, kül ve protein değerleri belirlenmiştir. PAS proteini konsantresi elde etmek amacıyla, PAS yağından santrifüj yardımı ile ayrılmıştır. Yağından ayrılmış olan PAS numunelerine 3 farklı derecede ultrafiltrasyon işlemi uygulanmıştır. Ultrafiltrasyon (UF) işlemi için 10 kDa por açıklığı bulunan UF membranı kullanılmıştır. Elde edilen farklı konsantrelerdeki PAS konsantreleri liyofilizasyon işlemiyle kurutulup toz protein konsantrelerine dönüşmüştür. Daha sonra 3 farklı şekilde elde edilen numunelerin protein miktarları (%) Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir.

Peynir altı suyundan elde edilen PAS tozunda ortalama % 16,69 protein tespit edilmiştir. PAS numunelerine uygulanan santrifüj işlemi ardından; numuneler UF ile hacmen 5 kat konsantre edilmiş ve toz haline getirilmiş konsantrenin ortalama protein içeriği % 31,2; UF ile hacmen 30 kat konsantre edilmiş ve toz haline getirilmiş konsantrenin ortalama proteini % 75,88 ve son olarak ortalama protein miktarı % 75,88 olan numuneye diyafiltrasyon işlemi uygulanmasıyla elde edilen konsantrenin ortalama proteini % 80,21 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan muameleler sonucunda protein konsantreleri % 16.69, % 31.2, % 75.88, % 80.21 olan endüstriyel kullanıma uygun PAS konsantre ürünleri elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Peynir Altı Suyu, Ultrafiltrasyon, Protein, Liyofilizasyon, Santrifüj

## **ABSTRACT**

### **GENERATION OF PROTEIN CONCENTRATE PRODUCTS FROM WHEY BASED ON VARIOUS TECHNIQUES**

Mesut Cemiloğlu

Master of Science, Food Engineering

Supervisor: Doç. Dr. İbrahim Gülseren

December-2019, 42 + X Pages

Whey is a liquid produced by the coagulation of milk, which is considered as a by-product in cheese production. Lactose, mineral substances, vitamins, milk fat and proteins render whey a highly valuable product.

In this study, various techniques were administered to obtain protein concentrate products from whey suitable for industrial use. Whey was obtained from a commercial dairy processing plant and its corresponding pH, conductivity, moisture, ash and protein content values were examined before any further treatments. In order to obtain whey protein concentrates, firstly remaining oil was separated from the whey samples by centrifugation. Ultrafiltration (UF) was administered to the centrifuged whey using 3 different methodologies, while a UF membrane with a 10 kDa molecular cutoff was used in the experiments. The concentrates obtained in the different treatments were dried by lyophilization and multiple protein concentrates were generated. The protein contents (%) of the treatments were then determined by the Kjeldahl method.

An average of 16.69% protein was detected in the immediately lyophilized whey powder samples. Following centrifugation, 5 times concentration by UF and lyophilization generated a powder with an average protein content of 31.2%. Similar UF process with 30 times volume based concentration increased protein concentration to 75.9% after lyophilization. Further diafiltration of the 75.9% sample generated a powder with 80.2% protein.

As a result of the treatments, whey protein concentrate products which are suitable for industrial use with protein concentrations of 16.69%, 31.2%, 75.88%, and 80.21% were obtained.

**Key words:** Whey, Ultrafiltration, Protein Content, Lyophilization, Centrifugation

# İÇİNDEKİLER

<b>BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ</b> .....	<b>i</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>v</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR BİLGİSİ</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. Peynir Altı Suyu</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1.1. Peynir Altı Suyunun Miktarını Etkileyen Faktörler</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Peynir Altı Suyu Bileşimi</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Peynir Altı Suyu Proteini Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3. Peynir Altı Suyu Proteini Ürünleri</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4.1. PAS Proteini Konsantresi- Whey Protein Concentrate (WPC)</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4.2. PAS Protein İzolatları - Whey Protein Isolate (WPI)</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4.3. PAS Proteini Hidrolizatı- Whey Protein Hydrolysates (WPH)</b> .....	<b>8</b>
<b>2.5. Peynir Altı Suyundan Elde Edilen Ürünler</b> .....	<b>8</b>
<b>2.5.1. Peynir Altı Suyu İçecekleri</b> .....	<b>8</b>
<b>2.5.2. Alkollü Peynir Altı Suyu İçecekleri</b> .....	<b>9</b>
<b>2.5.3. Diğer Gıda Ürünlerinde Kullanımı</b> .....	<b>9</b>
<b>2.6. PAS Proteini Üretiminde Uygulanan İşlemler</b> .....	<b>10</b>
<b>2.6.1. Santrifüj İşlemi</b> .....	<b>10</b>
<b>2.6.2. Ultrafiltrasyon İşlemi</b> .....	<b>11</b>
<b>2.6.3. Liyofilizasyon İşlemi</b> .....	<b>12</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1. Materyal</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2. PAS Proteini Üretimi</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3. PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 5 kat Konsantrasyonu İşlemi (N3)</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.1. Santrifüj</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.2. Ultrafiltrasyon</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3.3. Liyofilizasyon (N4)</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4. PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu İşlemi (N5)</b> .....	<b>18</b>

3.4.1. Santrifüj .....	18
3.4.2. Ultrafiltrasyon .....	19
3.4.3. Liyofilizasyon (N6) .....	19
<b>3.5. PAS Numunelerinin santrifüj, Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu ve Diyafiltrasyonu (N7) .....</b>	<b>19</b>
3.5.1. Santrifüj .....	19
3.5.2. Ultrafiltrasyon .....	19
3.5.3. Diyafiltrasyon .....	19
3.5.4. Liyofilizasyon (N8) .....	21
<b>3.6. Fizikokimyasal Analizler .....</b>	<b>22</b>
3.6.1. İletkenlik Tayini .....	23
3.3.2. pH Tayini .....	24
3.6.2. Kuru Madde Tayini .....	24
3.6.3. Kül Tayini .....	25
3.6.4. Kjeldahl Yöntemi ile Protein Tayini .....	26
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>28</b>
4.1. Peynir Altı Suyunun Fizikokimyasal Analiz Sonuçları .....	28
4.2. PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 5 kat Konsantrasyonu İşlemi (N3) Analiz Sonuçları .....	29
4.2.1. Santrifüj .....	29
4.2.2. Ultrafiltrasyon .....	29
4.2.3. Liyofilizasyon (N4) .....	29
4.3. PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu İşlemi (N5) Analiz Sonuçları .....	30
4.3.1. Santrifüj .....	30
4.3.2. Ultrafiltrasyon .....	30
4.3.3. Liyofilizasyon (N6) .....	31
4.4. PAS Numunelerinin santrifüj, Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu ve Diyafiltrasyonu (N7) Analiz Sonuçları .....	31
4.4.1. Santrifüj .....	31
4.4.2. Ultrafiltrasyon .....	31
4.4.3. Diyafiltrasyon .....	31
4.4.4. Liyofilizasyon (N8) .....	32
4.5. Kimyasal Analiz Sonuçları .....	32
4.5.1. İletkenlik Tayini Sonuçları.....	32
4.5.2. pH Tayini Sonuçları.....	33
4.5.3. Kuru Madde Tayini Sonuçları.....	34
4.5.4. Kül Tayini Sonuçları.....	35

4.5.5. Protein Tayini Sonuçları .....	36
5. SONUÇ .....	38
6. KAYNAKÇA.....	39



## KISALTMALAR LİSTESİ

UF:	Ultrafiltrasyon
PAS:	Peynir Altı Suyu
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
WPC:	PAS protein konsantresi- Whey protein concentrate
WPI:	PAS protein izolatı- Whey protein isolate
WPH:	PAS protein hidrolizatı- Whey protein hydrolysates

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> Peynir altı suyu bileşimi.....	5
<b>Tablo 2.2.</b> Peynir altı suyu proteinlerinin çeşidine göre içerikleri.....	6
<b>Tablo 2.3.</b> Süt proteinlerinin biyolojik aktiviteleri.....	7
<b>Tablo 4.1.</b> PAS muamelelerinin (N1, N3, N5, N7) iletkenlik ve pH değerleri.....	37
<b>Tablo 4.2.</b> PAS numunelerinin (N2, N4, N6, N8) %'de nem, kül, protein değerleri.....	37



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Ultrafiltrasyon sistemi.....	11
Şekil 3.1. PAS konsantresi elde etmek için yapılan muameleler.....	14
Şekil 3.2. Santrifüj tüpündeki santrifüj edilmiş peynir altı suyu.....	15
Şekil 3.3. Santrifüj işlemi sonrası yüzeyde biriken yağ tabakası.....	16
Şekil 3.4. Cole-Parmer Masterflex L/S Easy-Load marka ultrafiltrasyon sistemi....	16
Şekil 3.5. Dondurularak kurutma aşamasında olan bazı muameleler.....	17
Şekil 3.6. PAS numunelerinin santrifüj, ultrafiltrasyon ile hacmen 5 kat konsantrasyonu ve liyofilizasyon sonrası toz halleri (N4).....	18
Şekil 3.7. Santrifüj işlemi sonrası yağından ayrılmış PAS.....	18
Şekil 3.8. İlk yıkamadan çıkan ultrafiltrasyon atığı.....	20
Şekil 3.9. İkinci yıkamadan çıkan ultrafiltrasyon atığı.....	21
Şekil 3.10. PAS numunelerinin santrifüj, ultrafiltrasyon ile hacmen 30 kat konsantrasyonu, diyafiltrasyon ile hacmen 20 kat konsantrasyonu ve liyofilizasyon işlemi sonrası numuneler (N8).....	22
Şekil 3.11. Hanna Instruments EC 215.....	23
Şekil 3.12. Crison Masa Tip pH Metre BASİC 20.....	24
Şekil 3.13. Kül fırını.....	26
Şekil 4.1. Dondurularak kurutulmuş PAS, (N2).....	28
Şekil 4.2. Ultrafiltrasyon ile hacmen 30 kat konsantre edilmiş PAS ile santrifüj sonrası PAS arasındaki fark.....	30
Şekil 4.3. PAS muamelelerinin (N1, N3, N5, N7) ortalama iletkenlik değerleri.....	32
Şekil 4.4. PAS muamelelerinin (N1, N3, N5, N7) ortalama pH değerleri grafiği.....	33
Şekil 4.5. PAS muamelelerinin (N2, N4, N6, N8) ortalama %'de nem değerleri.....	34
Şekil 4.6. PAS muamelelerinin (N2, N4, N6, N8) ortalama %'de kül değerleri.....	35

# 1. GİRİŞ

Canlıların büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan fonksiyonel gıdaların en önemlilerinden birisi süttür. Süt protein, yağ, karbonhidrat ile enzimler, vitaminler, mineraller ve antikorlar gibi biyoaktif bileşenleri içeren bir besin maddesidir (Tülay, 2011).

Süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel özelliklerinin en önemli kaynaklarından birisi süt proteinleridir. Proteinler canlıların büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan temel maddelerdir. Peynir altı suyu süt proteinlerinin yaklaşık %20'sini içeren, peynir üretimi sırasında oluşan bir yan üründür (Yerlikaya, 2010).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği Taslağına göre ise “hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peynir altı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanılarak ya da kullanılmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellik gösteren tüm süt ürünleri” şeklinde tanımlanmaktadır (Türk Gıda Tebliği, 2015).

Peynir üretimi sırasında, sütün peynir mayası veya asitle pıhtılaştırılıp, pıhtının süzülmesiyle elde edilen suya peynir altı suyu denir (Bingöl, 1982). Peynir altı suyu  $\alpha$ -laktalbümin ve  $\beta$ -laktoglobülin gibi serum proteinleri, laktoz, mineral maddeler, vitaminler ve az miktarda süt yağı içerir. İçerdiği bileşenler sayesinde peynir altı suyu zengin bir üründür (Kurt, 1990).

Süt endüstrisinde peynir üretiminde ayrılan peynir altı suları, daha önceki yıllarda üretimlerden sonra yan ürün olarak nitelendirilirdi. Peynir altı sularında bulunan yüksek orandaki organik maddeler, atık su olarak kanalizasyonlara boşaltıldıklarında ciddi boyutlarda çevre kirliliği oluşturmaktadır. İçerdikleri besin unsurları sebebiyle de besin unsurlarının kaybına yol açmaktadır. Bu sebeple günümüzde, büyük peynir üreticisi fabrikalarının peynir altı suyunu yan ürün olarak kullanma zorunluluğu vardır (Küçüköner, 2011).

Son yirmi yıl içerisinde peynir altı suyu kullanım alanında uluslararası düzeyde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Peynir altı suları eskiden küçük işletmelerde sıvı halde geleneksel yöntemlerle kullanılmıştır. Günümüzde gelişen teknolojik imkanlar sayesinde, kurutma, konsantre etme veya fermantasyon gibi işlemlerle peynir altı suyu bileşenlerinin her biri izole edilip kullanılabilir hale getirilmiş ve değişik alan ve amaçlarla kullanılabilirliği artmıştır. Böylelikle peynir altı suyu değerli hale gelip önemi artmıştır (Bakırcı, 2006).

Peynir altı suları içerdikleri protein bileşenleri sayesinde son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bebek mamaları, sporcu gıdaları, bazı hastalıkları önleyici olarak gıda takviyelerinde ham madde olarak peynir altı sularından elde edilen protein kullanılmaktadır (Dinçoğlu, 2012).

Peynir üretiminde oluşan peynir altı suyu süzülür. Peynir altı suyu santrifüjden geçirilerek yağından ayrılır. Peynir altı suyuna ultrafiltrasyon işlemi uygulanır. Peynir altı suyu konsantresi elde edilir. Peynir altı suyu konsantresi spray-dried yöntemi veya liyofilizasyon işlemi ile protein tozuna dönüştürülür (Chrojnowski, 1979).

Bu tez çalışmasında da peynir altı sularında bulunan proteinleri konsantre ederek yüksek protein içerikli peynir altı suyu elde edebilmek için santrifüj, ultrafiltrasyon ve liyofilizasyon sistemleri kullanılmıştır. Santrifüj işlemi ile peynir altı suyundaki yağ uzaklaştırılmıştır. Böylelikle ultrafiltrasyon işleminde kullanılan filtrelerin tıkanması önlenmiştir. Ultrafiltrasyon işlemi ile süt şekeri olan laktoz ve diğer küçük moleküllerin önemli bir kısmı sistemden atık olarak uzaklaştırılmıştır. Liyofilizasyon işlemi ile de geriye kalan su peynir altı suyundan uzaklaştırılmıştır. Bu sayede yüksek protein içeriği bulunan ve yüksek kaliteli protein konsantreleri üretilmiştir.

## 2. LİTERATÜR BİLGİSİ

### 2.1. Peynir Altı Suyu

Tüketiciler son yıllarda sağlık konusunda giderek bilinçlenmişlerdir. Bu yüzden tükettikleri gıdalarda seçici olmaya başlamışlardır. Tükettikleri gıdaların vücudun temel besin ögesi gereksinimlerini karşılayabilmesine önem vermişlerdir. Vücudumuzda fizyolojik etki sağlayarak, bazı hastalıkların oluşumunu azaltıcı, hastalıklardan koruyucu ve hastalıkları tedavi edici özelliklere sahip olan gıdaları tercih etmektedirler. Bu gıdalar genel olarak fonksiyonel gıdalar olarak nitelendirilir. Bu ürünlerin, gıda endüstrisine pazar payı sürekli gelişim göstermektedir. Özellikle peynir altı suyu proteinleri gibi süt ve süt ürünleri katkı maddelerin, fonksiyonel ürünlerde kullanım oranları giderek artmaktadır. (Yerlikaya, 2010).

TÜİK'in 2010 verilerine göre Türkiye'de üretilen sütün (13.544.000 ton) yılda %20'si ile peynir üretimi yapılmaktadır. Bu kapasitede 2.709 bin tonluk peynir ürününe karşılık gelmektedir (Dinçoğlu vd., 2012). Üretilen peynirin cinsine ve kullanılan yapım tekniklerine göre yılda 3-4 milyon ton peynir altı suyu elde edilmektedir (Tosun ve Arslan, 2011). Dünyada peynir üretimine bağlı olarak elde edilen peynir altı suyu miktarının yılda 560 milyon ton hacminde olduğu düşünülmektedir (Henriques vd., 2012).

Peynir üretimi sırasında, süt, peynir mayası veya asitle pıhtılaştırılır. Oluşan pıhtı süzülür ve peynir altı suyu adı verilen yan ürün oluşur (Bingöl, 1982). Peynir yapımında kullanılan sütün %70-90'ı peynir altı suyu olarak elde kalmaktadır. Bu miktar peynir üretim çeşidine göre farklılık gösterebilir (Uraz, 1981). Peynir altı suyu süt bileşenlerinden  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin gibi serum proteinleri, laktoz, mineral maddeler, vitaminler, protein ve az miktarda süt yağı içerir (Kurt, 1990). Peynir altı suyu bileşenlerinden en önemli olanları peynir altı suyu proteinleridir. Peynir altı suyu proteinleri tüm esansiyel amino asitleri içermektedir. Bu proteinler fosforillenmiş ya da glikozillenmiş olmayan globuler yapılardır ve ısıya duyarlıdır (Bilal vd., 2017).

### 2.1.1. Peynir Altı Suyunun Miktarını Etkileyen Faktörler

Peynir altı suyu her peynirde farklı miktarlarda elde edilebilir. Bu miktarı etkileyen faktörler yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir. Peynir üretiminde kullanılan sütün bileşimi ve sütün kalitesine bağlı olarak peynir altı suyu miktarı değişebilmektedir (Uraz, 1981). Peynir üretiminde kullanılan teknik, sütün kuru madde miktarı, süte uygulanan pastörizasyon yöntemi, natural ya da kültür peynir üretimi, pıhtılaştırmada kullanılan maya, asit miktarı ve kalitesi peynir altı suyu miktarını etkiler. Pıhtılaşma sıcaklığı, süresi, oluşan pıhtının parçalanma biçimi de peynir altı suyu miktarı için önemli bir kriterdir (Mete, 2012).

### 2.2. Peynir Altı Suyu Bileşimi

Peynir altı suyu bileşim olarak süte benzerlik gösterir. Süt kuru maddesinin yaklaşık yarısını, süt şekerinin hemen hemen tamamını, proteinlerin yaklaşık 1/5'ini ve B vitaminlerinin büyük bir bölümünü içermektedir (Demirci vd., 1989). Tablo 2.1 de Peynir altı suyundaki kül, süt şekeri (laktoz), protein, yağ, kuru madde, su miktarları yüzde olarak gösterilmiştir.

Kimyasal, fiziksel ve fonksiyonel özellikleri yüksek proteinlerce zengin olan peyniraltı suyu, beslenme açısından önemlidir (McIntosh vd., 1998). Kazein koagülasyonunun tipine göre, peynir altı suları ekşi ve tatlı yapıda olabilirler. Rennet-koagule kazein ya da peynirden üretilen peynir altı suyu tatlı peynir altı suyu ya da peynir peynir altı suyu olarak adlandırılırken, mineral ya da laktik asit-koagule kazeinden üretilen peynir altı suyu ise asit peynir altı suyu olarak adlandırılır. Peynir altı sularının bileşimi ve özellikleri üretimde kullanılan teknolojiye, peynir üretiminde kullanılan sütün kalitesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Jelicic vd., 2008). En önemli ticari peynir altı suyu protein ürünleri ~%85'e varan protein içeriği ile peynir altı suyu protein konsantratları ve ~%95 protein içeren peynir altı suyu protein izolatlarıdır (Morr vd., 1993).

**Tablo 2.1.** Peynir altı suyu bileşimi (Demirci vd., 1989).

Bileşenler	Peynir Altı Suyundaki Miktarı %
Su	93,3
Kuru madde	6,7
Yağ	0,9
Protein	0,9
Süt şekeri (laktoz)	4,4
Kül	0,5

Peynir altı suyu bileşimi Tablo 2.1’de de gösterildiği gibi yaklaşık %93,3 sudan oluşmaktadır. Peynir altı suyunda bulunan bileşenlerden biri de laktozdur. Laktoz, glikoz ve galaktozdan meydana gelmiş bir disakkarittir. Tablo 2.1’e baktığımızda laktoz miktarının, toplam kuru maddenin yarısından fazlasını oluşturduğunu görüyoruz. Dolayısıyla laktozun uzaklaştırılması yüksek proteinli ürünlerde temel bir gerekliliktir. Laktoz, kalsiyum ve fosfor gibi mineral maddelerin emilimine yardım eder, sindirme problemi yaşayan kişilere sindirimde yardımcı olmaktadır (Demirgöl, 2018). Laktozdan sonra peynir altı suyunda miktar olarak protein, yağ ve düşük konsantrasyona karşılık gelmek üzere kül bulunmaktadır. Peynir altı suyunda bulunan protein düşük gözükse de (% 0,9)  $\alpha$ -laktalbümin,  $\beta$ -laktalbümin, serum albümin ve globülin gibi değerli proteinler ihtiva ettiğinden dolayı peynir altı suyunu değerli bir ürün haline getirir.

## **2.2.Peynir Altı Suyu Proteini Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri**

Peynir altı suyu proteini, peynir üretimi sırasında oluşan peynir altı suyunu önemli kılan bileşendir. Peynir altı suyu proteini biyolojik özellikleri ve sistein, metionin gibi sülfür içeren amino asitleri içermesi dolayısıyla diğer proteinlerin çoğundan üstün bir esansiyel aminoasit kaynağıdır. Peynir altı suyu proteinleri diğer protein kaynakları ile karşılaştırıldığında, peynir altı suyu proteinlerinin kısa zincirli amino asitleri olan, L-isolösin, L-lösin ve L-valin’i yüksek konsantrasyonlarda içerdiği görülmüştür (Harper, 2000). Tablo 2.2’de peynir altı suyunda bulunan proteinlerin konsantrasyonları yüzde olarak belirtilmiştir. Konsantrasyonu en yüksek olan protein  $\beta$ -laktoglobulin, en az olan protein laktoferrin olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 2.2.** Peynir altı suyu proteinlerinin çeşidine göre içerikleri  
(Foegeding vd., 2011)

<b>Peynir Altı Suyu Proteini</b>	<b>Konsantrasyon (%)</b>
$\beta$ -Laktoglobulin	50-60
$\alpha$ -Laktalbumin	12-16
İmmüoglobulin	5-8
Serum Albumin	3-5
Laktoferrin	<1

Tablo 2.3'te süt proteinlerinin biyolojik aktiviteleri gösterilmiştir. Toplam peynir altı suyu proteininin %50- 60'ını  $\beta$ -laktoglobulin oluşturmaktadır.  $\beta$ -laktoglobulin midede bulunan proteolitik enzimlere ve asitliğe karşı dayanıklılık göstermektedir. Gösterdiği dayanıklılık sayesinde, inekten buzağıya retinol (provitamin A) taşıyıcısı özelliği kazandırmaktadır. Sülfür içeren amino asitlere sahip olan içeriği sayesinde antioksidan etkisi vardır (Marshall, 2004).

Toplam peynir altı suyu proteininin yaklaşık %12- 16'sını  $\alpha$ -laktalbumin oluşturur.  $\alpha$ -laktalbumin meme bezlerinde bulunan laktozun sentezlenmesinde rol oynar. Bazı kanser türlerinde antikanserojen etkisi vardır. İyi bir kalsiyum taşıyıcısıdır (Yıldırım vd., 2010).

İnek sütünden üretilen peynirlerin sularında ve ağız sütünde immüoglobulinler bulunur. İmmüoglobulinler peynir altı suyunun %5-8'ini oluştururlar. Peynir altı suyu proteinlerinin bulunan immüoglobulinler, bebekler için pasif immünite sağlar, yetişkinlerde ise bağışıklık sistemini destekler (Harper, 2000).

Serum albumin yüksek sistein içerir. Bu yüzden karaciğerde glutatyon üretiminde önemli bir kaynaktır (De Wit, 1998).

Laktoferrin proteinin biyoaktivitesi demir bağlama özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu özelliği sayesinde mikrobiyal gelişimi ve oksidatif reaksiyonları önleyici rol oynamaktadır. Bebeklerde patojenlere karşı savunma mekanizmasında rol

oynamaktadır. Bazı mikroorganizmalara karşı bakterisidal ve bakteriyostatik etki gösterebilmektedir. Antibiyotik yapısı vardır (Shah, 2000).

Laktoperoksidaz, doğal antimikrobiyel ajandır. Kullanım alanı geniştir. Diş macunu, ağız çalkalama ajanı gibi ağız sağlığı ile ilgili ürünlerde ve diş çürüklerinin gelişimini engellemek için kullanılmaktadır (German vd., 2001).

**Tablo 2.3.** Süt proteinlerinin biyolojik aktiviteleri (Madureira vd., 2007).

Protein	Biyolojik Aktiviteleri
$\alpha$ -Laktalbumin	Laktoz Sentezi Ca taşıyıcı Antikarsinojenik Antimikrobiyal
$\beta$ -Laktoglobulin	Retinol taşıyıcı Yağ asidi bağlayıcı Antioksidan Antibakteriyel Antiviral
Serum Albumini	Yağ asidi bağlayıcı Antimutajenik
İmmunglobulinler	İmmün koruma
Laktoperoksidaz	Doğal antimikrobiyel

### 2.3. Peynir Altı Suyu Protein Ürünleri

PAS proteini üretiminde uygulanan işlemlere göre elde edilen konsantrelerin protein miktarı farklılık gösterir. Bu işlemlere göre üç çeşit PAS proteini ürünü vardır. Bunlar; PAS proteini konsantresi, PAS proteini izolatu ve PAS proteini hidrolizatıdır.

#### 2.4.1. PAS Proteini Konsantresi- Whey Protein Concentrate (WPC)

Piyasada en çok tercih edilen PAS protein çeşidi PAS protein konsantresidir. Peynir üretiminde elde edilen peynir altı suyu süzülür. Süzülen bu suya ultrafiltrasyon işlemi uygulanır. PAS proteini konsantresi, % 20-40 oranında protein içerir. Ürünün geri kalanı laktoz, mineral ve yağlardan oluşur.

#### **2.4.2. PAS Protein İzolatları - Whey Protein Isolate (WPI)**

PAS protein izolatu en saf PAS proteini çeşididir. Çeşitli filtreleme teknikleri ile elde edilir. Genellikle PAS konsantresi mikrofiltreleme ve dondurarak kurutma işleminden geçirilerek izole PAS proteini elde edilir. İzole PAS proteini %90-95 oranında protein içerir. (Anonim, 2016). Filtreleme işleminde laktozun tamamı neredeyse kaybolur. Bu yüzden laktoz intoleransı olanlar rahatlıkla PAS protein izolatu kullanabilir. Yağ oranı çok düşüktür. İzole PAS proteini daha saf ve daha yüksek miktarda protein içermesi nedeniyle, konsantre PAS ürünlerinden daha pahalıdır.

#### **2.4.3. PAS Proteini Hidrolizatı- Whey Protein Hydrolysates (WPH)**

WPH ürünleri, konsantre PAS veya PAS protein izolatlarından enzimatik hidroliz tekniği ile üretilmektedir. Enzimatik hidroliz tekniği proteindeki peptit bağları parçalanarak, proteinin önceden sindirilmiş gibi hareket etmesini sağlayan bir işlemdir. Böylece hidrolize PAS proteini ve içerisindeki amino asitler, vücut tarafından çok daha hızlı emilir. Yani diğer proteinlere göre avantajı hızlı sindirilebilmeleridir (Doğan, 2017). Laktoz içermediği için alerjik reaksiyonlara neden olmaz.

### **2.5. Peynir Altı Suyundan Elde Edilen Ürünler**

#### **2.5.1. Peynir Altı Suyu İçecekleri**

1970'li yıllarda ilk olarak peynir altı suyundan içecek üretimi yapılmıştır. İsviçre'de üretilen en eski içeceklerden biri olan Rivella bu bağlamda değerlendirilebilir. Günümüze farklı, aromalarda fermente edilmiş ve kurutulmuş peynir altı suyu içecekleri mevcuttur (Jelicic vd., 2008). Peynir altı suyundan alkollü ve alkolsüz içecekler üretilmektedir. Peynir suyunun meyve aromalarına katılmasıyla alkolsüz içecek elde edilmektedir. Ayrıca peynir suyuna sakkaroz, karamelize şeker, bira mayası ve meyve aroması ile su katıldıktan sonra karışım, 18°C de 8-12 saat fermantasyona bırakılarak peynir suyu şampanyası üretilmektedir (Kırdar, 2001).

Peynir altı suyu proteinlerinden olan laktoferrin demir bağlamaktadır. Diğer bir PAS proteini olan  $\alpha$ -laktalbumini sayesinde serbest fenilalanin ve kalsiyum bağlanmaktadır. Bu nedenle, peynir altı sularından elde edilen fonksiyonel gıdalar osteoporoz rahatsızlığı çeken yaşlı insanların beslenmesinde oldukça önemlidir (Jelicic vd., 2008).

### **2.5.2. Alkollü Peynir Altı Suyu İçecekleri**

Peynir altı suyunda bulunan kuru maddenin %70'ini laktoz oluşturmaktadır. Bu yüzden alkollü peynir altı suyu içeceklerinin alkol miktarı düşüktür ( $\leq$  %1,5). Peynir altı suyundan alkollü içecekler laktozun doğrudan fermentasyonu ya da sakaroz ilavesiyle, aromalandırma, tatlandırma ve ambalajlama aşamalarından meydana gelir. Kefir kültürünün peynir altı suyu ile fermente edilerek üretilen “Milone” ve “Serwoit” olarak tanınan peynir altı suyu köpüklü şarabı örnek olarak verilebilmektedir (Jelicic vd., 2008).

PAS'ın laktik asit bakterileri ile fermentasyonu sonucu elde edilen probiyotik peynir altı suları içeceklerinin, kandaki kolesterol seviyesi ve kan basıncını düşürücü, laktoz metabolizmasını düzenleyici, antikanserojenik özellikleri olduğu belirtilmektedir (Shah, 2007).

### **2.5.3. Diğer Gıda Ürünlerinde Kullanımı**

Proteinler yüksek çözünürlük özellikleri, su tutma kapasitesini artırma ve viskozite iyileştirme özelliklerinden dolayı, yağ damlacıklarının emülsifikasyonu ve emülsiyon özelliklerinin iyileşmesine neden olmaktadır. Peynir altı suyu protein izolatları da yağlarda lesitin ile kullanıldığı zaman emülsifiye edici özelliği artmaktadır. Bu özellikleri sayesinde süt ürünlerinde ve özellikle sürülebilir krem peyniri üretiminde, krema, mayonez gibi ürünlerde kullanılmaktadır (Yıldız Akgül, 2017).

Peynir altı suyu proteinleri gıdalarda asit stabilitesi sayesinde yapı ve kıvamı sağlarlar, köpüklenme ve emülsifiye özelliklerini artırır. Bu özellikleri sayesinde pasta, çikolata ve şekerlemelerde kullanılmaktadır. Kıvam artırma özelliklerinden dolayı

çorbalarda, soslarda kıvam arttırıcı olarak kullanılabilirler (Koçak vd., 1994; Gökalp vd., 1999).

Peynir altı suyunun kaynatılıp süzülmesiyle lor peyniri, ıstıllıp koyulaştırılmasıyla ise Mysost elde edilir (Kurt, 1981).

Peynir altı suyu protein konsantratu ve peynir altı suyu tozu yoğurda sıkı bir yapı vermek, aroma kazandırmak için kullanılmaktadır (İnal vd., 1990). Ekmek yapımında besin değerini yükseltmekte ve daha iyi görünüm sağlamaktadır (Bilgin vd., 2006).

Literatürde peynir yapımında yan ürün olarak meydana gelen PAS'ın atık olarak nitelendirildiğinde çevreye ve doğaya zarar verdiği bahsedilmektedir. Bununla beraber global ticarete gıda firmalarının protein konsantrelerinin yaygın kullanımından ve son ürün üretiminde PAS konsantrelerine olan ihtiyaçtan bahsedilmektedir. Bu nedenle çalışmada PAS'tan protein konsantresi, hangi şartlar altında ve hangi cihazlar ile ne kadar sürede ne kadar konsantrasyonda elde edilebilir gibi noktalara değinilmiştir.

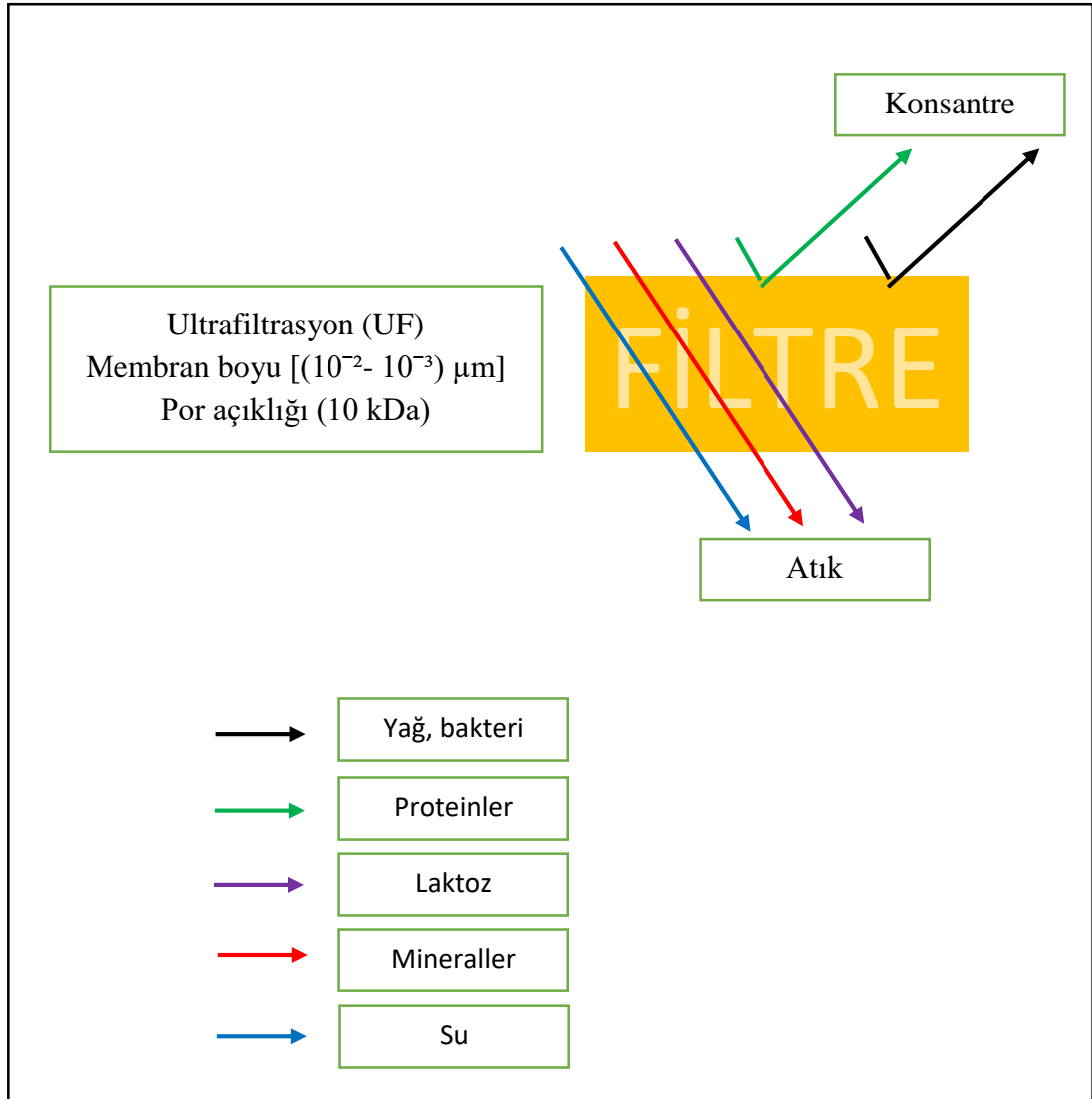
## **2.6. PAS Proteini Üretiminde Uygulanan İşlemler**

### **2.6.1. Santrifüj İşlemi**

Laboratuvar tipi santrifüj, tüplerin içerisindeki karışımların çökelme prensibine göre ayrılmasını sağlayan cihazlardır. Karışımlardaki ağır maddeler, merkezkaç kuvveti yardımıyla tüpün alt kısmına çökmeye zorlanır. Daha hafif maddeler ise, tüpün üst kısmında birikir. Böylece yer çekimi etkisiyle ayırım gerçekleşmiş olur. Daha çok süspansiyonları ve emülsiyonları ayırtırmada kullanılır. Santrifüjün içinde karışımların konulacağı tüpler vardır. Bu tüpler, cihazın içine simetrik olarak yerleştirilir ve tüplerin içine koyulacak örneklerin ağırlıkları eşit seçilir. İstenilen devir ve dakika ayarlanarak işleme başlanır (Eroğul, 2018). Laboratuvar tipi santrifüjlerin yanı sıra sanayi tipi santrifüj sistemleride bulunmaktadır bunlar daha büyük kapasiteli, tüpsüz ve otomatiktirler.

## 2.6.2. Ultrafiltrasyon İşlemi

Gıda sanayisinde birbirinden farklı olan fazları birbirinden ayırmak için filtrasyon teknikleri kullanılır. Filtrasyon, sistemden boyut farkına dayanarak iki veya daha fazla bileşenin ayrılması olarak tanımlanır. Membran filtrasyon ise sıvı içinde çözünen katıların ve gaz karışımlarının ayrılmasında kullanılır (Köseoğlu, 2011). Ultrafiltrasyon (UF), sisteminin genel akışı Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Ultrafiltrasyon sistemi

Ultrafiltrasyon tekniği yüksek moleköl ağırlıklı bileşenleri, ısı uygulaması ve faz değişimine uğratmadan küçük moleköl ağırlıklı olanlardan ayırmak için kullanılır. Ayrıca membrandan geçemeyen moleküller ağırlığına göre tanımlanır. Ultrafiltrasyon membran sistemlerinde 70-700 kPa arası basınçlara gereksinim duyulmaktadır. Ultrafiltrasyon membranlarının por çapları 0.001- 0.02 m arasında olup, moleköl ağırlığı ayırma sınırı 1000- 80,000 kDa değerlerindedir (Paul vd., 2015).

Ultrafiltrasyon tekniği gıda sanayinde protein ve nişasta gibi ısıya duyarlı moleküllerin fonksiyonel özelliklerini olumsuz etkileyen ısıl reaksiyonları en aza indirger. Gıda işleme ve süt ürünleri endüstrisinde yararlı bileşiklerin geri kazanmak amacıyla ultrafiltrasyon tekniği kullanılabilir. Peynir altı suyunda bulunan proteinlerin, protein olmayan azotun, laktoz veya minerallerin ayrılmasında ve tutulmasında ultrafiltrasyon kullanılır (Özcan, 2011).

### **2.6.3. Liyofilizasyon İşlemi**

Liyofilizasyon, dondurarak kurutma işlemidir. Donmuş su (buz), sıvı faza geçmeden (erimeden) doğrudan gaz fazına geçer. Bu faz geçişi Sıcaklığın 0.01°C, basıncın 611.73 Pa'ın altında olduğu bütün durumlarda süblimleşme gerçekleşmektedir.

Bir liyofilizatör, soğutma sistemi, kurutma odası, vakum pompası, ısıtma ünitesi gibi kısımlardan oluşur. Soğutma sistemi soğutucu akışkanın, sıvı halden gaz haline, gaz halinden sıvı haline geçirilmesiyle soğutma yapan sistemdir. Kurutma odası numunenin bulunduğu ve vakumun gerçekleştiği odadır. Vakum pompası kurutma odasındaki sürekli vakumu sağlayan parçadır. Tüm bu sistemler bir arada liyofilizatörü oluşturur (Wang vd., 2012).

Gıdalarda aroma ve besin değerleri sıcaklıktan etkilenmektedirler, bu nedenle liyofilizasyon aroma ve besin değerlerini, diğer kurutma yöntemlerine göre oldukça yüksek seviyede muhafaza etmektedir. Bununla beraber sıcaklığın düşürülmesiyle mikroorganizmaların oluşumunu minimum seviyeye indirilerek, kurutulmuş gıda numunelerinin bozulması önlenmiş olur. Soğutucuda veya dondurucuda saklanması gereken bir ürünü oda koşullarında muhafaza edilebilir hale getirir. Ürün içinde bulunan suyun kristalizasyonu ile sistemde bulunan suyun miktarının azalması, mikrobiyal üremeyi veya bakteri oluşumunu önler (Kırmacı, 2008).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

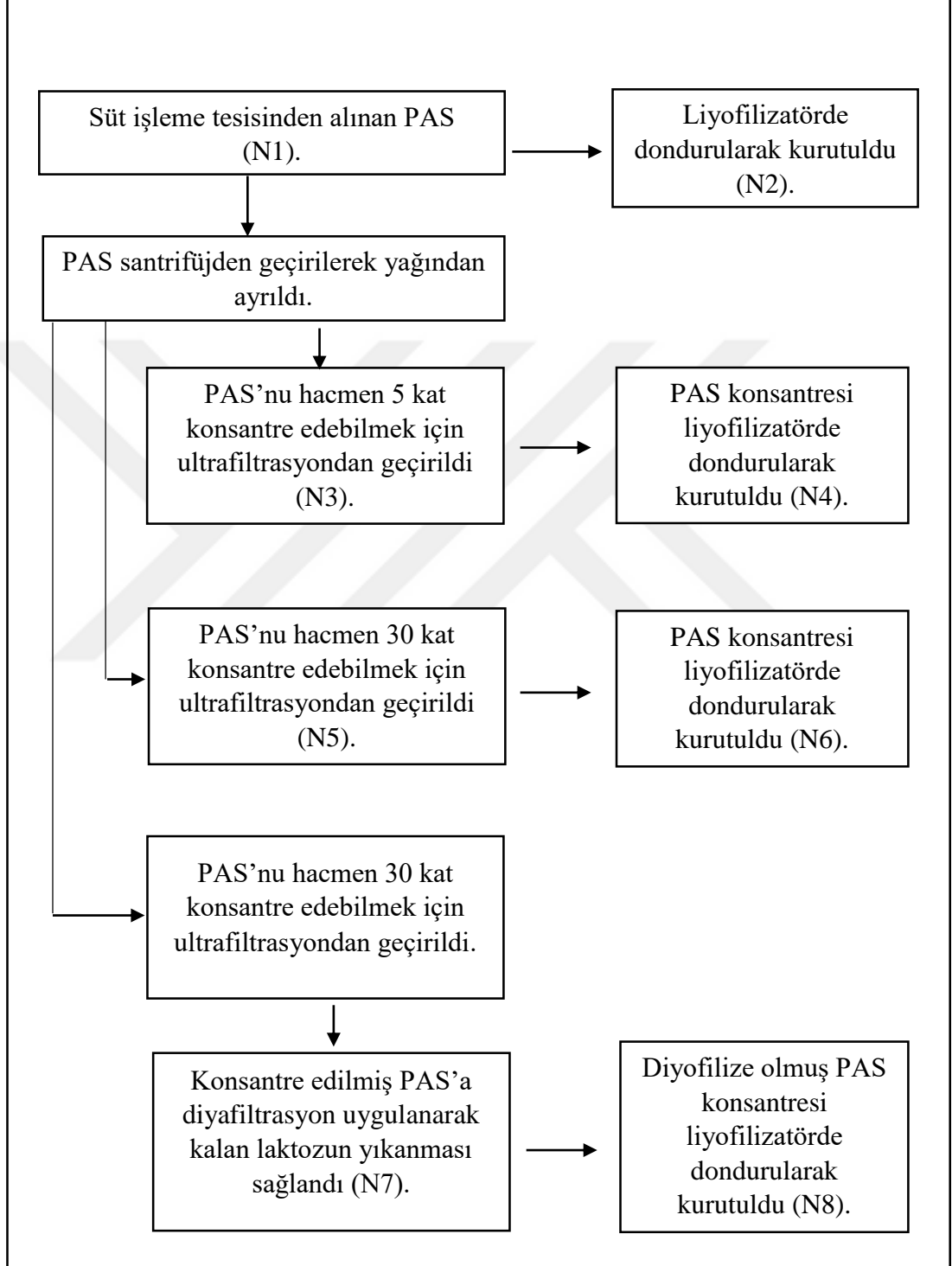
Bu çalışmada protein konsantresi elde etmek için kullanılacak peynir altı suyu, Kaanlar Gıda'nın Tekirdağ'daki Malkara tesislerinden temin edildi. Peynir altı suyunun bozulmasını geciktirmek için, sonraki işleme metotlarına uygun olacak şekilde uygun saflıkta, koruyucu olarak sodyum azid Merck, lot no:26628-22-8 eklendi. Analizin bazı aşamalarında saf su cihazından temin edilen oda sıcaklığında saf su kullanıldı. Protein tayini için sülfürik asit 95-98% Merck, lot no: K50346233826, hidrojen peroksit 30% Merck, lot no: K50803697, mix indikatör 5 Merck, lot no: HX86993030, hidroklorik asit (0,1N) Merck, lot no: HC84886, bakır katalizör Merck, lot no: 2018062601, sodyum hidroksit Merck, lot no: B1609682, borik asit Merck, lot no: AM0932865616 kimyasallar kullanıldı.

#### **3.2. PAS Proteini Üretimi**

PAS proteini üretilirken genelde, peynir yapımı için tesislere getirilen sütler pastörize edilip peynir üretimi gerçekleştirildikten sonra oluşan PAS süzülür, santrifüjden geçirilerek yağından ayrılır. Ardından PAS'a ultrafiltrasyon işlemi uygulanır. PAS konsantresi spray-dried veya liyofilizasyon işlemi ile protein tozuna dönüştürülür.

Bu çalışmada Şekil 3.1'de görüldüğü üzere; süt işleme tesisinden alınan PAS (N1) liyofilizatörde dondurulup kurutularak toz haline getirildi (N2). PAS (N1) santrifüjden geçirilerek yağından ayrıldı. Yağından ayrılan PAS, ultrafiltrasyon işlemi için hazır hale getirildi. Ardından UF ile hacmen 5 kat konsantre edildi (N3). Konsantre edilen numune liyofilizatörde dondurularak kurutuldu (N4). Diğer muamele için yağından ayrılan PAS, UF ile hacmen 30 kat konsantre edildi (N5) ve dondurularak kurutuldu (N6). Bir diğer muamele için yağından ayrılan ve UF ile hacmen 30 kat konsantre edilmiş PAS'a diyafiltrasyon işlemi uygulayarak kalan laktozu ve proteinden küçük diğer molekülleri yıkandı (N7). Ardından saf su ile yıkanmış PAS muamelesi liyofilizasyon işlemi ile dondurularak kurutuldu (N8).

(N1, N3, N5, N7) muamelelerinin iletkenlik ve pH değerleri analiz edildi. Daha sonra bu muamelelerin dondurularak kurutulmuş olan toz formlarının (N2, N4, N6, N8) nem, kül ve protein değerleri analiz edildi.



şekil 3.1. PAS konsantresi elde etmek için yapılan muameleler

### 3.3.PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 5 kat Konsantrasyonu İşlemi (N3)

#### 3.3.1. Santrifüj

Peynir altı suyundan yağ ve katı partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj işlemi yapıldı. Santrifüj işlemi için numune santrifüj tüplerine boşaltıldı. 10.000 devir, 5000xg de ve 30 dakika süreyle santrifüj işlemi gerçekleştirildi. Santrifüj işlemi sonunda tüpün üst kısmında Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de görüldüğü gibi yağ tabakası oluştu, alt kısmında katı partiküller birikti. Yağ tabakası ve katı partiküller tüpten uzaklaştırılıp peynir altı suyu sıradaki işlem için hazır hale getirildi.



Şekil 3.2. Santrifüj tüpündeki santrifüj edilmiş peynir altı suyu



Şekil 3.3. Santrifüj işlemi sonrası yüzeyde biriken yağ tabakası

### 3.3.2. Ultrafiltrasyon

Santrifüj işleminden sonra elde edilen peynir altı suyunu hacmen 5 kat konsantre edebilmek için numune Şekil 3.4'te görülen Cole-Parmer Masterflex L/S Easy-Load marka ultrafiltrasyon cihazına alınmıştır. Bu işlem 8 saat sürmüştür.

Hacmen 5 kat konsantre edilmiş 100 ml'lik PAS'ın oda sıcaklığında pH ve iletkenliği 3'er tekrarlar analiz edildi, diğer muamelelerle karşılaştırma adına not edildi (Tablo 4.1).



Şekil 3.4. Cole-Parmer Masterflex L/S Easy-Load marka ultrafiltrasyon sistemi

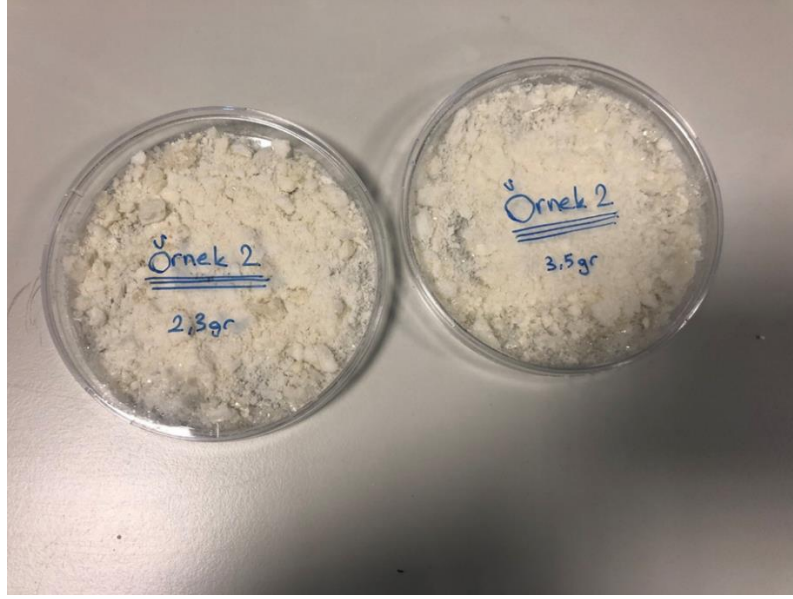
### 3.3.3. Liyofilizasyon (N4)

İletkenlik ve pH analizleri yapılan numunelerin nem, kül ve protein değerlerini analiz etme ve proteinlere zarar vermeden suyunu uçurma amacıyla liyofilizatöre alınan numuneler  $10^{-3}$  mPa basınç altında ve  $-56$  °C'de, 2 gün süre ile dondurularak kurutuldu. Şekil 3.5'te dondurularak kurutma aşamasında olan bazı muameleler görülmektedir.



Şekil 3.5. Dondurularak kurutma aşamasında olan bazı muameleler

Şekil 3.6'da görüldüğü gibi liyofilizasyon işlemi tamamlanmış ve tamamen toz haline gelmiş muamelelerin (N4) nem, kül ve protein değerleri 3'er tekrarlı analizi gerçekleştirildi (Tablo 4.2).



**Şekil 3.6.** PAS numunelerinin santrifüj, ultrafiltrasyon ile hacmen 5 kat konsantrasyonu ve liyofilizasyon sonrası toz halleri (N4)

### **3.4. PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu İşlemi (N5)**

#### **3.4.1. Santrifüj**

Peynir altı suyundan yağ ve katı partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj işlemi 3.3.1. numaralı bölümde olduğu gibi yapıldı. PAS Şekil 3.7’de görüldüğü gibi santrifüj işlemi sonunda yağdan ve katı partiküllerinden ayrıldı.



**Şekil 3.7.** Santrifüj işlemi sonrası yağdan ayrılmış PAS

### **3.4.2. Ultrafiltrasyon**

Santrifüj işleminden sonra elde edilen peynir altı suyunu hacmen 30 kat konsantre edebilmek için numune ultrafiltrasyon cihazına alınmıştır. Bu işlem dört gün molalı aralarla 32 saat sürmüştür. Bu süre zarfında PAS'ta bozulma ihtimalini azaltmak adına PAS'a sodyum azid %0,02 oranında katılmıştır ve ultrafiltrasyonun numune kabı buz vasıtasıyla oda sıcaklığından düşük tutulmaya çalışılmıştır.

Hacmen 30 kat konsantre edilmiş 50 ml'lik PAS'ın oda sıcaklığında pH ve iletkenliği 3'er tekrarlar analiz edildi, diğer muamelelerle karşılaştırma adına not edildi (Tablo 4.1).

### **3.4.3. Liyofilizasyon (N6)**

Liyofilizasyon işlemi 3.3.3'de anlatıldığı gibi yapıldı.

Liyafilizasyon işlemi tamamlanmış ve tamamen toz haline gelmiş numunelerin (N6) nem, kül ve protein değerleri 3'er tekrarlar analizi gerçekleştirildi (Tablo 4.2).

## **3.5.PAS Numunelerinin santrifüj, Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu ve Diyafiltrasyonu (N7)**

### **3.5.1. Santrifüj**

Peynir altı suyundan yağ ve katı partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj işlemi 3.3.1. numaralı bölümde olduğu gibi yapıldı.

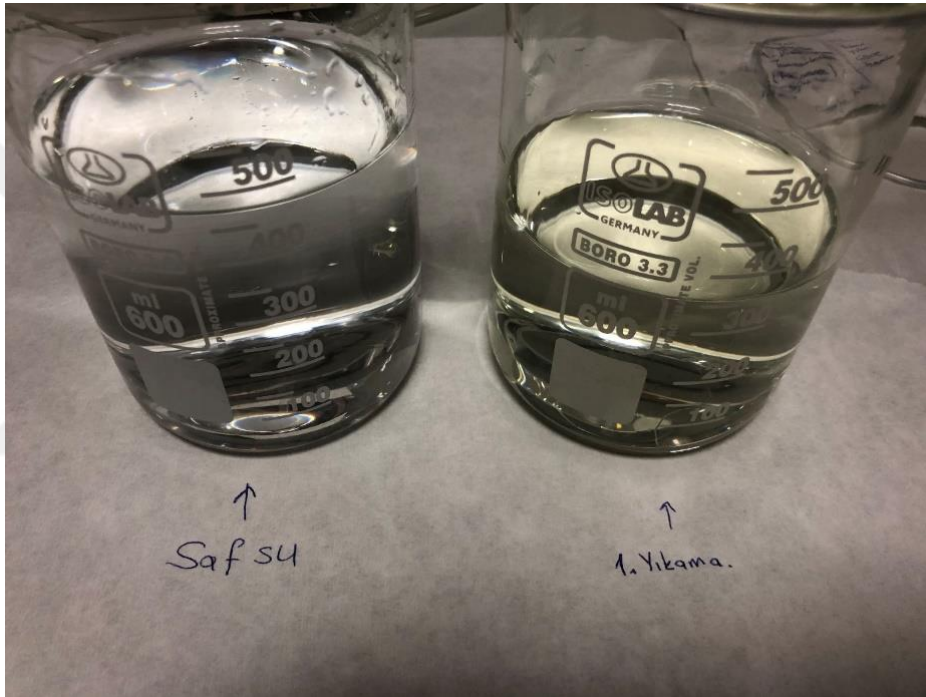
### **3.5.2. Ultrafiltrasyon**

Ultrafiltrasyon işlemi 4.3.2. numaralı bölümde olduğu gibi yapılmıştır.

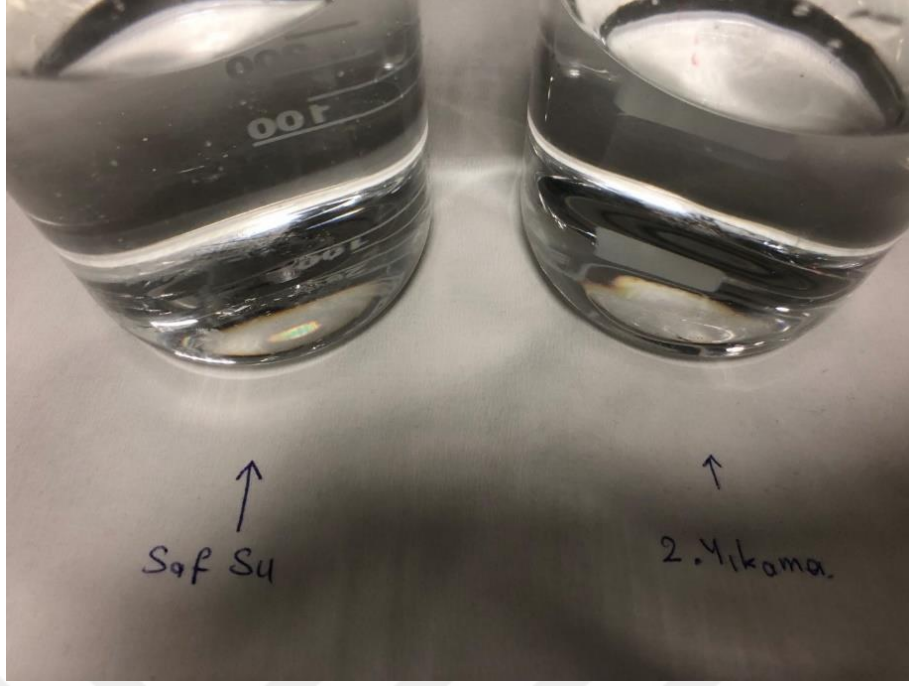
### **3.5.3. Diyafiltrasyon**

Bu işlem 3 gün molalı aralıklarla 24 saat sürdü. Bu süre zarfında PAS'ın bozulmaması adına ultrafiltrasyon kabı buz ile soğuk tutuldu ve numune buz dolabında 4°C de muhafaza edildi. Bu işlemdeki amaç PAS konsantrasyonunun içinde kalan laktozun ve proteinden küçük diğer moleküllerin yıkanarak PAS'ı bir miktar daha konsantre etmektir. Proteince yoğunlaştırılmış 50 ml'lik peynir altı suyunun üzerine 500 ml'ye

tamamlayacak şekilde saf su cihazından alınan saf su ile dolduruldu ve ultrafiltrasyon işlemine tekrar başlandı. Ultrafiltrasyon kabındaki PAS 50 ml ye geldiğinde yani hacmen 10 kat saf su ile yıkandığında, atık kısmında laktozdan gelen sarı renk gözlenmekteydi (Şekil 3.8). Bu işlemin, filtrasyon kabının atık kısmında laktozdan gelen sarı rengin kaybolması ve berraklaşmasına kadar devam etmesi gerekiyordu. Bu nedenle tekrar 500 ml ye tamamlanacak şekilde saf su eklendi ve tekrar ultrafiltrasyona başlandı. İkinci yıkamada istenilen berraklığın yakalandığı gözlendi (Şekil 3.9). Böylece hacmen 10 kat daha yıkanan PAS'tan laktoz ve proteinlerden küçük diğer moleküller sistemden bir miktar daha uzaklaştırılmış oldu.



Şekil 3.8. İlk yıkamadan çıkan ultrafiltrasyon atığı

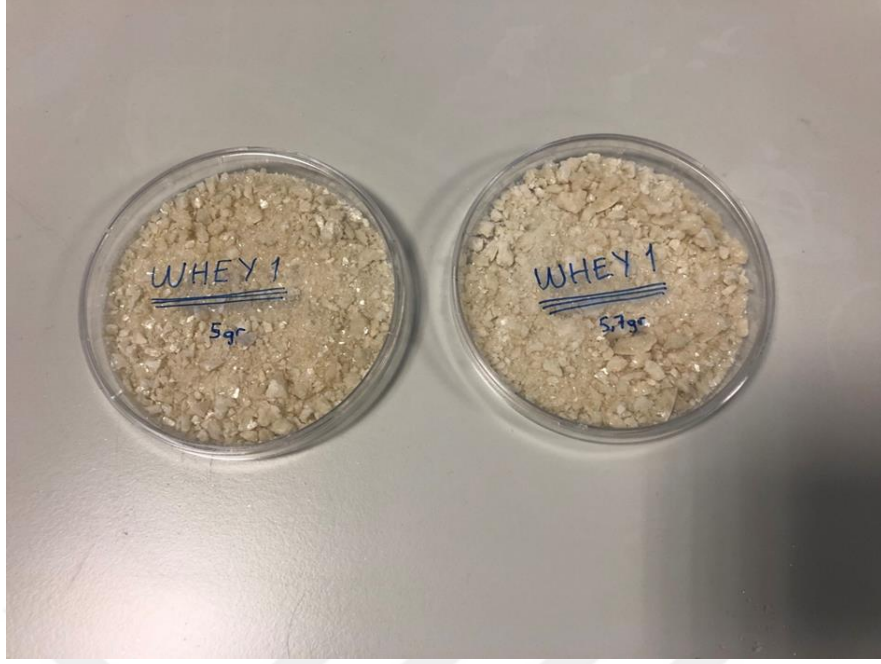


**Şekil 3.9.** İkinci yıkamadan çıkan ultrafiltrasyon atığı

Toplamda hacmen 20 kat saf su ile yıkanmış 50 ml'lik PAS'ın (N7) oda sıcaklığında pH ve iletkenlik değerleri 3'er tekrarla analiz edildi (Tablo 4.1).

#### **3.5.4. Liyofilizasyon (N8)**

3.5.3. numaralı bölümde bahsi geçen numunelerin, liyofilizasyon işlemi 3.3.3'de anlatıldığı gibi yapıldı. Liyofilizasyon işlemi tamamlanmış ve tamamen toz haline gelmiş numunelerin (N8) (Şekil 3.10) nem, kül ve protein değerleri 3'er tekrarla analizi edildi (Tablo 4.2).



**Şekil 3.10.** PAS numunelerinin santrifüj, ultrafiltrasyon ile hacmen 30 kat konsantrasyonu, diyafiltrasyon ile hacmen 20 kat konsantrasyonu ve liyofilizasyon işlemi sonrası numuneler (N8)

### **3.6. Fizikokimyasal Analizler**

Analizde kullanılan peynir altı suyunun kimyasal bileşimini belirlemek ve ilerde yapılacak olan muamelelerde oluşan değişiklikleri takip etme amacıyla iletkenlik, pH, kuru madde, yağ, toplam protein ve kül tayinleri bütün muamelelerde aynı ortam koşullarında yapılmıştır.

### 3.6.1. İletkenlik Tayini

Süt işleme tesisinden alınan PAS (N1) ve 3 farklı konsantrasyona sahip PAS'ların (N3, N5, N7) oda sıcaklığında iletkenlik ölçümleri 3'er tekrarla Şekil 3.11'de görülen Hanna Instruments EC 215 marka iletkenlik cihazı ile kontrol edilmiştir (SM, 2510-B).



Şekil 3.11. Hanna Instruments EC 215

### 3.3.2. pH Tayini

Süt işleme tesisinden alınan PAS (N1) ve 3 farklı konsantrasyona sahip PAS'ların (N3, N5, N7) oda sıcaklığında pH ölçümleri 3'er tekrarla Şekil 3.12'de görülen Crison Masa Tip pH Metre BASİC 20 marka pH metre ile tayin edilmiştir (AOAC, 2012e).



Şekil 3.12. Crison Masa Tip pH Metre BASİC 20

### 3.6.2. Kuru Madde Tayini

Kuru ve temiz cam petripler etüvde 105°C'de 1 saat tutulmuştur. Etüvden çıkarılan cam petripler, içinde silikajellerin bulunduğu desikatörde oda sıcaklığında soğutulmaya bırakılmıştır. Soğutulan cam petriplerin darası alınıp yaklaşık 10 g numune konularak tartılmıştır. Tartım sonunda örnek 105°C'de 4 saat kurutulup desikatörde oda sıcaklığına geldikten sonra tartılmıştır. Tekrar etüvde bir saat tutulup, desikatörde

soğutulup, tartılmıştır. Bu işlemle ağırlığın sabit hale gelip gelmediği kontrol edilmiştir. Tartım sabit ağırlığa geldiğinde peynir altı suyunun % kuru madde oranı aşağıdaki (1) numaralı formüle göre hesaplanmıştır (TS EN ISO 5534).

$$(1) \% \text{ kül} = [(m1+m2)- m3] / m4]x100$$

m1: kurutma kabı (g)

m2: kurutma kabı + örnek (g)

m3: kurutma kabı + örnek (g)

m4: örnek miktarı (g)

Süt işleme tesisinden alınan PAS (N1) ve 3 farklı konsantrasyona sahip PAS'ların (N3, N5, N7) numuneleri dondurularak kurutulduktan sonra sırasıyla (N2, N4, N6, N8) numunelerine dönüşmüştür. Dondurularak kurutulmuş ve tamamen toz haline gelmiş numunelerin 3'er tekrarla kuru madde tayinleri yukarıdaki yöntemle yapılmıştır.

### 3.6.3. Kül Tayini

Kül tayininde kuru ve temiz porselen krozeler alınarak, Şekil 3.13'te gösterilen kül fırınında 550°C'de 5 saat tutulmuştur. Sabit tartıma gelen porselen krozeler oda sıcaklığındaki ve içlerinde silikajel bulunan desikatörde soğutulmuştur. Soğutulan porselen krozelerin darası alınmış ve yaklaşık 1 g örnek konularak, tartılmıştır. Örnekler kül fırınında 625°C'de beyaz kül haline gelinceye kadar yakılmıştır. Daha sonra peynir altı suyunun % kül miktarı aşağıdaki (2) numaralı formüle göre hesaplanmıştır ((AOAC, 2012c), (AOAC, 2012d)).

$$(2) \% \text{Nem} = [(m2 - m1) / m3]x100$$

m1: porselen kroze (g)

m2 : porselen kroze + örnek (g)

m3 : örnek miktarı (g)

Süt işleme tesisinden alınan PAS (N1) ve 3 farklı konsantrasyona sahip PAS'ların (N3, N5, N7) numuneleri dondurularak kurutulduktan sonra sırasıyla (N2, N4, N6, N8) numunelerine dönüşmüştür. Dondurularak kurutulmuş ve tamamen toz haline gelmiş numunelerin 3'er tekrarla kül tayinleri yukarıdaki yöntemle yapılmıştır.



**Şekil 3.13.** Kül fırını

#### **3.6.4. Kjeldahl Yöntemi ile Protein Tayini**

Protein tayini yapmak için Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Numuneden 1 g tartılarak kjeldahl tüpüne konulmuştur. Üzerine 2 tane kjeldahl katalizör tableti, 25 ml konsantre  $H_2SO_4$  ve 5 ml  $H_2O_2$  ilave edilmiştir ve köpüklenmeyi önlemek için 2-3 damla parafin ilave edilip yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Kjeldahl tüpündeki kaynamış ve berraklaşmış olan çözelti soğuduktan sonra destilasyon cihazına alınmıştır ve cihaz %40'lık NaOH'u otomatik olarak numunedeki  $H_2SO_4$  miktarına göre kendisi ilave etmiştir. Borik asit 20 g/l çözeltisinden 25 ml ve 5-7 damla mix indikatör 250 ml'lik erlene koyulup, karıştırılmış ve destilasyon cihazının destilat toplama kısmına yerleştirilmiştir. Borik asit içinde toplanan amonyak, 0,1 N HCl ile yeşilden mora renk değişimi gözlemlene kadar titre edilmiş ve HCl sarfiyatı kaydedilmiştir (AOAC, 2012a).

Distile edilen azot (N) miktarı aşağıdaki 3 numaralı formüle göre hesaplandıktan sonra protein faktörü ile çarpılarak protein miktarı aşağıdaki 4 numaralı formüle göre hesaplanmıştır (AOAC,2012b).

$$(3) \% \text{Azot (N)} = 0.14 \times (\text{Sn}-\text{Sb}) / m$$

$$(4) \% \text{Protein} = \% \text{Azot (N)} \times \text{Protein evirme faktörü}$$

Sn: Numune için sarf edilen asit miktarı (ml).

Sb: Blank için sarf edilen asit miktarı (ml).

m: Analize alınan numune miktarı (g)

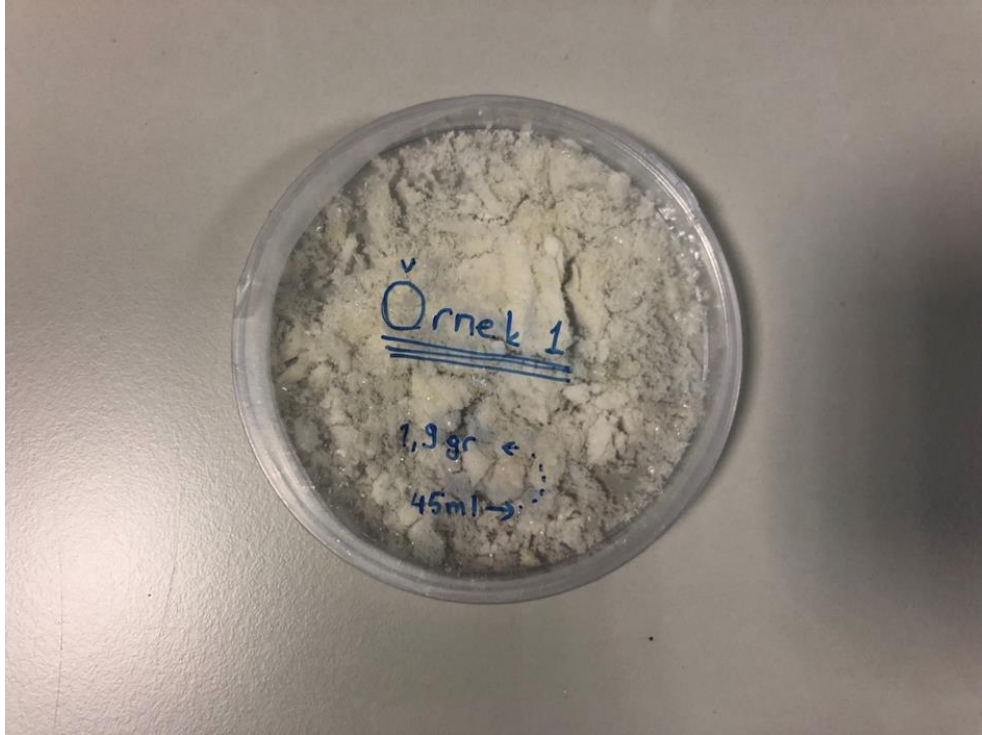
Protein evirme faktörü: Süt ve strnleri: 6.38

Süt işleme tesisinden alınan PAS (N1) ve 3 farklı konsantrasyona sahip PAS'ların (N3, N5, N7) numuneleri dondurularak kurutulduktan sonra sırasıyla (N2, N4, N6, N8) numunelerine dönüşmüştür. Dondurularak kurutulmuş ve tamamen toz haline gelmiş numunelerin 3'er tekrarla protein analizi yukarıdaki yönteme göre yapılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1.Peynir Altı Suyunun Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Yapılan ölçümler sonucu PAS'ta (N1) ortalama pH 5,36, iken ortalama iletkenlik 5,56  $\mu$ S olarak tespit edildi. Bu ölçüm sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir. PAS'ta iletkenlik ve pH değerleri öğrenildikten sonra nem, kül ve proteinlerin % değerlerini ölçmek adına PAS'ın bir kısmı liyofilizatöre koyulup dondurularak kurutuldu (Şekil 4.1). Yapılan işlemler sonucu PAS tozunda (N2) ortalama 3,64 %'de nem, ortalama 7,39 %'de kül ve ortalama 16,69 %'de protein değerleri ölçüldü. Elde edilen değerler Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada PAS'a yapılan fizikokimyasal analizlerde pH  $4,55 \pm 0,16$ , protein  $2,31 \pm 0,12$  olarak tespit edilmiştir (Tortop, 2011)



Şekil 4.1. Dondurularak kurutulmuş PAS, (N2).

## **4.2.PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 5 kat Konsantrasyonu İşlemi (N3) Analiz Sonuçları**

### **4.2.1. Santrifüj**

N3 numunesi için PAS'dan yağ ve katı partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj işlemi 3.3.1. numaralı bölümde olduğu gibi yapıldı.

### **4.2.2. Ultrafiltrasyon**

Yağından ayrılmış numuneye 3.3.2'de bahsi geçen ultrafiltrasyon aşamaları uygulandı. Yapılan analizler sonucu (N3) numunesinde ortalama pH 5,36 ve ortalama iletkenlik 5,21  $\mu$ S olarak tespit edildi. Yapılan muameleler sonucunda numunelerin ortalama pH değeri PAS'a kıyasla sabit kalırken ortalama iletkenlik değeri PAS'a kıyasla % 6,3 azalmıştır. (N3) numunesinin ölçüm sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

### **4.2.3. Liyofilizasyon (N4)**

3.3.3'de bahsi geçen liyofilizasyon işlemi uygulandıktan sonra yapılan ölçümler sonucu (N4) numunesinde ortalama nem %'de 4,10, ortalama kül %'de 4,91 ve ortalama protein %'de 31,18 olarak analiz edildi. Bu muameleler sonucunda numunelerin ortalama nem değeri (N2)'ye kıyasla % 12,6 yükselmiş, ortalama kül değeri % 33,6 azalmış ve ortalama protein miktarı ise % 86,8 artmıştır. Elde edilen bu değerler yapılacak olan diğer muameleler ile karşılaştırma adına not edilmiştir. Analiz edilen değerler Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

### 4.3. PAS Numunelerinin Santrifüj ve Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu İşlemi (N5) Analiz Sonuçları

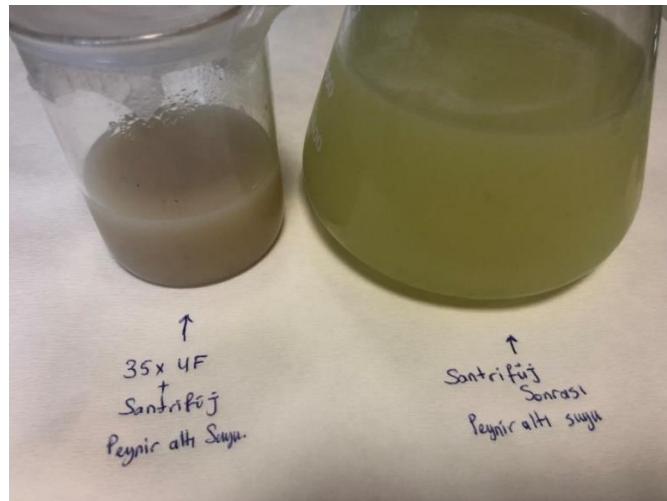
#### 4.3.1. Santrifüj

N5 numunesi için PAS'dan yağ ve katı partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj işlemi 3.3.1. numaralı bölümde olduğu gibi yapıldı.

#### 4.3.2. Ultrafiltrasyon

Yağından ayrılmış numuneye 3.4.2'de bahsi geçen ultrafiltrasyon aşamaları uygulandı. Yapılan analizler sonucu (N5) numunesinde ortalama pH 5,35 ve ortalama iletkenlik 3,21  $\mu$ S olarak tespit edildi. Yapılan muameleler sonucunda (N5) numunesinin ortalama pH değeri (N3) numunesinin ortalama pH değeriyle birbirine eşit tespit edilmiştir. Buna karşılık iletkenlik değerinde % 38,4 düşüş gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ultrafiltrasyon işlemi sırasında minerallerin konsantrasyonundan uzaklaştırılmasıdır. (N5) numunesinin analiz sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada bu numuneye benzer bir numunenin pH'ı 6,23 olarak tespit edilmiştir (Drake vd., 2005).

Şekil 4.2'de Ultrafiltrasyon ile hacmen 30 kat konsantr edilmiş PAS ile santrifüj sonrası PAS arasındaki fark gösterilmektedir. Aradaki bu renk farkının sebebi sarı renkte olan laktozun ultrafiltrasyon işlemi ile sistemden atık olarak uzaklaştırılmasıdır.



Şekil 4.2. Ultrafiltrasyon ile hacmen 30 kat konsantr edilmiş PAS ile santrifüj sonrası PAS arasındaki fark

#### **4.3.3. Liyofilizasyon (N6)**

3.3.3'de bahsi geçen liyofilizasyon işlemi uygulandıktan sonra yapılan ölçümler sonucu (N6) numunesinde ortalama nem %'de 3,89, ortalama kül %'de 2,1 ve ortalama protein %'de 75,88 olarak analiz edildi. Yapılan muameleler sonucunda (N6) numunesinin ortalama nem değeri (N4) numunesine göre % 5,1 azalmıştır. Ortalama kül değeri % 59,1 daha düşük ve ortalama protein miktarı ise % 143,4 artmıştır. Elde edilen bu değerler yapılacak olan diğer muameleler ile karşılaştırma adına not edilmiştir. Analiz edilen değerler Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada bu numuneye benzer bir numunenin kül içeriği %2,59, nem içeriği %3,25 olarak tespit edilmiştir (Drake vd., 2005)

#### **4.4.PAS Numunelerinin santrifüj, Ultrafiltrasyon ile Hacmen 30 Kat Konsantrasyonu ve Diyafiltrasyonu (N7) Analiz Sonuçları**

##### **4.4.1. Santrifüj**

N7 numunesi için PAS'dan yağ ve katı partikülleri uzaklaştırmak için santrifüj işlemi 3.3.1. numaralı bölümde olduğu gibi yapıldı.

##### **4.4.2. Ultrafiltrasyon**

Ultrafiltrasyon işlemi 4.3.2. numaralı bölümde olduğu gibi yapılmıştır.

##### **4.4.3. Diyafiltrasyon**

3.5.3'de bahsi geçen diyafiltrasyon işlemi uygulandı. Yapılan analizler sonucu (N7) numunesinde ortalama pH 5,34 ve ortalama iletkenlik 1,66  $\mu$ S değerleri gözlemlendi. Yapılan muameleler sonucunda (N7) numunesinin ortalama pH değeri ile (N5) muamelesinin ortalama pH değeri eşit gözlemlenmiştir. İletkenlik değeri ise % 48,3 azalmıştır. (N7) muamelesine ait analiz sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada bu numuneye benzer bir numunenin pH'ı 6,6 olarak tespit edilmiştir (Drake vd., 2005)

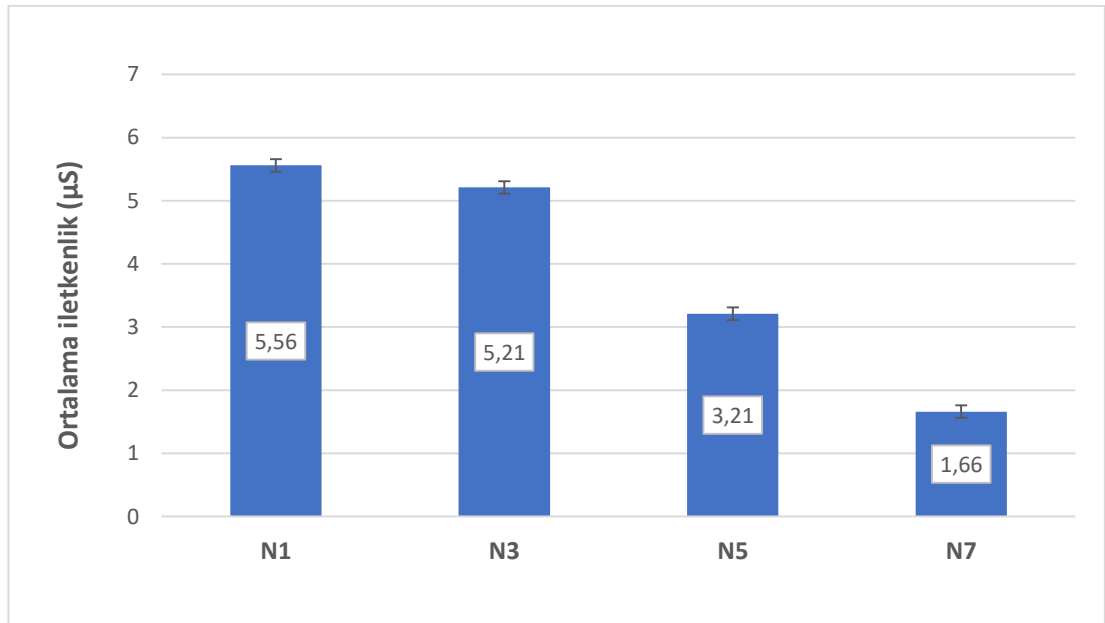
#### 4.4.4. Liyofilizasyon (N8)

3.3.3’de bahsi geçen liyofilizasyon işlemleri uygulandıktan sonra yapılan ölçümler sonucu (N8) numunesinde ortalama nem %’de 4,71, ortalama kül %’de 1,58 ve ortalama protein %’de 80,21 olarak analiz edildi. Yapılan muameleler sonucunda (N8) numunesinin ortalama nem değeri (N6) muamelesine göre % 21,1 artış göstermiştir. Ortalama kül değeri % 21,4 azalmıştır ve ortalama protein miktarı ise % 5,7 artmıştır. Elde edilen bu değerler yapılacak olan diğer muameleler ile karşılaştırma adına not edildi. Analiz edilen değerler Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada bu numuneye benzer bir numunenin nem içeriği % 4,02, kül içeriği % 2,72 dir (Drake vd., 2005).

#### 4.5. Kimyasal Analiz Sonuçları

##### 4.5.1. İletkenlik Tayini Sonuçları

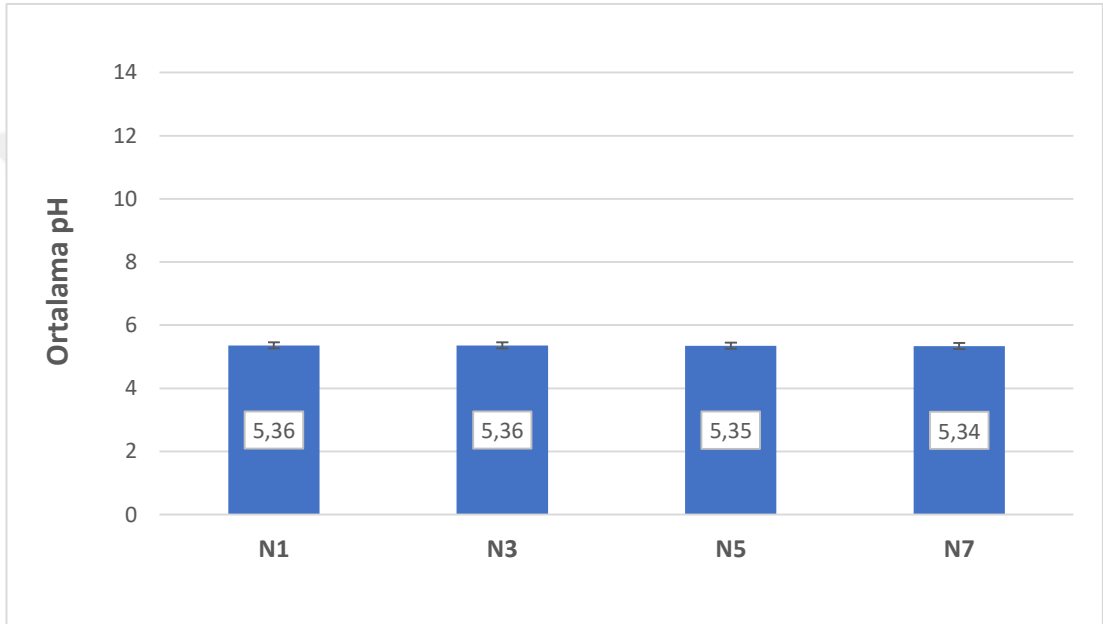
Tablo 4.1’deki ölçüm sonuçlarını karşılaştırdığımızda PAS’ın konsantrasyonu arttıkça iletkenlik değerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. İletkenlik değerindeki değişimleri daha iyi gözlemleyebilmek için ortalama iletkenlik değerleri Şekil 4.3’te gösterilmiştir. İletkenlik değerinin azalma sebebi ultrafiltrasyon işleminde mineral maddelerinin ultrafiltrasyon atığı olarak sistemden uzaklaştırılması olarak yorumlanabilir.



Şekil 4.3. PAS muamelelerinin (N1, N3, N5, N7) ortalama iletkenlik değerleri

#### 4.5.2. pH Tayini Sonuçları

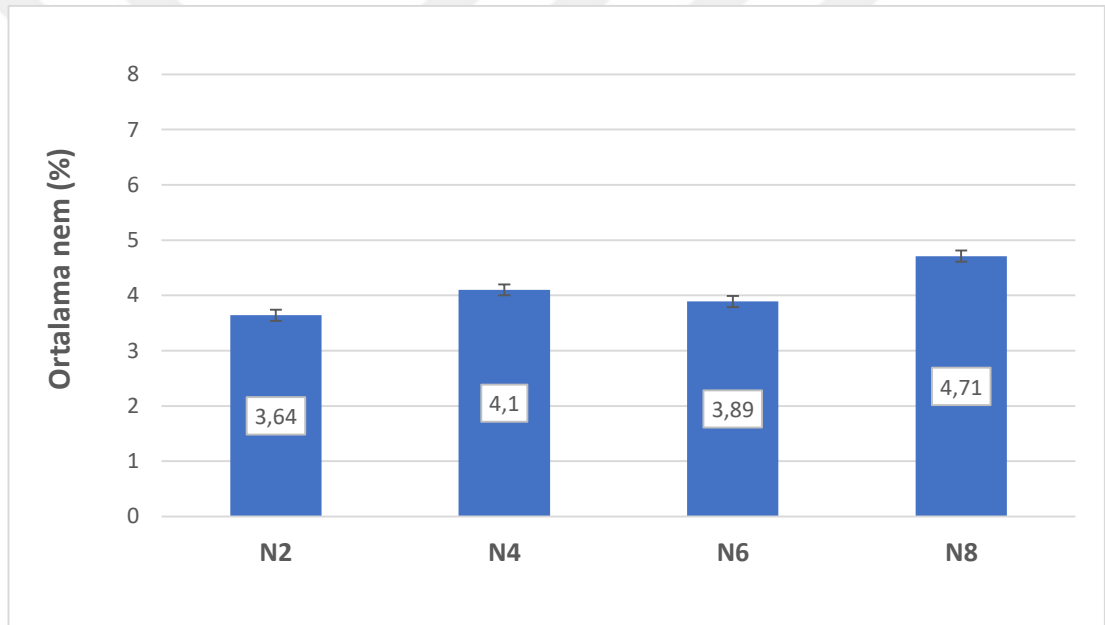
Şekil 4.4'te ortalama pH değerlerindeki değişimleri daha iyi gözlemlenebilir. Tablo 4.1'deki ölçüm sonuçlarını karşılaştırdığımızda, yapılan konsantrasyon işlemlerinin pH üzerine etkisi olmamıştır diyebiliriz.



Şekil 4.4. PAS muamelelerinin (N1, N3, N5, N7) ortalama pH değerleri grafiği

### 4.5.3. Kuru Madde Tayini Sonuçları

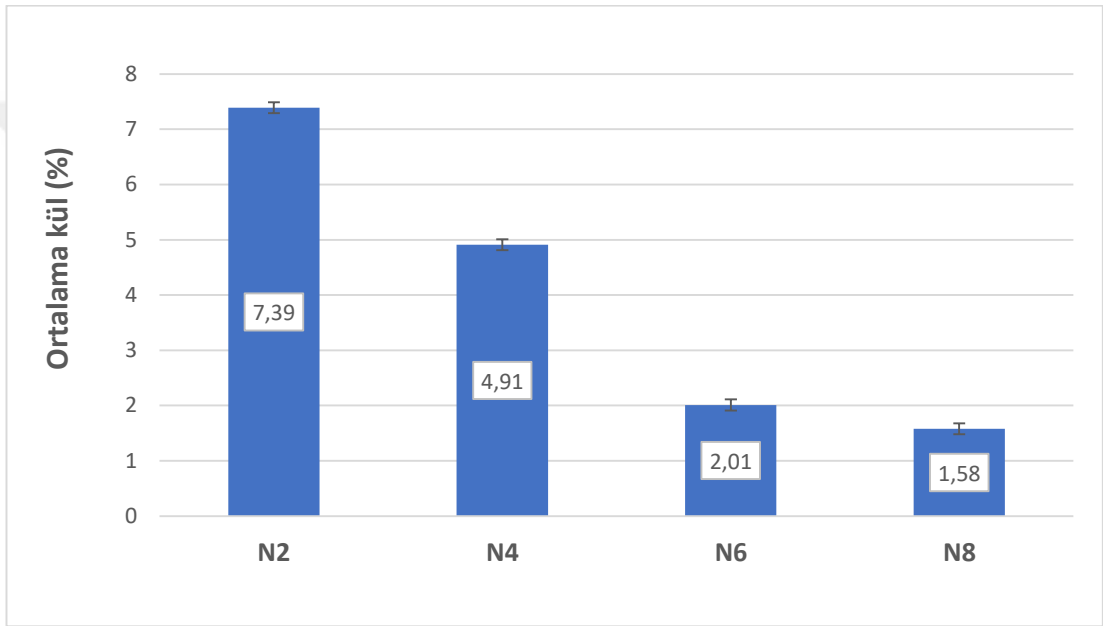
Ortalama nem değerlerini daha iyi gözlemleyebilmek için Şekil 4.5'te grafik verilmiştir. Tablo 4.2'deki ölçüm sonuçlarına baktığımızda aynı liyafilizatör şartlarına maruz kalmış muamelelerin %'de nem miktarları eşit çıkması beklenirken, numuneler arası %'de nem miktarları % 20-25 farklılık göstermiştir. Bu farklılıklar bazı numunelerin ölçüm öncesi oda şartlarında açıkta beklemesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.5. PAS muamelelerinin (N2, N4, N6, N8) ortalama %'de nem değerleri

#### 4.5.4. Kül Tayini Sonuçları

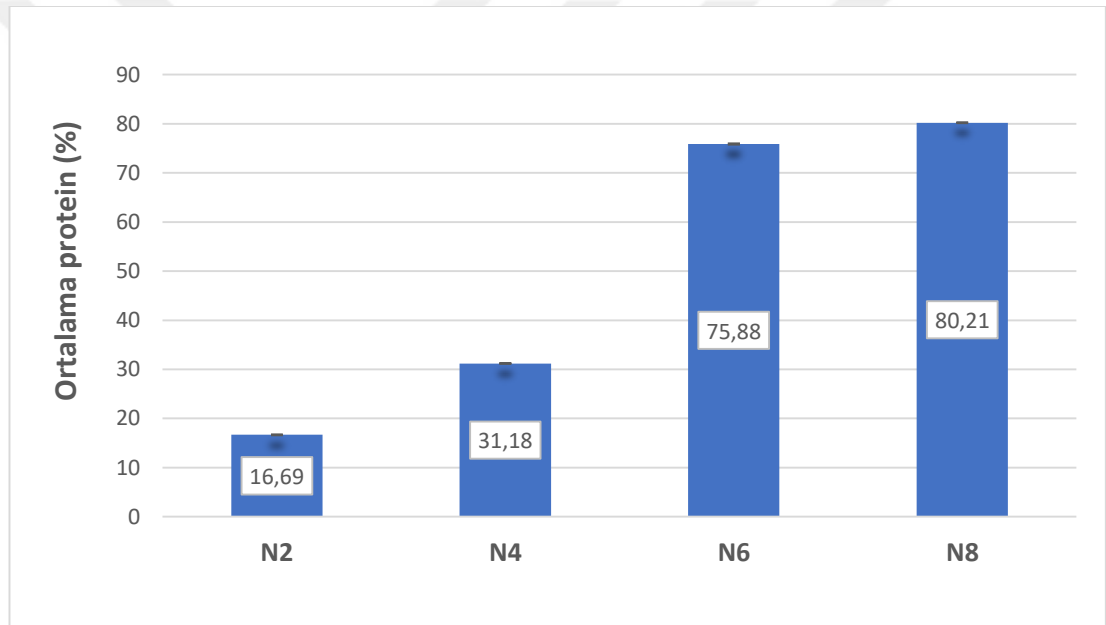
Ortalama kül değerlerini daha iyi gözlemleyebilmek için Şekil 4.6'da grafik verilmiştir. Tablo 4.2'deki ölçüm sonuçlarına baktığımızda yapılan analizler sonucu PAS'ta konsantrasyon arttıkça inorganik madde miktarının azaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. PAS muamelelerinin (N2, N4, N6, N8) ortalama %'de kül değerleri

#### 4.5.5. Protein Tayini Sonuçları

Ortalama protein değerlerini daha iyi gözlemleyebilme adına Şekil 4.7’de grafik olarak verilmiştir. Tablo 4.2’deki ölçüm sonuçlarına baktığımızda yapılan analizler sonucu PAS’ta konsantrasyon arttıkça protein miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ultrafiltrasyon miktarı hacmen arttıkça PAS’taki protein yoğunluğunun artmasıdır.



Şekil 4.7. PAS muamelelerinin (N2, N4, N6, N8) ortalama %’de protein değerleri grafiği

**Tablo 4.1.** PAS numunelerinin (N1, N3, N5, N7) iletkenlik ve pH değerleri

	N1	N3	N5	N7
İletkenlik ( $\mu$ S)	$5,56 \pm 0,1$	$5,21 \pm 0,1$	$3,21 \pm 0,1$	$1,66 \pm 0,1$
pH	$5,36 \pm 0,1$	$5,36 \pm 0,1$	$5,35 \pm 0,1$	$5,34 \pm 0,1$

**Tablo 4.2.** PAS numunelerinin (N2, N4, N6, N8) %'de nem, kül, protein değerleri

	N2	N4	N6	N8
Nem (%)	$3,64 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,1$	$3,89 \pm 0,1$	$4,71 \pm 0,1$
Kül (%)	$7,39 \pm 0,1$	$4,91 \pm 0,1$	$2,01 \pm 0,1$	$1,58 \pm 0,1$
Protein (%)	$16,69 \pm 0,1$	$31,18 \pm 0,1$	$75,88 \pm 0,1$	$80,21 \pm 0,2$

## 5. SONUÇ

PAS İçerdiği bileşenler sayesinde besleyici değeri yüksek ve sağlık üzerine olumlu etkileri olan bir sıvıdır. Bu sebeple PAS, son ürün ya da katkı maddesi olarak değerlendirilebilir. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan eğiliminin artması ile birlikte peynir altı suları, atık olarak nitelendirilmekten çıkmıştır. Peynir altı suyu proteinleri değerlendirilip gıda sanayinin farklı sektörlerinde gıda katkı maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Çalışmamızda, farklı tekniklerle endüstriyel kullanıma uygun protein konsantre ürünleri elde edilmesi için endüstriyel bir yan ürün olan PAS numunelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, öncelikle endüstriyel bir süt işleme tesisinden alınan PAS'a ön konsantrasyon işlemi olarak santrifüj uygulanmıştır. Santrifüj işlemi sonunda PAS, UF işlemi için 10 kDa'lık por açıklığı bulunan filtrelerden geçirilmiş ve farklı miktarlarda konsantreler etmek için farklı şekillerde UF'ler uygulanmıştır. Konsantre edilen PAS numunelerinin ortalama protein miktarları karşılaştırılmıştır. Hacmen 5 kat UF ile konsantre işlemine maruz kalan N4 numunesinin ortalama proteini % 31,18, hacmen 30 kat UF ile konsantre işlemine maruz kalan N6 numunesinin ortalama proteini % 75,88, N6 numunesinin diyafiltrasyonu sonucu oluşan N8 numunesinin ortalama proteini % 80,21 olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; N8 numunesinde konsantre edilmiş protein miktarı N4 numunesinden % 157,2, N6 numunesinden % 5,7 daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca başlangıç numunemiz olan PAS tan ise % 380,5 daha fazla protein içermektedir.

UF işleminin hacmen konsantre etme miktarı arttıkça daha yoğun protein konsantreleri elde edildiği gözlemlenmiştir. Çalışmamızda endüstriyel kullanıma uygun % 30'luk % 75'lik % 80'lik PAS protein konsantreleri elde edilmiştir. Sanayi tipi olarak endüstriyel anlamda PAS proteinlerinin bu konsantrasyonlarda satışları mevcuttur. Bu PAS konsantrelerini talebe bağlı yağlı, yağsız, mineralize ve demineralize olarak elde etme imkanımız bulunmaktadır. Ayrıca sistemden atık olarak uzaklaştırılan yağ ve laktoz dondurularak kurutulup geri kazanılabilir. Bu doğrultuda büyük bir çoğunluğu atık olarak nitelendirilen PAS, geri kazanılabilir ve gıda sektöründe katma değer bir yan ürün olarak kullanılabilir.

## 6. KAYNAKÇA

- Anonim, (2016). Amino asitler, <http://aminoasitler.net/peynir-alti-suyu-proteini-mi-yoksa-kazein-mi/> [22 Ocak 2019].
- Aoac International Stuite, (2012a). *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, 2001.11.
- Aoac International Stuite, (2012b). *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, 991.20.
- Aoac International Stuite, (2012c). *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, 935.42.
- Aoac International Stuite, (2012d). *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg, 955.30.
- Aoac International Stuite, (2012e). *Official Methods of Analysis*. Gaithersburg. 981.12.
- Bakırcı, İ. (2006). Peynir altı suyunun değerlendirilme olanakları. *Gıda Kongresi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Türkiye.
- Bilal, T. ve Altınar, A. (2017). Peynir altı suyunun insan ve hayvanlarda metabolizma üzerindeki etkileri. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 6 (1): 29-42.
- Bilgin B., Dağlıoğlu O., Konyalı M. (2006). Functionality of bread made with pasteurized whey and/or butter. *Food Science*, 3(18) 277- 286.
- Bingöl, Ş. (1982). *Süt ve Mamüllerinde Üretim-Tüketim Zincirinde Oluşan Fiziksel Kayıplar ve Nedenleri*. Ankara: MPM Yayınları. 30-32.
- Chojnowski, W. (1979). Brief Communications, xxi International Dairy Congress, 1(2): 172-174.
- Demirci, M. ve Arıcı, M. (1989). Peynir altı suyunun önemi, *Hasad Dergisi*, 5 (4): 26-29.
- Demirgöl, F. (2018). Fermente süt ürünlerinin insan sağlığına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13(1): 45-53.
- Dinçoğlu, A. (2012). Peynir altı suyunun beslenmemizdeki önemi ve kullanım olanakları. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*: 1(1): 54-60.
- Doğan, (2017). Protein Tozu Çeşitleri. <http://www.kasvekuvvet.net/protein-tozu-cesitleri.html>. [25 Şubat 2019].
- Drake, M., Croissant, A. ve Carunchia, M. (2005). Characterization of Dried Whey Protein Concentrate and Isolate Flavor. *Journal of Dairy Science*, 88 (11): 3826-3839.

- Eroğul, O. (2018). Anahtarlamalı relüktans motor tabanlı medikal santrifüj sistemi (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Foegeding, E. A., Luck, P. Ve Vardhanabhuti, B. (2011). Encyclopedia of Dairy Science, 2nd ed, Elsevier. *Whey Protein Products*.
- German, J., Dillard R., (2001). U.S. Whey Products and Dairy Ingredients for Health: A Review. May 2000. U.S. Dairy Export Council.
- Gülümser, S. (1998). Peynir suyu ve kullanım imkanları. *Gıda Dergisi*, 2(3): 133-141.
- Harper, W. (2000). Biological properties of whey components. A Review. Chicago, IL: The American Dairy Products Institute.
- Henriques, M., GOMES, D., RODRÍGUES, D., PEREIRA, C., GİL, M., (2007). Performance of bovine and ovine liquid whey protein concentrate on functional properties of set yoghurts. *Procedia Food Science*.
- İnal, T. Ve Ergün, Ö. (1990). *Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi*, İstanbul: Panzehir Kitapevi Yayınları.
- James, C. (1995). Determination of nitrogen and protein by the kjeldahl method using the kjeltec instrument. *Analytical Chemistry of Foods*, 87-89.
- Jelicic, I., Božanic, R., Tratnik, L. (2008). Whey-Based Beverages-A New Generation of Dairy Products. *Mljekarstvo*, 58 (3): 257-274.
- Kırdar, S. (2001). Peynir altı suyu içecekleri. Süleyman Demirel Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (2): 154-164.
- Kırmacı, V. (2008). *Dondurarak kurutma sisteminin tasarımı, imalatı ve performans deneylerinin yapılması* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Koçak, C., Aydemir, S. (1994). *Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri*, Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği yayınları, 45-47.
- Köseoğlu, H. (2011). *Kimyasal eklentiler ile membran biyoreaktör proseslerinde tıkanma kontrolü* (Doktora Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Kurt, A. (1981). *Süt Teknolojisi*. Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Ziraat Fakültesi Yayınları (257), 298-300.
- Kurt, A. (1990). *Süt Teknolojisi*, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları, 397-399.
- Küçüköner, (2011). Peynir tozu ve Peynir altı suyu tozu üretimi. 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Madureira, A.R., Pereira, C.I., Gomes, A.M.P., Pintado, M.E. Ve Malcata, F.X. (2007), Bovine whey proteins-Overview on their main biological properties,

- Food Research International*, 40: 1197-1211.
- Marshall, K. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Alternative Medicine Review* 9:136-156
- Mcintosh, G., Royle, Pj, L., Leu, R., Regester, G., Johnson, M., Grinsted, R., Kenward, R., Smithers, G. (1998). Whey Proteins as Functional Food Ingredients Int Dairy J, *International Dairy Journal* 8: 425-434.
- Mete, H. (2012). Peynir altı suyu'nun ekmekçilikte değerlendirilmesi ve ekonomik önemi. Tekirdağ S.M.M.M. odası *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1): 114-125.
- Morr CV, Ha EYW (1993). Whey protein concentrates and isolates: Processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33, 431-476.
- Özdemir, İ., Altıok, E., Gökkaya, D., Ötleş, S., Kabay, N. Ve Yüksel, M. (2018). Peynir altı suyunun fraksiyonlarına ayrılmasında bütünleşik membran işlemlerinin uygulanabilirliği. *Akademik Gıda*, 16 (4) 371-380.
- Paul, S., Ve Dennis, H. (2015). *Gıda Mühendisliğine Giriş*. (T. BAYSAL, Çev.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Shah, N. (2007). Functional cultures and health benefits. *Int Dairy J*, 17(11): 1262-1277.
- Shah, P. (2000). Effects of milk-derived bioactives: an overview. *British Journal of Nutrition* 84 (1): 3-10.
- SM American Public Health Association, (2510-B). *Standart Methods fort he examination of water and wastewater*. Washington.
- Tortop, C. (2011). Peynir altı atık suyundan membran prosesler kullanılarak yağ, kazein ve serum proteinlerinin geri kazanımı (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tosun, B., Arslan G., Öner Z., (2011). Peynir altı suyunun yoğurt üretiminde kullanım olanakları. *Gıda Dergisi*, 36 (5): 279-285.
- TS ISO 5534, (2006). Peynir ve işlenmiş peynir, toplam kuru madde içeriği tayini, TS en ISO, 1. Baskı, Ankara.
- Tülay, Ö. (2011). Gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde peynir altı suyu protein katkılarının fonksiyonel etkileri. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 77-78.
- Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. T.C. Resmî Gazete, sayı: 29261, 8 Şubat 2015.
- Uraz, T. (1981). *Peynir Suyu ve Değerlendirme Şekilleri. Süt ve Mamulleri Teknolojisi*,

- Ankara- Çankırı: Segem Yayınları, 208-215.
- Wang, W., Chen, M. Ve Chen, G. (2012). Issues In Freeze Drying Of Aqueous Solutions. *Chinese J. Chemical Engineering*, 20 (3): 551-559
- Wit, J. (1998). Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science* 81 (3): 597-608.
- Yerlikaya, O. (2010). Peynir altı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peynir altı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, 35 (4): 289-296.
- Yıldırım, Z., Yıldırım, M., Öncül, N., Güzel, M., Gür F. (2010). Süt serum proteinleri ve türevlerinin biyolojik ve fizyolojik aktiviteleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Akademik Gıda*, 8 (1): 23-31.
- Yıldız, A. (2017). Süt ürünlerinde serum protein izolatu kullanımı. *ADÜZiraat Dergisi*, 14(1): 95-99.