



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ  
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİNDE KLASİK YÖNTEMLE  
ÜRETİLMİŞ OLGUN BEYAZ PEYNİRLERİN BİYOAKTİF  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**PELİN KEYF  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ADANA 2023**



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ  
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİNDE KLASİK YÖNTEMLE  
ÜRETİLMİŞ OLGUN BEYAZ PEYNİRLERİN BİYOAKTİF  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**PELİN KEYF  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
DOÇ. DR. ZAFER ERBAY**

**İKİNCİ DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ LEVENT YURDAER AYDEMİR**

**ADANA, 2023**

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Bu tezin özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edilerek sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, tez kapsamında bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm veri ve bilgiler için bilimsel etik ve gelenek çerçevesinde kaynak gösterdiğimi; bu kaynakları da kaynakçada belirttiğimi beyan ederim. Çalışmam ile ilgili yaptığım beyana aykırı bir durum saptanması halinde tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

16/01/2023

[İmza]

Pelin KEYF

# ÖZET

## TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİNDE KLASİK YÖNTEMLE ÜRETİLMİŞ OLGUN BEYAZ PEYNİRLERİN BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Pelin KEYF

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Zafer ERBAY

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Levent Yurdaer AYDEMİR

Ocak 2023, 47 sayfa

Biyoaktif bileşenler, vücutta bir ya da daha fazla hedef fonksiyonu olumlu bir şekilde etkilerler ve antihipertansif, antioksidan, antidiyabetik, antimikrobiyal, antikanser, opioid, kolesterol düşürücü veya obezite önleyici aktivite gibi birçok fonksiyonu içerisinde bulundukları gıdalara sağlayabilirler. Bu bileşenlerin gıdadaki varlığı ve aktiviteleri kadar, sindirim süreçlerindeki kararlılıklarının da belirlenmesi şarttır.

Peynirler gıda tedarik zincirinin en büyük ve önemli parçasını oluşturmaktadır. Son yıllarda peynirlerin fonksiyonelliği, içerdiği biyoaktif bileşenler ve bu bileşenlerin gösterdiği biyoaktif özellikler yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Ülkemizde üretilen peynirlerin biyoaktiviteleri ile alakalı çalışmalar ise azdır. Bu tez çalışmasında, ülkemizin farklı bölgelerinde, inek sütünden kültür kullanmadan üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmış beyaz peynirler toplanarak biyoaktiviteleri analiz edilmiştir. Analiz edilen peynir örneklerinin suda çözünür ekstraktlarında, antioksidan (ABTS katyon radikali ve metal iyonu bağlama), antihipertansif (ACE inhibisyonu), antidiyabetik ( $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon) ve antimikrobiyal (*E. coli* K12, *S. aureus* ATCC 25923) etkileri, *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında belirlenmiştir ve üretilen peynirlerin bölgesel farklılıklarından kaynaklanan çeşitliliğin biyoaktivite üzerindeki etkileri de tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** beyaz peynir, biyoaktivite, antihipertansif, antidiyabetik, *in vitro* sindirim

# ABSTRACT

## BIOACTIVITIES OF RIPENED WHITE CHEESES MANUFACTURED IN DIFFERENT GEOGRAPHICAL REGIONS OF TURKEY

Pelin KEYF

M.Sc., Food Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zafer ERBAY

Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Levent Yurdaer AYDEMİR

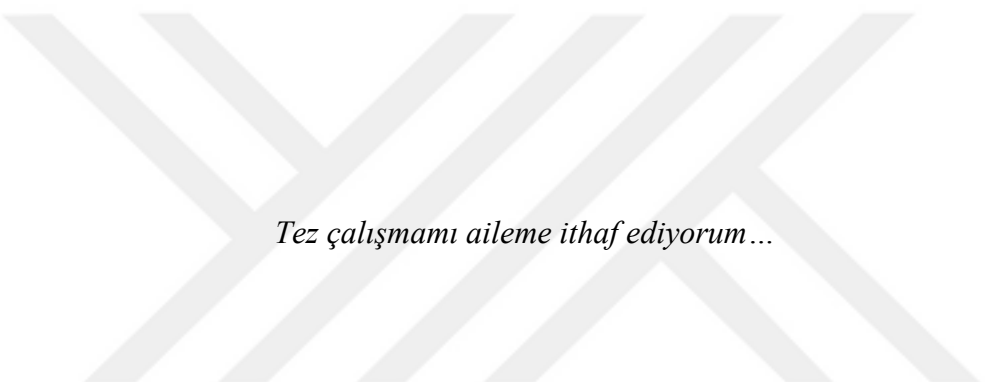
January 2023, 47 pages

Bioactive components in food compositions provide these functional properties, which can have positive effects on one or more targets in the body, including antihypertensive, antioxidant, antidiabetic, antimicrobial, anticancer, opioid, cholesterol-lowering, or anti-obesity activities. It is important to determine their presence and activity, as well as their stability during digestion.

In recent years, its functionality, bioactive components, and bioactivity have been extensively studied. However, there are few studies on the bioactivity of cheese produced in Turkey. The objective of this thesis was to analyze the bioactive properties of white cheeses produced from cow's milk without starter culture and ripened for 6 months in different regions of the country. The water-soluble extracts of the cheese samples were analyzed for their antioxidant, antihypertensive, antidiabetic, and antimicrobial properties both before and after *in vitro* digestion.

Overall, the thesis determined the bioactivity properties, levels, and changes in ripened white cheeses during digestion and also discussed the effects of regional diversity on the bioactivity of the cheeses produced.

**Keywords:** white cheese, bioactivity, antihypertensive, antidiabetic, *in vitro* digestion



*Tez çalışmamı aileme ithaf ediyorum...*

## TEŞEKKÜR

Bu tez 19103013 projesi numarası ile Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Yüksek lisans projemizi destekleyerek uygun şekilde yürütülmesini sağlayan Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi BAP birimine ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.



# İÇİNDEKİLER

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| İÇİNDEKİLER.....                                                                 | vii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                            | ix  |
| TABLolar LİSTESİ.....                                                            | x   |
| KISALTMALAR.....                                                                 | xi  |
| 1. GİRİŞ.....                                                                    | 1   |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....                                                       | 4   |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                                                       | 9   |
| 3.1. Materyal .....                                                              | 9   |
| 3.2. Yöntem .....                                                                | 9   |
| 3.2.1 Analiz Yöntemleri.....                                                     | 9   |
| 3.2.1.1 Bileşim Analizleri .....                                                 | 9   |
| 3.2.1.2. Peynirlerin Proteolitik Olgunlaşma Düzeylerinin Belirlenmesi.....       | 9   |
| 3.2.1.3. Peynirlerin Suda Çözünür Ekstraktlarının Hazırlanması .....             | 9   |
| 3.2.1.4. Biyoaktivite Analizleri .....                                           | 10  |
| 3.2.1.4.1. Antihipertansif Aktivitenin Belirlenmesi .....                        | 10  |
| 3.2.1.4.2. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....                             | 11  |
| 3.2.1.4.3. Antidiyabetik Aktivitenin Belirlenmesi .....                          | 11  |
| 3.2.1.4.4. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi.....                          | 13  |
| 3.2.1.5. <i>In Vitro</i> Sindirim Çalışmaları.....                               | 13  |
| 3.2.1.6. İstatistiksel Değerlendirme.....                                        | 14  |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                                    | 15  |
| 4.1. Olgun Beyaz Peynirlerin Bileşimi.....                                       | 15  |
| 4.2. Olgun Beyaz Peynirlerin Asitlik ve Proteolitik Olgunlaşma Özellikleri ..... | 16  |
| 4.3. Olgun Beyaz Peynirlerin Toplam Peptit Miktarı .....                         | 17  |
| 4.4. Olgun Beyaz Peynirlerin Biyoaktivite Özellikleri .....                      | 18  |
| 4.4.1 Antihipertansif Aktivite.....                                              | 18  |
| 4.4.2. Antioksidan Aktivite .....                                                | 22  |
| 4.4.3. Antidiyabetik Aktivite.....                                               | 28  |
| 4.4.4. Antimikrobiyal Aktivite .....                                             | 30  |
| 4.4.5 İstatistiksel değerlendirmeler .....                                       | 36  |
| 5. SONUÇLAR .....                                                                | 39  |



|                |    |
|----------------|----|
| KAYNAKLAR..... | 41 |
| ÖZGEÇMİŞ ..... |    |



## ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.** Peynir örneklerinin *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir A) İn vitro sindirimden önce. A için örnek numaraları: 1: Aksaray, 2: Çanakkale-1, 3: Balıkesir, 4: Antalya, 5: Çanakkale-2, 6: Edirne, 7: Denizli, 8: Kars, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug)..... 32
- Şekil 2.** Peynir örneklerinin *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir B) İn vitro sindirimden sonra. B için örnek numaraları: 1: Kars, 2: Denizli, 3: Antalya, 4: Edirne, 5: Aksaray, 6: Balıkesir, 7: Çanakkale-2, 8: Çanakkale-1, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug)..... 33
- Şekil 3.** Peynir örneklerinin *E.coli* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir A) İn vitro sindirimden önce. A için örnek numaraları: 1: Aksaray, 2: Çanakkale-1, 3: Balıkesir, 4: Antalya, 5: Çanakkale-2, 6: Edirne, 7: Denizli, 8: Kars, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug)..... 34
- Şekil 4.** Peynir örneklerinin *E.coli* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir B) İn vitro sindirimden sonra. B için örnek numaraları: 1: Kars, 2: Denizli, 3: Antalya, 4: Edirne, 5: Aksaray, 6: Balıkesir, 7: Çanakkale-2, 8: Çanakkale-1, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug). ..... 35
- Şekil 5.** Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan projeksiyon düzlemi ve örneklerin düzlemdeki dağılımı. ABTS: Sindirim sonrası antioksidan aktivite, ACE: Sindirim sonrası antihipertansif aktivite, TPM: Sindirim öncesi toplam peptit miktarı,  $\alpha$ -amilaz: Sindirim öncesi antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -amilaz),  $\alpha$ -glukosidaz: Sindirim sonrası antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -glukosidaz) ..... 38
- Şekil 6.** Örneklerin ısı haritası sonucunu gösteren kümeleme analizi. ABTS: Sindirim sonrası antioksidan aktivite, ACE: Sindirim sonrası antihipertansif aktivite, TPM: Sindirim öncesi toplam peptit miktarı,  $\alpha$ -amilaz: Sindirim öncesi antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -amilaz),  $\alpha$ -glukosidaz: Sindirim sonrası antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -glukosidaz)..... 38

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin temel bileşim özellikleri. ....                                                 | 15 |
| <b>Tablo 2.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin asitlik ve proteolitik olgunlaşma özellikleri. ....                             | 16 |
| <b>Tablo 3.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin toplam peptit miktarı analiz sonuçları. ....                                    | 17 |
| <b>Tablo 4.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin antihipertansif aktivite (ACE-inhibisyon aktivitesi) analizleri sonuçları. .... | 18 |
| <b>Tablo 5.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin antioksidan aktivite analizleri sonuçları. ....                                 | 24 |
| <b>Tablo 6.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin antidiyabetik aktivite analizleri sonuçları.....                                | 29 |
| <b>Tablo 7.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin <i>in vitro</i> sonrası antimikrobiyal aktivite analizleri sonuçları. ....      | 31 |
| <b>Tablo 8.</b> İncelenen olgun beyaz peynirlerin <i>in vitro</i> öncesi antimikrobiyal aktivite analizleri sonuçları. ....       | 31 |
| <b>Tablo 9.</b> TBA sonucunda elde edilen korelasyon matrisi özdeğerleri.....                                                     | 37 |

## KISALTMALAR

|                    |                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| ABTS:              | 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) |
| ACE:               | Anjiyotensin-dönüştürücü enzim                        |
| DNS:               | 3,5-Dinitrosalisilik asit                             |
| DPPH:              | 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil serbest radikali         |
| IC <sub>50</sub> : | Yarı maksimum (%50) inhibisyon konsantrasyonu         |
| OUI:               | Olgunlaşma uzama indeksi (SÇA, %azot cinsinden)       |
| OYİ:               | Olgunlaşma yoğunluk indeksi (TCA, %azot cinsinden)    |
| PTA-ÇA:            | %5'lik fosfotungustik asitte çözünür azot             |
| SAAİ:              | Serbest amino asit indeksi (PTA, %azot cinsinden)     |
| SÇA:               | Suda çözünür azot                                     |
| SYA:               | Serbest yağ asitleri                                  |
| TA:                | Toplam azot                                           |
| TBA:               | Temel Bileşim Analizi                                 |
| TCA:               | Trikloroasetik asit                                   |
| TCA-ÇA:            | %12'lik trikloroasetik asitte çözünür azot            |

# 1. GİRİŞ

Günümüzdeki sağlık sorunlarının artmasına ve çeşitlenmesine; sanayinin geldiği aşama, artan stres, değişen üretim ve toplumsal yaşam şartları ve çevre kirliliği gibi faktörler neden olmaktadır. Bu sorunlarla beraber sağlık hizmetlerinin maliyetlerinin de çok fazla artış göstermesi rahatsızlıkların oluşmadan baskılanması/engellenmesi gibi önleyici sağlık tedbirlerinin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Bu önleyici tedbirlerin temelinde ise beslenme bulunmaktadır. Kanser ve oksidatif stres temelli rahatsızlıklar başta olmakla beraber, birçok sağlık probleminin beslenme ile önlenebileceği düşünülmekte ve bu konuda çalışmalar sürmektedir. Dünyada gıda sektöründe son 30 yıl içerisinde büyük ve önemli değişiklikler olmuş, bu değişim halen devam etmektedir. Sağlık hizmetlerinin maliyetindeki artış, dünya nüfusunun yaşlanması, sağlık ve beslenme alanlarındaki bilimsel ve teknolojik ilerleme, gıda endüstrisinde gerçekleşen teknolojik gelişim, sağlıklı ve güvenli gıdaya ulaşmanın bir hak olarak tanımlanması ve bu kapsamda tüketici talepleri, gelişen çevreci yaklaşımlar ve çevre konusundaki bilinçlenme ile değişen düzenlemeler, gıda sektöründeki değişimi etkileyen temel faktörlerdir (Korhonen, 2002; Siro vd., 2008; Ozen vd., 2012). Bu değişim süreci de “ilaç olarak gıda” ve gıdaların tasarımı yaklaşımlarını meydana getirmiştir. Sadece yaşamı sürdürmek için gereken temel beslenme ihtiyacının karşılanması amacıyla gerçekleşen beslenme ve gıda üretimi, artık sağlık açısından birçok olumlu değişimler sağlamak amacıyla da gerçekleştirilmektedir. Bu doğrultuda, beslenme alışkanlıklarındaki ve tüketilen gıdaların özelliklerindeki değişikliklerle, hastalıkların oluşmadan önlenmesi ve sağlık açısından bu önleyici yaklaşım ile yaşam kalitesinin artırılması önemli bir amaç haline gelmiştir (Korhonen, 2002; Siro vd., 2008; Ozen vd., 2012).

Bu amaç ile birlikte “fonksiyonel gıdalar” ve “yeni/yenilikçi gıdalar” kavramları ortaya atılmıştır. Bu kavramlar dünyanın çeşitli ülkelerinde gelişmekle beraber, en başta AB, ABD ve Japonya’da tanımlanmıştır. Fonksiyonel gıdalar, “vücutta bir veya daha fazla hedef fonksiyonu olumlu bir şekilde etkileyen ve bu şekilde uygun/yeterli besleyici etkilerin ötesinde, bireyin sağlığında, fiziksel performansında veya ruhsal durumunda olumlu etki yaratan gıdalar” olarak kabul edilmektedir (Diplock vd., 1999). Bu tanıma göre, bir gıdanın fonksiyonel gıda olabilmesi için, diyetle gıda olarak tüketilebilmesinin yanında, doğal veya farklı teknolojik yaklaşımlarla fonksiyonelliğinin sağlanmış ya da artırılmış olması gereklidir.

Bu yaklaşımların sonucu olarak hem çeşitli teknolojik yöntemlerle gıdaların fonksiyonelliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalar artmış, hem de hali hazırda tüketilen gıdaların fonksiyonellikleri incelenmeye başlanmıştır. Süt ve süt ürünleri bu doğrultuda çok önemli bir alandır. Özellikle peynir, ürün çeşitliliği ve tüketim yaygınlığı açısından araştırmacıların ilgisini çekmektedir.

Peynir, günümüzde 1000'den fazla çeşidi olan ve geçmişi 5000 yıl öncesine dayanan süt ve süt ürünleri alanındaki en önemli gıdadır. Peynirin endüstriyel açıdan önemini, dünyada üretilen sütün yaklaşık %40'ının peynir üretiminde kullanılması ortaya koymaktadır (Fox, 2011). Peynir özelliklerini, peynir üretimde kullanılan süt, uygulanan üretim tekniği ve olgunlaşma prosedürü dahil birçok faktör etkilemektedir. Bu kadar farklı çeşitte peynirin elde edilebilmesinin temelinde bu faktörlerin çeşitliliği vardır.

Biyoaktif peptitler, vücutta birçok işlevin işleyişini sağlayan aynı zamanda diyetle alınan proteinlerin gıda işleme prosesleri ve sindirimleri sonrasında oluşan peptit dizilimleri olarak bilinmektedir (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Bazı peptitler yapısal olarak endojen peptitlere benzer özellik göstermekle beraber, bu peptitler organizmada antibiyotik, nörotransmitter ya da hormon gibi davranış gösterebilirler (De Simone vd., 2009; Skwarek vd., 2018). Genel anlamda süt ürünleri, tüketiciler tarafından fazla tüketilmesi ve sevilen duyuşal özelliklerinden kaynaklı biyoaktif peptitlerin vücuda alımı için önemli gıdalardandır (Ahtesh vd., 2018). Bu süt ürünleri arasında peynirler, üretim yöntemlerinin hem farklı hem karmaşıklığından dolayı son ürünün tat, tekstür ve koku gibi özelliklerinin etkilenmesini sağlayan sayısız peptit bulundurmaktadır. Bu peptitlerin birkaçı opioid, antioksidan, ACE inhibitör, antibakteriyel, mineral bağlama gibi özellikleri de içermektedir (Sienkiewicz-Szapka vd., 2009; De Simone vd., 2009; Saito vd., 2000; Bütikofer vd., 2007; Baptista vd., 2018).

Beyaz peynir, Türkiye'nin tamamında üretimi yapılan ayrıca miktar olarak da en fazla üretilen ve tüketilen peynirdir. Literatürde beyaz peynirin genel bileşimine, organik asit içeriğine, serbest yağ asidi ve uçucu bileşik konsantrasyonlarına, mineral içeriğine ve mikrobiyolojik kalitesine dair birçok çalışma yapılmıştır. Ancak, peynirlerin biyoaktivitesine dair çalışmalar son yıllarda başlamıştır ve çalışmaların sayısı azdır. Bununla beraber bu çalışmalar, peynirlerin antihipertansif ve antioksidan özellikleri ile sınırlı kalmıştır (Sahingil vd., 2014;

Erkaya ve Şengul, 2015; Sahingil vd., 2019). Taşıdığı biyoaktivite özelliklerinin sindirim sürecindeki değişimine veya üretimin yapıldığı coğrafyanın biyoaktivite özelliklerine dair etkisi ise henüz çalışılmamıştır.

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan, klasik yöntemle kültürsüz olarak inek sütünden üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmış beyaz peynirler analiz edilmiştir. Beyaz peynirlerin antihipertansif, antioksidan, antidiyabetik, antimikrobiyal ve antikanser etkileri, *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında belirlenmiştir.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Günümüzde gıda tedarik zincirinin en büyük ve önemli kısımlarından birisini süt ve ürünleri oluşturur. Süt ve ürünlerinin endüstriyel üretimi yaklaşık 150 yıldır devam etmektedir (Fox vd., 2011). Bu sektörde, içme sütü, peynir, tereyağı, krema, yoğurt başta olmak üzere fermente sütler, dondurma, koyulaştırılmış süt ve toz ürünler gibi çok çeşitli süt ürünleri bulunmaktadır (Britz ve Robinson, 2008). IDF verilerine göre dünya süt üretimi 2020 yılında %3 oranında artarak 910 milyona ulaşmıştır. Dünya toplam süt üretiminin %81'ini oluşturan inek sütünün üretim miktarı 2020 yılında 20 milyon ton artarak 735 milyona ulaşmıştır (USK, 2021).

Süt ürünleri içerisinde en fazla çeşitliliğe sahip ürün tipi peynirdir. Günümüzde 1000'den fazla çeşidi olan peynirin, yaklaşık 5000 yıllık bir geçmişi olduğu bilinmektedir. Dünya çapında üretilen sütün %40'ı peynir üretiminde değerlendirilmektedir. Bu açıdan bakıldığında peynirin endüstriyel açıdan öneminin çok yüksek olduğu görülmektedir (Fox, 2011).

Beyaz peynir ülkemizde üretilen en önemli peynirdir. Türkiye'de peynir üretiminde değerlendirilen toplam sütün %60'ından fazlası beyaz peynir üretiminde kullanılmaktadır. Bu üretim ülkemizin tüm bölgelerinde gerçekleştirilmektedir (Hayaloglu vd., 2008). Ülkemizde geleneksel olarak, koyun veya keçi sütlerinden üretilen beyaz peynir, tüketim talebinin karşılanabilmesi için günümüzde ağırlıklı olarak inek sütünden üretilmektedir (Hayaloglu vd., 2002). 2021 yılında Türkiye'de gerçekleştirilen inek peyniri üretiminin 61097 ton olduğu rapor edilmiştir (TUIK, 2022).

Türk beyaz peyniri, genel olarak beyaz renkli, tuzlu, kabuksuz, asidik tatta olan, göz oluşumunun olmadığı ve salamurada olgunlaştırılan bir peynir türü olarak tanımlanmaktadır (Kamber, 2008; Özer vd., 2011). Geleneksel üretim yönteminde starter kültür kullanılmamaktadır. Tazeyken dokusu yumuşaktır, fakat 3 ay olgunlaştırma sonrası yarı sert bir hal almaktadır (Hayaloglu vd., 2002). Piyasada satışı gerçekleştirilen Türk beyaz peynirlerinin karakterizasyonuna dair çeşitli çalışmalar literatürde mevcuttur. Bu çalışmalarda, beyaz peynirin genel bileşimi (Turantaş vd., 1989; Güler ve Uraz, 2004), mikrobiyolojik kalitesi (Kivanc, 1989; Turantaş vd., 1989), mineral bileşimi (Merdivan vd., 2004; Mendil, 2006), aflatoksin M1 içeriği (Yaroglu vd., 2005; Ardic vd., 2009), serbest yağ asidi profili (Akalin vd., 1998) ve organik asit bileşimi (Akalin vd., 2002) incelenmiştir.



Yapılan bu çalışmaların sonucunda, kullanılan süt çeşidindeki, süt üretimindeki doğal şartlardaki, peynir üretim tekniklerindeki ve çiğ sütteki farklılıkların peynir özelliklerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür (Kivanc, 1989; Turantaş vd., 1989; Hayaloglu vd., 2002; Kamber, 2008). Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan beyaz peynir örneklerinin bileşimlerinin, serbest yağ asidi profillerinin ve proteolitik olgunlaşma düzeylerinin yanında, uçucu bileşik dağılımları ve lezzet profillerinin çıkartıldığı bir makale, bu tez çalışmasının öncülü olarak yayınlanmıştır (Salum vd., 2018).

Beyaz peynirin fonksiyonel özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir. Kaynaklar incelendiğinde beyaz peynirin antihipertansif aktivitesinin belirlendiği birçok çalışma bulunmaktadır (Barac vd., 2019; Yousefi vd., 2021; Sahingil vd., 2014; Erkaya ve Şengül, 2015; Kocak vd., 2020; Taha vd., 2020). Erkaya ve Şengül (2015), farklı yardımcı kültürler kullanarak ürettikleri beyaz peynirleri salamura ve vakumda olgunlaştırma işlemi yapmışlardır. Olgunlaştırdıkları beyaz peynirlerin antioksidan ve antihipertansif aktiviteleri analiz edilmiştir. Analiz sonucunda antioksidan aktivitenin olgunlaşmanın ilk 60 gününde arttıktan sonra azaldığı, antihipertansif aktivitenin ise olgunlaşma süresince arttığı belirtilmiştir. Sahingil vd. (2014), farklı yardımcı kültürler kullanarak farklı olgunlaşma sıcaklıklarında üretilmiş beyaz peynirlerin antihipertansif aktiviteleri incelemiştir. Anjiyotensin dönüştürücü enzimi (angiotensin converting enzyme, ACE) inhibe etme özelliklerini analiz ederek olgunlaşma ile peynirlerin ACE inhibisyon aktivitesinin arttığını belirlemişlerdir, ayrıca yardımcı kültürlerin (özellikle *Lactobacillus helveticus*) kullanımının da ACE inhibisyon aktivitesi üzerinde olumlu sonuçlara yol açtığı saptanmıştır. Sahingil vd. (2019), farklı yardımcı kültürler kullanarak farklı olgunlaşma koşullarında beyaz peynirler üretmişlerdir. Antihipertansif ve antioksidan aktivitenin en yüksek olduğu beyaz peynir örneğini belirlemişlerdir ve peynir örneklerinde 60 günlük olgunlaşma sonrası en yüksek değerlerin elde edildiğini bildirmişlerdir. Taha vd. (2020), Domiati peynirinde 15 adet antihipertansif aktivite gösteren peptit tanımlamışlardır. Yapılan çalışmalar kazein içeriği sebebiyle peynirlerin yüksek antihipertansif aktiviteye sahip olabileceğini göstermektedir. Kocak vd. (2020), farklı yardımcı kültürler kullanarak ürettikleri peynir örneklerinin antihipertansif aktivitelerini analiz etmiştir ve 0,5 g peynir/mL örneğinde %25 enzim inhibisyonu belirlemişlerdir.

Son yıllarda yapılan bu çalışmalarda en fazla beyaz peynirin antioksidan ve antihipertansif aktiviteleri incelenmiştir. Bununla beraber, yapılan bu çalışmalarda piyasadaki durum değerlendirilmemiş, üretilen peynirler de klasik yöntemle üretilmemiştir.

Bununla beraber, dünyadaki birçok peynirin biyoaktiviteleri ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Öztürk ve Akın (2017) farklı sürelerde olgunlaştırılan inek ve keçi sütlerinden elde edilen tulum peynirlerinin, suda çözünen ekstraktlarının antioksidan, antimikrobiyal ve mineral bağlama aktivitelerini incelemiştir. Peynir ekstraktlarındaki peptit içeriğinin ve ekstraktların antioksidan aktivitelerinin olgunlaşmaya bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. İnek peynirine göre keçi peynirinde daha yüksek mineral bağlama aktivitesi belirlenmiştir. Bu çalışmada incelenen antimikrobiyal aktivite neticesinde yalnızca keçi sütünden elde edilen ve 90 gün olgunlaşma süresine sahip tulum peynirlerinde *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 mikroorganizmasına karşı bir antimikrobiyal aktivite saptanmıştır. Rizello vd. (2005) 9 farklı İtalyan peynir türünün (Caprino del Piemonte, Parmigiano Reggiano, Crescenza, Mozzarella, Pecorino Romano, Fossa, Gorgonzola, Canestrato Pugliese ve Caciocavallo) antimikrobiyal aktivitesini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında bu peynirlerden elde edilen ekstraktların, *Lactobacillus sakei* A15 mikroorganizmasına karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Dimitrov vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Bulgar beyaz peynirlerinin biyoaktivite özellikleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında ilk olarak 20 farklı laktik asit bakteri suşunun kalsiyum bağlama özellikleri ve antihipertansif aktivitesi (ACE inhibisyon aktivitesi olarak) saptanmıştır. *Lactobacillus helveticus* A1 ve *Lactobacillus casei* C3 bakterilerinin en yüksek ACE inhibisyon aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Daha sonra bu bakteri suşları peynir üretiminde kullanılmıştır. Bu bakteri suşlarıyla üretilen peynirlerde daha yüksek antihipertansif aktivite gerçekleştiği belirlenmiştir. 32 ay olgunlaştırılmış Grana Padano ve Parmigiano Reggiano peynirlerinden elde edilen ekstraktların ACE inhibisyon aktiviteleri Bernabucci vd. (2014) tarafından incelenmiştir. Yüksek ACE inhibisyon aktivitesine sahip olduğu saptanan bu peynirlerin ekstraktları *in vitro* mide sindirim ortamına sokulmuş ve tekrar analiz edilmiştir. Bu ekstraktların *in vitro* sindirim sonrasında da aktivitelerinin yüksek olduğu belirlenmiş ve *in vivo* olarak fare diyetinde kullanılmıştır. Ekstraktlar *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında yüksek ACE inhibisyon aktivitesi göstermiş olsa da *in vivo* çalışmada aynı etkiyi göstermemiştir. Himalaya (Kalari) peynir üretiminde farklı probiyotik suşların yardımcı kültür olarak kullanılması sonucu

peynirlerin biyoaktivite özellikleri üzerine etkisi Mushtaq vd. (2019) tarafından incelenmiştir. *Lactobacillus casei* (NCDC 297), *Lactobacillus plantarum* (NCDC 012) ve *Lactobacillus brevis* (NCDC 021) suşları bu çalışmada probiyotik olarak kullanılmıştır. Üretilen peynirlerin antimikrobiyal, antidiyabetik, antiproliferatif ve immünomodülatör aktiviteleri biyoaktivite özellikleri olarak incelenmiştir. Biyoaktivite özelliklerinin probiyotik bakterilerin kullanılması sonucu olumlu geliştiği bildirilmiştir. Olgunlaşma sürecinde gerçekleşen proteoliz sonucu oluşan biyoaktif peptitlerin, bu gelişimin esas nedeni olduğu belirlenmiştir. Gupta vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada farklı yardımcı kültürler kullanarak Cheddar peynirleri üretilmiştir. 9 aylık olgunlaşma süreci neticesinde bu peynirlerin antioksidan aktiviteleri kullanılan farklı analiz yöntemleriyle (DPPH, ABTS, Süperoksit Radikal Süpürme) saptanmıştır. Sonuç olarak peynirlerin antioksidan aktivitesindeki artış olgunlaşmanın ilk 4 ayında gözlenirken, 5. ayında azaldığı ve sonrasında hiç değişmediği bildirilmiştir. İlk 4 ay gözlenen antioksidan aktivitedeki bu artış ise olgunlaşma sürecindeki proteoliz ile ilişkilendirilmiştir. 44 farklı geleneksel peynirde bulunan, antihipertansif aktivite gösterdiği bilinen Val-Pro-Pro ve Ile-Pro-Pro olarak adlandırılan 2 farklı peptidin sert, yarısert ve yumuşak peynirlerdeki miktarları Bütikofer vd. (2007) tarafından incelenmiştir. Aynı zamanda bu peynirlerdeki miktarları ile antihipertansif aktivite arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bu 2 peptit miktarı, özellikle sert peynirlerde yüksek oranda antihipertansif aktivitenin gözlenmesine neden olmuştur. Théolier vd. (2014) Kanada’da ticari olarak üretilmiş iki farklı olgunlukta Cheddar, İsviçre, Gouda ve Mozarella peynirlerinin sulu ekstraktlarından ultrafiltrasyonla saflaştırılan peptitlerinin antibakteriyel ve antifungal aktivitelerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada peptitlerin, *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii*, *Escherichia coli* O157:H7, *Escherichia coli* MC4100, *Mucor*, *Aspergillus*, *Fusarium* ile *Penicillium* türleri üzerindeki etkileri saptanmıştır. *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii* ve *Escherichia coli* MC4100 türleri üzerinde özellikle Mozarella ve Gouda peynirlerinin ekstraktlarının belirgin şekilde antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır. Tüm peynirlerin spor oluşumunu geciktirdikleri gözlenirken *Fusarium* türleri üzerinde aktivite gösterdikleri belirlenmiştir. Orta olgunlukta Cheddar, Gouda ve Mozarella’nın *Mucor racemosus* ve *Aspergillus versicolor* türleri üzerinde belirgin antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Brezilya ve Uruguay’da koyun sütünden elde edilen peynirlerin biyoaktivite özellikleri Meira vd. (2012) tarafından araştırılmıştır. Brezilya’dan Roquefort, Feta ve Pecorino peynir örnekleri, Uruguay’dan Cerrillano ve Pecorino Sardo peynir örnekleri

analiz edilmiştir. Tüm peynir örneklerinde antioksidan aktivite gözlenmiştir. Brezilya’da üretilen Roquefort peynirlerinin antioksidan aktivitesinin diğer peynirlere kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır. Bierzuńska vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada tereyağ üretimi ile elde edilen yayıkaltı suyuna peynir altı suyu konsantresi eklenerek ürettikleri peynirlerin antioksidan aktivitesi değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda peynir altı suyu konsantresi eklenerek üretilen peynir örneklerinde antioksidan aktivitede artış belirlenmiştir.



### **3. MATERİYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışmada Türkiye'nin 7 farklı kentinden (Çanakkale, Kars, Antalya, Denizli, Balıkesir, Aksaray ve Edirne) 8 adet peynir temin edilmiştir. Akpınar ve H.Ö, firmasına ait peynirler Çanakkale'den, Cihan-Ser firmasına ait peynir Kars'tan, Ekici markasına ait peynir Antalya'dan, Hisar markasına ait peynir Denizli'den, Onur firmasına ait peynir Balıkesir'den, Süttaş markasına ait peynir Aksaray'dan ve Yardımcı firmasına ait peynir ise Edirne'den temin edilmiştir. Peynirler inek sütünden, klasik yöntemle kültürsüz olarak üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmıştır. Üretilen beyaz peynirler hammadde olarak kullanılmıştır.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1 Analiz Yöntemleri**

###### **3.2.1.1 Bileşim Analizleri**

Çalışmada incelenen Türkiye'nin farklı kentlerinden (Çanakkale, Kars, Antalya, Denizli, Balıkesir, Aksaray ve Edirne) temin edilen beyaz peynirlerin nem içeriği gravimetrik yöntemle (AOAC, 2012a), yağ oranı Gerber yöntemiyle (Funke-Gerber, 2018), protein/azot içerikleri Kjeldahl yöntemiyle (AOAC, 2012b) analiz edilmiştir. Analiz edilen örneklerin pH değerleri pH/İyon metre (Mettler Toledo Seven Compact) cihazı ile belirlenmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri ise %laktik asit cinsinden (AOAC, 2012c) saptanmıştır.

###### **3.2.1.2. Peynirlerin Proteolitik Olgunlaşma Düzeylerinin Belirlenmesi**

Proteinlerin hidroliz oranı, peynirde olgunlaşma düzeyinin belirlenmesinde önemli bir ölçüdür. Proteinlerin peptidlere ve aminoasitlere parçalandığı hidroliz sürecinde, parçalanmanın düzeyi örneklerdeki suda çözünür azot oranının belirlenmesi ile saptanabilir.

###### **3.2.1.3. Peynirlerin Suda Çözünür Ekstraktlarının Hazırlanması**

Beyaz peynir örneklerinin biyoaktivite özelliklerini analiz etmek için Bütikofer vd. (1993)'te belirtilen şekilde suda çözünür ekstraktları hazırlanmıştır. Buna göre 20 g beyaz peynir ile 40 °C'de 20 mL saf su bir behere alınmıştır. Karışım önce Ultra-Turrax ile 1000 rpm'de 1 dakika homojenize edilmiştir. Sonrasında 1 dakika serbest halde bırakılmıştır. Aynı koşullarda tekrar

1 dakika Ultra-Turrax ile karıştırılmıştır. Homojenat 1 saat boyunca 40 °C’de tutulup, örnekler 4 °C’de, 3000 g’de, 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üstte biriken yağ kısmı bir spatül ile alınıp, kalan sıvı kısım cam yünüden geçirilip, Whatman No.113 filtre kağıdından filtre edilmiştir. Bu sayede suda çözünür ekstraktlar elde edilmiştir.

#### **3.2.1.4. Biyoaktivite Analizleri**

Çalışmada kullanılan klasik yöntemle kültürsüz olarak inek sütünden üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmış beyaz peynir örneklerinin biyoaktivite özellikleri analiz edilmiştir. Çalışma kapsamındaki bu örneklerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasındaki değişimleri incelenmiştir. Biyoaktivite analizleri, çalışma kapsamında hazırlanmış olduğumuz suda çözünür ekstraktlar ile gerçekleştirilmiştir. *In vitro* sindirim sonrası değişimlerin analizinde, klasik yöntemle kültürsüz olarak inek sütünden üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmış beyaz peynir örneklerinin kendileri *in vitro* sindirim sürecine sokularak ince bağırsak sindirimi sonrasında alınan örneklerin biyoaktivite özellikleri belirlenmiştir.

##### **3.2.1.4.1. Antihipertansif Aktivitenin Belirlenmesi**

Beyaz peynir örneklerinin antihipertansif aktivitesinin belirlenmesi için anjiyotensin dönüştürücü enzimi (angiotensin converting enzyme, ACE) inhibe etme özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla, Shalaby vd. (2006)’de açıklanan yöntem ile analizler gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, berrak halde bulunan peynirin suda çözünür ekstraktından 40 µL alınıp Eppendorf tüpüne eklenmiştir. Üzerine 0.01 M tuzlu fosfat tamponu (pH: 7.0, NaCl konsantrasyonu: 0.5 M) içerisinde hazırlanmış olan 40 µL 0.1 u/mL ACE ilave edilmiştir. Bu karışım 15 dakika 37 °C’de su banyosunda Eppendorf tüpleri kapalı ve dik şekilde bekletilerek inkübe edilmiştir. Ardından 600 µL 0.75 mM substrat çözeltisi (FAPGG, N-[3-(2-Furyl) acryloyl]-Phe-Gly-Gly) tuzlu fosfat tamponunda hazırlanıp karışımın üzerine ilave edilerek reaksiyon başlatılmıştır. Reaksiyon 30 dakika 37 °C’de sonlandırılmıştır. Örnekler Eppendorf tüplerinden spektrofotometre küvetlerine aktarılmış ve hacim 1000 µL’ye tamamlanacak şekilde üzerine 320 µL tampon çözeltisi ilave edilmiştir. Bekletilmeden spektrofotometre 340 nm’ye ayarlanarak, 340 nm’de örneklerin absorbans değerleri ölçülmüştür.

#### 3.2.1.4.2. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Beyaz peynirlerinin suda çözünen peptit ekstraktlarının antioksidan aktivitesi serbest radikal giderme aktivitesi ve demir şelatlama kapasitesi yöntemleri ile belirlenmiştir. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde troloks eşleniği kullanılmıştır. Bu yöntemde, beyaz peynir ekstraktlarının ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sulfonik asit)) ve DPPH (2,2-Difenil-1-(2,4,6-trinitrofenil) hidrazil) radikallerini nötralize etme kapasiteleri ve oksijen radikallerini absorplama kapasiteleri ölçülmüştür. Re vd. (1999) tarafından tanımlanan ABTS serbest radikallerinin bağlanma kapasitelerinin ölçülmesi 0,1 mL örnek çözeltisi ile 1,9 mL 7 mmol/L ABTS radikal çözeltisinin (2,5 mmol/L potasyum persülfat içerisinde hazırlanmış) verdiği reaksiyonun 6 dakika boyunca kinetik olarak 734 nm'deki absorbans değerinde meydana gelen değişimin ölçülmesiyle belirlenmiştir (Agilent Carry 60). ABTS radikal çözeltisinin başlangıç absorbans değeri  $0,700 \pm 0,020$  olacak şekilde pH 7,4 75 mmol/L tuzlu fosfat tamponu (150 mmol/L NaCl içeren) kullanılarak ayarlanmıştır.

DPPH kullanılarak gerçekleştirilen antioksidan aktivite ölçüm yöntemi Brand-Williams vd. (1995) ve Kim vd. (2002)'de anlatıldığı şekilde yapılmıştır. 0,1 mL örnek çözeltisi 3,9 mL DPPH (0,06 mmol/L metanol olacak şekilde hazırlanmış) ile 30 dakika boyunca reaksiyona sokulmuş ve ardından çözeltinin 517 nm'de absorbans ölçümü gerçekleştirilmiştir (Agilent Carry 60). DPPH çözeltisinin başlangıç absorbans değeri  $0,700 \pm 0,020$  olacak şekilde 0,06 mmol/L metanol kullanılarak ayarlanmıştır.

Örneklerin demir iyonlarını şelatlama kapasiteleri de spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Arcan ve Yemenicioglu, 2017). 2 mL uygun oranda seyreltilmiş örnek çözeltisi 0,1 mL 1 mmol/L  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  çözeltisi ile karıştırılarak 30 dakika inkübe edilmiştir. Ardından 0,1 mL 5 mmol/L ferrozin ilave edilerek karıştırılmış ve 10 dakika daha inkübasyona bırakılmıştır. Oluşan renk spektrofotometrik olarak 562 nm'de ölçülmüş ve sonuçlar EDTA cinsinden ifade edilmiştir.

#### 3.2.1.4.3. Antidiyabetik Aktivitenin Belirlenmesi

Beyaz peynirlerin suda çözünen ekstraktlarının antidiyabetik aktiviteleri  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz enzim aktivitelerinin inhibe edilme düzeylerine göre belirlenmiştir. Analizler spektrofotometrik yöntemle gerçekleştirilmiştir. Antidiyabetik aktivitenin belirlenmesinde iki farklı yöntem kullanılmıştır.

Çalışmada Kim vd. (2004)'de açıklanan yöntemle göre örneklerin  $\alpha$ -amilaz enzimini inhibe etme düzeyleri incelenmiştir. Bu yöntemde,  $\alpha$ -amilaz enzimi içeren ağız benzeri bir ortam hazırlanarak bu ortama nişasta substrat olarak ilave edilmiş ve nişasta parçalanma ürünlerinin miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır (Çam ve İçyer, 2015). İndirgen şekerler nişasta parçalanma ürünleri olarak belirlenmiştir. 3,5-Dinitrosalicylic asit (DNS) kolorimetrik yöntemi indirgen şekerlerin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yöntem, alkali koşullar ve ısı uygulaması ile şekerlerin fonksiyonel gruplarının (serbest halde bulunan karbonil gruplarının) oksidasyonu ve DNS'in indirgenerek 3-amino-5-nitrosalicylic aside dönüşümüne dayanır. Reaksiyon sonucu oluşan 3-amino-5-nitrosalicylic asit 540 nm'de ışığı absorbe ederek absorpsiyonun belirlenmesi ile ortamda oluşan indirgen şeker miktarı arasında ilişki kurulur. İşlem sırasında ortama sodyum potasyum tartrat ilavesi, ortamdaki iyon konsantrasyonunun artmasını ve çözünmüş oksijen miktarının azalmasını sağlar; bu şekilde, işlemin etkinliği artar (Miller, 1959). Kısacası  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu ile nişasta parçalanır. İndirgen şekerler açığa çıkar. 540 nm'de absorpsiyon veren bileşikler indirgen şekerlerle DNS arasındaki reaksiyon sonucu oluşur. Eğer bu bileşiklerin oluşumu azalır, enzim aktivitesinin inhibe edildiği sonucuna ulaşılır. Bu analizde, 10 unite/mL'lik  $\alpha$ -amilaz enziminden 100  $\mu$ L bir Eppendorf tüpüne alınmıştır. Üzerine 100  $\mu$ L örnek ilave edilmiştir. Bu karışım 5 dakika 37 °C'de ön inkübasyona bırakılmıştır. Karışımın üzerine reaksiyonu başlatmak için 250  $\mu$ L %1'lik nişasta çözeltisinden ilave edilmiş ve enzimatik reaksiyonun gerçekleşmesi için 5 dakika 37 °C'de inkübe edilmiştir. Daha sonra, karışımın üzerine 200  $\mu$ L DNS çözeltisi ilave edilmiş ve karışım 95 °C'de 10 dakika bekletilip, ardından karışıma 1 mL saf su ilave edilip buz banyosunda oda sıcaklığına hızla gelmesi sağlanmıştır. Oda sıcaklığına gelen çözeltide oluşan renk, spektrofotometrik olarak 540 nm'de ölçülmüştür.

Çalışmada yararlanılan diğer antidiyabetik aktivite analizinde de Kim vd. (2004)'de açıklanan yöntemle göre  $\alpha$ -glukosidaz enziminin inhibisyonu gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, 4-nitrophenyl  $\alpha$ -D-glucopyranoside bileşiğini  $\alpha$ -glukosidaz enziminin parçalamasını sağlamasıyla bu parçalanma reaksiyonu sonucu oluşan *p*-nitrophenol bileşiğinin spektrofotometrik olarak ölçülmesine dayanmaktadır. Oluşan *p*-nitrophenol bileşiği 400 nm'de absorbans vermektedir. Bu bileşiğin konsantrasyonu ile enzim aktivitesi arasında ilişki bulunmaktadır. Bu bileşiğin oluşumu azalır, enzim aktivitesinin inhibisyonu gerçekleşir. Bu analizde, tuzsuz fosfat tamponunda hazırlanmış olan  $\alpha$ -glukosidaz enziminden (0,1 unite/mL) 100  $\mu$ L bir Eppendorf tüpüne alınmış ve üzerine 100  $\mu$ L örnek ilave edilmiştir. Bu karışım 10



dakika 37 °C’de ön inkübasyona bırakılmıştır. Karışımın üzerine 100 µL 10 mM’lık substrat çözeltisinden (pNPG, 4-nitrofenil α-D-galaktopiranosit) ilave edilmiş, enzimatik reaksiyonun gerçekleşmesi için 60 dakika 37 °C’de inkübe edilmiştir. Sonrasında, karışımın üzerine 1 mL 0,1 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilmiş ve enzimatik reaksiyon durdurulmuştur. Çözeltide oluşan renk spektrofotometrik olarak 400 nm’de ölçülmüştür.

#### **3.2.1.4.4. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesi**

Beyaz peynir ekstraktlarının antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesinde Rizzello ve ark. (2005) yönteminden yararlanılmıştır. Beyaz peynir ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesinde, iki mikrobiyal suş, *Escherichia coli* K12 (Gram -) ve *Staphylococcus aerus* ATCC25923 (Gram +) hedef alınmıştır. Mikroorganizmaların gelişimleri sıvı Luria Broth ya da M17 broth besiyeri içerisinde çalkalamalı inkübatör ve 36 °C ortam sıcaklığında gece boyunca (16-18 saat) geliştirilmiştir. Standart ayarlı bir densitometre yardımıyla elde edilen sıvı bakteri kültürlerinin hücre yoğunluğu 0,5 McFarland değerine (10<sup>6</sup> KOB/mL) ayarlanmıştır. Uygun hacimdeki (100 µL) bakteri süspansiyonu petri plaklarında agar eklenerek elde edilen katı büyüme ortamı yüzeyine yaydırılmıştır. Sonrasında plaklarında yaklaşık 0,6 cm çapında kuyucuklar açılmış ve eşit hacimde (50 µL) peynir çözeltisi örnekleri kuyucuklara ilave edilmiştir. Bakteri plakları 24 saat 36 °C’de inkübe edilerek kuyucuklar etrafında oluşan inhibisyon alanlarının yarıçapları ölçülmüştür. Ölçümlerde bakteri büyümesini engelleyen pozitif kontroller olarak Chloramphenicol (50 µg) ve Cefotaxime (50 µg) antibiyotikleri kullanılmıştır. Antimikrobiyel etki gösteren örnek tespit edilmediği için bakteri büyümesini tamamen engelleyen en düşük ekstrakt konsantrasyonu (MIC) belirlenmemiştir.

#### **3.2.1.5. In Vitro Sindirim Çalışmaları**

Peynir örneklerinin *in vitro* sindirim uygulaması Minekus vd. (2014) ve Brodcorp vd. (2019) tarafından tanımlanan yönteme göre yapılmıştır. Buna göre, örnekler 1:1 oranında simüle tükürük sıvısı (K<sup>+</sup>: 18,8 mmol/L, Na<sup>+</sup>: 13,6 mmol/L, Cl<sup>-</sup>: 19,5 mmol/L, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>: 3,7 mmol/L, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>: 13,7 mmol/L, Mg<sup>2+</sup>: 0,15 mmol/L, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: 0,12 mmol/L, Ca<sup>2+</sup>: 1,5 mmol/L) ve insan tükürüğünden üretilmiş α-amilaz enzimi (75 U/mL) karışımı içerisinde 2 dakika boyunca pH 7,0’de 37 °C’de sindirime uğratılmıştır. Oral faz sindiriminden sonra gastrik faz sindirimine geçilmiştir. Burada da oral faz sindiriminden alınan örnekler 1:1 oranında simüle

gastrik sıvısı ( $K^+$ : 7,8 mmol/L,  $Na^+$ : 72,2 mmol/L,  $Cl^-$ : 70,2 mmol/L,  $H_2PO_4^-$ : 0,9 mmol/L,  $HCO_3^-$  ve  $CO_3^{2-}$ : 25,5 mmol/L,  $Mg^{2+}$ : 0,1 mmol/L,  $NH_4^+$ : 1,0 mmol/L,  $Ca^{2+}$ : 0,15 mmol/L) ve pepsin (2000 U/mL) karışımı ile 2 saat boyunca pH 3,0'de sindirime uğratılmıştır. Ardından intestinal faz kısmına geçilerek örnekler 1:1 oranında simüle intestinal sıvısı ( $K^+$ : 7,6 mmol/L,  $Na^+$ : 123,4 mmol/L,  $Cl^-$ : 55,5 mmol/L,  $H_2PO_4^-$ : 0,8 mmol/L,  $HCO_3^-$  ve  $CO_3^{2-}$ : 85 mmol/L,  $Mg^{2+}$ : 0,33 mmol/L,  $Ca^{2+}$ : 0,6 mmol/L) ve enzim ekstraktı (100 U/mL pankreatin ve 10 mmol/L safra) karışımı ile 2 saat boyunca pH 7,0'de sindirime uğratılmışlardır. İşlem sonrasında ortama 1 mmol/L AEBSF proteaz inhibitörü (4-(2-Aminoethyl) benzenesülfonil florid hidroklorid) ilave edilerek reaksiyon sonlandırılmıştır. pH ayarlamalarında NaOH ve HCl çözeltileri kullanılmıştır. Sindirilmiş örneklerde biyoaktivite analizleri gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.1.6. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada incelenecek peynir örneklerinin, analiz edilen özellikleri açısından kendi içlerinde anlamlı farklılıklara sahip olup olmadığı belirlenmiştir. Bu amaçla, tedarik edilen peynirlerin bölgesel farklılığının, ürün özellikleri üzerinde değişiminin önemliliği, tek değişkenli varyans analizi ile saptanmış, belirlenen önemlilik derecelerine göre örneklerin gruplandırılmasında ise Duncan testinden yararlanılmıştır. Analizlerde SPSS istatistiksel paket programı (SPSS ver. 13.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılmıştır.

Peynir örneklerinin sindirim öncesi toplam peptit miktarı (TMP), sindirim sonrası antihipertansif aktivite (ACE), sindirim sonrası antioksidan aktivite (ABTS), sindirim öncesi antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -amilaz) ve sindirim sonrası antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -glukosidaz) analizleri arasındaki istatistiksel farklar Temel Bileşen Analizi (TBA) ile belirlenmiştir. Ayrıca analiz sonuçları göre ısı haritası analizi gerçekleştirilmiş olup farklı oluşan farklı gruplar Ward yöntemi ile belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler için JMP Pro V16.0 (Chicago, ABD) programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde; Türkiye'nin farklı kentlerinden tedarik edilen, klasik yöntemle, kültür kullanılmadan, inek sütünden üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmış beyaz peynir örneklerinin temel bileşim özellikleri, asitlik ve proteolitik olgunlaşma parametrelerindeki değişimlerle beraber antihipertansif, antioksidan, antidiyabetik, antimikrobiyal etkilerinin ve bu etkilerin *in vitro* sindirim süreçlerindeki değişimleri incelenmiştir.

### 4.1. Olgun Beyaz Peynirlerin Bileşimi

Türkiye'nin farklı kentlerinde (Çanakkale, Kars, Antalya, Denizli, Balıkesir, Aksaray ve Edirne) üretilen peynirlerin bileşimine ait değerler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin temel bileşim özellikleri.

| Peynir | Nem (%)                   | Protein (%)                | Yağ (%)                   | YPKN (%) <sup>1</sup> | KM'de <sup>2</sup><br>Protein (%) | KM'de<br>Yağ (%) |
|--------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------|
| 1      | 53,63 ± 0,01 <sup>c</sup> | 19,54 ± 0,06 <sup>ef</sup> | 24,03 ± 0,11 <sup>c</sup> | 70,60                 | 42,14                             | 51,83            |
| 2      | 51,36 ± 0,46 <sup>a</sup> | 19,67 ± 0,11 <sup>f</sup>  | 24,03 ± 0,11 <sup>c</sup> | 69,46                 | 40,44                             | 53,58            |
| 3      | 51,52 ± 0,28 <sup>a</sup> | 19,03 ± 0,12 <sup>d</sup>  | 26,69 ± 0,59 <sup>d</sup> | 70,28                 | 39,25                             | 55,06            |
| 4      | 53,92 ± 0,09 <sup>c</sup> | 17,64 ± 0,16 <sup>b</sup>  | 25,92 ± 0,06 <sup>d</sup> | 72,79                 | 38,29                             | 56,25            |
| 5      | 52,55 ± 0,02 <sup>b</sup> | 19,20 ± 0,12 <sup>de</sup> | 24,69 ± 0,48 <sup>c</sup> | 69,78                 | 40,46                             | 52,04            |
| 6      | 57,66 ± 0,44 <sup>e</sup> | 16,96 ± 0,33 <sup>a</sup>  | 20,94 ± 0,13 <sup>a</sup> | 72,94                 | 40,05                             | 49,47            |
| 7      | 55,12 ± 0,52 <sup>d</sup> | 17,06 ± 0,10 <sup>a</sup>  | 24,64 ± 0,06 <sup>c</sup> | 73,13                 | 38,01                             | 54,89            |
| 8      | 55,37 ± 0,34 <sup>d</sup> | 18,43 ± 0,04 <sup>c</sup>  | 22,82 ± 0,31 <sup>b</sup> | 71,74                 | 41,30                             | 51,13            |

<sup>a-d</sup> Aynı harfler, örnekler arasında farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

\* 1: Çanakkale-1; 2: Kars; 3: Antalya; 4: Denizli; 5: Çanakkale-2; 6: Balıkesir; 7: Aksaray; 8: Edirne.

<sup>1</sup> YPKN: Yağsız peynir kitlesinde nem.

<sup>2</sup> KM: Kuru madde.

Tablodaki değerler incelendiğinde, en düşük nem oranı 2 (Kars) ve 3 (Antalya) numaralı peynir örneklerinde görülürken, bu örneklerdeki değerler istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir (p>0.05). 2 (Kars) numaralı peynir örneğinde en yüksek protein (%) değeri

görülürken, 3 (Antalya) numaralı peynir örneğinde ise en yüksek yağ (%) değeri görülmektedir. Yağsız peynir kitlesinde nem (YPKN) en yüksek 7 (Aksaray) numaralı örnekte görülürken, en düşük KM'de protein değeri 7 (Aksaray) numaralı örnekte görülmektedir. KM'de yağ değeri, diğer örneklere göre en düşük 6 (Balıkesir) numaralı peynir örneğinde görülmektedir.

#### 4.2. Olgun Beyaz Peynirlerin Asitlik ve Proteolitik Olgunlaşma Özellikleri

Türkiye'nin farklı kentlerinde üretilen peynirlerin asitlik ve proteolitik olgunlaşma değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin asitlik ve proteolitik olgunlaşma özellikleri.

| Peynir | pH                        | Titrasyon<br>Asitliği (%) <sup>1</sup> | Toplam Azot<br>(%)       | SÇA (%) <sup>2</sup>      | OUI<br>(%) <sup>3</sup> |
|--------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1      | 4,96 ± 0,01 <sup>cd</sup> | 0,93 ± 0,00 <sup>cd</sup>              | 3,06 ± 0,01 <sup>e</sup> | 0,64 ± 0,00 <sup>c</sup>  | 20,90                   |
| 2      | 5,15 ± 0,03 <sup>g</sup>  | 0,76 ± 0,02 <sup>a</sup>               | 3,08 ± 0,02 <sup>e</sup> | 0,90 ± 0,06 <sup>e</sup>  | 29,22                   |
| 3      | 4,99 ± 0,02 <sup>de</sup> | 1,03 ± 0,05 <sup>e</sup>               | 2,98 ± 0,02 <sup>d</sup> | 0,75 ± 0,04 <sup>d</sup>  | 25,29                   |
| 4      | 5,02 ± 0,00 <sup>ef</sup> | 0,96 ± 0,01 <sup>d</sup>               | 2,77 ± 0,02 <sup>b</sup> | 0,68 ± 0,02 <sup>cd</sup> | 24,53                   |
| 5      | 4,92 ± 0,02 <sup>bc</sup> | 0,88 ± 0,01 <sup>b</sup>               | 3,01 ± 0,02 <sup>d</sup> | 0,51 ± 0,05 <sup>b</sup>  | 16,99                   |
| 6      | 4,87 ± 0,02 <sup>a</sup>  | 0,88 ± 0,01 <sup>bc</sup>              | 2,66 ± 0,05 <sup>a</sup> | 0,26 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 9,88                    |
| 7      | 4,89 ± 0,03 <sup>ab</sup> | 1,14 ± 0,01 <sup>f</sup>               | 2,67 ± 0,02 <sup>a</sup> | 0,67 ± 0,00 <sup>c</sup>  | 25,13                   |
| 8      | 5,07 ± 0,01 <sup>f</sup>  | 0,96 ± 0,02 <sup>d</sup>               | 2,89 ± 0,01 <sup>c</sup> | 0,72 ± 0,00 <sup>cd</sup> | 24,79                   |

<sup>a-d</sup> Aynı harfler, örnekler arasında farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

\* 1: Çanakkale-1; 2: Kars; 3: Antalya; 4: Denizli; 5: Çanakkale-2; 6: Balıkesir; 7: Aksaray; 8: Edirne.

<sup>1</sup> Laktik asit cinsinden.

<sup>2</sup> SÇA: Suda çözünür azot.

<sup>3</sup> OUI: Olgunlaşma uzama indeksi.

Genel olarak tablodaki değerler incelendiğinde, pH değeri 4,87 ile 5,15 aralığında değiştiği görülmektedir. Titrasyon asitliği değerinin ise %0,76 ile %1,14 aralığında değiştiği görülmektedir. Toplam azot değerinin %2,66 ile %3,08 aralığında, suda çözünür azot (SÇA) değerinin ise %0,26 ile %0,90 aralığında değiştiği görülmektedir. 6 (Balıkesir) numaralı

peynir örneğinin SÇA değeri, diğer peynir örneklerine göre istatistiksel açıdan önemli ve daha düşük bulunmuştur. OUI değeri de 6 (Balıkesir) numaralı peynir örneğinde diğer peynir örneklerine kıyasla istatistiksel açıdan önemli düzeyde düşüktür.

#### 4.3. Olgun Beyaz Peynirlerin Toplam Peptit Miktarı

İncelenen olgun beyaz peynir örneklerinin toplam peptit miktarı analiz sonuçları Tablo 3’de gösterilmiştir. Örneklerin, sindirim sonrası belirlenen değerleri, sindirim öncesine kıyasla ciddi anlamda bir artış göstermiştir.

**Tablo 3.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin toplam peptit miktarı analiz sonuçları.

| Toplam Peptit Miktarı <sup>2</sup> |                           |                               |                             |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Örnek <sup>1</sup>                 | Sindirim Öncesi           | Sindirim Sonrası <sup>3</sup> |                             |
|                                    |                           | Peynir                        | Sindirim Ortamı + Örnek     |
| 1                                  | 29,69 ± 0,98 <sup>b</sup> | 131,79 ± 6,938 <sup>a</sup>   | 290,33 ± 6,94 <sup>a</sup>  |
| 2                                  | 45,64 ± 1,49 <sup>e</sup> | 196,68 ± 8,614 <sup>f</sup>   | 347,92 ± 8,61 <sup>d</sup>  |
| 3                                  | 27,34 ± 1,15 <sup>a</sup> | 148,77 ± 7,344 <sup>bc</sup>  | 299,96 ± 7,34 <sup>ab</sup> |
| 4                                  | 31,90 ± 2,06 <sup>c</sup> | 158,35 ± 10,310 <sup>cd</sup> | 317,46 ± 10,31 <sup>c</sup> |
| 5                                  | 32,16 ± 0,83 <sup>c</sup> | 159,45 ± 0,646 <sup>cd</sup>  | 314,56 ± 0,65 <sup>c</sup>  |
| 6                                  | 38,38 ± 1,15 <sup>d</sup> | 171,36 ± 4,881 <sup>de</sup>  | 345,14 ± 4,88 <sup>d</sup>  |
| 7                                  | 67,43 ± 0,61 <sup>f</sup> | 142,00 ± 6,476 <sup>ab</sup>  | 305,71 ± 6,48 <sup>bc</sup> |
| 8                                  | 67,76 ± 0,64 <sup>f</sup> | 174,18 ± 3,603 <sup>e</sup>   | 338,52 ± 3,60 <sup>d</sup>  |

<sup>a-g</sup> Aynı harfler, örnekler arasında farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

<sup>1</sup> 1: Çanakkale-1; 2: Kars; 3: Antalya; 4: Denizli; 5: Çanakkale-2; 6: Balıkesir; 7: Aksaray; 8: Edirne.

<sup>2</sup> mg tripton/g kuru madde

<sup>3</sup> Peynir: Hesaplamada sindirim ortamı çıkartılmıştır; Kontrol: Sindirim ortamı ve örnek beraber değerlendirilmiştir.

Tablodaki değerler incelendiğinde, olgun beyaz peynirlerin toplam peptit miktarı sindirim öncesi ve sindirim sonrası sonuçlarında peynir örnekleri arasındaki farkın fazla olduğu görülmektedir. Sindirim öncesi 7 (Aksaray) ve 8 (Edirne) numaralı peynir örneklerinde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Ancak sindirim sonrası bu iki peynir örneği arasındaki farkın açıldığı gözlenmektedir. Sindirim öncesi 4 (Denizli) ve 5 (Çanakkale-2)

numaralı peynir örneklerine bakıldığında, sonuçların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Aynı zamanda, sindirim sonrası da bu iki peynir örneği arasındaki fark birbirine yakın çıkmıştır.

#### 4.4. Olgun Beyaz Peynirlerin Biyoaktivite Özellikleri

##### 4.4.1 Antihipertansif Aktivite

Olgun beyaz peynir örneklerinin antihipertansif özelliğinin belirlenebilmesi için yapılan Antihipertansif aktivite sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. 8 (Edirne) numaralı sindirim öncesi peynir örneğinin ACE inhibisyon değerinin diğer peynir örneklerine göre daha fazla olduğu tabloda gösterilmektedir. 1 (Çanakkale-1), 5 (Çanakkale-2) ve 6 (Balıkesir) numaralı peynir örneklerinde sindirim sonrasında ACE inhibisyon değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

**Tablo 4.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin antihipertansif aktivite (ACE-inhibisyon aktivitesi) analizleri sonuçları.

| Antihipertansif Aktivite <sup>2</sup> |                           |                               |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Örnek <sup>1</sup>                    | Sindirim Öncesi           | Sindirim Sonrası <sup>3</sup> |                           |
|                                       |                           | Peynir                        | Sindirim Ortamı + Örnek   |
| 1                                     | 2,17 ± 0,16 <sup>a</sup>  | 1,98 ± 0,06 <sup>b</sup>      | 1,98 ± 0,06 <sup>b</sup>  |
| 2                                     | 2,93 ± 0,14 <sup>c</sup>  | 4,58 ± 0,05 <sup>c</sup>      | 4,58 ± 0,05 <sup>c</sup>  |
| 3                                     | 2,75 ± 0,01 <sup>bc</sup> | 4,37 ± 0,19 <sup>c</sup>      | 4,37 ± 0,19 <sup>c</sup>  |
| 4                                     | 4,16 ± 0,37 <sup>d</sup>  | 8,28 ± 0,37 <sup>d</sup>      | 8,28 ± 0,37 <sup>d</sup>  |
| 5                                     | 2,16 ± 0,03 <sup>a</sup>  | 0,77 ± 0,02 <sup>a</sup>      | 0,77 ± 0,02 <sup>a</sup>  |
| 6                                     | 2,37 ± 0,14 <sup>ab</sup> | 1,22 ± 0,03 <sup>a</sup>      | 1,22 ± 0,03 <sup>a</sup>  |
| 7                                     | 3,81 ± 0,20 <sup>d</sup>  | 12,42 ± 0,49 <sup>f</sup>     | 12,42 ± 0,49 <sup>f</sup> |
| 8                                     | 4,21 ± 0,04 <sup>d</sup>  | 11,65 ± 0,65 <sup>e</sup>     | 11,65 ± 0,65 <sup>e</sup> |

<sup>a-d</sup> Aynı harfler örnekler arasında farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

<sup>1</sup> 1: Çanakkale-1; 2: Kars; 3: Antalya; 4: Denizli; 5: Çanakkale-2; 6: Balıkesir; 7: Aksaray; 8: Edirne.

<sup>2</sup> µmol captopril /kg kuru madde

<sup>3</sup> Peynir: Hesaplama sindirim ortamı çıkartılmıştır; Kontrol: Sindirim ortamı ve örnek beraber değerlendirilmiştir.

Literatürde bulunan çalışmalarda beyaz peynir örneklerinin antihipertansif aktiviteleri  $IC_{50}$  değeri veya % inhibisyon olarak ifade edilmektedir. Enzim aktivitesinin %50'sini inhibe eden örnek konsantrasyonunu  $IC_{50}$  değeri belirtmektedir. Erkaya ve Şengul (2015), farklı yardımcı kültürler kullanarak üretilen beyaz peyniri 2 farklı şekilde depolayarak (vakum ve salamurada) bu peynirlerin depolanma şekillerinin ve olgunlaşma sürelerinin antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Vakum ile depolamada daha fazla antihipertansif aktivite belirlenirken yapılan diğer araştırmalarda olduğu gibi olgunlaşma süresinin artmasıyla antihipertansif aktivitenin artışı belirtmişlerdir. 15 mg/mL konsantrasyondaki peynir örneğinin  $IC_{50}$  değerini 140  $\mu$ g/mL ve inhibisyon değerinin %15-20 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Yousefi vd. (2021) 0,01 mg/mL konsantrasyondaki liyofilize edilmiş suda çözünür beyaz peynir ekstraktının ACE inhibisyon değerini %5'ten düşük bulmuşlardır. Benzer şekilde Sahingil ve ark. (2014), farklı kültürlerin beyaz peynire eklenmesiyle oluşan peynir örneklerinin olgunlaşma sürelerinin ve depolamada uygulanan farklı sıcaklıkların antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini incelemişlerdir. 0,5 g peynir/mL örneğinde %20-30 arasında enzim inhibisyonu tespit etmişlerdir.

Taha ve ark. (2020), bu çalışmada beyaz peynir olgunlaşmasını hızlandırmak için rennine ek olarak nötraz kullanarak olgunlaşma sırasında beyaz peynirin suda çözünür peptit özütünün antihipertansif aktivitesini incelemiştir. Beyaz peyniri 2,5 mg/L süt ve 5 mg/L süt konsantrasyonlarındaki Neutrase enzimi ile hidrolize etmiş ve 1 g/mL peynir örneklerinde kontrol örneğin inhibisyon değerini %22,93 ( $IC_{50}$ : 15,4 mg protein/mL), hidrolize edilmiş örneklerde ise sırasıyla %49,77 ( $IC_{50}$ : 10,33 mg protein/mL) ve %54,66 ( $IC_{50}$ : 8,53 mg protein/mL) olarak tespit etmişlerdir. Kullanılan beyaz peynirin taze ve olgunlaştırılmış olarak iyi bir biyoaktif peptit kaynağı olduğunu belirlemişlerdir. Peynir olgunlaşmasını hızlandırmak için nötraz eklenmesi, çeşitli biyoaktif peptitlerin serbest kalmasına bağlı olarak önemli derecede antihipertansif aktivite gösterdiği saptanmıştır. Benzer şekilde Kocak vd. (2020) 0,5 g peynir/mL örneğinde %25 inhibisyon sağladığını bildirmişlerdir.

Al-Dhaheri ve ark. (2017), az yağlı Akawi peyniri ile yaptığı çalışmada, peynirlerdeki antihipertansif aktivitede olgunlaşmanın etkisiyle artış meydana getirdiğini belirtirken, benzer

şekilde Ayyash ve Shah (2011)'de yaptıkları araştırmada Mozzarella peyniri için antihipertansif aktivitenin olgunlaşmanın etkisiyle arttığını belirtmişlerdir.

Bernabucci ve ark. (2014), Parmesan peyniri üzerine yaptıkları çalışmada, 2 tip (Parmigiano Reggiano ve Grana Padano) Parmesan peyniri kullanmışlardır ve bu peynirlerin antihipertansif aktivitesini *in vitro* ve *in vivo* ortamda incelemişlerdir. Parmigiano Reggiano peynirinin sindirim sonrasında ACE inhibisyon değerlerinde azalma meydana gelirken Grana Padano peynirinde artış meydana gelmiştir. Her iki peynir örneği için elde ettikleri sonuçlar, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Da Silva ve ark. (2019), yılın farklı mevsimlerinde elde edilen sütlerden üretilen 2 farklı peynir markasına ait manda peynirlerinden ekstrakte edilen suda çözünür peptitlerin, antihipertansif aktivitesini incelemişlerdir. İncelenen ekstrakt konsantrasyonu arttıkça antihipertansif aktivitenin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Dimitrov ve ark. (2015), beyaz peynirde belirlenen en yüksek aktiviteye sahip 20 suşun antihipertansif aktivitesini belirlemişlerdir. *L. helveticus* ve *L. casei* suşlarının en yüksek antihipertansif aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir ve bu çalışmadaki bulgulara göre en yüksek antihipertansif aktivite gösteren suşların aynı zamanda en iyi proteolitik aktiviteye sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Gandhi ve Shah (2016), farklı tuz konsantrasyonları ile hazırlanan Akawi peynirinin olgunlaşma sürelerinin ve farklı tuz miktarlarının antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Olgunlaşma süresinin artmasıyla antihipertansif aktivitenin arttığını saptamışlardır, ancak farklı tuz konsantrasyonlarının antihipertansif aktivite üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Garbowska ve ark. (2019), hazırlanacak olan beyaz peynir örneklerine *Lactobacillus* cinsi bakterilerin ilavesiyle ve olgunlaşma süresinin etkisiyle antihipertansif aktiviteyi belirlemişlerdir. Olgunlaşma süresinin uzamasıyla ve peynir yapımında kullanılan suşların ilavesiyle antihipertansif aktivitenin arttığını bildirmişlerdir.

Gomez-Ruiz ve ark. (2006), 6 farklı İspanyol peynirlerinin antihipertansif aktivitesini incelemiştir ve ACE inhibisyon değerlerinin %70,6 ile %87,5 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Gonzalez-Gonzalez ve ark. (2019), 2 farklı bölgeden temin edilen Chiapas peyniri üzerinde antihipertansif aktiviteyi belirlemişlerdir. Her iki örnek için IC<sub>50</sub> değerini, 2,75±0,50 mg/mL ile 1,75±0,49 mg/mL olarak tespit etmişlerdir.



Hell ve ark. (2018), farklı tip deniz yosunlarının peynire ilave edilmesinin ve peynirlerin olgunlaşma süresinin antihipertansif aktivite açısından nasıl bir etki oluşturduğunu araştırırken, Lignitto ve ark. (2010), farklı olgunlaşma sürelerindeki peynirlerin antihipertansif aktivitelerini incelemişlerdir. Çok uzun sürelerde olgunlaştırılan peynirlerin antihipertansif aktivitesinin daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Lu ve ark. (2015), farklı firmalardan elde edilen Çedar peynirinin olgunlaşma süresinin etkisiyle antihipertansif aktivite üzerindeki değişimleri belirtmişlerdir. Olgunlaşma süresinin artmasıyla antihipertansif aktivitenin arttığını saptamışlardır. Madureira ve ark. (2013), peynir altı suyu peynirine *B. Animalis*, *L. casei* ve *L. acidophilus* kültürlerinin ilave edilmesiyle oluşmuş peynir örneklerinin, olgunlaşma süresine bağlı olarak antihipertansif aktivitesini incelemişlerdir. Olgunlaşmanın 21. gününden itibaren tüm örnekler için antihipertansif aktivite belirlenmiştir. *L. casei* kültürünün ilave edildiği peynir örneğinde en yüksek antihipertansif aktivite gözlenmiştir

Meira ve ark. (2012), Brezilya ve Uruguay'da üretilen farklı tipte Feta, Rokfor ve Pecorino Toscano koyun peynirlerinin olgunlaşma sürelerinin antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Olgunlaşma süresinin artmasıyla antihipertansif aktivitenin arttığını ancak, belli bir olgunlaşma düzeyinden sonra antihipertansif aktivitenin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ong ve Shah (2008a), farklı kültürler ile üretilen Çedar peynirlerinin olgunlaşma sürelerinin ve depolamada uygulanan farklı sıcaklıkların antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Sıcaklık ve olgunlaşma süresinin artmasıyla antihipertansif aktivitede artış meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Qureshi ve ark. (2012), çalışmalarında kullandıkları farklı peynir türlerinin olgunlaşmanın etkisine bağlı olarak antihipertansif aktivite üzerindeki artışı incelemişlerdir. Benzer şekilde Qureshi ve ark. (2013), bu çalışmada sindirilmemiş ve farklı sindirim ortamlarında (mide ve bağırsak) sindirilmiş farklı peynir türlerinin olgunlaşma süresinin etkisine bağlı olarak antihipertansif aktivitesi incelenmiştir. Olgunlaşma süresinin artması ve peynirlerin farklı sindirim ortamlarında (mide ve bağırsak) sindirilmesi ile antihipertansif aktivitenin artış gösterdiği saptanmıştır.

Barac ve ark. (2017), koyun ve inek sütünden elde edilen ve 2 ay olgunlaştırılan beyaz peynirlerin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası antihipertansif aktivitelerini incelemişlerdir. *In*

*vitro* sindirim sonucunda koyun ve inek sütünden yapılan beyaz peynir örneklerinin antihipertansif aktivitelerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu duruma, oluşan biyoaktif peptitlerin sindirim enzimleri tarafından parçalanmasının neden olduğu düşünülmektedir. Ancak, Parrot ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada *in vitro* sindirim sonucunda Emmental peynirin suda çözünür ekstratında antihipertansif aktivitenin, oluşmuş olan biyoaktif peptitler sonucu arttığı belirlenmiştir.

Sahingil ve ark. (2019), farklı kültürlerin beyaz peynire eklenmesiyle oluşan peynir örneklerinin olgunlaşma sürelerinin, depolamada uygulanan farklı sıcaklıkların ve farklı tuz konsantrasyonlarının antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Kullanılan farklı kültürler ile antihipertansif aktivitede artış meydana geldiğini saptamışlardır. Sheibani ve ark. (2015), yaptıkları araştırmada 8 hafta boyunca 4,5° C'de depolanan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus helveticus* başlangıç kültürleri ile hazırlanan peynirde tuzun azaltılmasının antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Tuzun azaltılmasının antihipertansif aktiviteyi arttırdığını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2011), farklı kültürler ile üretilen Gouda peynirlerinin olgunlaşma sürelerinin antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Gouda peynirlerinin 6 haftalık olgunlaşma süresinde antihipertansif aktiviteleri, %53,7'den %83,1'e artış göstermiştir. Wang ve ark. (2019), ekzopolisakkarit (EPS) üreten *Lactobacillus plantarum* JLK0142'nin düşük yağlı Çedar peyniri üretiminde farklı miktarlarda kullanılmasıyla oluşan peynir örneklerinin olgunlaşma süresinin etkisine bağlı olarak antihipertansif aktivitesini incelemişlerdir. Olgunlaşma süresi arttıkça antihipertansif aktivitede artış saptanmıştır. Ong ve Shah (2008b), farklı kültürler ile üretilen Çedar peynirlerinin olgunlaşma sürelerinin ve depolamada uygulanan farklı sıcaklıkların antihipertansif aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Peynir örneklerinin olgunlaşma süreleri arttıkça, bu örneklerdeki ACE inhibitör aktivitenin de artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

#### **4.4.2. Antioksidan Aktivite**

Tablo 5'de incelenen olgun beyaz peynir örneklerinin 3 farklı metot kullanılarak antioksidan aktivite sonuçları gösterilmiştir. Serbest Radikal Bağlama Kapasitesi (ABTS) metodunda 2 (Kars) numaralı sindirim öncesi peynir örneğinin antioksidan aktivite değerinin diğer peynir örneklerine kıyasla daha fazla olduğu tabloda gösterilmektedir. Sindirim sonrası tüm peynir

örneklerinin antioksidan aktivite değeri artış gösterirken, en fazla artışın 8 (Edirne) numaralı peynir örneğinde olduğu belirtilmektedir. Serbest Radikal Bağlama Kapasitesi (DPPH) metodunda, sindirim öncesi hiçbir peynir örneğinde antioksidan aktivite saptanamamıştır. Sindirim sonrası en yüksek antioksidan aktiviteyi 6 (Balıkesir) numaralı peynir örneği gösterirken, en düşük antioksidan aktiviteyi ise 7 (Aksaray) numaralı peynir örneği göstermektedir. Uygulanan diğer bir metot olan demir şelatlama yönteminde, sindirim öncesinde peynir örneklerinde yüksek bir antioksidan aktivite görülmezken, sindirim sonrasında antioksidan aktivitenin daha fazla düştüğü gösterilmektedir.



**Tablo 5.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin antioksidan aktivite analizleri sonuçları.

| Örnek <sup>1</sup> | Serbest Radikal Bağlama Kapasitesi (ABTS <sup>2</sup> ) |                               |                           | Serbest Radikal Bağlama Kapasitesi (DPPH <sup>3</sup> ) |                           |                           | Demir Bağlama Kapasitesi <sup>4</sup> |                           |                          |
|--------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                    | Sindirim Öncesi                                         | Sindirim Sonrası <sup>5</sup> |                           | Sindirim Öncesi                                         | Sindirim Sonrası          |                           | Sindirim Öncesi                       | Sindirim Sonrası          |                          |
|                    |                                                         | Peynir                        | Sindirim Ortamı + Örnek   |                                                         | Peynir                    | Sindirim Ortamı + Örnek   |                                       | Peynir                    | Sindirim Ortamı + Örnek  |
| 1                  | 30,2 ± 1,3 <sup>a</sup>                                 | 174,8 ± 15,8 <sup>d</sup>     | 393,5 ± 15,8 <sup>c</sup> | ND <sup>6</sup>                                         | 260,3 ± 13,5 <sup>a</sup> | 260,3 ± 13,5 <sup>a</sup> | 0,12 ± 0,01 <sup>a</sup>              | -1,82 ± 0,06 <sup>b</sup> | 0,85 ± 0,06 <sup>a</sup> |
| 2                  | 42,1 ± 2,7 <sup>d</sup>                                 | 143,1 ± 8,0 <sup>b</sup>      | 351,8 ± 8,0 <sup>b</sup>  | ND                                                      | 270,6 ± 7,2 <sup>a</sup>  | 270,6 ± 7,2 <sup>a</sup>  | 2,11 ± 0,14 <sup>c</sup>              | -1,13 ± 0,01 <sup>e</sup> | 1,43 ± 0,01 <sup>d</sup> |
| 3                  | 38,0 ± 2,4 <sup>bc</sup>                                | 101,4 ± 10,5 <sup>a</sup>     | 310,0 ± 10,5 <sup>a</sup> | ND                                                      | 452,2 ± 10,9 <sup>d</sup> | 452,2 ± 10,9 <sup>d</sup> | 0,40 ± 0,02 <sup>b</sup>              | -1,50 ± 0,02 <sup>d</sup> | 1,05 ± 0,02 <sup>c</sup> |
| 4                  | 35,9 ± 2,6 <sup>b</sup>                                 | 169,4 ± 8,2 <sup>c</sup>      | 388,9 ± 8,2 <sup>c</sup>  | ND                                                      | 405,3 ± 19,0 <sup>c</sup> | 405,3 ± 19,0 <sup>c</sup> | 0,37 ± 0,01 <sup>b</sup>              | -1,62 ± 0,02 <sup>c</sup> | 1,07 ± 0,02 <sup>c</sup> |
| 5                  | 29,4 ± 1,7 <sup>a</sup>                                 | 172,3 ± 6,3 <sup>d</sup>      | 386,3 ± 6,3 <sup>c</sup>  | ND                                                      | 338,8 ± 10,0 <sup>b</sup> | 338,8 ± 10,0 <sup>b</sup> | 0,13 ± 0,02 <sup>a</sup>              | -1,77 ± 0,02 <sup>b</sup> | 0,84 ± 0,02 <sup>a</sup> |
| 6                  | 28,1 ± 1,4 <sup>a</sup>                                 | 154,5 ± 10,9 <sup>b</sup>     | 394,2 ± 10,9 <sup>c</sup> | ND                                                      | 527,9 ± 6,9 <sup>e</sup>  | 527,9 ± 6,9 <sup>e</sup>  | 0,07 ± 0,01 <sup>a</sup>              | -2,08 ± 0,04 <sup>a</sup> | 0,85 ± 0,04 <sup>a</sup> |
| 7                  | 37,7 ± 1,7 <sup>bc</sup>                                | 202,9 ± 6,5 <sup>e</sup>      | 428,7 ± 6,5 <sup>d</sup>  | ND                                                      | 244,9 ± 0,6 <sup>a</sup>  | 244,9 ± 0,6 <sup>a</sup>  | 2,54 ± 0,16 <sup>d</sup>              | -0,98 ± 0,01 <sup>f</sup> | 1,78 ± 0,01 <sup>e</sup> |
| 8                  | 39,9 ± 1,5 <sup>cd</sup>                                | 225,6 ± 4,8 <sup>f</sup>      | 452,3 ± 4,8 <sup>e</sup>  | ND                                                      | 431,2 ± 9,3 <sup>d</sup>  | 431,2 ± 9,3 <sup>d</sup>  | 0,32 ± 0,03 <sup>b</sup>              | -1,77 ± 0,03 <sup>b</sup> | 1,00 ± 0,03 <sup>b</sup> |

<sup>a-d</sup> Aynı harfler örnekler arasında farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

<sup>1</sup> 1: Çanakkale-1; 2: Kars; 3: Antalya; 4: Denizli; 5: Çanakkale-2; 6: Balıkesir; 7: Aksaray; 8: Edirne.

<sup>2</sup> µmol troloks/g kuru madde

<sup>3</sup> µmol troloks/g kuru madde

<sup>4</sup> mg EDTA/g kuru madde

<sup>5</sup> Peynir: Hesaplama sindirim ortamı çıkartılmıştır; Kontrol: Sindirim ortamı ve örnek beraber değerlendirilmiştir.

<sup>6</sup> ND: Saptanamadı.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, Al-Dhaheiri ve ark. (2017), az yağlı Akawi peyniri ile yaptığı çalışmada, peynirlerdeki antioksidan aktivitenin belirlenmesinde DPPH ve ABTS yöntemlerini kullanmıştır. Her iki yöntemde de depolama sürecine bağlı olarak antioksidan aktivitede artış meydana geldiği belirtilmiştir. Bu çalışmayla kıyaslandığında, çalışmamızda kullanılan ABTS yöntemiyle sonuçlarımız paralellik gösterirken, DPPH yöntemiyle ulaşılan antioksidan aktivite sonuçları kıyaslanamamaktadır.

Apostolidis ve ark. (2007), 4 farklı peynir örneklerini farklı bitki ve meyvelerle zenginleştirmiştir. Kullanılan DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitenin bitki ile zenginleştirilmiş örneklerde, sade peynir örneğine göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Rafiq ve ark. (2017), manda ve inek sütünden üretilen 2 farklı peynir kullanmıştır. Kullanılan DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitenin manda sütünden üretilen çedar peynirinde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bierzunska ve ark. (2017), beyaz peynire peynir altı suyu protein konsantrasyonu ilave ederek DPPH yöntemiyle antioksidan aktivitesini tespit etmiştir. Peynir altı suyu protein konsantrasyonunun antioksidan aktivitede artış meydana getirdiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Da Silva ve ark. (2019), yılın farklı mevsimlerinde elde edilen 2 farklı peynir markasına sahip olan manda peynirinden ekstrakte edilen suda çözünür peptitlerin, farklı ekstrakt miktarları üzerinde, DPPH ve ABTS yöntemlerini kullanarak antioksidan aktivitesini incelemiştir. İncelenen ekstrakt konsantrasyonu arttıkça her iki yöntemde de antioksidan aktivitenin artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Erkaya ve Şengul (2015), farklı yardımcı kültürler kullanarak üretilen beyaz peyniri 2 farklı şekilde depolayarak (vakum ve salamurada) bu peynirlerin depolanma şekillerinin ve olgunlaşma sürelerinin antioksidan aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Vakum ile depolamada daha fazla antioksidan aktivite belirlenirken olgunlaşma süresinin belirli bir yerden sonra daha fazla artmasıyla antioksidan aktivitede düşüş meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada DPPH yöntemiyle peynir örneklerinin sindirim öncesi herhangi bir antioksidan aktivite göstermediği için, bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar Erkaya ve Şengul (2015)'ün çalışmasıyla paralellik göstermemektedir.

Gandhi ve Shah (2016), akawi peyniri örneklerini 5 farklı tuzlu su çözeltisi içerisine ekleyerek, depolama süresinin etkisine de bakarak DPPH yöntemiyle antioksidan aktivitesini belirlemişlerdir. Tüm peynir örneklerinde depolamanın 0. gününde antioksidan aktivite daha

fazla gözlemlenirken, depolama süresi arttıkça antioksidan aktivite de azalmaların meydana geldiğini saptamışlardır. Yüksek konsantrasyondaki tuzlu su çözeltisinde bulunan örneklerde ise antioksidan aktivitenin diğer peynir örneklerine kıyasla daha fazla olduğu belirtilmiştir. Gonzalez-Gonzalez ve ark. (2019), 2 farklı bölgeden temin edilen Chiapas peyniri üzerinde antioksidan aktiviteyi belirlemişlerdir. Antioksidan aktivitenin, olgunlaşma süresinin artmasına bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Gupta ve ark. (2009), *L. casei* ve *L. paracasei* varlığında üretilen çedar peynirlerin olgunlaşma sürelerinin ABTS, DPPH ve SOSA yöntemleriyle antioksidan aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Kullanılan ek kültürler 4 aylık olgunlaşma süresinden sonra çedar peynirinin antioksidan aktivitesini artırmıştır. Olgunlaşmanın 5. ayından sonra antioksidan aktivite azalmış ve olgunlaşmanın geri kalanında neredeyse aynı kalmıştır.

Hell ve ark. (2018), *P. palmata* ve *S. longicuris* deniz yosunları varlığında üretilen camembert peynirinin olgunlaşma sürelerinin ORAC yöntemiyle antioksidan aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Her iki deniz yosununun da antioksidan aktivite üzerinde olumlu etki gösterdiğini ve olgunlaşma süresinin artmasının antioksidan aktivitede artış meydana getirdiğini saptamışlardır. Benzer şekilde, Kia ve ark. (2018), farklı tuz konsantrasyonlarına sahip feta peynir örneklerinin olgunlaşma sürelerinin antioksidan aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Olgunlaşma süresinin artmasının antioksidan aktivitede artış meydana getirdiğini saptamışlardır.

Meira ve ark. (2012), Brezilya ve Uruguay'da üretilen farklı tipte Feta, Rokfor ve Pecorino Toscano koyun peynirlerinin olgunlaşma sürelerine bağlı olarak metal şelatlama aktivitesi ölçümelerini gerçekleştirmişlerdir. Pecorino Toscano peynirinde, olgunlaşmanın 180. gününde %55,14 ve 270. gününde %32,09 değerlerini elde ederek en yüksek metal şelatlama aktivitesinin Pecorino Toscano peynirinde gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Fakat yapılan bu çalışmada metal şelatlama aktivitesi % inhibisyon ya da IC<sub>50</sub> değerleri olarak verildiğinden bizim çalışmadaki sonuçlarımızla kıyaslanamamıştır.

Mushtaq ve ark. (2019), bu çalışmada Kalari peynirine eklenen *L. plantarum* (NCDC 012), *L. casei* (NCDC 297) ve *L. brevis* (NCDC 021) probiyotik suşların ABTS yöntemiyle peynirdeki antioksidan aktivitesini araştırmıştır. Çalışmadaki tüm bulgular Kalari peynirine eklenen probiyotik suşların antioksidan aktiviteyi artırdığını göstermiştir. Öztürk ve Akın (2018), inek

sütü ve keçi sütünden elde edilen tulum peynirlerinin olgunlaşma sürelerinin DPPH yöntemiyle antioksidan aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Keçi sütünden elde edilen tulum peynirinde antioksidan aktivite inek sütünden elde edilen tulum peynirine kıyasla daha yüksek olmasıyla beraber her iki tulum peyniri örneğinde olgunlaşma süresinin artmasına bağlı olarak antioksidan aktivitede artış olduğunu bildirmişlerdir.

Barac ve ark. (2019), koyun ve inek sütünden elde edilen ve 2 ay olgunlaştırılan 6 farklı salamura beyaz peynirlerinin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası antioksidan aktivitelerini ABTS yöntemiyle incelemişlerdir. Bu peynir örneklerinin antioksidan aktivitelerinin  $8,81 \pm 1,96$  ile  $36,43 \pm 0,15$  mmol trolox/kg aralığında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerler, bu tez çalışmasında kullanılan klasik yöntemle inek sütünden üretilen 6 ay olgunluktaki Türk beyaz peynirleri ile kıyaslandığında, ülkemizdeki beyaz peyniri örneklerinin antioksidan aktivitesi Homolje ve Zlatar inek peynirlerinden yüksek, Sjenica inek peynirinden ise düşük bulunmuştur.

Sahingil ve ark. (2019), farklı kültürlerin beyaz peynire eklenmesiyle oluşan peynir örneklerinin olgunlaşma sürelerinin, depolamada uygulanan farklı sıcaklıkların ve farklı tuz konsantrasyonlarının antioksidan aktivite üzerindeki etkisini belirtmişlerdir. Kullanılan farklı kültürler ile antioksidan aktivitede artış meydana geldiğini saptamışlardır. Benzer şekilde Taha ve ark. (2020), bu çalışmada beyaz peynir olgunlaşmasını hızlandırmak için rennine ek olarak nötraz kullanarak olgunlaşma sırasında beyaz peynirin suda çözünür peptit özütünün antioksidan aktivitesini ABTS ve DPPH yöntemiyle incelemiştir. Kullanılan beyaz peynirin taze ve olgunlaştırılmış olarak iyi bir biyoaktif peptit kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Peynir olgunlaşmasını hızlandırmak için nötraz eklenmesi, çeşitli biyoaktif peptitlerin serbest kalmasına bağlı olarak önemli derecede antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır.

Timon ve ark. (2019), farklı peynir mayaları (hayvan, bitki, mikrobiyal) kullanarak üretilen sert inek peynirinde üzerindeki metal şelatlama aktivitesi ölçümelerini değerlendirmiştir. Mikrobiyal peynir mayası ile yapılan peynir örneklerinde en yüksek antioksidan aktivite saptanmıştır. Fakat yapılan bu çalışmada metal şelatlama aktivitesi % inhibisyon ya da  $IC_{50}$  değerleri olarak verildiğinden bizim çalışmadaki sonuçlarımızla kıyaslanamamıştır.

Wang ve ark. (2019), bu çalışmada ekzopolisakkarit (EPS) üreten *L. plantarum* JLK0142'nin düşük yağlı Çedar peyniri üretiminde farklı miktarlarda kullanılmasıyla oluşan peynir

örneklerinin olgunlaşma süresinin etkisine bağlı olarak antioksidan aktivitesini incelemiştir. 14. güne kadar antioksidan aktivitede artış gözlenirken 14. günden sonra antioksidan aktivitenin sabit kaldığı saptanmıştır.

Kara (2019), geleneksel yöntemle üretilen, salamura ve basma yöntemiyle olgunlaştırılan otlu peynirlerin antioksidan aktivitesini Serbest Radikal Bağlama Kapasitesi (DPPH) metoduyla değerlendirmiştir. DPPH inhibisyon oranlarına ulaşarak antioksidan aktiviteyi tespit etmiştir. Salamura yöntemiyle olgunlaştırılan otlu peynirlerin en düşük ve en yüksek DPPH inhibisyon oranlarının %3,6 ile %9,59, basma yöntemiyle olgunlaştırılan Otlu peynirlerde en düşük ve en yüksek DPPH inhibisyon oranlarının %4,31 ile %13,05 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Sonuçlar tez çalışmamızla kıyaslandığında, bizim çalışmamızdaki peynir örnekleri, sindirim öncesi herhangi bir antioksidan aktivite göstermediği için Kara (2019)'nın çalışmasıyla uygunluk gösterememiştir.

#### **4.4.3. Antidiyabetik Aktivite**

İncelenen olgun beyaz peynir örneklerinin Antidiyabet aktivite sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir. Örneklerin  $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivitesi ve  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktivitesi belirlenmiştir. 7 (Aksaray) numaralı sindirim öncesi peynir örneğinin  $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivite değerinin diğer peynir örneklerine kıyasla daha fazla olduğu tabloda gösterilmektedir. Sindirim sonrası hiçbir peynir örneğinde  $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivite değeri saptanamamıştır.  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktivitesi sindirim öncesi hiçbir peynir örneğinde herhangi bir aktivite saptanamamıştır. Sindirim sonrası en yüksek  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktiviteyi 1 (Çanakkale-1) numaralı peynir örneği gösterirken, en düşük  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktiviteyi ise 4 (Denizli) numaralı peynir örneği göstermektedir.



**Tablo 6.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin antidiyabetik aktivite analizleri sonuçları

| Antidiyabetik Aktivite                              |                         |                               |                         |                                                         |                           |                           |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivitesi <sup>2</sup> |                         |                               |                         | $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktivitesi <sup>3</sup> |                           |                           |
| Örnek <sup>1</sup>                                  | Sindirim Öncesi         | Sindirim Sonrası <sup>4</sup> |                         | Sindirim Öncesi                                         | Sindirim Sonrası          |                           |
|                                                     |                         | Peynir                        | Sindirim Ortamı + Örnek |                                                         | Peynir                    | Sindirim Ortamı + Örnek   |
| 1                                                   | 5,3 ± 0,3 <sup>c</sup>  | ND <sup>5</sup>               | ND                      | ND                                                      | 388,8 ± 5,3 <sup>e</sup>  | 424,1 ± 5,3 <sup>d</sup>  |
| 2                                                   | 4,9 ± 0,5 <sup>b</sup>  | ND                            | ND                      | ND                                                      | 136,7 ± 18,2 <sup>b</sup> | 155,9 ± 18,2 <sup>b</sup> |
| 3                                                   | 3,1 ± 0,04 <sup>a</sup> | ND                            | ND                      | ND                                                      | 174,0 ± 3,5 <sup>b</sup>  | 193,1 ± 3,5 <sup>b</sup>  |
| 4                                                   | 5,4 ± 0,3 <sup>c</sup>  | ND                            | ND                      | ND                                                      | 66,4 ± 5,7 <sup>a</sup>   | 81,9 ± 5,7 <sup>a</sup>   |
| 5                                                   | 7,7 ± 0,4 <sup>d</sup>  | ND                            | ND                      | ND                                                      | 266,8 ± 1,6 <sup>c</sup>  | 301,3 ± 1,6 <sup>c</sup>  |
| 6                                                   | 7,5 ± 0,3 <sup>d</sup>  | ND                            | ND                      | ND                                                      | 243,2 ± 22,8 <sup>c</sup> | 281,9 ± 22,8 <sup>c</sup> |
| 7                                                   | 10,9 ± 0,3 <sup>e</sup> | ND                            | ND                      | ND                                                      | 277,3 ± 4,9 <sup>c</sup>  | 324,2 ± 4,9 <sup>c</sup>  |
| 8                                                   | 4,6 ± 0,1 <sup>b</sup>  | ND                            | ND                      | ND                                                      | 337,6 ± 43,3 <sup>d</sup> | 384,7 ± 43,3 <sup>d</sup> |

<sup>a-d</sup> Aynı harfler örnekler arasında farkın önemli olmadığını göstermektedir (p>0.05).

<sup>1</sup>1: Çanakkale-1; 2: Kars; 3: Antalya; 4: Denizli; 5: Çanakkale-2; 6: Balıkesir; 7: Aksaray; 8: Edirne.

<sup>2</sup> mg akarboz/mg kuru madde

<sup>3</sup> mg akarboz/mg kuru madde

<sup>4</sup> Peynir: Hesaplama sindirim ortamı çıkartılmıştır; Kontrol: Sindirim ortamı ve örnek beraber değerlendirilmiştir.

<sup>5</sup> ND: Saptanamadı.

Literatürdeki çalışmalarda süt ve süt ürünlerinde önemli düzeyde antidiyabetik aktivite saptanmıştır ve sonuç olarak süt ürünlerinin antidiyabetik peptit kaynağı olabileceği vurgulanmıştır (Song vd., 2016; Youssif vd., 2017; Mohamed ve Hussein 2017; Kinariwala vd., 2020; Ayyash vd., 2018; Huma vd., 2018). Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, Al-Dhaheri ve ark. (2017), az yağlı Akawi peyniri ile yaptığı çalışmada, peynirlerdeki antidiyabetik aktivitenin belirlenmesinde  $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivitesi ve  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktivitesi yöntemlerini kullanmıştır. Her iki yöntemde de depolama sürecine bağlı olarak antidiyabetik aktivitede artış meydana geldiği belirtilmiştir. Rocha vd. (2020) de Minas frescal peynirlerinde farklı ısıtma yöntemlerine bağlı olarak değişen oranlarda  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyonu belirlenmiştir. Apostolidis ve ark. (2007), 4 farklı peynir örneklerini farklı bitki ve meyvelerle zenginleştirmiştir. Çalışmada peynir örneklerine  $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivitesi ve  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktivitesi yöntemleri uygulanarak

antidiyabetik aktivite belirlenmiştir. Belirlenen antidiyabetik aktivitenin yaban mersini ile zenginleştirilmiş peynir örneğinde, sade peynir örneğine kıyasla daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Mushtaq ve ark. (2019), bu çalışmada Kalari peynirine eklenen *L. plantarum* (NCDC 012), *L. casei* (NCDC 297) ve *L. brevis* (NCDC 021) probiyotik suşların  $\alpha$ -amilaz inhibisyon aktivitesi ve  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyon aktivitesi yöntemleriyle peynirdeki antidiyabetik aktivitesini araştırmıştır. Kalari peynirinin 10 ile 50 mg/mL arasında değişen konsantrasyonlardaki suda çözünür ekstraktlarında  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyonu belirlemişlerdir. Çalışmadaki tüm bulgular Kalari peynirine eklenen probiyotik suşların antidiyabetik aktiviteyi artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde Alu'datt vd. (2021) inek sütü ile elde ettiği peynirlerden ürettiği farklı peptit fraksiyonlarının biyoaktif özelliklerini incelemişlerdir. Bazı peynir fraksiyonlarında yüksek  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyonu tespit edilirken, bazı fraksiyonlarda tersi olarak enzim aktivasyonu olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmayla kıyaslayacak olursak  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu sindirim öncesi tespit edilirken, sindirim sonrası belirlenememiştir. Bununla beraber  $\alpha$ -glukosidaz inhibisyonu sindirim sonrası tespit edilirken, sindirim öncesi belirlenememiştir.

Wang ve ark. (2019), ekzopolisakkarit (EPS) üreten *Lactobacillus plantarum* JLK0142'nin düşük yağlı Çedar peyniri üretiminde farklı miktarlarda kullanılmasıyla oluşan peynir örneklerinin olgunlaşma süresinin etkisine bağlı olarak antidiyabetik aktivitesini incelemişlerdir. Olgunlaşma süresi arttıkça antidiyabetik aktivitede artış saptanmıştır. Genel olarak yapılan literatür çalışmalarında peptitlerin enzim inhibisyon değerleri %inhibisyon olarak verilmektedir. Ancak, bir bölümünde de IC<sub>50</sub> değeri olarak hesaplanmaktadır. Bundan kaynaklı bu çalışmada elde edilen sonuçları literatürdeki çalışmalarla kıyaslamak oldukça zordur. Fakat proteoliz artışı ile oluşan biyoaktif peptitlerin varlığı örneklerde artan bir antidiyabetik aktivitenin gözlenmesini sağlamaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar bu açıdan literatür ile uyum göstermektedir.

#### **4.4.4. Antimikrobiyal Aktivite**

İncelenen olgun beyaz peynir örneklerinin Antimikrobiyal aktivite sonuçları Tablo 7'de ve Tablo 8'de gösterilmiştir. Kullanılan Gram (-) E.coli ve Gram (+) S.aureus bakterilerinin

sonuçları incelendiğinde *in vitro* sindirim öncesi veya sonrasında hiçbir peynir örneğinde herhangi bir inhibisyon bölgesi oluşturmadıkları tespit edilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

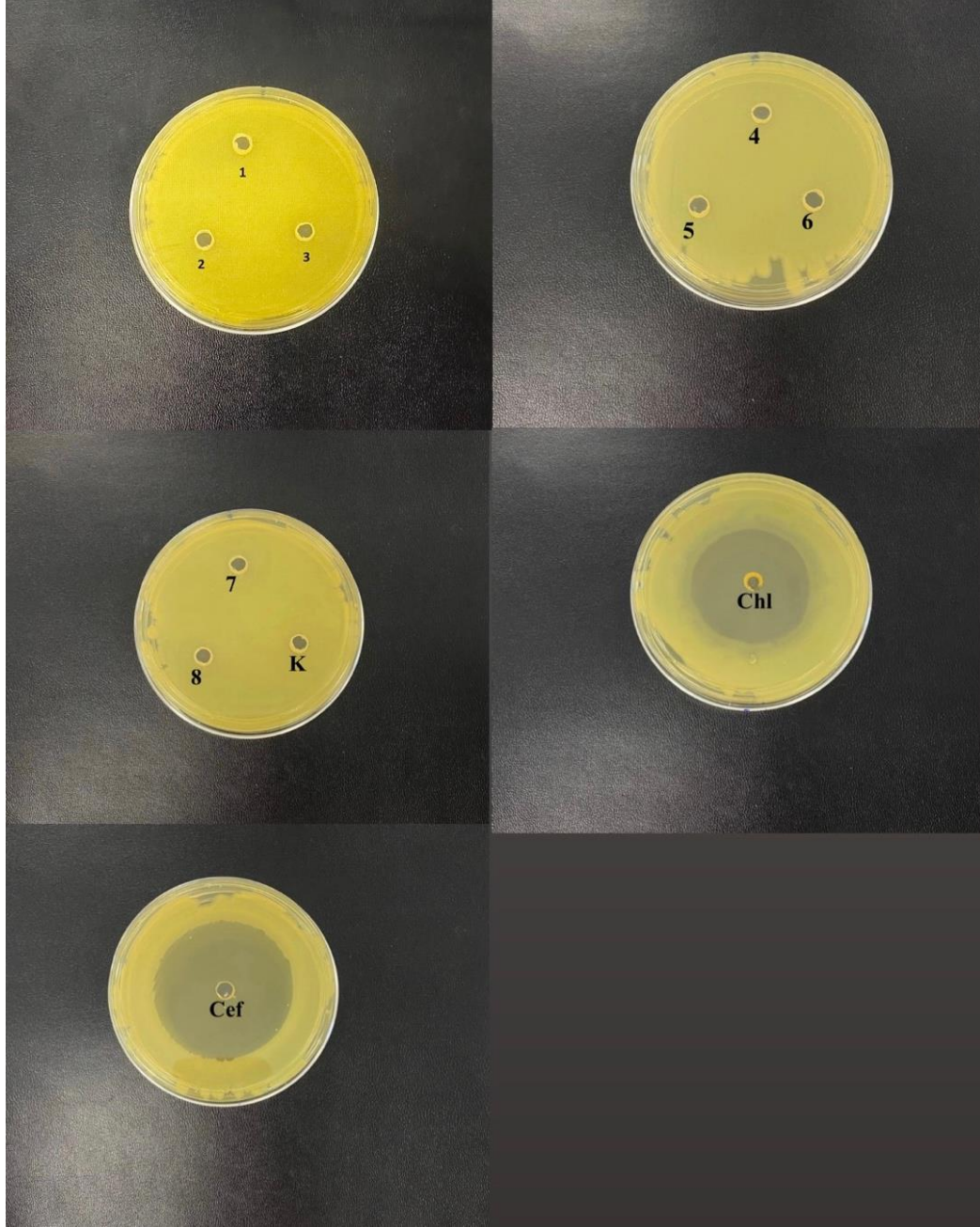
**Tablo 7.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin *in vitro* sonrası antimikrobiyal aktivite analizleri sonuçları.

| Sindirim sonrası | Mikroorganizmalar            |                         |
|------------------|------------------------------|-------------------------|
| Örnek            | Gram (+)                     | Gram (-)                |
|                  | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Escherichia coli</i> |
| Çanakkale-1      | -                            | -                       |
| Kars             | -                            | -                       |
| Antalya          | -                            | -                       |
| Denizli          | -                            | -                       |
| Çanakkale-2      | -                            | -                       |
| Balıkesir        | -                            | -                       |
| Aksaray          | -                            | -                       |
| Edirne           | -                            | -                       |
| Kontrol          | -                            | -                       |

**Tablo 8.** İncelenen olgun beyaz peynirlerin *in vitro* öncesi antimikrobiyal aktivite analizleri sonuçları.

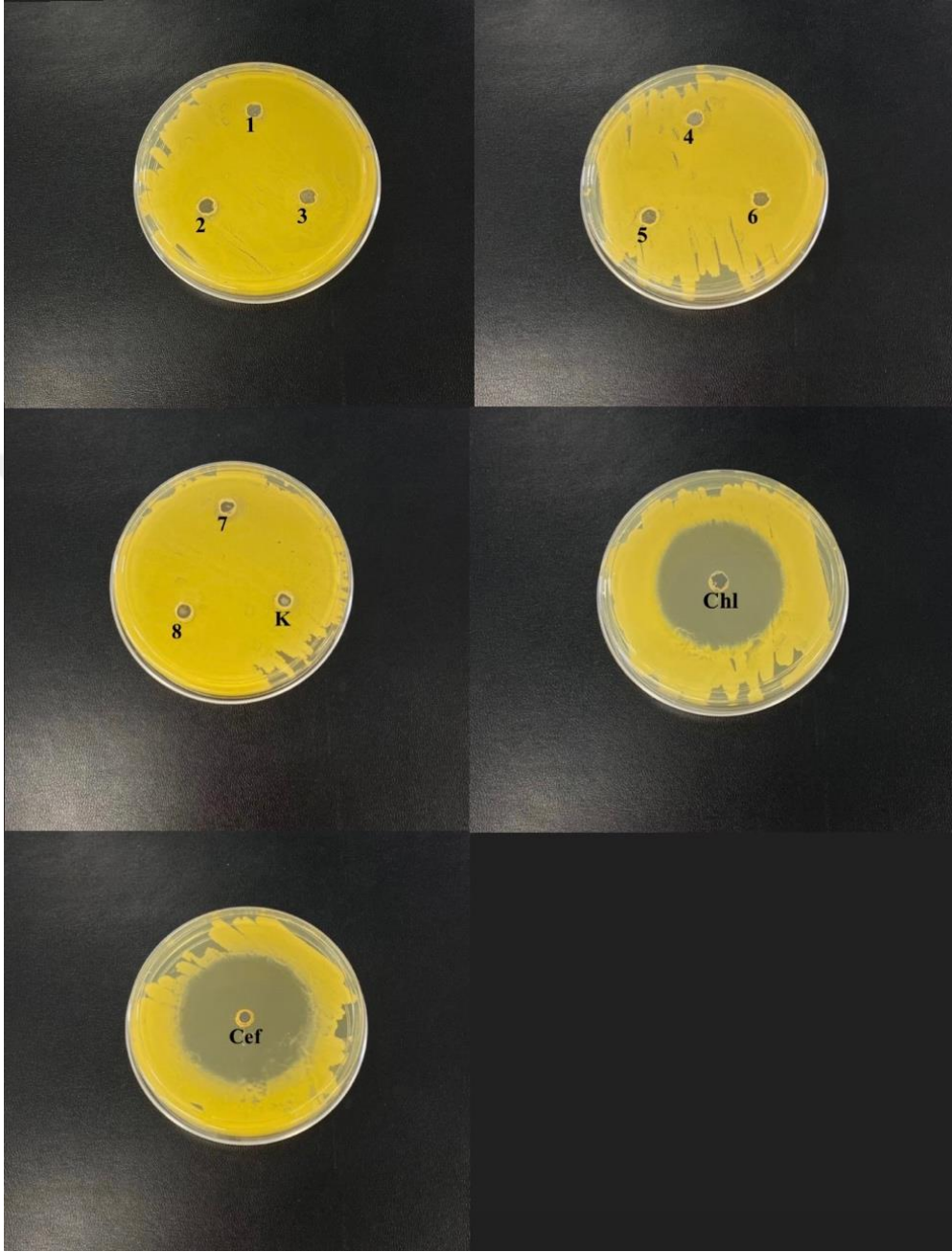
| Sindirim öncesi | Mikroorganizmalar            |                         |
|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| Örnek           | Gram (+)                     | Gram (-)                |
|                 | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Escherichia coli</i> |
| Çanakkale-1     | -                            | -                       |
| Kars            | -                            | -                       |
| Antalya         | -                            | -                       |
| Denizli         | -                            | -                       |
| Çanakkale-2     | -                            | -                       |
| Balıkesir       | -                            | -                       |
| Aksaray         | -                            | -                       |
| Edirne          | -                            | -                       |
| Kontrol         | -                            | -                       |

A)



**Şekil 1.** Peynir örneklerinin *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir A) İn vitro sindirimden önce. A için örnek numaraları: 1: Aksaray, 2: Çanakkale-1, 3: Balıkesir, 4: Antalya, 5: Çanakkale-2, 6: Edirne, 7: Denizli, 8: Kars, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug).

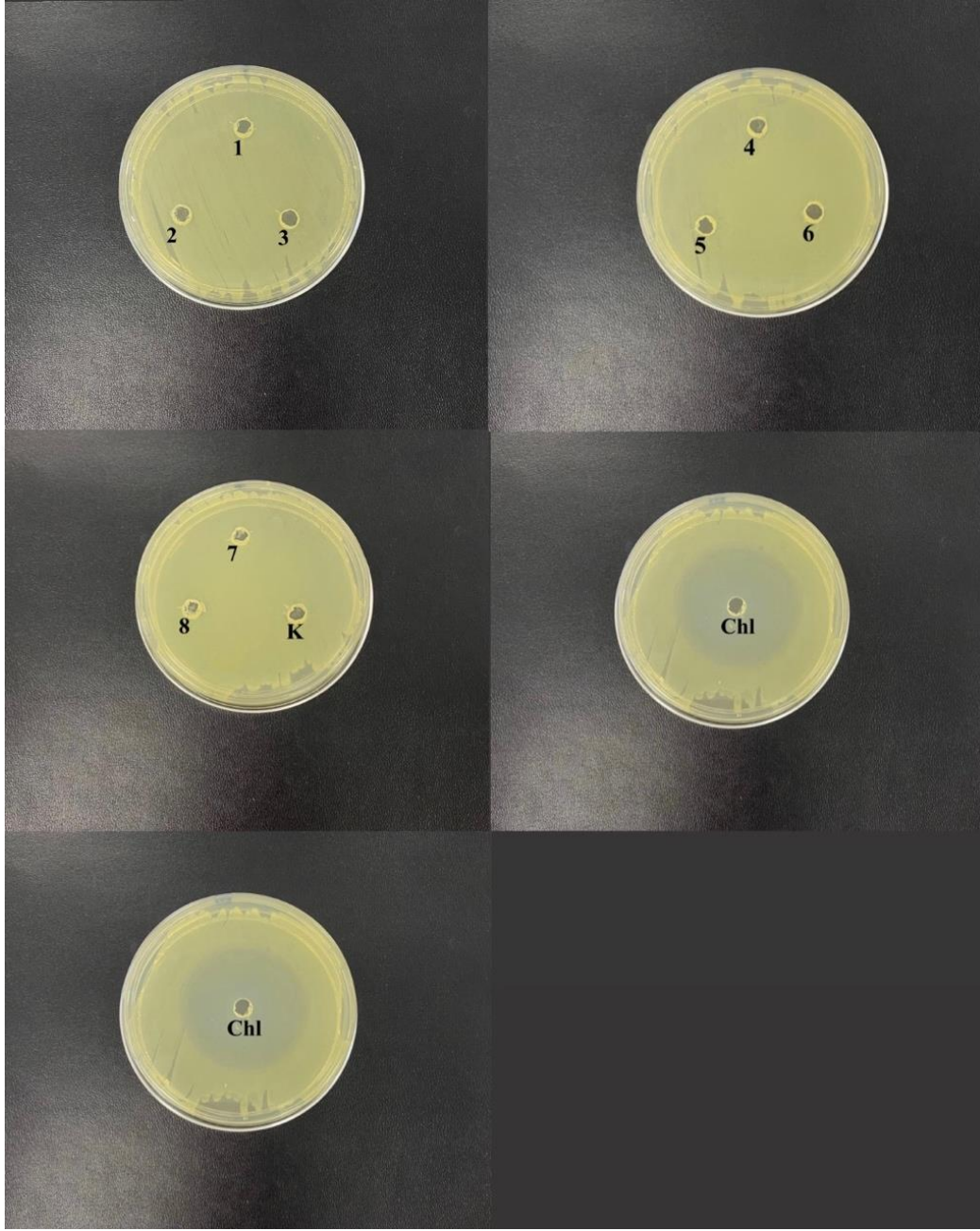
B)



**Şekil 2.** Peynir örneklerinin *Staphylococcus aureus* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir B) İn vitro sindirimden sonra. B için örnek numaraları: 1: Kars, 2: Denizli, 3: Antalya, 4: Edirne, 5: Aksaray, 6: Balıkesir, 7: Çanakkale-2, 8: Çanakkale-1, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug).

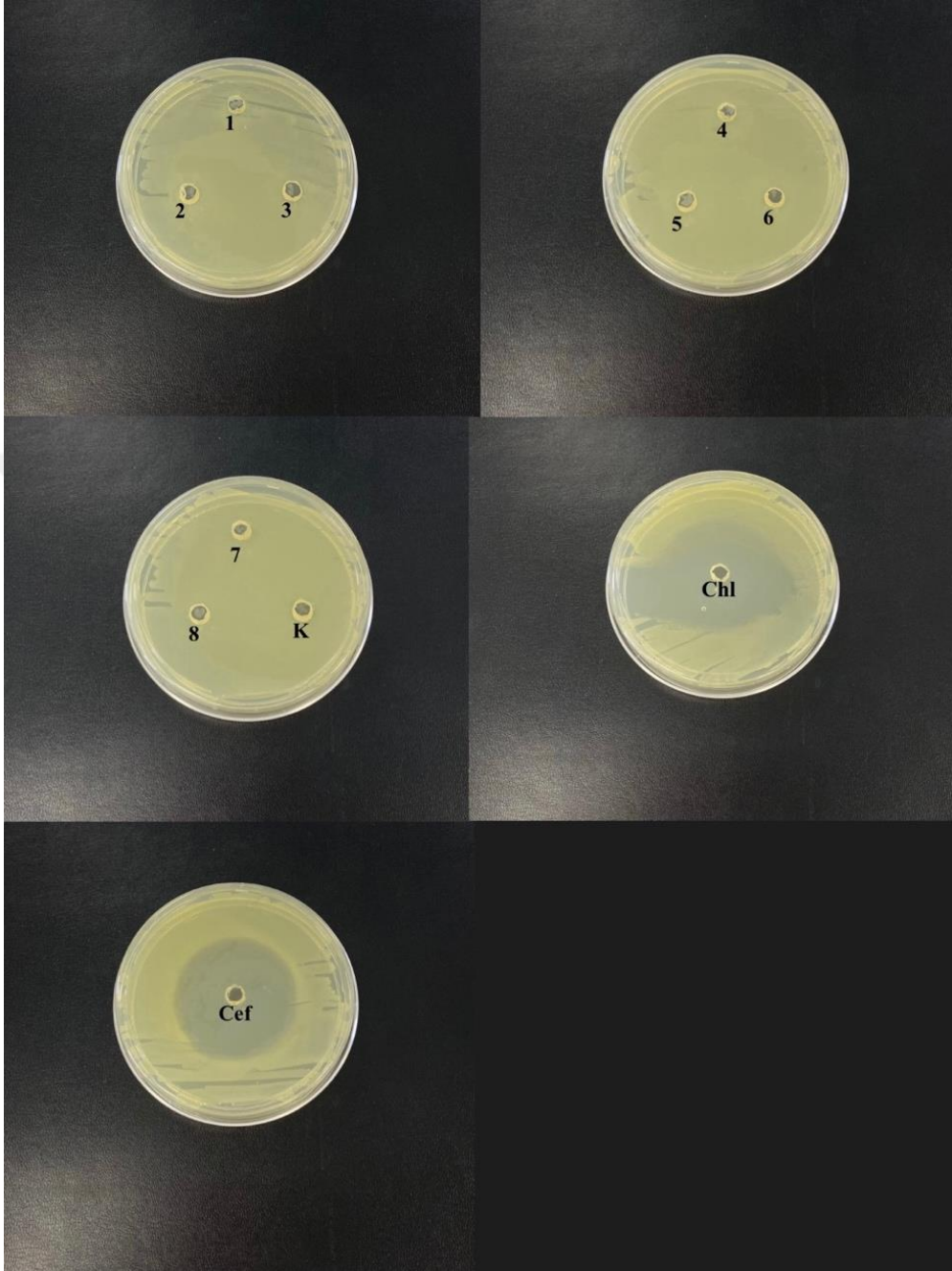


A)



**Şekil 3.** Peynir örneklerinin *E.coli* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir A) İn vitro sindirimden önce. A için örnek numaraları: 1: Aksaray, 2: Çanakkale-1, 3: Balıkesir, 4: Antalya, 5: Çanakkale-2, 6: Edirne, 7: Denizli, 8: Kars, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug).

B)



**Şekil 4.** Peynir örneklerinin *E.coli* üzerindeki etkileri agar well diffusion yöntemi ile belirlenmiştir B) İn vitro sindirimden sonra. B için örnek numaraları: 1: Kars, 2: Denizli, 3: Antalya, 4: Edirne, 5: Aksaray, 6: Balıkesir, 7: Çanakkale-2, 8: Çanakkale-1, K: Kontrol, Chl: Chloramphenicol (50 ug), Cef: Cefotaxime (50 ug).

Literatürde, farklı peynir örneklerinden elde edilmiş peptitlerin, farklı bakteri türleri üzerinde çeşitli etkilere sahip olduğu çalışmalar mevcuttur (Rizzelo vd., 2005; Theolier vd., 2014). Kara (2019), geleneksel yöntemle üretilen, salamura ve basma yöntemiyle olgunlaştırılan otlu peynirlerin antimikrobiyal aktivitesini değerlendirmişlerdir. Hem salamura hem de basma yöntemi ile olgunlaştırılan otlu peynir örneklerinin suda çözünen ekstraktlarının *S. aureus* ATCC 29213 ve *E. coli* ATCC 11303'e karşı herhangi bir antimikrobiyal aktivite göstermediği tespit edilmiştir. Her iki yöntemle üretilen peynir örnekleri için elde ettikleri sonuçlar, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Genel olarak Gram-negatif bakterilerin, peynir üretiminde yararlanılan bakterilerin neden olduğu bakteriyosinlere karşı dirençli olduğu bilinmektedir (Theolier vd., 2014). Özellikle Gram-negatif bakteriler üzerinde protein hidrolizi neticesinde elde edilen peynir kaynaklı farklı peptitlerin farklı antimikrobiyal aktivite gösterdiği, literatürdeki çalışmalarda bulunmaktadır (Rizzelo vd., 2005). Bu tez çalışmasında elde edilen peynir özütlerinin, Gram-negatif ve Gram-pozitif olmak üzere hiçbir bakteri üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Peynir özütlerinin yüksek miktardaki proteolizinden kaynaklı, Gram-negatif ve Gram-pozitif olmak üzere hiçbir bakteri üzerinde etkili olmadığı düşünülmektedir.

#### **4.4.5 İstatistiksel değerlendirmeler**

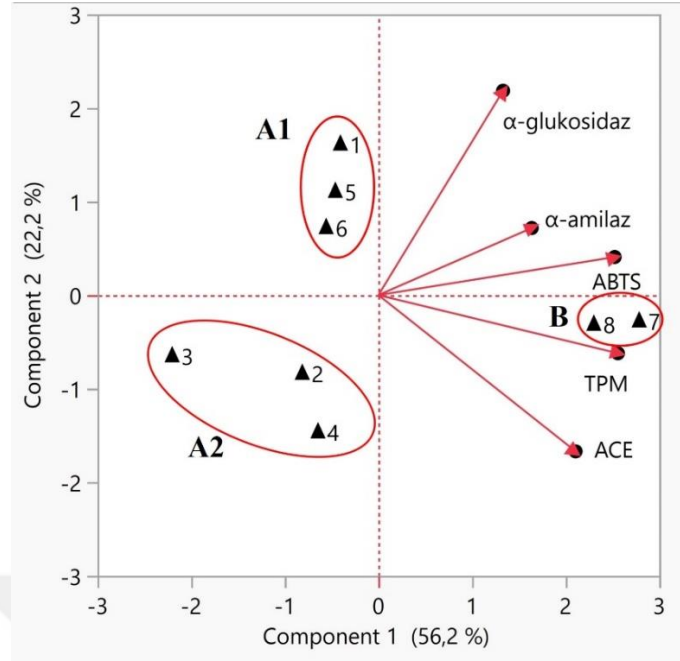
Elde edilen verilerin istatistiki değerlendirmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden olan TBA kullanılmıştır. Analizin gerçekleştirilmesinde toplam 5 değişken kullanılmış olup bunlar; sindirim öncesi toplam peptit miktarı (TMP), sindirim sonrası antihipertansif aktivite (ACE), sindirim sonrası antioksidan aktivite (ABTS), sindirim öncesi antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -amilaz) ve sindirim sonrası antidiyabetik aktivitedir ( $\alpha$ -glukosidaz). Elde edilen analiz sonuçların TBA ile analizi sonucunda elde edilen korelasyon matrisi özdeğerleri (Eigenvalues) Tablo 9'da verilmiştir.



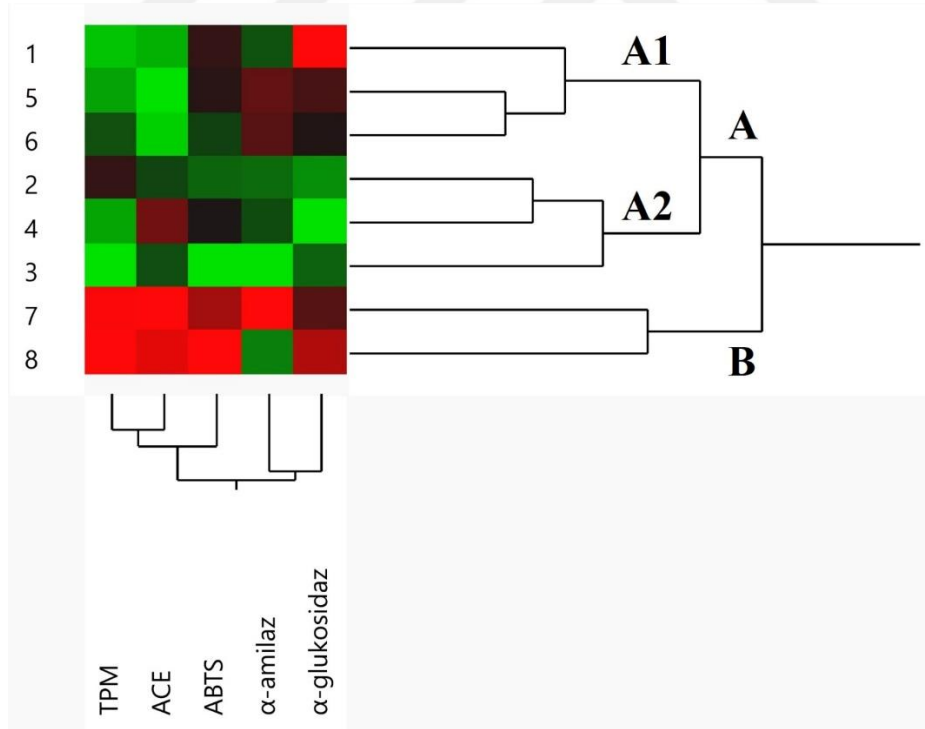
**Tablo 9.** TBA sonucunda elde edilen korelasyon matrisi özdeğerleri.

| <b>Faktörler</b> | <b>Özdeğerler</b> | <b>Varyans (%)</b> | <b>Kümülatif</b> |
|------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| <b>Faktör 1</b>  | 2,8099            | 59,198             | 56,198           |
| <b>Faktör 2</b>  | 1,1116            | 22,232             | 78,429           |
| <b>Faktör 3</b>  | 0,7464            | 14,928             | 93,357           |
| <b>Faktör 4</b>  | 0,2209            | 4,419              | 97,776           |
| <b>Faktör 5</b>  | 0,1112            | 2,224              | 100,000          |

İlk olarak, faktör yükleri incelenerek faktörler üzerindeki etkili değişkenler saptanmıştır. İki faktöre binen yükler (Factor loading) incelendiğinde hiçbir değişkenin her iki faktöre de eşit şekilde yüklenmediği tespit edilmiş olup Varimax rotasyonu uygulanmamıştır. Program tarafından önerildiği gibi, çalışma yüksek varyansa sahip olan Faktör 1 (2,8099) ve Faktör 2 (1,1116) ile sürdürülmüş olup değişkenlerin sadece Faktör 1 ve Faktör 2 yükleri mutlak değerce incelenmiştir. Buna göre, Faktör 1'e etki eden en önemli yüklerin sindirim öncesi antidiyabetik etki ve sindirim sonrası antioksidan etki olduğu, Faktör 2'ye etki eden yüklerin ise sindirim öncesi toplam peptit miktarı ve sindirim sonrası antihipertansif aktivitenin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler tarafından oluşan ve en yüksek varyasyona sahip Faktör 1 ve Faktör 2'nin oluşturduğu TBA düzlemindeki projeksiyonlar ve örneklerin dağılımı Şekil 5'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde faktörlerin %78,4 düzeyinde bir değişkenlik gösterdiği ve homojen bir dağılım sağladığı görülmektedir. Ayrıca toplam iki ana grubun oluştuğu, grup A olarak adlandırılan grubun içinde ise iki alt grubun olduğu gözlemlenmiş olup bu gruplar grafiğin sol tarafında toplanmıştır. Ayrıca grup B olarak adlandırılan kümenin içinde 7 ve 8 numaralı örnekler yer almış olup bunlar da grafiğin sağ alt kısmında toplanmıştır. Elde edilen bu bulgular Şekil 6'da verilen kümeleme analizi bulguları ile de uyumludur. Buna göre, 7 ve 8 numaralı örnekler özellikle sindirim öncesi toplam peptit miktarı (TPM) ve sindirim sonrası antihipertansif aktivite (ACE) değerleri bakımından oluşan diğer gruplardan ayrılmıştır.



**Şekil 5.** Faktör 1 ve Faktör 2 tarafından oluşturulan projeksiyon düzlemi ve örneklerin düzlemdeki dağılımı. ABTS: Sindirim sonrası antioksidan aktivite, ACE: Sindirim sonrası antihipertansif aktivite, TPM: Sindirim öncesi toplam peptit miktarı,  $\alpha$ -amilaz: Sindirim öncesi antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -amilaz),  $\alpha$ -glukosidaz: Sindirim sonrası antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -glukosidaz),



**Şekil 6.** Örneklerin ısı haritası sonucunu gösteren kümeleme analizi. ABTS: Sindirim sonrası antioksidan aktivite, ACE: Sindirim sonrası antihipertansif aktivite, TPM: Sindirim öncesi toplam peptit miktarı,  $\alpha$ -amilaz: Sindirim öncesi antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -amilaz),  $\alpha$ -glukosidaz: Sindirim sonrası antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -glukosidaz).

## 5. SONUÇLAR

Bu projede, Türkiye'nin farklı kentlerinden tedarik edilen, klasik yöntemle, kültür kullanılmadan, inek sütünden üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmış beyaz peynir örneklerinin biyoaktivite özelliklerindeki değişimleri incelenmiştir. Biyoaktivite kapsamında ise incelenen peynir örneklerinin antihipertansif, antioksidan, antidiyabetik, antimikrobiyal etkilerinin ve bu etkilerin *in vitro* sindirim süreçlerindeki değişimleri analiz edilmiştir. Analizler peynir örneklerinin sulu ekstraktlarında yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen temel sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- Çalışmada incelenen olgun beyaz peynirlerin temel bileşim analizlerinden nem (%), protein (%) ve yağ (%) tayini sonuçları arasında istatistiksel olarak fark gözlenmiştir.
- Çalışmada incelenen olgun beyaz peynirlerin asitlik ve proteolitik olgunlaşma özellikleri arasında da istatistiksel farklar gözlenmiştir.
- Sindirim öncesi ve sindirim sonrası olgun beyaz peynirlerin toplam peptit miktarı analiz sonuçları arasında farklılıklar meydana gelmiştir ve değerler  $29,7 \pm 0,98$  ile  $174,2 \pm 3,60$  mg tripton/g kuru madde arasında değişmiştir.
- Çalışmada incelenen beyaz peynir örneklerinin antihipertansif aktivite değerleri  $2,16 \pm 0,03$  ile  $4,21 \pm 0,04$   $\mu\text{mol}$  captopril/kg kuru madde arasında değişmiştir. *In vitro* sindirim sonrasında bazı örneklerdeki değerlerde düşüşler gözlenirken bazı örneklerde artışlar meydana gelmiştir. *In vitro* sindirim sonrasında tüm örneklerinin antihipertansif aktiviteleri  $0,77 \pm 0,02$  ve  $12,42 \pm 0,49$   $\mu\text{mol}$  captopril/kg kuru madde arasında değişmiştir.
- Yapılan çalışmada örneklerin serbest radikal süpürme kapasiteleri (ABTS) sindirim öncesi  $28,1 \pm 1,4$  ile  $42,1 \pm 2,7$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru madde değerleri arasında değişiklik gösterirken *in vitro* sindirim sonrası serbest radikal süpürmeye dayalı antioksidan aktivitelerde dikkate değer artışlar gözlenmiştir ve değerler  $101,4 \pm 10,5$  ile  $225,6 \pm 4,8$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru madde arasında değişmiştir.
- Çalışmada örneklerin serbest radikal süpürme kapasiteleri (EDTA) sindirim öncesi hiçbir değer gözlenemezken, *in vitro* sindirim sonrası serbest radikal süpürmeye dayalı antioksidan aktivitelerde yüksek değerler gözlenmiştir ve bu değerler  $244,94 \pm 0,62$  ile  $527,88 \pm 6,91$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru madde arasında değişmiştir.

- Çalışmada incelenen örneklerin demir bağlama kapasiteleri sindirim öncesi  $0,07 \pm 0,01$  ile  $2,54 \pm 0,16$  mg EDTA/g kuru madde arasında değişmiştir. *In vitro* sindirim sonrasında örneklerdeki değerlerde düşüşler belirlenmiştir ve peynir örneğinde *in vitro* sindirim sonrası ölçülebilir bir demir bağlama kapasitesi hesaplanamamıştır.
- Çalışmada örneklerin tamamı *in vitro* sindirim öncesinde  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu gösterirlerken, *in vitro* sindirim sonrası bu aktivite belirlenememiştir. Aksine,  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu ise *in vitro* sindirim öncesi saptanamazken, sindirim sonrasında belirgin inhibisyon değerleri ölçülmüştür. En yüksek  $\alpha$ -amilaz inhibisyonu 5 ve 6 numaralı peynir örneklerinde saptanırken, sindirim sonrası en yüksek  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyon aktivitesi 4 numaralı peynir örneğinde  $66,4 \pm 5,7$  mg akarboz/mg kuru madde olarak bulunmuştur.
- İncelenen örnek ekstraktlarının hiçbirisinde *in vitro* sindirim öncesi ve sonrasında *S. aureus* ve *E. coli* üzerinde antimikrobiyal etkisi saptanamamıştır. Bununla beraber örnek ekstraktlarının hiçbirisinde antimikrobiyal aktivite gözlenememiştir.
- Tüm sonuçların istatistiksel değerlendirmesi sonucunda (sindirim sonrası antioksidan aktivite (ABTS), sindirim öncesi toplam peptit miktarı (TPM), sindirim sonrası antihipertansif aktivite (ACE), sindirim öncesi antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -amilaz) ve sindirim sonrası antidiyabetik aktivite ( $\alpha$ -glukosidaz)) Aksaray ve Edirne bölgesinde üretilen peynirlerin diğer tüm peynirlerden farklı gruplandığı görülmüştür. Ayrıca, TBA analizinde birbirine çok yakın bölgeler olan Çanakkale’de üretilen 2 peynir ile Balıkesir’de üretilen peynirlerin birbirlerine çok yakın yerlerde konumlandıkları dikkat çekmiştir. Bu durum, bölgesel farklılıkların üretilen peynirlerin biyoaktif özelliklerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ancak, kesin sonuçlara varabilmek için konu ile ilgili çalışmaların derinleştirilmesi gerekmektedir.

Çalışma sonucu göstermektedir ki; Türkiye’nin 7 farklı kentinden tedarik edilen, klasik yöntemle, kültür kullanılmadan, inek sütünden üretilmiş ve 6 ay olgunlaştırılmış beyaz peynir örneklerinin, tüm analiz sonuçları değerlendirildiğinde çıkan sonuçların bölgesel farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, 7 farklı kentten temin edilen tüm peynir örneklerinin, vücut fonksiyonlarını olumlu destekleyen biyoaktif nitelikler barındıran, sağlık açısından faydalı, vücuda yarar sağlayan süt ürünleri olduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akalin, A. S., Kinik, Ö., Gönç, S. (1998). Research on the determination of fatty acids compositions in cheese varieties sold in Izmir local bazaar and market. *Gıda*, 23(5), 357–363.
- Al-Dhaheri, A. S., Al-Hemeiri, R., Kizhakkayil, J., Al-Nabulsi, A., Abushelaibi, A., Shah, N. P., & Ayyash, M. (2017). Health-promoting benefits of low-fat akawi cheese made by exopolysaccharide-producing probiotic *Lactobacillus plantarum* isolated from camel milk. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 7771-7779.
- Alu'datt, M.H., Al-u'datt, D.G.F., Alhamad, M.N., Tranchant, C.C., Rababah, T., Gammoh, S., Althnaibat, R.M., Daradkeh, M., Kubow, S. (2021). Characterization and biological properties of peptides isolated from dried fermented cow milk products by RP-HPLC: Amino acid composition, antioxidant, antihypertensive, and antidiabetic properties. *Journal of Food Science*, 86, 3046-3060.
- AOAC International. (2012a). Loss on Drying (Moisture) in Cheese. Official Method 926.08. Official Methods of Analysis of AOAC International (19. Basım). Editör: Latimer Jr., G.W. Gaithersburg, MA: AOAC International.
- AOAC International. (2012b). Fat Content of Raw and Pasteurized Whole Milk, Gerber Method by Weight. Official Method 2000.18. Official Methods of Analysis of AOAC International (19. Basım). Editör: Latimer Jr., G.W. Gaithersburg, MA: AOAC International.
- AOAC International. (2012c). Determination of Nitrogen (Total) in Cheese, Kjeldahl Method. Official Method 2001.14. Official Methods of Analysis of AOAC International (19. Basım). Editör: Latimer Jr., G.W. Gaithersburg, MA: AOAC International.
- Apostolidis, E., Kwon, Y. I., & Shetty, K. (2007). Inhibitory potential of herb, fruit and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Science Emergency Technology*, 8, 46–54.
- Ardic, M., Karakaya, Y., Atasever, M., Adiguzel, G. (2009). Aflatoxin M1 levels of Turkish white brined cheese. *Food Control*, 20(3), 196–199.
- Ayyash, M. M., Sherkat, F., Francis, P., Williams, R. P. W., & Shah, N. P. (2011). The effect of sodium chloride substitution with potassium chloride on texture profile and microstructure of Halloumi cheese. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 37–42.

- Ayyash, M., Al-Dhaheri, A.S., Mahadin, S.A., Kizhakkayil, J., Abushelaibi, A. (2018). In vitro investigation of anticancer, antihypertensive, antidiabetic, and antioxidant activities of camel milk fermented with camel milk probiotic: A comparative study with fermented bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 101, 900-911.
- Barać, M., Pesic, M., Vucic, T., Vasic, M., Smiljanic, M. (2017). White cheeses as a potential source of bioactive peptides. *Mljekarstvo*, 67(1), 3–16.
- Bernabucci, U., Catalani, E., Basiricò, L., Morera, P., & Nardone, A. (2014). In vitro ACE-inhibitory activity and in vivo antihypertensive effects of water-soluble extract by Parmigiano Reggiano and Grana Padano cheeses. *International Dairy Journal*, 37(1), 16–19.
- Bierzuńska, P., Cais-Sokolińska, D., Rudzińska, M., Gramza-Michałowska A. (2017). Evaluation of antioxidant activity of whey protein to improve cholesterol oxidation stability in fresh white cheese from buttermilk. *Journal of Food and Nutrition Research*, 56, 101-108.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25–30.
- Britz, T. J., Robinson, R. K. (2008). *Advanced Dairy Science and Technology*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Brodkorb, A., Egger, L., Alminger, M., Alvito, P., Assunção, R., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu-Lacanal, C., Boutrou, R., Carrière, F., Clemente, A., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Edwards, C., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A.R., Martins, C., Marze, S., McClements, D.J., Ménard, O., Minekus, M., Portmann, R., Santos, C.N., Souchon, I., Singh, R.P., Vegarud, G.E., Wickham, M.S.J., Weitschies, W., Recio, I., (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nature Protocols*, 14(4), 991–1014.
- Bütikofer, U., Meyer, J., Sieber, R., & Wechsler, D. (2007). Quantification of the angiotensin-converting enzyme inhibiting tripeptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro in hard, semi-hard and soft cheeses. *International Dairy Journal*, 17, 968–975.
- Bütikofer, U., Rüeegg, M., Ardö, Y. (1993). Determination of nitrogen fractions in cheese: Evaluation of a collaborative study. *Food Science and Technology – Lebensmittel – Wissenschaft & Technologie*, 26(3), 271-275.

- Çam, M., İçyer, N. C. (2015). Phenolics of pomegranate peels: extraction optimization by central composite design and alpha glucosidase inhibition potentials. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1489-1497.
- da Silva, D.D., dos Santos Falcão deLima, M., da Silva, M.F., da Silva, G.R., Campos, J.F., Albuquerque, W.W.C., Cavalcanti, M.T.H., Porto, A.L.F. Bioactive water-soluble peptides from fresh buffalo cheese may be used as product markers. *LWT* **2019**, 108, 97–105.
- De Simone, C., Picariello, G., Mamone, G., Stiuso, P., Dicitore, A., Vanacore, D., Chianese, L., Addeo, F., Ferranti, P. 2009. “Characterization and cytomodulatory properties of peptides from Mozzarella di Bufala Campana cheese whey”, *Journal of Peptide Science*, 15, 251-258.
- Dimitrov, Z., Chorbadijska, E., Gotova, I., Pashova, K., Iliev, S. 2015. “Selected adjunct cultures remarkably increase the content of bioactive peptides in Bulgarian white brined cheese”, *Biotechnology and Biotechnology Equipment*, 29(1), 78-83.
- Diplock, A. T., Aggett, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B., Roberfroid, M. B. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus document. *British Journal of Nutrition*, 81(suppl.), S1–S27.
- Erkaya.T, ve Şengül.M , (2015). Bioactivity of water soluble extracts and some characteristics of white cheese during the ripening period as effected by packaging type and probiotic adjunct cultures. *Journal of Dairy Research*, 82, 47-55.
- Fox, P. F., McGuffey, R. K., Shirley, J. E., Cogan, T. M. (2011). *History of Dairy Science and Technology*. Encyclopedia of Dairy Sciences (2. Basım). Editorler: Fuquay, J. W., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. London, UK: Elsevier Academic Press.
- Funke-Gerber. (2018). Laboratory catalogue for milk analysis. [http://www.funke-gerber.de/FG\\_Kat\\_ENG.pdf](http://www.funke-gerber.de/FG_Kat_ENG.pdf) Son erişim tarihi: 21 Haziran 2019.
- Gandhi, A., Shah, N.P. (2016). Salt Reduction in a Model High-Salt Akawi Cheese: Effects on Bacterial Activity, pH, Moisture, Potential Bioactive Peptides, Amino Acids, and Growth of Human Colon Cells. *Journal of Food Science*, 81(4), H991-H1000.

- Garbowska, M., Pluta, A., & Berthold-Pluta, A. (2019). Antihypertensive peptide activity in Dutch-type cheese models prepared with different additional strains of *Lactobacillus* genus bacteria. *Applied Sciences*, 9(8), 1674.
- Gomez-Ruiz, J.A., Taborda, G., Amigo, L., Recio, I., Ramos, M., (2006). Identification of ACE-inhibitory peptides in different Spanish cheeses by tandem mass spectrometry. *Eur. Food Res. Technol.* 223, 561–595.
- Gonzalez-Gonzalez, C.R., Machado, J., Correia, S., McCartney, A.L., Elmore, J.E., Jauregi, P. (2019). Highly proteolytic bacteria from semi-ripened Chiapas cheese elicit angiotensin-I converting enzyme inhibition and antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol* 111:449–456
- Güler, Z., Uraz, T. (2004). Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste-odour) of traditional Turkish white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(4), 237–242.
- Gupta, A., Mann, B., Kumar, R., & Sangwan, R. B. (2009). Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 63, 339–347.
- Hayaloglu, A. A., Guven, M., Fox, P. F. (2002). Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese “Beyaz Peynir.” *International Dairy Journal*, 12(8), 635–648.
- Hayaloglu, A. A., Ozer, B. H., Fox, P. F. (2008). Cheeses of Turkey: 2. Varieties ripened under brine. *Dairy Science and Technology*, 88, 225–244.
- Hell, A., Labrie, S., Beaulieu, L. (2018). Effect of seaweed flakes addition on the development of bioactivities in functional camembert-type cheese. *International Journal of Food Science and Technology*. 53(4), 1054–1064.
- Huma, N., Rafiq, S., Sameen, A., Pasha, I., Khan, M. I. (2018). Antioxidant potential of buffalo and cow milk Cheddar cheeses to tackle human colon adenocarcinoma (Caco-2) cells. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(2), 287–292.
- Kamber, U. (2008). The traditional cheeses of Turkey: Cheeses common to all regions. *Food Reviews International*, 24(1), 1–38.
- Kara, S. (2019). Geleneksel yöntemle üretilen Otlı peynirlerin bazı kalite özelliklerinin ve biyoaktivitesinin belirlenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Van.



- Kia, E.M., Alizadeh, M., Esmaili, M., (2018). Development and characterization of probiotic UF Feta cheese containing *Lactobacillus paracasei* microencapsulated by enzyme based gelation method. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 3657–3664.
- Kim, D. O., Lee, K. W., Lee, H. J., Lee, C. Y. (2002). Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3713–3717.
- Kim, Y. M., Wang, M. H., Rhee, H. I. (2004). A novel  $\alpha$ -glucosidase inhibitor from pine bark. *Carbohydrate Research*, 339(3), 715–717.
- Kinariwala, D., Panchal, G., Sakure, A., Hati, S. (2020). Exploring the Potentiality of *Lactobacillus* Cultures on the Production of Milk-Derived Bioactive Peptides with Antidiabetic Activity. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26, 1613-1627.
- Kivanç, M. (1989). A survey on the microbiological quality of various cheeses in Turkey. *International Journal of Food Microbiology*, 9(1), 73–77.
- Kocak, A., Sanli, T., Anli, E.A., Hayaloglu, A.A. (2020). Role of using adjunct cultures in release of bioactive peptides in White-brined goat-milk cheese. *LWT – Food Science and Technology*, 123, 109127.
- Korhonen, H. (2002). Technology options for new nutritional concepts. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2), 79-88.
- Korhonen, H., Pihlanto, A. (2003). Food bioactive peptides: Opportunities for designing future foods. *Current Pharmaceutical Design*, 9, 1297-1308.
- Lignitto, L., Cavatorta, V., Balzan, S., Gabai, G., Galaverna, G., Novelli, E. (2010). Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of water-soluble extracts of Asiago d’allevio cheese. *Int Dairy J* 20:11
- Lu, Y., Govindasamy-Lucey, S., & Lucey, J. A. (2016). Angiotensin-I-converting enzymeinhibitory peptides in commercial Wisconsin Cheddar cheeses of different ages. *Journal of Dairy Science*, 99, 41–52.
- Madureira, A.R., Soares, J.C., Amorim, M., Tavares, T., Gomes, A.M., Pintado, M.M., Malcata, F.X. (2013). Bioactivity of probiotic whey cheese: Characterization of the

- content of peptides and organic acids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(6), 1458-1465.
- Meira, S. M. M., Daroit, D. J., and Helfer, V. E. (2012). Bioactive peptides in water soluble extract of ovine cheese from southern Brazil and Uruguay. *Food Res. Int.* 48, 322–329.
- Mendil, D. (2006). Mineral and trace metal levels in some cheese collected from Turkey. *Food Chemistry*, 96(4), 532–537.
- Merdivan, M., Yilmaz, E., Hamamci, C., Aygun, R. S. (2004). Basic nutrients and element contents of White cheese of Diyarbakir in Turkey. *Food Chemistry*, 87(2), 163–171.
- Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426–428.
- Minekus, M., Alming, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carri, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., Marze, S., McClements, D. J., Enard, O., Recio, I., Santos, C. N., Singh, R. P., Vegarud, G. E., Wickham, M. S. J., Weitschies, W., Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. *Food & Function*, 5, 1113–1124.
- Mohamed, E.F., Hussein, A.M. (2017). Cress Seed (*Lepidium sativum*) Role in the healthy Processed Spread Cheese and Its Anti-Diabetic Activity. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(4), 2108-2120.
- Mushtaq, M., Gani, A., Masoodi, F.A. (2019). Himalayan cheese (Kalari) fermented with different probiotic strains: In vitro investigation of nutraceutical properties. *LWT - Food Science and Technology*, 104 (2019) 53–60.
- Ong, L., & Shah, N. P. (2008). Release and identification of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides as influenced by ripening temperatures and probiotic adjuncts in Cheddar cheeses. *LWT – Food Science and Technology*, 41, 1555–1566.
- Ong, L., & Shah, N. P. (2008a). Influence of probiotic *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus helveticus* on proteolysis, organic acid profiles, and ACE-inhibitory activity of cheddar cheeses ripened at 4, 8, and 12 °C. *Journal of Food Science*, 73(3),
- Ozen, A. E., Pons, A., Tur, J. A. (2012). Worldwide consumption of functional foods: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 70(8), 472-481.

- Özer, B., Kirmaci, H. A., Hayaloglu, A. A., Akçelik, M., & Akkoç, N. (2011). The effects of incorporating wild-type strains of *Lactococcus lactis* into Turkish white-brined cheese (Beyaz peynir) on the fatty acid and volatile content. *International Journal of Dairy Technology*, 64(4), 494–501.
- Öztürk, H.İ., Akın, N. (2017). Comparison of some functionalities of water soluble peptides derived from Turkish cow and goat milk Tulum cheeses during ripening. *Food Sci. Technol* vol.38 no.4 Campinas Oct./Dec. 2018 Epub Sep 21.
- Parrot, S., Degraeve, P., Curia, C., Martial-Gros, A. (2003). In vitro study on digestion of peptides in Emmental cheese: Analytical evaluation and influence on angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. *Nahrung*, 47(2), 87-94.
- Qureshi, T. M., Vegarud, G. E., Abrahamsen, R. K., & Skeie, S. (2012). Characterization of the Norwegian autochthonous cheese Gamalost and its angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity during ripening. *Dairy Science and Technology*, 92(6), 613–625.
- Qureshi, T.M., Vegarud, G.E., Abrahamsen, R.K., & Skeie, S. (2013). Angiotensin I-converting enzyme-inhibitory activity of the Norwegian autochthonous cheeses Gamalost and Norvegia after in vitro human gastrointestinal digestion. *Journal of Dairy Science*, 96, 838–853.
- Rafiq, S., Huma, N., Gulzar, N., Murtaza, M.A. (2017). Anti-inflammatory and anticancer activities of water-soluble peptide extracts of buffalo and cow milk Cheddar cheeses. *International Journal of Dairy Technology*, vol 70.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231–1237.
- Rizzello, C.G., Losito, I., Gobbetti, M., Carbonara, T., De Bari, M.D., Zambonin, P.G. (2005). Antibacterial activities of peptides from the water-soluble extracts of Italian cheese varieties. *J Dairy Sci* 2005, 88:2348-2360.
- Rocha, R.S., Silva, R., Guimaraes, J.T., Balthazar, C.F., Pimentel, T.C., Neto, R.P.C., Tavares, M.I.B., Esmerino, E.A., Freitas, M.Q., Cappato, L.P., Calvacanti, R.N., Rodrigues, F.N., Raices, R.S.L., Silva, M.C., Cruz, A.G. (2020). Possibilities for using ohmic heating in Minas Frescal cheese production. *Food Research International*, 131, 109027.

- Sahingil, D., Gokce, Y., Yuceer, M., Hayaloglu, A.A. (2019). Optimization of proteolysis and angiotensin converting enzyme inhibition activity in a model cheese using response surface methodology. *LWT – Food Science and Technology*, 99, 525-532.
- Sahingil, D., Hayaloglu, A.A., Kirmaci, H.A., Özer, B., Simsek, O. (2014). Changes of proteolysis and angiotensin-I converting enzyme-inhibitory activity in white-brined cheese as affected by adjunct culture and ripening temperature. *Journal of Dairy Research*, 81, 394-402.
- Salum, P., Gokce, G., Kendirci, P., Bas, D., Erbay, Z. (2018). Composition, proteolysis, lipolysis, volatile profile and sensory characteristics of ripened white cheeses manufactured in different geographical regions of Turkey. *International Dairy Journal*, 87, 26-36.
- Shalaby, S. M., Zakora, M., Otte, J. (2006). Performance of two commonly used angiotensin-converting enzyme inhibition assays using FA-PGG and HHL as substrates. *Journal of Dairy Research*, 73(2), 178–186.
- Sheibani, A., M. M. Ayyash, N. P. Shah, and V. K. Mishra. (2015). The effects of salt reduction on characteristics of hard type cheese made using high proteolytic starter culture. *Int. Food Res. J.* 22(6):2452–59.
- Sienkiewicz-Szłapka, E., Jarmołowska, B., Krawczuk, S., Kostyra, E., Kostyra, H., & Iwan, M. (2009). Contents of agonistic and antagonistic opioid peptides in different cheese varieties. *International Dairy Journal*, 19(4), 258–263.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., Lugasi, A. (2008). Functional Food: Product development, marketing and consumer acceptance – A review. *Appetite*, 51, 456-467.
- Song, K., Song, I.B., Gu, H.J., Na, J.Y., Kim, S., Yang, H.S., Lee, S.C., Huh, C.K., Kwon, J. (2016). Anti-diabetic Effect of Fermented Milk Containing Conjugated Linoleic Acid on Type II Diabetes Mellitus. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(2), 170-177.
- Taha, S., El Abd, M., De Gobba, C., Abdel-Hamid, M., Khalil, E., Hassan, F.-u., Fathy, D. (2020). The multifunctional activity of watersoluble peptides' extract of Domiati cheese during accelerated ripening by Neutrase. *J. Food Process*, 44, No. e14434.
- Theolier, J., Hammami, R., Fliss, I., Jean, J. (2014). Antibacterial and antifungal activity of water-soluble extracts from Mozzarella, Gouda, Swiss, and Cheddar commercial cheeses produced in Canada. *Dairy Science and Technology*, 94, 427-438.

- Timon, M.L., Andres, A.I., Otte, J., Petron, M.J. (2019). Antioxidant peptides (< 3 kDa) identified on hard cow milk cheese with rennet from different origin. Food Research International, 120, 643-649.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2022). Türkiye içme sütü, yoğurt, inek peyniri, ayran, tereyağı, yağsız süt tozu, tam yağlı süt tozu, kaymak ve diğer peynirler üretim verileri, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sut-ve-SutUrunleri-Uretimi-Aralik-2021-45747> adresinden erişildi.
- Turantaş, F., Ünlütürk, A., Göktan, D. (1989). Microbiological and compositional status of Turkish white cheese. International Journal of Food Microbiology, 8(1), 19–24.
- USK, (2021). 2020 Süt Raporu, Dünya ve Türkiye’de Süt Sektörü İstatistikleri. Ulusal Süt Konseyi, Ankara.
- Wang, H., Cui, L., Chen, W., Zhang, H. (2011). An application in Gouda cheese manufacture for a strain of *Lactobacillus helveticus* ND01. Int J Dairy Technol 64:386–393.
- Wang, J., Wu, T., Fang, X., Yang, Z. (2019). Manufacture of low-fat Cheddar cheese by exopolysaccharide-producing *Lactobacillus plantarum* JLK0142 and its functional properties. Journal of Dairy Science, 102, 3825-3838.
- Yaroglu, T., Oruc, H. H., & Tayar, M. (2005). Aflatoxin M1 levels in cheese samples from some provinces of Turkey. Food Control, 16(10), 883–885.
- Yousefi, L., Najafi, M.B.H., Dovom, M.R.E., Mortazavian, A.M. (2021). Production of angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides in Iranian ultrafiltered white cheese prepared with *Lactobacillus brevis* KX572382. International Journal of Food Science and Technology, 56(5), 2530-2538.
- Youssif, M.R.G., Mohamed, S.A.A., Mahmoud, M.A. (2017). A comparative study on antidiabetic effect of buffalo and camel fermented milk induced diabetic rats. Advances in Food Sciences, 30(4), 124-132.