

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**SOYA İÇECEĞİ KATKILI PEYNİRLERİN OLGUNLAŞMA
SÜRESİNCE FİZİKOKİMYASAL VE BİYOAKTİF
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Doktora Tezi

Mehtap ER KEMAL

Danışman

Prof.Dr. Hasan TEMİZ

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.MUH.1901.18.009 proje numarası ve TÜBİTAK tarafından 222O251 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Mehtap ER KEMAL tarafından, **Prof. Dr. Hasan TEMİZ** danışmanlığında hazırlanan “**SOYA İÇECEĞİ KATKILI PEYNİRLERİN OLGUNLAŞMA SÜRESİNCE FİZİKOKİMYASAL VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 13.9.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Hasan TEMİZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Fehmi YAZICI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Adem ASAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kimya Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Oktay YILDIZ Karadeniz Teknik Üniversitesi Temel Eczacılık Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Osman GÜL Kastamonu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

13/09/2023

Mehtap ER KEMAL

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : SOYA İÇECEĞİ KATKILI PEYNİRLERİN OLGUNLAŞMA SÜRESİNCE FİZİKOKİMYASAL VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 21.06.2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 8

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

13 /09 / 2023

Prof. Dr. Hasan TEMİZ

ÖZET

SOYA İÇECEĞİ KATKILI PEYNİRLERİN OLGUNLAŞMA SÜRESİNCE FİZİKOKİMYASAL VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehtap ER KEMAL
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Doktora, Eylül/2023
Danışman: Prof. Dr. Hasan TEMİZ

Bu çalışmada % 0, 13, 26 ve 39 soya içeceği içeren dört farklı inek sütü bileşiminden *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus acidophilus* içeren starter kültür kombinasyonlarıyla sekiz çeşit yeni inovatif peynir üretilmiştir. Üretilen peynirlerin fizikokimyasal, duysal, mikrobiyolojik, tekstür, aroma, peptit karakteristikleri ve biyoyararlılık dereceleri araştırılmış ilaveten antioksidan, antihipertansif (ACE-inhibitörü), antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca süt bileşimi, starter kültür farklılığı, olgunlaşma süresi gibi çoklu faktörlerin peynirlerin peptit profilini nasıl etkilediği *in silico* analizlerle ortaya koyulmuştur.

Yapılan analizler sonucunda en yüksek (% 38-47) kuru madde değerleri % 0 soya içeceği bulunduran peynirlerde belirlenirken, en düşük kuru madde değerleri % 39 soya içeceği bulunduran peynirlerde belirlenmiştir. *Lactobacillus acidophilus* içeren starter kültürle üretilen peynirlerin kuru madde değerleri *Lactobacillus helveticus* içeren starter kültürle üretilen peynirlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Peynirlerin maya-küf sayılarının olgunlaşma süresine bağlı olarak artış gösterdiği, duysal ve tekstürel özelliklerin ise soya içeceği ilavesi ve olgunlaşma süresinin artışına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince peynirlerde birbirinden farklı toplamda 207 uçucu aroma bileşeni tespit edilmiştir. Potansiyel biyoyararlılık indeksleri, 13H, 26H, 39A kodlu peynirlerde olgunlaşmaya bağlı olarak yükselirken, 0A,0H, 39H kodlu peynirlerde ise azalmıştır. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri 0.02 ile 7.40 g troloks/mg protein aralığında değişmiştir. % 26 ve % 39 soya içeceği içeren peynir çeşitlerinin en iyi antihipertansif aktiviteyi sergiledikleri grlmştir. *Lactobacillus acidophilus*lu dört peynirin de gastrointestinal sindirim fraksiyonları *Bacillus cereus*' a karşı inhibisyon göstermiştir. İnhibisyon zon çapları 7.5 ile 10.85 mm aralığında değişmiştir. *In silico* alışmalarda LC-MS/MS ile toplamda ACE-inhibitör ve DPP-IV-inhibitör biyoaktivitesi sergileyebilen 102 adet peptitin doğrulaması yapılmıştır. Soya içeceği katkısı, olgunlaştırma, starter kültür faktörleri, gastrointestinal sindirim ve ultrafiltrasyon işlemlerinin peynirlerin fizikokimyasal, duysal, mikrobiyolojik, tekstür, aroma ve biyoaktif özelliklerini önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Szckler: Soya (*Glisin max* L.merr) ieceği, İnek st, Peynir, Biyoaktif peptit, Uucu aroma bileşeni, ACE-inhibitörü, *In silico* analiz,

ABSTRACT

SOY BEVERAGE ADDED CHEESES DURING RIPENING: PHYSICOCHEMICAL AND BIOACTIVE PROPERTIES DETERMINATION

Mehtap ER KEMAL
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Food Engineering
Ph.D., September/2023
Supervisor: Prof. Dr. Hasan TEMİZ

In this study, eight kinds of new innovative cheeses were produced with starter culture combinations containing *Lactobacillus helveticus* and *Lactobacillus acidophilus* from four different cow's milk compositions containing 0, 13, 26, and 39 % soy drinks. The physicochemical, sensory, microbiological, texture, aroma, peptide characteristics, and bioavailability levels of the produced innovative cheeses were investigated, in addition to their antioxidant, antihypertensive (ACE-inhibitor), and antimicrobial properties. Moreover, multiple factors such as milk composition, starter culture differences, and ripening time affect the peptide profile of cheeses, as revealed by *in silico* analysis.

As a result of the analyses, the highest (38–47 %) dry matter values were determined in cheeses containing 0 % soy beverage, while the lowest dry matter values were determined in cheeses containing 39 % soy beverage. The dry matter values of cheeses produced with starter cultures containing *Lactobacillus acidophilus* were higher than those produced with starter cultures containing *Lactobacillus helveticus*. It was determined that the yeast and mold numbers of the cheeses increased depending on the ripening time, and the sensory and textural properties decreased depending on the addition of soy beverages and the increase in the ripening time. A total of 207 volatile aroma components were detected in the cheeses during ripening period. While potential bioavailability indexes increased in 13H, 26H, and 39A coded cheeses depending on ripening, they decreased in 0A, 0H, and 39H coded cheeses. The DPPH antioxidant activity values of the gastrointestinal digestive fractions of cheeses with *Lactobacillus helveticus* ranged from 0.02 to 7.40 µg trolox/mg protein. Cheese varieties containing 26 % and 39 % soy beverages were found to exhibit the best antihypertensive activity. Gastrointestinal digestion fractions of all four cheeses with *Lactobacillus acidophilus* showed inhibition against *Bacillus cereus*. Inhibition zone diameters ranged from 7.5 to 10.85 mm. *In silico* studies confirmed a total of 102 peptides exhibiting ACE-inhibitory and DPP-IV-inhibitory bioactivity by LC-MS/MS. It was concluded that soy beverage addition, ripening, starter culture factors, gastrointestinal digestion, and ultrafiltration processes significantly affected the physicochemical, sensory, microbiological, texture, aroma, and bioactive properties of cheeses.

Keywords: Soybean (*Glisin max.* L.merr) beverage, Cow milk, Cheese, Bioactive peptides, Volatile aromatic compound, ACE-inhibitor, *In silico* analyses

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam süresinde bana akademik anlamda destek olan saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Hasan TEMİZ' e ve tez sürecimde desteklerini ve katkılarını esirgemeyen tez jüri üyeleri Prof. Dr. Fehmi YAZICI' ya ve Prof. Dr. Adem ASAN'a,

Çalışmam süresince bana ilham olan, tüm bilgi ve birikimlerini benimle içtenlikle paylaşan, vizyonumu genişletecek öneriler sunan, akademik ve teknolojik açıdan her zaman danışma fırsatı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Oktay YILDIZ ve Prof. Dr. Melike YILDIRIM AKATIN' a,

Starter kültür geliştirme aşamalarında bana yardım eden sayın Prof. Dr. Hilal YILDIZ' a ve uçucu bileşen analizinde bana destek sağlayan arkadaşım Arş. Gör. Dr. Ayşegül BEŞİR' e,

Tezin fikri, uygulamaları, proje ve hayata geçiriliş aşamalarında her zaman yanımda olan sevgili meslektaşlarım Öğr. Gör. Dr. Atiye DEĞİRMENCİ' ye ve Öğr. Gör. Gülsüm Merve BOYRACI' ya,

Tez çalışması için proje desteği sağlayan Tübitak' a ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' ne,

Tasarlanan peynirlerin üretimini gerçekleştirdiğim Trabzon/Sürmene Kahvaltı Dünyası Süt işletmesi yöneticilerine, üretimde bana destek veren İbrahim ŞAHİN' e ve Musa BEŞER' e,

Bugünlere erişmemde en büyük payı olan, karşılaştığım olumsuzluklarda beni telkin eden, tüm hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen, daima yanımda olan ve haklarını ne yapsam ödeyemeyeceğim biricik ve kıymetli, annem, babam ve kardeşlerime,

Bu süreçte manevi desteğini esirgemeyen, zorlukların üstesinden gelme konusunda beni yalnız bırakmayan kayınvalidem Elmas TOPAL' a

Doktora sürecimde ve hayatımda maddi ve manevi olarak her daim yanımda olan, akademik anlamda beni teşvik eden, sabrı ve anlayışıyla başarılarıma katkı sağlayan ve bana farklı ufuklar açan sevgili eşim, aynı zamanda değerli meslektaşım Arş. Gör. Mehmet KEMAL' e ve varlığıyla hayatımın bütün projelerine bedel canım oğlum Metehan KEMAL' e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mehtap ER KEMAL

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ	7
2.1. Bitkisel Bazlı Sütler ve Soya İçeceği	7
2.2. Peynir	11
2.3. Analog/İmitasyon Peynirler	13
2.4. Laktik Asit Bakterileri (LAB)	14
2.5. Biyoaktif Peptitler ve İlgili Çalışmalar	17
2.6. Biyoaktif Peptitlerin Tanımlanması: Biyoinformatik yaklaşımlar	25
3. MATERYAL VE METOTLAR	30
3.1. Peynir Materyalleri, Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar	30
3.2. Peynir Üretimi İçin Gereken Hazırlık Aşamaları	32
3.2.1. İnek sütünün peynir üretimine hazırlanması	32
3.2.2. Soya içeceğinin hazırlanması	32
3.2.3. Peynir starter kültürlerinin aktifleştirilmesi ve üretime hazırlanması	33
3.2.4. Soya içeceğinin pıhtılaştırılması	34
3.2.5. Tuzlama	34
3.2.6. Ambalajlama	34
3.3. Soya İçeceği İlaveli Peynirlerin Üretim Metotları	34
3.4. Ham Madde ve Nihai Peynirlere Uygulanan Analiz Yöntemleri	38
3.4.1. Fizikokimyasal analizler	38
3.4.2. Duyusal analizler	40
3.4.3. Mikrobiyolojik analizler	41
3.4.4. Tekstür profil analizleri	41
3.4.5. GC-MS ile uçucu aroma profillerinin belirlenmesi	42
3.4.6. Peptit profillerinin (RP-HPLC) ile belirlenmesi	41
3.4.7. Peptit fraksiyonlarının eldesi	43
3.4.7.1. Suda çözünür ekstrakt (wse) eldesi ve ultrafiltrasyon ile fraksiyonlama	44
3.4.7.2. Simüle gastrointestinal sindirim uygulaması	44
3.4.8. Fraksiyonların protein, potansiyel biyoyararlılık (%) ve proteoliz derecesi analizleri	45
3.4.9. Biyoaktivite analizleri	47
3.4.9.1. Antioksidan aktivite	47
3.4.9.2. Anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörü (ACEI) aktivitesi	48
3.4.9.3. Antimikrobiyal aktivite	48
3.4.10. <i>In silico</i> analizler	49
3.4.10.1. Proteolitik hidroliz	49
3.4.10.2. LC-MS/MS (Sıvı kromatografi kütle spektrometresi) ile peptit sekans analizleri	50
3.4.11. İstatistiksel analizler	50
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	51
4.1. Peynir Sütlerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri	51

4.2. Peynirlerin Fizikokimyasal Analiz Bulguları.....	51
4.2.1. Toplam kuru madde (%) değerleri.....	51
4.2.2. Protein (%) değerleri.....	54
4.2.3. Protein/kuru madde (%) değerleri	55
4.2.4. Yağ (%) değerleri	56
4.2.5. Kül (%) değerleri.....	57
4.2.6. Tuz (%) değerleri.....	59
4.2.7. pH değerleri	60
4.2.8. Titrasyon asitliği [laktik asit (%)] değerleri.....	61
4.3. Peynirlerin Duyusal Değerlendirme Bulguları.....	63
4.3.1. Görünüm puanları.....	63
4.3.2. Yapı-doku puanları	64
4.3.3. Tat-lezzet-aroma puanları.....	66
4.3.4. Koku puanları değerleri.....	67
4.3.5. Tüm izlenim puanları	69
4.4. Peynirlerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları.....	71
4.4.1. Laktobasil sayıları.....	71
4.4.2. Laktokok sayıları	72
4.4.3. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları.....	73
4.4.4. Maya-küf sayıları.....	75
4.5. Peynirlerin Tekstürel Özellik Bulguları	76
4.5.1. Sertlik (Hardness) değerleri	76
4.5.2. Dış yapışkanlık (Adhesiveness) değerleri	77
4.5.3. Elastikiyet-Sürülebilirlik (Springiness) değerleri.....	78
4.5.4. İç yapışkanlık (Cohesiveness) değerleri.....	79
4.5.5. Sakızimsılık (Gumminess) değerleri.....	81
4.5.6. Çiğnenebilirlik (Chewiness) değerleri	82
4.5.7. Esneklik (Resilience) değerleri	83
4.6. Peynirlerin Uçucu Aroma Profilleri.....	84
4.7. Peynirlerin RP-HPLC ile Peptit Profilleri.....	105
4.8. Peynirlerin Potansiyel Biyoyararlılık İndeksleri.....	109
4.9. Peynirlerden Elde Edilen Fraksiyonlara Ait Bazı Bulgular	111
4.9.1. Suda çözünür protein değerleri	111
4.9.2. Proteoliz derecesi değerleri.....	115
4.9.3. Antioksidan aktivite değerleri	121
4.9.4. Antihipertansif (ACE-I) aktivite değerleri.....	130
4.9.5. Antimikrobiyal aktivite değerleri	135
4.10. Peynirlerden Proteolitik Hidrolizle Elde Edilen Peptitlerin <i>İn Silico</i> Analiz Bulguları	146
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	156
KAYNAKÇA.....	162
ÖZGEÇMİŞ.....	177

SİMGELER VE KISALTMALAR

ACE	: “Anjiyotensin Converting Enzyme”
ADE	: “Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim”
ACE-I	: “Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim İnhibitörü”
ATCC	: “Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu”
<i>B.cereus</i>	: “ <i>Bacillus cereus</i> ”
BSA	: “Bovin Serum Albumin, Sığır Serum Albumini”
<i>C.albicans</i>	: “ <i>Candida albicans</i> ”
DPPH	: “2,2-difenil-1-pikrilhidrazil”
<i>E.coli</i>	: “ <i>Escherichia coli</i> ”
FRAP	: “Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç”
GIS	: “Gastrointestinal sindirim”
İB	: “İntestinal, ince bağırsak”
kob	: “Koloni Oluşturan Birim”
LC-MS/MS	: “Sıvı Kromatografisi Kütle Spektrometresi”
OPA	: “O-fitaldehit”
KB	: “Kolon, kalın bağırsak”
MS	: “Postgastrik, mide sonrası”
RP-HPLC	: “Ters Faz Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi”
RSKK	: “Refik Saydam Kültür Koleksiyonu”
<i>S.aureus</i>	: “ <i>Staphylococcus aureus</i> ”
<i>S.epidermidis</i>	: “ <i>Staphylococcus epidermidis</i> ”
UF	: “Ultrafiltrasyon”
µg	: “Mikrogram”

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Soya içerikli gıdaların sınıflandırılması.....	8
Şekil 2.2. Soya proteinlerinin ana bileşenleri	9
Şekil 2.3. Son zamanlarda Amerika'daki bitki bazlı peynir satışları.....	13
Şekil 2.4. Renin Anjiyotensin Sisteminin (RAS) çalışma sistemi	19
Şekil 2.5. Gıda biyoaktif peptit araştırmalarında biyoinformatiğin kullanım alanları	27
Şekil 2.6. Dizi ve yapı bazlı tahmin analizleri	27
Şekil 3.1. Soya ieeğinin üretim aşamaları	32
Şekil 3.2. Soya ieeğ katkılı peynir üretim akış şeması	35
Şekil 3.3. Peynirlerin pıhtı kesme öncesi, pıhtı kesme sonrası ve süzme aşamaları.....	36
Şekil 3.4. <i>Lactobacillus helveticus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin üretim sonrası ambalajlanmış olgunlaşmaya hazır halleri	36
Şekil 3.5. <i>Lactobacillus acidophilus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin üretim sonrası ambalajlanmış olgunlaşmaya hazır halleri	38
Şekil 3.6. Peynir duysal değeriendirme formu.....	40
Şekil 3.7. Proteoliz derecesi için kullanılan tripton kalibrasyon eğrisi.....	47
Şekil 4.1. Olgunlaşma süresince peynirlerdeki % kuru madde değışimi	53
Şekil 4.2. Pıhtı kesimi başlangıcında sol tarafta sırasıyla % 0, 13, 26 ve 39 soya ieeğ bulunduran peynirlerin pıhtı görünümleri.....	53
Şekil 4.3. Olgunlaşma süresince peynirlerin kurumaddelerindeki protein değışimleri	56
Şekil 4.4. Olgunlaşma süresince peynirlerin tüm izlenim puanlarındaki değışimler.....	70
Şekil 4.5. Peynirlerin uçucu aroma bileşenlerinin PCA biplot diyagramı	104
Şekil 4.6. Peynirlerin uçucu aroma bileşenlerinin AHC (yığınsal hiyerarşik kümeleme) dendogramı	105
Şekil 4.7. <i>Lactobacillus helveticus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 soya ieeğ içeren peynirin (0H) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri.....	106
Şekil 4.8. <i>Lactobacillus acidophilus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 soya ieeğ içeren peynirin (0A) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri ...	106
Şekil 4.9. <i>Lactobacillus helveticus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 13 soya ieeğ içeren peynirin (13H) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri .	107
Şekil 4.10. <i>Lactobacillus acidophilus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 13 soya ieeğ içeren peynirin (13A) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri .	107
Şekil 4.11. <i>Lactobacillus helveticus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 26 soya ieeğ içeren peynirin (26H) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri .	108
Şekil 4.12. <i>Lactobacillus acidophilus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 26 soya ieeğ içeren peynirin (26A) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri .	108
Şekil 4.13. <i>Lactobacillus helveticus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 39 soya ieeğ içeren peynirin (39H) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri .	109
Şekil 4.14. <i>Lactobacillus acidophilus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen % 39 soya ieeğ içeren peynirin (39A) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri .	109
Şekil 4.15. <i>E.coli</i> ’ ye karşı kaydedilen bazı inhibisyon zon görüntüleri.....	137

Şekil 4.16. <i>B.cereus</i> ' a karşı kaydedilen bazı inhibisyon zon görüntüleri	139
Şekil 4.17. <i>C.albicans</i> ' a karşı kaydedilen bazı inhibisyon zon görüntüleri.....	145



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Farklı tekstür özelliklerine sahip peynir çeşitleri.....	12
Tablo 3.1. Kullanılan cihazlar ve marka/model bilgileri	30
Tablo 3.2. Kimyasal maddeler ve satın alındıkları firma bilgileri	31
Tablo 3.3. Üretilen peynirlerin süt bileşimleri ve starter kültür oranları	34
Tablo 3.4. <i>Lactobacillus helveticus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen peynir sütlerinin asitliğini geliştirme detayları	35
Tablo 3.5. <i>Lactobacillus helveticus</i> kültür kombinasyonu ile % 0, 13, 26 ve 39 soya içeceği bulunduran peynirlerin üretim detayları	35
Tablo 3.6. <i>Lactobacillus acidophilus</i> kültür kombinasyonu ile üretilen peynir sütlerinin asitliğini geliştirme detayları	37
Tablo 3.7. <i>Lactobacillus acidophilus</i> kültür kombinasyonu ile % 0, 13, 26 ve 39 soya içeceği bulunduran peynirlerin üretim detayları	37
Tablo 3.8. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları.....	41
Tablo 3.9. RP-HPLC analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları.....	43
Tablo 4.1. Peynir üretiminde kullanılan hammaddelerin bazı fizikokimyasal özellikleri	51
Tablo 4.2. Peynirlerin % kuru madde değerleri*	51
Tablo 4.3. Peynirlerin % protein değerleri*	54
Tablo 4.4. Peynirlerin protein/kurumadde (%) değerleri*	55
Tablo 4.5. Peynirlerin yağ (%) değerleri*	57
Tablo 4.6. Peynirlerin kül (%) değerleri*	58
Tablo 4.7. Peynirlerin tuz (%) değerleri*	59
Tablo 4.8. Peynirlerin pH değerleri*	60
Tablo 4.9. Peynirlerin laktik asit (%) değerleri*	62
Tablo 4.10. Peynirlerin görünüm puanları*	63
Tablo 4.11. Peynirlerin yapı-doku puanları*	64
Tablo 4.12. Peynirlerin tat-lezzet-aroma puanları*	66
Tablo 4.13. Peynirlerin koku puanları*	68
Tablo 4.14. Peynirlerin tüm izlenim puanları*	69
Tablo 4.15. Peynirlerin laktobasil sayıları (log kob/g)*	71
Tablo 4.16. Peynirlerin laktokok sayıları (log kob/g)*	73
Tablo 4.17. Peynirlerin toplam meofil aerobik bakteri sayıları (log kob/g)*	74
Tablo 4.18. Peynirlerin maya-küf sayıları (log kob/g)*	75
Tablo 4.19. Peynirlerin sertlik değerleri*	76
Tablo 4.20. Peynirlerin dış yapışkanlık değerleri*	77
Tablo 4.21. Peynirlerin elastikiyet-sürülebilirlik değerleri*	79
Tablo 4.22. Peynirlerin iç yapışkanlık değerleri*	80

Tablo 4.23. Peynirlerin sakızimsılık değerleri*	81
Tablo 4.24. Peynirlerin çiğnenebilirlik değerleri*	82
Tablo 4.25. Peynirlerin esneklik değerleri*	83
Tablo 4.26. Olgunlaşma süresince % 100 inek sütünden <i>Lactobacillus helveticus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (0H) aroma bileşenleri*	85
Tablo 4.27. Olgunlaşma süresince % 13 soya içeceği ilaveli <i>Lactobacillus helveticus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (13H) aroma bileşenleri*	87
Tablo 4.28. Olgunlaşma süresince % 26 soya içeceği ilaveli <i>Lactobacillus helveticus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (26H) aroma bileşenleri*	90
Tablo 4.29. Olgunlaşma süresince % 39 soya içeceği ilaveli <i>Lactobacillus helveticus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (39H) aroma bileşenleri*	92
Tablo 4.30. Olgunlaşma süresince % 100 inek sütünden <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (0A) aroma bileşenleri*	95
Tablo 4.31. Olgunlaşma süresince % 13 soya içeceği ilaveli <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (13A) aroma bileşenleri*	97
Tablo 4.32. Olgunlaşma süresince % 26 soya içeceği ilaveli <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (26A) aroma bileşenleri*	100
Tablo 4.33. Olgunlaşma süresince % 39 soya içeceği ilaveli <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (39A) aroma bileşenleri*	102
Tablo 4.34. Peynirlerin potansiyel biyoyararlılık indeksleri*	110
Tablo 4.35. <i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri*	111
Tablo 4.36. <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri*	112
Tablo 4.37. <i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri*	114
Tablo 4.38. <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri*	114
Tablo 4.39. <i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerleri*	116
Tablo 4.40. <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerleri*	117
Tablo 4.41. <i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının proteoliz değerleri*	119
Tablo 4.42. <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının proteoliz değerleri*	120
Tablo 4.43. <i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)*	121
Tablo 4.44. <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)*	122
Tablo 4.45. <i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)*	124
Tablo 4.46. <i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)*	125

Tablo 4.47.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri(μg Troloks/mg protein)* .	127
Tablo 4.48.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri(μg Troloks/mg protein)* .	127
Tablo 4.49.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri (μg FeSO ₄ /mg protein)* ..	128
Tablo 4.50.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri (μg FeSO ₄ /mg protein)* ..	129
Tablo 4.51.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*	130
Tablo 4.52.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*	131
Tablo 4.53.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*	133
Tablo 4.54.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*	134
Tablo 4.55.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>E.coli</i> 'ye karşı inhibisyon zon çapları (mm).....	136
Tablo 4.56.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>E.coli</i> 'ye karşı inhibisyon zon çapları (mm).....	137
Tablo 4.57.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>B.cereus</i> 'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)	138
Tablo 4.58.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>B.cereus</i> 'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)	139
Tablo 4.59.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>S.aureus</i> 'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)	140
Tablo 4.60.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>S.aureus</i> 'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)	141
Tablo 4.61.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>S.epidermidis</i> 'e karşı inhibisyon zon çapları (mm)	142
Tablo 4.62.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>S.epidermidis</i> 'e karşı inhibisyon zon çapları (mm)	143
Tablo 4.63.	<i>Lactobacillus helveticus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>C.albicans</i> 'a karşı inhibisyon zon çapları (mm).....	144
Tablo 4.64.	<i>Lactobacillus acidophilus</i> lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının <i>Candida albicans</i> 'a karşı inhibisyon zon çapları (mm).....	145
Tablo 4.65.	α -s1 kazein'den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri	146
Tablo 4.66.	α -s2 kazein'den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri	148
Tablo 4.67.	β -kazein'den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri	149
Tablo 4.68.	κ -kazein'den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri	150
Tablo 4.69.	α -laktoalbumin'den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri	151
Tablo 4.70.	β -laktoglobulin'den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri	152
Tablo 4.71.	Laktotransferrin'den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri	153

Tablo 4.72. Soya proteinlerinden elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri.....	153
---	-----



1. GİRİŞ

Günümüzde şeker hastalığı, obezite, oksidatif stres, kanser, kalp-damar ve ağır enfeksiyonlar gibi birçok hastalık, fizyolojik ve morfolojik bozukluklar artmakta ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu bozuklukların birçoğu sentetik katkıların istismarı, dengesiz diyetler, radyasyona maruz kalma ve güçlü virüslerle ilişkilidir (Saadi vd., 2015). Ayrıca tüketicilerin gıda ürünlerine yönelik taleplerinde küreselleşme, ticarileşme, nüfus artışı ve kentleşme gibi nedenlerle değişen üretim ve tüketim modelleri sonucu önemli değişimler meydana gelmiştir. Tüketiciler daha sağlıklı ve kaliteli bir yaşama sahip olmak amacı ile, sağlık sorunlarına çözüm aramaya ilaveten hastalıklardan korunmaya yönelik önlemler almaya eğilim göstermektedirler. Bu nedenle, son yıllarda, dejeneratif hastalıklarla mücadele edebilen yeni ilaçların ve fonksiyonel gıda ürünlerinin araştırılması artmıştır. Fonksiyonel gıdalar, genellikle, vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılayanın ötesinde, insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ek faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar veya gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Erbaş, 2006). Bu bağlamda gün geçtikçe bilinçlenen tüketicilerin aldığı önlemlerden biri de fonksiyonel gıda tüketimidir.

Gıda ürünleri protein, yağ, karbonhidrat gibi makromoleküllerinin yanı sıra bu makromoleküllerden türeyen değişen bileşimlerde peptitler, yağ asitleri vs. bulunduran kompleks yapıya sahiptirler. Üretim ve olgunlaşma boyunca gıdaların bulundurduğu peptit ve yağ asitleri gibi makromolekül kaynaklı ürünler değişim göstermektedir. Protein ve peptitler büyük oranda gıdanın nihai tekstürüne, organoleptik özelliklerine ve sağlığı iyileştiren aktivitelerine katkı sağlamaktadır (Lacou vd., 2016).

Diyette önemli bir yere sahip olan proteinler gastrointestinal sistemden sonra vücut fonksiyonları üzerine olumlu etkiler göstermekte ve fizyolojik olarak aktif bileşenlerin kaynağını oluşturmaktadırlar. Bu nedenle, bazı fonksiyonel gıdaların hazırlanmasında proteinlerin aktif bileşen kaynağı olarak kullanılmaları düşünülmüştür (Wang vd., 2008). Proteinlerin hidrolize olmasıyla ana protein sekansı içinde inaktif durumda olan, yeni biyolojik özelliklere sahip peptitler serbest hale geçmektedirler. Vücut fonksiyonları ve sağlık üzerinde pozitif etkileri olan, 2-20 aminoasit kalıntısı içeren bu spesifik protein kısımları biyoaktif peptitler olarak tanımlanmaktadır (Bernabucci vd., 2014; Domínguez-González vd., 2014). Aminoasit

sekansına bağılı olarak biyoaktif peptitlerin ağızdan alımından sonra kardiyovasküler, endokrin, bağışıklık ve sinir sistemi gibi majör vücut sistemlerini etkileyebilmekte olduğuna dair literatürde birçok çalışmaya rastlamak mümkündür.

Bu peptitler gıdalardan (a) sindirim enzimleri tarafından hidroliz yoluyla, (b) proteolitik mikroorganizmalar tarafından hidroliz yoluyla, (c) mikroorganizma veya bitkilerden salınan proteolitik enzimler etkisiyle hidroliz yoluyla olmak üzere üç yolla aktif hale geçebilirler (Hartmann ve Meisel, 2007). Biyojenik, opioid (sinir sistemini uyarıcı), bağışıklık düzenleyici, mineral bağlayıcı, antihipertansif ve antimikrobiyal gibi özelliğe sahip birçok biyoaktif peptit, süt, kırmızı et ve balık eti, mısır, buğday, soya fasulyesi ve yumurta gibi gıda maddelerinin enzimatik hidrolizi ile üretilmektedir (Agyei ve Danquah, 2011).

Proteinlerce zengin süt ve süt ürünleri, yumurta, et, balık gibi hayvansal gıdalarda ve soya fasulyesi, pirinç, buğday, kolza gibi bitkisel gıdalarda prosese bağılı olarak proteinlerde yapısal ve kimyasal değişiklikler meydana gelebilmektedir (Hui vd., 2007). Bu değişiklikler ısı uygulama, asit-alkali muamele, ürünün meydana gelmesini sağlayan enzimler, yapılan membran filtrasyon, hasat-olgunlaşma ve ürüne işleme sırasında oluşabilecek fiziksel ve kimyasal deformasyonlar, olgunlaşma vb. etmenlerden kaynaklanmaktadır. Yapı ve kimyadaki değişimler sonucu proteinlerden biyoaktif peptit salımı gerçekleşebilmektedir (Singh vd., 2014).

Süt proteininden türeyen aktif biyolojik bileşenler ve biyoaktif peptitler, biyolojik önemleri bakımından büyük ilgi görmekte ve son zamanlarda bu konuda yoğun araştırma konusu olduğu görülmektedir. Süt proteinleri, biyoaktif peptitlerin en önemli kaynağı olarak görülmektedir ve fermente süt ürünlerinden peynirde giderek artan sayıda biyoaktif peptit tanımlandığı bildirilmektedir (Otte vd., 2011). Biyolojik açıdan aktif peptit parçaları, gastrointestinal sistemdeki sindirim enzimleri ve süt fermantasyonu sırasında proteolitik laktik asit bakterileri (LAB) ile süt proteinlerinin (peynir altı suyu proteinleri ve kazein) bozunması sırasında oluşmakta ve oluşan bu peptitler, vücudun kardiyovasküler, sindirim sistemi, endokrin, immün ve sinir sistemlerine fizyolojik bir etki gösterebilmektedir (Phelan ve Kerins, 2011). Süt proteininden türetilmiş peptitler, antimikrobiyal, antioksidan, antitrombotik, opioid (sinir sistemini uyarıcı), antihipertansiyon aktivitesi, sindirim enzimlerinin modülasyonu, besin absorpsiyonu ve bağışıklık yanıtları içeren çoklu fizyolojik aktiviteler göstermektedirler. Bu aktivitelere sahip olmalarından dolayı süt peptitleri

fonksiyonel ve yeni gıdalar, diyet takviyeleri ve hatta belirli hastalıkları hedeflemek için farmasötik maddeler içine dahil edilmesinde çok önemli bileşenler olarak kabul edilmektedirler (Korhonen, 2009; Ricci-Cabello vd., 2012).

Biyoaktif peptitlerle zenginleştirilmiş fermente süt ürünlerinin üretimi için ekonomik ve pratik yöntemlerden biri proteolitik laktik asit bakterileri (LAB) ile süt fermente edilmesidir (Hayes vd., 2007). LAB, türe ve suşa spesifik olarak sütte biyoaktif peptitlerin salınmasını ve alınmasını etkileyen proteinaz, peptidaz ve peptit taşıma sistemlerinin değişken kalıplarına sahiptirler (Liu vd., 2010). Diğer laktobasillerle kıyaslandığında sütteki güçlü ve spesifik proteolitik aktiviteleri nedeniyle termofilik *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* suşlarının daha yüksek miktarlarda aktif peptitlerin salınmasına neden oldukları belirtilmiştir (Sadat-Mekmene vd., 2011).

Peynir, dünyadaki yüksek protein içeriğine sahip en önemli fermente süt ürünlerinden biridir. Genellikle üretim sırasında kazein parçalanması, peynir olgunlaşmasındaki proteolitik sistemlerin farklılığı ve olgunlaşma sırasında proteolizin yoğunluğu gibi etkenler süt proteininden türeyen peptitlerin farklılaşmasına neden olmaktadır (Meira vd., 2012). Peynir olgunlaşması sırasında çok sayıda peptit oluştuğu ve bu peptitlerin çoğunun biyolojik aktivite gösterdikleri bilinmektedir. Peynir üretimi sırasında üretilen peptitler, nihai ürünün tadına, aromasına ve tekstürüne (Alonso vd., 2013) katkıda bulunmasının yanı sıra antihipertansif, opioid, antimikrobiyal veya antioksidatif gibi farklı aktivitelere sahip olduğu belirtilmiştir (Timón vd., 2014).

Soya fasulyesi ekonomik olarak dünyadaki en önemli bitkisel protein kaynağı olmasının yanı sıra, yüzlerce kimyasal ürün için ingrediyen ve potansiyel bir biyoaktif peptit kaynağı olarak kabul edilmektedir (Singh vd., 2014). Soya tanelerinin kuru ağırlık olarak % 35-40' ını proteinler oluşturmaktadır (Mujoo vd., 2003). Soya proteinleri yüksek besin değeri, üstün işlevsel özellikleri ve nispeten ucuz olmaları sebebiyle insan beslenmesi açısından önem arz etmektedir. Bu proteinlerin yalnızca diyet proteinlerinin mükemmel kaynağı olmadığı aynı zamanda antihipertansif, antikolesterolemik, antioksidatif ve antikanser aktivitelere sahip olduğu birçok çalışmada ortaya konmuştur. Soya proteinlerinin % 65-80' ini glisin ve β -konglisin oluşturmaktadır ve peptitlerin büyük çoğunluğunun bu proteinlerden oluşabileceği belirtilmektedir (Wynstra, 1986).

Soya proteinlerinde bulunan esansiyel aminoasitlerin hayvansal proteinlerde bulunan esansiyel aminoasitlere benzerlik göstermesinin yanı sıra biyolojik değerlerinin de hayvansal proteinlere yakın olduğu belirtilmiştir (Day, 2013). Ayrıca, soya proteinleri, kazeine kıyasla düşük methionin / glisin ve lisin / arginin oranlarını içermektedirler. Soya fasulyesinin sulu ekstraktının kolesterol, gluten ve laktoz içermediğinden, laktoza toleranslı tüketiciler, vejetaryenler ve süt alerjisi hastaları için uygun bir besin olduğuna dair çalışmalar mevcuttur (Kulkarni vd., 2006). Soya fasulyesi gibi bitkisel gıdalardan da anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) ve prolil endopeptidaz (PEP) inhibitörü, bağışıklık düzenleyen, antimikrobiyal, antioksidatif ve sinir sistemini uyarıcı aktiviteye sahip peptitler izole edilmiştir. Gibbs vd. (2004) proteolitik enzimlerle hidrolize olan fermente soyadan tespit ettikleri bazı biyoaktif peptitlerin ACE inhibitörü, antitrombotik, yüzey aktif ve antioksidant özellikleri olduğunu bildirmişlerdir.

Hipertansiyon son yıllarda koroner kalp hastalığı, periferik arter hastalığı ve inme gibi kardiyovasküler hastalıklar için bir risk faktörüdür. Hipertansiyonun ciddiyeti ve toplumda aşırı yaygınlık göstermesi durumu göz önüne alındığında, tedavi amacıyla daha çok bireylerin yaşam tarzlarında, diyet yaklaşımlarında ve farmakolojik tedavilerinde değişikliklere gidilmektedir. Beslenme faktörlerinin hipertansiyonun önlenmesi veya tedavi edilmesi için önemli bir rol oynadığı ve dolayısıyla antihipertansif etkinliğe sahip gıdaların üretimine yönelik çabalar sarf edildiği bilinmektedir. İki vücut sistemindeki hareketi ile kan basıncının ana düzenleyicilerinden biri ACE renin-anjiyotensin sistemi (RAS)' ın bir kısmını oluşturan Anjiyotensin-dönüştürücü enzim (ACE, EC 3.4.15.1)' dir. Antihipertansif peptitler, ACE' yi inhibe ederek kan basıncının regülasyonu ile ilişkili olarak önemli bir rol oynamaktadır. Hayvan ve klinik çalışmalarda biyoaktif peptitlerin bu enzimi inhibe ederek kan basıncını düşürdüğü gösterilmiştir (Ersoy ve Dilek, 2001). Bilimsel çalışmalara bakılarak, ACE enziminin inhibisyonunun hipertansiyon hastalığı için önlem teşkil edebileceği ve hastalık etkilerinin azalmasında potansiyel bir etkisi olabileceği söylenebilir.

Serbest radikaller bazı dejeneratif hastalıkların başlamasına ya da ilerlemesine neden olmaktadır. Bilimsel araştırmalar oksidatif stresin, insülin direncini artırarak veya insülin sekresyonunu bozarak tip II diyabete katkıda bulunabileceğini ileri sürmektedir. Serbest radikallerin kontrolsüz olarak üretilmesi, diyabetin gelişimini ve

ilerlemesini ve komplikasyonlarını kötüleştirmektedir (Johansen vd., 2005). Oksidatif stresin, metabolik sendromlu hastalarda kardiyovasküler komplikasyonların (aterosklerotik süreç ve lipid metabolizmasındaki değişiklik gibi) başlaması veya ilerlemesinde kilit rol oynadığı belirtilmiştir (Palmieri ve Sblendorio, 2007). Oksidatif stres ile hastalıklar arasındaki yakın ilişki nedeniyle oksidatif stres kontrolünün, bu hastalıkların ilerlemesinin yavaşlatılmasında veya komplikasyonlarının önlenmesinde önemli adımlardan birisi olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, oksidatif stres kontrolü için doğal kaynaklardan çok sayıda antioksidan izole edilip tanımlanabilir. C vitamini, polifenoller, flavonoidler, karotenoidler ve antioksidatif özellik gösteren peptitler son yıllardaki araştırmaların kaçınılmaz odağı haline gelmektedir. Protein bileşenlerinden elde edilen bazı peptitler antioksidan kapasiteye sahiptirler. Antioksidan peptitler, 5 ile 16 aminoasit içermektedirler. Gıdalarda bulunan antioksidatif peptitlerinin düşük molekül ağırlıklı, düşük fiyatlı, yüksek aktiviteli, kolay emilimli, güvenli ve sağlıklı bileşenler olduğu düşünülmektedir (Chen vd., 1996).

Konvansiyonel antibiyotiklere karşı artan direnç problemi, insan terapötik maddeleri olarak antimikrobiyal peptitlerin (AMP' ler) geliştirilmesi açısından bilimsel ilginin artmasına sebep olmuştur. Geleneksel antibiyotiklere kıyasla, AMP' ler farklı etki mekanizmalarına sahiptir. Ayrıca, Gram-pozitif, geniş spektrumlu Gram-negatif bakteriler, mantarlar ve virüsler gibi mikroorganizmalara karşı bir antimikrobiyal etki göstermektedirler (Lee vd., 2011). Antimikrobiyal peptitler süt, yumurta ve et gibi doğal ürünlerden oluşan geniş bir gıda grubundan izole edilerek tanımlanmışlardır (Di Bernardini vd., 2011). Antimikrobiyal peptitler (AMP) genellikle 10 kDa' dan düşük molekül ağırlığına sahiptirler. Doğal protein öncülerinin sekansları içinde kodlanırlar. İn vitro olarak enzimatik hidrolizle oluşabilirler (Liu vd., 2008). En çok sığır ve insan sütünden türetilen laktoferrinler çalışılmıştır (Kitts ve Weiler, 2003). Bu peptitler çeşitli gram pozitif ve negatif bakterilere, maya ve filamentli funguslara karşı antimikrobiyal aktivite göstermektedirler. Gıda kaynaklı diğer aktif peptitlerin gösterdiği antimikrobiyal mekanizmalar ayrıntılı bir şekilde aydınlatılamamıştır. Fizyolojik önemlerinin belirlenmesi literatür açısından gereklilik teşkil etmektedir. Süt proteinlerinden immünoglobulin, laktoferrin, laktoperoksidaz ve lizozim antimikrobiyal proteinler olarak bilinmektedir. Bunların ve diğer süt proteinlerinin parçalanmasıyla ortaya çıkan biyoaktif peptitlerin de antimikrobiyal

aktivitesi bulunduğu birçok çalışmada ifade edilmiştir (Chakrabarti vd., 2014; Silva ve Malcata, 2005).

İnek sütü ve soya ieeğinin karıştırılmasıyla tasarlanan peynirlerin umut verici önemli biyoaktif peptitler açısından potansiyel bir fonksiyonel gıda olabileceği düşünülmektedir. Soya fasulyesi ve inek sütü için bildirilen sağlığa olumlu etkiler nedeniyle bu ingrediyenleri içeren bir peynir daha yüksek bir biyoaktivite sergileyebilir. İnek sütünün ve soya ieeğinin karıştırılmasıyla üretilen bu yeni peynirlerden elde edilen yeni biyoaktif peptitler daha önce bildirilen biyoaktif peptitlerden daha güçlü bir potansiyel aktiviteye sahip olabilir ve ortaya çıkan bu peynir tüketicilere daha fazla sağlık faydası sağlayabilir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında bu çalışmada biyoaktif peptitlerin oluşumunu ve çeşitliliğini destekleyebilecek peynir fermentasyonunda farklı özelliklere sahip starter kültürlerin kullanılması ve peynir üretiminde aynı anda hayvansal ve bitkisel sütlerin kullanılmasına olanak sağlayacak, yeni inovatif bir peynir tasarlanabilme durumu araştırılmıştır. İlaveten yeni tasarım peynirlerin tketebilirlik durumlarını değerlendirmek amacıyla kalite karakteristikleri, bazı biyoaktivite özelliklerini ve biyoyararlık dereceleri incelenmiştir. Ayrıca starter kültür, süt çeşidi, olgunlaşma gibi çoklu faktörlerin peynirlerde oluşturabileceği peptitlerin moleküler düzeyde tanımlanması gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

Tezin kurgusuyla ilgili bitkisel bazlı süt ve soya içeceği, peynir, analog/imitasyon peynirler, laktik asit bakterileri ve fermentasyon, biyoaktif peptitler, oluşan ürünlerin kalite parametreleri ve biyoinformatik yaklaşımlarla ilgili literatür çalışmaları bu bölümde derlenmiştir.

2.1. Bitkisel Bazlı Sütler ve Soya İçeceği

Peynir genellikle inek, keçi, koyun ve manda gibi hayvanlardan elde edilebilen sütlerden üretilmektedir. Son yıllarda hayvansal kaynaklı sütlerdeki fiyat artışları ve pahalılık peynir üretiminde sınırlamalara neden olmaktadır (Arise vd., 2020). Bu nedenle, gelişmekte olan ülkelerdeki protein yetersiz beslenmesiyle mücadele etmek için sürekli alternatif protein kaynağı arayışları devam etmektedir. Sürekli alternatif protein kaynağı arayışları, daha ucuz ve uygun fiyatlı, çoğunlukla bitkisel kaynaklardan alternatif protein kaynakları bulmaya odaklanan araştırma çabalarına yol açmıştır.

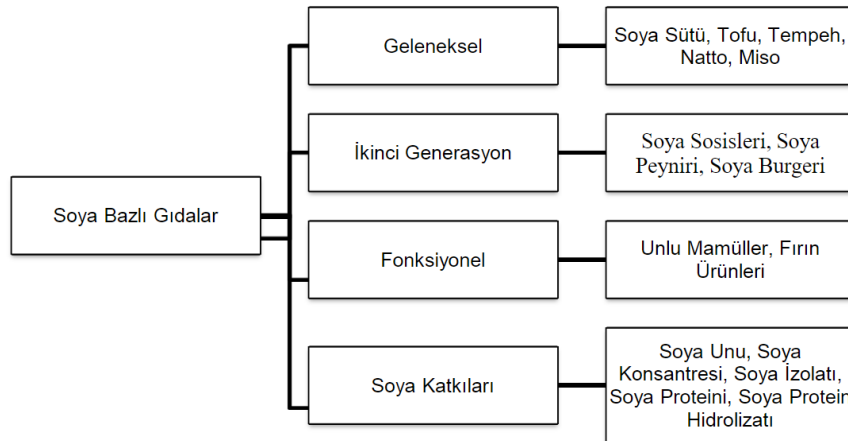
Son zamanlarda bitki bazlı süt ve ürünleri, inek sütü arzının yetersiz olduğu yerlerde yoksul ekonomik gruplar ve tüketiciler için ucuz bir alternatif olması nedeniyle artan bir trende sahiptir (Sethi vd., 2016). Görünüşte inek sütüne benzeyen suda çözünen baklagiller, yağlı tohumlar, tahıllar veya yalancı tahıllar bitki bazlı süt ikameleri veya bitki özleri olarak adlandırılmaktadır (Mäkinen vd., 2015). İnek sütüne alternatif olarak bitki kaynaklarının parçalanıp küçültülmesi, suda ekstrakte edilmesi ve ardından süzülmesi ve homojenleştirilmesiyle hazırlanırlar (Silva vd., 2020). Çeşitli bitki bazlı sütler fenolik bileşikler, doymamış yağ asitleri, antioksidan aktivite ve sağlığı geliştirici faydaları olan fitosteroller ve izoflavonlar gibi biyoaktif bileşikler içermektedir. Ancak inek sütüyle kıyaslandığında majör besin öğeleri bakımından yetersizdirler (Aydar vd., 2020). Kardiyovasküler hastalıklar, kanser, ateroskleroz ve diyabet riskini azaltan bol miktarda antioksidan aktiviteye ve yağ asidine sahiptirler (Zujko ve Witkowska, 2014).

Süt ve süt ürünleri tüketimi ile ilgili sağlık sorunları, bildirilen fonksiyonel özellikler ve bireysel tüketim modelleri nedeniyle talep gösteren bireyler inek sütünün yerine diyetlerinde bitkisel bazlı sütlere yer vermektedir (Mäkinen vd., 2015).

İnek sütü alerjisi, laktoz intoleransı, kalori kaygısı ve hiperkolesterolemi prevalansı, vegan diyetleri tüketicilerin farklı süt ve süt ürünü alternatiflerine

yönelmesinde önemli rol oynamaktadır (Vanga ve Raghavan, 2018). Bitki bazlı yoğurt, peynir, kefir, tereyağı, dondurma vb. birçok vegan gıda ürünü, temel bir bileşen olarak bitkisel bazlı süt ikameleri kullanılarak üretilmektedir (Aydar vd., 2020). Bu nedenle, tüketicilerin bitkilerin biyoaktif özelliklerinden yararlanabilmesi için bitki ve hayvansal kaynaklı süt karışımından yeni alternatif gıda ürünleri geliştirilmesi kaçınılmaz hale gelmektedir.

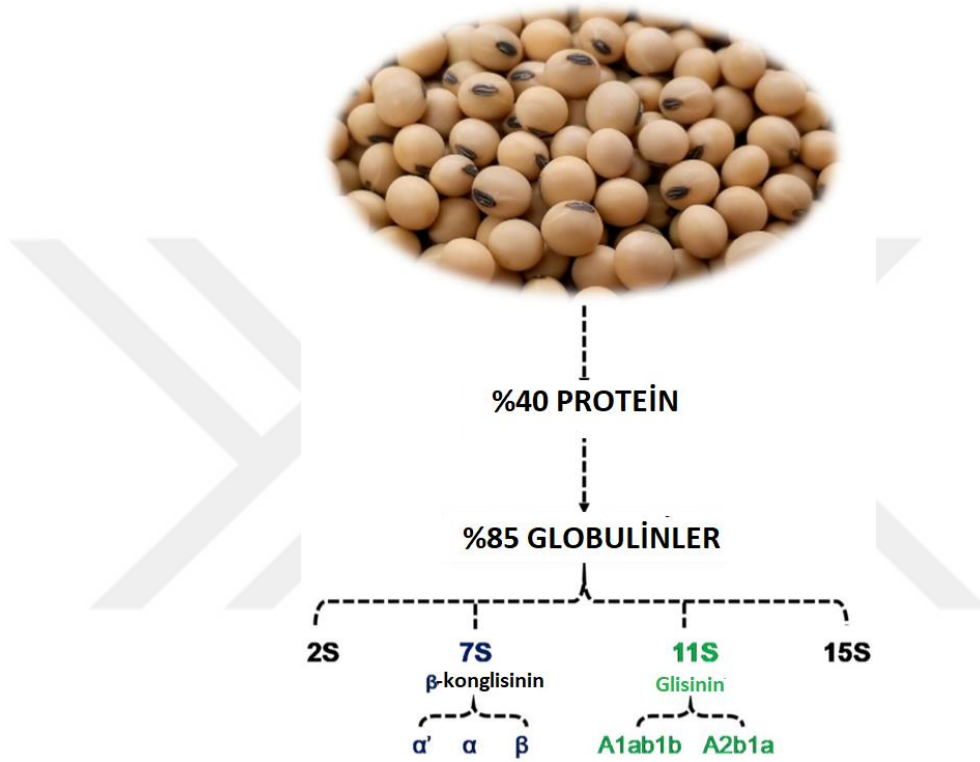
Son 25-30 yıldır hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarının geliştirilmesi ile yenilerinin araştırılması çalışmalarına yönelim artmıştır. Bu açıdan "soya fasulyesi" (*Glycine max* L. merrill)' in soya sütü ve mamulleri şeklinde işlenerek insan beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılması literatür ve gıda endüstrisi açısından önem arz etmektedir. Soya, Çin, Mançurya, Vietnam ve Kore gibi Doğu Asya ülkelerinde yıllardan beri gıda maddesi olarak kullanılan dünyanın en eski tarım bitkilerinden birisidir. 1950' li yıllardan sonra insan gıdası olarak diyetlerde yer vermeye başlanılsa da geliştirilmiş teknikler sayesinde soya bugün makarna, bisküvi, pasta, ekmek sanayinde yaygın olarak kullanılan bir hammadde haline gelmiştir (Gürsoy vd., 1999). Soya kullanılarak üretilen soya bazlı gıdaların nasıl sınıflandığı Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Soya içerikli gıdaların sınıflandırılması (Özcan vd., 2015).

Türkiye’de soya yetiştiriciliğine 1950’ li yıllarda başlanmıştır. Tarımı en fazla Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri’nde yapılmakta olup bugün için ağırlıklı olarak Çukurova Bölgesinde yapılmaktadır. Ülkemizde soya eti, kıyması, sütü, peyniri (tofu) gibi özel kullanım alanları ile karşımıza çıkmakta ve gün geçtikçe farklı gıda ürünleri

üretiminde ham madde olarak kullanılmaktadır (Nazlıcan, 2006). Son dönemde gıda alanı ve araştırmacıları tarafından soyanın gözde ve ilgi çeken bir konu olmasının nedenleri, % 40-50 protein, % 20-30 yağ, % 26-30 karbonhidrat içermesi, doymamamış yağ asitlerince zengin olması, yüksek miktarda izoflavanlar, B grubu vitaminler ve bol omega- 3 ihtiva etmesi, glutensiz, laktozsuz ve kafeinsiz olmasıdır (Şekil 2.2) (Özcan vd., 2015; Sanjukta ve Rai, 2016).



Şekil 2.2. Soya proteinlerinin ana bileşenleri (Caponio vd., 2020)

Literatürde bildirilen besleyici ve sağlıklı etkilerine göre, soyadan elde edilen gıdaların tüketimi ve soya sütü (soya fasulyesinin sulu özü) ve yan ürünlerinin insan diyetlerine dahil edilmesi gün geçtikçe artmaktadır (Rinaldoni vd., 2012). Soya sütü, esasen soya fasulyesinin bir su özüdür ve işleme sırasında çıkarılan bazı çözünmeyen lifler (okara olarak adlandırılır) dışında, soya fasulyesinin tüm bileşenlerini içermektedir. Soya sütü bileşimi, işleme koşullarına ve soya fasulyesi çeşidine bağlı olarak değişmektedir (Lakshmanan vd., 2006). Geleneksel işleminden elde edilen soya içeceğinin ortalama olarak % 3.4 protein, % 1.8 lipid, % 1.5 karbonhidrat (sükroz, rafinoz ve stakioz) ve %0.5 kül içerdiği belirtilmiştir. Ayrıca ekonomik olarak soya içeceğinin inek sütünden daha uygulanabilir olduğu ve tüm esansiyel amino asitleri içeren tek vejetaryen besin olduğu vurgulanmıştır (Singh vd., 2016).

Soya sütü bazlı ürünler dünya çapında tüketilmektedir. Asyalılar 1000 yıldan fazla bir süredir soya ürünleri tüketmektedir. Soya sütü yaygın olarak bir peynir analoğu bileşeni olarak kullanılmaktadır. Starter kültür fermantasyonu için uygun olan amino asitler ve yağ asitleri dengesini sağladığı için gıda endüstrisinde kabul görmektedir. Kazeine benzer protein özelliklerine sahip ve nispeten ucuzdur. Fermente ürünlerde süt ikamesi olarak da kullanılır. Proteinin yanı sıra çeşitli kronik hastalıkları önleyerek sağlığı iyileşitirdiği iddia edilen hemaglutininler, saponinler ve izoflavonlar gibi biyoaktif maddeleri içerir (Sacks vd., 2006).

Gıda endüstrisi için sağlık risklerini azaltan içerikler sunarak gıdaları formüle etmek oldukça zordur. Süt ve soya ürünlerinin tüketilmesinde kanıtlanmış sinerjistik etkiler mevcuttur. Soya sütü-inek sütünün birlikte kullanımı inovatif bir uygulama olup yeni fermente edilmiş ürünler üretmek için büyük potansiyel teşkil etmektedir. Protein açısından zenginleştirilmiş ve ek sağlık yararları sağlayan yeni kategori gıda ürünleri için soya sütü ve sütten elde edilen protein parçacıklarının karışımından protein jelleri üretimi gelecek vadeden bir çalışma alanıdır (Grygorczyk vd., 2013). Farklı protein parçacıklarının toplanması, istenen duysal ve tekstür niteliklerinin elde edilmesi için oldukça önemli ve emek gerektiren bazı ayarlamaların ve optimizasyon çalışmalarının yapılması şarttır.

Starter kültürü ve peynir mayası kullanarak bir pıhtı substratı oluşturmak için, içinde hem soya proteinlerinin hem de kazeinlerin eřit şekilde dağıldığı karışık soya sütü-inek sütü matrisi yapmak mümkündür (Grygorczyk vd., 2014). Bununla birlikte, karışık soya sütü-sütçülük ürünlerinde önemli miktarda soya bulunması, soyanın fasulye ve imenli tat verme eğiliminde olması sebebiyle batı dünyasında tüketici kabul açısından problem teşkil etmektedir. Lezzetin yanında, kazein miselleriyle kıyaslandığında soya sütü protein parçacıklarıyla elde edilen farklı jel türlerinin tekstürleri de önemli bir sorundur (Yazici vd., 1997). Soya sütü jelleri, tipik olarak proteinleri denatüre etmek için soya sütünün ısıtılması, ardından $MgCl_2$, $CaCl_2$ ve $CaSO_4$ gibi iyonik tuzların eklenmesi veya glukono-d-lakton (GDL) veya bakteri kültürü kullanılarak asitleştirme ile hazırlanmaktadır (Guo ve Ono, 2005; Wang vd., 2002). Protein etkileşimlerini teşvik etmesi sebebiyle kalsiyumun soya proteininin işlevselliğine önemli bir etkisi vardır (Scilingo ve Añn, 2004). Soya sütünün ısıtılması sırasında, protein parçacıkları ayrırır, yeniden düzenlenir ve toplanır ve jelleşmek için daha hassas hale gelir. Glisinin asidik ve bazik polipeptitlerinden ve

ayrıca küçük miktarlarda β -konglisinin α ve α' alt birimlerinden oluşan parçacıklarının oluşumuyla sonuçlanır. Bu protein parçacıkları içindeki polipeptitler, disülfid bağları yoluyla kovalent olarak bağlanabilirken, bu tür parçacıkların agregatları, hidrofobik etkileşimler ve hidrojen bağı dahil olmak üzere kovalent olmayan kuvvetlerle etkileşime girer (Ren vd., 2009).

Hem hayvansal hem bitkisel süt proteinlerinden her iki proteini içeren sağlığa faydalı olabilecek bir fermente gıda ürünü tasarlayan, ortaya koyan bu çalışma bilim dünyasının son yıllarda odaklandığı karışık protein jelleri ilgili olup diğer araştırmacılar için örnek teşkil edecektir.

2.2. Peynir

Farklı hayvanların sütünden ve diğer ham maddelerden çeşitli üretim ve olgunlaştırma işlemleri kullanılarak üretilen 1.000' den fazla peynir çeşidi olduğu tahmin edilmektedir (McSweeney vd., 2017). Oldukça kompleks bir besin olan peynir, mükemmel bir protein, yağ ve kalsiyum, demir ve fosfor gibi mineraller, vitaminler (örneğin A, B₂ ve B₁₂ vitamini) ve esansiyel amino asitler kaynağıdır (Baptista ve Gigante, 2021; Santiago-López vd., 2018) ve bu nedenle hem gençlerin hem de yaşlıların beslenmesinde önemli bir besindir. Dünya çapında en çok tüketilen süt ürünlerinden biridir ve kazeinin pıhtılaşması ve asitleştirme veya fermentasyonu takiben çökertilmesinden üretilmektedir. Kişi başına düşen peynir ve genel olarak süt ürünleri tüketimi son yıllarda sürekli olarak artmış ve önümüzdeki 10 yılda yaklaşık %14 artacağı tahmin edilmektedir (Feeney vd., 2021).

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

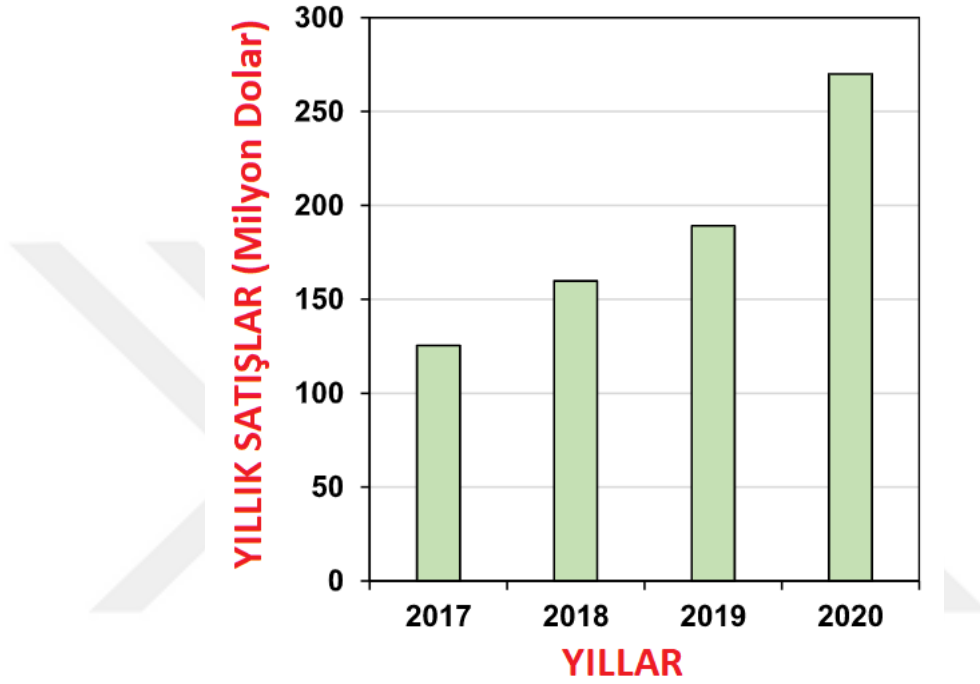
Tablo 2.1. Farklı tekstür özelliklerine göre peynir çeşitleri (Anonim, 2015)

Sertliklerine göre peynir tipleri	Yağsız peynir kitlesindeki nem oranı (%)-PYKN	Tolerans(%)
Ekstra sert	PYKN<49	±2
Sert	49≤PYKN<57	
Yarı sert	57≤PYKN<64	
Yarı yumuşak	64≤PYKN<70	
Yumuşak	PYKN≥70	

Çoğunlukla sütün kimozen ile pıhtılaştırılmasıyla hazırlanan ve 2 hafta ile 2 yıl arasında olgunlaştırılan yaklaşık 2000 peynir çeşidi rapor edilmektedir (McSweeney, 2004). Genel olarak peynirlerin kategorize edilmesinde üretimde kullanılan sütün kaynağı (inek, koyun, keçi ve manda), kullanılan hammadde çeşidi (taze süt, ekşimiş süt, ayran veya peynir altı suyu (PAS)) üretimde kullanılan sütün ısıtma işlemi (görmeme durumu (çiğ, pastörize) pıhtı elde edilme tekniği (rennet, asit, ultrafiltrasyon), kıvam/yapı (ekstra sert, sert, yarı sert, yumuşak), yağ oranı (tam yağlı, yarım yağlı, az yağlı, yağsız), fermentasyon tipi (laktik asit, bütirik asit, laktik ve propiyonik asit), tuzlama yöntemi/tuz oranı (tuzlu, tuzsuz), üretimde kullanılan katkı maddeleri (eritici tuzlar, çeşitli baharat ve otlar vb.) yüzey görünümü (sert, yumuşak, küflü), iç yapının durumu (gözenekli, küflü), üretim yeri, ve olgunlaşma süresi (taze, yarı olgun ve olgun) gibi faktörler etkilidir (Üçüncü, 2004). Diğer yandan, olgunlaşma sırasında peynir matrislerinde çok sayıda fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişiklikler (ana bileşenler olan laktoz, protein ve yağın, fermentasyon, proteoliz ve lipoliz ile parçalanması) meydana gelir ve bu da karakteristik tekstür, aroma ve lezzetin gelişmesine neden olur (Feeney vd., 2021; McSweeney, 2004). Peynirler, olgunlaşmanın farklı aşamalarında meydana gelen bazı bileşikler (lezzet, biyoaktif bileşikler vb.) sebebiyle de farklılık göstermektedir (Üçüncü, 2004).

Özellikle yağ ve protein olmak üzere makro besinler ve ayrıca A vitamini, B₂ ve B₁₂ vitamini, kalsiyum, fosfor, selenyum ve çinko gibi mikro besinler açısından zengin besleyici bir gıda olduğu kabul edilen peynirin uzun bir raf ömrü vardır ve bazı çeşitleri birkaç yıl muhafaza edilir bu da depolanmasını, dağıtımını ve satışını kolaylaştırır. Geleneksel sığır süt ürünlerinin mevcut popülaritesine rağmen bu ürünlerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki potansiyel olarak uzun vadeli olumsuz etkileri ve diğer etik sonuçları tüketicileri alternatif ürünler aramaya sevk etmektedir (Mendly-Zambo vd., 2021). Bu sebeple, bitki bazlı bileşen içeren ürünlere eğilim artmaktadır. ABD’ de

bulunan İyi Gıda Enstitüsü, bitki bazlı peynir analogu satışlarında 2019' dan 2020' ye kadar yaklaşık % 42' lik bir büyüme olduğunu ve 2020' de yalnızca ABD' de 270 milyon dolarlık bir satış gerçekleştiğini bildirmiştir (GFI, 2020). Dolayısıyla süt ürünleri üretimi ve tüketimindeki trendlerin ve değişikliklerin takibi, pazarlaması düşünüldüğünde üretilen peynirlerde revizyon yapma ya da yeni dizaynlar gerçekleştirme kaçınılmaz hale gelmiştir.



Şekil 2.3. Son zamanlarda Amerika'daki bitki bazlı peynir satışları (GFI, 2020)

2.3. Analog/imitasyon Peynirler

Belirli oranlarda süt yağı olmayan yağların, süt proteinleri veya bitkisel proteinlerin karışımı sonucunda üretilen gıda ürünleri peynir benzeri ürünler (analog/imitasyon peynirler) olarak tanımlanmaktadır. Süt bazlı, kısmi süt bazlı ve süt bazlı olmayan şeklinde kategorize edilirler. Bir peynir benzeri ürünün hangi kategoriye dahil olduğu içerdiği protein ve/veya yağ içeriğinin hangi kaynaktan geldiğine bağlıdır. Bileşiminde özellikle bitkisel protein ve bitkisel yağ kullanılanlar kısmi süt bazlı veya süt bazlı olmayan şeklinde ifade edilmektedir (Fox vd., 2017).

Analog peynirlerin, daha düşük maliyetli bileşenlerin seçimi, üretim kolaylığı ve daha az ekipman ve insan gücü gereksinimi gibi avantajları bildirilmektedir (Shah vd., 2010). Bahsi geçen bu peynirlerin ucuz bitkisel protein kaynaklarının kullanılması ile peynirlerin çeşitli fonksiyonel özelliklerinin geliştirilebilmesi ve bileşimlerinin

değiştirilerek özel amaçlı diyetlere uygun hale getirilebilmeleri de mümkündür. 1970' lerde Amerika Birleşik Devletleri' nde bu peynirlerin üretimine başlanmıştır. Düşük nem içerikli Mozzarella, Cheddar ve pastörize eritme Cheddar ABD'de üretilen başlıca analog/imitasyon peynirler veya peynir benzeri ürünlerdir (Fox vd., 2017). Analog peynirlerin üretimi ülkemizde yok denecek kadar azdır. Gıda sektörü ve marketlerde olan mevcut ürünler çoğunlukla ithal ürünler olup bu ürünlerin ticari boyutu hakkında gerekli ve yeterli bilgi mevcut değildir. Bu bağlamda, Türkiye' de bahsi geçen konuyla ilgili çalışmalar kısıtlıdır.

Peynir analogu ürünlerindeki kazeinin soya fasulyesi, yer fıstığı, bezelye proteini veya buğday proteini gibi çeşitli bitkisel proteinlerle değiştirilmesinin etkileri üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Farahmandfar vd., 2010). Soya bazlı peynir analogları, yüksek besin değeri, esansiyel amino asit bileşimi ve ekonomik avantajları nedeniyle araştırmacılar, bilim insanları tarafından büyük ilgi görmektedir. Literatürde hayvansal temelli süt peynirlerinin tamamen veya kısmen ikamesi için bitki peynir analoglarında soya proteinlerinin kullanımı üzerine birçok çalışma vardır. Soya proteini içeren bir peynir analogunun kabul edilebilirliğini etkileyen en önemli özellik tat olarak bildirmiş ve kötü tat kusurunun tüketilebilirliği sınırladığını belirtmiştir (Bachmann, 2001). İlâveten, analog peynirlerde esneksizlik, düşük sertlik, yapışkan-bulaşkan bir yapı, bozulmuş akış ve gerilebilirlik tekstür kusurları da yaygındır. Grossmann ve McClements (2021) bitki bazlı peynir üretiminin tasarım ilkesinin gerekli özelliklere bağlı olarak çeşitli ingredientler ve yapı teknikleri kullanılarak elde edilen bir spesifik geleneksel peynir (çedar veya mozzarella gibi) ile üretilcek peynirin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini eşleştirmek ve kıyaslamak olması gerektiğini vurgulamıştır. Dolayısıyla bitkisel ve hayvansal süt karışımıyla tasarlanan bir peynirde kalite karakteristiklerini ortaya koymak için bir dizi çalışma yapmak gereklidir. Literatürde ham madde olarak hayvansal ve bitkisel bazlı sütleri kullanarak bitki unu, yağı ve herhangi bir katkı maddesi kullanmadan farklı modifikasyon ve optimizasyon çalışmalarıyla geliştirilen peynir çeşitlerine rastlamak oldukça güçtür. Bu sebepten yapılan bu çalışma peynir analogları için örnek nitelik taşıyacaktır.

2.4. Laktik Asit Bakterileri (LAB)

Mikrobiyal fermentasyon, biyoaktif peptitler ve gıdalardan hidrolize proteinler üretmenin etkili yollarından biridir. Biyoaktif peptit üretimi için mikroorganizmaların ucuz bir proteaz kaynağı olmaları ve güvenli kabul edilmelerinden dolayı en ucuz

proses olarak kabul edilebilmektedir. Mikroorganizmaların beslenme gereksinimlerinin az olması, gelişim ve olgunlaşma sürelerinin kısa olması ve bakteri yetiştirme maliyetlerinin nispeten düşük olması sebebiyle peptit üretimi konusunda avantajlı bir prosestir. Üstelik, laktik asit bakterilerinin (LAB) proteazlarının hücre membranı üzerinde tanımlanabilme özellikleri oluşan peptitlerin saflaştırma protokollerini nispeten kolay ve ucuz hale getirmektedir (Aguei ve Danquah, 2011).

Doğada yaygın olarak çok çeşitli habitatlarda bulunan laktik asit bakterileri (LAB), gram boyamada pozitif olan, genellikle spor oluşturmeyen, genellikle solunum yoluyla enerji üretmeyen ve esas olarak karbonhidratları metabolize ederek laktik asit üreten, farklı taksonomik statü ve morfolojik fizyolojiye sahip çeşitli heterojen bakteriler olarak tanımlanmaktadır (Özbek, 2022) ve genellikle biyoaktif peptit üretimi için kullanılmaktadırlar. Özellikle *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* ve *Leuconostoc* bakterileri araştırmalarda kullanılmıştır. Bilimsel çalışmada ve uygulamada genellikle 12 cins (*Lactococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella*) bakteriye odaklanılmıştır. Laktik asit bakterileri (LAB), süt fermentasyonu söz konusu olduğunda vazgeçilmez bir gruptur. Lezzet oluşumunda, dokusal modifikasyonda ve gıdanın korunmasında çok önemli rol oynamaktadırlar. Aynı zamanda probiyotik suşların uygulanması ile tüketiciye ek sağlık yararları sağlarlar (Pua vd., 2022). Peynir üretimi esnasında süt proteinlerinin pıhtılaşmasına yardımcı olmak için starter kültür olarak kullanılırlar. Öncelikle laktozu laktik aside dönüştürmek için kullanılan bu bakteriler, pıhtılaşma aktivitesini, pıhtılaşma süresini, olgunlaşma sırasında proteolizin oranını, peynir verimini, peynirin kurumadde içeriğini ve pH düşüş oranı da dahil olmak üzere peynir imalatının çeşitli yönlerini etkilemektedir (Morandi vd., 2006; Pappas vd., 1996). Tek çeşit veya karışım halinde birden fazla bakteriyi içeren starter kültürler kullanılabilir. Genellikle, mezofilik kültür olarak *Lactococcus lactis* (*L. lactis*) ve alt türleri olan *L. lactis* ssp. *lactis* ile *L. lactis* ssp. *cremoris* kullanılırken, termofilik olarak ta *Streptococcus thermophilus* (*S.thermophilus*) suşlarını içeren kültürler kullanılmaktadır. Aroma gelişimi için *Lactobacillus helveticus* (*L.helveticus*) ve *Lactobacillus delbrueckii* (*L. delbrueckii*) gibi suşlar yaygın olarak tercih edilmektedir (Blaya vd., 2018).

Beslenme kalitesi ve sağlığı geliştirici özellikleri nedeniyle kontrollü laktik asit bakterisi fermentasyonu sonucu oluşan fermente soya sütü ürünleri artan bir ilgi görmektedir (Sirilun vd., 2017). Laktik asit bakterilerinden (LAB) doğada ve sindirim sistemimizde yaygın olarak bulunan faydalı laktik asit bakterilerinin büyük bir grubu olan laktobasiller sütün yanı sıra, soya sütü, yulaf sütü, sebze vb. gibi diğer gıdaları fermente ettiği de bilinmektedir (Singh ve Vij, 2018). Laktobasiller, soya sütündeki büyüme sırasında α -galaktosidaz enzimi üretimi yoluyla soya oligosakkaritlerini hidrolize edebilir. Fasulye aroması ve gazda azalmanın yanı sıra, fermentasyon, peptitler ve izoflavon gibi biyoaktif bileşenlerin üretimi yoluyla soya sütünün biyofonksiyonel özelliklerini de geliştirir (Singh vd., 2014). Laktik asit bakterileri (LAB) suşları tarafından soya sütü fermentasyonu, soya proteinlerinin hidrolizi ile sonuçlanır ve çeşitli sağlığa faydalı biyoaktif peptitlerin salınmasına yol açar (Singh ve Vij, 2017). Süt ve süt ürünü olmayan peynir ürünlerinin geliştirilmesi için LAB' nin farklı şekerleri fermente etme ve asit üretme yeteneği araştırılmıştır. LAB tarafından sükrözün fermentasyonu, düşük miktarlarda asetik asit içeren esas olarak laktik asit üretimine yol açar ve bu da fermente soya üretimi ile sonuçlanır (Singh ve Vij, 2018). Yüksek α -galaktosidaz aktiviteye sahip mikroorganizmalarla soya ürünlerinin fermentasyonu soya ürünlerinde gaza neden olan oligosakkaritlerin içeriğini en aza indirdiği bulunmuştur. *Lactobacillus fermentum* ve *Lactobacillus acidophilus* gibi laktobasillerin, değişen seviyelerde α -galaktosidaz ürettiği bildirilmiştir (Liong vd., 2009).

Soya sütünün laktik asit bakterilerinin (LAB) büyümesi için iyi bir ortam olduğu belirtilmiştir. Soya sütünün fermentasyonu sırasında oligosakkaritleri metabolize etme açısından bazı *Lactobacillus* türlerinin ve *Streptococcus thermophilus* suşlarının yeteneği farklı çalışmalarda gösterilmiştir (Bedani vd., 2013; Lee vd., 2013). Bazı LAB'lerde α -galaktosidaz aktivitesi mevcuttur ve soya bazlı ürünlerin fermentasyonu sırasında α -galaktosidaz enzimi, rafinoz ve stakioz gibi bazı karbonhidratların hidrolizi yoluyla bu mikroorganizmaların büyümesine katkı sağlamaktadır (Fung ve Liong, 2010). Bu nedenle, insanlar soya oligosakkaritlerini metabolize edemediğinde, α -galaktosidaz aktivitesi laktobasil ve streptokok suşları tarafından sunulan önemli bir fizyolojik özelliktir. Bu metabolik mekanizma, bu mikroorganizmalar tarafından insan bağırsak sağlığını iyileştiren ve soya ürünlerinin neden olduğu istenmeyen

gastrointestinal yan etkileri azaltan kısa zincirli yağ asitleri üretimi ile sonuçlanmaktadır (Fung ve Liong, 2010; LeBlanc vd., 2017).

Soya bazlı matrisler LAB'nin büyümesi için iyi bir substrattır (Albuquerque vd., 2017; Battistini vd., 2018). Soya ürünlerinin fermantasyonu sırasında bazı LAB suşları (*Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus* spp.), karbonhidratların metabolizmasında önemli rol oynayan β -galaktosidaz üreterek tatsız soyanın iyileştirilmesine, mevcut beslenme karşıtı substratların azalmasına ve B grubu vitaminleri gibi çeşitli biyoaktif moleküllerin mikrobiyal üretimine katkıda bulunmaktadır (LeBlanc vd., 2017).

Laktik asit bakterilerinin yukarıda bahsedilen inek sütü ve soyadaki faaliyetleri düşünülürse çalışma kapsamında LAB fermantasyonuyla üretilen peynirlerin insan sağlığı açısından oldukça yararlı, fonksiyonel, probiyotik inovatif bir ürün olma potansiyelinin yüksek olacağını söylemek mümkündür.

2.5. Biyoaktif Peptitler ve İlgili Çalışmalar

Yeterli beslenmeyi sağlamak için proteinli gıdalar oldukça önemlidir. Son yıllara yeni protein kaynaklarının geliştirilmesi, mevcut olanların optimizasyonu ve inovasyonu büyük ilgi uyandıran çalışma konularıdır (Rinaldoni vd., 2014).

Biyoaktif bileşikler, temel besin yardımcıların yanı sıra insanlarda belirli fizyolojik aktiviteleri iyileştirir ve düzenler (Murtaza vd., 2022). Proteinlerin hidrolize olmasıyla ana protein sekansı içinde inaktif durumda olan, yeni biyolojik özelliklere sahip peptitler serbest hale geçmektedirler. Vücut fonksiyonları ve sağlık üzerinde pozitif etkileri olan bu spesifik protein kısımları biyoaktif peptitler olarak tanımlanmaktadır (Bernabucci vd., 2014; Domínguez-González vd., 2014). Genellikle 2-20 amino asit uzunluğundadır ve tüketildiğinde antioksidan, antihipertansif, antidiyabetik, antimikrobiyal, antikanser ve immünomodülatör aktiviteler gibi çeşitli işlevler gösterirler (Sanjukta vd., 2021). Amino asitlerin dizilimi, bileşimleri ve moleküler ağırlıklarına bağlı olarak kardiyovasküler, sindirim sistemi, sinir sistemi ve bağışıklık gibi işlevleri değişiklik göstermektedir (Singh vd., 2014). Ayrıca bir peptidin işlevselliğinin devam etmesi, önemli ölçüde tüketimden sonra o peptidin stabilitesine ve biyoyararlanımına bağlıdır (Segura-Campos vd., 2011). Gastrointestinal (GI) enzimler tarafından proteoliz, fonksiyonel gıdaların peptit profilini değiştirebilir. Biyoaktif peptitlerin GI enzimleri tarafından inaktivasyonu,

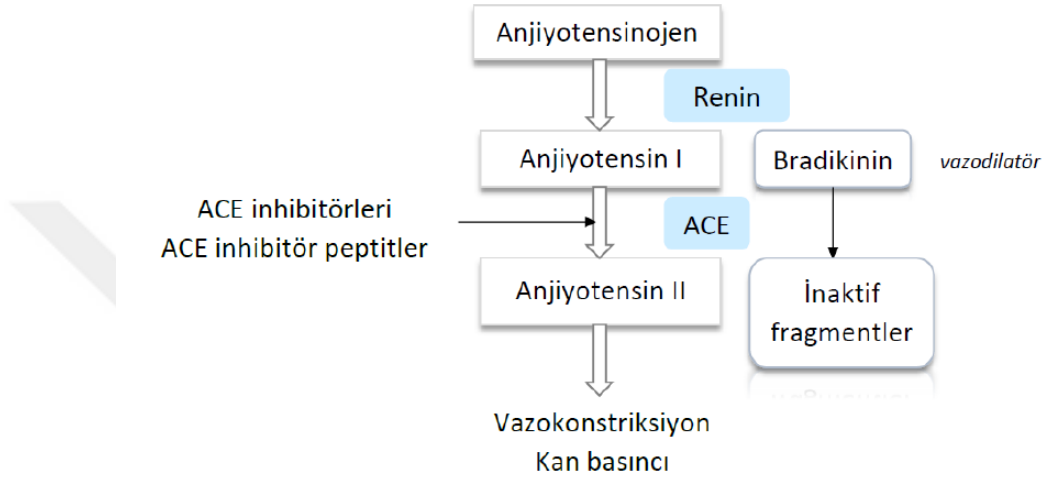
fonksiyonel bir gıdanın sağlığa yararlı etkisinin azalmasına yol açabilir (Sanjukta vd., 2015). Literatürde biyoaktif peptitlerle ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen, sağlığa faydaları açısından bu kısa aminoasit parçaları ilk olarak süt ve süt ürünlerinde keşfedilmiştir (de Castro ve Sato, 2015; Toldrá vd., 2018). Ayrıca, süt proteinlerinden, özellikle kazeinden türetilen biyoaktif süt ürünlerinin üretimi için süt proteinlerinden türetilen biyoaktif ürünlerin üretimi ile ilgili buluş çalışmaları da yapılmıştır (I.雷西奥桑彻茨 vd., 2015).

Hipertansif, kolesterol düşürücü ve diğer faydalı etkiler gibi belirli hastalık durumlarına karşı iyileştirici potansiyele sahip süt proteinlerinde çoklu biyoaktif peptitler rapor edilmiştir. Biyoaktif peptitler, protein molekülü içinde inaktif haldedirler. Aktif hale gelmeleri ve terapötik potansiyellerini sergileyebilmeleri için sütün enzimatik hidrolize (protein), fermentasyona (proteolitik başlatıcı aracılığıyla) veya enzimatik proteolize maruz kalması gerekmektedir (Murtaza vd., 2017).

Tez çalışması kapsamında *in vitro* olarak antihipertansif aktivite, antioksidan aktivite ve antimikrobiyal aktiviteye, *in silico* olarak ta antihipertansif ve antidiyabetik aktivitelere odaklanılmıştır. Bu bağlamda tezde ele alınan biyoaktivite özellikleriyle ilgili bazı detaylar ve çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Hipertansiyon dünya çapında önde gelen ölüm nedeni olup tüm felç ve koroner kalp hastalığı vakalarının yarısından fazlasını oluşturmaktadır (Adeyeye vd., 2022). Nüfus artışı ve yaşlanma ile birlikte hipertansiyon prevalansı artmaya devam etmekte (Al-Makki vd., 2022) ve Dünya Sağlık Örgütü dünya çapında şu anda 1,28 milyar yetişkinin hipertansiyon hastası olduğunu ve bunların % 42' sinin tedavi edilmediğini tahmin etmektedir (Guo vd., 2023). Renin-anjiyotensin sistemi (RAS), kinin-nitrik oksit sistemi (KVOS), renin-enzim sistemi (RCS) ve nötr endopeptidaz sistemi (NEPS) kan basıncının düzenlenmesinde yer alır. RAS, kan basıncı kontrolünde yer alan birincil düzenleyicidir (Shahidi ve Li, 2014). ACE, anjiyotensin I' i hidrolize ederek güçlü bir kan damarlarını daraltıcı (vazokonstriktör) olan anjiyotensin II' yi ve diğer yandan kan damarlarını genişleticileri (vazodilatörleri) etkisiz hale getirmek için bradikinin salgılayabilir (Khurana ve Goswami, 2022) (Şekil 2.4). Bu nedenle, antihipertansif etki oluşturma ana yolu ACE aktivitesinin inhibisyonuyla mümkün olabilir (Bechaux vd., 2019). ACE inhibitör özellikli peptitler ACE' yi inhibe edip bu sistemi bloke ederek kan basıncını düzenlemektedir (Akpınar ve Uysal, 2013). ACE

piyasada bulunan Enalapril ve Captopril gibi etken maddeleri içeren farmosötik uygulamalar ve ilaçlar ile çok etkin bir şekilde inhibe edilebilmektedir. Fakat bu ilaçlar kaşınma, tat ve duyu bozuklukları, öksürük ve hidrolitik denge bozukluklarına neden olmaktadır. Bu olumsuz etkilerden dolayı ACE' nin çeşitli alternatif yollar kullanılarak inhibe edilmesinin gerektiği düşünülmektedir. Bu yollardan birisi; peynir gibi proteince zengin gıda kaynaklarında ACE' yi inhibe edebilecek antihipertansif peptitlerin oluşumu ve profillerinin ortaya koyulmasıdır.



Şekil 2.4. Renin Anjiyotensin Sisteminin (RAS) çalışma sistemi (Erdmann vd., 2008).

Serbest radikaller sürekli olarak vücut dokularında oksidatif metabolizmanın yan ürünleri olarak üretilmektedir. Serbest radikallerin birikmeleri ve oksidatif etkilerini nötralize eden antioksidan endojen savunmaların yokluğu kaynaklı oksidatif stres durumu oluşabilmektedir. Bu durum birçok çalışmada diyabet, kanser, nörodejeneratif ve kardiyovasküler bozukluklar ve yaşlanma gibi çeşitli kronik hastalıkların ortaya çıkması ve ilerlemesi ile ilişkilendirilmektedir (Fiaschi ve Chiarugi, 2012). Çünkü serbest radikaller proteinlere zarar verebilmekte, DNA'yı mutasyona uğratabilmekte, membran fosfolipidlerini oksitleyebilmekte ve düşük yoğunluklu lipoproteinleri (LDL) değiştirebilmektedir (Pihlanto, 2006). Oksidasyon aynı zamanda gıdaların tat, aroma ve renk özelliklerini olumsuz yönde etkileyerek kalite özelliklerini de doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple, sürdürülebilir gıda kalitesi açısından oksidasyon reaksiyonlarını engelleyen maddeler oldukça önem arz etmektedir. Antioksidanlar, peroksitlerin ve diğer reaktif oksijen türlerinin inaktivasyonu, serbest radikallerin temizlenmesi, metal katalizörlerin şelasyonu (sekestrasyon) ve ikincil lipid oksidasyon ürünlerinin söndürülmesi gibi çeşitli mekanizmalarla oksidatif yolları engellemektedir (Akoh, 2017). Düşük moleküler ağırlığına sahip olan doğal antioksidanlar güvenli,

emilimi kolay ve kandan hızlı bir şekilde temizlenmesi açısından bilim dünyasının odağındadır (Yang vd., 2018). Dolayısıyla alternatif doğal antioksidan bulma araştırmaları yoğunlaşmakta ve birçok bilim adamı antioksidan peptitlere erişmek adına protein hidrolizatlarını araştırmaktadır (Pol vd., 2023). Bahsi geçen bilgiler doğrultusunda çalışma kapsamında üretilen peynirlerden salınan peptitlerin antioksidan özellik açısından da değerlendirilmeleri literatür ve gıda sektörü için anlam teşkil etmektedir.

Gıda kaynaklı enfeksiyonların görülme sıklığındaki artış, ekonominin yanı sıra nüfusun sağlığı için de bir risk oluşturmaktadır. Mikroorganizmalar tarafından kontamine olmuş gıdalar, 200' den fazla farklı hastalıkla ilişkili olan patojenik bakteriler, mantarlar, parazitler, virüsler ve toksinler içerebilmektedir (León Madrazo ve Segura Campos, 2020). Bitki ve hayvan kaynaklı antimikrobiyaller, laktik asit bakterileri ve bunların bakteriyosinler gibi antimikrobiyal metabolitleri, lipid oksidasyonunu, renk kaybını, gıda raf ömrünün uzamasını ve gıda güvenliğinin güvence altına alınmasını önleme yeteneği göstermiştir (Pisoschi vd., 2018). Genel olarak, bir antimikrobiyal peptit (AMP) belirli bir zar veya zar benzeri ortamda katlandığında, peptitin bir kısmı arginin ve lizin kalıntılarından oluşan pozitif yüklü iken, diğer tarafı bir oranda hidrofobik kalıntılar içerir (Rai vd., 2016). AMP' ler, düşük toksisiteleri ve termal kararlılıkları ile karakterize edilir. Bu nitelikler gıda uygulamalarıyla ilgilidir. Kompozisyona, boyuta ve konformasyona bağlı olarak farklı gruplara ayrılan 10-50 amino asit kalıntısından oluşurlar (Ben said vd., 2019). AMP'ler gibi doğal koruyucular, mikrobiyal direnç sorununa yaklaşmak ve antimikrobiyal ajan olarak kullanılan bazı sentetik bileşiklerin sağlık üzerindeki olumsuz yan etkilerini azaltmak için geçerli bir alternatiftir. Ayrıca, gıda güvenliği gereksinimlerini karşılarken ve gıda maddelerinin beslenme ve duyuşal özelliklerini olumsuz etkilememektedir (Pisoschi vd., 2018). En çok kullanılan ve iyi karakterize edilen AMP' ler arasında, *Lactococcus lactis subsp.lactis* tarafından üretilen nisin, gıda koruyucu olarak yaygın olarak kullanılan lantibiyotik sınıfının bakteriyosinleridir. Nisin, GRAS olarak sınıflandırılır ve birçok ülkede düzenlenmiş bir gıda katkı maddesidir (Corrêa vd., 2023). Sütten elde edilen AMP' ler laktoferrin, laktoferrisin, laktoferrampin, α 1-kazein, α 2-kazeinler, κ -kazesidin, kazeinomakropeptiddir. Bu peptitlerin *Escherichia*, *Helicobacter*, *Listeria*, *Salmonella*, *Staphylococcus* türleri, maya ve lifli mantarlar çok çeşitli patojenik mikroorganizmalara karşı etkili olduğu

bildirilmiştir (Jabbari vd., 2012). Ayrıca, Freitas vd. (2019) soya fasulyesinden elde ettiği bazı peptitlerin gram negatif ve gram pozitif bazı bakterileri inhibe ettiğini ortaya koymuştur. Bu bakterilerin içerisinde bu çalışmada incelenen *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri bulunmaktadır.

Süt proteinleri, biyoaktif peptitlerin en önemli kaynağı olarak görülmekte olup süt protein hidrolizatları, fermente süt ürünleri ve peynirde giderek artan sayıda biyoaktif peptit tanımlanmıştır (Otte vd., 2011). Biyolojik açıdan aktif peptit parçaları, gastrointestinal sistemdeki sindirim enzimleri ve süt fermantasyonu sırasında proteolitik laktik asit bakterileri (LAB) ile süt proteinlerinin (peynir altı suyu proteinleri ve kazein) bozunması sırasında oluşur. LAB, bir türde ve suşla spesifik biçimde sütte biyoaktif peptitlerin salınmasını ve alınmasını etkileyen proteinaz, peptidaz ve peptit taşıma sistemlerinin değişken kalıplarına sahiptir (Liu vd., 2010). Diğer laktobasillerle kıyaslandığında termofilik *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* suşlarının sütteki güçlü ve spesifik proteolitik aktiviteleri nedeniyle daha yüksek miktarlarda aktif peptitlerin salınmasına neden oldukları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Sadat-Mekmene vd., 2011). Süt proteini ortamında *Lactobacillus* suşlarının starter kültür olarak kullanım yöntemleri, yararlı suşlar ve anjiyotensin-I-dönüştürücü enzim inhibitörlerine yönelik fonksiyonel gıdaları içeren buluş çalışmaları yapılmıştır (Ross vd., 2007).

Sahingil vd. (2022) farklı laktobasil türleriyle ürettikleri peynirlerden *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* ile üretilen peynirlerinin en yüksek antihipertansif etkiyi (% 79.56) gösterdiğini bildirmiştir.

Başka bir çalışmada antihipertansif (ACE-I) aktivitesi ve antihipertansif (ACE-I) peptit sayısı en yüksek olan *Lactobacillus helveticus*' un antihipertansif (ACE-I) peptidi üretmek için peynire sağladığı katkı diğer laktik asit bakterilerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Hao vd., 2023). Bu nedenle çalışmada, peynir üretiminde fermantasyon için proteolitik özelliğinin güçlü olması sebebiyle *Lactobacillus helveticus*' u yüksek oranda içeren bir kültür kombinasyonu hazırlanmıştır.

Süt ürünlerinden özellikle peynirin, gıda prosesleriyle süt proteinlerinden salınan çok sayıda peptit içerdiği bildirilmiştir. Olgunlaşmış peynirlerde peptit dizileri ve işlevleri olgunlaşma sırasındaki karmaşık proteolize, süt kaynağına, başlatıcı ve başlatıcı olmayan mikrofloralara ve ısıya bağlıdır (McSweeney, 2004). Peynir,

dünyadaki yüksek protein içeriğine sahip en önemli fermente süt ürünlerinden biridir. Genellikle üretim sırasında kazein parçalanması, peynir olgunlaşmasındaki proteolitik sistemlerin farklılığı ve olgunlaşma sırasında proteolizin yoğunluğu gibi etkenlerin süt proteininden türeyen peptitlerin farklılaşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Meira vd., 2012). Peynir olgunlaşması sırasında çok sayıda peptit oluştuğu ve bu peptitlerin çoğunun biyolojik aktivite gösterdikleri bilinmektedir. Peynir üretimi sırasında üretilen peptitlerin, nihai ürünün tadına, aromasına ve tekstürüne (Alonso vd., 2013; Møller vd., 2013) katkıda bulunmasının yanı sıra antihipertansif, opioid, antimikrobiyal veya antioksidatif gibi farklı aktivitelere sahip olduğu belirtilmiştir (Timón vd., 2014).

Abedin vd. (2022) Himalaya bölgesine ait Chhurpi peynirlerinden α -s1-kazein, α -s2-kazein, β -kazein, κ -kazein, α -laktoalbumin ve β -laktoglobulin dahil olmak üzere farklı süt proteinlerinden elde edilen toplam 1473 peptit belirleyip bu peptitlerden antioksidant ve antihipertansif etkili olanları karakterize etmiştir.

Bir peptidin antioksidan ve ACE-inhibitör özellikleri, hidrofobik ve aromatik (Val, Ile, Leu, Ala, Tyr, Trp, Phe, His) amino asitlerin varlığıyla ilişkilendirilmektedir (Sanjukta vd., 2021).

Soya fasulyesi, dünya genelinde soya unu, soya sütü, tofu, tempeh ve miso gibi fermente ürünler gibi çeşitli şekillerde tüketilmektedir. Soya fasulyesi ekonomik olarak dünyadaki en önemli bitkisel protein kaynağı olmasının yanı sıra, yüzlerce kimyasal ürün için ingrediye ve potansiyel bir biyoaktif peptit kaynağı olarak kabul edilmektedir (Singh vd., 2014). Soya tanelerinin kuru ağırlık olarak % 35-40' ını proteinler oluşturmaktadır (Mujoo vd., 2003). Soya proteinleri yüksek besin değeri, üstün işlevsel özellikleri ve nispeten ucuz olmaları sebebiyle insan beslenmesi açısından önem arz etmektedir. Bu proteinlerin yalnızca diyet proteinlerinin mükemmel kaynağı olmadığı aynı zamanda antihipertansif (ACEI), antikolesterolemik, antioksidatif ve antikanser aktivitelere sahip olduğu birçok çalışmada ortaya konmuştur. Soya proteinlerinin % 65-80' ini glisin ve β -konglisin oluşturmaktadır ve peptitlerin büyük çoğunluğunun bu proteinlerden oluşabileceği belirtilmektedir (Wynstra, 1986). Proteinlerin yanı sıra soya fasulyesi, lipidler, vitaminler, mineraller, serbest şeker, izoflavonlar, flavanoidler, saponinler ve terapötik değeri olan peptitler gibi temel besleyici bileşenleri içermektedir (Sanjukta ve Rai, 2016). Vücudun bağışıklık tepkisini modüle etme, epitel bariyer fonksiyonunu

iyileştirme veya bağırsak mikrobiyotasını değiştirme gibi çeşitli işlevleri yerine getirebilecek bağırsaklara özgü mikroorganizmalar kazandırma soyanın fermentasyonu ile sağlanabilmektedir (Nagino vd., 2018). Gibbs vd. (2004) proteolitik enzimlerle hidrolize olan fermente soyadan tespit ettikleri bazı biyoaktif peptitlerin ACE inhibitörü (antihipertansif), antitrombotik, yüzey aktif ve antioksidant özellikleri olduğunu bildirmişlerdir.

Chourasia vd. (2022) *Lactobacillus delbrueckii* WS4 ile fermente ettiği soya sütünden ürettikleri Chhurpi peynirlerinin sindirim uygulamasıyla salınan antioksidan aktiviteli peptit miktarının arttığını bildirmiştir. Soya proteinlerinde bulunan esansiyel aminoasitlerin hayvansal proteinlerde bulunan esansiyel aminoasitlere benzerlik göstermesinin yanı sıra biyolojik değerlerinin de hayvansal proteinlere yakın olduğu belirtilmiştir (Day, 2013). Ayrıca, soya proteinleri, kazeine kıyasla düşük methionin / glisin ve lisin / arginin oranlarını içermektedir.

Soya fasulyesinin sulu ekstraktının kolesterol, gluten ve laktoz içermediğinden, laktoza toleranslı tüketiciler, vejetaryenler ve süt alerjisi hastaları için uygun bir besin olduğuna dair çalışmalar mevcuttur (Kulkarni vd., 2006). Dolayısıyla bu çalışmada üretilen peynirler intoleransı olan ve hayvansal içerikli bileşenleri az tüketmek isteyen tüketiciler için alternatif bir süt ürünü niteliği taşımaktadır.

Liong vd. (2009) *Lactobacillus acidophilus*' un soya sütündeki mevcut indirgeyici şekerleri kullanabildiğini ve aynı zamanda büyüme için oligosakaritleri daha basit şekere hidrolize edebildiğini rapor etmişlerdir. *L. acidophilus* LA-5' in ürettiği antimikrobiyal peptitlerin minimum inhibitör konsantrasyonu ve minimum bakterisidal konsantrasyonun sonuçları önemli gıda kaynaklı patojenlere karşı antimikrobiyal etkilere sahip olduğunu bildirilmiş ve *Listeria monocytogenes*' e karşı inhibisyon aktivitesini 14.03 ± 0.68 mm olarak ölçülmüştür (Amiri vd., 2022). Bu sebepten çalışmada *Lactobacillus acidophilus*' u yüksek oranda içeren bir kültür kombinasyonu ile üretilen peynir üretimi de tasarlanmıştır

Quan vd. (2008) geleneksel olarak fermente edilmiş deve sütünden izole edilmiş tek bir *L. helveticus* 130B4 süt suşu ile 72 saat fermente edilmiş yağsız süttten bir ACE inhibitörü peptit izole etmiş ve peptitin aminoasit dizisi Ala-Ile-Pro-Pro-Lys-Lys-Asn-Gln-Asp olarak tanımlamışlardır. 107–115 (AIPPKKNQD) olarak tanımlanmış κ -kazein peptit fragmentinin vitro şartlarda ACE inhibitörü aktivitesini ($IC_{50}=19.9 \mu M$) ölçmüşlerdir. Üstelik, bu peptit 100 °C 20 dk süreyle ısı uygulamasına ve sindirim

proteazlarıyla (pepsin, tripsin ve kimotripsin) muameleye karşı belirgin bir stabilite gösterdiğini bildirmişlerdir (Quan vd., 2008).

Pihlanto vd. (2010) in vitro koşullarda 25 laktik asit bakterisi (LAB) suşlarının tek tek ve kombinasyonlarıyla fermente edilen yağsız sütün ACE inhibitörü aktivitesini ölçmüşlerdir. Tüm bakterilerin bakteriyal gelişim ve proteolitik kapasitelerine bağlı olarak ACE inhibitörü aktivitesi gösterdiğini tespit etmişler ve *Lactobacillus jensenii* ile fermente edilen süttten β -kazein fragmenti olan iki tane ACE inhibitörü peptit izole etmişlerdir. Aminoasit dizisi 11–26 (LVYFPFGPIHNSLPQN) ve 11–20 (LVYFPFGPIH) olan bu peptitlerin IC₅₀ değerleri sırasıyla 71 μ M ve 89 μ M olarak ölçülmüştür.

Sütte ACE inhibitör aktivitesine sahip peptit kaynağı olarak Kolombiya Kımızı mayaları ile ilgili çalışma da farklı suşlarla fermente edilen sütlerin % ACE inhibitör aktivitelerinin 8.69-88.19 arasında değiştiği ve en iyi ACEI peptit üretimini yapan suşların *Candida lusitanae* KL4A, *Galactomyces geotrichum* KL20B, *Pichia kudriavzevii* KL52 olduğu saptanmıştır (Chaves-López vd., 2012).

Fontenele vd. (2017) geleneksel bir Brezilya peyniri olan Coalho peynirinden elde ettikleri β -kazein (58–72), β -kazein (193–202), α 1-kazein (85–91), α 1-kazein (1–9) ve α 2-kazein (189–197) peptitlerinin antihipertansif aktiviteye sahip olduklarını saptamışlardır.

Shori (2013) inek ve deve sütü ile yapılan soya yoğurdunda hem inek hem de deve sütü yoğurtlarında, soyanın sulu ekstraktları varlığında, ilgili kontrollere kıyasla antioksidan aktivitelerinin arttığını saptamıştır. Soya fasulyesinin sulu ekstraktlarının hem inek hem de deve sütü yoğurtlarına eklenmesi işleminin soğuk olgunlaşmada laktik asit bakterisi canlılığını ve antioksidan etkinliğini artırdığı bildirilmiştir.

Şanlıdere Aloğlu ve Öner (2011) yaptıkları çalışmada geleneksel ve endüstriyel yoğurtların suda çözünür ekstraktlarından izole edilen biyoaktif peptit fraksiyonlarının antioksidan aktivitelerini değerlendirmişlerdir. ABTS [2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)] yöntemi ile yoğurtların suda çözünür ekstraktlarında antiradikal aktivite bakılmış ve olgunlaşma sırasında geleneksel yoğurt, ticari yoğurtlardan daha yüksek antiradikal aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, yoğurtlardan saflaştırılmış peptit fraksiyonları, yoğurtlardan daha yüksek ACE inhibitörü etkinlik gösterdiği belirtilmiştir.

"Stracchino" adlı yumuşak İtalyan peynirinin gastrointestinal sindiriminden salınan EAMAPK (f: 115-120) ve AVYPYQ (f: 192-197) olmak üzere β -kazein fraksiyonu olan iki adet hekzapeptit tanımlayan Pepe vd. (2016) bu peptitlerin geniş bir konsantrasyon aralığında (5-150 g/mL) antioksidan aktiviteler gösterdiğini bildirmişlerdir (Pepe vd., 2016).

Erkaya ve Şengul (2015) olgunlaşma döneminde beyaz peynirin suda çözünür ekstraktlarının biyolojik aktivitesi ve bazı karakteristiklerini inceledikleri çalışmada beyaz peynirlerin suda çözünür ekstraktlarının DPPH süpürücü aktivitesi olduğunu (IC₅₀ değerleri 2.41-5.39 mg/mL ve inhibisyon değerleri % 5.10-10.38) ve 60 gün olgunlaşmaya kadar antioksidan aktivitenin yükseldiğini rapor etmişlerdir.

Laktoferrisin sığır laktoferrininden pepsin ile açığa çıkarılmış bir peptittir (f 17-41) ve gram negatif bakterilere ve *Candida albicans*' a karşı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Sığır ve insan sütündeki laktoferrininin pepsin ile sindirimi sırasında açığa çıkan peptitlerin bakterisidal aktivitesi sindirime uğramamış laktoferrinden 100-1000 kat daha yüksektir (Semen ve Arif, 2016).

Tibet insanları tarafından tüketilen yak peynirinden izole edilen *Lactobacillus plantarum*' un ürettiği yeni bir bakteriyosin olan plantaricin SLG1 (aminoasit sekansı Tyr-Gly-Asn-Gly-Val-Phe-Ser-Val-Ile-Lys)' in saflaştırılması ve karakterizasyonu çalışmasında fungusların yanı sıra birçok gıda kaynaklı bozulma ve patojen bakterilere karşı geniş bir antimikrobiyal etkinlik sergilediği bildirilmiştir (Pei vd., 2018).

Lactobacillus helveticus ve *Streptococcus thermophilus* içeren fermente deve sütlerinin antimikrobiyal etkisinin *Lactobacillus acidophilus* ve *Streptococcus thermophilus* içeren fermente deve sütlerinkinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Alhaj vd., 2018).

Bu bilgiler ışığında gıdaların 2-20 aminoasit içeren, protein fragmentleri olarak tanımlanan biyoaktif peptitleri bulundurması gıdaya fonksiyonellik kazandıracak, beslenmenin yanısıra son yıllarda artış gösteren kronik rahatsızlıklarla mücadeleye, hastalıkların tedavisine ilaç, kimyasal kullanımını azaltarak doğal çözümler sunma konusunda tüketiciye yardımcı olacaktır.

2.6. Biyoaktif Peptitlerin Tanımlanması: Biyoinformatik Yaklaşımlar

Biyoaktif peptitlerin üretiminde kullanılan hidroliz, ayırma, saflaştırma gibi klasik prosesler oldukça zaman alan, emek gerektiren ve yüksek maliyetli işlemlerdir.

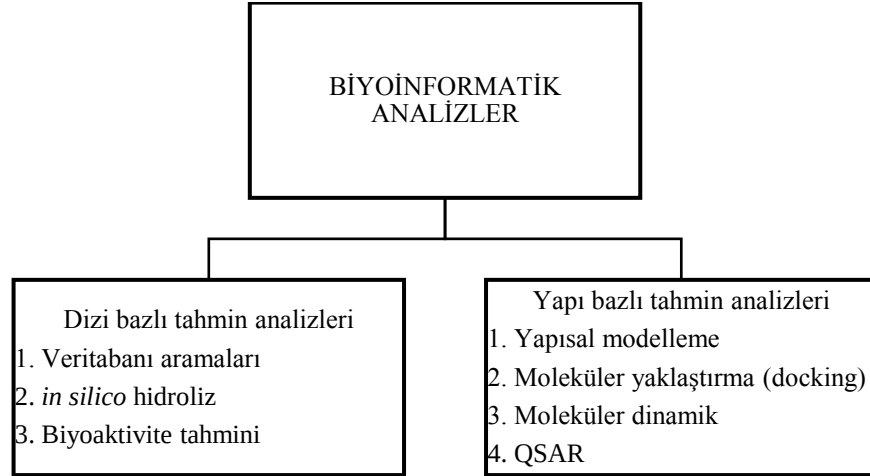
Bu prosesler biyoaktif peptitlerin endüstriyel üretimini sınırlandırmaktadır (Minkiewicz vd., 2008). Üretimlerindeki zorluklar ve birçok gıda ve sağlık uygulamalarında ihtiyaç duyulması nedenleriyle gıda kaynaklı biyoaktif peptitlerin keşfi ve geliştirilmesi için kullanılan stratejiler gün geçtikçe ilerlemektedir. Gıda protein dizilerini değerlendirmek için protein veri tabanlarının ve bilgisayar tabanlı araçların kullanılması, biyoaktif peptitleri keşfetmek ve tanımlamak için etkili ve uygulanabilir bir yöntem haline gelmektedir (Agyei vd., 2018). Biyoinformatik teknolojileri uygulamaları, gıda proteinlerinden bilinen ve yeni peptit dizileri oluşturmak için ortaya çıkmış stratejik yaklaşımlardır ve biyolojik kütle verilerini bilgisayar bilimi, biyoloji, matematik ve istatistiksel analiz yöntemlerini kullanarak birleştirmektedir (Tu vd., 2018). Biyoinformatik ve peptidomik, laboratuvarın piyasaya biyoaktif peptitlerin gelişimini hızlandırma potansiyeline sahip hesaplamalı ve analitik teknik olarak tanımlanmaktadır. Biyoinformatik araçlar, protein dizileri oluşturulduktan sonra protein dizilerinde oluşan biyoaktif peptitleri tahmin etmektedir. Genellikle *in silico* olarak adlandırılan biyoinformatik metodolojisi, bilinen protein dizilerinden biyoaktif peptitleri tahmin etmek için bir hesaplama yöntemidir. Bu araçlar proteazlarla enzimatik hidrolizi simüle ederek, bozulmamış protein dizilerinden varsayımsal olarak üretilen biyoaktif peptitleri de tahmin edebilmektedir. İlaveyen, yüksek biyolojik aktivite sergileme olasılığı en yüksek olan peptit adaylarına araştırmacıların odaklanmasına olanak tanıyarak bir gıda proteininden salınabilecek peptitlerin çeşitlerini ve potansiyellerini önceden tahmin etmeye yaramaktadır (Agyei vd., 2018; Singh vd., 2022). Böylelikle laboratuvar ölçekli analizlerde tüketilen zaman, malzeme ve paradan tasarruf edilebilmekte ve *in silico* analizlerden elde edilen peptitlere odaklanarak laboratuvar çalışmaları yürütölüp koordine edilebilmektedir.

Sağlık ve beslenme arasındaki ilişkiye verilen önemin artmasıyla birlikte gıda bilimlerinde biyoaktif peptit araştırmaları, ilgi çeken ve üzerine oldukça fazla çalışılan alanlar haline gelmiştir. Bu çalışmaların çoğunda biyoinformatik analizlerden istifade edildiği bildirilmektedir (Ötleş, 2022). Biyoinformatiğin gıda biyoaktif peptit çalışmalarındaki kullanım alanları Şekil 2.5’ te sunulmuştur.



Şekil 2.5. Gıda biyoaktif peptit araştırmalarında biyoinformatiğin kullanım alanları (Kartal vd., 2023)

Biyoinformatik analizlerde ilk adım amino asit dizisinin bulunmasıdır. Bunun için incelenen gıda örneğindeki protein veya peptitlere ait anahtar kelimelerle veri tabanlarında arama yapılarak, genellikle analizlerde kullanılan FASTA formatındaki diziye erişilebilmektedir. Biyoinformatik ve biyokimyada FASTA formatı, nükleotidlerin veya amino asitlerin tek harfli kodlar kullanılarak temsil edildiği, nükleotid dizilerini veya amino asit dizilerini temsil etmek için metin tabanlı bir formattır. Biyoaktif peptit çalışmalarında en çok kullanılan analizler Şekil 2.6’ da gösterilmiştir. Dizi bazlı üç tahmin analizi de bu tez çalışmasında yapılmıştır.



Şekil 2.6. Dizi ve yapı bazlı tahmin analizleri (Kartal vd., 2023)

Literatürde peptit dizilerinin belirlenmesi ile ilgili birçok çalışma LC-MS ya da MALDI-TOF cihazlarıyla yapılmaktadır. Daha karmaşık karışımlarda çalışmaya olanak sağlayan dizi tanımlama metodunun kütle spektrometresi ile yapılan proteomik teknolojisi olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmada LC-MS/MS ve ESI sistemleri

kullanıldığından sistem detayları, peptit hidrolizatlarından pik eldesi ve tanımlama aşamalarıyla ilgili aşağıda bazı bilgiler sunulmuştur.

LC-MS ile peptit tanımlama prosedürlerinde genellikle ters faz HPLC sistemi kullanılmaktadır. Sabit faz olarak hidrofobik taneciklerle dolu bir kolon kullanılmakta ve polaritesi giderek azalan bir gradientle akış uygulanmaktadır. Peptitler, kolon dolgu maddesine hidrofobik segmentlerine göre tutunmakta ve kolonda alıkonma sürelerine göre ayrılmaktadırlar. Benzer molekül ağırlığına sahip peptitler hidrofobikliklerine göre farklı zamanlarda kütle spektrometresine gitmekte ve böylece üst üste binmelerin önüne geçilmektedir. Bu durum sonuç olarak pik çözünürlüğünü ve dolayısıyla pik kapasitesini artırmaktadır. Kütle spektrometresi, iyonize moleküllerin kütle-yük oranını (m/z) ölçmektedir. İyon kaynağı, kütle analizörü ve iyon dedektörü kütle spektrometresinin temel bileşenleridir. İyon kaynağındaki peptitler iyonlaştırılmakta ve ardından iyonlar manyetik veya elektrik alandan kütle analizörüne aktarılmaktadır. Elektron etkisi, kimyasal iyonizasyon, hızlı atom bombardımanı, alan desorpsiyonu, elektrosprey iyonizasyonu (ESI) ve lazer desorpsiyonu gibi iyonlaştırma teknikleri bulunmaktadır. Bu teknikler genellikle peptitlere protonların eklenmesi ile çalışmaktadır. Bu iyon kaynakları analiz edilecek analite göre belirlenmekte ve peptit çalışmalarında genellikle ESI ve matriks-destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon (matrix-assisted laser desorption/ionization-MALDI) yaygın olarak kullanılmaktadır (Karpievitch vd., 2010). ESI yönteminde örnek, atmosferik basınçta sıvı formda hazırlanır ve yüksek gerilime maruz kalan örnek yüksek yüklü moleküller bırakır. ESI, peptitleri sıvı solüsyonda doğal olarak barındırdığı için LC-MS için en etkili arayüzdür. ESI, kimyasal bağları koparmadan ve peptitleri daha fazla parçalamadan iyonlaşmaya ulaştığı için yumuşak bir iyonizasyon yöntemidir.

Bir enstrümantal cihazın hassasiyeti, çözünürlüğü ve kütle doğruluğu özellikleri için kütle analizörü kilit öneme sahiptir. Düşük miktarda peptitleri tespit etme, çözünürlük çok benzer m/z değerlerine sahip iyonları ayırt etme kabiliyeti ve doğruluk gerçeğe çok yakın kütle ölçümleri elde etme kabiliyeti aletin hassasiyeti olarak tanımlanabilmektedir. Temel kütle analizörleri, dört kutuplu, iyon tuzağı, uçuş zamanı, Fourier dönüşümü iyon siklotron rezonansı ve yörünge tuzağı kütle analizörleridir. Farklı kütle analizörlerinin birlikte kullanılabildiği ardışık MS' de (MS/MS) numune ard arda iki MS turuna maruz bırakılmaktadır. MS/MS cihazlarında ilk MS (MS1) taramasında bulunan yoğun (yüksek bolluklu) piklere karşılık gelen

iyonlar (öncü veya ana iyonlar) belirlenerek MS2 de bu iyonlar parçalanmakta ve tekrar tarama yapılmaktadır. Bu süreç, bir ana taramanın tüm aday pikleri bitene kadar tekrarlanmaktadır (Karpievitch vd., 2010). Böylece, peptidin kimyasal yapısı hakkında ayrıntılı bilgi sağlayan ve tanımlamada temel oluşturan bir fragmentasyon deseni elde edilmektedir. MS çalışmalarında MS1 taramasında dikkate alınmayan iyonlar ikinci MS de tekrar parçalanmayıp taranmayacağından bazı peptitler yetersiz örnekleme ile gözden kaçırılabilir. MS/MS zaman alıcı olmakla birlikte proteomikler için yaygın olarak kullanılan peptit ve protein tanımlamada temel bir yöntemdir.

MS analizinde elde edilen fragmentasyon desenleri çeşitli programlar vasıtasıyla işlenerek peptit dizileri belirlenmektedir. Peptit dizisi belirleme, kıyaslama ve olası biyoaktiviteleri belirlemek için geliştirilen birçok veritabanı bulunmaktadır. Biyoaktif peptitler için kullanılan bazı *in silico* veritabanları ve biyoinformatik araçlarının derlendiği çalışmalar mevcuttur (Agdei vd., 2018). *In silico* yaklaşımı, BIOPEP gibi veritabanlarında biriken bilgilerin kullanımını içermektedir. BIOPEP, protein dizilimlerini içeren ve potansiyel biyoaktivite tahmini için en yaygın kullanılan ve en popüler veri tabanıdır (<https://biochemia.uwm.edu.pl/>). Biyolojik olarak aktif peptit sekansları hakkında bilgi sağlamaktadır. Doğal protein zincirlerinde proteolitik bölünmeye yatkın alanın öngörülmesini, potansiyel olarak biyoaktif protein parçası profillerini ve proteinde biyoaktif parça oluşum sıklığını oluşturma kabiliyetini mümkün kılmaktadır (Iwaniak ve Dziuba, 2011). BIOPEP veri tabanı tarafından bildirilen sonuçlara göre son yıllara kadar üzerinde en çok çalışılan biyolojik fonksiyonlar ACE inhibitör aktivite, antioksidan aktivite, antimikrobiyal aktivite, opioid aktivite, immünomodülasyon ve antitrombotik aktivitelerdir. Üstelik, bilim insanlarının en çok araştırmaya eğilim gösterdikleri fonksiyonlar da ACE inhibitör ve DPP-IV inhibitör aktiviteleridir. Bu tez çalışmasında bahsi geçen bazı aktiviteler dikkate alınarak *in vitro* biyoaktivite çalışmalar ve *in silico* veritabanı taramaları yürütülmüştür.

3. MATERYAL VE METOTLAR

3.1. Peynir Materyalleri, Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar

Peynir materyalleri

Peynirlerin üretiminde Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından ıslah edilmiş Samsoy (*Glisin max. L. merr*) adını taşıyan yerli soya fasulyesi kullanılmıştır. Samsoy adını taşıyan yerli soya % 36.2 protein ve % 19.7 yağ içeriğine sahiptir. İlaveten, üretimde kullanılan inek sütü, tuz ve CaCl_2 Trabzon-Sürmene Kahvaltı Dünyası Süt İşleme Tesislerinden sağlandı. Ayrıca pıhtılaşmayı desteklemek için $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck) kullanılmıştır. Starter kültür olarak *Lactococcus lactis* ATCC19435, *Lactococcus cremoris* ATCC19257, *Lactobacillus casei* ATCC393, *Lactobacillus acidophilus* ATCC4356 ve *Lactobacillus helveticus* ATCC15009 (Microbiooogics, Kwikstik) temin edilmiştir. Pıhtılaştırıcı enzim olarak kuvveti 1/16.000 MCU/mL olan Mysecoren Hayvansal Peynir mayası kullanılarak peynir üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan cihazlar

Tez çalışması kapsamında kullanılan cihazlara ait marka/model detayları Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 3.1. Kullanılan cihazlar ve marka/model bilgileri

Cihaz	Marka/model
UV-Vis spektrofotometre	Biochrom Libra
pH-metre	Hanna pH 211
Blender	Waring 8011S
Etüv	Nüve FN500
İnkübatörler	Nüve EN-055, Nüve EN-500
Otoklav	HMC Hirayama HV-50 L
Biyogüvenlik kabini	Biosafety Cabinet Class-II
Stomacher cihazı	Interscience
Kül fırını	Nüve MF-100
Vorteks karıştırıcı	Wisemix VM-10
Santrifüj	Hermle Z 326K
Hassas terazi	Schimadzu AUX320
El refraktometresi	ATC 0-32 Brix ölçer
Ultra Turrax-Homojenizatör	IKA T-18
Çalkalamalı su banyosu	Nüve ST-30
Manyetik karıştırıcı	IKA C-Mag HS 7
Gerber Santrifüjü	Funke Gerber Nova Safety
Kjeldahl azot protein cihazı	Şimşek Labortechnik Model: AP-1160
Tekstür analiz cihazı	TA.XT-plus (Stable Micro Systems Ltd., UK)
HPLC-PDA cihazı	Shimadzu Corporation LC 20 AD Prominence
GC-MS cihazı	Shimadzu Corporation GCMSQP2010

Kullanılan kimyasal maddeler

Bu tez çalışmasında kullanılan kimyasal maddeler ve ilgili kimyasalların satın alındığı firma bilgileri Tablo 3.2' de verilmiştir. Ayrıca analiz metotlarında kullanılan çözeltilerden bahsedilmiştir.

Tablo 3.2. Kimyasal maddeler ve satın alındıkları firma bilgileri

Kimyasal madde	Marka
CaSO ₄ .2H ₂ O	Merck
NaOH	Tekkim, Merck
Na ₂ CO ₃	Merck
CuSO ₄ .5H ₂ O	Sigma
Na-K tartarat	Sigma
Sığır serum albumini	Sigma
Folin-Ciocalteu reaktifi	Sigma
HCl	Merck
H ₂ SO ₄	Merck
MRS Agar	Merck
MRS Broth	Merck
M17Agar	Merck
Plate Count Agar	Merck
Malt Extract Agar	Merck
Violet Bile Agar	Merck
Nutrient Broth	Merck
Nutrient Agar	Merck
Mueller Hilton Broth	Fisher Scientific, BD, BBL™
Mueller Hilton Agar	Fisher Scientific, BD, BBL™
TFA	Sigma
Asetonitril	Sigma
O-ftaldehit (OPA)	Sigma
β-mercaptoetanol	Sigma
Metanol	Isolab
Sodyum dodesil sülfat (SDS)	Merck
Tripton	Merck
Pepsin	Sigma
Pankreatin	Sigma
Safra tuzu	Sigma
Diyaliz tüpü	Spectra-Por
NaHCO ₃	Merck
NaCl	Merck, Tekkim
DPPH	Sigma
ACE	Sigma
Hippuryl-histidyl-leucine (HHL)	Sigma
Etil asetat	Sigma
Captopril	Sigma

3.2. Peynir Üretimi İçin Gereken Hazırlık Aşamaları

3.2.1. İnek sütünün peynir üretimine hazırlanması

Üretimde kullanılan inek sütleri (pH: 6.58-6.85; % kuru madde: 13.50-13.70; briks° 10.00-11.00) Sahingil vd. (2014)' in pastörizasyon prosesinde bazı değişiklikler yapılarak 68 °C' de 10-15 dk ısıtma işlemi uygulanması ve takiben 33 °C' ye soğutarak starter kültürler ile fermentasyona bırakılmıştır.

3.2.2. Soya ieeğinin hazırlanması

Soya ieeğinin inek sütünün kuru maddesine denk gelecek şekilde Li vd. (2013)' ün uyguladığı yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Soya fasulyeleri gece boyunca % 0.1 (w/v) sodyum bikarbonat solüsyonu (katı: sıvı = 1: 3, w/v) içinde bekletilmiştir. Daha sonra soya fasulyeleri temiz su ile yıkanmış ve kabukları uzaklaştırılmıştır. Kabuklarından ayrılan soya fasulyeleri 95 °C' de su-soya karışımı (soya:su = 1:4.5, w/v) Waring 8011S ile 18000 rpm'de 2 dk blenderdan geçirilmiştir. Elde edilen bulamaç 85-90 °C' de 10 dakika ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Ardından soya kalıntısı kalmayacak şekilde tülbent ile filtre edilmiştir. Asıl peynir üretimi için soya ieeğı tesiste üretilmiştir. 4 kg soyadan briks değeri % 15, yağ değeri % 2.70 olan 12 L soya ieeğı elde edilmiştir. Üretim için iki kez hazırlanmıştır.

İnek sütü ve soya ieeğı işletme imkanlarından dolayı briks değeri üzerinden kütle dengeliği yapılarak % 0, 13, 26 ve 39 soya ieeğı olacak şekilde peynir üretimleri için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.1. Soya ieeğinin üretim aşamaları

3.2.3. Peynir starter kültürlerinin aktifleştirilmesi ve üretime hazırlanması

Lactococcus lactis ATCC19435, *Lactococcus cremoris* ATCC19257, *Lactobacillus casei* ATCC393, *Lactobacillus acidophilus* ATCC4356 ve *Lactobacillus helveticus* ATCC15009 (Microbiooogics, Kwikstik) adlı 5 farklı laktik asit bakterisi saf ve liyofilize formda temin edilemediğinden ATCC olarak temin edilmiştir. 5 mL Man Rogosa Sharpe broth sıvı besiyerine stick kültürler alınarak 2-3 günde bir taze steril 5 mL brotha 250-350 µL olacak şekilde steril olarak inoküle edilerek aktif hale getirilmiştir (Rubak vd., 2020).

***Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonunun üretimi**

Peynir üretimleri işletme şartları sebebiyle iki partide üretilip depolanmıştır. İlk parti üretim *Lactobacillus helveticus* kombinasyonu ile üretilmiştir.

Üretimden bir hafta öncesinde 30 mL yağsız steril süte 3 mL kültür ilave edilip 33 °C ve 37 °C’ lerde kültürlerin ayrı ayrı inkübasyonları başlatılmıştır. Toplamda 750 mL kültür elde edene kadar steril yağsız süt ilavesine devam edilmiştir. Kültüre göre değişmekle birlikte bu işlem yaklaşık 3-6 saat arası sürmüştür. *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus lactis* 1.5:0.5:0.5:0.5 oranlarında karıştırılarak 1500 mL toplam kültür hazırlanmıştır. 40.5 L inek sütünde 1215 mL kültür karışımı ve 9.5 L soya ieeğinde 285 mL kültür karışımı olacak şekilde inokülasyonlar yapılmıştır ve pH 6 civarlarında inek sütleri ile soya içecekleri karıştırılarak enzimatik pıhtılaşma aşamasına geçilmiştir.

***Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonunun üretimi**

Benzer şekilde ikinci parti üretim için de 30 mL yağsız steril süte 3 mL kültür ilave edilip 33 °C ve 37 °C’ lerde kültürlerin ayrı ayrı inkübasyonları başlatılmıştır. Toplamda 750 mL kültür elde edene kadar steril yağsız süt ilavesine devam edilmiştir. Kültüre göre değişmekle birlikte bu işlem yaklaşık 3-6 saat arası sürmüştür. *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus lactis* (1.5:0.5:0.5:0.5) oranlarında karıştırılarak 1500 mL toplam kültür hazırlanmıştır. 40.5 L inek sütünde 1215 mL kültür karışımı ve 9.5 L soya ieeğinde 285 mL kültür karışımı olacak şekilde inokülasyonlar yapılmış ve pH 6 civarlarında inek sütleri ile soya içecekleri karıştırılarak enzimatik pıhtılaşma aşamasına geçilmiştir.

3.2.4. Soya ieeğinin pıhtılaştırılması

Soya ieeğini pıhtılaştırmak için soya ieeğine % 0.7 CaSO₄.2H₂O Merck (w/v) direkt olarak toz formda katılmıştır.

3.2.5. Tuzlama

Üretilen peynirler salamura içerisinde dağıldığı için pıhtı kesim işleminin ardından tuzlama yapılmıştır. % 2-2.5 arası bir tuz değeri hedeflendiğinden asıl denemede 250 g/12 L süt olacak şekilde tuz ilave edilmiştir. Ardından pıhtı 40° C’ ye ayarlanarak 1 saat bekletildikten sonra süzme işlemine geçilmiştir.

3.2.6. Ambalajlama

İşletmede 80-100 g’ lık kısımlara ayrılan peynir eşitleri polietilen şeffaf ambalajlarda vakumlu ambalajlama makinasıyla paketlenip etiketlenmiştir.

3.3. Soya İeeğı İlaveli Peynirlerin Üretim Metotları

Soya ieeğı ilaveli peynirlerin üretilmesi

(% 0, % 13, % 26 ve % 39) olmak üzere dört farklı oranda soya ieeğı bulunduran süt inek sütü-soya ieeğı karışımları hazırlandı ve iki farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak peynirler üretilmiştir. Peynire işlenecek olan inek sütü 68 °C’ de 10-15 dakika ısıtılma tabi tutulmuştur. Isıl işlem sonrası mayalama sıcaklığı 33 °C olan soğutulan inek sütlerinin pH’ ları 6 dolaylarına geldiğinde uygun soya içecekleri ilave edilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Üretilen peynirlerin süt bileşimleri ve starter kültür oranları

Kod	Süt bileşimleri	Starter kültürler
0H	%100 inek sütü (kontrol)	<i>Lactobacillus helveticus</i> (%1.5)
13H	%87 inek sütü+%13 soya ieeğı	<i>Lactobacillus casei</i> (%0.5)
26H	%74 inek sütü+%26 soya ieeğı	<i>Lactobacillus cremoris</i> (%0.5)
39H	%61 inek sütü+%39 soya ieeğı	<i>Lactobacillus lactis</i> (%0.5)
0A	%100 inek sütü (kontrol)	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (%1.5)
13A	%87 inek sütü+%13 soya ieeğı	<i>Lactobacillus casei</i> (%0.5)
26A	%74 inek sütü+%26 soya ieeğı	<i>Lactobacillus cremoris</i> (%0.5)
39A	%61 inek sütü+%39 soya ieeğı	<i>Lactobacillus lactis</i> (%0.5)

Peynir üretimi Erkaya ve şengul (2015)’ in bildirdiğı metotun modifikasyonuyla gerçekleşmiştir (şekil 3.2).



şekil 3.2. Soya ieeği katkılı peynir üretim akış şeması

***Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonuyla % 0, 13, 26 ve 39 soya ieeği bulunduran peynirlerin üretimi**

Sürmene Kahvaltı Dünyası Süt İşleme Tesisleri'nde peynir üretimi için briksi % 12, yağ oranı % 2.7 ve pH' sı 6.85 olan 9.5 L soya ieeği hazırlanmıştır. Ayrıca, işletmenin mandırasından temin edilen briksi % 11, yağ oranı % 3.5 ve pH' sı 6.58 olan 40.5 L inek sütü üretimde kullanılmıştır (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonuyla üretilen peynir sütlerinin asitliğini geliştirme detayları

İnek sütünde asitlik geliştirme	Soya ieeğinde asitliği geliştirme
40.5 L (pH: 6.58)	9.5 L (pH: 6.85)
1215 mL kültür	285 mL kültür
9 saat fermentasyon (33°C)	9 saat fermentasyon(33°C)
pH: 6.20	pH: 5.99

İnek sütü ve soya ieeğinin pH' ları 6 civarına yaklaşıncı % 0, 13, 26 ve 39' luk soya ieeği içeren 12 L' lik süt karışımları hazırlanmıştır. Ve Tablo 3.5' te belirtilen CaCl₂, CaSO₄ ve rennet ilaveleri yapılarak 33 °C'de 45 dk inkübasyon yapılmıştır.

Tablo 3.5. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile % 0, 13, 26 ve 39 soya ieeği bulunduran peynirlerin üretim detayları

rnek kodu	İnek sütü ve soya ieeği karışımı	CaCl ₂ CaSO ₄	Rennet	Başlangıç pH
0H	12000 mL inek sütü	2.4 g CaCl ₂	1.8 mL	6.20
13H	1560 mL soya ieeği 10440 mL inek sütü	10.92 g CaSO ₄	1.56 mL	6.17
26H	3120 mL soya ieeği 8880 mL inek sütü	21.84 g CaSO ₄	1.33 mL	6.13
39H	4570 mL soya ieeği 7140 mL inek sütü	31.99 g CaSO ₄	1.07 mL	6.06

Süt karışımının rennet ilavesi ile inkübasyonunu takiben pıhtı kesme, tuzlama, pıhtı süzme işlemleri yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Peynirlerin pıhtı kesme öncesi, pıhtı kesme sonrası ve süzme aşamaları



Şekil 3.4. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin üretim sonrası ambalajlanmış olgunlaşmaya hazır halleri

Şekil 3.3' teki peynir üretim prosesini takiben *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin ambalajlanmış olgunlaşmaya hazır halleri Şekil 3.4' te verilmiştir.

***Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile % 0, 13, 26 ve 39 soya içeceği bulunduran peynirlerin üretimi**

Sürmene Kahvaltılık Dünyası Süt İşleme Tesisleri' nde peynir üretimi için briksi % 11, yağ oranı % 2.7 ve pH' sı 6.78 olan 9.5 L soya içeceği hazırlanmıştır. İşletmenin mandırasından temin edilen briksi % 10.4, yağ oranı % 3.3 ve pH' sı 6.83 olan inek sütü üretimde kullanılmıştır (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynir sütlerinin asitliğini geliştirme detayları

İnek sütünde asitlik geliştirme	Soya içeceğinde asitliği geliştirme
40.5 L (pH: 6.83)	9.5 L (pH: 6.7)
1215 mL kültür	285 mL kültür
7 saat fermentasyon (33°C)	7 saat fermentasyon (33°C)
pH: 6.26	pH: 5.93

İnek sütü ve soya içeceğinin pH' ları 6 civarına yaklaşıncaya % 0, 13, 26 ve 39'luk soya içeceği içeren 12 L'lik süt karışımları hazırlanmıştır. Ve Tablo 3.7' de belirtilen CaCl₂, CaSO₄ ve rennet ilaveleri yapılarak 33 °C' de 45 dk inkübasyon yapılmıştır. Takiben pıhtı kesme, tuzlama, pıhtı süzme işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).

Tablo 3.7. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile % 0, 13, 26 ve 39 soya içeceği bulunduran peynirlerin üretim detayları

Örnek kodu	İnek sütü ve soya içeceği karışımları	CaCl₂	CaSO₄	Rennet	Başlangıç pH
0A	12000 mL inek sütü	2.4 g CaCl ₂		1 mL	6.26
13A	1560 mL soya içeceği 10440 mL inek sütü	10.92 g CaSO ₄		0.87 mL	6.22
26A	3120 mL soya içeceği 8880 mL inek sütü	21.84 g CaSO ₄		0.74 mL	6.17
39A	4680 mL soya içeceği 7320 mL inek sütü	32.77 g CaSO ₄		0.61 mL	6.14

Şekil 3.3' teki peynir üretim prosesini takiben *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin ambalajlanmış olgunlaşmaya hazır halleri Şekil 3.5' te verilmiştir.



Şekil 3.5. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin üretim sonrası ambalajlanmış olgunlaşmaya hazır halleri

Tez çalışmasında üretimi gerçekleştirilen sekiz farklı peynir 45 gün depolanmıştır. 45 gün olgunlaşmanın peynirlerin bazı kalite karakteristiklerine ve peptit içeriklerine etkisini ortaya koymak adına 1., 15., 30. ve 45.gün aşağıda belirtilen analizler gerçekleştirilmiştir.

3.4. Ham Madde ve Nihai Peynirlere Uygulanan Analiz Yöntemleri

Peynir üretimlerinde kullanılan inek sütü, soya içeceği ve nihai olarak üretilen peynirlerin 1., 15., 30. ve 45. günlerde öngörülen bazı fizikokimyasal, duysal, mikrobiyolojik, tekstür ve aroma özellikleri incelenmiştir. İlaveten fermentasyon, olgunlaşma ve gastrointestinal sindirim sonrası peptitlerinin bazı biyoaktif özellikleri araştırılmıştır. Analizler üç paralelli olarak yürütülmüştür.

3.4.1. Fizikokimyasal Analizler

pH değeri

İnek sütü ve soya içecekleri AOAC (2005)' e, peynirler ise Hayaloğlu (2003)' e göre çalışılmıştır.

10 g rendelenmiş peynir ile 10 ml saf su karıştırılarak Ultra Turrax blenderde T25 (Janke ve Kunkel KG, IKA, WERK) homojenize edilmiştir. Hazırlanan homojen karışımın pH'sı, pH metre ile ölçülmüştür (Hayaloğlu, 2003).

Titrasyon asitliği

İnek sütü, soya ieeği ve peynirlerin titrasyon asitliği deneyleri alkali titrasyon yöntemi ile yapılmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (AOAC, 2005).

Kuru madde oranı

İnek sütü, soya ieeği ve peynirlerin kuru madde oranları, kurumadde kabına 3-5 g tartılması ve örneklerin 105 °C’ de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kuru madde oranları gravimetrik olarak (% w/w) belirlenmiştir (IDF, 1982).

Suda znr kurumadde oranı (Briks°)

İnek sütü ve soya ieeğinin briks° değerleri 0-32’ lik el refraktometresiyle ölçüm yapılarak belirlenmiştir (AOAC, 2005).

Yağ oranı

İnek sütü ve soya ieeğinin yağ oranları (%), Gerber yöntemine göre 0-8 taksimatlı özel süt btirometreleri ve 0–40 taksimatlı özel peynir btirometreleri ile yapılmıştır (AOAC, 2005).

Protein Analizi

Kjeldahl yakma nitesi kullanılarak Kjeldahl metoduna göre, peynirlerin protein miktarları toplam azotun protein kaynaklı olduğu varsayılarak (N x 6.38), aşağıdaki hesaplama yoluyla tespit edilmiştir (IDF, 1993). Sonuçlar % (w/w) olarak ifade edilmiştir.

$$\% \text{ Protein} = [(V_s - V_B) \times F \times N \times 100 \times 0.014] / W$$

Eşitlikte;

F: Protein tayini için kullanılan sabit (6.38)

N: Titrasyonda kullanılan HCl’in normalitesi

V_s: rnek için harcanan HCl miktarı (mL)

V_B: Tanık için harcanan HCl miktarı (mL)

W: rnek ağırlığı (g)’dır.

Aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak protein/kurumadde oranları hesaplanmıştır.

$$\% (w/w) \text{ kurumaddede protein} = \% \text{ protein} / \% \text{ kuru madde} \times 100$$

Kül oranı

İnek sütü, soya içeceği ve peynirlerden 3-5 g örnek krozeye tartılmıştır. Kroze sıcaklığı 500-550 °C' ye ayarlanan kül fırınında 5-6 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda eğer karbonlaşmış kısım varsa süre biraz daha uzatılmıştır. Daha sonra krozeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiş ve tartım alınmıştır. Kül oranları gravimetrik (% w/w) olarak belirlenmiştir (AOAC, 2005).

Tuz Analizi

Peynirlerin tuz oranları Mohr titrasyon yöntemine göre, hazırlanan örneğin ayarlı 0.1 N AgNO₃ ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Ardö ve Polychroniadou, 1999). Sonuçlar % (w/w) olarak ifade edilmiştir.

3.4.2. Duyusal analizler

Olgunlaşma günlerinde (1., 15., 30. ve 45. gün) peynirlerin duyusal analizleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Maçka Meslek Yüksekokulu öğretim üyeleri ve öğretim görevlilerinden 8-10 kişilik bir panelist grubuyla yapılmıştır. Duyusal değerlendirmede panelistler Şekil 3.6' daki duyusal değerlendirme formunu kullanarak peynir örneklerini görünüş, yapı ve doku, tat-lezzet, koku ve tüm izlenim özellikleri açısından 9' lu hedonik skala ölçeğine göre değerlendirmiştir (Afzaal vd., 2020).

PEYNİR DEĞERLENDİRME FORMU				
Panelistin adı-soyadı:				
Tarih/saat:				
Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen kodlu örnekleri ayrı ayrı 9 puan üzerinden değerlendiriniz.	Beğeni İle İlgili Puan Skalası			
	Mükemmel: 9 puan		Ortanın Altı Kötünün Üstü: 4 puan	
	Çok İyi: 8 puan		Kötü: 3 puan	
	İyi: 7 puan		Çok Kötü: 2 puan	
	İyinin Altı Ortanın Üstü: 6 puan		Aşırı Kötü: 1 puan	
Orta: 5 puan				
Peynir çeşitleri				
Kalite kriterleri	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4
Görünüm (Şekil,boyut,renk)				
Yapı-Doku (Ağız hissi, sürülebilirlik, sertlik, yumuşaklık)				
Tat-lezzet-aroma				
Koku				
Tüm izlenim				

Şekil 3.6. Peynir duyusal değerlendirme formu

3.4.3. Mikrobiyolojik analizler

Soya ieeği ile hazırlanan peynir örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toplam mezofilik aerobik bakteri, maya küf, koliform, laktobasil ve laktokok bakteri sayımları yapılmıştır. Homojen olarak karıştırılmış peynir örneğinden steril polietilen torbalarda 10 g tartıldıktan sonra üzerine % 1' lik steril peptonlu sudan 90 ml ilave edilerek stomayerde (BagMixer 400 P, Interscience, Fransa) karıştırıldıktan sonra uygun 10^{-1} - 10^{-9} aralığında dilüsyonları hazırlanmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde yayma yöntemi kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra 30-300 koloni bulunduran petrilerdeki koloniler sayılmıştır. Kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları aşağıda verilmiştir (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları

Mikroorganizma	Besiyeri	Referans	İnkübasyon Koşulları		
			Sıcaklık	Süre	Aerob/Anaerob
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri	PCA (Plate Count Agar, Merck)	Kaániová vd. (2020)	37 C	48 saat	Aerob
Toplam Maya ve Kf	MEA (Malt Extract Agar, Merck)	Camardo Leggieri vd. (2020)	25 C	5 gün	Aerob
Toplam Koliform Bakteri	VRBA (Violet Red Bile Agar, Merck)	Kaániová vd. (2020)	37 C	24 saat	Aerob
Laktobasil	MRS Agar (Man Rose Sharp Agar, Merck)	Kaániová vd. (2020)	37 C	2-3 gün	Fakültatif anaerob
Laktokok	M17 Agar (Merck)	Caro vd. (2020)	33 C	2-3 gün	Fakültatif anaerob

3.4.4. Tekstür profil analizleri

Li vd. (2013)' in uyguladığı metot baz alınarak yapılan bazı modifikasyonlarla peynirlerin tekstür profilleri belirlenmiştir. TA.XT-plus (Stable Micro Systems Ltd., UK) kullanılarak peynirlerin sertlik (hardness), dış yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet-sürülebilirlik (springiness), iç yapışkanlık (cohesiveness), sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik (resilience) zellikleri değerlendirilmiştir. Cihaz öncesinde kalibre edilmiştir. Test ncesi, test sırası ve test sonrası hız 1.0 mm/s olarak kompresyon mesafesi ise % 25 olarak ayarlanmıştır. (P/36R) kodlu 36 mm çaplı silindir prob kullanılarak  paralel ölçüm alınmıştır.

Texture Exponent Version 4.0.13.0 yazılımı (Stable Micro Systems Ltd., UK) ile veriler kaydedilmiştir.

3.4.5. GC-MS ile uçucu aroma profillerinin belirlenmesi

Peynirlerin uçucu aroma profilleri Temiz ve Tarakçı (2017)' nin uyguladığı yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Peynir numuneleri katı faz mikroekstraksiyon tekniği (SPME) ile hazırlanmıştır. 20 mL' lik bir vial 3 g peynir numunesi alındıktan sonra SPME enjektörü vial septumundan içeriye sokulmuş ve vial 60 °C' deki su banyosuna daldırılarak SPME elyafının (2 cm–50/30 mm DVD/Carboxen/PDMS Stable Flex Supelco, Bellefonte, 44 PA, USA) bir numune yürütme süresi boyunca tepe boşluğundaki aroma maddelerini absorbe etmesi sağlanmıştır. Peynir numunelerinde bulunan aroma maddeleri GCMSQP2010, Shimadzu Corp., Kyoto, Japan gaz kromatografisi-kütle spektrometresi sistemi kullanılarak tespit edilmiştir. 60 m uzunluk, 0.32 mm çap ve 0.25 µm film kalınlığına sahip kromatografik kolon (Restek, Bellefonte, PA, USA) ile donatılmış olup sistemde taşıyıcı gaz olarak 3 mL/dk akış hızı ve 124.2 kPa basınca sahip helyum gazı kullanılmıştır. Enjeksiyon sıcaklığı 250 °C' ye ve split oranı 10'a ayarlandı. Akış hızı: 40 °C' de 1 dakika; dakikada 7 °C' lik artışlarla 100 °C' de 5 dakika; dakikada 4 °C' lik artışlarla 130 °C' de 1 dakika; dakikada 2 °C' lik artışlarla 180 °C' de 1 dakika ve son olarak, dakikada 15 °C' lik artışlarla 250 °C' de 10 dakika bekletilerek (toplam işlem süresi 63.74 dakika) gerçekleştirilmiştir. İyon kaynağı ve ara yüzey sıcaklıkları sırasıyla 200 °C ve 230 °C olarak ayarlanmıştır. Kütle aralığı m/z 35–450 ve tarama hızı ise 1666 olarak belirlenmiştir. Uçucu aromatik bileşiklerin tanımlanmasında WILEY 229, NIST ve FFNSCN (flavour and fragrance natural and synthetic compounds) kütüphaneleri kullanılmıştır. Her bir aroma maddesine ait konsantrasyon, bağlı miktar (%) olarak ifade edilmiştir.

3.4.6. Peptit profillerinin (RP-HPLC) ile belirlenmesi

Shimadzu LC 20 AD Prominence HPLC (Shimadzu Corporation. Kyoto, Japan) kullanılarak RP-HPLC ile peynirlerin suda çözünen fraksiyonlarının peptit analizleri yapılmıştır. Ayırma işleminde 250× 4.6 ×5 µm 300 Å gözenek boyutlu Jupiter C₁₈ kolon (Phenomenex Co. Torrance, CA,USA) kullanıldı. RP-HPLC'de kullanılmak üzere A; %0.1 (v/v) trifloroasetik asit (TFA, Sigma, St Louis, USA) HPLC kalitesindeki deiyonize suda (Milli-Q system, Waters Corp., Molshem. France). B;

%0.1 (v/v) TFA, asetonitrilde (Fluka $\geq$ 99.5 Sigma-Aldrich Chemie, CH-9471 Buchs. USA) çözeltileri hazırlanmıştır. Çözelti akış hızı 1.0 mL/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

Dondurarak kurutulmuş suda çözünen fraksiyonlardan 10 mg tartılarak ve 1 mL (A) çözeltisinde çözündürülmüştür. Daha sonra 0.45 μ m selüloz asetat filtreden (Sterlitech Corp. WA. USA) geçirilmiş ve bu filtrattan 40 μ L örnek sisteme enjekte edilmiştir. Akış programı Tablo 3.9' da verildiği gibi uygulanmıştır. Kromatografi ölçümü 214 nm'de yapılmıştır. Dedektör çıkışına bağlanan fraksiyon kolektörle Shimadzu FRC-10A (Shimadzu, Kyoto, Japan) peptitler fraksiyonlarına ayrılmıştır (Sulejmani ve Hayaloglu, 2018).

Tablo 3.9. RP-HPLC analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kromatografi süresi içerisinde kolondan geçiş oranları

Süre(dk)	Çözelti A	Çözelti B
0	0	0
10	100	0
90	50	50
95	40	60
100	40	60
105	5	95
110	5	95
115	100	0
125	100	0

3.4.7. Peptit fraksiyonlarının eldesi

Peynirlerden elde edilen peptit kompozisyonunun değişmesi fraksiyon biyoaktivitelerinin değişimine sebep olacağından bu aşama iki adım olacak şekilde programlanmıştır.

- Birinci adım peynirlerden suda çözünür ekstrakt üretmek ve bu ekstraktları 3 kDa ve 5kDa'luk filtrelerden geçirerek permeat kısımlarını biriktirmektir. Bu koşulla her peynirden sulu ekstrakt, <3kDa, <5kDa olmak üzere üç fraksiyon elde edilmiştir.
- İkinci adım ise; peynirlere simüle gastrointestinal sindirim uygulamaktır. Prosedürüne bağlı olarak her peynirden mide sindirimi sonrası (MS), bağırsak sindirimin de de diyaliz tüpü içi ince bağırsak (İB) ve dışı kalın bağırsak (KB) olmak üzere üç fraksiyon elde edilmiştir.

Her iki adım gerçekleştiğinde bir çeşit peynirden tek depolama günü için altı farklı fraksiyon elde edilmiştir. 1., 15., 30., ve 45. depolama günlerinde ayrı ayrı fraksiyonlar elde edilerek biriktirilmiş ve ilgili analizler yapılıncaya kadar -20  C’ de saklanmıştır. Aşağıda peptit fraksiyon eldesi ve uygulanan analiz yöntemleri sunulmuştur.

3.4.7.1 Suda znr ekstrakt (WSE) eldesi ve ultrafiltrasyon (UF) ile fraksiyonlama

Suda znr ekstrakt eldesi

Peynirlerin suda çözünür ekstraktları Banihashemi vd. (2020) ve Meira vd. (2012) metodlarında bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmıştır. % 0 ve 13 soya içeceği içeren peynir eşitleri 30 g peynir pH 7.0 olan 60 mL 50 mM fosfat tamponu içerisinde ve % 26 ve 39 soya içeceği içeren peynir eşitleri 30 g peynir pH 7.0 olan 30 mL 50 mM fosfat tamponu içerisinde süspanse edilerek homojen hale getirilmiştir ve hafifçe karıştırılarak (150 rpm) 1 saat boyunca 40  C’ de tutulmuştur. 10,000 g 10 dakika santrifüjden sonra, st yağ tabakası atıldı ve sulu ekstrakt Whatman no: 42 kağıdından filtre edilmiştir. Ekstraktların pH’ sı, 1 M HCl kullanılarak 4.6’ ya ayarlanmıştır. keltiren kazein, santrifüjleme ile geri kazanılmıştır. Ekstraktlar analizler yapılıncaya kadar -20  C’ de saklanmıştır.

Ultrafiltrasyon (UF) ile fraksiyonlama

Üretilen peynir suda çözünür ekstraktlarından fraksiyonlar Cho vd. (2004)’ n bildirdiği metotta bazı modifikasyonlar yapılarak üretilmiştir. İki ayırma membranı (3 kDa ve 5 kDa) kullanılarak ç fraksiyon hazırlanmıştır. Santrifüj ile hazırlanan çözünür ekstraktlar, 3 kDa ve 5 kDa MWCO (molekül ağırlığı ayırma) membran kartuşlarından geçirilmiştir. <3kDa ve <5kDa çözünür fraksiyonlar analiz edilmek üzere toplanmıştır. Peynirin suda çözünür ekstraktı, <3kDa, <5kDa olmak üzere ç farklı fraksiyon elde edilmiştir. Analizler yapılıncaya kadar -20  C’ de muhafaza edilmiştir.

3.4.7.2 Simüle gastrointestinal sindirim uygulaması

McDougall vd. (2005)’ in simüle gastrointestinal sindirim modelinde bazı değişimler yapılarak peynirlere mide ve bağırsak sindirimi uygulanmıştır. Özetle, 5 g peynir numunesi 50 mL’lik bir falkon içerisinde 20 mL saf su ile homojen hale getirildi. Homojenatın pH’ sı 5 M HCl ile 1.7-2 arasına indirilmiştir. Mide sindirimine

hazırlanan karışımların üzerlerine 1.5 mL 315 U/mL 0.1 M HCl' de hazırlanmış pepsin çözeltisi eklendi. 37 °C 100 rpm su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. İnkübasyonun ardından 4 mL mide sindirimi sonrası (MS) kısımlar ayrılarak bağırsak sindirimine geçilmiştir. İçerisinde 1M NaHCO₃ diyaliz tüpleri kalan karışimli falkonlara yerleştirilmiştir ve pH 6.8-7 oluncaya kadar beklenmiştir. pH istenen seviyeye gelince falkonlara 4.5 mL (4 mg/mL pankreatin:25 mg/mL safra tuzu) (1:1/v:v) karışımı eklenmiştir. Falkonlar 37 °C 100 rpm su banyosunda 2 saat bekletilerek bağırsak sindirimleri yapılmıştır. Diyaliz tüpü içi ince bağırsak (İB), diyaliz tüpü dışı kalın bağırsak (KB) olarak ayrılarak toplanmıştır. Bir örnekten MS, İB, KB olmak üzere üç farklı fraksiyon elde edilmiştir. İşlem sonrası toplanan fazlar biyoaktivite, proteoliz ve suda çözünür protein tayini yapılmaya kadar -20 °C' de saklanmıştır.

3.4.8. Fraksiyonların protein, potansiyel biyoyararlılık (%) ve proteoliz derecesi analizleri

Suda çözünür protein analizi

Folin fenol reaktif yöntemi Lowry vd. (1951) esas alınarak peynir örneklerinin suda çözünür ekstraktlarının, ultrafiltrasyon işlemi sonucunda elde edilen permeatlarının (<3 kDa ve <5 kDa) ve sindirim fraksiyonlarının (MS, İB, KB) suda çözünür protein miktarları belirlenmiştir. Protein standardı olarak sığır serum albümin (BSA) kullanılmıştır. Lowry vd. (1951)' e göre analiz için gereken çözeltiler aşağıda sıralanmıştır.

- Lowry A Çözeltisi (0.1 N NaOH içinde %2 Na₂CO₃): 0.4 g NaOH ve 2.0 g Na₂CO₃ saf su ile çözülüp hacmi 100 mL' ye tamamlanmış ve 4 °C' de saklanmıştır.
- Lowry B Çözeltisi (% 1 CuSO₄.5H₂O çözeltisi): 1.0 g CuSO₄.5H₂O saf su ile çözülüp hacmi 100 mL' ye tamamlanmış ve 4 °C' de saklanmıştır.
- Lowry C Çözeltisi (%2 Na-K tartarat çözeltisi): 2.0 g Na-K tartarat saf su ile çözülüp hacmi 100 mL' ye tamamlanmış ve 4 °C' de saklanmıştır.
- Lowry D Çözeltisi: 1 kısım Lowry B ve 1 kısım Lowry C karıştırılarak hazırlanmıştır.
- Lowry E Çözeltisi: 0.5 mL Lowry D ile 25 mL Lowry A karıştırılarak hazırlanmıştır.

- Sığır Serum Albümin (BSA) Çözeltisi (1 mg/mL): 5.0 mg BSA saf su ile çözülüp hacmi 5 mL' ye tamamlanmış ve 4 °C' de saklanmıştır.
- 0.1 N NaOH içinde % 0.1 SDS Çözeltisi: 0.4 g NaOH ve 0.1 g SDS saf su ile çözülüp hacmi 100 mL' ye tamamlanmış ve 4 °C' de saklanmıştır.

Standartlara ve örnekler hacimlerini 500 µL' ye tamamlayacak şekilde 0.1 N NaOH içindeki % 0.1 (w/v) SDS çözeltisinden ilave edilip vortekslenmiştir. Her bir tüpe 1 mL Lowry E çözeltisi ilave edilip vorteksledikten sonra oda sıcaklığında 5-10 dakika bekletilmiştir. Standartlara ve numunelere saf su ile 1:1 oranında seyreltilmiş olan Folin Reaktifi'nden 100 µL ilave edilmiş ve karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Absorbanslar 650 nm'de okunmuş ve BSA kalibrasyon grafiği çizilerek fraksiyonların protein konsantrasyonu hesaplanmıştır (Yıldırım, 2010).

Potansiyel biyoyararlılık (%) indeks hesaplaması

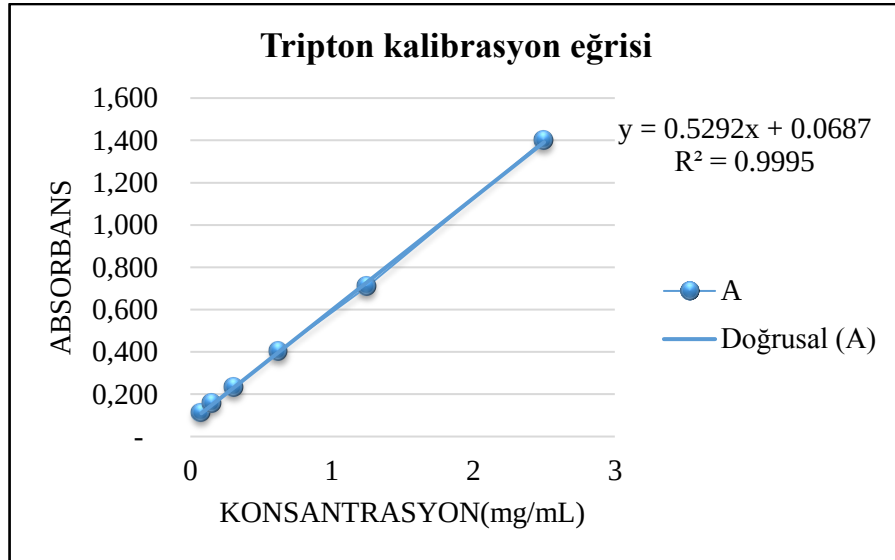
Simüle gastrointestinal sindirim sonucu üç faz elde edilmiştir. Bu fazların diyaliz tüpü içi yani ince bağırsak fazı kullanılarak peynirlerin geri kazanım (%)' ları hesaplanmıştır. Bunun için Seçzyk vd. (2020) tarafından bildirilen metot baz alınarak aşağıdaki denklemle potansiyel biyoyararlılık (%) indeks değerleri tespit edilmiştir.

$$PB (\%) = \frac{İB}{ÖM} \times 100$$

[PB (%) = potansiyel biyoyararlılık (%) veya geri kazanım değeri (%); İB= simüle gastrointestinal uygulamasının ardından diyaliz tüpü içi yani ince bağırsak faz örneklerinin suda çözünür protein değeri (mg/mL); ÖM = simüle gastrointestinal uygulaması yapılan peynir örneğinin miktarı (g)]

Proteoliz derecesinin belirlenmesi

Analizler sonucu elde edilen fraksiyonların proteoliz dereceleri Ahtesh vd. (2018) yönteminde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Fraksiyonlar (30 µL) 1 mL O-ftalaldehit (OPA) reaktifi ile karıştırılmış ve 2 dakika oda sıcaklığında reaksiyona girmesine izin verilmiştir. OPA reaktifi, 25 mL 100 mM disodyum tetraborat, 2.5 mL % 20 (w/w) sodyum dodesil sülfat (SDS), 1 mL metanol içinde 40 mg OPA çözölmüş ve 100 µL β-merkaptetanolin 50 mL toplam hacim ekleyerek hazırlanmıştır. Örneklerin absorpsiyonu UV-vis spektrofotometre kullanılarak 340 nm' de ölçölmüştür. Standart olarak tripton (0.07-2.5 mg/mL) kullanılarak Şekil 3.7' deki kalibrasyon eğrisi çizilerek numunelerin proteoliz değeri hesaplanmıştır.



Şekil 3.7. Proteoliz derecesi için kullanılan tripton kalibrasyon eğrisi

3.4.9 Biyoaktivite analizleri

Olgunlaşma boyunca (1., 15., 30. ve 45.gün) sekiz farklı peynir örneğinden elde edilen suda çözünür ekstraktlar, ultrafiltrasyon fraksiyonları (<3kDa ve <5kDa) ve simüle gastrointestinal sindirim fazları (mide, ince bağırsak ve kalın bağırsak) antioksidan, antimikrobiyal ve antihipertansif özellikler açısından araştırılmış ve değerlendirilmiştir. Aşağıda antioksidan, antimikrobiyal ve antihipertansif aktivite analizlerinin metotları verilmiştir.

3.4.9.1 Antioksidan aktivite

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalinin süpürme aktivitesi

Brand-Williams vd. (1995) yöntemi temel alınarak bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. 30 µL fraksiyon, 1.17 mL yeni hazırlanan 60 µM DPPH (Sigma-Aldrich) metanolik çözelti ile test tüplerine aktarılmış ve süpürme aktivitesi 30 dakika sonra 517 nm'de absorbans azalması spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Blank için örnek olmaksızın ilgili fraksiyonların çözücülerine üzerine DPPH reaktifi ilave edilerek okuma yapılmıştır. Sonuçlar süpürme hızı aşağıdaki formülle hesaplanarak verilmiştir.

$$(\%) = [1 - (A / A_0)] \times 100$$

(A: Testin absorbansı ve A₀: Körün absorbansı)

Standart madde olarak Troloks (Sigma-Aldrich) kullanılarak süpürme hızı (%) sonuçları Troloks eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP)

Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) deneyi, Benzie ve Szeto (1999) metodunda bazı modifikasyonlarla gerçekleştirilmiştir. FRAP reaktifi, (10: 1: 1) 40 mM hidroklorik asit(HCl) içinde 300 mM asetat tamponu (pH 3.6), 20 mM ferrik klorür çözeltisi ve 10 mM TPTZ çözeltisi karıştırılarak hazırlanmıştır. Daha sonra, 100 µL numune, 3 mL FRAP reaktifi ile karıştırılmış ve 4 dakika süreyle inkübe edilmiştir. İnkübe edilen numuneler absorbans 593 nm' de ölçülmüştür. Blank için örnek olmaksızın ilgili fraksiyonların çözücülerine FRAP reaktifi eklenerek okuma yapılmıştır. Troloks ve FeSO₄ standart maddeleri pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Ekstraktlardaki antioksidanların FRAP' ı, Troloks ile µg Troloks/mg protein, FeSO₄ ile µg FeSO₄/mg protein olarak karşılaştırılarak hesaplanmıştır.

3.4.9.2. Anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitör (ACEI) aktivitesi

Cushman ve Cheung (1971) tarafından geliştirilen ACEI (Anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitör) aktivite yöntemi baz alınarak çalışılmıştır. 50 µL' lik numuneler 37 °C' de 180 µL tamponlanmış substrat solüsyonuna eklenmiştir. 300 mM NaCl, pH 8.3 içeren 100 mM HCl tamponu içinde 5 mM hippuryl-histidyl-leucine (HHL) (Sigma-Aldrich) olacak şekilde reaksiyon, 20 µL ACE' nin (0.2 mU / mL, tavşan akciğeri, Sigma-Aldrich) eklenmesiyle başlatılıp 37 °C' de 15 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra 250 µL 1 M HCl ile inkübasyon bitirilmiştir. Ardından serbest bırakılan hippurik asit, 1.7 mL etil asetat ile ekstrakte edilmiştir ve organik faz, bir tüpe aktararak ısı ile buharlaştırılmıştır. Kalıntı 2 ml damıtılmış su ile çözülmüştür ve 228 nm' de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Pozitif kontrol için captopril standart maddesi, negatif kontrol için saf su kullanılmıştır. %inhibisyon aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{ACEI (\%)} = [A - B / A] \times 100$$

A: ACE ve HHL varlığında fakat ACE inhibitör yokluğunda absorbans (kontrol)

B: ACE, HHL, ACE inhibitör varlığında absorbans (test örneği)

3.4.9.3. Antimikrobiyal aktivite

Antimikrobiyal aktivite testi için fungus olarak *Candida albicans* ATCC10231 ve bakteri olarak *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* RSKK709, *Staphylococcus epidermidis* ATCC12228 ve *Escherichia coli* ATCC25922 indikatör seçilmiştir. Slyvka vd. (2022) bildirdiği prosedürde bazı modifikasyonlar yapılarak

alışılmıştır. Üretilen peynirlerden elde edilen peptit fraksiyonlarının antimikrobiyal aktiviteleri agar kuyucuk difüzyon analizi ile yapılmıştır. Agar kuyucuk difüzyon testi için 121 °C’ de 15 dakika sterilize edilen Muller Hilton Agar, steril kabin içinde 20-25 mm kalınlığında olacak şekilde petrilere dökülmüştür. Soğuduktan sonra, bakteri yoğunluğu 0.5 Mc Farlanda ayarlanmış mikroorganizmalar eküvyon çubuğuyla agar yüzeyine yayılmıştır. Sonrasında agar yüzeyinde 6-7 mm çapında kuyucuklar açılmış ve her bir kuyucuğa 75 µL peptit fraksiyonu koyulmuştur. Negatif kontrol olarak her fraksiyonun örneksiz içeriği hazırlanıp kullanılmıştır. Petriler *Candida albicans* için 25 °C’ de, diğerk mikroorganizmalar için ise 37 °C’ de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda kuyucukların etrafında oluşan inhibisyon zon çapları (mm) olarak ölçülmüştür.

3.4.10. *In silico* analizler

Biyoaktiviteleri yüksek tespit edilen peptit fraksiyonlarının moleküler yapılarını aydınlatmak amacıyla *in silico* yaklaşımlar planlanmıştır. Bu sebeple ilk olarak peynirler öncesinde proteazlarla muamele edilerek peptitlerin indirgenmesi sağlanmıştır. Proteolitik hidroliz ve takibi işlemler aşağıda detaylandırılmıştır.

3.4.10.1. Proteolitik hidroliz

Martini vd. (2020)’ nin uyguladığı *in vitro* gastrointestinal sindirim uygulaması protokülünde bazı değışiklikler yapılarak peynir numuneleri proteolitik hidrolize uğratılmıştır. Protein sindirimi midede başladığından ağız sindirimi aşamasında amilaz enzimi kullanmadan eş hacimde 5 mL distile su kullanarak peynirlerin proteolitik hidrolizi başlatılmıştır.

Özetle, 10 g peynir örneğı 10 mL distile su ile ulttaturrada homojenize edildikten sonra 37 °C’ de 5 dakika 100 rpm koşullarında alkamalı su banyosunda inkübe edilmiştir. Sonrasında karışma 20 mL 4000 U/mL pepsin çözeltisi ilave edilerek pH sı 6 M HCl ile 2’ ye ayarlanmıştır. 37 °C’ de 2 saat mide sindirimi yapılmıştır. Ardından karışma 40 mL tripsin aktivitesini baz alarak 200 U/mL pankreatin katılmış ve pH 7’ ye ayarlanmıştır. 37 °C’ de 2 saat bağırsak sindirimi yapılmıştır. Tüm numuneler 4 °C’ de 10,000 g’de 20 dakika santrifüj edilerek soğutulmuş ve analiz yapılmak üzere -20 °C’ de muhafaza edilmiştir (Martini vd., 2020).

3.4.10.2. LC-MS/MS (Sıvı kromatografi kütle spektrometresi) ile peptit sekans analizleri

Barbu vd. (2021)' nin metodunda bazı değişiklikler yapılarak çalışılmıştır. Peptitlerin indirgenmesini sağlamak için farklı proteazlarla muamele edilen örneklerin kromatografik ayrımı Waters ACQUITY UPLC I-CLASS PLUS LC System, Xevo TQ-XS Mass Spectrometer cihazında yapılmıştır. Sıvı kromatografisinde ayırım 214 nm algılama dalga boyu, 40 °C kolon sıcaklığı ve BEH C₁₈ kolon (2.1 mm×50 mm×1.7 µm) esas alındı. Akış hızı 0.5 ml/dk olarak gradient sistemde uygulanmıştır. Mobil faz olarak A (% 1 formik asitli su, v/v) ve B (% 1 formik asitli asetonyitril, v/v) çözeltileri kullanılmıştır. İlk 5 dakika % 15 B, 5-8 dakika arası % 25 B, 8-10 dakika arası % 50 B, 10-12 dakika arası % 85 B, 12-25 dakika arası % 15 B mobil fazı olacak şekilde çözeltiler kolondan geçirilmiştir. MS koşulları, numune koni voltajı 80 V, kaynak sıcaklığı 120 °C, desolvasyon sıcaklığı 300 °C ve desolvasyon gaz akış hızı 800 l/ saat olarak temel alınmıştır. Kütle spektrometresi (MS)' in iyonizasyon modu ESI Positive, Acquisititaion modu MRM and Mass Scan, kapiler voltajı 0.5 kV, kolizyon enerjisi 20 - 40 eV ve koni voltajı 60 V olarak ayarlanmıştır. Protein tanımlaması için her numune için uygun protein veri bankaları kullanılmıştır. Peptitler ve proteinler, Peaks-Studio ve Skyline yazılımları kullanılarak tanımlanmıştır (<https://www.bioinform.com/peaks-studio/>) (<https://skyline.ms/project/home/software/Skyline/begin.view>). Her numune tipi için uygun veri bankası kullanılarak analiz yapılmıştır. Peptit biyoaktivitesinin in silico doğrulaması, PeptideRanker puanı (Minkiewicz vd., 2008) esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.11. İstatistiksel Analizler

Sekiz farklı peynir örneği için yapılan deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüş ve sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 20.0 paket programında (SPSS Inc., Chicago, IL) tek değişkenli varyans analizi (ANOVA) testi kullanılarak yapılmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi ile örnekler arasındaki farklılıklar $p<0.05$ serbestlik derecesinde değerlendirilmiştir. Ayrıca peynirlerin uçucu aroma verilerine temel bileşen analiz (PCA) testi XLSTAT2023.1.2 programı kullanılarak uygulanmıştır. Benzerlik ve farklılıklar bipolat diyagramı ve AHC dendogramlarıyla ifade edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Peynir Sütlerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri

Çalışmada üretilen *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin bileşiminde yer alan soya ieeği ve inek sütlerinin üretim öncesi bazı fizikokimyasal zellikleri (Tablo 4.1) llerek ön hazırlık aşamaları ayarlanmış ve üretime geçilmiştir.

Tablo 4.1. Peynir üretiminde kullanılan hammaddelerin bazı fizikokimyasal zellikleri*

	Starter Kültür	İnek sütü	Soya ieeği
pH	<i>L.helveticus</i>	6.58±0.02	6.85±0.01
	<i>L.acidophilus</i>	6.83±0.01	6.78±0.02
TKM (%)	<i>L.helveticus</i>	13.50±0.25	14.70±0.10
	<i>L.acidophilus</i>	13.70±0.25	13.65±0.10
Briks°	<i>L.helveticus</i>	11.00±0.00	12.00±0.00
	<i>L.acidophilus</i>	10.40±0.20	11.00±0.10
Yağ (%)	<i>L.helveticus</i>	2.50±0.25	2.70±0.10
	<i>L.acidophilus</i>	2.30±0.30	2.65±0.35
Protein (%)	<i>L.helveticus</i>	5.09±0.18	5.68±0.45
	<i>L.acidophilus</i>	5.20±0.32	5.24±0.27
Kl (%)	<i>L.helveticus</i>	0.96±0.08	1.38±0.04
	<i>L.acidophilus</i>	1.28±0.05	1.07±0.10

TKM: Toplam kuru madde

4.2. Peynirlerin Fizikokimyasal Analiz Bulguları

4.2.1 Toplam kuru madde (%) değerleri

Peynir üretiminde kullanılan süt ve soya ieeğinin bazı fizikokimyasal özellikleri belirlendikten sonra % 0, 13, 26 ve 39 soya ieeği bulunduran iki farklı kültür karışımıyla üretilen peynirlerin olgunlaşma günlerine ait toplam kuru madde (%) değerleri aşağıdaki tablodaki gibidir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Peynirlerin % kuru madde değerleri*

rnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	40.55±1.61 ^{Ba}	41.55±2.19 ^{Ba}	40.12±1.09 ^{Ba}	38.26±1.32 ^{Ba}
0A	45.47±0.29 ^{Ab}	47.29±0.29 ^{Aa}	44.84±0.50 ^{Ab}	47.36±0.37 ^{Aa}
13H	34.82±2.29 ^{Ca}	32.95±2.48 ^{Da}	32.59±0.55 ^{Da}	31.52±1.29 ^{Ca}
13A	35.86±0.42 ^{Cb}	38.29±1.01 ^{Ca}	35.86±1.29 ^{Cb}	38.63±1.43 ^{Ba}
26H	28.57±0.29 ^{Da}	28.35±0.98 ^{Ea}	27.06±0.59 ^{Fb}	26.68±0.48 ^{Db}

26A	29.21±0.33 ^{Db}	30.89±0.72 ^{Da}	29.69±0.23 ^{Eb}	27.68±0.03 ^{Dc}
39H	22.56±0.04 ^{Fa}	22.50±0.05 ^{Fa}	21.53±0.22 ^{Hb}	20.43±0.00 ^{Fc}
39A	24.43±0.21 ^{Ea}	24.90±1.70 ^{Fa}	25.47±0.35 ^{Ga}	24.44±0.17 ^{Ea}

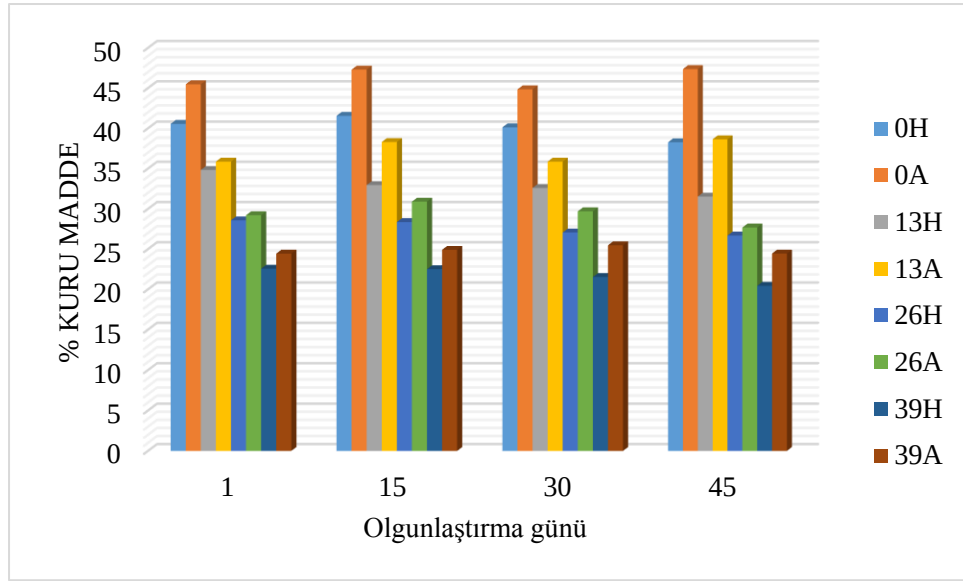
H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek
sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-H: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Tablo 4.2’ de görüldüğü üzere süt bileşiminde soya içeceği arttıkça toplam kuru madde miktarının azaldığı gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın ilk günü en yüksek % kuru madde değerlerini 0A kodlu peynir sergilemiştir. Peynir sütü bileşiminde soya içeceği oranı arttıkça kuru madde değerleri düşme eğilimi göstermiştir (Tablo 4.2). % 0 ve % 39 soya soya içeceği içeren çeşitler starter kültür çeşidi açısından istatistiksel anlamda fark yaratmıştır. Tüm olgunlaşma günlerine bakıldığında; % 0 soya içeceği bulunduran peynirler en yüksek (% 38-47) toplam kuru madde değerlerine sahipken soya içeceği eklendikçe toplam kuru madde değerleri azalarak % 20-25 aralığına gerilediği görülmektedir (Şekil 4.1). Balkır ve Metin (2011) soya proteiniyle yaptığı kaşar peynirlerin soya içermeyen çeşitlerden daha düşük kuru madde içeriğine sahip olduklarını belirtmiştir. Ayrıca soya peynirlerinin incelendiği bir çalışmada nem içeriğinin % 58-70 aralığında değiştiği bildirilmiştir (Ahmad vd., 2008). *Lactobacillus acidophilus* içeren kültürle üretilen peynirlerin toplam kuru maddeleri *Lactobacillus helveticus* içeren kültürle üretilen peynirlerden yaklaşık % 3-7 daha yüksek tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Olgunlaşmanın 30. gününe bakıldığında tüm kuru madde değerleri istatistiki olarak farklılık göstermiştir. Olgunlaşmaya bağlı olarak peynirlerde soya içeceği oranı arttıkça istatistik açıdan önemli farklılıklar saptanmıştır ($p<0.05$). Starter kültür farklılığı açısından %13 ve % 26 soya içeceği içeren peynirlerde olgunlaşmanın 1. gününde istatistiki farklılıklar kaydedilmemiştir. Olgunlaşma süresi ilerledikçe starter kültür farklılığına bağlı olarak farklılıklar meydana gelmiş ve istatistik olarak $p<0.05$ seviyesinde anlam ifade etmiştir.

Erk (2021) soya içeceği ve badem içeceği ile yaptığı vegan peynirlerin toplam kuru maddesini % 8.24-9.73 olarak bildirmiştir. Peynir için toplam kuru madde değeri raf ömrü ve besinsel değer açısından oldukça kritik bir parametredir. Bu çalışmadaki soya içecekli peynir çeşitleri (% 20.43-38.63) Erk (2021)’ in ürettiği peynirlerden 2-3 kat daha fazla kuru madde bileşeni içermektedir.



Şekil 4.1. Olgunlaşma süresince peynirlerdeki % kuru madde değişimi

İnek sütü ve soya içecekli başka bir peynir çalışmasında % 25 soya içeceği içeren çeşidin % kuru maddesi yaklaşık % 52 olarak tespit edilmiştir (Hussein vd., 2016). Çalışmamızdaki % 26 soya içeren peynir çeşitleri % 26-30 kuru madde içermektedir. Hussein vd. (2016) peynirlerinin kuru maddesinin yüksek oluşu peynir üretiminde 70 °C ısı uygulayarak ekstra protein koagülasyonu oluşturmasıyla ilgilidir.

Soya ve soya-süt karışımı peynir çeşitleri üretilen bir çalışmada kuru madde (%) değerleri % 32.75-33.31 olarak belirlenmiştir (Matias vd., 2014). Bu çalışmadaki % 13 soya içeceği içeren peynir çeşitleriyle Matias vd. (2014)' ın sonuçları benzerlik arz etmektedir.

% 0, 13, 26 ve 39 soya içeceği içeren peynirlerin enzimatik pıhtılaşma sonrası görüntüleri de soya içeceği ihtivasına bağlı olarak peynirlerin kuru madde değerlerinin düştüğünü ve pıhtı yapısının değiştiğini göstermiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Pıhtı kesimi başlangıcında sol taraftan sırasıyla % 0, 13, 26 ve 39 soya içeceği bulunduran peynirlerin pıhtı görünüşleri

4.2.2. Protein (%) değerleri

Tez kapsamında üretilen sekiz çeşit peynirin protein (%) değerleri Tablo 4.3’ verilmiştir. Olgunlaşma günleri baz alındığında protein (%) değeri olarak en yüksek ihtiva % 0 inek sütünden *Lactobacillus acidophilus* içeren kültürle üretilen peynirlerde tespit edilmiştir. %26 soya içeceği içeren peynirlerin protein (%) değerleri % 0 inek sütü içeren peynirlerin değerlerine oldukça yakın bulundu. % 39 soya içeceği içeren peynirlerde ise en düşük protein (%) değerleri gözlenmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Peynirlerin protein (%) değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	16.65±0.25 ^{Ba}	16.95±1.27 ^{Ba}	16.36±0.00 ^{Da}	17.09±0.51 ^{Ca}
0A	19.26±0.00 ^{Ad}	19.82±0.00 ^{Ac}	20.18±0.25 ^{Ab}	21.03±0.00 ^{Aa}
13H	15.32±0.25 ^{Ca}	13.46±0.38 ^{Dc}	14.39±0.25 ^{Eb}	13.68±0.00 ^{Ec}
13A	15.47±0.44 ^{Cc}	15.25±0.29 ^{Cc}	16.80±0.00 ^{Cb}	17.65±0.25 ^{Ba}
26H	16.80±0.76 ^{Bb}	17.53±0.25 ^{Bab}	17.68±0.00 ^{Ba}	17.31±0.32 ^{BCab}
26A	16.21±0.25 ^{Ba}	15.47±0.00 ^{Cb}	16.50±0.25 ^{CDa}	15.47±0.00 ^{Db}
39H	10.68±0.44 ^{Ea}	10.38±0.44 ^{Fa}	10.16±0.25 ^{Ga}	10.30±0.51 ^{Ga}
39A	12.65±0.25 ^{Dbc}	12.35±0.18 ^{Ec}	13.27±0.25 ^{Fa}	12.86±0.25 ^{Fab}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

a-d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Tablo 4.3’ ün 45. olgunlaşma günü sütununa bakıldığında peynirler çeşitlerinin tümünün protein değerleri açısından istatistik olarak birbirinden farklı olduğu söylenebilir ($p<0.05$). Peynir sütünde soya içeceği oranı arttıkça peynir prosesine bağlı olarak protein değerlerinin düştüğü görülmektedir. % 13 ve % 26 soya içecekli peynir çeşitlerinin protein değerleri birbirlerine oldukça yakındır. Genel anlamda Duncan çoklu karşılaştırma testine göre protein değerleri açısından üretilen sekiz çeşit peynir istatistik olarak birbirine benzememektedir. İstatistiki açıdan olgunlaşma ilerledikçe farklılıklar artmıştır.

Hussein vd (2016)’ ın yaptığı çalışmada % 0 ve % 25 soya içeceği ihtiva eden peynirlerin protein % değerleri sırasıyla 13.90 ± 0.11 ve 18.50 ± 0.10 olarak kaydedilmiştir. Araştırmacıların tespit ettiği bu değerler bu çalışmadaki peynirlerle yakınlık göstermektedir.

Soya bazlı petit-suisse peyniri geliştirmeye çalışan Matias vd. (2014)’ ın çalışmasında protein (%) değerini soya bazlı peynirlerinde 11.39 ± 0.11 , süt ve soya

bazlı çeşidinde ise 10.75 ± 0.08 olarak saptamıştır. Matias vd. (2014)' in sonuçları % 39 soya içecekli peynir çeşitlerimizle benzemektedir.

Bileşimde % 0' dan % 25' e kadar artan yer bademi içeceği ile üretilen soya peynirlerinin protein (%) değerleri 13.25 ile 19.02 arasında değişmiştir (Balogun vd., 2019). Balogun vd. (2019)' un aksine soya içeceği miktarı arttıkça protein değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Buna rağmen genel olarak çalışmadaki sekiz çeşit peynir Balogun vd. (2019)' un bildirdiği protein aralığına girmektedir.

4.2.3. Protein/Kurumadde (%) değerleri

Toplam kuru maddedeki protein değerleri incelendiğinde her iki çeşit kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin % 26 soya içeceği ihtiva eden çeşitlerinde en yüksek protein / kuru madde peynir değerleri tespit edilmiştir. % 0 ve % 13 soya içeceği içeren çeşitlerde önemli farklılıklar saptanmasa da % 26' lık peynir çeşitlerinde bu değerlerin kaydadeğer şekilde arttığı söylenebilir. Ayrıca % 39 soya içeceği içeren peynir çeşitlerinde de protein / kuru madde peynir değerleri ortalama % 46-52 arasında değişmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Peynirlerin protein/kurumadde değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	41.10±1.12 ^{Ea}	41.15±4.13 ^{CDa}	40.79±1.12 ^{Fa}	44.71±1.79 ^{Da}
0A	42.36±0.27 ^{Eb}	41.91±0.25 ^{CDb}	45.00±0.75 ^{DEa}	44.41±0.34 ^{Da}
13H	44.13±2.89 ^{Ea}	41.06±3.92 ^{CDa}	44.17±1.53 ^{Ea}	43.46±1.79 ^{Da}
13A	43.14±1.07 ^{Ebc}	39.87±1.72 ^{Dc}	46.89±1.69 ^{Da}	45.75±2.27 ^{Dab}
26H	58.79±2.76^{Ab}	61.92±2.91^{Aab}	65.37±1.45^{Aa}	64.87±0.75^{Aa}
26A	55.50±0.45 ^{Ba}	50.11±1.17 ^{Bb}	55.59±0.96 ^{Ba}	55.90±0.06 ^{Ba}
39H	47.37±1.92 ^{Dab}	46.15±2.05 ^{BCb}	47.17±0.82 ^{Dab}	50.44±2.48 ^{Ca}
39A	51.80±1.44 ^{Ca}	49.75±3.44 ^{Ba}	52.12±1.22 ^{Ca}	52.62±0.74 ^{Ca}

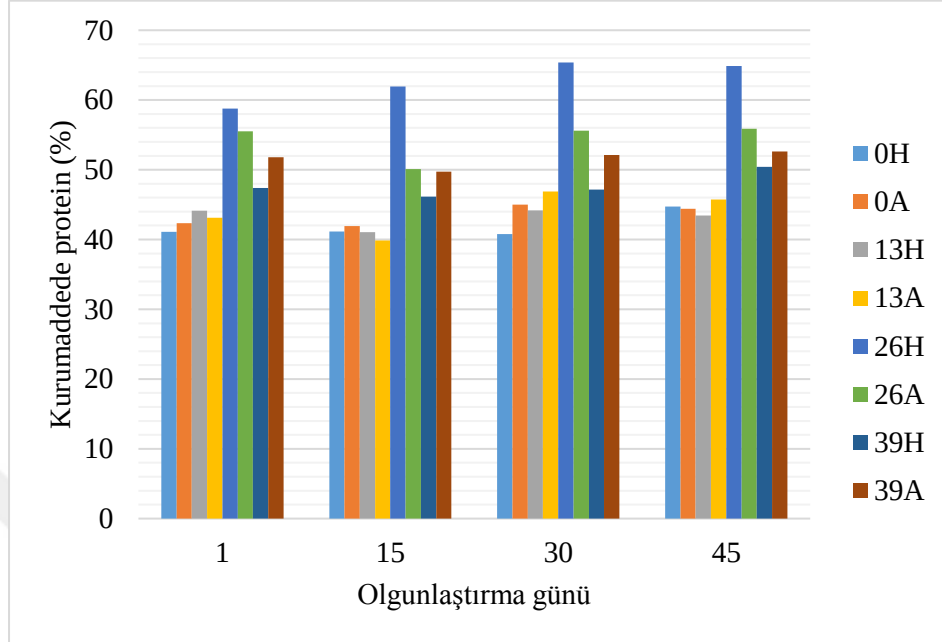
H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre kurumadde de protein değerleri açısından olgunlaşmanın 1. gününde % 0 ve % 13 soya içeceği içeren peynir çeşitlerinde istatistiki olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. Öte yandan, soya içeceği ihtivası % 25' ten fazla olan çeşitlerde (26H, 26A, 39H ve 39A) olgunlaşmanın 1. ve 30. günlerinde $p < 0.05$ seviyesinde dikkat çeken farklılıklar görülmektedir (Tablo 4.4).

Soya ieeğiyle üretilen vegan peynir benzeri bir peynirin kurumadde de protein değeri 41.7 ± 2.69 olarak kaydedilmiştir (Erk, 2021) ve % 0 ve % 13 soya ieeği içeren peynirlerin kurumadde de protein değerleriyle çelişmemektedir.



şekil 4.3. Olgunlaşma süresince peynirlerin kurumaddelerindeki protein değişimleri

4.2.4. Yağ (%) değerleri

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin yağ (%) oranları 6.30 ± 0.10 ile 19.83 ± 0.28 arasında değişirken *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin % yağ oranları 7.2 ± 0.05 ile 23.00 ± 0.00 arasında değişmiştir (Tablo 4.5). Peynire işlenecek süt karışımında soya ieeği ihtivasi arttıkça yağ (%) değerleri azalmıştır. En yüksek yağ (%) değerleri *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 soya içecekli peynire aittir (Tablo 4.5).

Peynir yağ (%) değerlerini istatistiksel değerlendirilmesinde olgunlaşma günü, soya ieeği oranları ve starter kültür çeşidi unsurlarının önem arzettiği açıkça görülmektedir (Tablo 4.5). Soya ieeği oranları baz alındığında olgunlaşma günü farketmeksizin 26H ve 39H kodlu peynirler $p < 0.05$ düzeyde istatistik olarak benzer bulunurken, 26A ve 39A kodlu peynirler $p < 0.05$ düzeyde istatistik olarak farklı bulunmuştur.

Tablo 4.5. Peynirlerin yağ (%) değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	19.83±0.28 ^{Ba}	19.6±0.17 ^{Bab}	19.80±0.00 ^{Ba}	19.36±0.11 ^{Bb}
0A	23.00±0.00 ^{Aa}	22.96±0.05 ^{Aa}	22.80±0.10 ^{Ab}	22.9±0.00 ^{Aab}
13H	14.53±0.05 ^{Da}	14.35±0.05 ^{Db}	14.25±0.05 ^{Dc}	14.15±0.05 ^{Dd}
13A	16.53±0.05 ^{Cb}	16.8±0.10 ^{Ca}	16.70±0.00 ^{Ca}	16.70±0.10 ^{Ca}
26H	6.6±0.17 ^{Ga}	6.5±0.00 ^{Ga}	6.3±0.10 ^{Gb}	6.3±0.00 ^{Gb}
26A	10.5±0.00 ^{Ea}	10.43±0.05 ^{Ea}	10.5±0.00 ^{Ea}	10.23±0.05 ^{Eb}
39H	6.46±0.05 ^{Ga}	6.40±0.00 ^{Gab}	6.3±0.10 ^{Gb}	6.3±0.10 ^{Gb}
39A	7.50±0.00 ^{Fa}	7.40±0.10 ^{Fab}	7.33±0.05 ^{Fbc}	7.23±0.05 ^{Fc}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
 0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Matias vd. (2014) alıştıkları soya bazlı peynirin yağ (%) değeri 6.05 ± 0.06 olarak bildirmiştir. 26H ve 39H kodlu peynirler Matias vd. (2014)' ın bildirdiği yağ (%) değeri ile uyumluluk arz etmektedir. Bakla bazlı peynir ile ilgili bir çalışmada araştırmacılar yağ (%) değeri 10.4 ± 1.14 olarak rapor etmişlerdir (Elsamani vd., 2014). Bu alışmadaki 26A kodlu peynir numunesiyle Elsamani vd. (2014)' ın ifade ettiği yağ değeri benzerlik göstermektedir.

Hussein vd. (2016) % 0 ve 25 soya içeceği içeren peynirlerinin yağ (%) değeri 13.90 ± 0.11 ve 15.60 ± 0.07 olarak açıklamışlardır. Bu sonuçlar çalışmadaki % 13 soya içeceği içeren (13A ve 13H kodlu) peynir eşitleri bu sonuçlarla bağdaşmaktadır.

Soya ve badem içeceği ile üretilen bir peynir benzeri üründe yağ (%) değeri 8.5 ± 0.00 'dır (Erk, 2021) ve 39A kodlu peynir çeşidinden % 1 daha yüksek yağ içermektedir.

4.2.5. Kül (%) değeri

Tablo 4.6' da *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde % kül değeri en yüksek (3.20 ± 0.14) % 0 soya içeceği ihtiva eden peynirde tespit edildiği görölmektedir. Ayrıca *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde % kül değeri en yüksek (3.00 ± 0.10) % 26 soya içeceği ihtiva eden peynirde tespit edilmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Peynirlerin kül (%) oranları*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	3.20±0.14 ^{Aa}	3.17±0.28 ^{Aa}	2.10±0.21 ^{Cb}	2.22±0.35 ^{Cb}
0A	1.99±0.10 ^{Eb}	2.01±0.01 ^{Eb}	2.15±0.03 ^{Ca}	2.13±0.05 ^{Ca}
13H	2.66±0.01 ^{BCa}	2.58±0.03 ^{Dab}	2.54±0.04 ^{Bab}	2.17±0.42 ^{Cb}
13A	2.35±0.03 ^{Db}	2.46±0.01 ^{Da}	2.20±0.00 ^{Cc}	2.35±0.03 ^{BCb}
26H	2.54±0.02 ^{CDa}	2.40±0.02 ^{Db}	2.49±0.04 ^{Bab}	1.99±0.08 ^{Cc}
26A	2.81±0.03^{Bb}	2.94±0.01^{BCab}	2.79±0.14^{Ab}	3.00±0.10^{Aa}
39H	2.83±0.05 ^{Bb}	3.03±0.14 ^{ABa}	2.81±0.07 ^{Ab}	2.89±0.04 ^{Aab}
39A	2.65±0.32 ^{BCa}	2.79±0.00 ^{Ca}	2.54±0.03 ^{Ba}	2.69±0.07 ^{ABa}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
 0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

İstatistiki analizler dikkate alındığında en yüksek kül (%) skorları olgunlaşmanın ilk 15 günü 0H kodlu peynir örneği için kaydedilmişken, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde 26A ve 39H kodlu peynir örnekleri için en yüksek kül (%) skorları kaydedilmiştir. Ayrıca starter kültür seçimi, bitkisel süt oranı ve olgunlaşma istatistiki olarak farklılıklar oluşturmuştur ($p<0.05$).

Süt bazlı ve soya bazlı petit-suisse peyniri çalışan Matias vd. (2014) ilgili peynirlerin kül içeriklerini sırasıyla % 1.095 ± 0.009 ve % 0.473 ± 0.005 olarak vermişlerdir. Üretimde kullanılan ingrediyenlerin bileşimdeki oranları ve üretim tekniği sebebiyle bu çalışmadaki kül içerikleri Matias vd. (2014)' ın bulgusuna göre daha yüksek belirlenmiştir.

Başka bitkisel sütle peynir üretim çalışmasında bakla içeceğinden elde edilen peynirin kül içeriğini % 1.6 ± 0.10 olarak bildirilmiştir (Elsamani vd., 2014). Bitkisel süt kaynakları farklı olsa bile çalışılan sekiz peynirin kül içerikleri kısmen bakla bazlı peynirinkine yakın ölçülmüştür.

Bileşimde % 0-15 aralığında soya protein konsantratu kullanarak peynirler tasarlayan Rinaldoni vd. (2014) kül (g/100 g) içeriklerinin 1.45 ile 1.80 aralığında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada soya içeceğiyle elde edilen peynirlerin kül miktarları neredeyse Rinaldoni vd. (2014)' ün 1.5 katı eşdeğerindedir.

4.2.6. Tuz (%) değerleri

Peynir süt karışımlarına üretim aşamasında % 2.08 oranında tuz eklenmiştir. Baskılama ardından paketlenen peynirlerin tuz (%) değerleri aşağıda verilmiştir. En düşük tuz (%) değerleri %0 soya içeceği bulunan peynirlere aittir. En çok sineresisin %0 soya içeceği içeren peynirlerde olması beklenen bir durumdur. Peynirlerde soya içeceği ihtivası arttıkça tuz (%) değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Soya içeceği bulunan peynir türlerinde sineresisin düşük olması sebebiyle bileşimlerinde daha çok tuz kaldığı söylenebilir. Peynirlerin tuz (%) değerleri 1.06 ± 0.06 ile 3.01 ± 0.13 arasında değişmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Peynirlerin tuz (%) değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	2.09 ± 0.11^{Da}	1.56 ± 0.05^{Dc}	1.87 ± 0.12^{Cb}	1.86 ± 0.06^{Eb}
0A	1.06 ± 0.06^{Fb}	1.24 ± 0.06^{Ea}	1.39 ± 0.13^{Da}	1.30 ± 0.06^{Ga}
13H	2.56 ± 0.06^{Ba}	2.65 ± 0.06^{Ba}	1.74 ± 0.04^{Cc}	2.11 ± 0.05^{Db}
13A	1.65 ± 0.06^{Eab}	1.56 ± 0.06^{Db}	1.77 ± 0.13^{Ca}	1.77 ± 0.06^{EFa}
26H	2.29 ± 0.06^{Ca}	1.89 ± 0.05^{Cb}	1.70 ± 0.05^{Cc}	1.67 ± 0.09^{Fc}
26A	2.30 ± 0.12^{Cb}	2.49 ± 0.13^{Bab}	2.48 ± 0.06^{Aab}	2.55 ± 0.06^{Ba}
39H	2.55 ± 0.06^{Ba}	2.55 ± 0.06^{Ba}	2.26 ± 0.05^{Bb}	2.25 ± 0.05^{Cb}
39A	2.75 ± 0.13^{Aa}	3.01 ± 0.13^{Aa}	2.38 ± 0.19^{ABb}	2.77 ± 0.06^{Aa}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

İstatistiksel değerlendirmeler özellikle olgunlaşmanın 1. ve 45. günlerde tüm çeşitlerin tuz (%) değerleri açısından birbirinden kaydadeğer şekilde farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0.05$). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları, istatistik açıdan soya içeceği ve olgunlaşma günü faktörlerinin peynirlerin tuz (%) değerlerinde farklılıklar oluşturduğunu göstermektedir.

Sürülebilir soya peyniri çalışan Li vd. (2013) soya içeceği bulunan dört peynirde de tuz (%) değerini 0.3 ± 0.00 olarak ölçmüştür. Bu çalışmada ise soya içeceği içeren peynir çeşitlerinde tuz (%) değerleri 1.56 ile 3.01 arasında değişim göstermiştir.

Soya ve badem içeceğiyle vegan peynir benzeri ürün çalışmasında farklı bitkisel süt ve karışımlarından üç adet peynir geliştirilmiş ve tuz (%) skorları 2.63 ile 2.69 aralığında ölçülmüştür (Erk, 2021). Değişik oranlarda soya içeceği ile üretilen bu

çalışmadaki peynirlerin tuz (%) skorları ise 1.56 ile 3.01 aralığında değişmektedir. Peynir üretim prosesleri ve baskılama adımının uygulanıp uygulanmaması nedenleriyle farklılıklar olsa da % 26 ve üzeri soya içeceği içeren çeşitlerde Erk (2021)' in tuz skorlarına yakınlık söz konusudur.

Banihashemi vd. (2020) geleneksel İran Koopeh peynirlerinde %tuz oranlarını 4.5-6.8 aralığında bildirmiştir. Banihashemi vd. (2020)' nın çalıştığı peynirler çalışmadaki peynirlerin % tuz miktarlarının 2-4 katı kadar tuz içermektedir.

4.2.7. pH değerleri

Peynirlerin üretimi için kültürle ortalama sekiz saat fermentasyon yapıldığında *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde pH değerleri 4.92-5.90 arasında değişirken *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde pH değerleri 4.85-5.53 arasında değişmiştir. Soya içeceği ihtiva eden çeşitlerde pH değerleri daha düşük bulunmuştur. 45 günlük olgunlaşma sonucunda *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 39 soya içeceği bulunduran peynirin pH değeri 4.04 ± 0.00 olarak ölçülmüştür. 1. ve 45. günler incelendiğinde pH değerlerinde 0.5-0.71 birimlik pH düşüşleri gözlenmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Peynirlerin pH değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	5.90±0.00 ^{Aa}	5.59±0.02 ^{Ab}	5.55±0.01 ^{Ac}	5.47±0.00 ^{Ad}
0A	5.53±0.02 ^{Ba}	5.46±0.01 ^{Ba}	5.31±0.24 ^{Ba}	5.04±0.01 ^{Bb}
13H	5.43±0.01 ^{Ca}	5.05±0.00 ^{Cb}	4.87±0.00 ^{Cc}	4.81±0.01 ^{Cd}
13A	4.85±0.01 ^{Ga}	4.63±0.00 ^{Gb}	4.44±0.00 ^{Ec}	4.14±0.00 ^{Fd}
26H	4.92±0.01 ^{Ea}	4.72±0.00 ^{Fb}	4.47±0.01 ^{Ec}	4.43±0.01 ^{Ed}
26A	4.87±0.00 ^{Fa}	4.75±0.01 ^{Eb}	4.39±0.02 ^{Ec}	4.13±0.02 ^{Fd}
39H	5.15±0.00 ^{Da}	5.01±0.01 ^{Db}	4.66±0.00 ^{Dc}	4.57±0.00 ^{Dd}
39A	4.85±0.00 ^{FGa}	4.47±0.00 ^{Hb}	4.20±0.00 ^{Fc}	4.04±0.00 ^{Gd}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda peynir örneklerinin pH değerleri arasındaki değişimler $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Olgunlaşma günü, soya içeceği oranı ve starter kültür çeşidi peynir örneklerinde istatistiki açıdan belirgin farklılıklara sebebiyet vermiştir.

Soya ve yer bademi içecekleri ile üretilen bazı peynirlerin pH değerleri soya içeceği azaldıkça düşüş göstermiştir (Balogun vd., 2019). Bileşim olarak % 0' dan 25' e kadar yer bademi içeceği bulunduran soya peynirlerinin pH değerleri 5.3 ile 5.6 arasında değişmiştir. *Lactobacillus helveticus* kültürü kullanarak bu çalışmada üretilen peynirlerin pH değerleri Balogun vd. (2019)' nin çalışma sonuçlarıyla yakınlık göstermektedir.

Lactobacillus acidophilus kültürü kullanarak soya içeceğinden krem peynir üreten Liong vd. (2009) peyniri 4 °C' de 20 gün boyunca depolamıştır. Başlangıçta 5.53 olan pH değerinin 20 günün sonunda 4.15' e kadar düştüğü belirtmiştir. Bu tespitler *Lactobacillus acidophilus* kültürü kullanarak üretilen 0A, 13A, 26A ve 39A örnekleriyle uyumludur.

Erk (2021) çalışmasında soya ve badem içeceğiyle vegan peynirler üretmiştir. 45 gün depolama yapılan soya içeceğiyle üretilen peynirlerin pH değerlerinin 4.46-4.95 aralığında değiştiğini ifade etmiştir. Farklı oranlarda bakla içeceği ile üretilen bir başka peynir çalışmasında ise pH değerleri 5.16 ile 6. 43 arasında değişmiştir (Elsamani vd., 2014). Genel olarak peynirlerin saptanan pH aralığıyla benzerlik gösteren çalışmaların olduğu anlaşılmaktadır.

Li vd. (2013) pH değerleri 6.54 ile 7.20 arasında değişen 4 adet farklı sürülebilir soya peyniri üretmişlerdir. Peynir üretimi için kullanılan kültür ve yöntem farklılıkları sebebiyle bu çalışmadaki pH değerleri daha düşüktür.

4.2.8. Titrasyon asitliği [laktik asit (%)] değerleri

Olgunlaşma günü ilerledikçe sekiz çeşit peynirde de asitlik değerleri artış göstermiştir. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde en yüksek asitlik değeri % 3.87 ± 0.09 olarak tespit edilirken, *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde % 1.70 ± 0.10 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.9).

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin 1. gün asitlik değerlerinin 15. günde hemen hemen 2 katına yükseldiği tespit edilmiş diğer günlerde ise daha stabil artışlar kaydedilmiştir. Genel anlamda Tablo 4.9 incelendiğinde en yüksek asitlik değerlerini 26H kodlu peynirin sergilediği görülmektedir.

Tablo 4.9. Peynirlerin laktik asit (%) değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	0.95±0.10 ^{Dc}	2.46±0.07 ^{Cb}	3.49±0.16 ^{Aa}	3.44±0.10 ^{Ba}
0A	0.79±0.09 ^{Eb}	1.54±0.10 ^{Da}	1.28±0.31 ^{CDa}	1.35±0.10 ^{Ea}
13H	1.23±0.00 ^{Bc}	3.09±0.12 ^{Ab}	3.07±0.29 ^{Bb}	3.87±0.09 ^{Aa}
13A	1.15±0.10 ^{BCc}	1.20±0.09 ^{Ebc}	1.36±0.10 ^{Cb}	1.66±0.10 ^{Da}
26H	1.55±0.10 ^{Ad}	3.12±0.11 ^{Ab}	2.80±0.06 ^{Bc}	3.48±0.15 ^{Ba}
26A	0.62±0.09 ^{Fc}	1.41±0.00 ^{Db}	1.35±0.00 ^{Cb}	1.70±0.10 ^{Da}
39H	1.04±0.00 ^{CDb}	2.73±0.09 ^{Ba}	2.81±0.33 ^{Ba}	2.98±0.08 ^{Ca}
39A	0.66±0.10 ^{EFc}	1.14±0.11 ^{Eb}	0.96±0.08 ^{Db}	1.56±0.10 ^{Da}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Tablo 4.9’ da görüldüğü gibi olgunlaşma sonunda *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde en düşük asitlik değeri (2.98 ± 0.08) % 39 soya ieeği ihtiva eden peynire aiten, *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde en düşük asitlik değeri (1.35 ± 0.10) % 0 soya ieeği ihtiva eden peynirde ölçülmüştür.

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistik olarak en farklı gruplar 1. olgunlaşma gününde gözlemlenmiştir. Peynir bileşiminde soya ieeği oranının artması peynirlere ait titrasyon asitliği değerlerine lineer olarak yansımamıştır. Tablo 4.9 incelendiğinde her peynir çeşidi için olgunlaşma günlerinin istatistiki olarak anlam oluşturduğu söylenebilir ($p<0.05$).

Soya-inek sütü bazlı peynir çalışan bazı araştırmacılar farklı oranlarda soya-inek sütü içeren peynirlerinin titrasyon asitliği değerlerini % 1.34-1.47 aralığında bildirmiştir (Hussein vd., 2016). Peynir sütünü koagüle etme metotları arasında değışiklik olsa da ilk gün titrasyon asitliği değerleri ile bildirilen değerler uyumluluk göstermektedir.

Elsamani vd. (2014) % 0, 25, 50 ve 75 oranlarında bakla ieeği bulunduran inek sütleriyle ürettikleri peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin % 0.18 ile 2.66 arasında değıştiğini rapor etmişlerdir. Titrasyon asitliği değerlerinde bakla ieeği oranı arttıkça lineer bir artış kaydedilmiştir.

Balogun vd. (2019) farklı oranlarda soya ve yer bademi içecekleri ile altı çeşit peynir üreterek bazı özelliklerini araştırmışlardır. Soya ieeği oranı azaldıkça asitlik

değeri yükseldiği görülmektedir. % 0, 15 ve 25 yer bademi içeceği bulunduran peynirlerin titrasyon asitliği değerleri % 0.21 ile 0.32 arasında değişmiştir. Peynir üretim metodu ve bitkisel süt menşei sebebiyle titrasyon asitliği değerleri oldukça farklı hesaplanmıştır.

Bütünsel bakıldığında kullanılan peynir hammaddeleri, ortamdaki şekerlerin durumu, oluşan metabolitler, su ve tuz miktarındaki değişimler ve diğer biyokimyasal faaliyetlerin peynirlerin titrasyon asitliği değerlerini etkilediği ifade edilebilir.

4.3. Peynirlerin Duyusal Değerlendirme Bulguları

4.3.1. Görünüm puanları

Duyusal değerlendirme sonucunda *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin görünüm puanlarının 4.88 ± 1.53 ile 8.12 ± 0.83 arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Tablo 4.10). *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerden en düşük görünüm puanını % 39 soya içeceği içeren peynir almıştır. Soya içeceği ihtivasi bileşimde % 25'i geçen çeşitlerin bazılarında görünüm puanları 5' in altına inmiştir. 39A kodlu peynir çeşidi olgunlaşmanın 45. gününde panelistler tarafından 3.28 puan ile en düşük görünüm skorunu almıştır. Ayrıca sadece inek sütünden üretilen peynirlere göre soya içeceği oranı artan peynirlerin görünüm puanları yaklaşık % 25 düzeylerinde daha az kaydedilmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Peynirlerin görünüm puanları*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	8.12 ± 0.83^{Aa}	8.00 ± 0.86^{Aa}	7.33 ± 1.21^{ABa}	7.16 ± 1.32^{Aa}
0A	7.14 ± 0.37^{ABa}	7.71 ± 0.95^{Aa}	8.16 ± 0.75^{Aa}	7.42 ± 1.13^{Aa}
13H	6.75 ± 1.75^{ABa}	7.00 ± 0.86^{ABa}	6.83 ± 0.75^{ABa}	7.33 ± 0.81^{Aa}
13A	7.28 ± 0.95^{ABab}	7.28 ± 0.48^{Aab}	8.33 ± 0.51^{Aa}	6.14 ± 1.77^{Ab}
26H	6.5 ± 1.19^{Ba}	5.44 ± 1.01^{Ca}	5.83 ± 2.48^{BCa}	6.5 ± 1.37^{Aa}
26A	6.14 ± 1.57^{BCa}	7.00 ± 1.29^{ABa}	5.66 ± 1.75^{BCab}	4.28 ± 1.49^{Bb}
39H	6.87 ± 1.24^{ABa}	4.88 ± 1.53^{Cb}	5.5 ± 2.16^{BCab}	6.16 ± 1.16^{Aab}
39A	5.00 ± 1.63^{Ca}	6.00 ± 1.15^{BCa}	4.5 ± 1.76^{Cab}	3.28 ± 1.11^{Bb}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

Hedonik skala (1-9), 1: Aşırı kötü, 9: Mükemmel

A-C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşmanın 45. gününde soya içeceği ihtivasına bağlı istatistiki farklılıklar azalmıştır. 26A ve 39A kodlu peynirler hariç diğer altısı istatistik olarak benzer bulunmuştur ($p<0.05$). Olgunlaşma gününe göre görünüm puanlarında lineer bir artış ya da azalış kaydedilmemiştir. 15. olgunlaşma gününde *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerden 26H ve 39H kodlu peynirlerin görünüm puanları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 0H ve 0A kodlu peynirler olgunlaşma günlerine bağlı istatistiki bir değişim gözlenmeyerek benzer bulunmuştur. Olgunlaşma günü ve soya içeceği oranına bağlı kritik farklılıklar % 26 soya içeceği içeren peynir çeşitlerinden başlamıştır ($p<0.05$).

Hussein vd. (2016)' in yaptığı peynir çalışmasında panelistler görünüm açısından % 0 soya içecekli peynir çeşidine 6.43 puan, % 25 soya içecekli peynir çeşidi ise 5.57 puan vermiştir (1-7 hedonik skalası kullanılmıştır). Soya içeceği ilavesi arttıkça peynirlerin görünüm puanlarında kaydedilen düşüşler benzer şekilde Hussein vd. (2016)' nın bildirdikleriyle örtüşmektedir.

4.3.2. Yapı-doku puanları

Ağız hissi, sürülebilirlik, sertlik ve yumuşaklık gibi parametreleri barındıran yapı-doku duyuşsal kriteri, tüketicinin ürünü beğenmesi ve talep etmesi açısından önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir.

Yapı-doku özelliği açısından en düşük puan 5.33 ± 1.11 değeri ile 26H kodlu peynirde 15. olgunlaşma gününde kaydedilmiştir. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin yapı-doku özelliği puanlamaları 4.14 ± 1.21 ile 8.00 ± 0.89 arasında değişim göstermiştir. Genel olarak yapı-doku puanları 5' in altına düşmemiştir. Olgunlaşmanın ilk günü 7.50 ± 1.60 değeri ile 0H peyniri beğenilse de, son olgunlaşma gününde 7.33 ± 0.51 değeri ile 13H peyniri beğenilmiştir (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Peynirlerin yapı-doku puanları*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	7.50 ± 1.60^{Aa}	7.66 ± 1.58^{Aa}	7.5 ± 0.83^{ABa}	6.16 ± 1.72^{ABa}
0A	6.85 ± 1.34^{Aa}	7.00 ± 1.00^{Aa}	8.00 ± 0.89^{Aa}	6.71 ± 0.95^{ABa}
13H	6.87 ± 1.95^{Aa}	7.11 ± 0.92^{Aa}	7.00 ± 0.89^{ABCa}	7.33 ± 0.51^{Aa}
13A	7.28 ± 0.75^{Aa}	6.71 ± 0.95^{Aa}	7.83 ± 1.16^{Aa}	5.57 ± 0.97^{BCDb}
26H	6.62 ± 1.18^{Aa}	5.33 ± 1.11^{Ba}	6.5 ± 0.83^{ABCa}	6.00 ± 1.41^{ABCa}
26A	6.57 ± 1.13^{Aa}	6.85 ± 0.89^{Aa}	5.50 ± 1.76^{CDab}	4.57 ± 1.39^{CDb}

39H	6.50±1.69 ^{Aa}	6.33±1.65 ^{ABa}	6.00±1.09 ^{BCa}	6.66±1.36 ^{ABa}
39A	6.00±1.29 ^{Aa}	6.42±0.97 ^{ABa}	4.33±1.63 ^{Db}	4.14±1.21 ^{Db}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek
sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

Hedonik skala (1-9), 1: Aşırı kötü, 9: Mükemmel

A-D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda olgunlaşmanın ilk gününde tüm peynir çeşitleri aynı bulunmuştur ($p>0.05$). Olgunlaşma ilerledikçe istatistiksel farklılıkların arttığı gözlemlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapı-doku özelliği için en farklı çeşitler 26H ve 39A olarak kaydedilmiştir. Soya içeceği oranı ve starter kültür baz alındığında ise 13A, 26A ve 39A kodlu peynirler $p<0.05$ düzeyinde istatistik olarak anlamlı ve farklı saptanmıştır. Bu bağlamda starter kültür çeşidinin peynirlerin yapı ve doku gelişimini kritik derecede etkilediği aşıkardır.

1-5 puanlık hedonik skala ile Elsamani vd. (2014)' nin süt bileşiminde % 0-50 bakla içeceği içeren peynirleri yapı-doku özelliği için taze peynirler 3.50-3.58 aralığında, 75 gün olgunlaştırılmış aynı peynirler ise 3.25-3.58 aralığında puanlar almıştır. Taze ve olgun peynirler yapı-doku açısından iyi ve çok iyi aralığında değerlendirilmiştir. Tezdeki peynir numunelerinin yapı-doku özellikleri ortanın altı kötüünün üstü ile çok iyi (4.14-8.00) bandında değerlendirilmiştir. Kullanılan hedonik skalalar farklı dahi olsa iki çalışma arasında yapı-doku özelliği açısından benzerlikler bulunmaktadır.

Hussein vd. (2016) farklı soya içeceği-inek sütü karışımı peynirlerinin yapı doku puanlarının 1-7 hedonik skala için 4.6 ile 5.6 arasında değiştini grafiksel olarak ifade etmiştir. Soya içeceği içerme %' sine göre yapı-doku özelliklerinin önemli derecede değişim gösterdiğini vurgulamıştır. Özellikle % 26 ve 39 soya içeceği ihtiva eden peynir çeşitlerinde bu durum bariz yapı-doku puanlamalarına yansımıştır.

Belli miktarda soya proteini ilavesinin sürülebilirlik özelliğini iyileştirdiğini bildiren Rinaldoni vd. (2014) soya proteini konsantratu ilavesi 10 g/L' ı geçtiğinde panelistler tarafından daha düşük sürülebilirlik değerleri verildiğini açıklamıştır. Özellikle %26 soya içeceği ilavesinin ardından bizim çalışmamızda da yapı-doku detayları düşünöldüğünde benzer bulgulara rastlanmıştır.

4.3.3. Tat-Lezzet-Aroma puanları

İnek sütü ve soya ieeğinin farklı oranlarda karışimlarıyla hazırlanan peynirlerde soya ieeğinin fasulye aromasının nihai ürünlerin beğenilmesi açısından panelistleri nasıl etkileyeceğı kilit önem arz etmektedir. Tablo 4.12 panelistlerin ürün ihtivasını bilmeden soyadan gelen fasulye aromasını tanımlama olasılığının düşük olduğunu göstermektedir.

*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerinden % 0 soya ieeğı ihtiva eden peynir tat-lezzet ve aroma puanlamaları açısından (7.55 ± 1.33) değeriyle en çok beğenilen peynir olarak belirlenmiştir. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerden % 0 soya ieeğı ihtiva eden peynir tat-lezzet ve aroma puanlamaları açısından en yüksek puanı (8.33 ± 0.81) değeriyle 30. olgunlaşma gününde almıştır. Çalışmada soyanın besleyici ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle son yıllarda birçok formda pazara girmesi söz konusuyken aroma özelliklerinin daha yavan, otsu olmasından dolayı daha düşük puanlamalar görülmüştür.

Tablo 4.12. Peynirlerin tat-lezzet-aroma puanları*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	7.50±1.69 ^{Aa}	7.55±1.33 ^{Aa}	6.00±1.41 ^{BCa}	5.83±1.47 ^{ABCa}
0A	6.00±2.30 ^{Ab}	7.28±1.38 ^{Aab}	8.33±0.81 ^{Aa}	5.57±1.90 ^{ABCb}
13H	6.00±2.00 ^{Aa}	7.22±1.09 ^{ABa}	6.66±0.81 ^{ABCa}	7.00±1.09 ^{Aa}
13A	7.00±1.15 ^{Aab}	7.00±0.81 ^{ABab}	7.66±1.50 ^{ABa}	5.71±1.49 ^{ABCb}
26H	5.87±1.95 ^{Aa}	5.77±0.97 ^{BCa}	6.00±1.54 ^{BCa}	6.33±1.75 ^{ABa}
26A	6.28±1.60 ^{Aa}	5.42±1.61 ^{Ca}	5.16±1.94 ^{CDa}	4.71±1.49 ^{BCa}
39H	5.75±1.75 ^{Aa}	6.22±1.56 ^{ABCa}	6.83±1.16 ^{ABCa}	6.33±1.36 ^{ABa}
39A	6.28±1.25 ^{Aa}	5.14±1.67 ^{Cab}	4.00±1.67 ^{Db}	4.00±1.29 ^{Cb}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeğı+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeğı+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeğı+%61 inek sütü peynir.

Hedonik skala (1-9), 1: Aşırı kötü, 9: Mükemmel

A-D: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

İstatistiksel analizler olgunlaşmanın ilk gününde tüm peynir çeşitleri arasında soya ieeğı ve starter kültür faktörlerinin anlamlı bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. 15. olgunlaşma gününün ardından tat-lezzet ve aroma duyuşal kriteri açısından $p < 0.05$ seviyesinde farklılıklar oluşmaya ve anlam kazanmaya başlamıştır. Olgunlaşma süresince peynirlerin tat-lezzet ve aroma puanlarında doğrusal bir değışim gerçekleşmeyip dalgalanmaların olduğu gözlenmiştir. 26H ve 39H peynirleri genel olarak olgunlaşma süresince artan puanları almayı başarmıştır.

Peynirde lezzet, süt ortamındaki mikrobiyal topluluğun süt yağı, proteinler ve karbonhidratlar üzerindeki kombine metabolik aktivitesi ve peynir matrisindeki diğer enzimatik ve kimyasal dönüşümler ile gelişmektedir. Peynir aroması oluşumunda rol oynayan başlıca LAB metabolik yolları laktoz (veya glikoliz) ve sitrat metabolizmasının yanı sıra proteoliz ve ardından gelen aminoasit katabolizmasıdır (Blaya vd., 2018).

Lactococcus lactis ssp. lactis, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis var. maltigenes* ve *Lactococcus lactis ssp. cremoris* gibi starter ve starter olmayan süt peyniri kültürlerinin eklenmesi işleminin soya peynirinin lezzetini artırmaya yardımcı olabileceği bildirilmiştir (Ahmad vd., 2008). Ahmad vd. (2008)' nin belirttiği gibi *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonuyla üretilen % 26 ve % 39 oranlarında soya ieeği ihtiva eden peynirlerin *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonuyla üretilen çeşitlerine göre daha yüksek tat-lezzet-aroma skorları kaydetmiştir.

Farklı bakla ieeği oranlarıyla peynirler üreten bir çalışmada tat ve lezzet için duysal değerlendirme başlıkları açan Elsamani vd. (2014) taze peynirler için 2.75-3.58 aralığında, 75 gün olgunlaştırılmış aynı peynirler için 2.75-4.16 aralığında puanlar kaydetmiştir. Tez çalışmasındaki sekiz peynir ise tat-lezzet-aroma değerlendirmesinde panelistlerden 4.00-8.33 aralığında puanlar almıştır. Dolayısıyla, ortanın altı kötünün üstü ile çok iyi bandında değerlendirilmiştir. Hedonik skala farklılığından dolayı alınan puanlar farklı olsa da panelistler tarafından kabul görme durumları açısından bu çalışmayla uyumluluk arz etmektedir.

Soya protein konsantratı ile zenginleştirilen bazı yumuşak peynirlerde soya proteini ilavesi arttıkça aroma değerlerinin dikkat çekecek şekilde azaldığı belirtilmiştir (Rinaldoni vd., 2014). Ancak bizim çalışmamızda bahsedilen çalışmadaki gibi keskin düşüşler kaydedilmiştir.

4.3.4. Koku puanları

Soya kaynaklı bitkisel sütün fasulyemsi aromasından dolayı tez kapsamında üretilen peynir ürünlerinde koku özelliğini belirgin şekilde etkileyeceği öngörülmekteydi. Fakat koku skorları açısından üretilen peynirler panelistler tarafından hedonik skalaya göre aşırı kötü olarak nitelendirilmemiştir.

Koku duysal özelliği açısından soya ieeği ihtiva eden peynirler olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde % 0 soya ieeği ihtiva eden peynirlerden daha

yüksek puanlar aldığı Tablo 4.13' ten görülmektedir. Olgunlaşmanın koku özelliği üzerine etkisi dikkate alındığında en düşük puanları *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin % 39 soya içeceği ihtiva eden çeşidi almıştır.

Genel itibariyle koku puanları 4.71 ± 1.79 ile 8.00 ± 0.89 arasında değişmiştir. Olgunlaşmanın son günü en yüksek koku puanı skorunu 6.83 ± 1.72 değeri ile 26H kodlu peynir numunesi sergilemiştir. 26A ve 39A kodlu peynir numunelerinin koku puanları olgunlaşma günü ilerledikçe azalmıştır.

Tablo 4.13. Peynirlerin koku puanları*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	7.37±1.30 ^{Aa}	7.77±0.97 ^{Aa}	6.00±1.26 ^{BCb}	5.66±1.21 ^{ABb}
0A	7.28±1.25 ^{Aa}	7.00±1.15 ^{ABCa}	7.66±0.81 ^{Aa}	6.71±1.59 ^{Aa}
13H	6.37±1.30 ^{Aa}	7.22±0.66 ^{ABa}	7.50±0.54 ^{Aa}	6.50±1.37 ^{ABa}
13A	7.14±1.34 ^{Aab}	7.14±0.89 ^{ABCa}	8.00±0.89 ^{Aa}	5.57±1.90 ^{ABb}
26H	6.5±1.41 ^{Aa}	5.88±1.26 ^{Ca}	6.66±1.21 ^{ABa}	6.83±1.72 ^{Aa}
26A	6.71±1.97 ^{Aa}	6.14±1.34 ^{BCa}	6.00±1.09 ^{BCa}	5.00±1.29 ^{ABa}
39H	6.25±1.03 ^{Aa}	6.33±1.50 ^{BCa}	7.16±1.16 ^{ABa}	6.66±1.36 ^{ABa}
39A	7.14±1.34 ^{Aa}	5.85±1.21 ^{Cab}	5.00±1.78 ^{Cb}	4.71±1.79 ^{Bb}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

Hedonik skala (1-9), 1: Aşırı kötü, 9: Mükemmel

A-C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre peynirlerin koku puanlarındaki istatistiki farklılıklar olgunlaşmanın 15. günü başlamıştır. Olgunlaşmanın son günü ise 39A kodlu hariç diğer peynirlerin $p < 0.05$ seviyesinde birbirlerine benzediği aşıkardır (Tablo 4.13). Soya içeceği oranı ve starter kültür çeşidinin 0H ve 39A kodlu peynir örneklerinde önemli farklılıklar oluşturduğu görülmektedir.

İnek sütü peynirlerinin kalite özelliklerini probiyotik starter kültürlerin etkisini araştıran Murtaza vd. (2022) çalışmasında *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* bakterilerini kullanmıştır. 9-puanlık hedonik skala kullanılan çalışmada peynir çeşitleri 60 gün olgunlaşmanın sonunda koku duyuşsal özelliği açısından 6.19 ile 6.41 arasında puanlar almıştır. Bu çalışmadaki koku puanları 4.71 ± 1.79 ile 8.00 ± 0.89 arasında değişmiştir. Bu çalışmadaki 0A, 13H, 26H ve 39H kodlu peynirlerin olgunlaşmanın sonundaki koku değerleri Murtaza vd. (2022)' nin peynirleriyle benzerlik göstermiştir.

4.3.5. Tüm izlenim puanları

Tüm izlenim ya da genel beğeni, kabul edilebilirlik bir ürünün tüketiciler tarafından ne kadar tercih edilebilir olacağını belirlemek adına oldukça önemlidir. Ürünün potansiyel tüketici talebini yansıtacak ciddi bir belirteçtir.

Panelistlerin *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin tüm izlenim puanlarına bakıldığında tüm peynirlerin 6 ve üzeri puan aldığı görülmektedir. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerden % 0 ve % 13 soya ieeği içeren peynirlere verilen tüm izlenim puanları birbirlerine yakındır (Tablo 4.14). Panelistler tüm duysal özellikler açısından en dk puanları 39A kodlu peynire vermiştir (şekil 4.4).

Tablo 4.14. Peynirlerin tüm izlenim puanları*

rnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	7.75±1.03 ^{Aa}	8.11±0.78 ^{Aa}	7.00±0.89 ^{ABCab}	6.16±1.60 ^{ABb}
0A	6.57±1.51 ^{Ab}	7.57±1.27 ^{ABab}	8.16±0.40 ^{Aa}	6.57±0.97 ^{Ab}
13H	6.75±1.98 ^{Aa}	7.44±0.88 ^{ABa}	7.33±0.51 ^{ABa}	7.33±0.51 ^{Aa}
13A	6.85±0.89 ^{Abc}	7.14±0.89 ^{ABCab}	8.00±0.89 ^{ABa}	5.85±1.06 ^{ABc}
26H	6.37±1.40 ^{Aa}	5.55±0.72 ^{Da}	6.00±1.26 ^{CDa}	6.66±1.75 ^{Aa}
26A	6.14±1.77 ^{Aa}	6.28±1.38 ^{BCDa}	5.66±1.50 ^{DEa}	4.85±1.34 ^{BCa}
39H	6.25±1.58 ^{Aa}	6.11±1.76 ^{CDa}	6.83±0.40 ^{BCDa}	6.5±1.37 ^{Aa}
39A	6.28±1.25 ^{Aa}	5.71±1.38 ^{Dab}	4.66±1.50 ^{Ebc}	3.85±1.06 ^{Cc}

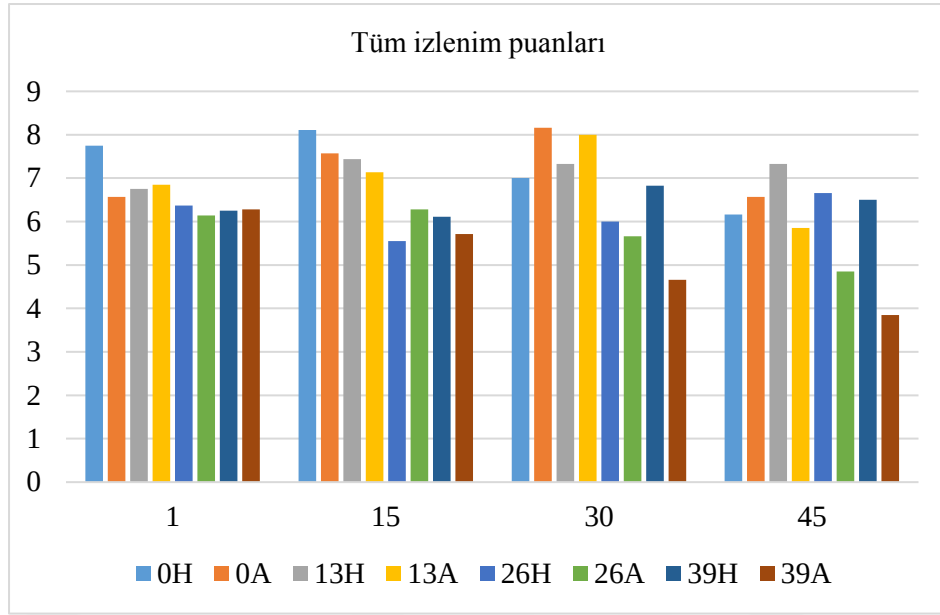
H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

Hedonik skala (1-9), 1: Aşırı kötü, 9: Mükemmel

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda olgunlaşmanın 15 ve 30. günlerinde kaydadeğer farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). 15. olgunlaşma gününde % 26 ve % 39 soya ieeği içeren peynirler (26H, 26A, 39H ve 39A) arasında istatistiki olarak birbirlerine benzemelerine rağmen, 30. olgunlaşma gününde % 26 ve % 39 soya ieeği içeren peynirler starter kültürlerine göre istatistiki olarak birbirlerinden farklıdırlar. Soya ieeği ve starter kültür çeşidi baz alındığında 13H, 26H, 39H ve 26A kodlu peynirler istatistiksel anlamda $p<0.05$ seviyesinde aynı oldukları ortaya koyulmuştur. Soya ieeğinin değişen oranları, inek sütünün doğası ve starter kültür kombinasyonlarının farklılığı istatistiksel olarak peynir numuneleri arasında farklılıklara neden olmuştur.



Şekil 4.4. Olgunlaşma süresince peynirlerin tüm izlenim puanlarındaki değişimler

Süt bileşiminde % 0-50 bakla içeceği içeren bir peynir çalışmasında duyuşal değerlendirme 1-5 puanlık hedonik skala ile yapılmıştır (Elsamani vd., 2014). Değerlendirme sonucuna göre tüm izlenim açısından taze peynirler 2.66-3.00 aralığında puanlar alırken, 75 gün olgunlaştırılmış aynı peynirler 3.08-4.16 aralığında puanlar almışlardır. Dolayısıyla peynirler kabul edilebilir ve çok iyi bandında değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ise tüm izlenim açısından peynirler ortanın altı kötü'nün üstü ile çok iyi (3.85-8.16) bandında değerlendirmeler yapılmıştır. Bu bağlamda tüm izlenim beğeni karşılıkları açısından çalışmalar benzerlik göstermektedir.

Soya içeceği ve inek sütü ile yapılan başka bir peynir çalışmasında sadece inek sütünden yapılan peynir 1-7 hedonik skalasında 5.86 değeri ile en yüksek genel beğeni puanını almıştır. Öte yandan, % 25 soya içeceği ihtiva eden peynir çeşidi ise 5.79 genel beğeni skorunu yakalamıştır. Soya içeceği ihtivasi artan peynirlerde en düşük genel beğeni puanları kaydedilmiştir (Hussein vd., 2016). Tüm izlenim değerlerine bakıldığında bu çalışmada da benzer tespitler elde edildiği görülmektedir (Tablo 4.14).

Lactobacillus asidophilus gibi probiyotik kültürlerin peynirin kalite özelliklerini nasıl etkilediğini ortaya koyan bir çalışmada peynirler 120 gün boyunca olgunlaştırılmıştır. 120 gün sonunda tüm izlenim puanları 9' luk hedonik skala üzerinden 7.19-7.41 aralığında verilmiştir (Murtaza vd., 2022). % 0 ve % 13 soya içeceği içeren peynir çeşitlerinde benzer puanlara rastlanmakta olup Murtaza vd. (2022)' nin bulguları sonuçlarımızla çelişmemektedir.

4.4. Peynirlerin Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

4.4.1. Laktobasil sayıları

Tez kapsamında tasarlanan iki farklı kültür kombinasyonunda bulunan laktik asit bakterilerinin üç tanesi *Lactobacillus* cinsine ait türlerdir. Probiyotik özellik taşıyan *Lactobacillus acidophilus*, proteolitik özellikli *Lactobacillus helveticus* ve peynir üretiminde önemli olan *Lactobacillus casei* türlerinin varlıkları ve olgunlaşma boyunca varlıklarını sürdürmeleri üretilen peynirlerin fonksiyonelliği açısından oldukça hayati ve elzemdir.

Olgunlaşma süresince en yüksek laktobasil sayıları 13A kodlu peynir örneği için kaydedilmiştir. Olgunlaşmanın ilk gününde *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynir numunelerinin laktobasil sayıları 8.05 ± 0.05 - 9.51 ± 0.02 log kob/g aralığında değişmiştir. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin laktobasil sayıları 9 log kob/ g' ın üzerinde saptanmıştır. Olgunlaşmanın ilk günü en düşük laktobasil sayılarını 0H ve 0A kodlu peynirler sergilemiştir. Peynir sütündeki soya ieeği miktarının artışı genellikle laktobasil sayılarının artışına neden olmuştur.

Tablo 4.15. Peynirlerin laktobasil sayıları (log kob/g)*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	8.05 ± 0.05^{Cc}	8.95 ± 0.00^{Bb}	9.02 ± 0.02^{Ba}	8.98 ± 0.01^{Aab}
0A	9.23 ± 0.05^{Bb}	9.49 ± 0.16^{Aa}	9.29 ± 0.03^{Cab}	9.18 ± 0.17^{Bb}
13H	8.70 ± 0.35^{Bb}	9.50 ± 0.10^{Aa}	9.19 ± 0.09^{Aa}	9.18 ± 0.17^{Aa}
13A	9.65 ± 0.16^{Aa}	9.41 ± 0.00^{ABa}	9.75 ± 0.21^{Aa}	9.65 ± 0.30^{Aa}
26H	9.38 ± 0.34^{Aa}	8.77 ± 0.07^{Cb}	8.98 ± 0.02^{Bab}	8.92 ± 0.22^{Ab}
26A	9.72 ± 0.16^{Aa}	9.53 ± 0.21^{Aa}	9.66 ± 0.12^{ABa}	9.13 ± 0.12^{Bb}
39H	9.24 ± 0.08^{Ab}	9.51 ± 0.02^{Aa}	9.06 ± 0.05^{Bc}	8.94 ± 0.09^{Ac}
39A	9.71 ± 0.16^{Aa}	9.16 ± 0.14^{Bb}	9.36 ± 0.20^{BCab}	9.48 ± 0.19^{ABab}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

A-C: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşmanın ilk gün verileri incelendiğinde soya ieeği ilavesinin $p < 0.05$ seviyesinde laktobasil sayılarında farklılıklara neden olduğu anlaşılmaktadır. Diğer olgunlaşma günlerinde de starter kültür çeşidi ve soya ieeği oranı kriterlerinin istatistiksel anlamda önemli farklılıklar oluşturduğu görülmektedir (Tablo 4.15). Tüm veriler göz önüne alındığında laktobasil sayılarının kaydadeğer şekilde azalmadığı ve

aksine 45 gün olgunlaşma boyunca probiyotik ($>6 \log \text{ kob/mL}$) niteliğini koruduğu açıkça görülmektedir.

Murtaza vd. (2017) *Lactobacillus acidophilus* ile çalıştığı çedar peynirlerini 180 gün olgunlaştırmıştır. *Lactobacillus acidophilus* ilk gün $10.02 \pm 0.40 \log \text{ kob/g}$ 180. gün 4°C ' de $7.86 \pm 0.88 \log \text{ kob/g}$ olarak saptamıştır. Bu çalışmadaki peynirlerin laktobasil sayıları gram peynir bazında $>10 \log \text{ kob/g}$ 'ın üzerinde olup 45 günlük olgunlaşmayla kaydadeğer bir azalma görülmemiştir. Dolayısıyla laktobasil sayısı yönünden çalışmamız (Murtaza vd., 2017) çalışması ile benzerlikler göstermektedir.

Bifido. bifidum ve *Lactobacillus acidophilus* ile beyaz peynir üretilen bir çalışmada *Lactobacillus acidophilus* sayısı olgunlaşmanın başlangıcında $8-9 \log \text{ kob/g}$ olarak bildirilmiştir (Erkaya ve Şengul, 2015). Olgunlaşmanın 60. günü ise bu sayı $6.5-7.5 \log \text{ kob/g}$ aralığına gerilemiştir. Bu çalışmada laktobasil sayıları $8-9 \log \text{ kob/g}$ civarında belirlenmiştir. Çalışmadaki peynirlerin laktobasil sayıları Erkaya ve Şengul (2015)' in sonuçlarına göre yüksek tespit edilmiştir.

4.4.2. Laktokok sayıları

Süt ve süt ürünleri endüstrisinde Danisco, Hansen gibi starter kültür markalarının peynir üretimi için tasarladıkları liyofilize kültürler kullanılmaktadır. Bu liyofilize kültürler ağırlıklı *Lactococcus* cinsine ait suşları ve karışımlarını içermektedir. Asit üretme yeteneklerinden dolayı çalışmada peynir starter kültürlerinde *Lactococcus lactis* ve *Lactococcus cremoris* suşlarına yer verilmiş ve olgunlaşma süresince sayıları takip edilmiştir.

Tablo 4.16 incelendiğinde 8.07 ± 0.06 değeri ile en düşük laktokok sayısını 0H kodlu peynirin, 9.74 ± 0.35 değeri ile en yüksek laktokok sayısını 39A kodlu peynirin sergilediği görülmektedir. İlerleyen olgunlaşma gününe bağlı genel olarak laktokok bakteri sayıları artma eğilimi göstermiştir. 39H kodlu peynir hariç diğer *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynir numunelerinin laktokok sayıları ilk 15 günde azalmış ve 15 ile 30 olgunlaşma günü arasında artmıştır. Laktokok sayıları için lineer artış ya da azalışlar kaydedilmemiştir. Ayrıca, laktokok sayım verilerinin % 87.5' uğunun $9 \log \text{ kob/g}$ ' ın üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Peynirlerin laktokok sayıları (log kob/g)*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	9.02±0.02 ^{Ba}	8.07±0.06 ^{Db}	9.11±0.00 ^{CDa}	8.96±0.06 ^{Ea}
0A	9.07±0.06 ^{Bc}	9.72±0.05 ^{Aa}	9.29±0.15 ^{BCb}	9.29±0.10 ^{Db}
13H	9.59±0.11 ^{Aa}	9.21±0.13 ^{Bbc}	9.07±0.02 ^{Dc}	9.40±0.16 ^{CDab}
13A	9.57±0.04 ^{Ab}	9.45±0.14 ^{ABbc}	9.37±0.07 ^{ABc}	9.84±0.00 ^{Aa}
26H	9.28±0.01 ^{Ba}	8.72±0.26 ^{Cc}	9.09±0.14 ^{Dab}	8.99±0.01 ^{Ebc}
26A	9.72±0.24 ^{Aa}	9.61±0.37 ^{Aa}	9.51±0.14 ^{Aa}	9.57±0.02 ^{BCa}
39H	9.19±0.06 ^{Bc}	9.65±0.04 ^{Aa}	9.40±0.07 ^{ABb}	9.05±0.09 ^{Ed}
39A	9.74±0.35 ^{Aa}	9.18±0.19 ^{Bc}	9.31±0.07 ^{Bbc}	9.69±0.08 ^{ABab}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
 0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Soya içeceği ilavesi ve starter kültür çeşidine göre kaydedilen laktokok verileri olgunlaşma ilerledikçe istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). 45. olgunlaşma gününde istatistik anlamda farklı olan grup sayısı arttığı görölmektedir (Tablo 4.16). Bu da olgunlaşma işleminin kritik bir önem teşkil ettiğini göstermektedir. 26A kodlu peynirin olgunlaşmaya bağlı laktokok sayıları istatistik olarak birbirine benzediği ($p>0.05$), 39H kodlu peynirinkilerin ise birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. 45 gün geçmesine rağmen peynir ürünlerinin hala yaklaşık 9-10 log kob/g içermesi bünyesinde yararlı mikroorganizmaları bulundurması açısından oldukça kıymetlidir.

Kaşar peyniri için yeni bir yenilebilir kaplama ambalaj deneyen bir çalışmada tüm peynirlerin başlangıçta laktokok sayıları 6.02 ile 6.38 log kob/g arasında değişmiş ve 120 gün olgunlaşma döneminin sonuna 7.57–8.61 log kob/g’ a doğru artış göstermiştir (Erkaya-Kotan vd., 2023). Bu çalışmada laktokok sayıları 8.07-9.74 log kob/g aralığında değişmekle birlikte olgunlaşma gününe bağlı olarak lineer bir azalış-artış göstermemiştir. Bu çalışmadaki peynirlerin gram örnek bazında laktokok sayıları Erkaya-Kotan vd. (2023)’ a göre yaklaşık 2-3 log kob/g daha fazladır.

4.4.3 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

Toplam mezofil aerobik bakteri sayımı, gıdanın bozulma başlangıcı ve raf ömrü ile ilgili fikir edinmemize yardım eden bir gıda kalite parametresidir.

Toplam mezofil aerobik bakteri bulguları incelendiğinde en yüksek skorlar 13H ve 39H kodlu peynir numunelerinde tespit edilmiştir. Sekiz farklı peynirin toplam

mezofil aerobik bakteri sayılarının 8.75 ± 0.05 ile 9.85 ± 0.10 log kob/g arasında değiştiği Tablo 4.17' den görülmektedir.

Tablo 4.17. Peynirlerin toplam mezofil aerobik bakteri sayıları (log kob/g)*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	9.26±0.18 ^{DEa}	9.19±0.18 ^{Ba}	8.75±0.05 ^{Fb}	9.01±0.02 ^{Ea}
0A	9.11±0.11 ^{Eb}	9.56±0.13 ^{Aa}	9.09±0.09 ^{CDEb}	9.54±0.06 ^{BCa}
13H	9.85±0.09 ^{Aa}	9.49±0.15 ^{Ab}	8.96±0.31 ^{EFc}	9.33±0.05 ^{CDb}
13A	9.60±0.05 ^{BCb}	9.51±0.03 ^{Ab}	9.63±0.03 ^{Ab}	9.85±0.10 ^{Aa}
26H	9.44±0.11 ^{CDa}	8.96±0.11 ^{Bb}	9.04±0.00 ^{DEb}	9.03±0.20 ^{Eb}
26A	9.68±0.01 ^{ABa}	9.55±0.19 ^{Aab}	9.34±0.03 ^{BCc}	9.35±0.05 ^{Cbc}
39H	9.30±0.05 ^{Db}	9.65±0.12 ^{Aa}	9.23±0.20 ^{CDb}	9.13±0.11 ^{DEb}
39A	9.41±0.08 ^{Dab}	9.20±0.17 ^{Bb}	9.49±0.02 ^{ABa}	9.61±0.17 ^{Ba}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Starter kültür çeşidi ve soya ieeği oranı açısından tüm olgunlaşma günleri dikkate alındığında her peynir çeşidi için $p<0.05$ seviyesinde istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Olgunlaşmanın 15. gününde 0H, 26H ve 39A kodlu peynirlerin birbirlerine benzediği görülmektedir ($p>0.05$). En yüksek toplam mezofil aerobik bakteri sayıları olgunlaşmanın 15. gününden itibaren 13A kodlu peynir için hesaplanmıştır. Toplam mezofil aerobik bakteri sayılarında olgunlaşma gününe bağlı olarak azalış-artışlar olsa da matematiksel olarak 9 log kob/g' ın altına düşüşe çok nadir rastlanmaktadır.

Farklı oranlarda bakla ieeği ve inek sütüyle yumuşak peynir üretilen bir çalışmada toplam bakteri sayısı $1.3-5.6 \times 10^6$ kob/g olarak belirlenmiştir (Elsamani vd., 2014). Elsamani vd. (2014) ile kıyaslandığında bu çalışmadaki peynirler yaklaşık 2-3 log kob/g daha fazla bakteri içermektedir.

Banihashemi vd. (2020) geleneksel İran Koopeh peynirinde yaptığı çalışmada 3 ile 6 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Bizim peynirlerimiz 8-10 log kob/g civarında olup Banihashemi vd. (2020)' nın peynirlerinden 3-7 log kob/g daha fazla toplam bakteri içermektedir.

4.4.4. Maya-küf sayıları

Olgunlaşmanın ilk gününde soya içeceği ile yapılan peynirlerde maya-küf sayısı sade inek sütüyle yapılan peynirlere göre daha düşük olmasına rağmen olgunlaşma sonuna doğru 5 log kob/g değerlerine erişmiştir. 3.00 ± 0.00 log kob/g ile en düşük toplam maya-küf sayısını 39H kodlu peynir çeşidi sergilemiştir. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen tüm çeşitlerde toplam maya-küf sayısı olgunlaşma boyunca yaklaşık 3.26-4 log kob/g artmıştır (Tablo 4.18). 13H ve 26H kodlu peynirlerin maya-küf sayıları olgunlaşma süresince kademeli olarak artış göstermiştir.

Tablo 4.18. Peynirlerin maya-küf sayıları (log kob/g)*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	6.09±0.08 ^{Ab}	6.66±0.03 ^{Aa}	6.15±0.15 ^{Db}	6.21±0.20 ^{Db}
0A	3.95±0.00 ^{Bd}	6.54±0.00 ^{Ac}	7.38±0.09 ^{Aa}	7.21±0.07 ^{Ab}
13H	2.13±0.12 ^{Ed}	3.20±0.02 ^{Cc}	4.44±0.13 ^{Fb}	5.12±0.10 ^{Ea}
13A	2.87±0.02 ^{Dc}	5.72±0.25 ^{Bb}	6.97±0.02 ^{Ba}	6.87±0.17 ^{Ba}
26H	2.73±0.12 ^{Dd}	2.95±0.04 ^{Dc}	4.17±0.16 ^{Gb}	4.94±0.04 ^{Ea}
26A	2.73±0.03 ^{Dd}	5.70±0.07 ^{Bc}	6.68±0.09 ^{Ca}	6.51±0.03 ^{Cb}
39H	2.09±0.08 ^{Ec}	2.90±0.05 ^{Db}	5.12±0.11 ^{Ea}	3.00±0.00 ^{Fb}
39A	3.45±0.02 ^{Cc}	5.57±0.21 ^{Bb}	6.85±0.00 ^{BCa}	6.72±0.02 ^{Ba}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-F: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşma günü, starter kültür çeşidi ve soya içeceği oranı faktörleri maya-küf sayısındaki farklılıkları istatistiksel açıdan anlamlı kılmıştır ($p<0.05$). Duncan çoklu karşılaştırma testine göre özellikle olgunlaşmanın 30. gününde tüm peynir çeşitleri birbirinden farklıdır. Maya-küf sayısının matematiksel ve istatistiksel olarak değişimleri için 30 olgunlaşma günü önem arz etmektedir.

Geleneksel İran Koopeh peyniri çalışan Banihashemi vd. (2020) toplam maya küf sayısını 3-5 log kob/g olarak bildirmiştir. Tablo 4.18' e bakıldığında iki çalışmada maya-küf sayılarının yakın olduğu söylenebilir.

Peynirlerin mikrobiyolojik bulgularına bütünsel bakılırsa; laktobasil, laktokok, toplam mezofil bakteri ve toplam maya-küf sayısı sonuçları Duncan çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilmiş ve tüm varyasyon kaynakları ve etkileşimlerinin istatistik

açından anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca 2 log kob/g' dan düşük olduğundan tablolarda toplam koliform sayısına yer verilmemiştir.

4.5. Peynirlerin Tekstürel Özellik Bulguları

Peynirlerin tekstürel kalitesini belirlemek için tekstür profil analizi oldukça önemli bir indikatördür. Peynirlerin tekstürel özellikleri, protein matrisinin ve yağ damlacıklarının birleşik yapısal özellikleri tarafından belirlenmektedir. Protein moleküllerinin yüksek derecede çapraz bağlanması, deformasyona karşı yüksek direnç göstermesine sebebiyet vererek peynirin tekstürel özelliklerini etkilemektedir (Şengül vd., 2014).

4.5.1. Sertlik (Hardness) Değerleri

Olgunlaşmanın ilk gününde üretilen peynirlerin sertlik (hardness) değerleri incelendiğinde $1,287.04 \pm 224.69$ değeri ile en yüksek sertlik değerini 0A kodlu peynir göstermiştir. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin sertlik (hardness) değerlerine bakıldığında $1,093.97 \pm 216.79$ değeri ile % 13 soya içeceği içeren peynir olgunlaşmanın 45. gününde en yüksek değeri sergilemiştir. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlere göre daha sert olduğu söylenebilir (Tablo 4.19). Ayrıca soya içeceği ilavesi artan peynirlerde sertlik değerlerinin de düştüğü gözlenmiştir.

Tablo 4.19. Peynirlerin sertlik değerleri (N)*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	248.36 $\pm$ 29.58 ^{Bb}	228.14 $\pm$ 16.16 ^{Cdb}	191.60 $\pm$ 46.67 ^{CDEb}	575.96 $\pm$ 145.24 ^{Ba}
0A	1287.04 $\pm$ 224.69 ^{Aa}	865.36 $\pm$ 35.79 ^{Ab}	1065.06 $\pm$ 17.72 ^{Aab}	1052.74 $\pm$ 18.51 ^{Aa}
13H	148.87 $\pm$ 32.37 ^{Cdb}	256.81 $\pm$ 21.05 ^{Cb}	248.87 $\pm$ 10.75 ^{Cb}	1093.97 $\pm$ 216.79 ^{Aa}
13A	199.97 $\pm$ 26.08 ^{BCc}	514.27 $\pm$ 50.93 ^{Bb}	740.38 $\pm$ 26.34 ^{Ba}	427.36 $\pm$ 59.20 ^{BCb}
26H	145.44 $\pm$ 20.47 ^{BCb}	135.09 $\pm$ 8.57 ^{Eb}	183.32 $\pm$ 26.35 ^{CDEb}	281.85 $\pm$ 28.84 ^{CDa}
26A	102.68 $\pm$ 10.40 ^{Cdb}	196.25 $\pm$ 13.29 ^{DEa}	208.40 $\pm$ 5.78 ^{CDa}	208.02 $\pm$ 18.26 ^{CDa}
39H	0.48 $\pm$ 0.61 ^{Dc}	119.71 $\pm$ 1.42 ^{DEa}	68.38 $\pm$ 15.70 ^{Eb}	6.23 $\pm$ 0.78 ^{Ec}
39A	69.95 $\pm$ 5.49 ^{Cdb}	113.27 $\pm$ 2.59 ^{Ea}	104.44 $\pm$ 2.15 ^{DEa}	79.92 $\pm$ 2.93 ^{DEab}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Sertlik verilerine uygulanan varyans analizine göre olgunlaşma süresince sekiz peynir çeşidi arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Hem olgunlaşma hem soya içeceği ihtivası faktörleri peynirlerde sertlik kriteri açısından istatistiki olarak değişikliklere sebep olmuştur. İstatistik olarak olgunlaşmanın ilk günü 13H, 26A ve 39A kodlu peynirlerin birbirine benzediği görülmüştür. Sadece inek sütünden yapılan 0H ve 0A kodlu peynirler sertlik kriteri açısından $p<0.05$ seviyesinde farklı saptanmıştır. Bu fark muhtemelen üretimdeki starter kültürlerin farklılığından kaynaklanmaktadır.

Li vd. (2013)' nin çalışmasında ürettiği soya içerikli peynirlerin sertlik değerleri 217.40 ile 378.76 arasında değişmiştir. % 13 ve % 26 soya içeceği ihtiva eden peynirlerimizde benzer sertlik değerleri görmek mümkündür. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 39 soya içeceği içeren peynir çeşidinde (39H) kuru madde analiz sonucunda da belirtildiği üzere yumuşak ve içilebilir forma yakın fiziksel özellikler gösterdiği için olgunlaşma süresince sertlik değerlerinin diğer peynir çeşitlerinden oldukça farklı olduğu görülmektedir (Tablo 4.19; Şekil 4.2).

4.5.2 Dış yapışkanlık (Adhesiveness) değerleri

Çalışma kapsamında üretilen peynirlerin dış yapışkanlık değerleri -0.07 ± 0.00 ile -768.84 ± 123.65 aralığında değişmiştir. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirler *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlere göre daha düşük dış yapışkanlık değerleri göstermişlerdir. Soya içeceği ilavesi arttıkça genel olarak *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin dış yapışkanlık özelliklerinde artış kaydedilirken *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde azalmalar kaydedilmiştir (Tablo 4.20). Olgunlaşma süresi ilerledikçe 0A, 13H ve 26A kodlu peynirlerde kaydadeğer matematiksel değişimler görülmemiştir.

Tablo 4.20. Peynirlerin dış yapışkanlık değerleri (N)*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	-44.78 ± 8.33^{BCab}	-66.41 ± 15.77^{CDb}	-18.63 ± 1.0^{Aa}	-285.61 ± 36.55^{Fc}
0A	-169.78 ± 51.29^{Ea}	-144.41 ± 27.94^{Ea}	-277.28 ± 152.79^{Ba}	-141.30 ± 7.37^{Da}
13H	-43.73 ± 0.56^{ABa}	-17.24 ± 3.72^{Aa}	-40.68 ± 24.77^{Aa}	-54.08 ± 6.99^{ABa}
13A	-145.73 ± 9.30^{Ea}	-64.21 ± 1.07^{CDa}	-768.84 ± 123.65^{Cb}	-83.38 ± 12.32^{BCa}
26H	-71.88 ± 12.30^{CDab}	-51.96 ± 13.94^{BCa}	-87.04 ± 6.81^{Ab}	-191.40 ± 14.44^{Ec}
26A	-84.71 ± 1.21^{Da}	-84.13 ± 6.43^{Da}	-82.66 ± 1.01^{Aa}	-81.61 ± 10.71^{Ca}
39H	-0.07 ± 0.00^{Aa}	-36.09 ± 8.28^{ABc}	-13.30 ± 6.62^{Aab}	-16.38 ± 1.76^{Ab}

39A -73.64±6.62^{CDab} -71.86±0.56^{CDa} -132.68±4.11^{Ac} -85.07±3.20^{BCb}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek
sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Dış yapışkanlık özelliği açısından istatistiki olarak değerlendirildiğinde soya içeceği oranı ve starter kültür çeşidinin peynirlerde anlamlı farklılıklar oluşturturmuştur ($p<0.05$). Buna rağmen, 0A, 26A ve 13H kodlu peynir verilerinden anlaşılacağı üzere yapılan Duncan oklu karşılaştırma testiyle olgunlaşma günlerinin istatistiksel açıdan önemli bulunmadığı görölmektedir. Olgunlaşmanın 30.gününde % 26 ve % 39 soya içeceği içeren peynir eşitleri varyans analizine göre benzer bulunmuştur ($p>0.05$). Olgunlaşmanın 1, 15 ve 45. günlerinde soya içeceği oranına bağlı olarak önem arzeden farklılıklar saptanmıştır. 26A kodlu peynirin 45 gün olgunlaşma boyunca dış yapışkanlık değerlerinin neredeyse stabil olduğu Tablo 4.20’ den görölmektedir.

Soya bazlı peynir çalışmasında dış yapışkanlık değerleri en düşük -2187.31 N, en yüksek ise -663.14 N olarak saptanmıştır (Li vd., 2013). Bu çalışmadaki peynirlerin olgunlaşma süresince kaydedilen dış yapışkanlık değerleri Li vd. (2013)’ ten daha yüksektir.

4.5.3 Elastikiyet-sürülebilirlik (Springiness) değerleri

Olgunlaşma sonunda 39H kodlu soya içeceği içeren peynir 0.98 ± 0.00 değeri ile en yüksek elastikiyet-sürülebilirlik (springiness) değerini gösterirken, 13A kodlu soya içeceği içeren peynir 0.59 ± 0.01 değeri ile en düşük elastikiyet-sürülebilirlik (springiness) değerini sergilemiştir. Genel anlamda tüm olgunlaşma günü ve peynir eşitleri göz önüne alındığında elastikiyet-sürülebilirlik (springiness) değerleri 0.59 ile 0.98 aralığında değişmiştir. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin olgunlaşmaya bağlı olarak elastikiyet-sürülebilirlik (springiness) değerleri düşüş göstermiştir. Bunun yanında, % 39 soya içeceği içeren peynirlerinki ise olgunlaşma ilerledikçe lineer bir artış sergilemiştir. Üretimden sonra 26H kodlu peynirin en iyi elastikiyet-sürülebilirlik özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, olgunlaşma boyunca da en az dalgalanma 26H kodlu peynirde kaydedilmiştir. 26H kodlu peynir hariç *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin olgunlaşmaya bağlı olarak elastikiyet-sürülebilirlik (springiness) değerleri artmıştır.

Tablo 4.21. Peynirlerin elastikiyet-sürülebilirlik değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	0.76±0.01 ^{Aa}	0.78±0.05 ^{Ca}	0.79±0.03 ^{CDa}	0.80±0.11 ^{CDa}
0A	0.90±0.03 ^{Aa}	0.90±0.06 ^{ABa}	0.80±0.06 ^{BCa}	0.83±0.15 ^{ABCa}
13H	0.69±0.07 ^{Ab}	0.83±0.13 ^{BCa}	0.70±0.03 ^{Eab}	0.82±0.01 ^{BCDa}
13A	0.87±0.01 ^{Aa}	0.67±0.02 ^{Dc}	0.75±0.03 ^{DEb}	0.59±0.01 ^{Ed}
26H	0.93±0.00 ^{Aab}	0.84±0.03 ^{BCc}	0.86±0.04 ^{BCbc}	0.94±0.02 ^{ABa}
26A	0.91±0.03 ^{Aa}	0.68±0.05 ^{Db}	0.74±0.01 ^{DEb}	0.78±0.02 ^{Dd}
39H	0.66±0.57 ^{Aa}	0.68±0.02 ^{Da}	0.95±0.03 ^{Aa}	0.98±0.00 ^{Aa}
39A	0.91±0.03 ^{Aa}	0.92±0.01 ^{Aa}	0.94±0.00 ^{ABa}	0.95±0.00 ^{ABCa}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
 0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşmanın ilk günü sekiz peynir de istatistik olarak birbirinin aynısıdır ($p>0.05$). İstatistik olarak farklı gruplar 15.günden itibaren kaydedilmiştir. 30.olgunlaşma günü incelendiğinde 13H ve 39H peynirlerinin istatistik olarak birbirine benzemediği görülmektedir. Elastikiyet-sürülebilirlik özelliği açısından soya içeceği oranı, stater kültür çeşidi ve olgunlaşma faktörleri ve etkileşimleri yapılan varyans analizi sonucu $p<0.05$ seviyesinde önemli tespit edilmiştir.

Soya bazlı bir peynir çalışmasında peynir çeşitlerinin sürülebilirlik değerleri 0.89 ile 0.91 arasında değişmiştir (Li vd., 2013). Bu çalışmada daha düşük skorlu sonuçlar da bulunmuştur. Sonuçlar arasındaki değişikliği kullanılan starter kültür ve peynir ingredivenleri farklı oluşu açıklamaktadır.

Matias vd. (2014) soya bazlı petit-suisse peynirinin sürülebilirlik değerleri 0.88-0.95 aralığında değişmiştir. Soya oranı fazla olan çeşitte daha yüksek sürülebilirlik değeri elde edildiği bildirilmiştir. 26H, 39H ve 39A çeşitlerimizde benzer sürülebilirlik değerlerine ulaşılmıştır.

4.5.4 İç yapışkanlık (Cohesiveness) değerleri

Tez kapsamındaki peynirlerin iç yapışkanlık değerleri en düşük 0.37 ± 0.05 , en yüksek 0.83 ± 0.00 olarak ölçülmüştür. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri hemen hemen birbirine yakın tespit edilse de olgunlaşmanın 15. gününde % 39 soya içeceği içeren peynir en yüksek iç yapışkanlık değerini (0.65 ± 0.06) sergilemiştir. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin iç yapışkanlık

(cohesiveness) değerleri hemen hemen birbirine yakın tespit edilmiştir. En iyi iç yapışkanlık özelliğini 39H kodlu peynir göstermiştir. 0A, 13A, 26A ve 39A kodlu peynirlerin iç yapışkanlık özellikleri diğer peynirlere nispeten daha düşük saptanmıştır. Dolayısıyla *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin iç yapışkanlık (cohesiveness) değerlerinin *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlere göre daha iyi olduğu söylenebilir.

Tablo 4.22. Peynirlerin iç yapışkanlık değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	0.72±0.00 ^{Aa}	0.66±0.13 ^{Ba}	0.68±0.02 ^{ABa}	0.46±0.04 ^{Db}
0A	0.56±0.05 ^{ABa}	0.61±0.03 ^{Ba}	0.63±0.03 ^{BCDa}	0.58±0.08 ^{Ca}
13H	0.62±0.01 ^{ABb}	0.77±0.10 ^{Aa}	0.63±0.02 ^{ABCb}	0.72±0.01 ^{Bab}
13A	0.51±0.04 ^{Ba}	0.48±0.01 ^{Cab}	0.37±0.05 ^{Eb}	0.44±0.01 ^{Dab}
26H	0.66±0.01 ^{ABab}	0.69±0.07 ^{ABa}	0.59±0.04 ^{CDb}	0.66±0.05 ^{Bab}
26A	0.59±0.03 ^{ABa}	0.49±0.01 ^{Cb}	0.57±0.02 ^{CDa}	0.55±0.03 ^{Ca}
39H	0.71±0.22 ^{Aa}	0.63±0.06 ^{Ba}	0.68±0.02 ^{Aa}	0.83±0.00 ^{Aa}
39A	0.62±0.01 ^{ABab}	0.65±0.06 ^{Ba}	0.55±0.01 ^{Dc}	0.58±0.00 ^{Cbc}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Varyans analizine göre olgunlaşma ilerledikçe iç yapışkanlık değerleri açısından anlamlı farklılıklar kaydedilmiştir. Olgunlaşmanın ilk günü iç yapışkanlık özelliği açısından çok önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p<0.05$). 0A ve 39H kodlu peynirlerin iç yapışkanlık değerlerini istatistik olarak olgunlaşma günü faktörü etkilememiştir. İstatistiksel anlamda en fazla grup 30. olgunlaşma gününde oluşmuştur.

Sadece inek sütünden üretilen petit-suisse peynirinde iç yapışkanlık değerleri 0.34-0.38 aralığında verilmiştir. Soyalı çeşitlerin iç yapışkanlığı daha yüksek (0.49-0.51) tespit edilmiştir (Matias vd., 2014). Soya ieeği kullanılarak üretilen peynirlerimizden 13A kodlu numunenin iç yapışkanlık değerleri Matias vd. (2014)' ün sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Farklı soya bazlı peynirler alışan Li vd. (2013) iç yapışkanlık değerlerini 0.48 ile 0.59 aralığında bildirmiştir. 13A, 26H, 26A ve 39A kodlu peynirlerin iç yapışkanlık değerleri Li vd. (2013)' ün değerleri civarındadır.

4.5.5 Sakızımsılık (Gumminess) değerleri

Sakızımsılık (gumminess) değerleri açısından en yüksek değeri olgunlaşmanın 45. gününde 13H kodlu soya içeceği içeren peynir göstermiştir. % 26 soya içeceği içeren peynirlerin olgunlaşma süresince düzenli olarak sakızımsılık değerleri iyileşmiştir (Tablo 6.23). 39H kodlu peynirde kuru madde düşüklüğü ve içilebilir özellikte olması nedeniyle düzenli ölçümler alınamadığı görülmektedir. Soya içeceği oranının peynirlerde artmasıyla sakızımsılık değerlerinin azaldığı açıkça görülmektedir.

Tablo 4.23. Peynirlerin sakızımsılık değerleri (N)*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	179.60±19.12 ^{Bab}	152.29±40.76 ^{Cb}	129.98±27.08 ^{CDb}	270.01±80.47 ^{Ca}
0A	713.69±48.02 ^{Aa}	528.31±11.09 ^{Ab}	677.02±27.35 ^{Aab}	619.76±75.76 ^{Bab}
13H	92.59±17.92 ^{CDb}	197.61±9.50 ^{Bb}	157.88±13.86 ^{Cb}	789.94±169.83 ^{Aa}
13A	103.24±15.49 ^{Cc}	250.98±17.65 ^{Bab}	279.58±31.49 ^{Ba}	190.30±33.54 ^{CDbc}
26H	95.85±11.90 ^{Cb}	94.12±16.35 ^{CDb}	110.74±24.26 ^{CDb}	185.94±11.43 ^{CDa}
26A	60.52±6.28 ^{CDc}	97.66±8.13 ^{CDb}	118.90±5.71 ^{CDab}	115.49±3.69 ^{Da}
39H	0.37±0.53 ^{Ec}	75.79±6.88 ^{CDa}	47.16±12.97 ^{Db}	5.20±0.64 ^{Ec}
39A	43.71±3.37 ^{DEb}	74.46±8.67 ^{Da}	58.18±0.09 ^{CDab}	46.61±2.39 ^{DEab}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

İstatistiksel açıdan olgunlaşmayı takiben sakızımsılık verileri arasında oldukça farklı gruplanmalar oluşmuştur. Olgunlaşmanın ilk otuz günü 0A kodlu peynir en yüksek sakızımsılık değeri almayı sürdürmüştür. Sakızımsılık bulgularında starter kültür çeşidi, soya içeceği oranı ve olgunlaşma günü kriterleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara neden olmuştur (p<0.05). Duncan çoklu karşılaştırma testine göre olgunlaşmanın başından sonuna 26H ve 26A kodlu peynirlerin birbirine benzediği ve kaydadeğer bir istatistiksel fark oluşmadığı söylenebilir.

Soya bazlı peynir çalışan Li vd. (2013) çalışmasında sakızımsılık değerlerini en düşük 129.36 N, en yüksek 245.65 N olarak belirlemiştir. Özellikle Li vd. (2013)'nin çalışmasına benzer bulguları 0H, 13H, 13A ve 26H numuneleri sergilemiştir. Diğer çeşitlerde de yakınlık içeren veriler bulunmaktadır.

4.5.6 Çiğnenebilirlik (Chewiness) değerleri

Çiğnenebilirlik (chewiness) özelliği açısından en düşük değeri (0.32 ± 0.56) 39H kodlu soya ieeği içeren peynir sergilerken en yüksek değeri (655.85 ± 146.21) 13H kodlu soya ieeği içeren peynir sergilemiştir (Tablo 4.24). *Lactobacillus acidophilus* içeren kültür kombinasyonuyla üretilen peynirlerden en yüksek çiğnenebilirlik (chewiness) zelliği gösteren peynir çeşidi (648.65 ± 65.48) ile % 0 soya ieeği içeren peynirdi. Olgunlaşma süresince 0H ve 26A kodlu peynirlerin çiğnenebilirlik özellikleri iyiye gitmiştir. 39H kodlu peynirde ise olgunlaşma günlerinde birbirlerinden çok farklı sonuçlar alınmıştır.

Tablo 4.24. Peynirlerin iğnenebilirlik değerleri (N)*

rnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	137.95±16.82 ^{Bab}	120.56±40.71 ^{CDb}	103.77±26.38 ^{CDb}	213.50±50.64 ^{Ca}
0A	648.65±65.48 ^{Aa}	476.99±26.54 ^{Ab}	544.12±19.77 ^{Ab}	509.18±32.82 ^{Bab}
13H	63.89±5.89 ^{DEb}	166.23±35.02 ^{Bb}	111.24±13.94 ^{Cb}	655.85±146.21 ^{Aa}
13A	89.73±11.93 ^{CDb}	169.16±16.52 ^{BCb}	210.18±33.02 ^{Ba}	113.90±17.81 ^{DEb}
26H	90.02±11.06 ^{BCb}	79.64±10.74 ^{Db}	95.73±19.96 ^{CDb}	176.58±12.90 ^{CDa}
26A	55.14±6.63 ^{CDEb}	66.26±2.08 ^{Db}	88.95±3.02 ^{CDa}	91.09±0.08 ^{DEa}
39H	0.32±0.56 ^{Eb}	51.70±6.94 ^{Da}	44.57±10.70 ^{Da}	5.15±0.68 ^{Eb}
39A	40.05±2.84 ^{DEb}	68.68±8.97 ^{Da}	54.95±0.13 ^{CDa}	44.37±2.16 ^{Eab}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Tablo 4.24, soya ieeği ilavesinin peynirlerin çiğnenebilirlik özelliklerini hem matematiksel hem de istatistiksel açıdan nasıl etkilediğini göz önüne sermektedir. Olgunlaşmanın ilk gününde 0H, 0A ve 39H kodlu peynirlerin hiçbir şekilde birbirine $p<0.05$ seviyesinde benzemediği Tablo 4.24’ ten anlaşılmaktadır. Olgunlaşmanın ortalarında % 26 ve % 39 soya ieeği içeren peynir eşitleri istatistiki anlamda birbirinin aynısı olduğu ifade edilebilir ($p<0.05$). Olgunlaşma işlemi genel anlamda tüm peynir çeşitlerinde istatistiksel farklılıklara neden olmuştur.

Soya bazlı peynir çalışmasında Li vd. (2013) iğnenebilirlik değerlerini 115.89 ve 232.06 arasında saptanmıştır. Li vd. (2013)’ nin bulguları % 13 soya ieeği içeren peynirin 15. olgunlaşma günü ve sonrasındaki çiğnenebilirlik sonuçları ile oldukça örtüşmektedir.

4.5.7 Esneklik (Resilience) değerleri

Esneklik (resilience) özelliği açısından en düşük değerleri % 13 ve % 26 soya içeceği içeren peynirler göstermiştir. Soya içeceği aynı olan peynirlerde oldukça yakın esneklik değerleri tespit edilmiştir (Tablo 4.25). Esneklik özelliği en iyi olan peynir *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 39 soya içeceği içeren peynirdir.

Tablo 4.25. Peynirlerin esneklik değerleri*

Örnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	0.13±0.01 ^{Ba}	0.06±0.06 ^{Bb}	0.15±0.00 ^{Aa}	0.04±0.00 ^{Cb}
0A	0.12±0.00 ^{Ba}	0.11±0.00 ^{Aa}	0.14±0.01 ^{Aa}	0.12±0.04 ^{ABa}
13H	0.08±0.01 ^{Bb}	0.13±0.02 ^{Aab}	0.10±0.02 ^{Bab}	0.14±0.01 ^{Aa}
13A	0.06±0.00 ^{Bb}	0.09±0.00 ^{ABa}	0.06±0.00 ^{CDb}	0.07±0.00 ^{BCab}
26H	0.09±0.01 ^{Bab}	0.10±0.01 ^{Aa}	0.08±0.01 ^{BCb}	0.06±0.00 ^{BCc}
26A	0.06±0.00 ^{Bb}	0.06±0.00 ^{Bb}	0.08±0.00 ^{BCDa}	0.07±0.01 ^{BCab}
39H	0.59±0.20 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{ABb}	0.15±0.01 ^{Ab}	0.19±0.00 ^{Ab}
39A	0.07±0.00 ^{Bb}	0.09±0.01 ^{ABa}	0.05±0.00 ^{Dc}	0.06±0.00 ^{BCbc}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür
0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşmanın 30. günü dikkate alındığında 26A kodlu peynir istatistiki bakımdan 39H hariç diğer tüm soya içeceği içeren peynirlerle benzemektedir ($p>0.05$). Varyans analizinde peynirlerin esneklik değerlerinde anlamlı farklılıklar oluşması starter kültür çeşidi, olgunlaşma günü ve soya içeceği oranı gibi varyasyon kaynaklarından kaynaklanmıştır. Tüm olgunlaşma günleri incelendiğinde soya içeceği oranı faktörünün 0A kodlu peynirde $p<0.05$ düzeyinde önemli bir farklılığa neden olmadığı görülmektedir.

Li vd. (2013) soya bazlı peynirle ilgili çalışmada esneklik değerleri 0.01 ile 0.04 arasında tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda esneklik değerleri daha çok 0.05-0.08 aralığına yoğunlaşmıştır. Li vd. (2013), soya protein pıhtılaştırıcı, koagülasyon ve bileşimdeki ingrediye farklılığı oluşturarak dört farklı çeşit belirlemiştir. İki çalışma arasındaki bazı farklı bulgular bahsedilen soya protein pıhtılaştırıcı, koagülasyon ve bileşimdeki ingrediye farklılığı gibi sebeplerden kaynaklanabilmektedir.

Tüm tekstürel özellikler total bazda incelendiğinde olgunlaşma günü kriteri baz alındığında üretilen peynirlerin tekstürel özelliklerinden dış yapışkanlık özelliği istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır. Sertlik, elastikiyet-sürülebilirlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik özellikleri temel üç kriter (starter kültür çeşidi, olgunlaşma günü ve soya içeceği oranı) açısından istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.6. Peynirlerin Uçucu Aroma Profilleri

Çalışma kapsamında üretilen sekiz farklı peynirin olgunlaşmanın 1., 15., 30. ve 45. günlerinde GC-MS ile uçucu aroma profillerinde herhangi bir değişim olup olmadığı araştırılmıştır. Sekiz peynirin dört farklı olgunlaşma günü için ayrı ayrı uçucu aroma bileşen tabloları aşağıda verilmiştir. Uçucu aroma bileşenler alkanlar, alkenler, alkinler, aldehitler, ketonlar, asitler, esterler, alkoller, benzenler, furanlar ve diğer bileşikler olarak kategorize edilmiştir. Ayrıca sonuçlar % relatif alan olarak ifade edilmiştir.

Kabul edilebilir bir peynir aromasının geliştirilmesi için pıhtı proteininin dengeli bir şekilde küçük peptitlere ve aminoasitlere parçalanması gerekmektedir (Thomas ve Pritchard, 1987; Visser, 1993). Peynir aroması, pıhtının olgunlaşması sırasında üretilen çok sayıda kimyasal bileşiğin birleşik etkisiyle oluşmaktadır. Bunun için aroma verici bileşiklerin öncüsü olan bileşiklerin mevcudiyeti ve uygun ortam koşulları hazır olmak zorundadır. Soya ve inek sütü peynirleri kıyaslandığında çok sayıda uçucu aroma bileşikleri içermektedirler. Bu bileşikler bileşim bakımından benzerdir veya benzer özelliklere sahiptir. Aralarındaki en büyük fark, farklı kültürlerin veya farklı işleme teknolojilerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Soya peyniri üretiminde *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis var. maltigenes* ve *Lactococcus lactis ssp. cremoris* gibi starter ve starter olmayan kültürlerin eklenmesi lezzet gelişimine yardımcı olmaktadır (Ahmad vd., 2008).

OH peynir numunesinde limonene' in olgunlaşma gününe bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Oktanoik asit, asetik asit, kaprik asit, laurik asit gibi asitlerin olgunlaşmayla arttığı gözlemlenmiştir. Olgunlaşmanın son günlerinde 2-metil azetidin, fenol ve L-alanin etilamid gibi uçucu bileşenlere de rastlanmıştır (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Olgunlaşma süresince % 100 inek sütünden *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (0H) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	% RELATİF ALAN			
		0H1	0H15	0H30	0H45
Alkanlar					
Cyclopropane. 1.1-dibromo-2-chloro-2-fluoro-	C ₃ H ₃ Br ₂ Cl	-	-	-	0.35
Heptane. 3-methylene-	C ₈ H ₁₆	-	0.16	-	-
Hexane. 2.2-dimethyl-	C ₈ H ₁₈	1.4	7.33	4.49	0.9
Pentane. 2.2.3.3-tetramethyl-	C ₉ H ₂₀	-	0.20	-	-
Decane	C ₁₀ H ₂₂	0.33	0.21		
Decane. 2.2-dimethyl	C ₁₂ H ₂₆	1.14	8.70	1.32	2.57
Tridecane	C ₁₃ H ₂₈	0.25	-	-	0.61
Tetradecane	C ₁₄ H ₃₀	0.07	-	-	0.09
Tetradecane. 2.2-dimethyl-	C ₁₆ H ₃₄	0.24	0.32	0.38	0.18
Heptadecane	C ₁₇ H ₃₆	-	0.13	0.14	0.08
Octadecane	C ₁₈ H ₃₈	0.11	-	-	-
Nonadecane	C ₁₉ H ₄₀	-	-	-	0.17
Tridecane. 2.2.4.10.12.12-hexamethyl-7-(3.5.5-trimethylhexyl)	C ₂₈ H ₅₈	-	0.19	-	-
Alkenler					
1.2-Propadiene (CAS) Allene	C ₃ H ₄	-	0.09	-	-
Limonene	C ₁₀ H ₁₆	36.87	20.32	19.4	13.5
Beta.-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	1.76	0.17	0.19	0.11
Sabinene	C ₁₀ H ₁₆	0.14	-	-	-
Alpha.-Terpinolene	C ₁₀ H ₁₆	0.03	-	-	0.15
Alpha.-Pinene. (-)-	C ₁₀ H ₁₆	0.07	-	-	-
Beta.-Phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	0.17	-	-	-
Naphthalene. 1.2.3.5.8.8a-Hexahydro	C ₁₁ H ₁₆	0.03	-	-	-
3-Undecene. 9-methyl	C ₁₂ H ₂₄	0.08	-	-	-
1-Decene. 3.3.4-Trimethyl-	C ₁₃ H ₂₆	0.03	-	-	-
2.6.10.14.18.22-Tetracosahexaene	C ₂₄ H ₃₈	-	-	2.14	-
Alkinler					
1-Propyne (CAS) Propyne	C ₃ H ₄	-	-	-	0.02
3.5-Octadiyne	C ₈ H ₁₀	-	0.28	-	-
Aldehitler					
2-Hexenal	C ₆ H ₁₀ O	0.04	-	-	-
Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	0.13	0.11		0.71
Benzaldehyde, Phenylmethanal	C ₇ H ₆ O	0.37	0.10	0.15	0.24
2-Heptenal	C ₇ H ₁₂ O	0.04	-	-	-
Octanal	C ₈ H ₁₆ O	0.03	-	-	-
Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	0.11	0.61	-	0.39
Decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	-	-	-	0.27
2-Furancarboxaldehyde, Furfural	C ₁₀ H ₈ N ₂ O ₂	-	0.11	-	-
Alpha. Hexylcinnamic Aldehyde	C ₁₅ H ₂₀ O	-	-	-	0.03
Ketonlar					
2.3-Butanedione	C ₄ H ₆ O ₂	0.40	1.56	1.18	1.8
Acetoin	C ₄ H ₈ O	0.62	2.56	1.18	1.26
2-Heptanone	C ₇ H ₁₄ O	-	0.42	0.16	0.43
6-Methyl-5-hepten-2-one	C ₈ H ₁₄ O	0.03	0.10	-	0.03
Octalactone<delta->	C ₈ H ₁₄ O ₂	-	-	0.11	0.15
2-Nonanone	C ₉ H ₁₈ O	0.09	0.27	0.09	0.31
[1.1'-Bicyclopentyl]-2-one	C ₁₀ H ₁₈ O	-	0.13	0.03	0.1
Decalactone<delta->	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	0.21	0.60	0.59	0.74

Dodecalactone <delta->	C12H22O2	0.18	0.36	0.4	0.44
Trans-.Beta.-Ionon-5.6-Epoxyde	C13H20O2	-	0.22	-	-
Tetradecalactone <delta->	C14H26O2	-	-	3.2	8.94
Asitler					
Acetic acid, Ethylic acid	C2H4O2	0.26	2.17	2.11	2.46
2-Propynoic acid	C3H2O2	0.34		0.1	
Butanoic acid	C4H8O2	0.23	1.46	1.08	1.89
Butanoic acid. 3-methyl-	C5H10O2	0.09	1.59	0.99	1.29
Hexanoic acid	C6H12O2	0.31	4.78	2.47	3.53
Propanoic acid. 3.3'-dithiobis-	C6H10O4S2	-	-	0.07	-
Benzoic acid	C7H6O2	0.59	1.31	0.94	1.18
Enanthic acid	C7H14O2	0.13	0.15	-	0.27
Octanoic Acid	C8H16O2	1.70	5.72	4.36	6.17
Ethylbenzoic acid	C9H10O2	-	-	7.79	0.21
1.1'-bibicyclo(2.2.2)octyl-4-carboxylic acid	C9H14O2	-	1.39	-	2.35
Nonanoic acid	C9H18O2	0.64	0.32	0.17	0.44
9-Decenoic Acid	C10H18O2	0.12	0.36	-	0.84
Decanoic acid. Capric acid	C10H20O2	1.87	5.00	4.49	5.88
Undecanoic acid	C11H22O2	0.01	-	-	0.04
Dodecanoic acid. Lauric acid	C12H24O2	2.66	6.68	2.48	3.17
Myristic acid	C14H28O2	19.4	-	13	8.04
Pentadecanoic acid	C15H30O2	-	13.02	9.58	0.32
9-Hexadecenoic acid	C16H30O2	-	-	2.16	10.00
Oleic acid	C18H34O2	21.69	-	4.23	-
Esterler					
Ethyl acetate	C4H6O2	-	-	-	0.35
Ethyl butyrate	C6H12O2	-	-	-	0.29
Ethyl n-caproate	C8H16O	0.14	0.22	0.09	0.11
Acetic acid. 2-phenylethyl ester	C10H12O2	-	-	-	0.17
Ethyl caprylate	C10H20O2	-	-	-	0.09
Butanoic acid. heptyl ester	C11H22O2	-	0.56	-	-
Geranyl acetate	C12H20O2	-	-	-	0.13
Ethyl 9-decenoate	C12H22O2	-	-	-	0.03
Isopropyl dodecanoate	C15H30O2	-	-	0.09	-
Ethyl 1-Hexyl-4-Hydroxy-2(1h)-Oxo-3-Quinolincarboxylate	C18H23NO4	0.09	-	-	-
Ethyl palmitate	C18H36O2	0.25	-	-	-
Methyl stearate	C19H38O2	-	0.11	-	-
Alkoller					
Ethanol	C2H6O	0.38	0.46	0.36	2.71
1-Propanol. 2-amino	C3H9NO	-	0.16	-	-
2.3-Butanediol	C4H10O2	0.16	0.74	0.25	0.12
3-Methyl-1-butanol	C5H12O	0.29	3.15	1.99	1.59
1-Hexanol	C6H14O	0.25	0.64	0.48	1.00
(2-(2-butoxyisopropoxy)-2-isopropanol	C6H14O2	-	-	-	0.04
1-Heptanol	C7H16O	-	-	-	0.07
Phenethyl alcohol	C8H10O	0.12	0.14	0.71	2.91
1-Octen-3-ol	C8H16O	0.15	0.54	0.23	0.32
2-Ethylhexanol	C8H18O	0.13	0.34	0.26	0.4
2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	C8H18O3	-	0.12	-	-
1-Nonanol	C9H20O	0.06	0.06	-	0.03
Linalool	C10H18O	0.06	-	0.06	0.11
Dihydromyrcenol	C10H20O	-	-	-	0.12
1-Decanol, 2-methyl	C11H24O	-	0.84	-	0.04

1-Dodecanol	C12H26O	-	-	0.16	0.22
1-Tridecanol	C13H28O	-	-	-	0.11
1-Heptadecanol	C17H36O	0.05	-	-	-
Benzenler					
Benzene.1.4-dichloro	C6H4Cl2	0.08	0.24	0.24	1.19
Toluene	C7H8	2.02	2.09	2.12	3.5
Styrene	C8H8	0.14	-	-	-
Benzene. ethyl	C8H10	0.03	-	-	-
Xylene	C8H10	0.20	0.14	-	0.28
Cymol	C10H14	-	-	-	0.1
Furanlar					
Furan. 2-pentyl-	C9H14O	0.04	-	-	-
Diğer Bileşikler					
Azetidine. 2-methyl	C4H9N	0.05	-	-	0.3
Phenol	C6H6O	-	-	1.56	0.97
l-Alanine ethylamide	C8H17N3O2	-	-	0.23	-

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0: %100 inek sütü peynir.

13H kodlu peynirin olgunlaşmaya bağlı uçucu aroma bileşenleri değişimleri Tablo 4.27' de verilmiştir. Olgunlaşmanın 45. günü ilk güne göre aldehit miktarı total anlamda artış göstermiştir. Asetik asit, bütanoik asit ve hegzanoik asitlerin % relatif alanlarında olgunlaşmaya bağlı artışlar kaydedilirken, oktanoik asit, 9-dekenoik asit, kaprik asit ve laurik asit gibi asitlerin % relatif alanlarında önemli azalmalar kaydedilmiştir. Ayrıca, ketonların en yoğun olduğu olgunlaşma günü 15. gündür.

Tablo 4.27. Olgunlaşma süresince % 13 soya içeceği ilaveli *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (13H) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	%RELATİF ALAN			
		13H1	13H15	13H30	13H45
Alkanlar					
Cyclopropane, 1,1-dibromo-2-chloro-2-fluoro	C3H3Br2Cl	-	-	0.25	0.24
Heptane, 3-methylene	C8H16	0.03	-	-	-
Hexane, 2,2-dimethyl	C8H18	0.83	7.13	2.59	2.83
Decane, 2,2-dimethyl	C12H26	0.57	0.19	0.09	0.05
Decane	C10H22	0.28	-	0.19	0.1
Nonane, 3,7-dimethyl	C11H24	0.11	-	-	0.32
Tridecane	C13H28	0.54	0.25	-	-
Tetradecane, 2-methyl	C15H32	-	-	0.06	-
Tetradecane, 2,2-dimethyl	C16H34	0.92	0.49	0.71	0.76
1,1'-oxybis octane	C16H34O	-	0.04	-	-
Heptadecane	C17H36	-	-	-	0.11
Octadecane	C18H38	0.21	0.25	-	-
Nonadecane	C19H40	0.09	0.17	-	0.33
Hexadecane, 2,6,11,15-tetramethyl-	C20H42	-	-	-	0.14
Alkenler					
Limonene	C10H16	17.13	18.8	9.85	15.20
beta.-Myrcene	C10H16	0.59	0.56	0.65	0.54
1-Tetradecene	C14H28	0.08	-	-	-

2-Hexadecene, 3,7,11,15-tetramethyl	C20H40	-	0.12	-	-
Alkinler		-	-	-	-
1-Propyne (CAS) Propyne	C3H4	-	-	0.23	-
Aldehitler		-	-	-	-
Acetaldehyde	C2H4O	-	0.16	0.14	0.03
2-Hexenal	C6H10O	0.06	-	-	-
Hexanal	C6H12O	0.12	0.06	0.25	0.91
Phenylmethanal	C7H6O	0.25	0.17	0.34	0.51
2-Heptenal	C7H12O	0.1	-	0.08	0.16
2-Octenal	C8H14O	0.09	-	-	0.25
2-Nonenal	C9H16O	-	-	-	0.07
Nonanal	C9H18O	0.46	0.43	0.59	0.32
Decanal	C10H20O	-	0.13	0.15	0.10
Ketonlar		-	-	-	-
2-Propanone, 1-hydroxy	C3H6O	-	0.10	-	-
Acetoin	C4H8O	0.71	1.06	0.37	0.35
2,3-Butanedione	C4H6O2	0.42	1.07	1.30	0.47
2(3H)-Furanone, Dihydro-4-Hydroxy-	C4H6O3	-	0.30	-	-
2-Heptanone	C7H14O	0.11	0.05	-	0.21
6-Methyl-5-hepten-2-one	C8H14O	0.06	-	0.07	-
3-Octanone	C8H16O	0.09	-	-	-
2-Nonanone	C9H18O	0.09	-	-	0.17
2-Undecanone	C11H22O	-	-	-	0.12
[1,1'-Bicyclopentyl]-2-one	C10H18O	-	0.09	0.08	0.15
Decalactone <delta->	C10H18O2	0.53	1.09	0.56	0.53
5-Decanone	C10H20O	-	-	0.14	-
Dodecalactone <delta->	C12H22O2	0.34	0.27	0.38	0.33
Lactone	C12H24O3	-	0.75	-	-
Trans-,Beta-,Ionon-5,6-Epoxyde	C13H20O2	-	-	-	0.13
Tetradecalactone <delta->	C14H26O2	-	4.62	-	-
Asitler					
Acetic acid (CAS) Ethylic acid	C2H4O2	3.71	8.09	7.45	11.28
2-Propynoic acid	C3H2O2	0.28	0.34	-	-
Butanoic acid	C4H8O2	2.18	1.98	2.99	2.20
Butanoic acid, 3-methyl-	C5H10O2	0.19	0.18	0.21	0.26
Propanoic acid, 3,3'-dithiobis	C6H10O4S2	-	-	0.13	-
Hexanoic acid	C6H12O2	5.36	4.95	6.36	5.56
Benzoic acid	C7H6O2	0.99	1.88	3.98	1.87
Enanthic acid	C7H14O2	0.12	0.12	0.09	-
Octanoic Acid	C8H16O2	6.36	5.38	6.75	4.91
Ethylbenzoic acid	C9H10O2	-	0.55	-	-
1,1'-bibicyclo(2,2,2)octyl-4-carboxylic acid	C9H14O2	-	-	0.25	1.51
Nonanoic acid	C9H18O2	0.45	0.61	0.82	0.55
9-decenoic acid	C10H18O2	0.50	0.31	0.43	0.25
Decanoic acid, Capric acid	C10H20O2	5.86	4.22	6.74	3.37
Undecanoic acid. Undecylic acid	C11H22O2	0.07	-	0.09	0.06
Dodecanoic acid. Lauric acid	C12H24O2	7.99	3.98	2.76	2.50
Myristic acid	C14H28O2	24.64	4.00	3.62	-
Pentadecanoic acid	C15H30O2	-	0.17	0.18	-
9-Hexadecenoic acid	C16H30O2	-	1.53	-	-
Oleic acid	C18H34O2	-	9.77	12.29	23.95
Esterler		-	-	-	-

Ethyl acetate	C4H6O2	0.22	-	0.55	0.23
Ethyl lactate	C5H10O3	0.03	-	-	0.04
Ethyl butyrate	C6H12O2	0.19	0.08	0.14	0.04
Ethyl n-caproate	C8H16O	1.36	0.16	0.49	0.35
Isoamyl acetoacetate	C9H16O3	-	-	-	0.96
Octanoate <ethyl->	C10H20O2	0.50	0.24	0.39	0.16
Dichloroacetic acid. 2-ethylhexyl ester	C10H19ClO2	0.26	-	-	-
Ethyl dec-9-enoate	C12H22O2	0.05	0.04	0.08	-
Ethyl palmitate	C18H36O2	0.17	-	-	-
Methyl stearate	C19H38O2	-	-	-	0.11
Ethyl linoleate	C20H36O2	-	-	3.37	-
Alkoller					
Ethanol	C2H6O	1.79	2.55	6.27	3.30
2.3-Butanediol	C4H10O2	0.60	0.79	0.56	0.48
1-Butanol. 3-methyl	C5H12O	1.48	1.61	2.37	1.73
2-Hexen-1-ol	C6H12O	0.06	-	-	-
1-Hexanol	C6H14O	4.88	2.90	5.22	3.60
Benzyl alcohol	C7H8O	0.12	-	-	-
2-Hepten-1-ol	C7H14O	0.20	0.13	0.21	0.14
1-Heptanol	C7H16O	0.20	0.41	0.41	0.27
Phenethyl alcohol	C8H10O	0.26	0.32	0.22	0.11
1-Octen-3-ol	C8H16O	1.73	1.81	2.61	1.72
1-Octanol. 2-Ethylhexanol	C8H18O	0.33	0.23	0.40	0.35
1-Nonanol	C9H20O	0.27	0.19	0.40	0.31
Linalool	C10H18O	0.14	0.20	0.19	0.12
1-Decanol. 2-Methyl	C11H24O	-	0.19	-	-
1-Dodecanol	C12H26O	-	0.05	0.15	-
Benzenler					
Benzene. 1.4-dichloro	C6H4Cl2	0.08	0.43	0.62	0.22
Toluene	C7H8	0.96	0.68	0.42	1.55
Xylene	C8H10	0.05	-	-	-
Furanlar					
Furan. 2-pentyl-	C9H14O	0.29	0.08	0.08	-
Diğer Bileşikler					
1.2.5-Oxadiazole. Furazan	C2H2N2O	-	0.14	-	-
Azetidine. 2-methyl	C4H9N	-	-	0.37	0.28
l-Alanine ethylamide	C8H17N3O2	-	0.08	-	-

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir.

Tablo 4.28’ de olgunlaşma süresince % 26 soya içeceği ilaveli *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (26H) aroma bileşenleri gösterilmektedir. Olgunlaşma günü ilerledikçe toplamdaki ester %relatif alanları azalmıştır. Peynirlere soya ilavesi arttıkça farklı alkollerinde uçucu bileşen olarak tespit edildiği anlaşılmaktadır. Heptanoik asit, laurik asit, benzoik asit gibi asitler 45 gün olgunlaşmayla azalmıştır.

Tablo 4.28. Olgunlaşma süresince % 26 soya içeceği ilaveli *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (26H) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	%RELATİF ALAN			
		26H1	26H15	26H30	26H45
Alkanlar					
Pentane	C5H12	-	0.50	-	0.10
Hexane, 2,2-Dimethyl	C8H18	0.70	0.86	0.84	1.38
Cyclohexane, 1-Methyl-2-Propyl	C10H20	-	-	0.08	-
Decane	C10H22	0.77	0.27	0.21	0.15
Decane, 2,2-Dimethyl	C12H26	3.58	3.89	1.25	2.27
2-Bromo Dodecane	C12H25Br	0.11	-	-	-
1-Iodo-2-Methylundecane	C12H25I	0.92	-	-	-
Tridecane	C13H28	0.25	-	0.23	0.11
Tetradecane	C14H30	-	0.23	0.17	-
Tetradecane, 2-Methyl	C15H32	0.24	-	-	-
Tetradecane, 2,2-Dimethyl	C16H34	0.66	1.04	1.13	0.61
Tetradecane, 2,6,10-Trimethyl	C17H36	-	-	-	0.08
Octadecane	C18H38	-	-	0.29	-
Octadecane, 5-Methyl	C19H40	-	0.31	-	-
Alkenler					
Limonene	C10H16	22.41	24.40	25.79	15.05
Beta.-Myrcene	C10H16	0.53	0.40	0.94	0.49
1-Nonene, 4,6,8-Trimethyl	C12H24	0.12	-	-	0.15
Alkinler					
1-Propyne	C3H4	-	-	0.10	0.75
3-Nonen-5-Yne, 4-Ethyl-	C11H18	0.29	-	-	0.20
Aldehitler					
Acetaldehyde	C2H4O	-	-	0.10	0.07
Pentanal	C5H10O	-	-	-	0.12
2-Hexenal	C6H10O	-	-	0.09	-
Hexanal	C6H12O	0.25	0.59	0.26	0.34
Benzaldehyde	C7H6O	0.31	0.13	0.30	0.28
2,4 Heptadienal	C7H10O	-	-	-	0.21
2-Heptenal	C7H12O	0.44	0.63	0.19	0.23
2 Octenal	C8H14O	0.16	0.78	0.36	0.41
Nonanal	C9H18O	0.43	0.34	0.59	0.37
2,4-Decadienal	C10H16O	0.57	1.16	1.10	0.77
Decanal	C10H20O	-	-	0.15	-
Palmitaldehyde, Diallyl Acetal	C22H42O2	0.23	-	-	-
Ketonlar					
2,3-Butanedione	C4H6O2	1.15	1.12	0.22	-
Acetoin	C4H8O	0.52	0.28	-	-
2-Butanone, 3-Methyl	C5H10O	-	0.26	-	-
2-Heptanone	C7H14O	0.10	0.28	-	-
6-Methyl-5-Hepten-2-One	C8H14O	-	-	0.05	-
3-Octanone	C8H16O	0.08	-	-	-
4-Pentylbutan-4-Olde	C9H16O2	0.41	0.15	0.53	0.18
[1,1'-Bicyclopentyl]-2-One	C10H18O	0.20	0.22	0.37	0.23
Decalactone Delta	C10H18O2	0.44	0.44	0.37	0.25
Cyclopentanone, 2-Heptyl-	C12H22O	0.12	-	-	-
Dodecalactone <Delta->	C12H22O2	0.22	0.39	0.36	0.19
Trans-.Beta.-Ionon-5,6-Epoxyde	C13H20O2	0.09	0.16	0.11	0.11
Gamma. Iso Methyl Ionone	C14H22O	-	-	0.29	-
Asitler					
		-	-	-	-

Acetic Acid	C2H4O2	6.31	6.39	7.45	11.07
2-Propynoic Acid	C3H2O2	-	-	0.59	-
Butanoic Acid	C4H8O2	-	2.46	1.52	1.36
Butanoic Acid. 3-Methyl	C5H10O2	1.13	-	-	-
Hexanoic Acid	C6H12O2	8.19	5.74	9.62	8.06
Benzoic Acid	C7H6O2	3.64	4.50	3.99	1.77
Heptanoic Acid. Enanthic Acid	C7H14O2	0.21	0.11	-	0.17
Octanoic Acid	C8H16O2	4.91	3.83	6.60	4.53
1.1'-Bibicyclo(2.2.2)Octyl-4-Carboxylic Acid	C9H14O2	0.08	0.52	1.61	0.89
Nonanoic Acid	C9H18O2	0.35	-	0.50	0.24
9 Decenoic Acid	C10H18O2	0.34	0.40	0.32	0.21
Capric Acid	C10H20O2	3.80	4.00	4.44	2.63
Dodecanoic Acid. Lauric Acid	C12H24O2	4.12	2.38	2.30	2.39
Myristic acid	C14H28O2	8.49	2.55	2.29	15.85
Pentadecanoic Acid	C15H30O2	-	-	0.16	-
Esterler					
Ethyl Acetate	C4H6O2	0.06	0.49	0.17	0.21
Lactate <Ethyl->	C5H10O3	-	-	-	0.06
Ethyl Butyrate	C6H12O2	-	0.11	-	0.09
Capronate <Ethyl->.	C8H16O	0.26	0.69	0.13	0.25
Octanoic Acid. Ethyl Ester	C10H20O2	0.14	-	-	-
Ethyl Palmitate	C18H36O2	0.12	-	-	-
Methyl Stearate	C19H38O2	0.16	0.27	-	-
Alkoller					
Ethanol	C2H6O	0.88	4.23	2.22	2.76
2.3-Butanediol	C4H10O2	0.73	1.65	0.25	1.07
2-Penten-1-Ol	C5H10O	-	-	0.18	0.12
1-Butanol. 3-Methyl	C5H12O	1.28	1.15	1.62	2.57
2-Hexen-1-ol	C6H12O	0.05	0.41	0.15	0.21
1-Hexanol	C6H14O	6.59	5.90	5.77	7.97
Benzyl Alcohol	C7H8O	0.11	-	0.14	0.08
2.4-Heptadien-1-ol	C7H12O	-	-	0.17	0.10
2-Hepten-1-ol	C7H14O	0.63	0.52	0.83	0.73
5-Methyl-2-Hexanol	C7H16O	0.32	0.86	0.56	0.55
Phenethyl Alcohol	C8H10O	0.24	0.13	0.22	0.14
1-Octen-3-ol	C8H16O	5.82	4.75	5.01	5.02
Hexanol. 2-Ethyl	C8H18O	0.32	0.39	0.70	0.50
1.3-Propanediol. 2-Ethyl-2-(Hydroxymethyl)	C8H18O4	-	-	-	0.13
2-Nonen-1-ol	C9H18O	0.34	-	-	-
1-Nonanol	C9H20O	0.30	0.53	0.33	0.40
Linalool	C10H18O	-	0.13	-	-
2-Decen-1-Ol	C10H20O	-	0.13	0.46	0.16
Trans-2-Undecen-1-Ol	C11H22O	0.18	-	-	-
2-Isopropyl-5-Methyl-1-Heptanol	C11H24O	0.11	-	-	-
1-Octanol. 2-Butyl	C12H26O	-	-	0.19	-
1-Tridecanol	C13H28O	-	-	0.16	-
Benzenler					
Benzene. 1.4-Dichloro	C6H4Cl2	0.08	1.19	0.42	0.19
Toluene	C7H8	1.38	1.48	1.27	1.53
Xylene	C8H10	-	0.15	-	-
Furanlar					
Furan. 2-Pentyl-	C9H14O	1.52	1.18	0.72	0.37
Benzofuran. 2.3-Dihydro-	C8H8O	-	-	0.07	-

Diğer Bileşikler

Azetidine (Cas) Azacyclobutane	C3H7N	0.09	-	-	-
Phenol (Cas) Izal	C6H6O	-	1.02	-	0.24
L-Alanine Ethylamide. (S)-	C8H17N3O2	0.08	0.35	0.11	-
7-Oxabicyclo[4.1.0]Heptane. 3-Oxiranyl-	C9H16O2	-	0.12	-	-
Trans-Sabinene Hydrate	C10H18O	-	0.15	-	-

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir.

% 39 soya içeceği ilaveli *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (39H) aroma bileşenlerinin olgunlaşmaya bağlı olarak değişimleri Tablo 4.29' da verilmiştir. 39H kodlu peynirde % relatif alan olarak en yüksek kaydedilen alkanlar 2,2-dimetildekan ve 2,2-dimetiltetradekan olmuştur. Limonen aroma verileri %relatif alan bazında olgunlaşma süresince 20.40 ile 28.57 aralığında değişmiştir. Etanol, 1-Hegzenol, 1-Okten-3-ol, 1-Nonanol, 2,4-Decadienol gibi alkollerin miktarları peynir olgunlaştıkça artmıştır (Tablo 4.29).

Tablo 4.29. Olgunlaşma süresince % 39 soya içeceği ilaveli *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (39H) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	%RELATİF ALAN			
		39H1	39H15	39H30	39H45
Alkanlar					
Cyclopropane. 1.1-dibromo-2-chloro-2-fluoro	C ₃ H ₂ Br ₂ ClF	0.39	-	-	-
Hexane. 2.2-dimethyl	C ₈ H ₁₈	0.57	3.49	1.38	1.86
Decane	C ₁₀ H ₂₂	0.66	0.64	0.13	0.24
2-Bromo dodecane	C ₁₂ H ₂₅ Br	-	0.32	0.09	-
1-Iodo-2-methylundecane	C ₁₂ H ₂₅ I	0.47	-	-	-
Decane. 2.2-dimethyl	C ₁₂ H ₂₆	2.60	2.55	1.39	1.47
Tridecane	C ₁₃ H ₂₈	0.33	-	0.31	0
Tridecane. 3-methyl	C ₁₄ H ₃₀	-	-	-	0.11
Tetradecane. 2-methyl	C ₁₅ H ₃₂	0.12	-	-	0.07
Tetradecane. 2.2-dimethyl	C ₁₆ H ₃₄	1.25	1.36	1.76	1.22
Tetradecane. 2.6.10-trimethyl	C ₁₇ H ₃₆	-	-	-	0.30
Alkenler					
Cyclopropene	C ₃ H ₄	-	0.39	-	-
Limonene	C ₁₀ H ₁₆	20.40	28.57	24.24	26.54
beta.-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	0.42	0.79	0.83	-
5-Undecene. 9-methyl	C ₁₂ H ₂₄	0.14	-	-	-
1.1-dipentyl-2-13c-ethylene	C ₁₄ H ₁₂	0.14	-	-	-
Alkinler					
1-Propyne	C ₃ H ₄	-	0.07	-	-
Aldehitler					
Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	0.39	0.84	1.14	0.13
Benzaldehyde (CAS) Phenylmethanal	C ₇ H ₆ O	0.11	0.08	0.26	0.16
2-Heptenal	C ₇ H ₁₂ O	0.11	-	0.15	-
2 Octenal	C ₈ H ₁₄ O	0.24	-	0.55	-
Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	0.79	0.06	0.60	0.66
Decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	0.08	0.10	0.11	0.23
Ketonlar					

2.3-Butanedione	C4H6O2	1.14	0.21	0.14	0.21
Acetoin	C4H8O	0.50	0.20	0.47	0.40
2-Heptanone	C7H14O	0.14	0.05	-	-
6-methyl-5-hepten-2-one	C8H14O	0.12	-	-	-
3-Octanone	C8H16O	0.07	-	-	-
4-pentylbutan-4-olide	C9H16O2	-	-	0.10	0.25
[1.1'-Bicyclopentyl]-2-one	C10H18O	0.21	0.18	0.25	0.42
Decalactone <delta->	C10H18O2	0.46	-	0.69	0.44
Dodecalactone <delta->	C12H22O2	0.36	0.56	0.51	0.31
Trans-.beta.-ionon-5.6-epoxide	C13H20O2	-	0.10	0.16	0.08
Asitler	-	-	-	-	-
Acetic acid	C2H4O2	5.92	5.59	3.63	10.04
Butanoic acid	C4H8O2	-	-	2.04	2.02
Butanoic acid. 3-methyl	C5H10O2	0.09	0.79	0.79	-
Hexanoic acid	C6H12O2	8.67	10.87	10.07	9.27
Propanoic acid. 3.3'-dithiobis	C6H10O4S2	-	0.38	0.46	0.20
Benzoic acid	C7H6O2	2.70	2.56	2.34	2.34
Heptanoic acid. Enanthic acid	C7H14O2	0.12	-	0.09	-
Octanoic Acid	C8H16O2	8.14	8.03	9.47	7.49
1.1'-bibicyclo(2.2.2)octyl-4-carboxylic acid	C9H14O2	-	0.39	1.74	1.56
Nonanoic acid	C9H18O2	0.98	-	0.60	0.54
9 Decenoic acid	C10H18O2	0.26	0.34	0.45	0.36
Decanoic acid. Capric acid	C10H20O2	7.46	5.44	6.13	5.52
Dodecanoic acid. Lauric acid	C12H24O2	4.75	0.92	2.51	2.13
Myristic acid	C14H28O2	9.01	2.28	1.73	1.85
Esterler	-	-	-	-	-
Vinyl acetate	C4H6O2	-	0.25	-	-
Ethyl acetate	C4H8O2	0.18	0.22	0.12	0.22
Ethyl butyrate	C6H12O2	0.33	0	0	0
Ethyl n-caproate	C8H16O	0.66	0.49	0.22	0.26
Ethyl caprylate	C10H20O2	0.38	0.41	0.17	0.36
Methyl stearate	C19H38O2	-	0.11	-	-
Alkoller	-	-	-	-	-
Ethanol	C2H6O	2.68	3.36	4.15	3.05
2.3-Butanediol	C4H10O2	0.45	0.40	0.19	0.61
1-Butanol. 3-methyl	C5H12O	2.13	1.67	0.63	1.40
2-Hexen-1-ol	C6H12O	0.09	-	-	-
1-Hexanol	C6H14O	5.01	4.69	5.78	5.27
Benzyl alcohol	C7H8O	0.08	-	-	0.17
2-Hepten-1-ol	C7H14O	0.45	0.50	0.45	0.26
2-Heptanol	C7H16O	0.51	0.35	0.67	0.62
Phenethyl alcohol	C8H10O	0.26	0.18	0.08	0
1-Octen-3-ol	C8H16O	3.29	3.09	4.71	4.18
1-Octanol	C8H18O	0.59	0.71	0.70	0.77
2-Nonen-1-ol	C9H18O	0.13	-	-	-
1-Nonanol	C9H20O	0.37	0.89	0.65	0.64
2.4-decadienol	C10H16O	0.48	0.79	0.73	0.58
Linalool	C10H18O	-	0.12	-	0.15
2-Decen-1-ol	C10H20O	-	-	0.10	0.20
1-Hexanol. 5-methyl-2-(1-methylethyl)-	C10H22O	-	-	0.12	-
1-Decanol. 2-methyl-	C11H24O	-	0.44	-	0.15
1-Dodecanol (CAS) n-Dodecanol	C12H26O	0.33	0.11	0.13	-
2-Tridecen-1-ol	C13H26O	0.06	-	-	-

2-Ethyl-1-dodecanol	C14H30O	0.25	-	-	-
Benzenler		-	-	-	-
Benzene. 1.3-dichloro	C6H4Cl2	0.20	0.37	0.33	0.48
Toluene	C7H8	0.40	1.02	1.89	1.09
Furanlar		-	-	-	-
Benzofuran. 2.3-dihydro-	C8H8O	0.09	-	-	-
Furan. 2-pentyl-	C9H14O	-	-	0.42	0.43
Diğer Bileşikler					
1.2.5-Oxadiazole. Furazan	C2H2N2O	-	-	-	0.31
1.2-Propanediamine	C3H10N2	-	0.23	-	-
5-methoxy-1-aza-6-oxabicyclo(3.1.0)hexane	C6H10O	-	0.10	-	-
7-hydroxy-5.6.7.8-tetrahydroindolizaine	C8H11NO	-	0.69	-	0.08
L-Alanine ethylamide. (S)-	C8H17N3O2	-	0.37	0.17	-

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

Gummalla ve Broadbent (1999) starter ve aroma yardımcı kültürü olarak kullanılan *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus casei* ile yapay olgunlaşma koşullarında fenilalanin (Phe), tirozin (Tyr) ve triptofan (Trp) aminoasitlerinin katobolizmasını incelemiştir. Son yıllarda yapılan alışmalar LAB kültürlerinin metabolik faaliyetleri için aminoasitleri kullandıklarını ve bu faaliyetlerin sonucunda peynirin olgunlaşması sırasında tatlandırıcı bileşiklerin üretildiğini göstermektedir.

Yağı alınmış granüler soya lesitini ve kalsiyum içeren %33 yağı azaltılmış edar peynirinin uçucu bileşenlerinde alkanaller, alkenaller ve dienaller bulunmuştur. Bu bileşiklerden (E,E)-2,4-nonadienal (yağlı/tatlı), (E,Z)- -2,4-dekadial (mısır cipsi/bayat/saman), (E,E)-2,4 -decadienal (yağlı/kızarmış) ve (E)-2-nonenal (bayat/acı) yüksek koku yoğunluklarında tespit edilmiştir. Kantitatif verilere göre, (E,Z)-2,4-dekadial ve (E,E)-2,4-dekadial, soya lesitini eklendiğinde yağı azaltılmış edar peynirlerinde kötü tatlara katkıda bulunan ana bileşikler olarak belirlenmiştir (Suriyaphan vd., 1999).

Starter ve starter olmayan kültürlerin peynirin lezzet gelişiminde oldukça kilit rolleri vardır. Literatürde süt peynirlerinde azımsanmayacak sayıda kültür ve bunların birçok kombinasyonu üzerine çalışma mevcuttur. Bu starter kültürler soya ieeği ile karışımlı sütlerde ve sade soya ieeğinde de etkili olabilir. LAB ve diğer tat verici mikroorganizmaların iyi peynir tadı üretmesini ve acı tadı azaltmasını kolaylaştırmak için soya ieeği veya peyniri, gerekli tüm koşullara sahip bir ortamdır. Bu nedenle soya ieeği ile üretilen peynirlerde lezzetin iyileştirilmesi yeni kültürlerin ve yeni kültür kombinasyonlarının tanıtılması ile mümkün olabilir (Ahmad vd., 2008).

0A kodlu peynirde asetik asit miktarı olgunlaşmanın 15. gününde maximuma erişmiştir. Dört olgunlaşma gününde de ölçüm alınan ester etil n-kaproat olmuştur. Olgunlaşmaya bağlı olarak benzen bileşikler % relatif alan değerleri 3.01' den 4.62' lere ulaşarak artış göstermiştir. Olgunlaşma sürdükçe toplam aldehit miktarları yükselirken, toplam keton miktarları düşmüştür (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Olgunlaşma süresince % 100 inek sütünden *Lactobacillus acidophilus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (0A) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	%RELATİF ALAN			
		0A1	0A15	0A30	0A45
Alkanlar					
Cyclopropane. 1.1-dibromo-2-chloro-2-fluoro	C ₃ H ₃ Br ₂ Cl	0.26	0.21	-	-
Hexane	C ₆ H ₁₄	0.05	-	-	-
Hexane. 2.2-dimethyl	C ₈ H ₁₈	0.47	5.32	0.76	1.16
Decane	C ₁₀ H ₂₂	0.65	0.43	0.75	0.41
Decane. 2.2-dimethyl	C ₁₂ H ₂₆	2.44	2.36	3.12	2.32
Tridecane	C ₁₃ H ₂₈	0.44	0.57	0.99	0.68
Tetradecane. 2-methyl	C ₁₅ H ₃₂	-	-	-	0.15
Tetradecane. 2.2-dimethyl	C ₁₆ H ₃₄	0.27	1.07	0.94	2.92
Octadecane	C ₁₈ H ₃₈	-	-	-	0.33
Alkenler					
2-Ethyl-1-hexene	C ₈ H ₁₆	0.02	-	-	-
beta.-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	1.53	0.98	1.72	2.17
Limonene	C ₁₀ H ₁₆	42.45	24.26	37.44	39.43
Sabinene	C ₁₀ H ₁₆	0.07	-	0.44	0.26
1.4-Cyclohexadiene. 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	C ₁₀ H ₁₆ O	-	0.10	-	-
1-Decene	C ₁₀ H ₂₀	-	0.13	-	-
1-Undecene. 5-methyl	C ₁₂ H ₂₄	0.68	-	-	-
1-Decene. 3.3.4-trimethyl	C ₁₃ H ₂₆	0.23	0.17	-	-
6,11-Undecadiene. 1-acetoxy-3,7-dimethyl-	C ₁₆ H ₂₈ O ₂	-	-	-	0.66
Alkinler					
1-Propyne (CAS) Propyne	C ₃ H ₄	-	0.07	-	-
3.5-Octadiyne	C ₈ H ₁₀	0.29	-	-	-
Aldehitler					
Acetaldehyde	C ₂ H ₄ O	0.03	-	-	-
Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	0.14	0.09	0.14	0.17
Phenylmethanal	C ₇ H ₆ O	0.09	-	-	0.20
Octanal	C ₈ H ₁₆ O	-	0.26	-	-
Benzaldehyde. 4-hydroxy-3-methoxy	C ₈ H ₈ O ₃	-	-	-	0.66
Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	0.34	-	-	-
Decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	-	0.33	0.45	1.76
[(1rs,2rs)-2-methyl-2-(4'-methyl-3'penteyl)cyclopropane]carbaldehyde	C ₁₁ H ₁₈ O	-	0.17	0.45	0.52
Ketonlar					
2-Propanone. Acetone	C ₃ H ₆ O	0.05	-	-	-
2.3-Butanedione	C ₄ H ₆ O ₂	0.23	0.36	0.24	0.28
Acetoin	C ₄ H ₈ O ₂	2.56	14.63	0.96	1.16
2-Heptanone	C ₇ H ₁₄ O	0.10	0.23	0.23	0.12

6-Methyl-5-hepten-2-one	C8H14O	0.06	-	-	-
2-Nonanone	C9H18O	0.14	0.25	0.40	0.35
5-Hydroxy-2,7-Dimethyl-4-Octanone	C10H20O2	-	0.15	-	-
Decalactone<delta>	C11H16O	0.65	0.85	0.86	0.87
2-Undecanone	C11H22O	-	0.13	-	-
Dodecalactone <delta->	C12H22O2	0.36	0.44	0.52	0.46
Trans-.Beta.-Ionon-5,6-Epoxyde	C13H20O2	-	0.11	0.11	0.18
Tetradecalactone <delta->	C14H26O2	0.17	-	0.17	-
Asitler					
Acetic acid (CAS) Ethylic acid	C2H4O2	2.10	7.77	4.42	4.03
2-Propynoic Acid	C3H2O2	0.36	-	-	-
Butanoic acid	C4H8O2	0.33	1.17	-	-
Pentanoic acid	C5H10O2	-	-	3.32	-
Propanoic acid. 3,3'-dithiobis	C6H10O4S2	-	0.25	0.10	0.31
Hexanoic acid	C6H12O2	1.35	2.00	3.08	2.18
Benzoic acid	C7H6O2	1.17	1.25	1.60	1.22
Octanoic Acid	C8H16O2	3.76	3.71	5.00	7.60
1,1'-bibicyclo(2.2.2)octyl-4-carboxylic acid	C9H14O2	-	3.55	0.35	0.13
Nonanoic acid	C9H18O2	0.22	-	-	-
9 Decenoic Acid	C10H18O2	0.31	0.19	0.23	0.23
Decanoic acid. Capric acid	C10H20O2	4.33	4.02	5.40	3.96
Undecanoic acid. Undecylic acid	C11H22O2	0.04	-	-	-
Dodecanoic acid. Lauric acid	C12H24O2	5.52	1.66	2.08	2.10
Myristic acid	C14H28O2	19.47	8.75	2.12	3.30
Pentadecanoic acid	C15H30O2	-	-	-	0.21
Esterler					
Ethyl acetate	C4H6O2	0.03	-	0.40	0.21
Ethyl butyrate	C6H12O2	-	-	1.54	0.32
Pentanoic acid. 2-hydroxy-4-methyl-methyl ester	C7H14O3	0.13	-	-	-
Ethyl N-Caproate	C8H16O2	0.17	0.11	1.15	0.64
Acetic acid. 2-phenylethyl ester	C10H12O2	-	-	0.41	0.72
Allyl heptanoate	C10H18O2	-	-	-	0.23
Octanoic acid. ethyl ester	C10H20O2	-	-	0.61	-
beta.-Terpinyl acetate	C12H20O2	-	-	0.18	0.49
Dichloroacetic acid. decyl ester	C12H22Cl2O2	-	0.14	0.27	-
Ethyl decanoate	C12H24O2	-	-	-	2.09
Laurate <ethyl->	C14H28O2	-	-	0.36	0.42
Methyl stearate	C19H38O2	0.07	-	-	-
Alkoller					
Ethanol	C2H6O	0.41	0.36	1.09	0.80
2,3-Butanediol	C4H10O2	0.48	2.25	1.77	0.60
1-Butanol. 3-methyl	C5H12O	0.20	1.82	3.13	1.43
1-Hexanol	C6H14O	0.24	0.29	0.43	0.16
Phenethyl alcohol	C8H10O	-	-	0.74	0.79
1-Octen-3-ol	C8H16O	0.11	-	0.56	-
1-Octanol	C8H18O	0.23	-	0.54	0.24
1-Nonanol	C9H20O	0.10	0.09	-	-
Linalool	C10H18O	-	0.76	0.78	0.77
2-Beta. Fenchyl Alcohol	C10H18O	0.08	0.18	0.41	-
Dihydro-Myrcenol	C10H20O	-	1.15	0.90	0.89
4,5-Octanediol. 2,7-dimethyl-	C10H22O2	0.23	-	-	-
1-Decanol. 2-methyl-	C11H24O	0.14	0.11	0.24	-
3-Cyclohexene-1-methanol	C12H20O2	-	-	-	0.21

1-Octanol. 2-butyl	C12H26O	-	0.52	0.79	0.84
1-Tetradecanol	C14H30O	0.22	-	-	0.35
Benzenler					
Toluene	C7H8	2.61	1.75	3.42	2.99
Styrene	C8H8	0.23	-	0.11	0.35
Benzene. 1.2-dimethyl	C8H10	0.03	-	-	-
Benzene. 1.4-dichloro	C6H4Cl2	0.14	0.45	1.22	1.28
Benzene. methyl. Cymol	C10H14	-	0.30	-	-
Diğer Bileşikler					
5-Methoxy-1-Aza-6-					
Oxabicyclo(3.1.0)Hexane	C6H10O	-	-	-	0.15
1.2.2-Trimethylcyclopropylamine	C6H13N	-	-	-	0.09
7-hydroxy-5.6.7.8-					
tetrahydroindolizine	C8H11NO	-	1.11	-	-
Cineole <1.4->	C10H18O	-	-	0.20	0.12
trans Sabinene hydrate	C10H18O	-	0.33	0.09	-
2-Propenamide. 2-methyl-N-phenyl-	C17H15NOS	0.07	-	-	-

A: Lactobacillus acidophiluslu kombinasyon kültür. 0: %100 inek sütü peynir

% 13 soya ieeği ilaveli *Lactobacillus acidophilus*lu kültür kombinasyonuyla üretilen peynirin (13A) aroma bileşenleri ve olgunlaşmaya bağlı değişimleri Tablo 4.31' de gösterilmiştir. Soya ieeği bulunduran bu peynirin limonenin % relatif alan değerleri 14.69 ile 21.81 aralığında değişmiştir. 0A peynirinin 45. olgunlaşma gününde de tespit edilen vanilin aroması 13A peynirinin 1. olgunlaşma gününde saptanmıştır. Nonanal bileşik miktarının olgunlaşma boyunca hemen hemen değişmediği görülmüştür. Tetradekalakton, hegzanoik asit, oktanoik asit ve furan bileşiklerinin miktarları olgunlaşma süresince giderek artmıştır (Tablo 4.31).

Tablo 4.31. Olgunlaşma süresince % 13 soya ieeği ilaveli *Lactobacillus acidophilus*lu kültür kombinasyonuyla üretilen peynirin (13A) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	%RELATİF ALAN			
		13A1	13A15	13A30	13A45
Alkanlar					
Hexane. 2.2-dimethyl	C8H18	0.45	0.65	0.81	0.73
Decane	C10H22	-	-	0.14	0.27
2-Bromo dodecane	C12H25Br	-	0.19	-	-
Decane. 2.2-dimethyl	C12H26	0.52	1.04	1.91	1.52
Tridecane	C13H28	1.07	1.09	-	-
Tridecane. 3-methyl	C14H30	0.62	-	-	-
Tetradecane. 2.2-dimethyl	C16H34	1.20	0.93	1.71	1.09
Tetradecane. 2.6.10-trimethyl	C17H36	0.33	-	-	-
Alkenler					
1.2-Propadiene (CAS) Allene	C3H4	-	0.10	-	-
Limonene	C10H16	14.69	16.99	21.81	18.32
beta.-Myrcene	C10H16	1.32	0.93	1.53	0.97
beta.-Pinene	C10H16	-	-	-	0.27
alpha.-Cubebene	C15H24	0.66	-	-	-
Alkinler					
1-Propyne	C3H4	-	0.15	-	1.43

Aldehytler

Hexanal	C6H12O	0.48	0.52	1.12	0.40
Benzaldehyde, Phenylmethanal	C7H6O	0.46	0.38	0.21	-
2-Heptenal	C7H12O	0.29	0.24	0.25	-
Benzaldehyde, 4-hydroxy-3-methoxy-, Vanillin	C8H8O3	0.50	-	-	-
2-Octenal	C8H14O	0.45	0.46	0.46	-
2-Nonenal	C9H16O	0.30	-	-	-
Nonanal	C9H18O	1.48	1.56	1.00	1.33
Citral	C10H16O	0.55	-	-	-
2,4-Decadienal	C10H16O	0.88	0.27	0.23	-
Decanal	C10H20O	2.15	1.45	0.55	1.41
[(1rs,2rs)-2-methyl-2-(4'-methyl-3'- penteyl)cyclopropane]carbaldehyde	C11H18O	0.97	0.62	0.34	0.80

Ketonlar

Acetoin	C4H8O	3.02	2.79	2.21	2.56
2,3-Butanedione	C4H6O2	-	-	0.88	0.41
2-Butanone, 3-methyl	C5H10O	-	0.18	-	-
2-Heptanone	C7H14O	-	-	0.14	0.16
3,5-Octadien-2-one	C8H12O	-	-	0.37	-
2-Nonanone	C9H18O	0.25	0.25	0.35	0.32
[1,1'-Bicyclopentyl]-2-one	C10H18O	-	0.20	0.18	-
Decalactone <delta->	C10H18O2	1.27	1.28	1.36	1.09
Undecalactone <delta->	C ₁₁ H ₂₀ O ₂	-	0.44	-	-
2-Undecanone (CAS) 2-Hendecanone	C11H22O	-	0.60	0.21	0.27
Dodecalactone <delta->	C12H22O2	0.83	0.95	1.06	0.95
Trans-.Beta.-Ionon-5,6-Epoxyde	C13H20O2	-	0.18	0.25	-
2-Tridecanone	C13H26O	0.27	-	-	-
Tetradecalactone <delta->	C14H26O2	0.31	0.44	0.48	0.52
2-(3,3-dimethyl-2-phenyl-2-aziridinyl)- 3,4-dihydro-1(2H)-naphthalenone	C20H21NO	0.21	0.10	-	-

Asitler

Acetic acid (CAS) Ethylic acid	C2H4O2	6.75	5.50	5.60	4.99
2-Propynoic Acid	C3H2O2	-	0.10	0.32	-
Butanoic acid	C4H8O2	0.94	1.15	1.31	2.01
Butanoic acid, 3-methyl	C5H10O2	-	-	0.43	0.58
Propanoic acid, 3,3'-dithiobis	C6H10O4S2	0.52	2.94	0.83	0.08
Hexanoic acid	C6H12O2	4.85	5.34	4.81	5.34
Benzoic acid	C7H6O2	4.31	2.75	3.36	3.14
Octanoic Acid	C8H16O2	7.29	7.18	7.62	8.02
1,1'-bibicyclo(2.2.2)octyl-4-carboxylic acid	C9H14O2	1.65	2.88	0.74	0.80
Nonanoic acid	C9H18O2	0.58	0.39	0.32	0
9-Decenoic Acid	C10H18O2	0.49	0.50	0.51	0.56
Decanoic acid, Capric acid	C10H20O2	7.39	8.91	8.83	8.91
Dodecanoic acid, Lauric acid	C12H24O2	3.79	3.67	3.62	3.70
Myristic acid	C14H28O2	5.90	4.04	4.30	3.64
Pentadecanoic acid	C15H30O2	0.29	-	-	-

Esterler

Vinyl acetate	C4H6O2	0.22	-	-	-
3-methylbutyl ester	C7H14O2	-	-	0.55	0.71
Ethyl N-Caproate	C8H16O2	-	-	-	0.97
Acetic acid, 2-phenylethyl ester	C10H12O2	-	-	-	0.78
Allyl heptanoate	C10H18O2	0.32	-	-	-
Octanoic acid, ethyl ester	C10H20O2	-	-	-	0.32

Linalyl formate	C11H18O2	-	-	-	1.42
Caproate <isoamyl->	C11H22O2	-	-	0.47	0.92
Beta.-Terpinyl acetate	C12H20O2	0.36	0.32	-	0.39
Linalyl acetate	C12H20O2	0.92	-	-	-
Dichloroacetic acid. decyl ester	C12H22Cl2O2	-	-	0.28	-
Geranyl butyrate	C14H24O2	-	0.33	-	-
Alkoller					
Ethanol (CAS) Ethyl alcohol	C2H6O	0.60	0.48	0.62	0.81
2.3-Butanediol	C4H10O2	0.25	-	0.71	0.40
1-Butanol. 3-methyl	C5H12O	0.72	0.84	0.91	1.26
1-Hexanol (CAS) n-Hexanol	C6H14O	1.46	1.34	1.23	1.24
Phenethyl alcohol	C8H10O	-	-	0.47	0.48
1-Octen-3-ol	C8H16O	-	1.58	1.92	2.01
1-Octanol	C8H18O	0.28	0.24	0.20	0.46
4-Nonanol (CAS). 1-Nonanol (CAS) n-					
Nonyl alcohol	C9H20O	1.10	0.52	0.41	0.49
Linalool	C10H18O	1.50	0.93	0.41	-
Beta. Fenchyl Alcohol	C10H18O	0.69	-	-	0.46
3-Cyclohexene-1-methanol	C10H18O	-	0.43	-	-
Dihydro-Myrcenol	C10H20O	2.10	2.47	-	1.55
1-Decanol. 2-Methyl-	C11H24O	-	0.24	-	-
1-Dodecanol	C12H26O	-	0.43	-	0.38
Tridecyl alcohol	C13H28O	-	-	0.38	-
Benzenler					
Benzene. 1.3-dichloro	C6H4Cl2	7.93	7.08	4.68	5.15
Toluene	C7H8	0.67	1.48	1.79	1.64
Styrene. Ethenylbenzene	C8H8	-	-	0.18	-
Furanlar					
2.3-dihydro-benzofuran	C8H8O	-	0.17	0.24	0.27
Furan. 2-pentyl-	C9H14O	-	0.22	0.72	0.51
Diğer Bileşikler					
1.2-Propanediamine	C3H10N2	-	-	0.21	-
2.2-dibromo-1-methyl					
cyclopropanecarbonyl chloride	C5H6Br2O2	-	-	1.17	-
1.2.2-Trimethylcyclopropylamine	C6H13N	-	0.24	-	-
4-vinylphenol	C8H8O	-	-	-	0.22
7-hydroxy-5.6.7.8-tetrahydroindolizaine	C8H11NO	-	-	-	0.08
Cineole <1.4->	C10H18O	-	-	-	0.21
N-benzylidene-dimethylammonium					
chloride	C19H34ClN	0.34	-	-	-

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür. 13: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir.

26A kodlu peynirin uçucu aroma bileşenlerinden 3-metil-1-butanol ve fenetil alkol miktarları olgunlaşma ilerledikçe artmıştır. Olgunlaşma sonuna kadar 2-pentil furan bileşiminin miktarı % 40 oranında yükselmiştir. Toplam aldehit miktarı muhafaza süresi ilerledikçe azalmıştır. Kaprik, laurik ve miristik asitlerin % relatif alan değeri­lerinin giderek azaldığı kaydedilmiştir (Tablo 4.32).

Tablo 4.32. Olgunlaşma süresince % 26 soya içeceği ilaveli *Lactobacillus acidophilus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (26A) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	%RELATİF ALAN			
		26A1	26A15	26A30	26A45
Alkanlar					
Hexane. 2.2-dimethyl	C8H18	0.42	1.00	2.67	8.76
Decane	C10H22	-	-	0.18	0.46
Decane. 2.2-dimethyl	C12H26	0.96	2.31	2.34	2.29
2-Bromo dodecane	C12H25Br	0.25	-	0.33	-
Tridecane	C13H28	0.41	0.30	0.55	-
3.5-Dimethyldodecane	C14H30	-	-	0.28	-
Tetradecane. 2.2-dimethyl	C16H34	1.46	1.42	1.59	1.85
Alkenler					
1.2-Propadiene (CAS) Allene	C3H4	0.20	-	-	-
Limonene	C10H16	16.13	9.12	14.49	25.96
beta.-Myrcene	C10H16	1.24	0.48	0.73	1.31
1-Tetradecene	C14H28	-	-	0.27	-
Alkinler					
1-Propyne	C3H4	0.30	-	-	0.56
3-Nonen-5-yne. 4-ethyl- (CAS)	C11H18	0.35	0.29	-	-
Aldehitler					
Hexanal	C6H12O	0.27	0.93	0.44	0.93
Phenylmethanal	C7H6O	0.72	0.44	0.61	-
2-Heptenal	C7H12O	0.60	0.35	0.21	-
2-Octenal	C8H14O	0.49	0.51	0.49	-
2-Nonenal	C9H16O	0.29	-	-	-
Nonanal	C9H18O	1.49	1.32	1.94	1.16
2.4-Decadienal	C10H16O	0.32	0.37	0.19	-
2-Decenal	C10H18O	0.19	-	-	-
Decanal	C10H20O	0.33	0.57	1.03	0.30
[(1r,2r)-2-methyl-2-(4'-methyl-3'-pentenyl)cyclopropane]carbaldehyde	C11H18O	-	0.80	0.32	-
Ketonlar					
2.3-Butanedione. Diacetyl	C4H6O2	0.26	-	0.59	0.32
Acetoin	C4H8O	3.43	1.41	0.85	1.12
2-Heptanone	C7H14O	0.18	-	-	0.16
2-Nonanone	C9H18O	0.32	0.40	0.53	0.14
[1.1'-Bicyclopentyl]-2-one	C10H18O	-	-	0.38	-
Decalactone <delta->	C10H18O2	1.29	1.04	0.76	-
2-Undecanone	C11H22O	-	-	0.17	-
Dodecalactone <delta->	C12H22O2	1.02	0.88	0.98	0.30
Trans-.Beta.-Ionon-5.6-Epoxyde	C13H20O2	-	0.78	0.34	-
Tetradecalactone <delta->	C14H26O2	0.52	2.87	0.24	-
Asitler					
Acetic acid (CAS) Ethylic acid	C2H4O2	8.25	7.27	6.84	12.84
Butanoic acid	C4H8O2	0.98	1.09	0.90	1.13
Butanoic acid. 3-methyl	C5H10O2	-	-	1.33	0.36
Propanoic acid. 3.3'-dithiobis	C6H10O4S2	-	-	-	0.95
Hexanoic acid	C6H12O2	6.07	7.05	5.76	5.93
Benzoic acid	C7H6O2	2.67	3.55	2.39	2.93
Heptanoic acid. Enanthic acid	C7H14O2	1.13	-	-	-
Octanoic Acid	C8H16O2	8.31	8.38	8.41	4.02

1,1'-bibicyclo(2.2.2)octyl-4-carboxylic acid	C9H14O2	0.34	1.45	0.72	0.11
Nonanoic acid	C9H18O2	1.08	0.39	1.03	0.50
Caproic acid	C10H18O2	0.42	0.54	0.51	-
Decanoic acid. Capric acid	C10H20O2	8.97	6.83	8.55	2.88
Dodecanoic acid. Lauric acid	C12H24O2	4.29	3.06	2.33	1.54
Myristic acid	C14H28O2	5.46	5.96	2.77	1.56
Pentadecanoic acid	C15H30O2	0.35	-	-	-
Esterler					
Acetic acid. ethyl ester, Ethyl acetate	C4H6O2	-	-	0.08	0.14
Acetic acid. 2-phenylethyl ester	C10H12O2	-	-	2.88	0.99
Linalyl formate	C11H18O2	-	1.18	0.26	-
Caproate <isoamyl->	C11H22O2	-	-	0.37	-
Beta.-Terpinyl acetate. Linalyl acetate	C12H20O2	-	0.37	0.29	-
Octanoic acid. 3-methylbutyl ester	C13H26O2	-	-	0.42	-
Methyl stearate	C19H38O2	-	-	0.22	-
Alkoller					
Ethanol	C2H6O	0.91	0.77	0.96	0.98
3-Butyn-1-ol	C4H6O	-	-	0.52	-
2,3-Butanediol	C4H10O2	0.61	0.57	0.29	1.13
1-Butanol. 3-methyl	C5H12O	1.49	1.81	2.31	2.34
1-Hexanol	C6H14O	2.85	3.39	2.26	2.57
1-Heptanol	C7H16O	-	-	0.10	0.16
Phenethyl alcohol	C8H10O	0.19	0.40	0.51	-
1-Octen-3-ol	C8H16O	2.67	2.97	2.65	2.27
1-Octanol	C8H18O	0.75	0.38	0.83	0.51
1-Nonanol	C9H20O	2.07	1.41	0.91	0.73
Beta. Fenchyl Alcohol	C10H18O	-	0.39	0.28	-
Dihydro-Myrcenol	C10H20O	-	1.67	1.42	-
2-Decen-1-Ol	C10H20O	0.20	-	-	-
1-Decanol. 2-Methyl-	C11H24O	-	0.39	-	0.44
1-Octanol. 2-Butyl-	C12H26O	0.41	1.04	-	-
Linalyl Anthranilate	C ₁₇ H ₂₃ NO ₂	-	-	-	0.18
Benzen					
Benzene. 1,4-dichloro	C ₆ H ₄ Cl ₂	3.01	7.06	5.09	3.17
Toluene	C ₇ H ₈	1.57	1.00	1.17	1.12
Furan					
Benzofuran. 2,3-dihydro-	C8H8O	0.41	0.54	0.34	0.26
Furan. 2-pentyl-	C9H14O	0.47	0.61	-	0.71
Diğer Bileşikler					
5-Methoxy-1-Aza-6-					
Oxabicyclo(3.1.0)Hexane	C6H10O	-	-	-	0.85
1,2,2-Trimethylcyclopropylamine	C6H13N	-	-	-	0.85
7-hydroxy-5,6,7,8-tetrahydroindolizine	C8H11NO	-	0.62	-	-
l-Alanine ethylamide. (S)-	C ₈ H ₁₇ N ₃ O ₂	-	-	0.47	-
N-benzylidene-dimethylammonium chloride	C19H34ClN	0.36	-	-	-

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür. 26: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir.

Tablo 4.33 incelendiğinde 39A kodlu peynir için fenetil alkol, 2-bütül-1-octanol, tolueen bileşiklerinin % relatif alanlarının arttığı söylenebilir. Ayrıca olgunlaşmanın 15.

gününden itibaren bütanoik asit, geranil asetat tespit edilmiştir. Olgunlaşma ilerledikçe 2,2-dimetilhegzanın konsantrasyonu artış göstermiştir.

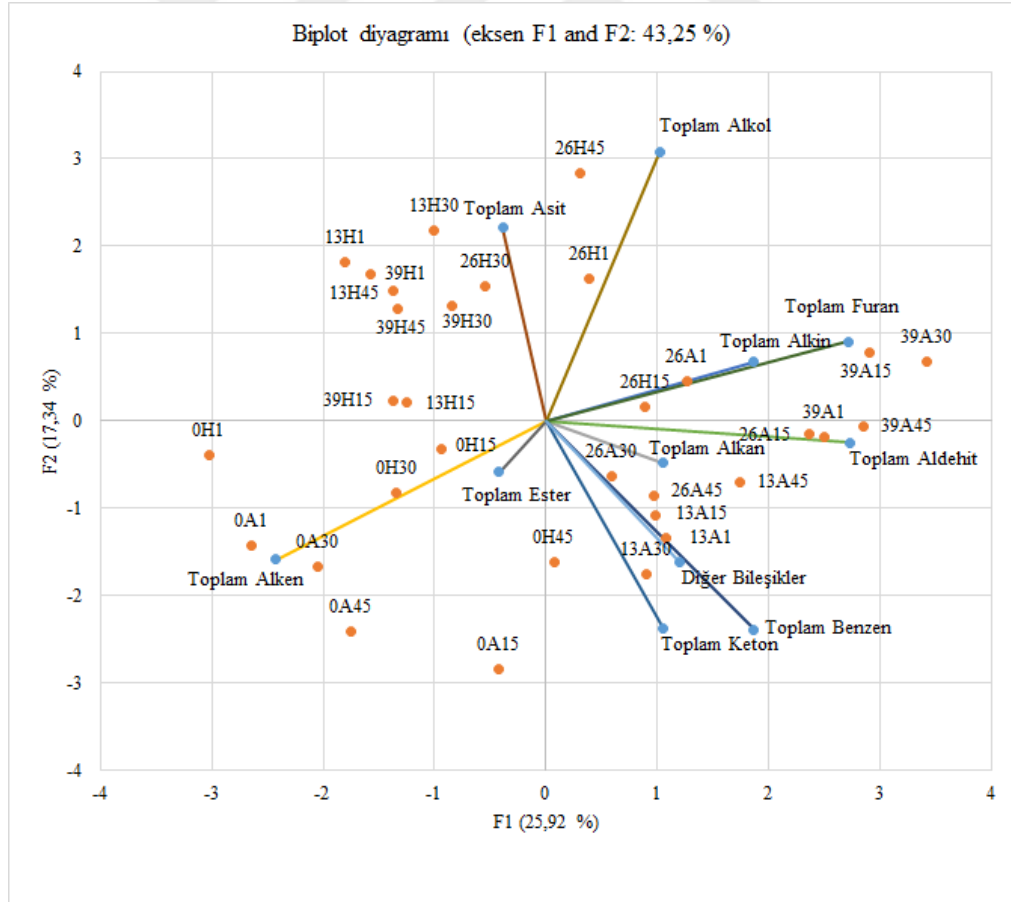
Tablo 4.33. Olgunlaşma süresince % 39 soya içeceği ilaveli *Lactobacillus acidophilus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirin (39A) aroma bileşenleri*

AROMA BİLEŞENLERİ	FORMÜL	%RELATİF ALAN			
		39A1	39A15	39A30	39A45
Alkanlar					
Cyclopropane. 1.1-dibromo-2-chloro-2-fluoro	C3H3Br2Cl	-	-	-	0.51
Hexane. 2.2-dimethyl	C8H18	0.37	-	11.86	16.55
Decane	C10H22	-	-	0.26	0.46
1-prop-2-enoxyoctane	C11H22O	0.46	-	-	-
2-cyano-2.3.3-trimethyl-1(N)-(prop-2-yl)azacyclobutane	C12H24	-	0.37	-	-
2-Bromo dodecane	C12H25Br	-	0.49	0.27	-
Decane. 2.2-dimethyl	C12H26	1.00	1.32	3.39	2.18
Tetradecane	C14H30	0.88	-	-	0.32
Tetradecane. 2.2-dimethyl	C16H34	2.19	2.90	2.43	2.95
1-Chlorooctadecane	C18H37Cl	-	-	0.38	-
Alkenler					
Beta.-Myrcene	C10H16	0.75	-	-	0.57
D-Limonene	C10H16	14.86	9.79	5.21	5.75
Alkinler					
3-Nonen-5-yne. 4-ethyl- (CAS)	C11H18	0.66	0.69	0.49	0.33
Aldehitler					
Hexanal	C6H12O	0.39	1.08	1.44	0.54
Phenylmethanal	C7H6O	0.72	0.35	0.37	0.22
2-Heptenal	C7H12O	0.50	0.61	0.51	0.26
2-Octenal	C8H14O	0.61	0.85	0.77	0.55
2-Nonenal	C9H16O	0.28	-	-	-
Nonanal	C9H18O	1.74	2.22	1.22	1.57
2.4-Decadienal	C10H16O	1.08	1.54	0.52	-
Decanal	C10H20O	0.54	0.89	0.55	1.37
3-Dodecen-1-al	C12H22O	-	-	-	0.37
Dodecanal	C12H24O	1.34	-	-	-
Ketonlar					
2.3-Butanedione. Diacetyl	C4H6O2	0.26	0.55	0.25	0.22
Acetoin	C4H8O	3.47	3.83	3.40	2.28
2-Heptanone	C7H14O	-	-	0.27	-
3.5-Octadien-2-one	C8H12O	0.20	-	-	-
4-Pentylbutanolide	C9H16O2	-	-	-	0.23
2-Nonanone	C9H18O	0.30	0.30	0.36	0.30
[1.1'-Bicyclopentyl]-2-one	C10H18O	0.56	-	0.40	0.21
Decalactone <delta->	C10H18O2	1.30	0.93	0.69	1.16
5-Hydroxy-2.7-Dimethyl-4-Octanone	C10H20O2	0.18	-	-	-
Dodecalactone <delta->	C12H22O2	0.83	0.78	0.54	0.45
Trans-.Beta.-Ionon-5.6-Epoxide	C13H20O2	0.37	0.29	0.33	0.32
Tetradecalactone <delta->	C14H26O2	0.45	-	-	0.59
1(2H)-Naphthalenone	C20H21NO	-	-	0.32	-
Asitler					

Acetic acid. Ethylic acid	C2H4O2	9.19	9.76	10.86	8.15
2-Propynoic acid	C3H2O2	-	-	0.47	-
Butanoic acid	C4H8O2	-	0.64	0.93	0.86
Butanoic acid. 3-methyl	C5H10O2	-	-	0.22	0.64
Propanoic acid. 3,3'-dithiobis	C6H10O4S2	0.35	0.73	3.43	0.43
Hexanoic acid	C6H12O2	5.03	6.12	6.53	6.68
Benzoic acid	C7H6O2	3.42	3.54	3.24	3.09
Enanthic acid. Heptanoic acid	C7H14O2	-	-	-	0.43
Octanoic Acid	C8H16O2	7.85	7.19	5.62	7.09
1,1'-bibicyclo(2.2.2)octyl-4-carboxylic acid	C9H14O2	1.22	1.06	-	1.17
Nonanoic acid	C9H18O2	1.62	1.15	0.48	0.46
9-Decenoic acid. Caproleic acid	C10H18O2	0.51	0.37	0.26	0.24
Decanoic acid. Capric acid	C10H20O2	6.95	6.42	4.06	3.52
Dodecanoic acid. Lauric acid	C12H24O2	3.17	3.42	2.14	1.88
Tridecanoic acid	C13H26O2	-	-	-	0.46
Myristic acid	C14H28O2	3.89	4.94	2.68	2.38
Esterler					
Pentanoic acid. 2-hydroxy-4-methyl-methyl ester	C7H14O2	-	0.29	-	-
Acetic acid. 2-phenylethyl ester	C10H12O2	-	-	-	0.54
Geranyl acetate	C12H20O2	-	0.61	-	0.42
Ethyl decanoate	C12H24O2	0.96	-	-	-
Ethyl linoleate	C20H36O2	0.51	-	-	-
Alkoller					
Ethanol	C2H6O	0.86	0.67	0.52	0.72
2,3-Butanediol	C4H10O2	0.83	0.52	0.78	0.41
1-Butanol. 3-methyl	C5H12O	1.41	2.04	2.26	1.86
1-Hexanol	C6H14O	2.71	4.06	3.02	2.92
2-Hepten-1-ol	C7H14O	0.15	-	-	-
1-Octen-3-ol	C8H16O	2.45	3.88	4.89	2.95
Phenethyl alcohol	C8H10O	0.42	0.55	0.58	1.00
1-Octanol	C8H18O	0.59	0.67	0.94	0.75
1-Nonanol	C9H20O	2.11	2.18	1.67	1.50
2-Decen-1-ol	C10H20O	-	0.30	0.51	0.16
1-Decanol. 2-methyl	C11H24O	0.44	0.42	-	0.48
1-Octanol. 2-butyl	C12H26O	0.49	2.11	-	1.46
1-Tetradecanol	C14H30O	-	-	0.67	-
Benzenler					
Benzene. 1,4-dichloro	C6H4Cl2	3.20	3.06	3.24	3.34
Toluene	C7H8	0.76	1.07	1.10	1.14
Furanlar					
Benzofuran. 2,3-dihydro-	C8H8O	0.76	0.65	0.64	0.53
Furan. 2-pentyl-	C9H14O	0.45	0.51	1.12	0.75
Diğer Bileşikler					
Azetidine. 2-methyl	C4H9N	0.55	0.40	-	-
2,2-dibromo-1-methylcyclopropanecarbonyl chloride	C5H6Br2O2	-	-	-	0.15
5-methoxy-1-aza-6-oxabicyclo(3.1.0)hexane	C6H10O	-	0.64	-	0.87
7-hydroxy-5,6,7,8-tetrahydroindolizine	C8H11NO	0.23	-	-	-
l-Alanine ethylamide. (S)-	C8H17N3O2	0.37	-	0.66	-

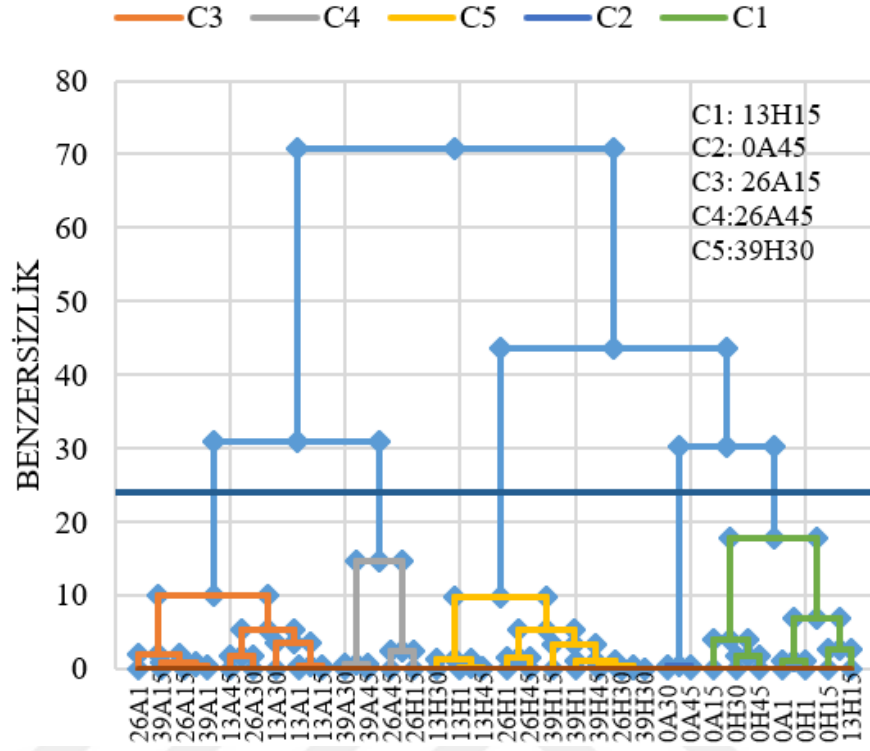
A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür. 39: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir.

Tüm uçucu aroma verileri değerlendirildiğinde; sekiz peynirin dört farklı olgunlaşma günü baz alındığında toplamda 207 farklı uçucu aroma bileşeni saptanmış ve bunlardan 51 tanesi her peynirde ortak olarak bulunmuştur. rnek sayısı ve tespit edilen uçucu bileşenlerin fazlalığı sebebiyle örnekler arasındaki ilişkiyi daha net görebilmek için temel bileşen analizi uygulanmış uçucu aroma bileşeni sonuçları aşağıda gösterilmiştir. Temel bileşen analizine göre aroma bileşenlerinin çoğu % 13 ve % 26 soya içeceği içeren peynirler eksenine yığılmıştır. 0A kodlu peynirde toplam alken, 13H ve 26H kodlu peynirlerde ise toplam asit bileşiklerinin olduğunu söylemek mümkündür (şekil 4.5). Yığınsal hiyerarşik kümeleme dendogramına göre 13H15, 0A45, 26A15, 26A45, 39H30 uçucu aroma bileşeni açısından birbirine benzememektedir. Ayrıca tüm peynirlerin birbirleriyle uçucu bileşen açısından ilişkileri şekil 4.6' dan incelenebilir.



şekil 4.5. Peynirlerin uçucu aroma bileşenlerinin PCA için biplot diyagramı

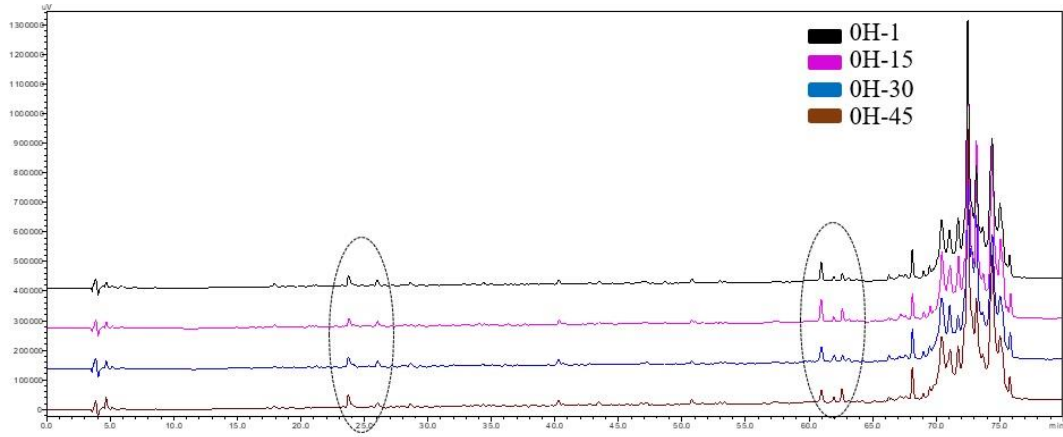
AHC DENDROGRAM



Şekil 4.6. Peynirlerin uçucu aroma bileşenlerinin AHC (yığınsal hiyerarşik kümeleme) dendrogramı

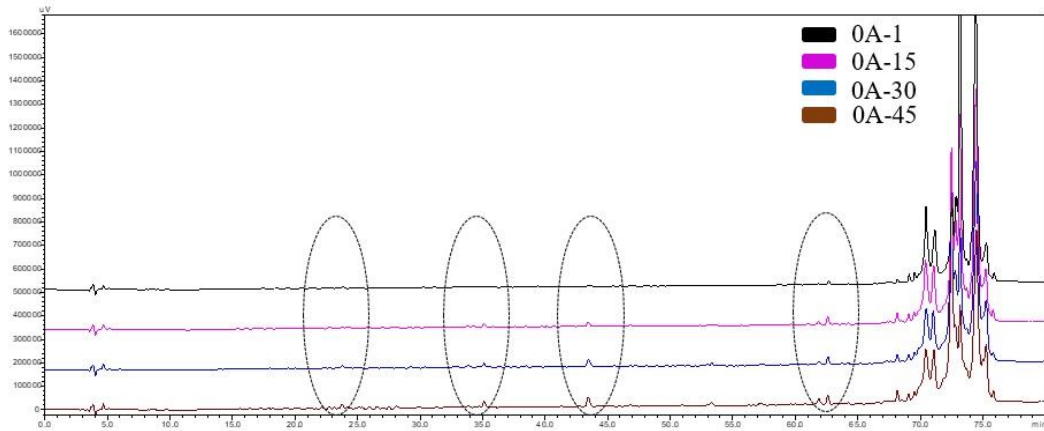
4.7 Peynirlerin RP-HPLC ile peptit profilleri

Tez kapsamında üretilen ve 45 gün olgunlaştırılan sekiz çeşit peynirin peptit kromotogram değişimlerini gözlemlemek adına tüm peynirlerin kromotogramları aşağıda verilmiştir. Şekil 4.7 *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 soya içeceği içeren peynir çeşidinin (0H) 45 gün içerisindeki peptit profillerinin değişimini göstermektedir. Alıkonma süresinin 24. ve 26. dakikasında gelen peptitlerin piklerinde 45 gün boyunca önemli bir değişim gözlenmemiştir. 61. dakikada gelen peptit piki 15. gün en yüksek pik değerini göstermiştir. 63. dakikada gelen peptit konsantrasyonunun 15. ve 45. günlerde daha yüksek olduğu söylenebilir.



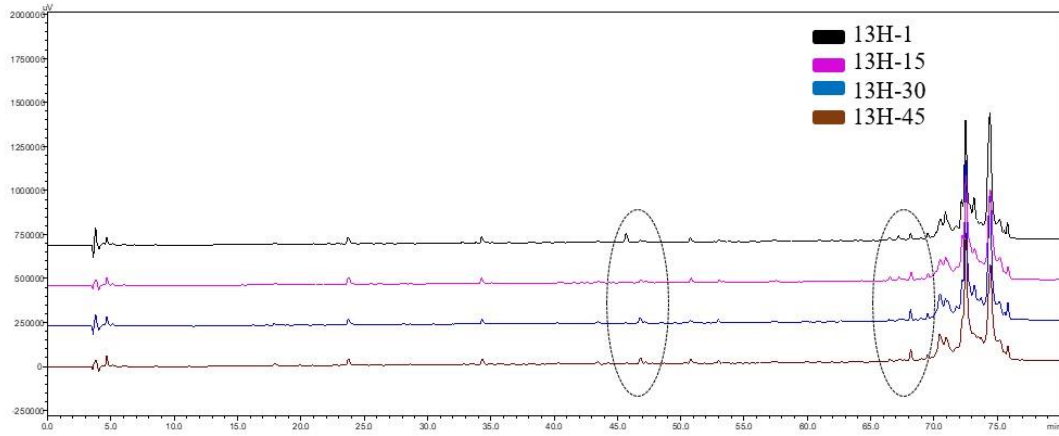
Şekil 4.7. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 soya ieeği içeren peynirin (OH) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 soya ieeği içeren peynirin (0A) peptit profil kromotogramından görüldüğü üzere alıkonmanın 24. dakikasında 30. ve 45.günlerdeki peynirlerde peptit pikleri görülmektedir. 35. ve 43. dakikada gelen peptit pikler ise 1. gün analizinde olmayıp ilerleyen olgunlaşma günlerinde ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. 45. olgunlaşma gününde ise alıkonmanın 62. ve 63. dakikasında gelen pikler en yüksek konsantrasyondadır (Şekil 4.8).



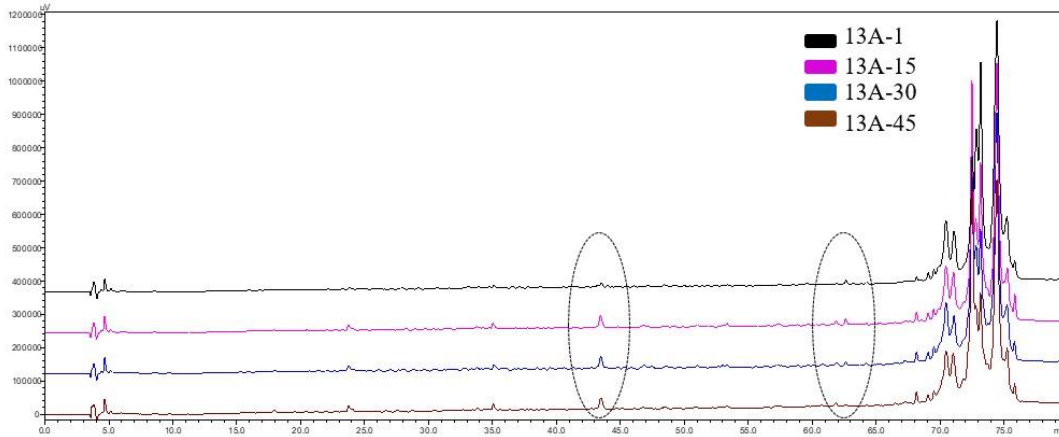
Şekil 4.8. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 soya ieeği içeren peynirin (0A) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen % 13 soya ieeği içeren peynir çeşidinde 24. ve 34. dakikalarda verdikleri peptit pikleri benzerlik göstermektedir. 46. dakikada gelen pik sadece 1. gün örneğinde grlmştir. 47. dakikada ise 30.ve 45.günlerde faklı bir peptit gözlenmiştir. Alıkonma zamanının 67. dakikada gelen peptit piklerinin 30. gün kaybolduğu ve 68. dakikada gelen peptit pikinin olgunlaşma gününe bağlı arttığı grlmştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 13 soya ieeği içeren peynirin (13H) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri

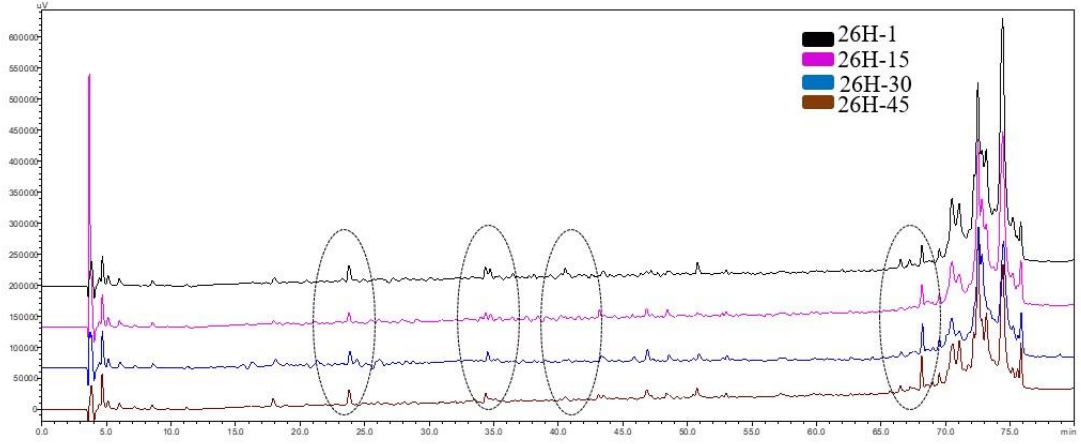
Şekil 4.10' da *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 13 soya ieeği içeren peynirin alıkonmanın 24., 35., 43., 62. ve 63. dakikasında proteolize bağlı peptitlerin pik verdiği görülmüştür. Olgunlaşmaya bağlı olarak 43. ve 63. dakikada gelen peptitlerin konsantrasyonunun arttığı ve 45. gün kaybolduğu görülmektedir.



Şekil 4.10. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 13 soya ieeği içeren peynirin (13A) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri

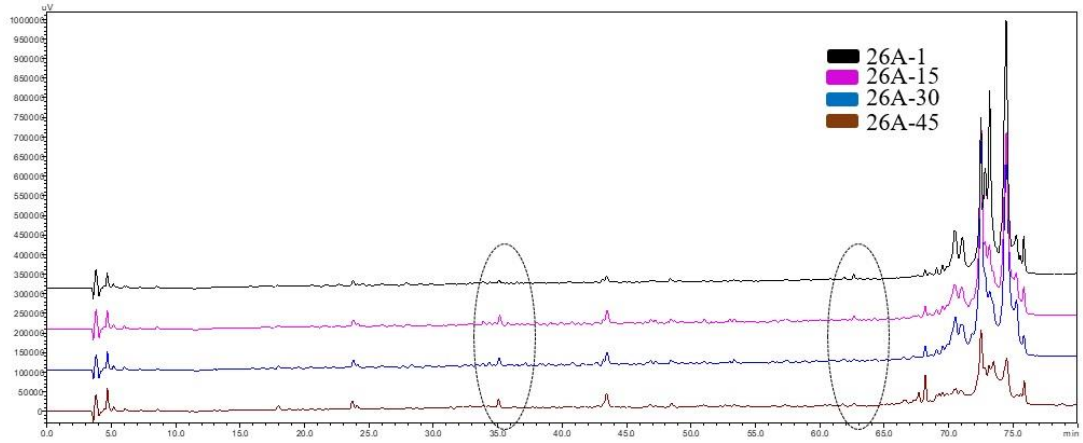
Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen % 26 soya ieeği içeren peynir eşidinde (26H) alıkonmanın 24. dakikasında gelen peptit piki 45. günde de tespit edilmiştir. 30. günde ise o dakikada kromotogramda iki farklı peptit görülmekte olup 45. gün kaybolduğu gözlemlenmiştir. 34. dakikada ise 1 ve 15. günlerin verdiği pikler 30 ve 45. günde yerlerini tek pike bırakmıştır. 41. dakikada görülen peptitin sadece 1. günde pik verdiği gözlenmiştir. Alıkonmanın 67.

dakikasıdan sonra gelen pik 15. gün görülmemiştir. 68. dakikada gelen peptitin konsantrasyonu olgunlaşmaya bağlı artış göstermiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 26 soya ieeği içeren peynirin (26H) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonu ile üretilen %26 soya ieeği içeren peynirin (26A) peptit kromotogramında 24., 35., 43., 47., 63. dakikalarda farklı peptit pikleri gözlenmiştir (Şekil 4.12). 35. dakikada olgunlaşmaya bağlı peptit konsantrasyonunun arttığı görülmektedir. Ayrıca alıkonmanın 63. dakikasında tespit edilen peptitin 30. günden sonra kaybolduğu görülmektedir.



Şekil 4.12. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 26 soya ieeği içeren peynirin (26A) 1., 15., 30. ve 45. olgunlaşma günlerinde peptit profilleri

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen % 39 soya ieeği içeren peynire (39H) ait kromotogramda en yoğun peptit pikleri görülmektedir. 12 farklı alıkonma zamanında net peptit pikleri tespit edilmiştir. 34. alıkonma dakikası incelendiğinde 45. gün iki peptit piki grlmştir. 47. dakikada 1. gün pik vermeyen peptit diğer olgunlaşma günlerinde pik vermiştir. 51. dakikada gelen peptitin

Biyoreişilebilirlik, besinlerin bağırsak lümeninde gıda matrislerinden salındığında mevcudiyetini temsil eden bir miktar olarak tanımlanabilirken, biyoyararlanım, besinlerin bağırsak epitelinden seruma taşınan miktarı ifade etmektedir (Rinaldi vd., 2015). Aşağıdaki tablo *in vitro* olarak uygulanan deneyde ince bağırsak epitelini geçebilen kısımların değerlendirilmesiyle hazırlanmış ve peynirlerin biyoyararlılık indeksleri Tablo 4.34’ te % olarak ifade edilmiştir. 13H, 26H, 39A kodlu peynirlerin olgunlaşmaya bağlı olarak biyoyararlılık indeksleri yükselirken, 0A,0H, 39H kodlu peynirlerinki ise azalmıştır. 39A kodlu peynirin biyoyararlılık indeksi neredeyse iki katına çıkmıştır. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen ve % 26 soya ieeği içeren peynir çeşidin de (26A) ise olgunlaşmanın ilk ve son günü arasında biyoyararlılık açısından önemli bir matematiksel değişim kaydedilmemiştir (Tablo 4. 34). 0H ve 0A kodlu peynirlerin olgunlaşmanın sonundaki biyoyararlılık indekslerinin ilk güne göre sırasıyla % 22.47 ve % 26.80 oranla azaldığı hesaplanmıştır.

Tablo 4.34. Peynirlerin potansiyel biyoyararlılık (%) indeksleri*

rnek	Olgunlaşma günü			
	1	15	30	45
0H	25.98±0.74 ^{Aa}	16.68±0.84 ^{Ac}	22.59±2.34 ^{Aa}	20.14±0.44 ^{Ab}
0A	25.22±1.03 ^{Aa}	16.15±0.87 ^{Ad}	20.93±0.35 ^{ABb}	18.46±0.24 ^{Bc}
13H	12.76±0.97 ^{CDb}	12.40±0.28 ^{Cb}	17.41±0.39 ^{Ca}	17.54±0.13 ^{Ba}
13A	18.80±0.31 ^{Ba}	15.04±0.35 ^{Bbc}	14.45±0.13 ^{Dc}	16.02±0.28 ^{Cb}
26H	10.41±0.66 ^{Dd}	12.03±0.63 ^{CDc}	20.84±0.88 ^{Ba}	15.65±0.17 ^{Cb}
26A	18.16±0.10 ^{Ba}	12.30±0.45 ^{Cc}	15.45±0.18 ^{Db}	17.63±0.47 ^{Ba}
39H	16.17±0.07 ^{Cab}	11.18±0.35 ^{Db}	18.08±0.49 ^{Ca}	13.48±0.53 ^{Db}
39A	11.43±0.62 ^{Dc}	16.58±0.42 ^{Ab}	10.69±0.23 ^{Ec}	21.02±2.22 ^{Aa}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür. 0: %100 inek sütü peynir; 13: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir.

A-E: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Duncan posthoc istatistik testine göre olgunlaşma günlerinin sekiz çeşit peynirin biyoyararlılık indekslerinde $p<0.05$ seviyesinde istatistiksel anlamlı farklılıklara neden olduğu söylenbilir.

Olgunlaşmanın 1. gününde özellikle soya ieeği içeren peynirler için starter kültür açısından istatistiksel fark kaydedilmiştir. 26H kodlu peynirinde olgunlaşmaya bağlı olarak biyoyararlılık potansiyeli açısından önemli istatistiki farklar gözlenmiştir (Tablo 4.34). En yüksek biyoyararlılık indeksi değerini olgunlaşmanın ilk günü 0H kodlu soya ieeği bulunmayan peynir, olgunlaşmanın son günü ise 39A kodlu soya

ieeği bulunduran peynir göstermiştir. Soya ieeği oranı ve starter kültür çeşidine göre 15 ve 45. olgunlaşma günlerinde en iyi biyoyararlılık etkisi gösteren peynir 39A kodlu peynir olmuştur. Olgunlaşmanın 15. gününde 26H kodlu peynir biyoyararlılık indeksi açısından 13H, 26A ve 39H kodlu peynirlere benzer bulunmuştur ($p<0.05$). 39H ve 39A peynirleri aynı soya ieeği oranına sahip olsalar dahi olgunlaşma günlerinin tümünde istatistiki olarak farklı görünmektedirler. Her peynirde olmasa bile olgunlaşma günleri, starter kültür çeşidi ve soya ieeği oranı faktörlerinin anlamlı ve kaydadeğer istatistiksel farklılıklara sebep olduğu Tablo 4.34' ten anlaşılmaktadır.

4.9. Peynirlerden Elde Edilen Fraksiyonlara Ait Bulgular

Her peynir çeşidinden ultrafiltrasyon ve simüle gastrointestinal sindirim sonucunda bazı fraksiyonlar elde edilmiştir. Bu fraksiyonlar ultrafiltrasyon işleminden  adet (UF ncesi, <3 kDa ve <5kDa) ve simüle gastrointestinal sindirim işleminden de  adet olmak üzere (MS, İB ve KB) her peynir için altı adettir. Toplamda sekiz çeşit peynirinde olgunlaşma günleri baz alındığında 192 fraksiyon üretilerek suda çözünür protein, proteoliz derecesi ve biyoaktivite analizleri gerçekleştirilmiştir.

4.9.1. Suda znr protein değerleri

Tablo 4.35 ve 4.36 peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerlerini, Tablo 4.37 ve 4.38 ise peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerlerini göstermektedir.

Ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri

*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri ultrafiltrasyondan önce 4.21 ± 0.22 ile 7.53 ± 0.45 mg/mL arasında değişmiştir. 3kDa' luk filtreden geçen kısımda en yüksek suda çözünür protein değer 1.96 $\pm$ 0.05 mg/mL değer le 39H numunesinde olgunlaşmanın 45. gününde grlmştir. 5kDa' luk filtreden geçen kısımda ise en düşük suda çözünür protein değer 0.29 $\pm$ 0.12 mg/mL ile 0H numunesinde 30. olgunlaşma günü için belirlenmiştir.

Tablo 4.35. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri (mg bovin serum albumini /mL)*

rnek	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF ncesi	<3kDa	<5kDa
0H	1	5.63 $\pm$ 0.54 ^{Ab}	0.91 $\pm$ 0.13 ^{Bd}	0.95 $\pm$ 0.55 ^{Bb}
	15	7.53 $\pm$ 0.45 ^{Aa}	1.49 $\pm$ 0.04 ^{Bbc}	0.91 $\pm$ 0.03 ^{Cbc}

	30	4.77±0.25 ^{Ac}	0.71±0.15 ^{Bd}	0.29±0.12 ^{Cd}
	45	5.96±0.26 ^{Ab}	0.88±0.02 ^{Bd}	0.40±0.02 ^{Cd}
13H	1	5.46±0.74 ^{Abc}	1.26±0.24 ^{Bc}	0.78±0.22 ^{Bbcd}
	15	5.73±0.39 ^{Ab}	0.89±0.08 ^{Bd}	0.63±0.03 ^{Bbcd}
	30	4.45±0.71 ^{Ad}	0.90±0.16 ^{Bd}	0.37±0.06 ^{Bd}
	45	4.21±0.22 ^{Ad}	0.94±0.01 ^{Bd}	0.42±0.02 ^{Ccd}
26H	1	5.49±0.35 ^{Abc}	1.42±0.12 ^{Bc}	0.64±0.05 ^{Cbcd}
	15	5.35±0.26 ^{Abc}	0.87±0.05 ^{Bd}	0.67±0.02 ^{Bbcd}
	30	5.42±0.33 ^{Abc}	1.51±0.26 ^{Cbc}	4.54±0.56 ^{Ba}
	45	5.82±0.07 ^{Ab}	1.70±0.07 ^{Bb}	0.90±0.02 ^{Cbc}
39H	1	5.29±0.17 ^{Abc}	0.86±0.25 ^{Bd}	0.54±0.33 ^{Bbcd}
	15	5.21±0.68 ^{Abc}	0.88±0.03 ^{Bd}	0.63±0.05 ^{Bbcd}
	30	5.61±0.44 ^{Ab}	1.25±0.14 ^{Bc}	0.61±0.03 ^{Cbcd}
	45	7.35±0.11 ^{Aa}	1.96±0.05 ^{Ba}	1.00±0.01 ^{Cb}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir, 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir, 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir, 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. UF öncesi: Ultrafiltrasyon öncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

^{A-C}: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

^{a-d}: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri ultrafiltrasyondan önce 3.26 ± 0.28 ile 5.86 ± 0.16 mg/mL arasında değişmiştir. Ultrafiltrasyon öncesi olgunlaşma süresince genellikle en düşük suda çözünür protein değerlerini % 0 soya içeceği içeren peynir (0A) sergilemiştir. 3kDa' luk filtreden geçen kısımda en düşük suda çözünür protein değeri 0.40 ± 0.05 mg/mL değeri ile 0A30 numunesinde görülmektedir. 5kDa' luk filtreden geçen kısımda ise en yüksek suda çözünür protein değeri 2.98 ± 0.15 mg/mL ile 39H30 numunesine aittir (Tablo 4.36).

Tablo 4.36. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri (mg bovin serum albumin /mL)*

Örnek	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF öncesi	<3kda	<5kda
0A	1	2.41±0.28 ^{Ah}	0.44±0.04 ^{Bij}	0.26±0.04 ^{Be}
	15	3.26±0.18 ^{Ag}	0.47±0.00 ^{Bhi}	0.19±0.04 ^{Ce}
	30	3.97±0.24 ^{Af}	0.40±0.05 ^{Bj}	0.28±0.01 ^{Be}
	45	5.11±0.31 ^{Abc}	0.63±0.04 ^{Bg}	0.40±0.06 ^{Bd}
13A	1	2.52±0.30 ^{Ah}	0.63±0.01 ^{Bg}	0.23±0.03 ^{Ce}
	15	3.19±0.17 ^{Ag}	0.54±0.03 ^{Bh}	0.26±0.03 ^{Ce}
	30	3.75±0.21 ^{Af}	0.51±0.01 ^{Bh}	0.26±0.01 ^{Ce}
	45	3.37±0.10 ^{Ag}	0.69±0.04 ^{Bfg}	0.39±0.05 ^{Cd}
26A	1	4.36±0.32 ^{Ae}	0.73±0.03 ^{Bef}	0.43±0.05 ^{Bd}
	15	4.96±0.24 ^{Abcd}	0.82±0.03 ^{Bd}	0.47±0.01 ^{Ccd}
	30	5.24±0.08 ^{Ab}	0.91±0.02 ^{Bc}	0.48±0.02 ^{Ccd}
	45	5.81±0.14 ^{Aa}	0.99±0.04 ^{Bab}	0.54±0.05 ^{Cc}
39A	1	4.81±0.23 ^{Ac}	0.79±0.02 ^{Bde}	0.40±0.04 ^{Cd}

15	4.59±0.23 ^{Ade}	0.96±0.04 ^{Bbc}	0.55±0.05 ^{Cc}
30	4.78±0.09 ^{Ac}	0.91±0.02 ^{Cc}	2.98±0.15 ^{Ba}
45	5.86±0.16 ^{Aa}	1.03±0.07 ^{Ba}	0.80±0.07 ^{Cb}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir. UF ncesi: Ultrafiltrasyon ncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

^{A-C}: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

^{a-j}: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma günü ve ultrafiltrasyon faktörleri baz alındığında peynirler büyük çoğunlukla istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Duncan oklu karşılaştırma testiyle farklı ultrafiltrasyon filtrelerinin kullanımı birçok peynir numunesinde $p<0.05$ seviyesinde anlamlılık göstermiştir. % 13 soya içeren peynir çeşitlerinde en düşük suda çözünür protein içeriğinin olması ultrafiltrasyon işlemi sonrasında matematiksel ve istatistiksel düzeyde çok etkilememiştir. 26H ve 39A peynirlerin <3 kDa fraksiyonlarının suda çözünür protein bulguları hemen hemen her olgunlaşma günü için istatistik açısından önemli ve anlamlıdır ($p<0.05$).

Güney Brezilya ve Uruguay'dan elde edilen maksimum 60 güne kadar olgunlaştırılan koyun peynirlerinin suda çözünür ekstraktlarının protein değerleri 6.5 ile 15 mg/mL arasında değişmiştir (Meira vd., 2012). Bu çalışmada ultrafiltrasyon uygulaması öncesi suda çözünür protein değerleri 2.41 ile 7.53 mg/mL arasında değişmektedir. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin suda çözünür protein değerleri *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Özellikle *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin suda çözünür protein değerleri Meira vd. (2012)' nin raporladığı değerlere daha yakındır.

Gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri

*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri Tablo 4.37' de verilmiştir. Soya ieeği ilavesi arttıķa mide sindirimi sonrası fazların suda çözünür protein değerleri azalma eğilimi göstermiştir. Seruma geçen ince bağırsak fazındaki (İB) suda çözünür protein değerleri 0.52 ile 1.31 mg BSA/mL aralığında değişmiştir. 7.94±1.12 değeriyle kalın bağırsak fazına en az 39H kodlu peynirin bileşenleri geçiş yapmıştır. Suda znr protein bazında soya ieeği içeren peynirlerden ince bağırsak fazına en büyük geçişi 26H peyniri 30. olgunlaşma gününde gerçekleştirmiştir.

Tablo 4.37. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri (mg bovin serum albumin /mL)*

Örnek	Olgunlaşma günü	GIS fraksiyonları		
		MS	İB	KB
0H	1	14.64±0.77 ^{Aa}	1.31±0.03 ^{Ba}	17.18±5.11 ^{Aab}
	15	13.81±0.54 ^{Aab}	0.83±0.04 ^{Bde}	14.91±1.22 ^{Abcd}
	30	15.73±1.63 ^{Aa}	1.14±0.11 ^{Bb}	14.64±1.06 ^{Abcd}
	45	14.38±3.72 ^{Aa}	1.02±0.02 ^{Bc}	12.56±0.86 ^{Acde}
13H	1	15.13±1.47 ^{Aa}	0.64±0.04 ^{Cfg}	9.44±1.79 ^{Bef}
	15	14.42±0.31 ^{Aa}	0.64±0.01 ^{Cfg}	12.02±1.31 ^{Bde}
	30	6.61±0.65 ^{Bfg}	0.88±0.02 ^{Cd}	19.21±0.87 ^{Aa}
	45	5.86±0.71 ^{Bfg}	0.88±0.00 ^{Cd}	15.61±0.52 ^{Abc}
26H	1	13.55±0.22 ^{Aab}	0.52±0.03 ^{Ch}	8.25±0.74 ^{Bf}
	15	11.73±0.94 ^{Abc}	0.61±0.03 ^{Bgh}	11.95±3.69 ^{Ade}
	30	6.72±1.24 ^{Bfg}	1.03±0.06 ^{Cc}	14.05±0.51 ^{Abcd}
	45	4.88±0.35 ^{Bg}	0.78±0.00 ^{Cde}	16.28±0.51 ^{Aab}
39H	1	9.96±1.20 ^{Acd}	0.74±0.15 ^{Cef}	7.94±1.12 ^{Bf}
	15	7.36±0.04 ^{Bef}	0.59±0.01 ^{Cgh}	8.67±0.33 ^{Af}
	30	6.69±0.98 ^{Bfg}	0.87±0.08 ^{Cd}	16.39±0.60 ^{Aab}
	45	9.46±0.33 ^{Bde}	0.67±0.02 ^{Cfg}	10.62±0.23 ^{Aef}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{A-C}: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

^{a-g}: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri Tablo 4.38' de verilmiştir. Soya içeceği ilavesi arttıkça kalın bağırsak fazındaki (KB) suda çözünür protein değerleri azalma eğilimi göstermiştir. Seruma geçen ince bağırsak kısmındaki (İB) suda çözünür protein değerleri 0.53 ile 1.29 mg BSA/mL aralığında değişmiştir. Suda çözünür protein bazında kalın bağırsak fazına en fazla geçiş yapan 0A kodlu peynir olmuştur. Olgunlaşma günleri ilerledikçe sadece 39A kodlu peynirde intestinal faza geçen suda çözünür protein miktarında artış kaydedilmiştir.

Tablo 4.38. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri (mg bovin serum albumin /mL)*

Örnek	Olgunlaşma günü	GIS fraksiyonları		
		MS	İB	KB
0A	1	13.68±0.29 ^{Bab}	1.29±0.05 ^{Ca}	20.84±0.30 ^{Aa}
	15	14.41±0.97 ^{Ba}	0.81±0.04 ^{Ce}	17.68±0.06 ^{Ac}
	30	12.29±0.61 ^{Bbc}	1.04±0.01 ^{Cbc}	14.20±0.81 ^{Ade}
	45	8.48±0.65 ^{Befg}	0.94±0.01 ^{Cd}	13.40±0.35 ^{Aef}
13A	1	11.07±0.11 ^{Bcd}	0.98±0.07 ^{Ccd}	19.03±0.64 ^{Ab}
	15	11.90±1.12 ^{Ac}	0.75±0.01 ^{Bef}	12.54±0.57 ^{Af}

	30	6.88±0.57 ^{Bhi}	0.72±0.00 ^{Cf}	13.64±0.61 ^{Aef}
	45	9.81±1.27 ^{Bdef}	0.81±0.01 ^{Ce}	15.36±1.00 ^{Ad}
26A	1	10.72±0.97 ^{Bcd}	0.91±0.00 ^{Cd}	16.90±0.85 ^{Ac}
	15	8.29±0.39 ^{Bfgh}	0.63±0.02 ^{Cg}	12.58±0.73 ^{Af}
	30	6.67±0.47 ^{Bi}	0.77±0.03 ^{Cef}	12.35±0.12 ^{Afg}
	45	8.64±1.59 ^{Befg}	0.91±0.02 ^{Cd}	13.09±0.32 ^{Aef}
39A	1	9.90±0.68 ^{Ade}	0.57±0.03 ^{Cgh}	8.93±0.28 ^{Bh}
	15	10.82±0.78 ^{Acde}	0.82±0.02 ^{Ce}	9.15±0.38 ^{Bh}
	30	7.31±1.02 ^{Aghi}	0.53±0.01 ^{Bh}	8.58±1.47 ^{Ah}
	45	7.41±0.94 ^{Bghi}	1.07±0.11 ^{Cb}	11.15±1.54 ^{Ag}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

A-C: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-i: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Duncan oklu karđılařtırma testiyle gastrointestinal sindirim fazları verileri birçok peynir numunesinde $p<0.05$ seviyesinde anlamlılık oluşturmuştur. Mide sindirimi sonrası, ince bağırsak ve kalın bağırsak fazların suda çözünür proteinleri işlem bazında birbirinden farklı bulunsa bile matematiksel olarak birbirine yakın olan mide sindirimi sonrası ve kalın bağırsak faz verileri mevcuttur. Varyans analizine göre gastrointestinal sindirim işlemi ve olgunlaşma peynir örnekleri arasında önemli farklılıklar oluşturmuştur ($p<0.05$). Soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma günü ve simüle gastrointestinal sindirim faktörleri baz alındığında peynirler istatistiksel olarak oldukça farklıdır.

Geleneksel sekiz İran Koopeh peynirinden suda çözünür ekstraktlar elde eden Banihashemi vd. (2020) suda çözünür protein değerlerini 6.2 ± 0.3 ile 16.0 ± 0.1 mg/mL aralığında bildirmiştir. Bu çalışmadaki gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının suda çözünür protein değerleri Banihashemi vd. (2020)'nın sonuçlarıyla çelişmemektedir.

4.9.2. Proteoliz derecesi değerleri

Peynirin olgunlaşması süresince meydana gelen en kompleks ve en önem atfedilen biyokimyasal proses proteolizdir. Proteoliz aminoasitlerin ve kısa peptitlerin serbest kalmasını sağlamaktadır (Hayaloglu vd., 2002). Fermente süt ürünlerinin işlenmesi veya olgunlaştırılması aşamasında mikroorganizmaların proteolitik hidroliziyle, sindirim enzimleriyle gastrointestinal sindirim sırasında ve mikroorganizmalardan elde edilen enzimlerle proteoliz yolu ile kısa peptitlerin ve aminoasitlerin oluşumu mümkündür (Hartmann ve Meisel, 2007). Bu çalışmada sekiz

peynir proseslerinde yukarıda bahsedilen tüm hidroliz çeşitlerine yer verilerek üretilmiştir. Olgunlaşma günü, starter kültür çeşidi, soya içeceği oranı, ultrafiltrasyon ve gastrointestinal sindirim işlemleri gibi çoklu faktörlere bağlı olarak peynirdeki proteinlerin hidroliz değerleri Tablo 4.39-42’ de ifade edilmiştir.

Ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz derecesi değerleri

Ultrafiltreleme işleminden sonra permeat kısımlarının hidroliz derecelerinin ultrafiltrasyon işleminin öncesine göre daha düşük olması beklenen bir sonuçtur. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerleri 0.79 ile 8.04 mg tripton/mL arasında değişmiştir. <3 kDa’ luk ultrafiltreden geçen permeat kısımda en iyi proteoliz gösteren peynir olgunlaşmanın 30. gününde 26H kodlu peynir olmuştur. <5 kDa’ luk ultrafiltreden geçen permeat kısımda en az proteolize uğrayan peynir olgunlaşmanın 1. gününde 39H kodlu peynir olmuştur. Olgunlaşma gününe bağlı olarak *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarında lineer bir proteoliz gerçekleşmemiştir. Tablo 4.39 incelendiğinde; 26H ve 39H kodlu peynirlerde soya içeceği oranıyla ilgili olarak olgunlaşma günü ilerledikçe proteolizin de ilerlediği görülmüştür. Fakat, 0H kodlu peynirlerde 15. olgunlaşma gününden itibaren proteoliz derecesinin azaldığı kaydedilmiştir.

Tablo 4.39. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerleri (mg tripton/mL)*

Örnek	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF öncesi	<3kDa	<5kDa
0H	1	6.34±0.08 ^{Ac}	2.79±0.07 ^{Bbcde}	2.17±0.01 ^{Cd}
	15	8.04±5.23 ^{Aa}	3.52±0.06 ^{Ba}	2.61±0.20 ^{Cc}
	30	4.68±0.21 ^{Agh}	1.82±0.01 ^{Bh}	1.50±0.07 ^{Cg}
	45	5.44±0.21 ^{Ade}	2.55±0.04 ^{Bdef}	1.98±0.08 ^{Cde}
13H	1	5.32±0.11 ^{Ade}	2.79±0.14 ^{Bbcde}	2.00±0.01 ^{Cde}
	15	4.71±0.44 ^{Afgh}	2.48±0.39 ^{Bef}	1.62±0.22 ^{Cfg}
	30	4.36±0.26 ^{Ahi}	2.30±0.21 ^{Bfg}	1.90±0.10 ^{Bdef}
	45	4.05±0.10 ^{Ai}	2.33±0.18 ^{Bfg}	1.91±0.11 ^{Cdef}
26H	1	5.19±0.00 ^{Adef}	3.09±0.07 ^{Bb}	2.71±0.09 ^{Cbc}
	15	4.27±0.61 ^{Ahi}	2.12±0.07 ^{Bg}	1.68±0.42 ^{Befg}
	30	5.31±0.20 ^{Ade}	3.43±0.14 ^{Ca}	4.82±0.33 ^{Ba}
	45	6.20±0.49 ^{Ac}	2.90±0.15 ^{Bbc}	2.96±0.05 ^{Bb}
39H	1	4.96±0.10 ^{Aefg}	2.66±0.13 ^{Bcde}	0.79±0.02 ^{Ch}
	15	4.31±0.33 ^{Ahi}	1.75±0.05 ^{Bh}	1.47±0.24 ^{Bg}
	30	5.57±0.07 ^{Ad}	2.82±0.18 ^{Bbcd}	2.19±0.10 ^{Cd}
	45	7.01±0.10 ^{Ab}	3.38±0.30 ^{Ba}	2.89±0.23 ^{Cbc}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir, 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir, 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir, 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. UF öncesi: Ultrafiltrasyon öncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

^{A-C}: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

^{a-i}: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerleri 0.70 ile 5.13 mg tripton/mL arasında değişmiştir. 3kDa' luk ultrafiltreden geçen permeat kısımda en düşük proteoliz derecesi gösteren peynir olgunlaşmanın 1. gününde 0A kodlu peynir olmuştur. 5kDa' luk ultrafiltreden geçen permeat kısımda en iyi proteolize uğrayan peynir olgunlaşmanın 30. gününde 39A kodlu peynir olmuştur. Olgunlaşma gününe bağlı olarak *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarında büyük çoğunlukla lineer bir proteoliz gerçekleştiği ifade edilebilir. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerlerinin *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4.40).

Tablo 4.40. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının proteoliz değerleri (mg tripton/mL)*

Örnek	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF öncesi	<3kda	<5kda
0A	1	1.73±0.06 ^{Ai}	0.78±0.01 ^{Bi}	0.70±0.02 ^{Bh}
	15	2.54±0.28 ^{Ah}	0.94±0.00 ^{Bh}	0.69±0.03 ^{Bh}
	30	3.39±0.32 ^{Ade}	1.48±0.03 ^{Bef}	1.21±0.06 ^{Bf}
	45	3.70±0.02 ^{Ac}	1.46±0.06 ^{Bef}	0.96±0.02 ^{Cg}
13A	1	2.07±0.01 ^{Ai}	1.38±0.08 ^{Bfg}	0.77±0.04 ^{Ch}
	15	2.80±0.17 ^{Agh}	1.31±0.02 ^{Bg}	1.15±0.03 ^{Bf}
	30	3.78±0.20 ^{Ac}	1.92±0.08 ^{Bcd}	1.59±0.00 ^{Ce}
	45	3.19±0.29 ^{Aefg}	1.81±0.17 ^{Bd}	1.50±0.09 ^{Be}
26A	1	2.56±0.14 ^{Ah}	1.43±0.03 ^{Befg}	1.17±0.09 ^{Cf}
	15	4.05±0.14 ^{Ac}	1.98±0.00 ^{Bc}	1.43±0.05 ^{Ce}
	30	5.13±0.20 ^{Aa}	2.57±0.05 ^{Bb}	2.31±0.02 ^{Cb}
	45	4.49±0.49 ^{Ab}	2.85±0.16 ^{Ba}	1.84±0.16 ^{Cd}
39A	1	2.96±0.07 ^{Afgh}	1.56±0.04 ^{Be}	1.25±0.00 ^{Cf}
	15	3.24±0.13 ^{Aef}	1.91±0.03 ^{Bcd}	1.58±0.06 ^{Ce}
	30	5.10±0.05 ^{Aa}	2.85±0.03 ^{Ca}	3.20±0.06 ^{Ba}
	45	4.73±0.41 ^{Aab}	2.69±0.14 ^{Bb}	2.03±0.26 ^{Cc}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir. UF öncesi: Ultrafiltrasyon öncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

^{A-C}: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

^{a-i}: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Varyans analizine göre ultrafiltrasyon işlemi, olgunlaşma, soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi peynir örnekleri arasında anlamlı farklılıklara neden olmuştur (p<0.05). Soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi ve olgunlaşma kriterleri temel

alındığında <3 kDa ve <5 kDa sütunları incelenirse istatistiki olarak birbirine benzeyen peynir çeşitlerinin de olduğu görülmektedir. Her iki tablodaki sonuçlara bakıldığında ultrafiltrasyon işlemi ve diğer kriterlerle etkileşimler proteoliz değerlerine $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Codonopsis pilosula ve balık kolajeni ile yapılan dört farklı peynirin dört hafta olgunlaştığı bir çalışmada OPA ile proteoliz değerleri 0.2 ile 1.2 mg tripton/g olarak saptanmıştır (Shori vd., 2021). Bu çalışmada üretilen peynirlerin OPA ile proteoliz değerleri ise 1.73 ile 8.04 mg tripton/mL arasında değiştiği Tablo 4.39 ve Tablo 4.40' tan görülmektedir. Shori vd. (2021)' nin çalışmasına göre elde ettiğimiz OPA proteoliz değerlerinin daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Bu durumun üretimde kullanılan enzim, starter bakteriler, peynir ham maddelerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Yardımcı starter kültürlerle yapılan ultrafiltre Feta peynirlerinin antioksidan aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada peptit içerikleri OPA metoduna göre belirlenmiştir. Elli altı (56) günlük olgunlaşma boyunca kontrol peynirde 1-2.5 mg/mL, *Lactobacillus brevis* KX572376 yardımcı kültürüyle yapılan peynirde ise 1-3.5 mg/mL arasında değiştiği bildirilmiştir (Yousefi vd., 2021). Bu çalışmada ise OPA metoduna göre peptit içerikleri 0.70-8.04 mg/mL aralığında değişim göstermiştir. En yüksek proteoliz değerleri de *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde ölçülmüştür. *Lactobacillus helveticus*lu kültür kombinasyonu *Lactobacillus brevis*li kültür kombinasyonuna göre 2-6 kat daha yüksek proteolitik aktivite sergilerken, *Lactobacillus acidophilus*lu kültür kombinasyonu *Lactobacillus brevis*li kültür kombinasyonu ile yakın proteolitik aktiviteler sergilemiştir.

Gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının proteoliz derecesi değerleri

*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının proteoliz değerleri en düşük 0.59 mg tripton/mL, en yüksek ise 30.43 mg tripton/mL olarak ölçülmüştür. İnce bağırsak fazındaki proteoliz değerleri 0.59 ile 2.36 mg tripton/mL aralığında değişim göstermiştir. Olgunlaşmanın 45.günü ince bağırsak fazında en iyi proteolizi 0H peynir numunesi sergilemiştir. Takiben, soya içeceği içeren peynirlerden 26H kodlu peynir numunesi 1.86 ± 0.19 mg tripton/mL proteoliz değeriyle ince bağırsak fazı için ikinci sırayı almıştır. Mide sindirimi sonrası için proteolizin en iyi olduğu peynir numunesinin 0H kodlu peynir olduğu söylenebilir. Mide sindirimi sonrası faz için soya içeceği ilavesi artan peynirlerde proteoliz

değerlerinin düştüğü görülmektedir. Kalın bağırsak fazında ise 13H ve 26H peynir numunelerinin proteoliz değerlerinin birbirine daha yakın olduğu ifade edilmiştir (Tablo 4.41).

Tablo 4.41. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının proteoliz değerleri (mg tripton/mL)*

Örnek	Olgunlaşma günü	GIS fraksiyonları		
		MS	İB	KB
0H	1	7.49±0.27 ^{Bab}	0.59±0.05 ^{Ch}	22.41±1.96 ^{Ab}
	15	7.94±1.07 ^{Ba}	1.51±0.18 ^{Cdef}	17.36±0.35 ^{Ade}
	30	5.78±0.31 ^{Bc}	2.02±0.07 ^{Cb}	16.77±0.85 ^{Adef}
	45	7.03±0.31 ^{Bb}	2.36±0.05 ^{Ca}	19.21±0.91 ^{Ac}
13H	1	5.09±0.23 ^{Bde}	1.67±0.12 ^{Ccd}	15.94±0.16 ^{Aef}
	15	6.89±0.30 ^{Bb}	1.36±0.10 ^{Cef}	13.88±0.83 ^{Ag}
	30	3.24±0.16 ^{Bi}	1.36±0.22 ^{Cef}	30.43±0.97 ^{Aa}
	45	4.37±0.19 ^{Bfg}	1.48±0.07 ^{Cdef}	19.26±0.45 ^{Ac}
26H	1	5.53±0.34 ^{Bcd}	1.33±0.14 ^{Cef}	15.53±0.45 ^{Af}
	15	5.20±0.25 ^{Bcde}	0.92±0.09 ^{Cg}	11.27±0.88 ^{Ahi}
	30	3.38±0.19 ^{Bhi}	1.60±0.17 ^{Cde}	15.77±1.03 ^{Aef}
	45	3.96±0.20 ^{Bgh}	1.86±0.19 ^{Cbc}	12.39±0.45 ^{Agh}
39H	1	4.81±0.03 ^{Bef}	1.50±0.20 ^{Cdef}	9.49±0.32 ^{Aj}
	15	3.42±0.19 ^{Bhi}	1.02±0.07 ^{Cg}	10.04±1.42 ^{Aij}
	30	2.97±0.17 ^{Bi}	1.40±0.07 ^{Cef}	18.99±0.75 ^{Ac}
	45	5.69±0.17 ^{Bcd}	1.30±0.18 ^{Cf}	18.13±1.23 ^{Acđ}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{A-C}: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

^{a-i}: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının proteoliz değerleri en düşük 0.81 mg tripton/mL, en yüksek ise 20.37 mg tripton/mL olarak ölçülmüştür. Mide sindirimi sonrası için proteoliz değerlerinin 3.41 ile 6.13 mg tripton/mL aralığında değiştiği Tablo 4.42’ den görülmektedir. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerde gözleendiği gibi mide sindirimi sonrası faz için soya içeceği ilavesi artan peynirlerde proteoliz değerleri azalmıştır. İnce bağırsak fazında en iyi proteoliz değerlerini 0A kodlu peynir numunesi sergilemiştir. Soya içeceği içeren peynir çeşitlerinin de bu fazdaki proteoliz değerleri matematiksel açıdan 0A kodlu peynire yakınlık göstermiştir. Her peynir numunesinin kalın bağırsak fazındaki proteoliz değerleri kendi aralarında değerlendirildiğinde veriler arasında tutarlılık olduğu söylenebilir. Mide sindirimi sonrası ve kalın bağırsak faz için en düşük değerleri 39A kodlu peynir sergilemiştir (Tablo 4.42).

Tablo 4.42. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının hidroliz değerleri (mg tripton/mL)*

Örnek	Olgunlaşma günü	GIS fraksiyonları		
		MS	İB	KB
0A	1	6.13±0.31 ^{Ba}	2.09±0.04 ^{Ca}	19.02±1.32 ^{Abc}
	15	5.64±0.31 ^{Bb}	1.24±0.09 ^{Cfg}	20.37±0.14 ^{Aa}
	30	5.36±0.09 ^{Bbc}	1.95±0.05 ^{Cb}	18.11±0.52 ^{Accd}
	45	4.78±0.03 ^{Bde}	1.73±0.08 ^{Cc}	12.62±0.50 ^{Ah}
13A	1	4.54±0.41 ^{Be}	1.21±0.04 ^{Cfg}	17.18±0.52 ^{Ade}
	15	5.04±0.21 ^{Bcd}	1.16±0.06 ^{Cfg}	19.64±0.59 ^{Aab}
	30	4.42±0.03 ^{Bef}	1.24±0.12 ^{Cfg}	15.32±0.11 ^{Af}
	45	4.63±0.18 ^{Be}	1.30±0.05 ^{Cf}	10.13±0.38 ^{Ai}
26A	1	4.04±0.27 ^{Bfgh}	1.27±0.06 ^{Cfg}	14.02±0.63 ^{Ag}
	15	4.06±0.06 ^{Bfgh}	0.88±0.04 ^{Ch}	16.30±0.15 ^{Ae}
	30	3.95±0.02 ^{Bgh}	1.13±0.09 ^{Cg}	13.93±0.08 ^{Ag}
	45	4.73±0.23 ^{Bde}	1.43±0.02 ^{Ce}	14.83±0.93 ^{Afg}
39A	1	3.41±0.31 ^{Bi}	0.81±0.03 ^{Ch}	10.87±0.32 ^{Ai}
	15	3.76±0.28 ^{Bghi}	1.16±0.13 ^{Cfg}	9.89±0.24 ^{Ai}
	30	3.64±0.02 ^{Bhi}	0.93±0.06 ^{Ch}	9.93±0.91 ^{Ai}
	45	4.03±0.06 ^{Bfgh}	1.56±0.10 ^{Cd}	12.02±0.22 ^{Ah}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{A-C}: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

^{a-i}: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Proteoliz değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde gastrointestinal sindirim, olgunlaşma günü, soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi kriterleri ve etkileşimleri peynir örnekleri arasında önemli farklılıklar meydana getirmiştir ($p<0.05$). Soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi ve olgunlaşma kriterleri temel alındığında mide sindirimi sonrası, ince bağırsak ve kalın bağırsak fazları proteoliz değerlerinin birbirinin aynısı olmadığı Duncan oklu karşılaştırma testiyle ortaya koyulmuştur. Tablo 4.41 ve 4.42' e göre gastrointestinal sindirim işleminin uygulanmış peynirlerin proteoliz değerleri $p<0.05$ seviyesinde anlamlı bulunmuştur.

Abedin vd. (2022) yak ve inek sütünden yapılan chhurpi peynirlerini in vitro sindirime uğratarak oluşan peptit içeriklerinin bazı biyoaktivitelerini incelemiştir. İnek sert chhurpi peynirinde sindirim öncesi, pepsin sindirimi sonrası ve pepsin+pankreatin sindirimi sonrası üç faz için protein hidrolizi değerleri sırasıyla 0.246 ± 0.07 , 8.004 ± 0.24 , 11.953 ± 0.10 mg tripton/g peynir olarak verilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde gastrointestinal sindirime bağlı olarak proteoliz değerleri artmıştır. Pepsin sindirimi sonrası peynirlerimizin proteoliz değerleri 2.97 ile 7.94 mg tripton/mL

arasında değişmiştir. Ayrıca, *in vitro* sindirim metodundaki farklılık sebebiyle tablolandırma ve birimlendirme farklı yapılmıştır.

Lactobacillus delbrueckii WS4 kullanılarak üretilen soya chhurpi peynirinin proteoliz değeri pepsin sindirimi sonrası 28.4 ± 0.80 mg lösün/g, pepsin+pankreatin sindirimi sonrası 80.50 ± 0.80 mg lösün/g olarak saptanmıştır (Chourasia vd., 2022). OPA metoduyla proteoliz çalışmalarında tripton ve lösün en çok kullanılan standart maddelerdir. Çalışmamızda peynirlerin proteoliz değerleri tripton eş değeri olarak verilmiştir.

4.9.3. Antioksidan aktivite değerleri

Tez kapsamında üretilen peynirlerin ultrafiltrasyon ve gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının serbest radikal giderme (DPPH) aktiviteleri ve gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının demiri indirgeme (FRAP) antioksidan aktiviteleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen DPPH değerleri Troloks eşdeğeri, elde edilen FRAP değerleri Troloks ve demir sülfat eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Antioksidan aktivite bulguları peynirlerin starter kültür kombinasyonu, ultrafiltrasyon ve gastrointestinal sindirim faktörlerine göre ayrı ayrı tablolara aktararak aşağıda gösterilmiştir.

Ultrafiltrasyon fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite bulguları

Tablo 4.43' te *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının DPPH antioksidan değerleri 0.02 ile 19.40 μ g Troloks/mg protein aralığında değişim göstermiştir. Ultrafiltrasyon işleminden önce peynirlerin DPPH aktivitelerinin diğer fraksiyonlara göre düşük olduğu görülmektedir. 0H kodlu peynirin 5 kDa'dan küçük fraksiyonunun aktiviteleri olgunlaşmaya bağlı artış kaydetmiştir. <3kDa' luk fraksiyonlarda en iyi serbest radikal giderme gücü 26H kodlu peynire aittir. Bütünsel yaklaşıldığında en düşük serbest radikal giderme aktivitesini 39H kodlu peynir göstermiştir.

Tablo 4.43. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (μ g Troloks/mg protein)

Örnek	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF öncesi	<3kda	<5kda
0H	1	0.10 ± 0.00^{Bcdef}	7.02 ± 1.75^{Abcd}	7.55 ± 0.66^{Acdefg}
	15	0.02 ± 0.01^{Cf}	7.43 ± 0.45^{Abcd}	3.21 ± 0.20^{Bgh}
	30	0.27 ± 0.04^{Cb}	3.84 ± 1.15^{Bcd}	10.27 ± 1.19^{Acdef}
	45	0.02 ± 0.01^{Bf}	4.39 ± 0.44^{Bcd}	19.40 ± 6.14^{Ab}
13H	1	0.13 ± 0.04^{Ccdef}	4.51 ± 0.29^{Bcd}	$12.67 \pm 2.33^{Ac d}$

	15	0.07±0.04 ^{Cdef}	10.84±1.31 ^{Aabc}	4.07±0.00 ^{Bfgh}
	30	0.49±0.07 ^{Ba}	2.18±0.35 ^{Bd}	6.28±1.55 ^{Adefgh}
	45	0.19±0.01 ^{Bbcd}	2.41±0.40 ^{Bd}	12.95±2.48 ^{Ac}
26H	1	0.15±0.00 ^{Bbcd}	7.08±2.73 ^{ABab}	19.81±3.04 ^{Aa}
	15	0.26±0.04 ^{Cbcde}	15.98±0.34 ^{Aab}	5.44±0.24 ^{Bcdefgh}
	30	0.20±0.06 ^{Cbc}	1.35±0.17 ^{Ad}	0.99±0.09 ^{Bh}
	45	0.03±0.00 ^{Cef}	1.95±0.17 ^{Bd}	6.78±0.53 ^{Acdefgh}
39H	1	0.05±0.02 ^{Bef}	10.12±3.70 ^{Aab}	11.58±3.98 ^{Acde}
	15	0.14±0.01 ^{Cbc}	14.20±0.00 ^{Aa}	5.24±0.82 ^{Befgh}
	30	0.08±0.00 ^{Bcdef}	1.17±0.31 ^{Bd}	3.80±1.17 ^{Afgh}
	45	0.03±0.00 ^{Cf}	3.14±0.78 ^{Bd}	11.60±1.54 ^{Ac}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. UF öncesi: Ultrafiltrasyon öncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

a-h: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerden % 39 soya içeceği içeren peynir en düşük DPPH antioksidan aktiviteye sahiptir. Peynirlerin olgunlaşma ilerledikçe serbest radikal giderme gücünün azaldığı Tablo 4.44' ten görülmektedir. Tüm ultrafiltrasyon fraksiyonlarında en iyi DPPH antioksidan aktivite sergileyen peynir 0A kodlu peynirdir. <5 kDa' luk fraksiyonların gösterdiği DPPH aktiviteleri daha yüksek saptanmıştır.

Tablo 4.44. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (µg Troloks/mg protein)

Örnek	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF öncesi	<3kda	<5kda
0A	1	1.71±0.10 ^{Ca}	16.53±0.91 ^{Ba}	24.43±1.92 ^{Abc}
	15	0.41±0.06 ^{Cb}	13.81±0.30 ^{Bb}	47.33±2.07 ^{Aa}
	30	0.06±0.01 ^{Ce}	13.66±0.59 ^{Bc}	23.15±1.51 ^{Ac}
	45	0.06±0.00 ^{Ce}	8.16±0.25 ^{Bdef}	14.56±0.00 ^{Afgh}
13A	1	1.57±0.34 ^{Ca}	9.63±1.49 ^{Bd}	27.71±3.58 ^{Ab}
	15	0.27±0.05 ^{Cbc}	7.62±0.92 ^{Bef}	17.87±1.16 ^{Ade}
	30	0.07±0.00 ^{Cde}	5.60±0.52 ^{Bgh}	15.12±0.96 ^{Aef}
	45	0.22±0.10 ^{Cbcde}	4.62±0.70 ^{Bhi}	9.99±0.52 ^{Aghi}
26A	1	0.26±0.13 ^{Cbcd}	7.01±1.06 ^{Bfg}	8.90±0.42 ^{Ahi}
	15	0.05±0.00 ^{Ce}	5.43±0.19 ^{Bgh}	11.80±1.09 ^{Afgh}
	30	0.02±0.00 ^{Ce}	3.20±0.20 ^{Bij}	9.24±1.41 ^{Aghi}
	45	0.02±0.00 ^{Ce}	2.73±0.42 ^{Bj}	7.34±1.19 ^{Aij}
39A	1	0.20±0.03 ^{Ccde}	9.23±1.94 ^{Bde}	16.54±0.73 ^{Aef}
	15	0.17±0.06 ^{Ccde}	5.36±0.33 ^{Bgh}	11.80±0.25 ^{Afg}
	30	0.06±0.01 ^{Be}	4.51±0.91 ^{Ahi}	0.39±0.09 ^{Bk}
	45	0.06±0.00 ^{Be}	4.02±0.17 ^{Ahij}	3.85±0.08 ^{Ajk}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya

ieeği+%61 inek sütü peynir. UF ncesi: Ultrafiltrasyon ncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-k: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Varyans analizine göre soya ieeği oranı, starter kültür eğidi, olgunlaşma ve ultrafiltrasyon işlemleri peynirlerin DPPH antioksidan aktivite bulgularında önemli farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$). Kendi içinde hem peynir numuneleri hem de peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonları istatistiksel açıdan birbirine benzememektedir (Tablo 4.43 ve Tablo 4.44).

Banihashemi vd. (2020) iki adet İran Koopeh peynirinden 2 ve 10 kDa' luk ultrafiltreler kullanarak elde ettiği fraksiyonlarda DPPH antioksidan aktivitesini % inhibisyon değerı olarak belirtmiştir. <2 kDa fraksiyonlar DPPH aktivitesi göstermemiştir. >10 kDa fraksiyonlar ise % 24.7 ve % 18.2 değerleriyle DPPH' ı inhibe etmişlerdir. Bizim % inhibisyon sonuçlarımız troloks eşdeğerı olarak verilmiştir fakat peynirlerimizin % inhibisyon değerleri % 5 ile % 36 aralığında değişmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada Banihashemi vd. (2020)' ya benzerlik gösteren sonuçlar ölçülmüştür.

Lactobacillus brevis KX572376 içeren UF-Feta peynirlerinin <5 kDa, 5–10 kDa ve >10 kDa sulu ekstraktlarının DPPH radikal yakalama aktivitesi incelenmiştir. <5 kDa fraksiyonun DPPH inhibisyonu %2, >10 kDa fraksiyonunun DPPH inhibisyonu % 14 olarak kaydedilmiştir (Yousefi vd., 2021). Peptit moleküler kütlesi küçüldükçe DPPH inhibisyon kabiliyetinin de azaldığı görülmektedir. Çalışma kapsamındaki peynirlerin Troloks cinsinden verilen DPPH inhibisyonları % 5-36 aralığındadır. Yousefi vd. (2021)' in çalıştığı peynirin ultrafiltrasyon fraksiyonları bu çalışmadaki peynirlerinkinden daha düşük olduğu açıkça görülmektedir.

Olgunlaşma süresi (120 gün) boyunca beyaz peynirlerin suda çözünür ekstraktlarının DPPH (%) inhibisyon değerlerini 5.10 ile 10.38 olarak bildiren Erkaya ve şengul (2015) 60 günden sonra DPPH inhibisyon değerlerinin azalma eğilimi gösterdiğini ifade etmiştir. % inhibisyon olarak DPPH değerlerimiz % 5-36 aralığında olduğundan bu çalışmadaki antioksidan aktivite verileri Erkaya ve şengul (2015)' göre neredeyse 3.5 katı kadar daha iyi DPPH inhibisyonu sağlandığını açıklamaktadır.

Gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite bulguları

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin gastrointestinal sindirim fazlarının DPPH antioksidan değerlerinin en düşük olduğu faz kalın bağırsak fazıdır. İntestinal fazlarda en iyi serbest radikal süpürme aktivitesini 4.91 ± 0.14 değeri ile 39H kodlu peynir göstermiştir. Benzer şekilde, mide sindirimi sonrası fazda da en iyi DPPH antioksidan değeri gösteren peynir 39H kodlu peynir olmuştur. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin gastrointestinal sindirim fazlarının DPPH antioksidan aktivitelerinde olgunlaşma günü ve soya içeceği oranına göre homojen ve sürekli artışlar kaydedilmemiştir. En iyi aktiviteler 39H kodlu peynir numunesinde ilk olgunlaşma gününde, en düşük aktiviteler ise 0H kodlu peynir numunesinde tüm olgunlaşma günlerinde görülmüştür (Tablo 4.45).

Tablo 4.45. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)

Örnek	Olgunlaşma günü	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0H	1	$0.58 \pm 0.07^{\text{ABf}}$	$3.36 \pm 0.17^{\text{Acd}}$	$0.44 \pm 0.19^{\text{Ba}}$
	15	$3.36 \pm 0.19^{\text{Adef}}$	$3.19 \pm 0.34^{\text{Acd}}$	$0.06 \pm 0.00^{\text{Bd}}$
	30	$1.47 \pm 0.18^{\text{Aef}}$	$3.05 \pm 0.05^{\text{Ade}}$	$0.02 \pm 0.00^{\text{Bd}}$
	45	$5.61 \pm 0.52^{\text{Acd}}$	$2.37 \pm 0.08^{\text{Be}}$	$0.17 \pm 0.01^{\text{Ccd}}$
13H	1	$0.70 \pm 0.85^{\text{ABf}}$	$1.62 \pm 0.16^{\text{Af}}$	$0.25 \pm 0.01^{\text{Bbcd}}$
	15	$2.63 \pm 0.19^{\text{Bf}}$	$3.77 \pm 0.11^{\text{Abc}}$	$0.27 \pm 0.03^{\text{Cbcd}}$
	30	$5.43 \pm 0.50^{\text{Acde}}$	$3.97 \pm 0.08^{\text{Bbc}}$	$0.02 \pm 0.00^{\text{Cd}}$
	45	$8.85 \pm 0.61^{\text{Ab}}$	$2.75 \pm 0.20^{\text{Bde}}$	$0.07 \pm 0.00^{\text{Cd}}$
26H	1	$3.41 \pm 0.72^{\text{Adef}}$	$4.01 \pm 0.51^{\text{Ab}}$	$0.55 \pm 0.00^{\text{Bab}}$
	15	$4.99 \pm 0.32^{\text{Acd}}$	$4.75 \pm 0.14^{\text{Aa}}$	$0.09 \pm 0.02^{\text{Bd}}$
	30	$6.47 \pm 0.46^{\text{Abcd}}$	$2.74 \pm 1.02^{\text{Bde}}$	$0.04 \pm 0.00^{\text{Cd}}$
	45	$12.40 \pm 0.92^{\text{Aa}}$	$3.30 \pm 0.15^{\text{Bcd}}$	$0.07 \pm 0.00^{\text{Cd}}$
39H	1	$15.11 \pm 5.95^{\text{Aa}}$	$1.39 \pm 0.19^{\text{Bf}}$	$0.46 \pm 0.02^{\text{Bbc}}$
	15	$6.43 \pm 0.46^{\text{Abcd}}$	$4.91 \pm 0.14^{\text{Ba}}$	$0.29 \pm 0.02^{\text{Cbcd}}$
	30	$6.90 \pm 0.34^{\text{Abc}}$	$4.25 \pm 0.85^{\text{Bab}}$	$0.03 \pm 0.00^{\text{Cd}}$
	45	$7.40 \pm 0.45^{\text{Abc}}$	$2.75 \pm 0.13^{\text{Bde}}$	$0.09 \pm 0.00^{\text{Cd}}$

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-f: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Tablo 4.46 dikkate alındığında *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin gastrointestinal sindirim fazlarının en yüksek DPPH antioksidan değerleri mide sindirimi sonrası fazda izlenmiştir. İnce bağırsak fazlarında tüm

olgunlaşma günleri esas alındığında en düşük serbest radikal süpürme aktiviteleri 0A kodlu peynirde ölçülmüştür. Tüm gastrointestinal sindirim fazları baz alındığında 39A kodlu peynir olgunlaşmanın 30. günü en iyi serbest radikal giderme gücünü göstermiştir. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin gastrointestinal sindirim fazlarının DPPH antioksidan aktivitelerinde olgunlaşma günü ve soya ieeği oranına gre srekli artış ya da azalışlar gzlenmemiştir.

Tablo 4.46. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının DPPH antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)

rnek	Olgunlaşma gn	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0A	1	6.40±0.15 ^{Ag}	1.05±0.27 ^{Bh}	0.14±0.01 ^{Cef}
	15	6.87±0.39 ^{Afg}	1.62±0.10 ^{Bef}	0.09±0.00 ^{Cg}
	30	5.59±0.34 ^{Ah}	1.25±0.02 ^{Bgh}	0.20±0.03 ^{Cbcd}
	45	2.97±0.12 ^{Aj}	1.09±0.05 ^{Bh}	0.14±0.00 ^{Cef}
13A	1	7.88±0.89 ^{Ade}	1.85±0.05 ^{Bcde}	0.17±0.00 ^{Ccde}
	15	6.16±0.30 ^{Agh}	1.81±0.16 ^{Bde}	0.20±0.00 ^{Cbc}
	30	7.34±0.33 ^{Aef}	2.07±0.25 ^{Bbcd}	TE ^{Ch}
	45	3.77±0.27 ^{Ai}	1.22±0.06 ^{Bgh}	0.08±0.01 ^{Cg}
26A	1	6.48±0.49 ^{Ag}	1.84±0.12 ^{Bcde}	0.06±0.02 ^{Cg}
	15	10.97±0.58 ^{Ab}	2.33±0.04 ^{Bb}	0.16±0.01 ^{Cdef}
	30	10.03±0.13 ^{Ac}	0.05±1.81 ^{Bde}	0.19±0.02 ^{Cbcd}
	45	6.82±0.44 ^{Afg}	1.25±0.09 ^{Bgh}	0.08±0.00 ^{Cg}
39A	1	8.09±0.43 ^{Ad}	0.63±0.05 ^{Bi}	0.28±0.05 ^{Ba}
	15	11.93±0.46 ^{Aa}	2.12±0.23 ^{Bbc}	0.29±0.02 ^{Ca}
	30	11.69±0.26 ^{Aa}	2.82±0.32 ^{Ba}	0.22±0.00 ^{Cb}
	45	10.22±0.23 ^{Ac}	1.43±0.00 ^{Bfg}	0.13±0.01 ^{Cf}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kltr, 0A: %100 inek st peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek st peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek st peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek st peynir GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz, TE: tespit edilemedi.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gsterilen değerler birbirinden p<0.05 dzeyinde farklıdır.

a-i: Aynı stnda farklı harflerle gsterilen değerler birbirinden p<0.05 dzeyinde farklıdır.

Duncan posthoc testine gre soya ieeği oranı, starter kltr çeşidi, olgunlaşma ve gastrointestinal sindirim uygulaması kriterleri açısından peynirlerin DPPH antioksidan aktiviteleri sonuçları anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Hem peynir numuneleri hem de peynirlerin gastrointestinal fazları istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (Tablo 4.45 ve Tablo 4.46).

In vitro sindirime uğratılan yak ve inek stnden yapılan chhurpi peynirlerinin DPPH radikal sprme aktivitesine bakılmıştır (Abedin vd., 2022). İnek sert chhurpi peynirinde sindirim öncesi, pepsin sindirimi sonrası ve pepsin+pankreatin sindirimi

sonrası üç faz için DPPH değerleri sırasıyla 0.16 ± 0.01 , 0.46 ± 0.01 , 0.47 ± 0.01 mg Askorbik asit eşdeğeri/g örnek olarak belirlenmiştir.

Lactobacillus delbrueckii WS4 kullanarak üretilen soya chhurpi peyniri pepsin ve pankreatin sindirimi sonrası DPPH radikal süpürme aktivitesi açısından incelenmiştir. Soya chhurpi peynirinin DPPH radikal süpürme aktivitesi pepsin sindirimi sonrası 240.80 ± 3.00 µg Askorbik asit eşdeğeri/g, pankreatin sindirimi sonrası 381.60 ± 3.10 µg Askorbik asit eşdeğeri/g olarak kaydedilmiştir (Chourasia vd., 2022).

Tez çalışmasındaki peynirlerin DPPH değerleri pepsin sindirimi sonrası 0.58-15.11 µg Troloks/mg protein, pepsin+pankreatin sindirimi sonrası ise 0.02-0.44 µg Troloks/mg protein aralığında değişmiştir. DPPH radikal süpürme aktivitesi açısından Troloks standart maddesi askorbik aside göre daha kuvvetlidir (Boulebd, 2020). Pepsin sindirimi sonrası peynirlerin DPPH değerlerinin Abedin vd. (2022)'nin çalışmasındaki değerlere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Soya fasulyesinde isoflavonlar kaynaklı antioksidan aktivite yüksektir. Chourasia vd. (2022) peyniri sadece soya sütünden ürettiği için antioksidan aktivite değerleri bizim sonuçlarımıza göre yüksek bulunmuştur.

Gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite bulguları

Troloks eşdeğeri bulgular

Tablo 4.47' deki *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri 0.34 ile 14.99 µg troloks/mg protein aralığında değişmiştir. Peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının en yüksek antioksidan aktivitelerin soya içeceği içeren peynirler göstermiştir. Her peynir çeşidi için olgunlaşmanın 45. gününde ince bağırsak fazında antioksidan aktivite ölçümleri alınabilmektedir. İnce bağırsak fazında en iyi antioksidan aktiviteyi 26H kodlu peynir 7.22 ± 0.50 (µg troloks/mg protein) değeri ile göstermiştir. Kalın bağırsak fazla kıyaslandığında mide sindirimi sonrası faz ve ince bağırsak fazın antioksidan aktivite değerleri daha düşük olduğu Tablo 4.47' den görülmektedir.

Tablo 4.47. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)

Örnek	Olgunlaşma günü	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0H	1	0.34±0.00 ^{Bi}	TE	7.80±0.25 ^{Adef}
	15	2.68±0.29 ^{Befgh}	TE	11.65±0.57 ^{Ab}
	30	5.85±2.40 ^{Bbc}	TE	11.87±0.27 ^{Ab}
	45	0.83±0.08 ^{Chi}	2.32±0.14 ^{Bcd}	11.81±0.39 ^{Ab}
13H	1	2.89±0.13 ^{Bdefgh}	TE	10.82±1.56 ^{Abc}
	15	1.40±0.09 ^{Bghi}	TE	3.57±0.17 ^{Ah}
	30	4.58±1.08 ^{Bbcde}	TE	10.31±1.39 ^{Abc}
	45	1.90±0.16 ^{Bfghi}	1.13±0.45 ^{Be}	9.96±0.64 ^{Abc}
26H	1	5.50±0.55 ^{Bbcde}	2.79±0.39 ^{Cc}	14.99±0.44 ^{Aa}
	15	3.18±0.17 ^{ABbcd}	1.60±0.96 ^{Bde}	7.56±0.32 ^{Af}
	30	9.72±0.98 ^{Aa}	TE	7.12±0.42 ^{Bfg}
	45	5.12±0.46 ^{Bbcd}	7.22±0.50 ^{Aa}	5.43±0.48 ^{Bg}
39H	1	4.28±0.30 ^{Acde}	4.10±0.09 ^{Ab}	9.59±0.38 ^{Aef}
	15	4.07±0.42 ^{Bcdef}	0.99±0.59 ^{Cef}	9.50±0.99 ^{Acde}
	30	6.67±0.67 ^{Bb}	TE	14.48±0.73 ^{Aa}
	45	3.47±0.80 ^{Cdefg}	6.99±0.36 ^{Ba}	9.69±0.15 ^{Ac}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz, TE: Tespit edilemedi.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-i: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerinin ince bağırsak fazları incelendiğinde sadece 26A ve 39A kodlu peynirlerin antioksidan aktivite yeteneği olduğu görülmektedir. En yüksek aktiviteler kalın bağırsak fazında kaydedilip 1.07 ± 0.06 ile 15.99 ± 0.54 μg troloks/mg protein arasında değişmiştir. Mide sindirimi sonrası faz sütununa bakılırsa soya içeceği oranı artan peynirlerin antioksidan aktivite potansiyelleri artmıştır. İnce bağırsak fazında 0A ve 13A kodlu peynir numunelerinin herhangi bir olgunlaşma gününde troloks eşdeğeri olarak antioksidan aktivitesi hesaplanamamıştır (Tablo 4.48).

Tablo 4.48. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri (μg Troloks/mg protein)

Örnek	Olgunlaşma günü	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0A	1	0.85±0.09 ^{Bh}	TE	9.67±0.84 ^{Ae}
	15	0.77±0.10 ^{Bgh}	TE	12.48±0.23 ^{Ac}
	30	1.48±0.25 ^{Befg}	TE	10.81±0.09 ^{Ade}
	45	1.56±0.26 ^{Bef}	TE	5.73±0.41 ^{Ag}
13A	1	1.61±0.15 ^{Bef}	TE	7.53±0.21 ^{Afg}
	15	1.85±0.27 ^{Bde}	TE	15.97±0.27 ^{Ab}

	30	1.55±0.05 ^{Aef}	TE	1.07±0.06 ^{Bh}
	45	2.40±0.57 ^{Bd}	TE	12.69±1.18 ^{Accd}
26A	1	1.10±0.04 ^{Bfgh}	TE	14.05±0.16 ^{Abc}
	15	3.36±0.49 ^{Bc}	TE	9.86±0.41 ^{Ae}
	30	3.51±0.10 ^{Bbc}	1.16±0.19 ^{Bb}	18.64±4.19 ^{Aa}
	45	4.18±0.69 ^{Cb}	TE	11.38±0.63 ^{Ade}
39A	1	2.45±0.18 ^{Bd}	TE	11.08±0.65 ^{Ade}
	15	3.12±0.07 ^{Bbc}	1.37±1.07 ^{Cb}	7.12±0.22 ^{Ag}
	30	4.02±0.17 ^{Bbc}	0.27±0.00 ^{Cc}	15.99±0.54 ^{Ab}
	45	8.17±0.11 ^{Ba}	2.03±0.50 ^{Ca}	9.25±0.55 ^{Aef}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz, TE: Tespit edilemedi.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

a-h: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

İstatistiki değerlendirme soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma ve gastrointestinal sindirim uygulaması peynirlerin troloks eşdeğerı olarak FRAP antioksidan aktivite bulgularında p<0.05 seviyesinde anlamlı farklılıklar saptandığını göstermektedir. Kendi içinde hem peynir numuneleri hem de peynirlerin gastrointestinal fazlarının istatistiksel açıdan birbiriyle aynı olmadığı sonucuna varılmıştır (Tablo 4.47 ve Tablo 4.48).

Demir sülfat eşdeğerı bulgular

*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri en düşük 3.79±0.00 µg µg FeSO₄/mg protein ve en yüksek 80.67±1.56 µg FeSO₄/mg protein olarak belirlenmiştir. Peynirlerden gastrointestinal sindirimin tüm fazlarında µg FeSO₄/mg protein bazında ölçümler alınabilmektedir. Olgunlaşma gününe ve soya ieeği oranına bağlı olarak genel itibariyle tüm gastrointestinal fazları için µg FeSO₄/mg protein cinsinden antioksidan aktivite bulguları doğrusal olarak değişkenlik göstermemiştir. En yüksek antioksidan aktivite bulgularına ince bağırsak fazında rastlanmıştır (Tablo 4.49).

Tablo 4.49. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri (µg FeSO₄/mg protein)

rnek	Olgunlaşma günü	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0H	1	3.79±0.00 ^{Bf}	21.33±0.44 ^{Ah}	16.04±0.25 ^{Bfg}
	15	7.99±0.51 ^{Cde}	32.74±2.37 ^{Af}	23.44±1.00 ^{Bcd}
	30	15.44±1.96 ^{Bc}	15.67±1.80 ^{ABi}	23.89±0.47 ^{Ac}
	45	5.53±0.25 ^{Cef}	43.32±0.62 ^{Ae}	24.30±0.68 ^{Bc}
13H	1	8.07±0.23 ^{Cde}	52.12±2.28 ^{Ad}	23.77±2.73 ^{Bcd}

	15	5.61±0.16 ^{Bef}	35.41±1.38 ^{Aef}	10.04±0.31 ^{Bh}
	30	14.92±1.89 ^{Bbc}	19.36±0.33 ^{Ai}	19.08±0.96 ^{Ade}
	45	13.18±0.49 ^{Cc}	43.59±1.91 ^{Ae}	20.35±1.13 ^{Bde}
26H	1	13.00±0.97 ^{Ccd}	77.51±1.66 ^{Aab}	31.77±0.77 ^{Ba}
	15	9.46±0.30 ^{Bc}	62.77±4.09 ^{Ac}	17.05±0.56 ^{Bfg}
	30	23.81±1.73 ^{Ba}	32.32±0.28 ^{Af}	15.70±0.74 ^{Cg}
	45	23.64±0.18 ^{Ba}	74.46±2.13 ^{Ab}	12.32±0.84 ^{Ch}
39H	1	12.07±0.53 ^{Bcd}	63.56±0.39 ^{Ac}	22.53±0.66 ^{Bef}
	15	13.32±0.74 ^{Cc}	62.07±2.54 ^{Ac}	21.90±1.74 ^{Bcde}
	30	18.50±1.18 ^{Bb}	26.37±1.46 ^{Ag}	28.12±1.28 ^{Ab}
	45	13.80±0.99 ^{Cbc}	80.67±1.56 ^{Aa}	21.26±0.26 ^{Bcde}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir. GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

a-h: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Demir sülfat cinsinden en iyi antioksidan aktiviteleri *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerinin ince bağırsak fazları sergilemiştir. Peynirlerin ince bağırsak fazlarının antioksidan aktivite değerleri 15.04±0.49 ile 65.82±0.45 arasında değişmektedir. Tüm gastrointestinal sindirim fazları incelendiğinde en düşük antioksidan aktiviteyi 0A kodlu peynirin sergilediği görülmektedir. Peynir sütü bileşiminde soya ieeği kullanmak peynir numunlerinin antioksidan aktivite potansiyellerini artırmıştır (Tablo 4.50).

Tablo 4.50. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının FRAP antioksidan aktivite değerleri (μg FeSO₄/mg protein)

rnek	Olgunlaşma günü	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0A	1	5.75±0.27 ^{Cij}	15.04±0.49 ^{Bh}	19.11±1.47 ^{Aghi}
	15	4.52±0.18 ^{Bj}	26.26±1.57 ^{Ag}	24.42±0.40 ^{Acde}
	30	6.30±0.44 ^{Chi}	28.60±0.56 ^{Ag}	22.14±0.17 ^{Bdefg}
	45	8.11±0.46 ^{Bfg}	16.13±2.21 ^{Ah}	13.43±0.71 ^{Aj}
13A	1	8.82±0.47 ^{Cf}	25.60±1.06 ^{Ag}	15.58±0.37 ^{Bij}
	15	7.08±0.48 ^{Cgh}	33.55±1.46 ^{Af}	31.60±0.48 ^{Bb}
	30	9.35±0.10 ^{Bef}	41.31±1.00 ^{Ad}	2.07±0.12 ^{Ck}
	45	8.86±1.00 ^{Bf}	22.83±3.63 ^{Ag}	25.18±2.07 ^{Accd}
26A	1	7.38±0.13 ^{Cgh}	36.58±0.91 ^{Adef}	27.29±0.29 ^{Bc}
	15	11.38±0.87 ^{Ccd}	52.73±4.69 ^{Abc}	20.89±0.73 ^{Befgh}
	30	12.99±0.19 ^{Cb}	49.27±0.82 ^{Abc}	40.33±3.43 ^{Ba}
	45	12.60±1.21 ^{Cbc}	35.43±5.28 ^{Aef}	23.40±1.10 ^{Bdef}
39A	1	8.90±0.32 ^{Cf}	54.62±1.11 ^{Ab}	24.51±1.14 ^{Bcde}
	15	9.68±0.13 ^{Cde}	47.45±4.57 ^{Ac}	17.45±0.38 ^{Bhi}
	30	13.28±0.31 ^{Cb}	65.82±0.45 ^{Aa}	33.31±0.95 ^{Bab}
	45	20.46±0.19 ^{Ba}	40.52±2.14 ^{Ade}	20.28±0.96 ^{Bfgh}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir. GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-k: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Soya ieeği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma ve gastrointestinal sindirim uygulaması peynirlerin demirsülfat eşdeğeri olarak FRAP antioksidan aktivite bulgularında kaydadeğer farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$). Kendi içinde hem peynir numuneleri hem de peynirlerin gastrointestinal fazları istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (Tablo 4.49 ve Tablo 4.50).

4.9.4. Antihipertansif (ACE-I) aktivite değerleri

Tez kapsamında üretilen peynirlerden elde edilen fraksiyonların antihipertansif aktivitesi analizinde pozitif kontrol amacıyla captopril standart maddesi kullanılmıştır. 10 ng/mL captoprilin ACEI (%) aktivite değeri 77.06 ± 3.82 olarak ölçölmüştür.

Ultrafiltrasyon fraksiyonlarının antihipertansif aktivite bulguları

Tablo 4.51' de *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonuyla üretilen peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACE-inhibitör aktivite değerleri verilmiştir. Ultrafiltrasyon işleminde 0H ve 39H kodlu peynirlerin ACE-inhibitör aktivite değerlerinin birbirine daha yakın olduğu görölmektedir. Olgunlaşma boyunca özellikle 0H ve 13H kodlu peynirlerin <3 kDa ve <5 kDa olan fraksiyonlarda daha düşük ACE-inhibitör aktiviteleri kaydedilmiştir. Tüm fraksiyonlar değerlendirildiğinde en iyi ACE-inhibitör aktiviteye 39H kodlu peynirin sahip olduğu söylenebilir. Genel anlamda olgunlaşma sürecinin ACE-inhibitör aktiviteyi artırdığı izlenmiştir. Ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACE-inhibitör aktivite değerleri 6.95 ± 0.19 ile 76.68 ± 2.47 aralığında değiştirdiği gözlenmiştir (Tablo 4.51).

Tablo 4.51. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*

Örnek adı	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF öncesi	<3kda	<5kda
0H	1	52.79 ± 2.16^{Ab}	7.34 ± 1.45^{Cgh}	13.01 ± 0.26^{Bjk}
	15	45.12 ± 3.22^{Abc}	7.02 ± 0.95^{Ch}	12.53 ± 0.62^{Bjk}
	30	63.67 ± 0.45^{Aa}	9.65 ± 0.84^{Cgh}	16.31 ± 0.94^{Bij}
	45	70.91 ± 2.73^{Aa}	9.93 ± 0.62^{Cg}	11.32 ± 0.84^{Bk}
13H	1	26.13 ± 1.18^{Af}	8.71 ± 0.78^{Cgh}	10.34 ± 2.04^{Bk}
	15	27.35 ± 5.05^{Aef}	6.95 ± 0.19^{Ch}	13.09 ± 0.89^{Bjk}
	30	31.94 ± 3.86^{Adef}	8.43 ± 0.61^{Cgh}	19.01 ± 1.35^{Bh}

	45	32.03±2.32 ^{Adef}	9.37±1.53 ^{Cgh}	19.48±0.47 ^{Bh}
26H	1	35.95±3.19 ^{Ade}	32.93±0.48 ^{Af}	33.25±2.93 ^{Ag}
	15	31.53±0.42 ^{Ccd}	39.87±0.39 ^{Bd}	43.82±1.71 ^{Af}
	30	50.21±3.75 ^{Bb}	44.21±0.99 ^{Cbc}	58.12±3.22 ^{Ad}
	45	52.98±0.48 ^{Ab}	46.30±2.53 ^{Bb}	52.37±5.76 ^{Ae}
39H	1	53.78±1.03 ^{Bb}	37.25±1.53 ^{Ce}	66.25±1.10 ^{Ac}
	15	48.16±3.49 ^{Bb}	42.51±2.11 ^{Cc}	75.12±0.51 ^{Aa}
	30	64.01±4.83 ^{Ba}	55.83±3.09 ^{Ca}	71.02±3.01 ^{Ab}
	45	66.15±2.54 ^{Ba}	56.10±1.49 ^{Ca}	76.68±2.47 ^{Aa}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. UF öncesi: Ultrafiltrasyon öncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

a-k: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACE-inhibitör aktivite değerleri Tablo 4.56' da sunulmuştur. ACE-inhibitör aktivitesi açısından <5 kDa olan fraksiyonlar incelendiğinde en iyi skorlar 26A kodlu peynir numunesine aittir. Ultrafiltrasyon işlemi öncesinde en yüksek aktiviteye sahip peynir 0A' nın ultrafiltrasyon işlemiyle ACE-inhibitör aktivitesinin oldukça azalmıştır. 26A ve 39A kodlu peynirlerde tüm fraksiyonlarda ACE-inhibitör aktivitesi % 28-72 arasında değişim göstermiştir. 0A ve 13A kodlu peynirlerin ultrafiltrasyon sonrası aktiviteleri oldukça düşük hesaplanmıştır. Soya içeceği yüksek olan peynir çeşitlerinde aktivitelerin çok daha iyi olduğu ve korunduğu gözlemlenmiştir. ACE-inhibitör aktivitelerinde olgunlaşmaya bağlı sürekli lineer değişimler gözlenmeyip aksine dalgalanmaların yaşandığı söylenebilir (Tablo 4.52).

Tablo 4.52. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*

Örnek adı	Olgunlaşma günü	UF fraksiyonları		
		UF öncesi	<3kda	<5kda
0A	1	47.59±4.36 ^{Ad}	3.50±0.20 ^{Cm}	12.69±1.50 ^{Bh}
	15	61.43±2.12 ^{Ab}	6.35±0.76 ^{Cijk}	12.48±0.22 ^{Bh}
	30	60.67±0.95 ^{Ab}	7.02±0.43 ^{Chij}	13.28±0.11 ^{Bh}
	45	68.31±0.73 ^{Aa}	8.14±0.95 ^{Ch}	15.99±1.23 ^{Bg}
13A	1	23.46±3.28 ^{Ai}	5.23±0.40 ^{Ckl}	13.10±1.27 ^{Bh}
	15	23.82±3.15 ^{Ai}	4.45±0.89 ^{Clm}	12.74±0.40 ^{Bh}
	30	25.29±0.36 ^{Ahi}	5.85±0.23 ^{Cjk}	15.27±0.24 ^{Bg}
	45	26.06±0.84 ^{Ahi}	7.19±0.98 ^{Chi}	16.39±0.70 ^{Bg}
26A	1	35.28±2.16 ^{Cf}	40.67±0.23 ^{Bef}	69.24±3.18 ^{Ab}
	15	30.19±0.44 ^{Cg}	39.65±0.65 ^{Bf}	72.84±0.11 ^{Aa}

	30	28.22±1.70 ^{Cgh}	41.97±0.59 ^{Bd}	71.12±0.20 ^{Aab}
	45	40.16±0.73 ^{Ce}	41.70±0.91 ^{Bde}	69.46±0.54 ^{Ab}
39A	1	49.74±2.17 ^{Ad}	37.25±1.53 ^{Bg}	30.26±1.28 ^{Cf}
	15	46.42±0.78 ^{Ad}	45.14±0.31 ^{Cc}	40.32±1.44 ^{Bd}
	30	40.28±0.07 ^{Ce}	52.10±0.82 ^{Ba}	55.18±0.29 ^{Ac}
	45	57.35±0.04 ^{Ac}	48.14±0.18 ^{Bb}	35.08±0.06 ^{Ce}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. UF öncesi: Ultrafiltrasyon öncesi; <3kDa: 3kDa permeat; <5kDa: 5kDa permeat.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-m: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

İstatistiki değerlendirmelere göre soya içeceği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma ve ultrafiltrasyon işlemleri peynirlerin ACE-inhibitör aktivite bulgularında anlamlı farklılıklar oluşturmuştur ($p<0.05$). Peynirlerin ve ultrafiltrasyon fraksiyonlarının ACE-inhibitör aktivite yönünden $p<0.05$ seviyesinde birbirine benzemediği söylenebilir (Tablo 4.51 ve Tablo 4.52).

Codonopsis pilosula ve balık kolajeni ile yapılan dört farklı peynirin dört hafta olgunlaştığı bir çalışmada ACEI (%) aktiviteleri % 58.45 ile % 78.65 aralığında değiştiği bildirilmiştir (Shori vd., 2021). Peynir üretiminde *Codonopsis pilosula* ve balık kolajeni kullanımının ACEI (%) aktivitesini artırdığı görülmüştür. Bu çalışmada peynirlerin sulu ekstraktları (UF öncesi) için kaydedilen ACEI (%) aktiviteleri 23.46 ile 70.91 aralığında değişmiştir. Soya içeceği ilave oranı arttıkça aktivite yükselme eğilimi göstermiştir. % 39 soya içeceği içeren peynir çeşitlerinde aktivite kontrol peynirlere oldukça yakındır. Shori vd. (2021)'nin ölçtüğü aktivite skorları Tablo 4.51 ve Tablo 4.52' deki aktivite skorları ile yakın aralıklardadır.

Olgunlaşma süresi (120 gün) boyunca beyaz peynirlerin suda çözünür ekstraktlarının ACEI (%) aktivitelerini 15.62 ile 65.06 olarak bildiren Erkaya ve Şengul (2015) peynir üretiminde kullandığı probiyotik *Lactobacillus acidophilus* suşu ile ACE inhibisyonu skorlarını ilişkilendirmiştir. *Lactobacillus acidophilus* ile üretilen peynirlerde ultrafiltrasyon öncesi benzer aralıkta ACEI (%) aktiviteleri tespit edilmiştir.

Meira vd. (2012) olgunlaştırılmış beyaz peynirin suda çözünür ekstraktında daha yüksek ACE inhibitör aktivitesi (%80) tespit ederken, taze beyaz peynirin suda çözünür ekstraktında daha düşük aktivite (% 46.45) bulmuştur. Benzer ACEI aktivitesi

skorlarını bu çalışmadaki peynirler ultrafiltrasyon öncesi göstermiştir (Tablo 4.51 ve Tablo 4.52).

Gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının antihipertansif aktivite bulguları

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin gastrointestinal sindirim fazlarının ACE-inhibitör aktivite değerleri mide sindirimi sonrası ve kalın bağırsak fazında oldukça yüksek tespit edilmiştir. İnce bağırsak fazlarında soya ieeğinin artmasıyla ACE-inhibitör aktivitesinin de arttığı izlenebilmektedir. En yüksek aktivite değerini olgunlaşmanın 45. günü 80.53 ± 2.35 değeri ile 39H kodlu peynir numunesi sergilemiştir. 26H ve 39H kodlu peynirlerin birbirine yakın ACE-inhibitör aktivitesi sonuçları gösterdiği ifade edilebilir. Bu durum starterin proteolitik aktivitesi ve soya ieeği oranının diğer peynirlere kıyasla daha fazla olması ile ilgili olabilir. Ayrıca soya ieeğiyle birlikte farklı protein kaynaklarından da peptit salınma ihtimali aktiviteleri olumlu anlamda etkilemiştir (Tablo 4.53). Peynirin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının ACE-inhibitör aktivitesi ile olgunlaşma süresi arasında her veri için doğrusal bir ilişki olmadığı Tablo 4.53’ ten görülmektedir.

Tablo 4.53. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*

Örnek adı	Olgunlaşma günü	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0H	1	42.52±3.11 ^{Bi}	34.58±3.15 ^{Ch}	73.61±3.12 ^{Aef}
	15	65.31±4.85 ^{Af}	55.31±0.63 ^{Bf}	69.94±2.16 ^{Afg}
	30	75.74±3.29 ^{Acđ}	60.28±1.04 ^{Be}	72.33±2.57 ^{Aefg}
	45	79.54±0.85 ^{Abc}	69.45±3.65 ^{Bc}	70.11±1.04 ^{Bfg}
13H	1	50.37±5.91 ^{Bh}	45.11±1.00 ^{Bg}	76.01±1.05 ^{Ade}
	15	58.52±2.78 ^{Bg}	47.19±2.22 ^{Cg}	65.23±1.87 ^{Ah}
	30	49.11±1.03 ^{Ch}	59.40±3.12 ^{Be}	73.59±0.77 ^{Aef}
	45	65.05±2.92 ^{Af}	68.49±2.95 ^{Ac}	68.34±4.06 ^{Agh}
26H	1	73.26±1.12 ^{Ade}	69.12±1.45 ^{Ac}	73.13±3.14 ^{Aef}
	15	84.15±0.48 ^{Aab}	70.17±0.82 ^{Cc}	78.04±1.08 ^{Bđ}
	30	82.06±1.85 ^{Bab}	76.18±2.68 ^{Cb}	85.04±0.42 ^{Abc}
	45	79.28±5.76 ^{Abc}	64.27±0.83 ^{Bđ}	85.99±2.07 ^{Abc}
39H	1	73.92±2.35 ^{Ade}	55.36±4.23 ^{Bf}	72.04±4.03 ^{Aefg}
	15	69.18±0.11 ^{Cef}	72.07±0.69 ^{Bc}	87.48±0.72 ^{Aab}
	30	84.83±0.71 ^{Aab}	68.14±0.09 ^{Bc}	83.16±1.41 ^{Ac}
	45	86.13±2.82 ^{Aa}	80.53±2.35 ^{Ba}	90.12±3.12 ^{Aa}

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya

ieeği+%61 inek sütü peynir. GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

a-i: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonuyla üretilen peynirlerinin ince bağırsak fazlarının ACE-inhibitör aktivite değerleri mide sindirimi sonrası ve kalın bağırsak fazlarına göre daha düşük tespit edilmiştir. İnce bağırsak fazlarda ACE-inhibitör aktivitesinin en iyi olduğu peynir numunesi 26A kodlu peynirdir. En düşük aktivite değerini olgunlaşmanın 45. günü 44.36 ± 4.12 değerı ile 13A kodlu peynir numunesi sergilemiştir. 13A hariç her peynir numunesi için olgunlaşmanın ACE-inhibitör aktivitesi için önemli olduğu açıktır. Fakat olgunlaşmaya bağlı aktivite verileri arasında dalgalanmalar söz konusudur. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonuyla üretilen peynirlerle kıyaslandığında ACE-inhibitör aktivitelerinin daha düşük olduğu ifade edilebilir. *Lactobacillus helveticus* bakterisinin proteolitik özelliği sebebiyle daha çok hidroliz ve peptit salınımına neden olmasıyla ilişkilendirilebilir (Tablo 4.54).

Tablo 4.54 *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının ACEI (%) aktivite değerleri*

rnek adı	Olgunlaşma günü	GIS fazları		
		MS	İB	KB
0A	1	38.59 ± 1.01^{Cf}	62.36 ± 0.15^{Bcde}	89.21 ± 5.14^{Aab}
	15	89.09 ± 5.74^{Aa}	57.31 ± 4.08^{Befg}	85.74 ± 2.09^{Aabc}
	30	86.78 ± 4.20^{Aa}	61.30 ± 2.02^{Bcde}	81.44 ± 3.43^{Acd}
	45	77.24 ± 1.05^{Ab}	56.02 ± 3.05^{Bfg}	71.66 ± 5.06^{Afg}
13A	1	87.28 ± 9.95^{Aa}	46.81 ± 5.05^{Bh}	75.41 ± 4.10^{Aef}
	15	88.32 ± 3.68^{Aa}	44.36 ± 4.12^{Ch}	67.60 ± 3.08^{Bg}
	30	50.51 ± 2.33^{Ce}	58.49 ± 1.18^{Bdef}	69.24 ± 0.47^{Ag}
	45	74.05 ± 2.80^{Abc}	63.99 ± 3.05^{Cc}	71.40 ± 0.12^{Bfg}
26A	1	69.56 ± 5.31^{Bcd}	66.14 ± 3.11^{Bc}	89.83 ± 5.01^{Aa}
	15	88.28 ± 1.44^{Aa}	71.47 ± 0.02^{Cb}	82.09 ± 0.12^{Bcd}
	30	66.96 ± 0.89^{Cd}	82.39 ± 0.04^{Ba}	85.46 ± 0.42^{Aabc}
	45	76.98 ± 2.48^{Bb}	72.14 ± 0.08^{Cb}	84.15 ± 3.12^{Abcd}
39A	1	78.17 ± 4.31^{Ab}	55.36 ± 3.03^{Bfg}	75.54 ± 2.51^{Aef}
	15	70.88 ± 2.15^{Bbcd}	52.74 ± 0.19^{Cg}	82.68 ± 0.22^{Acd}
	30	85.48 ± 1.91^{Aa}	58.49 ± 0.17^{Bdef}	82.90 ± 1.70^{Acd}
	45	74.88 ± 1.22^{Bbc}	60.53 ± 5.40^{Ccd}	79.55 ± 3.12^{Ade}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya ieeği+%61 inek sütü peynir GIS: Gastrointestinal sindirim; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

^{a-h}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Varyans analizine göre soya içeceği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma ve gastrointestinal sindirim uygulaması faktörleri dikkate alındığında peynirlerin ACE-inhibitör aktivite sonuçlarının önemli olduğu ortaya koyulmuştur ($p<0.05$). Hem peynir numuneleri hem de peynirlerin gastrointestinal fazları istatistiki olarak birbirinden farklıdır (Tablo 4.53 ve Tablo 4.54).

Yak ve inek sütünden yapılan chhurpi peynirlerinin *in vitro* sindirime uğratılması sonrası antihipertansif özellikleri değerlendirilmiştir (Abedin vd., 2022). İnek sert chhurpi peynirinde sindirim öncesi, pepsin sindirimi sonrası ve pepsin+pankreatin sindirimi sonrası üç faz için ACEI (%) değerleri sırasıyla 8.77 ± 0.44 , 40.91 ± 1.68 , 60.28 ± 2.48 olarak saptanmıştır. Tablo 4.53 ve Tablo 4.54’ deki gastrointestinal sindirime uğramış peynirlerin ACEI (%) değerlerinin büyük çoğunluğu % 70-90 aralığında hesaplanmıştır. Abedin vd. (2022)’ nin çalışmasının aksine bu çalışmadaki peynirlerin pepsin ve pepsin+pankreatin sindirimi ACEI (%) değerleri birbirine yakınlık göstermektedir.

Lactobacillus delbrueckii WS4 kullanılarak üretilen yeni fonksiyonel soya chhurpi peynirinde biyoaktif peptitleri araştıran Chourasia vd. (2022) pepsin sindirimi ve pankreatin sindirimi sonrası 10 mg/mL konsantrasyon için ACEI (%) değerlerini sırasıyla 74.40 ± 0.80 ve 68.8 ± 0.90 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada gastrointestinal sindirime uğramış peynirlerin ACEI (%) değerlerinin büyük çoğunluğu % 70-90 aralığında hesaplanmıştır (Tablo 4.53 ve Tablo 4.54). Ayrıca *in vitro* sindirim için mide sindirimi sonrası, ince bağırsak ve kalın bağırsak olmak üzere üç farklı fazda aktivite takibi yapılmıştır. Bu üç faz için peynir değil protein miktarı temelli ilenmiştir. Ve % 70-90 ACEI (%) aktivite değerini 0.52 ile 20.84 mg BSA/mL aralığında protein içeren ekstraktlar göstermiştir (Tablo 4.37 ve Tablo 4.38).

4.9.5 Antimikrobiyal aktivite değerleri

Lactobacillus helveticus ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerden ultrafiltrasyon ve simüle gastrointestinal sindirim işlemleriyle birbirinden farklı fraksiyonlar elde edilmiştir. Elde edilen bu fraksiyonların *E.coli*, *B.cereus*, *S.aureus*, *S.epidermidis* ve *C.albicans*’ a karşı olan antimikrobiyal aktiviteleri değerlendirilmiştir. Peynirlerden elde edilen sulu ekstraktlar ve ultrafiltrasyon fraksiyonları bu beş mikroorganizmaya karşı herhangi bir inhibisyon

zonu oluşturmamıştır. Dolayısıyla aşağıdaki Tablo 4.55 - 4.64 arası tablolarda peynirlere ait gastrointestinal fraksiyonların inhibisyon ölçümlerine yer verilmiştir.

***E.coli* inhibisyonu**

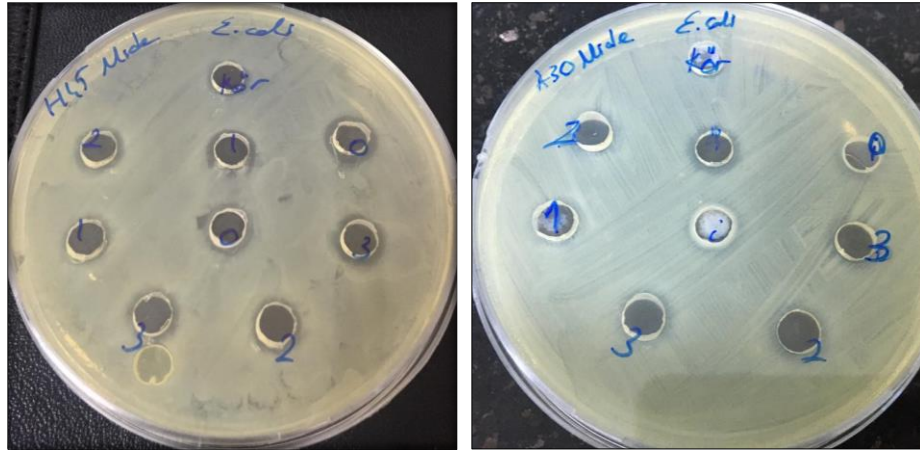
*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *E.coli*' ye karşı inhibisyon zon çapları 9.00-11.50 mm arasında değişmiştir. Tablo 4.55' e bakıldığında ölçümlerin mide sindirimi sonrası faz için yoğunlaştığı söylenebilir. İnce bağırsak fazında sadece 39H peynir numunesi 15. olgunlaşma gününde 9.50 ± 0.57 mm zon çapı ile *E.coli*' ye karşı inhibisyon etkisi göstermiştir. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin hemen hemen tüm mide sindirimi sonrası fazları *E.coli*' ye karşı inhibisyon etkisi göstermiştir.

Tablo 4.55. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *E.coli*'ye karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	10.75 ± 0.50^{ab}	TE	TE
	30	TE	9.00 ± 0.00^e	TE	TE
	45	TE	11.50 ± 0.57^a	TE	TE
13H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	10.75 ± 0.50^{ab}	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	10.00 ± 1.15^{bcd}	TE	TE
26H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	9.75 ± 0.50^{cde}	TE	TE
	30	TE	10.50 ± 0.57^{bc}	TE	TE
	45	TE	10.37 ± 0.75^{bcd}	TE	TE
39H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	9.50 ± 0.57^{de}	9.50 ± 0.57	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	10.75 ± 0.95^{ab}	TE	TE

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-e}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.15. *E.coli*'ye karşı kaydedilen bazı inhibisyon zon görüntüleri

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *E.coli*'ye karşı inhibisyon zon çapları 10 mm'yi geçmemiştir. Soya içeceği içeren peynir çeşitlerinin (0A hariç) inhibe yeteneklerinin olduğu görülmektedir. Tablo 4.55' te olduğu gibi mide sindirimi sonrası fazların *E.coli*'yi inhibe edebilme potansiyelleri görülmektedir. İnce bağırsak ve kalın bağırsak fazlarında *E.coli*'ye karşı herhangi bir inhibisyon ölçümü alınamamıştır. En yüksek inhibisyon zon çapları 26A ve 39A kodlu peynir örnekleri için ölçülmüştür. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerden % 0 soya içeceği içeren peynirde hiçbir şekilde inhibisyon kaydedilmemiştir (Tablo 4.56). Soya içeceği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma günü ve gastrointestinal sindirim esas alındığında *E.coli* için tespit edilen inhibisyon zon çapları istatistiki açıdan farklıdır ($p<0.05$).

Tablo 4.56. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *E.coli*'ye karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
13A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	9.00±0.00 ^b	TE	TE
	45	TE	8.75±0.28 ^{bc}	TE	TE
26A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	9.50±0.57 ^a	TE	TE
	45	TE	9.10±0.43 ^{ab}	TE	TE

39A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	9.5±0.57 ^a	TE	TE
	45	TE	8.37±0.47 ^c	TE	TE

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Banihashemi vd. (2020) geleneksel 8 adet İran Koopeh peynirinde *E.coli*' ye karşı antibakteriyel aktivite araştırmıştır. Sadece 1 adet peynirde 15.7 ± 0.35 mm, diğer 7 adet peynirde <0.1 mm olarak inhibisyon çap boyutlarını bildirmiştir. Bu çalışmadaki peynirler ve fraksiyonları 8.37 ile 11.50 mm çap aralığında inhibisyon zonları oluşturmuştur. Banihashemi vd. (2020)' nın peynirleri 6 ay, bizim çalışmamızdaki peynirler 1.5 ay olgunlaştırılmıştır. Ayrıca inhibisyon zon ölçümleri bu çalışmada 24 saat sonunda alınırken, Banihashemi vd. (2020)'nın çalışmasında 36 saat sonunda alınmıştır. Bu farklılıklar sebebiyle peynirlerin *E.coli*' yi inhibe etme dereceleri değişiklik göstermiştir.

***B.cereus* inhibisyonu**

*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *B.cereus*'a karşı inhibisyon zon çapları 8.00-11.50 mm arasında değişmiştir. Tablo 4.57' ye bakıldığında mide sindirimi sonrası ve kalın bağırsak faz fraksiyonları için ölçümler alınabilmiştir. *B.cereus*' a karşı gastrointestinal sindirim öncesi ve ince bağırsak fazları için hiçbir peynir numunesi için inhibisyon tespit edilememiştir. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin hemen hemen tüm mide sindirimi sonrası fazları ve bazı kalın bağırsak fazları *B.cereus*' a karşı inhibisyon etkisi göstermiştir.

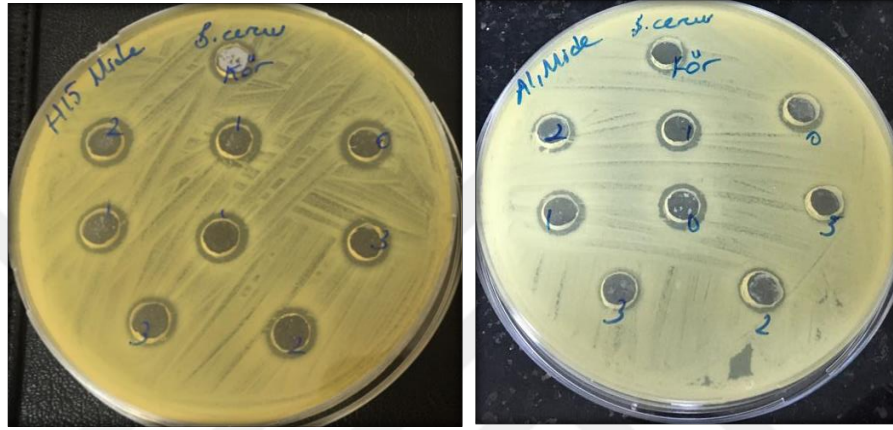
Tablo 4.57. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *B. cereus*'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	PG	IN	OUT
0H	1	TE	TE	TE	9.50±0.57 ^b
	15	TE	11.50±0.57 ^a	TE	TE
	30	TE	11.50±0.57 ^a	TE	TE
	45	TE	10.85±0.86 ^{ab}	TE	TE
13H	1	TE	8.00±0.00 ^f	TE	TE
	15	TE	10.75±0.57 ^{abc}	TE	TE
	30	TE	10.87±0.25 ^{ab}	TE	TE
	45	TE	9.75±0.50 ^{de}	TE	TE
26H	1	TE	9.25±1.25 ^e	TE	9.32±1.83 ^b

39H	15	TE	11.50±0.57 ^a	TE	TE
	30	TE	10.50±0.40 ^{bcd}	TE	TE
	45	TE	9.75±0.64 ^{de}	TE	TE
	1	TE	TE	TE	10.50±0.57 ^a
	15	TE	10.75±0.50 ^{abc}	TE	TE
	30	TE	10.62±0.48 ^{abcd}	TE	TE
	45	TE	9.87±0.25 ^{cde}	TE	TE

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-e}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.16. *B. cereus*'a karşı kaydedilen bazı inhibisyon zon görüntüleri

*Lactobacillus acidophilus*lu tüm peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonları *B.cereus*' a karşı inhibisyon göstermiştir. En yüksek inhibisyon zon çaplarını 0A kodlu peynirin mide sindirimi sonrası fazları göstermiştir. Gastrointestinal sindirim öncesi ve ince bağırsak fazında *B.cereus*' a karşı hiçbir inhibisyon ölçümü alınamamıştır. Kalın bağırsak fazında 26A kodlu numune için olgunlaşmanın 15. günü *B.cereus*' a karşı inhibisyon görülmüştür (Tablo 4.58). Varyans analizine göre soya içeceği oranı, starter kültür çeşidi, olgunlaşma günü ve gastrointestinal sindirim esas alındığında *B.cereus* için tespit edilen inhibisyon zon çapları istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 4.58. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *B. cereus*'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0A	1	TE	10.25±0.50 ^{ab}	TE	TE
	15	TE	10.85±0.59 ^a	TE	TE
	30	TE	10.12±0.75 ^{ab}	TE	TE
	45	TE	8.50±0.57 ^e	TE	TE
13A	1	TE	10.00±0.00 ^{ab}	TE	TE

	15	TE	10.00±0.00 ^{ab}	TE	TE
	30	TE	9.75±0.50 ^{bc}	TE	TE
	45	TE	8.75±0.64 ^{de}	TE	TE
26A	1	TE	9.8±0.92 ^{bc}	TE	TE
	15	TE	10.37±0.47 ^{ab}	TE	10.12±1.03 ^a
	30	TE	10.25±0.28 ^{ab}	TE	TE
	45	TE	9.00±1.15 ^{cde}	TE	TE
39A	1	TE	7.5±0.57 ^f	TE	TE
	15	TE	10.5±0.57 ^{ab}	TE	TE
	30	TE	9.67±0.47 ^{bcd}	TE	TE
	45	TE	8.75±0.64 ^{de}	TE	TE

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-f}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Banihashemi vd. (2020) geleneksel 8 adet İran Koopeh peynirinde *B.cereus*'u inhibe etme özelliklerini değerlendirmiştir. Üç adet peynirde 9.9-10.3 mm aralığında ölçümler kaydetmiştir. Bu sonuçların *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlere yakın ve benzer olduğu söylenebilir.

***S.aureus* inhibisyonu**

S.aureus' a karşı her iki grup peynir için gastrointestinal sindirim öncesi, mide sindirimi sonrası ve ince bağırsak fazlarında herhangi bir inhibisyon zon ölçümü alınamamıştır. İnce bağırsak ve kalın bağırsak fazlarında bazı inhibisyon ölçümleri kaydedilmiştir. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerden 0H ve 39H peynirleri *S.aureus*'a karşı 10 mm'nin üzerinde inhibisyon zonu oluşturmuşlardır (Tablo 4.59). Kalın bağırsak fazı için ise sadece inek sütünden üretilen 0H kodlu peynirinin gastrointestinal fraksiyonlarının *S.aureus*' u inhibe etme yeteneği olmadığı görülmektedir. Yüksek soya içeceği bulunan peynirler daha büyük zonların oluşumunu tetiklemiştir. Olgunlaşmanın 30. günü kalın bağırsak fazında alınan ölçümlere göre önemli istatistiksel farklılıklar saptanmıştır (p<0.05). İnce bağırsak fazlarında tespit edilen inhibisyon zonları varyans analizine göre aynıdır.

Tablo 4.59. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *S.aureus*' a karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0H	1	TE	TE	11.00±1.15 ^a	TE
	15	TE	TE	TE	TE

	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
13H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	9.25±0.28 ^c
	45	TE	TE	TE	TE
26H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	10.62±0.75 ^a
	45	TE	TE	TE	TE
39H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	12.00±0.81 ^a	TE
	30	TE	TE	TE	10.00±0.00 ^b
	45	TE	TE	TE	TE

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerden kalın bağırsak fazlarında bazı inhibisyon ölçümleri kaydedilmiştir. Bu ölçümler olgunlaşmanın 15 ve 30. günlerinde 26A ve 39A kodlu örneklerle ait olduğu Tablo 4.60' tan görülmektedir. Olgunlaşma süresince 0A ve 13A kodlu peynirler herhangi bir fazının *S.aureus*' u inhibe etme yeteneği olmadığı görülmektedir. En büyük inhibisyon zon çapı olgunlaşma 15. gününde 39A kodlu peynirin kalın bağırsak fazında ölçülmüştür. Kalın bağırsak fazındaki ölçümler istatistiki açıdan önem arz etmektedir ($p<0.05$).

Tablo 4.60. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *S.aureus*' a karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
13A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
26A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	9.00±0.00 ^c
	30	TE	TE	TE	9.42±0.49 ^b
	45	TE	TE	TE	TE
39A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	10.37±0.47 ^a
	30	TE	TE	TE	9.20±0.24 ^{bc}

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Banihashemi vd. (2020) geleneksel 8 adet İran Koopeh peynirinde *S.aureus*'a karşı herhangi bir antimikrobiyal aktivite olup olmadığını araştırmıştır. Sadece bir adet peynirde 12.7 ± 0.81 mm inhibisyon zon çapı ölçmüştür. Bu inhibisyon davranışı 39H kodlu peynirler örtüşmekte, diğer peynirlerin sonuçlarıyla da yakınlık içermektedir.

***S.epidermidis* inhibisyonu**

S.epidermidis' e karşı *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin mide sindirimi sonrası ve ince bağırsak fazlarında inhibisyonlar tespit edilmiştir. Mide sindirimi sonrası fazda soya içeceği ilave oranı arttıkça *S.epidermidis*' e karşı inhibisyon zon çaplarının azaldığı görülmektedir. İstatistiksel açıdan mide sindirimi sonrası fazdaki inhibisyon zonları $p<0.05$ seviyesinde farklı bulunmuştur. İnce bağırsak fazında 0H, 13H ve 39H kodlu peynirler için *S.epidermidis*' e karşı inhibisyon zonları gözlenmiştir. Varyans analizine göre 0H ve 39H kodlu peynirlerin inhibisyon zon çapları benzer saptanmıştır ($p<0.05$). Gastrointestinal sindirim öncesi ve kalın bağırsak fazlarında *S.epidermidis*' e karşı herhangi bir inhibisyonu zon oluşmamıştır (Tablo 4.61).

Tablo 4.61. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *S.epidermidis*' e karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0H	1	TE	TE	13.00±2.16 ^a	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	12.25±0.28 ^a	TE	TE
13H	1	TE	8.50±0.57 ^c	TE	TE
	15	TE	TE	9.00±1.15 ^b	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
26H	1	TE	11.00±1.82 ^b	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	10.50±0.57 ^b	TE	TE
39H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	12.12±0.85 ^a	TE
	30	TE	TE	TE	TE

45 TE TE TE TE
H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerde sadece mide sindirimi sonrası fazlarda olgunlaşmanın ilk 15 gününde 0A, 13A ve 26A kodlu peynir örneklerine ait *S.epidermidis*'e karşı inhibisyon ölçümleri kaydedilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre *S.epidermidis*' e karşı tespit edilen inhibisyon zon çapları istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 0A ve 26A kodlu peynir örneklerine ait ölçümler birbirlerine istatistik açıdan benzemektedir. Tablo 4.62 dikkate alındığında; 13A kodlu peynir numunesi *S.epidermidis*' e karşı en iyi aktiviteyi göstermiştir. Gastrointestinal sindirim öncesi, ince bağırsak ve kalın bağırsak fazları için *S.epidermidis*' e karşı antimikrobiyal aktivite gözlenmemiştir.

Tablo 4.62. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *S.epidermidis*'e karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0A	1	TE	10.00±0.00 ^{bc}	TE	TE
	15	TE	10.25±0.86 ^{ab}	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
13A	1	TE	9.75±0.28 ^c	TE	TE
	15	TE	10.62±0.75 ^a	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
26A	1	TE	10.00±0.00 ^{bc}	TE	TE
	15	TE	10.25±0.28 ^{ab}	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
39A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

***C.albicans* inhibisyonu**

*Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim öncesi ve mide sindirimi sonrası fazlarında *C.albicans*' a karşı herhangi bir antifungal aktivite tespit edilmemiştir. Kalın bağırsak fazında 0H ve 13H kodlu peynirlerde 16.00-20.50 mm aralığında inhibisyon zonları gözlenmiştir. Ayrıca, ince bağırsak fazında sadece 0H kodlu peynirin olgunlaşmanın başlangıcında 14.00±0.00 mm zon ölçülmüştür. İstatistiksel açıdan kalın bağırsak fazdaki inhibisyon zonlarının $p<0.05$ seviyesinde benzer olmadığı görülmektedir (Tablo 4.63).

Tablo 4.63. *Lactobacillus helveticus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *C. albicans*'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0H	1	TE	TE	14.00±0.00 ^a	16.00±1.15 ^d
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	19.00±1.15 ^b
	45	TE	TE	TE	20.50±0.57 ^a
13H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	17.62±1.25 ^c
	45	TE	TE	TE	18.50±0.57 ^{bc}
26H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE
39H	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE

H: *Lactobacillus helveticus*lu kombinasyon kültür, 0H: %100 inek sütü peynir; 13H: %13 soya içeceği+%87 inek sütü peynir; 26H: %26 soya içeceği+%74 inek sütü peynir; 39H: %39 soya içeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.17. *C.albicans*'a karşı kaydedilen bazı inhibisyon zon görüntüleri

*Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerde sadece kalın bağırsak fazında 39A kodlu peynir hariç diğer peynirlerde antifungal aktivite tespit edilmiştir. Tablo 4.64' ten olgunlaşma süresince 0A ve 13A kodlu peynirlerin *C.albicans*' a karşı antifungal aktivitesi olduğu görülmektedir. *C.albicans*' a karşı kalın bağırsak fazında ölçümlenen inhibisyon zonlarının varyans analizine göre $p<0.05$ düzeyinde birbirinden farklı olduğu söylenebilir. Gastrointestinal sindirim öncesi, mide sindirimi sonrası ve ince bağırsak fazlarında *C.albicans*' a karşı herhangi bir antifungal aktivite tespit edilmemiştir.

Tablo 4.64. *Lactobacillus acidophilus*lu peynirlerin gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının *C. albicans*'a karşı inhibisyon zon çapları (mm)*

Örnek	Olgunlaşma günü	İnhibisyon zon çapları (mm)			
		GISÖ	MS	İB	KB
0A	1	TE	TE	TE	13.75±0.50 ^c
	15	TE	TE	TE	17.50±3.10 ^{ab}
	30	TE	TE	TE	13.57±0.29 ^c
	45	TE	TE	TE	16.25±1.70 ^b
13A	1	TE	TE	TE	11.25±0.50 ^d
	15	TE	TE	TE	19.00±1.15 ^a
	30	TE	TE	TE	13.00±0.70 ^{cd}
	45	TE	TE	TE	17.37±1.10 ^{ab}
26A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	14.00±1.15 ^c
	30	TE	TE	TE	19.15±1.15 ^a
	45	TE	TE	TE	TE
39A	1	TE	TE	TE	TE
	15	TE	TE	TE	TE
	30	TE	TE	TE	TE
	45	TE	TE	TE	TE

A: *Lactobacillus acidophilus*lu kombinasyon kültür, 0A: %100 inek sütü peynir; 13A: %13 soya ieeği+%87 inek sütü peynir; 26A: %26 soya ieeği+%74 inek sütü peynir; 39A: %39 soya

İçeceği+%61 inek sütü peynir. GISÖ: Gastrointestinal sindirim öncesi; MS: Mide sindirimi sonrası faz; İB: İnce bağırsak faz; KB: Kalın bağırsak faz.

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

4.10. Peynirlerden Proteolitik Hidrolizle Elde Edilen Peptitlerin *In Silico* Analiz Bulguları

Biyoaktif peptitlerin laboratuvarından pazara girme gelişim sürecini hızlandıran hesaplamalı ve analitik teknikler biyoinformatik ya da peptidomik olarak tanımlanmaktadır. Gıda proteinlerinde şifrelenen biyoaktif peptitlerdeki dizilerin *in silico* tahmini, gözlemlenen yapı-aktivite ilişkileri ve profilleri biyoinformatiğin temelini oluşturmaktadır (Agıyei vd., 2018). Bu çalışmada da üretilen sekiz peynirin enzimatik hidrolize bağlı olarak oluşturdukları peptit ve biyoaktivite potansiyelleri biyoinformatik yaklaşımlarla aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda; *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen sekiz peynirden pepsin ve pankreatin enzimleri kullanılarak elde edilen hidrolizatların *in silico* analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Elde edilen peptitler protein kaynaklarına göre tablolştırılmıştır. Tablolarda kütle spektrometresiyle tespit edilen peptitlerin protein kaynağı, sekansı ve kütlelerinin yanında BIOPEP programıyla doğrulanan olası biyoaktivitelerine de yer verilmiştir. Tezin odağı antihipertansif ya da ACE-inhibitör aktivitesi olduğundan programlarda taramalar bu yönde yapılmıştır. Ürettiğimiz peynirlerin ham maddeleri soya içeceği ve inek sütü olduğundan kazein, serum proteinleri, glisin ve β -konglisinin proteinlerinden peptitlerin hidroliz olduğu görülmektedir (Tablo 4.65-72).

Tablo 4.65 ve Tablo 4.68 arasındaki tablolarda bildirilen 45 adet peptit tez kapsamında üretilen sekiz peynirde de tespit edilmiştir. 3 ile 14 adet aminoasit içeren peptitlerin hidrolize olduğu tablolardan görülmektedir. Bildirilen birçok peptit kütlelerinin 1 kDa' dan küçük olduğu görülmektedir. Sekansı FFVAPFPEVFGK ve FFVAP peptitlerinin ortak aminoasit gövdesine sahip olduğu ve antihipertansif aktivite sergilediği belirlenmiştir (Tablo 4.65).

Tablo 4.65. α -s1 kazein' den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Kütle (Da)	Biyoaktivite
α -s ₁ kazein	LNENLLRFFVAPFPEVFG	2110.46	ACE-inhibitör
	AYFYPE	789.86	ACE-inhibitör
	AYFYPEL	903.02	ACE-inhibitör
	DAYPSGAW	866.90	ACE-inhibitör

FVAPFPEVFG	1110.29	ACE-inhibitör
GAW	333.36	ACE-inhibitör
ENLLRFFVAPFPEVFG	1883.20	ACE-inhibitör
FFVAP	580.70	ACE-inhibitör
FFVAPFPEVFGK	1385.64	ACE-inhibitör
LAYFYP	773.90	ACE-inhibitör
NENLLRFFVAPFPEVFG	1997.30	ACE-inhibitör
RYLGY	671.77	ACEI, Antioksidan, Opioid
TTMPLW	748.92	ACE-inhibitör

Baptista vd. (2020) Prato peynirinden elde ettiği FVAPFPEVF sekanslı bir oligopeptitin ACE ve DPP-IV inhibitör aktivitesi olduğunu bildirmiştir. Tüm peynir çeşitlerimizden tespit edilen FFVAPFPEVFGK sekanslı peptitin içerisinde birbirinin aynısı olan kalıp peptitler mevcut olup muhtemel aktivitenin bu kalıpla ilgili olduğu söylenebilir. ENLLRF sekanslı peptitte α -s1 kazein (f18-23)' den salınarak Prato peynirinde mevcut olduğu bildirilmiştir. Tablo 4.65 incelendiğinde içerisinde LNENLLRFFVAPFPEVFG ve ENLLRFFVAPFPEVFG sekanslı iki adet ACE-inhibitör aktiviteli peptidin ENLLRF sekanslı peptidi barındırdığı görülmektedir. ENLLRF sekanslı peptidin bu aktiviteyi taşıdığı ve bulunduğu oligopeptitlerde bu aktiviteyi sürdürmeye devam ettiği anlaşılmaktadır. Çalışmadaki Prato peyniri bu çalışmada olduğu gibi *Lactococcus lactis spp lactis*, *Lactococcus lactis spp cremoris* ve *Lactobacillus helveticus* suşlarıyla üretilmiştir. Benzer LAB suşu kullanımının peynirde benzer peptit yapılarının salınmasına olanak sağlamıştır.

60 gün olgunlaştırılan ve pastörize inek ve keçi sütünden üretilen İspanya mavi peynirinde (Valdeon) gastrointestinal sindirimden sonra DAYPSGAW dizili ACE-inhibitör aktiviteli bir peptit belirlenmiştir (Sánchez-Rivera vd., 2014). α -s1 kazein proteininden aynı diziye sahip peptit bu çalışmadaki sekiz peynirde de bulunmuştur. İspanya mavi peynirinde (Valdeon) sindirim enzimleri kullanılarak proteoliz yapılmış ve DKIHPP dizili opioid aktivite gösteren bir peptit saptanmıştır (Sánchez-Rivera vd., 2014). β -kazein proteininden aynı diziye sahip peptit bu çalışmadaki sekiz peynirde de bulunmuştur. Aynı dizili peptitin ACE-inhibitör aktivitesi de gösterdiği ortaya koyulmuştur. Aynı hayvan sütü kullanımı ve yakın olgunlaştırma süresi uygulaması ile benzer peptitleri elde etme olasılığının arttığı söylenebilir. Ayrıca gastrointestinal sindirimde pepsin enzimi kullanarak proteinden peptitlerin salınması da aynı dizili peptitleri tespit etmemize sebep olmuştur.

Karish, Feta, Domiati, Ras, Gouda ve Edam olmak üzere altı çeşit peynirde peptidomik analiz yapan araştırmacılar α -s1 kazein proteininden FVAPFPEVFG,

FPEVFGK, RYLG Y dizili peptitlerinin salındığını bildirmişlerdir (Helal ve Tagliazucchi, 2023). FVAPFPEVFG sekanslı ACE-inhibitör aktiviteli peptit Domiati ve Ras peynirinden, FPEVFGK sekanslı ACE-inhibitör aktiviteli peptit Domiati, Ras, Gouda ve Edam peynirlerinden, RYLG Y sekanslı ACE-inhibitör, antioksidan ve opioid aktiviteli peptidin ise Feta ve Edam peynirlerinden salındığı açıklanmıştır. Gouda peynirinde α 2-kazein proteininden salınan FPQY sekanslı ACE-inhibitör ve antioksidan aktiviteli ve VPITPTL sekanslı DPP-IV-inhibitör aktiviteli iki peptit saptanmıştır. ACE-inhibitör, antioksidan, antimikrobiyal özellikli multifonksiyonel aktivite gösteren AVYPYQR sekanslı peptit Ras peynirinin β -kazein proteininden salınmıştır. ACE-inhibitör ve DPP-IV inhibitör aktiviteli VLGP dizili peptit Karish, Domiati, Gouda, Edam peynirlerinin β -kazein proteininden elde edildiği bildirilmiştir. κ -kazein proteininden salınan ACE-inhibitör aktiviteli DERF dizili peptit Domiati ve Edam peynirinde, DPP-IV-inhibitör aktiviteli IPI sekanslı peptit sadece Edam peynirinde bulunmuştur.

24 aylık bir olgunlaşma periyodu takip edilen Parmigiano Reggiano peyniri çalışmasında *in vitro* sindirim sonrası elde edilen AYFYPEL ve DAYPSGAW sekanslı peptitlerin 18. olgunlaşma ayına eriştiğinde miktarlarının arttığı bildirilmiştir (Martini vd., 2020).

α -s2 kazein' den elde edilen peptitlerin aminoasit sayıları 3 ile 11 arasında değişiklik göstermiştir. Aynı aminoasit gövdesine sahip peptitler bulunmuştur (Tablo 4.66). Martini vd. (2020) Parmigiano Reggiano peynirlerin sulu ekstraktlarından antihipertansif aktivite gösteren AMKPWIQPK ve FALPQYLK sekanslı iki peptit α -s2 kazein' den 24. ay olgunlaştırma gününde salındığını açıklamışlardır. Aynı peptitler bu çalışmadaki sekiz peynirden 45. olgunlaştırma gününde salınmıştır.

Tablo 4.66. α -s2 kazein' den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Kütle (Da)	Biyoaktivite
α -s2 kazein	FPQY	554.62	ACE-inhibitör, Antioksidan
	ALNEINQFY	1112.22	ACE-inhibitör
	ALNEINQFYQK	1368.53	ACE-inhibitör
	AMKPW	632.80	ACE-inhibitör
	AMKPWIQPK	1099.38	ACE-inhibitör
	FALPQY	738.86	ACE-inhibitör
	FALPQYLK	980.19	ACE-inhibitör, Antioksidan
	MKP	375.51	ACE-inhibitör
	VPITPTL	740.91	DPP-IV Inhibitör
	YQK	438.50	ACE-inhibitör

Yak ve inek sütünden üretilen sert chhurpi peynirlerinden β -kazein proteininden RDMPIQAF sekanslı, α -s1 kazein proteininden FVAPFPEVFG sekanslı ACE-inhibitör aktiviteli peptit salındığı raporlanmıştır (Abedin vd., 2022). Ayrıca α -s2 kazein'den FALPQYLK sekanslı ACE-inhibitör ve antioksidan özellikli peptit tespiti de yapılmıştır. Aynı sekanslı peptitler bu çalışmada incelenen sekiz çeşit peynirde de tespit edilmiştir (Tablo 4.65 ve 4.66). Peynir üretiminde aynı süt çeşidini kullanmak aynı peptitlerin salınımına olanak sağlamıştır.

β -kazein' den elde edilen peptitler 4 ile 13 adet aminoasit içeren ACE inhibitör aktiviteli peptitlerin salındığı Tablo 4.67' den görülmektedir.

Tablo 4.67. β -kazein' den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Kütle (Da)	Biyoaktivite
β -kazein	AQTQSLVYP	1007.13	ACE-inhibitör
	AVPYP	546.64	ACE-inhibitör
	AVPYPQR	830.96	ACEI, Antioksidan, Antimikrobiyal
	DKIHPF	756.87	ACE-inhibitör, Opioid
	EMPFPK	748.92	ACE-inhibitör
	FAQTQSLVYP	1154.30	ACE-inhibitör
	IHPFAQTQSLVYP	1501.72	ACE-inhibitör
	KIHPFAQTQSLVYP	1629.89	ACE-inhibitör
	KVLILA	656.88	ACE-inhibitör
	RDMPIQAF	978.16	ACE-inhibitör
	SLPQN	558.61	ACE-inhibitör
	VLGP	385.48	ACE-inhibitör

İspanya mavi peynirinde (Valdeon) sindirim enzimleri kullanılarak proteoliz yapılmış ve DKIHPF dizili opioid aktivite gösteren bir peptit saptanmıştır (Sánchez-Rivera vd., 2014). β -kazein proteininden aynı diziye sahip peptit bu çalışmadaki sekiz peynirde de bulunmuştur. Aynı dizili peptitin ACE-inhibitör aktivitesi de gösterdiği ortaya koyulmuştur.

Lactobacillus helveticus ile yapılan Çedar peynirlerinde tanımlanan AVPYPQR sekanslı hegzapeptidin antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Yang vd., 2021). Ayrıca DKIHPF ve EMPFPK sekanslı ACE-inhibitör peptitlerini tespit etmişlerdir. Yang vd. (2021) çedar peynir üretiminde *Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* ve *Lactococcus lactis subsp. lactis* kültürlerini kullanmışlardır. Aynı peptit bu çalışmadaki hem *Lactobacillus helveticus* hem de *Lactobacillus acidophilus* ile yapılan peynirlerden salınmıştır (Tablo 4.67). Yang vd. (2021) peynirleri 9 ay

olgunlaştırmıştır. Olgunlaşma süreleri farklı bile olsa starter kültür kullanımına bağlı benzer peptit salınımının mümkün olduğu görülmüştür.

12, 18 ve 24.ay olgunlaştırma günlerinde Parmigiano Reggiano peynirlerin sulu ekstraktlarından antihipertansif aktivite gösteren DKIHFP, EMPFPK, AVPYQR sekanslı peptitlerin β -kazein'den salındığı bildirilmiştir (Martini vd., 2020). Belirtilen bu üç peptit te bu çalışmadaki peynirlerden salınabilmiştir. Ayrıca, *in vitro* sindirim ile Parmigiano Reggiano peynirlerinden DKIHFP sekanslı peptitin maksimum 18. ay olgunlaşmasında kadar artan seviyelerde salındığı, EMPFPK sekanslı peptidin ise tüm olgunlaşma boyunca artan seviyelerde salındığı açıklanmıştır (Martini vd., 2020).

κ -kazein' den elde edilen peptitler 3 ile 8 adet arasında aminoasit içermektedir. IPI sekanslı peptit DPP-IV inhibitör aktivitesi göstermektedir (Tablo 4.68). Literatürde özellikle IPP, VPP ve LPP gibi tripeptit üretebilen *Lactobacillus helveticus* suşu ve bu suşu içeren fermente süt ürünleriyle ilgili buluş çalışmaları mevcuttur (グリゴロフ vd., 2011). Tablo 4.68' de de bu tripeptitlerdeki aminoasitleri içeren peptit sekansları (IPI, IPIQY ve VLSRYP) belirtilmiştir. IP dizisini içeren farklı peptit sekanslarının β -laktoglobulin ve laktotransferrinden de salındığı görülmektedir (Tablo 4.70 ve Tablo 4.71).

Tablo 4.68. κ -kazein' den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Kütle (Da)	Biyoaktivite
κ - kazein	AIPPKKNQD	1011.16	ACE-inhibitör
	ARHPH	617.68	ACE-inhibitör
	DERF	566.59	ACE-inhibitör
	FSDKIAK	808.95	ACE-inhibitör
	IPI	342.45	DPP-IV Inhibitör, Antioksidan
	IPIQY	633.76	DPP-IV Inhibitör
	LPYPY	652.76	DPP-IV Inhibitör
	MAIPPKK	785.04	ACE-inhibitör
	RYPSYG	742.80	ACE-inhibitör
	VLSRYP	734.87	ACE-inhibitör

Altı farklı peynir çeşidinde peptidomik analiz yapan araştırmacılar Edam peynirinde IPI dizisine sahip peptit DPP-IV inhibitör aktiviteli ve AIPPKKNQD dizisine sahip ACE-inhibitör aktivitesine sahip bir peptit tespit etmişlerdir (Helal ve Tagliazucchi, 2023). AIPPKKNQD dizisinin bildirildiği tek çalışma Helal ve Tagliazucchi (2023)'e aittir (Tablo 4.72).

In vitro sindirim ile Parmigiano Reggiano peynirlerinden salınan peptitleri inceleyen Martini vd. (2020) κ -kazein'den IPIQY ve LPYPY sekanslı peptitlerin salındığını ve ilk 12 ay için LPYPY sekanslı peptidi tespit edemediklerini ifade etmiştir. Aynı sekanslı peptitler bu çalışmadaki peynirlerden 45 günde salınmıştır.

Tibet kefir tanesinden izole edilen proteolitik maya *K. marxianus* Z17 ile fermente edilen kefirde VLSRYP dizili ACE-inhibitörü peptit bildirilmiştir (Li vd., 2015). Aynı peptit bu çalışmadaki sekiz peynirden de κ -kazein proteininden salınmıştır (Tablo 4.68). Kefir ve peynir farklı süt ürünleri olsalar dahi aynı hayvan sütü kullanımına bağlı olarak aynı biyoaktiviteli peptitlerin tespiti mümkün olmuştur.

ACE-inhibitör aktivitesini artırmak amacıyla Prato peynirlerinde *Lactobacillus helveticus* ve Çedar peynirlerinde ise *Lactobacillus acidophilus* suşlarının yardımcı kültürler olarak kullanıldığı çalışmalar derlenmiştir. Benzer şekilde *Lactobacillus casei*'nin de ACE-inhibitör aktivitesini artırdığı çalışmalar da söz konusudur (Baptista ve Gigante, 2021).

% 0, 13 ve 26 soya içeceği içeren 0H, 13H, 26H ve 0A, 13A, 26A kodlu peynirlerde α -laktoalbumin proteininden salınan 7 adet peptit tespit edilmiştir. DPP-IV inhibitör aktiviteli LAHKALCSEKL oligopeptidinden CSEKL fraksiyonunun ayrılmasıyla LAHKAL hegzapeptidine dönüştüğünde antidiyabet özelliğini yitirip antihipertansif özellik kazanabildiği Tablo 4.69' da görülmektedir.

Tablo 4.69. α -laktoalbumin' den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Kütle (Da)	Biyoaktivite
α -laktoalbumin	LAHKAL	652.81	ACE-inhibitör
	LAHKALCSEKL	1213.48	DPP-IV Inhibitör
	VGINYWLAHK	1200.40	ACE-inhibitör
	YGGVSLPEW	1008.11	ACE-inhibitör
	YGLF	499.58	ACE-inhibitör
	WLAHKAL	839.02	ACE-inhibitör
	WLAHKALCSEKLDQ	1642.91	DPP-IV Inhibitör

Farklı olgunlaştırma zamanları Wisconsin çedar peynirlerinde α -laktoalbumin'den LAHKAL sekanslı peptitin salındığı bildirilmiştir. Olgunlaşma zamanı 3.6 gün olan ve 2 yıl olan peynirlerde de LAHKAL sekanslı peptitin görüldüğü raporlanmıştır (Lu vd., 2016). Tablo 4.69' dan da görüleceği üzere aynı sekanslı peptit bulunmuştur. Bu çalışmadaki peynirler 45 gün olgunlaştırılmış olup elde edilen peptit Lu vd. (2016)'nın verdiği olgunlaşma aralığını da desteklemektedir.

β -laktoglobulin' den hidrolize olan 16 adet peptit Tablo 4.70' te verilmiştir. Bu peptitlere *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen % 0 ve 13 soya ieeği içeren peynir eşitlerinde (0H, 13H, 0A, 13A) rastlanmıştır. Feta tip peynirde β -laktoglobulin' den salınan DAQSAPLRVY dizili ACE-inhibitör peptit kalıntısı keşfedildiği çalışmalar mevcuttur (Helal ve Tagliazucchi, 2023). β -laktoglobulin tripsin enzimiyle hidrolize edildiği bir çalışmada VAGTWY ve ALPMHIR dizili peptitlerin ACE-inhibitör aktivitelei sırasıyla 1682 ve 42.6 μ M olarak derlenmiştir (Power vd., 2014). Tablo 4.70' te de bu çalışmadaki soya ieeği katkılı peynirlerde Power vd. (2014)' ün tespit ettiği bu peptitlerin de salındığı görülmektedir. Diğer bir çalışmada ise olgunlaştırmanın 18.ayında Parmigiano Reggiano peynirlerinden *in vitro* sindirim aracılığıyla β -laktoglobulin protein kaynağından DAQSAPLR ve IIAEK sekanslı peptitler salındığı bildirilmiştir (Martini vd., 2020). Bahsedilen alışmalar ve tezle ilgili veriler benzer ve ortak peptit tespitleri yaptığımızı ortaya koymaktadır.

Tablo 4.70. β -laktoglobulin' den elde edilen peptitler ve olası biyoaktivitelei

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Ktle (Da)	Biyoaktivite
β -laktoglobulin	ALPM	431.57	ACE-inhibitör
	ALPMH	568.71	ACE-inhibitör
	ALPMHIR	838.06	ACE-inhibitör
	CMENSA	654.74	ACE-inhibitör
	DAQSAPLRVY	1120.25	ACE-inhibitör
	IIAEK	573.71	ACE-inhibitör
	IPAVF	546.68	DPP-IV Inhibitör
	IPAVFKIDA	974.18	DPP-IV Inhibitör
	IQKVAGTW	903.06	ACE-inhibitör
	LAMA	405.53	ACE-inhibitör
	LDAQSAPLR	971.10	ACE-inhibitör
	LKALPMH	810.05	ACE-inhibitör
	VAGTWY	696.78	ACE-inhibitör
	WYSLA	639.72	ACE-inhibitör
	WYSLAM	770.92	ACE-inhibitör
	WYSLAMA	842.00	ACE-inhibitör

ACE-inhibitör aktivitelei LDAQSAPLR ve DAQSAPLRVY sekanslı peptitler Feta peynirinin β -laktoglobulin proteininden salınmıştır (Helal ve Tagliazucchi, 2023). Helal ve Tagliazucchi (2023)' in incelediği altı peynirden Karish hariç diğerleri inek sütünden üretilmiştir. Bahsedilen peptitler bu çalışmada da tespit edilmiştir. Helal ve Tagliazucchi (2023) ile ortak peptit tespitlerinin sebebi peynir üretimi için kullanılan sütün inek sütü olmasıyla açıklanabilir. Helal ve Tagliazucchi (2023) Gouda ve Edam peynirlerinde DPP-IV-inhibitör aktivitelei peptitler tanılamıştır. Bu peynirler 90 gün

olgunlaştırılmış ve inek sütünden üretilmiş peynirlerdir. Buna rağmen Feta tip peynirde DPP-IV-inhibitör aktiviteli peptit tanılamamışlardır. Bu çalışmadaki peynirler Feta tip peynir gibi üretilmiş fakat süt bileşiminde soya ieeği kullanılmıştır. İnek sütü ve soya ieeği kaynaklı DPP-IV-inhibitör aktiviteli peptitler de saptanmıştır. Peptit tabloları incelendiğinde DPP-IV-inhibitör aktiviteli peptitlerin çoğunun soya proteinlerinden salındığı görülmektedir (Tablo 4.72).

Lactobacillus helveticus ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonuyla üretilen % 0 ve 39 soya ieeği içeren peynir eşitlerinde (0H, 39H, 0A, 39A) laktotransferrin proteininden bazı peptitler hidrolize olmuştur. Laktotransferrin’ den elde edilen 6 adet peptidin kütleleri <1 kDa olarak belirlenmiştir (Tablo 4.71).

Tablo 4.71. Laktotransferrin’ den elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Kütle (Da)	Biyoaktivite
Laktotransferrin	IPM	360.49	DPP-IV İnhibitör
	GILRP	555.69	ACE-inhibitör
	LIWKL	672.88	ACE-inhibitör
	LNNSRAP	771.85	ACE-inhibitör
	LRPVAA	626.77	ACE-inhibitör
	PYKLRP	773.95	ACE-inhibitör

Lactobacillus helveticus ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonuyla üretilen % 26 ve 39 soya ieeği içeren peynir eşitlerinde (26H, 39H, 26A, 39A) aŗađıda belirtilen soya proteinlerinden hidrolizle 28 adet peptit elde edilmiştir. Kütleleri <1 kDa olan bu peptitlerin ACE-inhibitör ve DPP-IV inhibitör aktivitesine sahip olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.72). Soya ieeğinin proteinlerinden ACE-inhibitöründen daha çok DPP-IV inhibitör aktiviteli peptitler salınmıştır.

Tablo 4.72. Soya proteinlerinden elde edilen peptitler ve olası biyoaktiviteleri

Protein kaynağı	Peptit sekansı	Kütle (Da)	Biyoaktivite
glisin g2	NRNAL	587.65	DPP-IV İnhibitör
	DQMPRRF	950.10	ACE-inhibitr
	KTNDRPSIGNL	1215.35	DPP-IV İnhibitr
	QCAGVAL	661.80	DPP-IV İnhibitr
	REGDL	589.62	DPP-IV İnhibitr
	ENQL	503.53	DPP-IV İnhibitr
	AGNQEQEF	922.92	ACE-inhibitr
	GVNMQIVRNL	1144.38	DPP-IV İnhibitr
	SAQYGSL	725.77	DPP-IV İnhibitr
	AVAAKSQSDNF	1138.22	DPP-IV İnhibitr
	PEEVIQHTF	1100.21	ACE-inhibitr
	NANSIIYAL	979.12	ACE-inhibitr

	VPPQESQ	784.84	DPP-IV İnhibitör
	RKNAMF	766.94	ACE-inhibitör
	VPHYTL	729.85	DPP-IV İnhibitör
	QEGGVL	602.66	DPP-IV İnhibitör
	IVPQNF	717.84	DPP-IV İnhibitör
	EYVSF	644.70	ACE-inhibitör
	NGRAL	530.60	DPP-IV İnhibitör
	AGANSL	532.57	DPP-IV İnhibitör
β-konglisinin subunit1	SHNIL	583.66	DPP-IV İnhibitör
	SGRAIL	616.73	ACE-inhibitör
	NSKAIVIL	858.06	DPP-IV İnhibitör
	QSKPNTIL	901.05	DPP-IV İnhibitör
basic 7s globulin	VQKGL	544.67	DPP-IV İnhibitör
	HWANL	640.71	ACE-inhibitör
	QRQF	578.64	DPP-IV İnhibitör
	MQVPVL	686.89	DPP-IV İnhibitör

Peptit profilleriyle ilgili soya ve peynir için yapılan akademik taramalarda Tablo 4.72’ deki peptitlerle ilgili oldukça kısıtlı çalışma mevcuttur. NANSIIYAL, AGNQEQEF, RKNAMF, EYVSF dizilerine sahip glisin g2 proteininden salınan peptitlerle ilgili başka bir çalışmaya henüz literatürde rastlanmamıştır.

Soya küspesinin fonksiyonel özelliklerine enzimatik hidroliz ve ısıtma işlem uygulamalarının etkisini araştıran Voss vd. (2019) çalışmasında DQMPRRF dizili peptidi bildirmiştir. Bu peptidin bildirildiği tek çalışma niteliğini taşımaktadır. Bizim çalışmamızda fermentasyon ve olgunlaşma işlemleriyle bu peptide ulaşılırken (Tablo 4.72), Voss vd. (2019) ise ısıtma işlem uygulamasıyla bu peptide ulaşmıştır. Böylelikle protein kaynağı gıdaya farklı gıda temel işlemi uygulansa da aynı sekanslı peptidin elde edilebileceği görülmüştür.

Soya içeceği, 160 ve 200 °C’ lerde kuru ısı uygulanmış soya fasulyesinin peptit profillerinin ve potansiyel biyoaktiviteli peptitlerinin araştırıldığı bir çalışmada QSKPNTIL dizili peptitin varlığı bildirilmiştir (Zhang vd., 2023). Bu çalışmada da β-konglisinin subunit1’ den aynı peptit salınmıştır (Tablo 4.72). Çalışmada Zhonghuang 13 soya varyetesi kullanılsa da glisin proteini kaynaklı aynı peptitler saptanabilmiştir.

ACE-inhibitör aktivitesini artırmak amacıyla Prato peynirlerinde *Lactobacillus helveticus* ve Çedar peynirlerinde ise *Lactobacillus acidophilus* suşlarının yardımcı kültürler olarak kullanıldığı çalışmalar derlenmiştir. Benzer şekilde *Lactobacillus casei*’ nin de ACE-inhibitör aktivitesini artırdığı çalışmalar da söz konusudur (Baptista ve Gigante, 2021). Dolayısıyla peynirlerimizde kullanılan LAB kültür çeşitlerinin

ACE-inhibitör aktivite özellikli peptitlerin salınımını teşvik ettiği anlaşılmaktadır (Tablo 4.65-4.72).

In silico analizler sonucunda tez çalışmasında geliştirilen peynir çeşitlerinin özellikle ACE-inhibitör aktivite açısından umut vaadeden gıda ürünleri olduğu anlaşılmaktadır. Farklı biyoaktiviteler için de yenilikçi ürünler oldukları ve oldukça zengin peptit içerdikleri ortaya koyulmuştur. % 25' ten daha yüksek soya içeceği ihtiva eden peynirlerde soya proteini kaynaklı peptitlerin konsantrasyona bağlı olarak daha iyi salındığı sonucuna varılmıştır. Starter kültür seçimi ve kombinasyonları da proteinlerden salınabilecek peptit dizilerini etkilemiştir. *Lactobacillus helveticus* starter kültürü proteolitik özelliği yüksek olduğundan daha çok peptit oluşmasına neden olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması birkaç aşamada planlanmış ve işlemler aşağıdaki dört basamakta gerçekleştirilmiştir. Bu işlem basamaklarında;

1. Farklı oranlarda hazırlanan inek sütü ve soya ieeği karışımından *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonlarıyla sekiz çeşit peynir üretilmiştir.
2. Üretilen peynirlerin fizikokimyasal, duyuusal, mikrobiyolojik, tekstür, uçucu bileşen ve peptit profil özellikleri araştırılarak ürünlerin kalite karakteristikleri ortaya koyulmuştur.
3. Üretilen sekiz peynirden ultrafiltrasyon ve gastrointestinal sindirim fraksiyonları elde edilmiş ve antioksidan, antihipertansif ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır.
4. Üretilen sekiz peynirde bulunan özellikle antihipertansif özellikli peptitlerin tanılanması ve doğrulanması işlemleri yapılmıştır.

Çalışmada yürütölen işlem basamaklarına göre elde edilen sonuçlar bu bölümde derlenmiştir.

Olgunlaşma günleri dikkate alındığında % 0 soya ieeği bulunduran peynirler en yüksek (% 38-47) toplam kuru madde değeriğine sahipken soya ieeği eklendikçe toplam kuru madde değeriğinin azalarak (% 20-25) aralığına gerilediği gözlenlenmiştir. *Lactobacillus acidophilus* içeren kültürle üretilen peynirlerin kuru maddeleri yaklaşık % 3-7 daha yüksek tespit edilmiştir. Kuru madde azalmasına bağlı olarak % 26 soya ieeği içeren peynir çeşitlerinin krem ya da sürölebilir peynir, % 39 soya ieeği içeren peynir çeşitlerinin içilebilir peynir niteliği taşıdığı söylenebilir.

% 0 inek sütünden üretilen peynirlerde en yüksek protein içerikleri (% 16-21) tespit edilmiştir. % 26 soya ieeği içeren peynirlerin (26H ve 26A) protein değeriğeri oldukça yakın saptanmıştır. Olgunlaşma süresince en yüksek protein/kuru madde peynir değeriğeri 26H kodlu peynir sergilemiştir.

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin % yağ oranları 6.30 ± 0.10 ile 19.83 ± 0.28 arasında değişirken *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin % yağ oranları 7.2 ± 0.05 ile 23.00 ± 0.00 arasında değişmiştir.

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde pH değerleri 4.92-5.90 arasında belirlenirken, *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde pH değerleri 4.85-5.53 arasında belirlenmiştir. 1. ve 45. günler incelendiğinde pH değerlerinde 0.5-0.71 birimlik pH düşüşleri gözlenmiştir.

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin asitlik değerleri *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlere göre daha yüksek ölçülmüştür.

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde %kül değerleri en yüksek (3.20 ± 0.14) % 0 soya ieeği ihtiva eden peynirde tespit edilirken, *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde %kül değerleri en yüksek (3.00 ± 0.10) % 26 soya ieeği ihtiva eden peynirde tespit edildi. Soya ieeği ihtivası arttıkça üründe % kül miktarının arttığı söylenebilir.

Her 12 L süt için 250 g tuz konulsa bile baskılama sonrası peynirlerde eğit tuz miktarları saptanamamıştır. Peynirin yapıldığı süt bileğiminde inek sütü azaldıkça peynir yapısından su çıkışının (sineresis) azaldığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla su içeriği daha fazla olan peynir eğidinde daha fazla tuz tespit edilmiştir. Peynirlerin % tuz değerleri 1.06 ± 0.06 ile 3.01 ± 0.13 arasında değiğmiştir.

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin duysal açıdan tüm izlenim puanlarına bakıldığında tüm peynirlerin 6 ve üzeri puan aldığı gözlenmiştir. Soya ieeği içeren (% 13, 26 ve 39) peynir eğitlerinde depolamanın 15. gününden sonra duysal özellikler açısından verilen puanların yükseldiği görülmüştür.

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde tüm izlenim puanları açısından % 0 ve % 13 soya ieeği içeren peynirlerin birbirlerine yakın bulunmuştur. Panelistler tüm duysal özellikler açısından en düşük puanları % 39 soya ieeği bulunduran peynire vermiştir.

Peynir sütündeki soya ieeği miktarının artışı laktobasil ve laktokok sayılarının artmasına sebep olduğu görülmüştür. Toplam mezofil aerobik bakteri gelişimi en çok % 13 soya ieeği bulunduran peynir eğidinde tespit edilmiştir. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen soya ihtivası olan peynirlerde toplam

maya-küf sayısı depolamanın ilk günlerinde daha düşük olmasına rağmen olgunlaşmanın sonuna doğru 5 log kob/g değerlerine erişmiştir.

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin laktobasil, laktokok ve toplam mezofil aerobik bakteri sayıları 9 log kob/g' in üzerinde saptanmıştır. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen tüm çeşitlerde toplam maya-küf sayısı depolama sonuna yaklaşık 3.4-4 log kob/g artmıştır.

Olgunlaşmanın sonunda en yüksek sertlik değerleri % 0 soya içeceği içeren iki çeşitte (0H ve 0A) ölçülmüştür. Soya içeceği ilavesi arttıkça çiğnenebilirlik değerinin azaldığı belirlenmiştir. Her iki çeşit kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin esneklik değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma günü baz alındığında toplamda 207 farklı uçucu aroma bileşeni saptanmıştır. 51 aroma bileşeninin tüm peynirlerde ortak olarak teşhis edilmiştir. 13H15, 0A45, 26A15, 26A45, 39H30 peynirlerinin birbirine uçucu aroma bileşen açısından farklı olduğu ortaya konulmuştur.

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerden olgunlaşma süresine bağlı olarak *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlere göre daha farklı ve fazla peptit salımı gerçekleşmiştir.

13H, 26H, 39A kodlu peynirlerin olgunlaşmaya bağlı olarak biyoyararlılık indeksleri yükselirken, 0A,0H, 39H kodlu peynirlerinki ise azalmıştır. 0H ve 0A kodlu peynirlerin olgunlaşmanın sonundaki biyoyararlılık indekslerinin ilk güne göre sırasıyla % 22.47 ve % 26.80 oranla azaldığı hesaplanmıştır.

Lactobacillus acidophilus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin sulu ekstraktlarının ve ultrafiltrasyon fraksiyonlarının *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerin sulu ekstraktlarının ve ultrafiltrasyon fraksiyonlarına göre daha düşük suda çözünür protein içerdiği görülmüştür. Peynirde soya içeceği oranı arttıkça da suda çözünür protein ve proteoliz miktarlarının arttığı saptanmıştır.

Olgunlaşma günleri ilerledikçe peynirlerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinde dalgalanmalar olmuştur. *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde soya içeceği oranı artışına bağlı olarak ultrafiltrasyon öncesi fraksiyonun DPPH antioksidan aktivitelerinde önemli artışlar kaydedilmiştir.

26A ve 39A kodlu peynirlerde tüm ultrafiltrasyon fraksiyonlarında ACE-inhibitör aktivitesi % 28-72 arasında değişim göstermiştir. 0A ve 13A kodlu peynirlerin ultrafiltrasyon sonrası aktiviteleri oldukça düşük hesaplanmıştır.

Tüm gastrointestinal sindirim fraksiyonlarının ACE-inhibitör aktiviteleri incelendiğinde % 26 ve % 39 soya içeceği içeren peynir çeşitlerinin en iyi antihipertansif aktiviteyi sergiledikleri görülmüştür. Özellikle *Lactobacillus helveticus* ile üretilen peynirlerin aktiviteleri *Lactobacillus acidophilus* ile üretilen peynirlerin aktivitelerine göre daha iyidir. Soya içeceği ilavesi ve olgunlaşma günü arttıkça genel itibarıyla aktivitenin arttığı söylenebilir.

İnce bağırsak fazlarında *S.epidermidis*' e karşı sadece 39H peynir numunesi olgunlaşmanın 15. gününde 12.12 mm çaplı inhibisyon zonu oluşturmuştur. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerden en çok *Bacillus cereus* bakterisine karşı inhibisyon zonu ölçümü alınmıştır. İnce bağırsak fazlarında *S.aureus*' a karşı sadece 0H antimikrobiyal aktivite göstermiştir. *Candida albicans* mayasına karşı peynirlerin kalın bağırsak fazlarından ölçümler alınabilmektedir. *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde *Candida albicans* mayasına karşı 26H ve 39H kodlu peynirlerden zon ölçümü alınamamıştır.

In silico çalışmalarda toplamda ACE-inhibitör ve DPP-IV-inhibitör biyoaktivitesi sergileyebilen 102 adet peptitin doğrulaması yapılmıştır. Analiz edilen peynirlerin peptitler açısından oldukça zengin olduğu LC-MS/MS ve RP-HPLC ile ortaya peynirlerin özellikle ACE-inhibitör ve DPP-IV inhibitör aktivitesi potansiyeli yüksek ürünler oldukları ortaya koyulmuştur.

Tespit edilen bazı peptitlerin özellikle multifonksiyonel özellikler sergileyebilen bileşenlere sahip olduğu açıklanmıştır.

Lactobacillus helveticus kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerde proteinlerden daha fazla biyoaktif peptitin salındığı görülmüştür.

Lactobacillus helveticus starter kültürü proteolitik özelliği yüksek olduğundan *Lactobacillus helveticus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlerden olgunlaşma süresine bağlı olarak *Lactobacillus acidophilus* kültür kombinasyonu ile üretilen peynirlere göre daha farklı ve fazla peptit salımı gerçekleşmiştir.

Hayvansal süt üretiminde artan maliyetler ve yüksek süt alış ücretleri sebebiyle hayvansal süt ürünleri tüketiminin giderek azalacağı düşünülmektedir. Bu çalışma

daha ucuz olan bitkisel besinlerin kullanılmasıyla tasarlanacak farklı gıda ürünleri için hem sektör çalışanları hem de araştırmacılar adına önem arz etmektedir. Ayrıca, biyoaktivitesi ve fonksiyonelliği yüksek farklı gıda ve süt ürünlerinin tasarlanabilmesine ve gıda sektöründeki çeşitliliklerinin artmasına olanak sağlayacaktır. Diğer yandan, günümüzde yaygınlaşan yaşlanma, hipertansiyon ve enfeksiyon sorunlarını çözen ilaçların kullanımını azaltacak peptitlere ulaşabilme potansiyeli artırarak bu anlamda farklı gıda protein çalışmaları için araştırmacılara emsal teşkil edecektir.

Tez çalışması bitkisel ve hayvansal proteinlerin model bir gıda da bir araya getirilmesi çalışmalarına katkı sağlayacak örnek bir çalışma niteliği taşımaktadır. İlave olarak, dünya çapında beslenme yoluyla sağlığı optimize etmek adına gıda formülasyonları geliştirilmesine böyle çalışmalarla katkı sağlanabilir.

Soya, gluten ve laktoz içermediğinden, intoleransı olan tüketici grupları için alternatif bitkisel protein bazlı süt ürünleri için tercih edilebilir bir baklagildir. Literatürde soya çok çalışılan bir gıda olmasına rağmen peynir bazında yapılan taramalarda bu çalışmada tespit edilen peptitlerin birçoğunun rapor edilmediği görülmüştür. Soyanın süt ürünlerinde kullanımına bağlı bildirilen peptit çalışmalarına odaklanmanın gerekliliği önem arz etmektedir. Özel tüketici grupları için hayati öneme sahip, daha farklı besin kaynakları için de biyoaktivite, biyoerişilebilirlik ve peptit tanılama çalışmaları yapılabilir. Farklı besin ögesi kombinasyonları, hidroliz metotlarıyla olası biyoaktivite özellikleri artırılabilir.

Fermentasyonda kullanılacak starter kültürlerin kombinasyonları daha önce denenmemiş türlerden olursa yüksek biyoaktivite ve bildirilmemiş yeni peptit oluşumları gözlenebilir. Tespit edilen peptidin etkisine göre saflaştırılıp takviye edici ürün gibi kullanım olanakları araştırılabilir. İngrediyenler ve prosesler dikkate alındığında birkaç biyoaktif özelliği aynı anda gösterebilen multifonksiyonel peptitleri içerebilen ürünleri üretme prosesleri geliştirilebilir.

Bu çalışmada incelenen peynirler ticari kültürlerle yapılmamıştır. Tasarlanan kombinasyonların olası biyoaktiviteli peptitler için oldukça isabetli olduğu söylenebilir. Daha önce hiç keşfedilmemiş peptitler için de LC-QTOF-MS gibi daha hassas iyonlaştırma yapan cihazlarla çalışmalar düzenlemek oldukça önemlidir. Tespit edilen peptidin etkisine göre saflaştırılıp takviye edici ürün gibi kullanım olanakları araştırılabilir. İngrediyenler ve prosesler dikkate alındığında birkaç biyoaktif özelliği

aynı anda gösterebilen multifonksiyonel peptitleri içerebilen ürünleri üretme prosesleri geliştirilebilir.

İhtivasında bitkisel süt bulunan içilebilir bir peynir tasarısı ve ticarileşmesi hem bilimsel, hem de ülke ve dünya gıda sektörü açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışma peynirin farklı bir yüz ve şekille tüketici karşısına çıkması açısından örnek olma niteliği taşımaktadır. Ülkemizde süt sektöründe içilebilir formda bir peynir ve böyle süt bileşimlerine sahip sürülebilir peynir henüz üretilmemiştir. Dolayısıyla ivedilikle bu tarz karışımli sütlerden üretilebilecek fonksiyonel peynirler geliştirmeye odaklanmak son yıllardaki tüketim alışkanlıkları açısından elzemdir.

Literatürde daha önce rapor edilmeyen yeni biyoaktivitelere sahip peptitler sunacak bitkisel süt çeşitleri çalışılabilir. Böylelikle peptit tanımlama ve sekans çalışmalarına katkı sağlanmış olacaktır. Proteince zengin gıdalar ya da kombine gıdalarla üretilebilecek ve elde edilebilecek peptit kaynakları çeşitlendirilebilir.

Bu çalışma daha ucuz olan bitkisel besinlerin kullanılmasıyla tasarlanacak farklı gıda ürünleri için hem sektör çalışanları hem de araştırmacılar adına önem arz etmektedir. Ayrıca, biyoaktivitesi ve fonksiyonelliği yüksek farklı gıda ve süt ürünlerinin tasarlanabilmesine ve gıda sektöründeki çeşitliliklerinin artmasına olanak sağlayacaktır. Diğer yandan, günümüzde yaygınlaşan yaşlanma, hipertansiyon ve enfeksiyon sorunlarını çözen ilaçların kullanımını azaltacak peptitlere ulaşabilme potansiyeli artırarak bu anlamda farklı gıda protein çalışmaları için araştırmacılara emsal teşkil edecektir.

KAYNAKLAR

- Abedin, M. M., Chourasia, R., Chiring Phukon, L., Singh, S. P., & Kumar Rai, A. (2022). Characterization of ACE inhibitory and antioxidant peptides in yak and cow milk hard chhurpi cheese of the Sikkim Himalayan region. *Food Chemistry: X*, 13, 100231. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100231>
- Adeyeye, E., Kapil, V., & Lobo, M. D. (2022). Hypertension. *Medicine*, 50(7), 399-407. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2022.04.002>
- Afzaal, M., Saeed, F., Ateeq, H., Ahmed, A., Ahmad, A., Tufail, T., Ismail, Z., & Anjum, F. M. (2020). Encapsulation of Bifidobacterium bifidum by internal gelation method to access the viability in cheddar cheese and under simulated gastrointestinal conditions. *Food Science & Nutrition*, 8(6), 2739-2747. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1562>
- Agyei, D., & Danquah, M. K. (2011). Industrial-scale manufacturing of pharmaceutical-grade bioactive peptides. *Biotechnology Advances*, 29(3), 272-277. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.01.001>
- Agyei, D., Tsopmo, A., & Udenigwe, C. C. (2018). Bioinformatics and peptidomics approaches to the discovery and analysis of food-derived bioactive peptides. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 410(15), 3463-3472. <https://doi.org/10.1007/s00216-018-0974-1>
- Ahmad, Li Li, Xiao-Quan Yang, Zheng-Xiang Ning, & Muhammad Atif Randhawa. (2008). *Improvements in the Flavour of Soy Cheese*. 46(3), 252-261.
- Ahtesh, F. B., Stojanovska, L., & Apostolopoulos, V. (2018). Processing and sensory characteristics of a fermented low-fat skim milk drink containing bioactive antihypertensive peptides, a functional milk product. *International Journal of Dairy Technology*, 71(S1), 230-239. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12479>
- Akoh, C. C. (Ed.). (2017). *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Fourth Edition* (4. bs). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315151854>
- Akpınar, A., & Uysal, H. R. (2013). Gıda Kaynaklı Antihipertensif Peptitlerin Biyoyararlılığı, Üretimi Ve İlaç Olarak Kullanım Olanakları, *GIDA*, 38 (3):167-174
- Albuquerque, M. A. C., Bedani, R., LeBlanc, J. G., & Saad, S. M. I. (2017). Passion fruit by-product and fructooligosaccharides stimulate the growth and folate production by starter and probiotic cultures in fermented soymilk. *International Journal of Food Microbiology*, 261, 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.09.001>
- Alhaj, O. A., Metwalli, A. A., Ismail, E. A., Ali, H. S., Al-Khalifa, A. S., & Kanekanian, A. D. (2018). Angiotensin converting enzyme-inhibitory activity and antimicrobial effect of fermented camel milk (*Camelus dromedarius*). *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 27-35. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12383>
- Al-Makki, A., DiPette, D., Whelton, P. K., Murad, M. H., Mustafa, R. A., Acharya, S., Beheiry, H. M., Champagne, B., Connell, K., Cooney, M. T., Ezeigwe, N., Gaziano, T. A., Gidjo, A., Lopez-Jaramillo, P., Khan, U. I., Kumarapeli, V., Moran, A. E., Silwimba, M. M., Rayner, B., ... Khan, T. (2022). Hypertension Pharmacological Treatment in Adults: A World Health Organization Guideline Executive Summary. *Hypertension*, 79(1), 293-301. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.121.18192>
- Alonso, R., Picon, A., Gaya, P., & Nuñez, M. (2013). Proteolysis, lipolysis, volatile compounds and sensory characteristics of Hispánico cheeses made using

- frozen curd from raw and pasteurized ewe milk. *The Journal of Dairy Research*, 80(1), 51-57. <https://doi.org/10.1017/S0022029912000738>
- Amiri, S., Rezaei Mokarram, R., Sowti Khiabani, M., Rezazadeh Bari, M., & Alizadeh Khaledabad, M. (2022). Characterization of antimicrobial peptides produced by *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium lactis* BB-12 and their inhibitory effect against foodborne pathogens. *LWT*, 153, 112449. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112449>
- Anonim. (2015). *Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği*.
- AOAC. (2005). *Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24*.
- Ardö, Y., & Polychroniadou, A. (1999). *Laboratory manual for chemical analysis of cheese*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Arise, A. K., Opaleke, D. O., Salami, K. O., Awolola, G. V., & Akinboro, D. F. (2020). Physico-chemical and sensory properties of a cheese-like product from the blend of soymilk and almond milk. *Agrosearch*, 19(2), Article 2. <https://doi.org/10.4314/agrosh.v19i2.5>
- Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>
- Bachmann, H.-P. (2001). Cheese analogues: A review. *International Dairy Journal*, 11(4), 505-515. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00073-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00073-5)
- Balkır, P., & Metin, M. (2011). Physicochemical And Textural Properties Of Imitation Fresh Kashar Cheeses Prepared From Casein, Caseinates And Soy Protein, *GIDA*, 36 (1): 17-24
- Balogun, M. A., Oyeyinka, S. A., Kolawole, F. L., Joseph, J. K., & Olajobi, G. E. (2019). Chemical composition and sensory properties of soy-tiger nut cheese. *Ceylon Journal of Science*, 48(4), Article 4. <https://doi.org/10.4038/cjs.v48i4.7676>
- Banihashemi, S. A., Nikoo, M., Ghasempour, Z., & Ehsani, A. (2020). Bioactive peptides fractions from traditional Iranian Koopeh cheese; lactic fermentation products. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 29, 101798. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101798>
- Baptista, D. P., & Gigante, M. L. (2021). Bioactive peptides in ripened cheeses: Release during technological processes and resistance to the gastrointestinal tract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(10), 4010-4017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11143>
- Baptista, D. P., Salgaço, M. K., Sivieri, K., & Gigante, M. L. (2020). Use of static and dynamic in vitro models to simulate Prato cheese gastrointestinal digestion: Effect of *Lactobacillus helveticus* LH-B02 addition on peptides bioaccessibility. *LWT*, 134, 110229. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110229>
- Barbu, I. M., Lamers, R.-J. A. N., Gerritsen, H. W., Blokland, M. H., Bremer, M. G. E. G., & Alewijn, M. (2021). Endogenous protein and peptide analysis with LC-MS/(MS): A feasibility study for authentication of raw-milk farmer's cheese. *International Dairy Journal*, 117, 104990. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.104990>
- Battistini, C., Gullón, B., Ichimura, E. S., Gomes, A. M. P., Ribeiro, E. P., Kunigk, L., Moreira, J. U. V., & Jurkiewicz, C. (2018). Development and characterization of an innovative synbiotic fermented beverage based on vegetable soybean.

- Brazilian Journal of Microbiology: [Publication of the Brazilian Society for Microbiology]*, 49(2), 303-309. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.08.006>
- Bechaux, J., Gatellier, P., Page, J.-F. L., Drillet, Y., & Sante-Lhoutellier, V. (2019). A comprehensive review of bioactive peptides obtained from animal byproducts and their applications. *Food & Function*, 10(10), 6244-6266. <https://doi.org/10.1039/C9FO01546A>
- Bedani, R., Rossi, E. A., & Isay Saad, S. M. (2013). Impact of inulin and okara on *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12 viability in a fermented soy product and probiotic survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *Food Microbiology*, 34(2), 382-389. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.01.012>
- Ben said, L., Fliss, I., Offret, C., & Beaulieu, L. (2019). Antimicrobial Peptides: The New Generation of Food Additives. İçinde L. Melton, F. Shahidi, & P. Varelis (Ed.), *Encyclopedia of Food Chemistry* (ss. 576-582). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21718-6>
- Benzie, I. F. F., & Szeto, Y. T. (1999). Total Antioxidant Capacity of Teas by the Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(2), 633-636. <https://doi.org/10.1021/jf9807768>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.02.009>
- Blaya, J., Barzideh, Z., & LaPointe, G. (2018). Symposium review: Interaction of starter cultures and nonstarter lactic acid bacteria in the cheese environment1. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3611-3629. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13345>
- Boulebd, H. (2020). Comparative study of the radical scavenging behavior of ascorbic acid, BHT, BHA and Trolox: Experimental and theoretical study. *Journal of Molecular Structure*, 1201, 127210. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.127210>
- 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(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Camardo Leggieri, M., Pietri, A., & Battilani, P. (2020). Modelling Fungal Growth, Mycotoxin Production and Release in Grana Cheese. *Microorganisms*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010069>
- Caponio, G. R., Wang, D. Q.-H., Di Ciaula, A., De Angelis, M., & Portincasa, P. (2020). Regulation of Cholesterol Metabolism by Bioactive Components of Soy Proteins: Novel Translational Evidence. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 227. <https://doi.org/10.3390/ijms22010227>
- Caro, I., Quinto, E. J., Fuentes, L., Alessandria, V., Cocolin, L. S., Redondo-del-Río, M. P., Mayo, B., Flórez, A. B., Mateo, J., Caro, I., Quinto, E. J., Fuentes, L., Alessandria, V., Cocolin, L. S., Redondo-del-Río, M. P., Mayo, B., Flórez, A. B., & Mateo, J. (2020). Characterization of *Lactococcus* strains isolated from artisanal Oaxaca cheese. *LWT*, 122. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109041>
- Chakrabarti, S., Jahandideh, F., & Wu, J. (2014). Food-Derived Bioactive Peptides on Inflammation and Oxidative Stress. *BioMed Research International*, 2014, e608979. <https://doi.org/10.1155/2014/608979>

- Chaves-López, C., Tofalo, R., Serio, A., Paparella, A., Sacchetti, G., & Suzzi, G. (2012). Yeasts from Colombian Kumis as source of peptides with Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity in milk. *International Journal of Food Microbiology*, 159(1), 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.07.028>
- Chen, H.-M., Muramoto, K., Yamauchi, F., & Nokihara, K. (1996). Antioxidant Activity of Designed Peptides Based on the Antioxidative Peptide Isolated from Digests of a Soybean Protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(9), 2619-2623. <https://doi.org/10.1021/jf950833m>
- Cho, M. J., Unklesbay, N., Hsieh, F., & Clarke, A. D. (2004). Hydrophobicity of Bitter Peptides from Soy Protein Hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(19), 5895-5901. <https://doi.org/10.1021/jf0495035>
- Chourasia, R., Chiring Phukon, L., Minhajul Abedin, M., Sahoo, D., & Kumar Rai, A. (2022). Production and characterization of bioactive peptides in novel functional soybean chhurpi produced using *Lactobacillus delbrueckii* WS4. *Food Chemistry*, 387, 132889. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132889>
- Corrêa, J. A. F., de Melo Nazareth, T., Rocha, G. F. da, & Luciano, F. B. (2023). Bioactive Antimicrobial Peptides from Food Proteins: Perspectives and Challenges for Controlling Foodborne Pathogens. *Pathogens*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/pathogens12030477>
- Cushman, D. W., & Cheung, H. S. (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochemical Pharmacology*, 20(7), 1637-1648. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(71\)90292-9](https://doi.org/10.1016/0006-2952(71)90292-9)
- Day, L. (2013). Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32(1), 25-42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>
- de Castro, R. J. S., & Sato, H. H. (2015). Biologically active peptides: Processes for their generation, purification and identification and applications as natural additives in the food and pharmaceutical industries. *Food Research International*, 74, 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.013>
- Di Bernardini, R., Harnedy, P., Bolton, D., Kerry, J., O'Neill, E., Mullen, A. M., & Hayes, M. (2011). Antioxidant and antimicrobial peptidic hydrolysates from muscle protein sources and by-products. *Food Chemistry*, 124(4), 1296-1307. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.004>
- Domínguez-González, K. N., Cruz-Guerrero, A., González-Márquez, H., Gómez-Ruiz, L., García-Garibay, M., Jiménez-Guzmán, J., & Rodríguez-Serrano, G. (2014). Antihypertensive and antithrombotic activities of a commercial fermented milk product made with *Lactobacillus casei* Shirota and *Streptococcus thermophilus*. *International Journal of Dairy Technology*, 67(3), 358-364. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12133>
- Elsamani, M. O., Habbani, S. S., Babiker, E. E., & Mohamed Ahmed, I. A. (2014). Biochemical, microbial and sensory evaluation of white soft cheese made from cow and lupin milk. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 553-559. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.027>
- Erbaş, M. (2006). Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs 2006, Bolu
- Erdmann, K., Cheung, B. W. Y., & Schröder, H. (2008). The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *The*

- Journal of Nutritional Biochemistry*, 19(10), 643-654. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2007.11.010>
- Erk. (2021). Farklı Bitkisel İçecekler İle Vegan Peynir Benzeri Ürün Üretimi Ve Ürünlerin İn Vitro Sindirim Sonrası Antioksidan Aktivite Ve Probiyotik Bakteri Biyoerişebilirliğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi.
- Erkaya, T., & 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(1), 47-55. <https://doi.org/10.1017/S0022029914000703>
- Erkaya-Kotan, T., Gürbüz, Z., Dağdemir, E., & Şengül, M. (2023). Utilization of edible coating based on quince seed mucilage loaded with thyme essential oil: Shelf life, quality, and ACE-inhibitory activity efficiency in Kaşar cheese. *Food Bioscience*, 54, 102895. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102895>
- Farahmandfar, R., Tehrani, M. M., Razavi, S. M. A., & Najafi, M. B. H. (2010). Effect of Soy Cheese and Trisodium Citrate on Pizza Cheese. *International Journal of Food Engineering*, 6(5). <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1777>
- Feeney, E. L., Lamichhane, P., & Sheehan, J. J. (2021). The cheese matrix: Understanding the impact of cheese structure on aspects of cardiovascular health – A food science and a human nutrition perspective. *International Journal of Dairy Technology*, 74(4), 656-670. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12755>
- Fiaschi, T., & Chiarugi, P. (2012). Oxidative stress, tumor microenvironment, and metabolic reprogramming: A diabolic liaison. *International Journal of Cell Biology*, 2012, 762825. <https://doi.org/10.1155/2012/762825>
- Fontenele, M. A., Bastos, M. do S. R., dos Santos, K. M. O., Bemquerer, M. P., & do Egito, A. S. (2017). Peptide profile of Coalho cheese: A contribution for Protected Designation of Origin (PDO). *Food Chemistry*, 219, 382-390. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.171>
- Fox, Guinee, Cogan, & McSweeney. (2017). *Fundamentals of Cheese Science*. New York, USA, Springer Science & Business Media,.
- Freitas, C. S., Vericimo, M. A., da Silva, M. L., da Costa, G. C. V., Pereira, P. R., Paschoalin, V. M. F., & Del Aguila, E. M. (2019). Encrypted antimicrobial and antitumoral peptides recovered from a protein-rich soybean (Glycine max) by-product. *Journal of Functional Foods*, 54, 187-198. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.01.024>
- Fung, W.-Y., & Liong, M.-T. (2010). Evaluation of proteolytic and ACE-inhibitory activity of Lactobacillus acidophilus in soy whey growth medium via response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 43(3), 563-567. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.10.004>
- GFI. (2020). *Retail sales data: Plant-based meat, eggs, dairy | GFI. The Good Food*.
- Gibbs, B. F., Zougman, A., Masse, R., & Mulligan, C. (2004). Production and characterization of bioactive peptides from soy hydrolysate and soy-fermented food. *Food Research International*, 37(2), 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.09.010>
- Grossmann, L., & McClements, D. J. (2021). The science of plant-based foods: Approaches to create nutritious and sustainable plant-based cheese analogs. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 207-229. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.004>

- Grygorczyk, A., Alexander, M., & Corredig, M. (2013). Combined acid- and rennet-induced gelation of a mixed soya milk–cow’s milk system. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(11), 2306-2314. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12218>
- Grygorczyk, A., Duizer, L., Lesschaeve, I., & Corredig, M. (2014). Gelation of recombined soymilk and cow’s milk gels: Effect of homogenization order and mode of gelation on microstructure and texture of the final matrix. *Food Hydrocolloids*, 35, 69-77. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.04.011>
- Gummalla, S., & Broadbent, J. R. (1999). Tryptophan Catabolism by *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus helveticus* Cheese Flavor Adjuncts1. *Journal of Dairy Science*, 82(10), 2070-2077. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75448-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75448-2)
- Guo, Q., Chen, P., & Chen, X. (2023). Bioactive peptides derived from fermented foods: Preparation and biological activities. *Journal of Functional Foods*, 101, 105422. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105422>
- Guo, S.-T., & Ono, T. (2005). The Role of Composition and Content of Protein Particles in Soymilk on Tofu Curding by Glucono- δ -lactone or Calcium Sulfate. *Journal of Food Science*, 70(4), C258-C262. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07170.x>
- Gürsoy, O., Gökçe, R., & Kinik, Ö. (1999). BESLENMEDE YENİ YAKLAŞIMLAR: SOYA SÜTÜ VE ÜRÜNLERİ. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(3), Article 3.
- Hao, X., Xia, Y., Wang, Y., Zhang, X., & Liu, L. (2023). The addition of probiotic promotes the release of ACE-I peptide of Cheddar cheese: Peptide profile and molecular docking. *International Dairy Journal*, 137, 105507. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105507>
- Hartmann, R., & Meisel, H. (2007). Food-derived peptides with biological activity: From research to food applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 18(2), 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2007.01.013>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00055-9)
- Hayaloğlu. (2003). *Starter Olarak Kullanılan Bazı Lactococcus Suşlarının Beyaz peynirlerin Özellikleri Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Adana. 170 s.*
- Hayes, M., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Stanton, C. (2007). Putting microbes to work: Dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part I: Overview. *Biotechnology Journal*, 2(4), 426-434. <https://doi.org/10.1002/biot.200600246>
- Helal, A., & Tagliazucchi, D. (2023). Peptidomics Profile, Bioactive Peptides Identification and Biological Activities of Six Different Cheese Varieties. *Biology*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/biology12010078>
- Hui, Y. H., Chandan, R. C., Clark, S., Cross, N. A., Dobbs, J. C., Hurst, W. J., Nollet, L. M. L., Shimoni, E., Sinha, N. K., Smith, E. B., Surapat, S., Titchenal, A., & Toldrá, F. (2007). *Handbook of Food Products Manufacturing, Volume 2: Health, Meat, Milk, Poultry, Seafood, and Vegetables*. John Wiley & Sons.
- Hussein vd. (2016). Chemical Composition And Sensory Qualities Of West African Soft Cheese (Warankashi) Produced From Blends Of Cow Milk And Soy Milk. *Nigerian Journal of Tropical Agriculture*, 16, 79-89.

- IDF. (1982). *Determination of the Total Solids Content of Cheese and Processed Cheese*. International Dairy Federation, Bruxelles.
- IDF. (1993). *Milk. Determination of the nitrogen (Kjeldahl method) and calculation of the crude protein content*. IDF Standard 20B. International Dairy Federation.Brussels. Belgium.
- Iwaniak, A., & Dziuba, J. (2011). BIOPEP-PBIL Tool for the Analysis of the Structure of Biologically Active Motifs Derived from Food Proteins. *Food Technology and Biotechnology*, 49(1), 118-127.
- I.雷西奥桑彻茨, A.奎罗斯德尔博斯奎, B.赫南德茨勒德斯马, J.A.戈梅茨鲁茨, M.米古尔卡斯特罗, M.L.阿米戈加里多, I.洛佩茨埃克斯波西托, M.M.拉莫斯冈扎勒茨, A.阿莱克桑德里德阿蒂纳诺, & M.康特雷拉斯戈梅茨. (2015). *奶酪蛋白的酶水解产物中鉴定的生物活性肽及其生产方法* (China Patent CN103254278B).
[https://patents.google.com/patent/CN103254278B/en?q=\(anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus\)&oq=anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus](https://patents.google.com/patent/CN103254278B/en?q=(anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus)&oq=anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus)
- Jabbari, S., Hasani, R., Kafilzadeh, F., & Janfeshan, S. (2012). Antimicrobial Peptides from Milk Proteins: A Prospectus. *Annals of Biological Research*, 3, 5313-5318.
- Johansen, J. S., Harris, A. K., Rychly, D. J., & Ergul, A. (2005). Oxidative stress and the use of antioxidants in diabetes: Linking basic science to clinical practice. *Cardiovascular Diabetology*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-4-5>
- Kačániová, M., Nagyová, L., Štefániková, J., Felsöciová, S., Godočí-Ková, L., Haščík, P., Horská, E., & Kunová, S. (2020). The characteristic of sheep cheese “Bryndza” from different regions of Slovakia based on microbiological quality. *Potravinárstvo: Slovak Journal of Food Sciences*, 14(69-75), 69-75.
- Karpievitch, Y. V., Polpitiya, A. D., Anderson, G. A., Smith, R. D., & Dabney, A. R. (2010). Liquid Chromatography Mass Spectrometry-Based Proteomics: Biological and Technological Aspects. *The Annals of Applied Statistics*, 4(4), 1797-1823. <https://doi.org/10.1214/10-AOAS341>
- Kartal, C., Bakar, B., Kaplan Türköz, B., & Ötleş, S. (2023). Gıda kaynaklı protein ve biyoaktif peptit eldesi, saflaştırılması ve karakterizasyonunda kullanılan güncel yöntemler ve biyoinformatik yaklaşımlar. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*.
<https://doi.org/10.28948/ngumuh.1177148>
- Khurana, V., & Goswami, B. (2022). Angiotensin converting enzyme (ACE). *Clinica Chimica Acta*, 524, 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2021.10.029>
- Kitts, D. D., & Weiler, K. (2003). Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Current Pharmaceutical Design*, 9(16), 1309-1323.
<https://doi.org/10.2174/1381612033454883>
- Korhonen, H. (2009). Milk-derived bioactive peptides: From science to applications. *Journal of Functional Foods*, 1(2), 177-187.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2009.01.007>
- Kulkarni, D. S., Kapanoor, S. S., Girigouda, K., Kote, N. V., & Mulimani, V. H. (2006). Reduction of flatus-inducing factors in soymilk by immobilized alpha-galactosidase. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 45(Pt 2), 51-57.
<https://doi.org/10.1042/BA20060027>

- Lacou, L., Léonil, J., & Gagnaire, V. (2016). Functional properties of peptides: From single peptide solutions to a mixture of peptides in food products. *Food Hydrocolloids*, 57, 187-199. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.01.028>
- Lakshmanan, R., De Lamballerie, M., & Jung, S. (2006). Effect of Soybean-to-Water Ratio and pH on Pressurized Soymilk Properties. *Journal of Food Science*, 71(9), E384-E391. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00198.x>
- LeBlanc, J. G., Chain, F., Martín, R., Bermúdez-Humarán, L. G., Courau, S., & Langella, P. (2017). Beneficial effects on host energy metabolism of short-chain fatty acids and vitamins produced by commensal and probiotic bacteria. *Microbial Cell Factories*, 16(1), 79. <https://doi.org/10.1186/s12934-017-0691-z>
- Lee, B.-H., Lo, Y.-H., & Pan, T.-M. (2013). Anti-obesity activity of Lactobacillus fermented soy milk products. *Journal of Functional Foods*, 5(2), 905-913. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.040>
- Lee, Kim, S.-J., Lee, Y.-S., Song, M.-D., Kim, I.-H., & Won, H.-S. (2011). De novo generation of short antimicrobial peptides with simple amino acid composition. *Regulatory Peptides*, 166(1), 36-41. <https://doi.org/10.1016/j.regpep.2010.08.010>
- León Madrazo, A., & Segura Campos, M. R. (2020). Review of antimicrobial peptides as promoters of food safety: Limitations and possibilities within the food industry. *Journal of Food Safety*, 40(6), e12854. <https://doi.org/10.1111/jfs.12854>
- Li, Q., Xia, Y., Zhou, L., & Xie, J. (2013). Evaluation of the rheological, textural, microstructural and sensory properties of soy cheese spreads. *Food and Bioprocess Technology*, 91(4), 429-439. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.03.001>
- Li, Y., Sadiq, F. A., Liu, T., Chen, J., & He, G. (2015). Purification and identification of novel peptides with inhibitory effect against angiotensin I-converting enzyme and optimization of process conditions in milk fermented with the yeast *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Functional Foods*, 16, 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.04.043>
- Liong, M.-T., Easa, A. M., Lim, P.-T., & Kang, J.-Y. (2009). Survival, growth characteristics and bioactive potential of *Lactobacillus acidophilus* in a soy-based cream cheese. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(8), 1382-1391. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3598>
- Liu, M., Bayjanov, J. R., Renckens, B., Nauta, A., & Siezen, R. J. (2010). The proteolytic system of lactic acid bacteria revisited: A genomic comparison. *BMC Genomics*, 11, 36. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-36>
- Liu, Z., Dong, S., Xu, J., Zeng, M., Song, H., & Zhao, Y. (2008). Production of cysteine-rich antimicrobial peptide by digestion of oyster (*Crassostrea gigas*) with alcalase and bromelin. *Food Control*, 19(3), 231-235. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.03.004>
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.
- Lu, Y., Govindasamy-Lucey, S., & Lucey, J. A. (2016). Angiotensin-I-converting enzyme-inhibitory peptides in commercial Wisconsin Cheddar cheeses of different ages. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 41-52. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9569>

- Mäkinen, O. E., Uniacke-Lowe, T., O'Mahony, J. A., & Arendt, E. K. (2015). Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk. *Food Chemistry*, 168, 630-638. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.036>
- Martini, S., Conte, A., & Tagliazucchi, D. (2020). Effect of ripening and in vitro digestion on the evolution and fate of bioactive peptides in Parmigiano-Reggiano cheese. *International Dairy Journal*, 105, 104668. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104668>
- Matias, N. S., Bedani, R., Castro, I. A., & Saad, S. M. I. (2014). A probiotic soy-based innovative product as an alternative to petit-suisse cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 411-417. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.054>
- McDougall, G. J., Dobson, P., Smith, P., Blake, A., & Stewart, D. (2005). Assessing Potential Bioavailability of Raspberry Anthocyanins Using an in Vitro Digestion System. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(15), 5896-5904. <https://doi.org/10.1021/jf050131p>
- McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 127-144. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00147.x>
- McSweeney, P. L. H., Ottogalli, G., & Fox, P. F. (2017). Chapter 31 - Diversity and Classification of Cheese Varieties: An Overview. İçinde P. L. H. McSweeney, P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Ed.), *Cheese (Fourth Edition)* (ss. 781-808). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00031-4>
- Meira, S. M. M., Daroit, D. J., Helfer, V. E., Corrêa, A. P. F., Segalin, J., Carro, S., & Brandelli, A. (2012). Bioactive peptides in water-soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brazil and Uruguay. *Food Research International*, 48(1), 322-329. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.009>
- Mendly-Zambo, Z., Powell, L. J., & Newman, L. L. (2021). Dairy 3.0: Cellular agriculture and the future of milk. *Food, Culture & Society*, 24(5), 675-693. <https://doi.org/10.1080/15528014.2021.1888411>
- Minkiewicz, P., Dziuba, J., Iwaniak, A., Dziuba, M., & Darewicz, M. (2008). BIOPEP database and other programs for processing bioactive peptide sequences. *Journal of AOAC International*, 91(4), 965-980.
- Møller, K. K., Rattray, F. P., & Ardö, Y. (2013). Application of selected lactic acid bacteria and coagulant for improving the quality of low-salt Cheddar cheese: Chemical, microbiological and rheological evaluation. *International Dairy Journal*, 33(2), 163-174. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.05.015>
- Morandi, S., Brasca, M., Andrighetto, C., Lombardi, A., & Lodi, R. (2006). Technological and molecular characterisation of enterococci isolated from north-west Italian dairy products. *International Dairy Journal*, 16(8), 867-875. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.09.005>
- Mujoo, R., Trinh, D. T., & Ng, P. K. W. (2003). Characterization of storage proteins in different soybean varieties and their relationship to tofu yield and texture. *Food Chemistry*, 82(2), 265-273. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00547-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00547-2)
- Murtaza, M. A., Anees-Ur-Rehman, M., Hafiz, I., Ameer, K., & Celik, O. F. (2022). Effects of probiotic adjuncts on physicochemical properties, organic acids content, and proteolysis in cheese prepared from buffalo milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(3), e16385. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16385>

- Murtaza, M. A., Huma, N., Shabbir, M. A., Murtaza, M. S., & Anees-ur-Rehman, M. (2017). Survival of micro-organisms and organic acid profile of probiotic Cheddar cheese from buffalo milk during accelerated ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 70(4), 562-571. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12406>
- Nagino, T., Kaga, C., Kano, M., Masuoka, N., Anbe, M., Moriyama, K., Maruyama, K., Nakamura, S., Shida, K., & Miyazaki, K. (2018). Effects of fermented soymilk with *Lactobacillus casei* Shirota on skin condition and the gut microbiota: A randomised clinical pilot trial. *Beneficial Microbes*, 9(2), 209-218. <https://doi.org/10.3920/BM2017.0091>
- Nazlıcan. (2006). *Soya Yetiştiriciliği*. www.cukurovataem.gov.tr/Soya%20Yetistirciligi-WEB.pdf
- Otte, J., Lenhard, T., Flambard, B., & Sørensen, K. I. (2011). Influence of fermentation temperature and autolysis on ACE-inhibitory activity and peptide profiles of milk fermented by selected strains of *Lactobacillus helveticus* and *Lactococcus lactis*. *International Dairy Journal*, 21(4), 229-238. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2010.12.008>
- Ötleş, L. M. L. N., Semih (Ed.). (2022). *Bioactive Peptides from Food: Sources, Analysis, and Functions*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003106524>
- Özbek. (2022). *Bazı laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal peptit üretimlerinin araştırılması*.
- Özcan, T., Delikanlı, B., & Akın, Z. (2015). Soya Biyoaktif Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 3(6), Article 6. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i6.350-355.248>
- Palmieri, B., & Sblendorio, V. (2007). Oxidative stress detection: What for? Part II. *European review for medical and pharmacological sciences*, 11, 27-54.
- Pappas, C. P., Kondyli, E., Voutsinas, L. P., & Mallatou, H. (1996). Effects of starter level, draining time and aging on the physicochemical, organoleptic and rheological properties of feta cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 49(3), 73-78. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1996.tb02494.x>
- Pei, J., Li, X., Han, H., & Tao, Y. (2018). Purification and characterization of plantaricin SLG1, a novel bacteriocin produced by *Lb. Plantarum* isolated from yak cheese. *Food Control*, 84, 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.07.034>
- Pepe, G., Sommella, E., Ventre, G., Scala, M. C., Adesso, S., Ostacolo, C., Marzocco, S., Novellino, E., & Campiglia, P. (2016). Antioxidant peptides released from gastrointestinal digestion of “Stracchino” soft cheese: Characterization, in vitro intestinal protection and bioavailability. *Journal of Functional Foods*, 26, 494-505. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.08.021>
- Phelan, M., & Kerins, D. (2011). The potential role of milk-derived peptides in cardiovascular disease. *Food & Function*, 2(3-4), 153-167. <https://doi.org/10.1039/C1FO10017C>
- Pihlanto, A. (2006). Antioxidative peptides derived from milk proteins. *International Dairy Journal*, 16(11), 1306-1314. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.06.005>
- Pihlanto, A., Virtanen, T., & Korhonen, H. (2010). Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity and antihypertensive effect of fermented milk. *International Dairy Journal*, 20(1), 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.07.003>

- Pisoschi, A. M., Pop, A., Georgescu, C., Turcuş, V., Olah, N. K., & Mathe, E. (2018). An overview of natural antimicrobials role in food. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 143, 922-935. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.11.095>
- Pol, R., Rahaman, A., Kumbhar, N., Pable, A., Kathwate, G., Barvkar, V. T., & Jadhav, U. U. (2023). Isolation, Purification, and Identification of Antioxidant Peptides from Wastewater of Cheese Making Industry. *ES Food & Agroforestry, Volume 13 (September 2023) In Progress*(0), 911.
- Power, O., Fernández, A., Norris, R., Riera, F. A., & FitzGerald, R. J. (2014). Selective enrichment of bioactive properties during ultrafiltration of a tryptic digest of β -lactoglobulin. *Journal of Functional Foods*, 9, 38-47. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.002>
- Pua, A., Tang, V. C. Y., Goh, R. M. V., Sun, J., Lassabliere, B., & Liu, S. Q. (2022). Ingredients, Processing, and Fermentation: Addressing the Organoleptic Boundaries of Plant-Based Dairy Analogues. *Foods*, 11(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/foods11060875>
- Quan, S., Tsuda, H., & Miyamoto, T. (2008). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides in skim milk fermented with *Lactobacillus helveticus* 130B4 from camel milk in Inner Mongolia, China. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(15), 2688-2692. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3394>
- Rai, M., Pandit, R., Gaikwad, S., & Kövics, G. (2016). Antimicrobial peptides as natural bio-preservative to enhance the shelf-life of food. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3381-3394. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2318-5>
- Ren, C., Tang, L., Zhang, M., & Guo, S. (2009). Structural Characterization of Heat-Induced Protein Particles in Soy Milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1921-1926. <https://doi.org/10.1021/jf803321n>
- Ricci-Cabello, I., Olalla Herrera, M., & Artacho, R. (2012). Possible role of milk-derived bioactive peptides in the treatment and prevention of metabolic syndrome. *Nutrition Reviews*, 70(4), 241-255. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00448.x>
- Rinaldi, L., Rioux, L.-E., Britten, M., & Turgeon, S. L. (2015). In vitro bioaccessibility of peptides and amino acids from yogurt made with starch, pectin, or β -glucan. *International Dairy Journal*, 46, 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.09.005>
- Rinaldoni, A. N., Campderrós, M. E., & Pérez Padilla, A. (2012). Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultrafiltered soy milk concentrate added with inulin. *LWT - Food Science and Technology*, 45(2), 142-147. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.09.009>
- Rinaldoni, A. N., Palatnik, D. R., Zaritzky, N., & Campderrós, M. E. (2014). Soft cheese-like product development enriched with soy protein concentrates. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.003>
- Ross, P., Stanton, C., Hill, C., & Fitzgerald, G. (2007). *Angiotensin-i-converting enzyme inhibitory* (World Intellectual Property Organization Patent WO2007096855A2). [https://patents.google.com/patent/WO2007096855A2/en?q=\(anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus\)&oq=anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus](https://patents.google.com/patent/WO2007096855A2/en?q=(anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus)&oq=anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus)

- Rubak, Y. T., Nuraida, L., Iswantini, D., & Prangdimurti, E. (2020). Angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides in milk fermented by indigenous lactic acid bacteria. *Veterinary World*, 13(2), 345-353. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.345-353>
- Saadi, S., Saari, N., Anwar, F., Abdul Hamid, A., & Ghazali, H. M. (2015). Recent advances in food biopeptides: Production, biological functionalities and therapeutic applications. *Biotechnology Advances*, 33(1), 80-116. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.12.003>
- Sacks, F. M., Lichtenstein, A., Van Horn, L., Harris, W., Kris-Etherton, P., Winston, M., & American Heart Association Nutrition Committee. (2006). Soy protein, isoflavones, and cardiovascular health: An American Heart Association Science Advisory for professionals from the Nutrition Committee. *Circulation*, 113(7), 1034-1044. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.171052>
- Sadat-Mekmene, L., Genay, M., Atlan, D., Lortal, S., & Gagnaire, V. (2011). Original features of cell-envelope proteinases of *Lactobacillus helveticus*. A review. *International Journal of Food Microbiology*, 146(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.039>
- 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(4), 394-402. <https://doi.org/10.1017/S0022029914000326>
- Sánchez-Rivera, L., Diezhandino, I., Gómez-Ruiz, J. Á., Fresno, J. M., Miralles, B., & Recio, I. (2014). Peptidomic study of Spanish blue cheese (Valdeón) and changes after simulated gastrointestinal digestion. *Electrophoresis*, 35(11), 1627-1636. <https://doi.org/10.1002/elps.201300510>
- Sanjukta, S., Padhi, S., Sarkar, P., Singh, S. P., Sahoo, D., & Rai, A. K. (2021a). Production, characterization and molecular docking of antioxidant peptides from peptidome of kinema fermented with proteolytic *Bacillus* spp. *Food Research International*, 141, 110161. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110161>
- Sanjukta, S., Padhi, S., Sarkar, P., Singh, S. P., Sahoo, D., & Rai, A. K. (2021b). Production, characterization and molecular docking of antioxidant peptides from peptidome of kinema fermented with proteolytic *Bacillus* spp. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 141, 110161. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110161>
- Sanjukta, S., & Rai, A. K. (2016a). Production of bioactive peptides during soybean fermentation and their potential health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.010>
- Sanjukta, S., & Rai, A. K. (2016b). Production of bioactive peptides during soybean fermentation and their potential health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.010>
- Sanjukta, S., Rai, A. K., Muhammed, A., Jeyaram, K., & Talukdar, N. C. (2015). Enhancement of antioxidant properties of two soybean varieties of Sikkim Himalayan region by proteolytic *Bacillus subtilis* fermentation. *Journal of Functional Foods*, 14, 650-658. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.033>
- Scilingo, A. A., & Añón, M. C. (2004). Characterization of soybean protein isolates The effect of calcium presence. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(1), 63-69. <https://doi.org/10.1007/s11746-004-0858-y>

- Sęczyk, Ł., Król, B., & Kołodziej, B. (2020). In vitro bioaccessibility and activity of Greek oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *Hirtum* (link) Ietswaart) compounds as affected by nitrogen fertilization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(6), 2410-2417. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10252>
- Segura-Campos, M., Chel-Guerrero, L., Betancur-Ancona, D., & Hernandez-Escalante, V. M. (2011). Bioavailability of Bioactive Peptides. *Food Reviews International*, 27(3), 213-226. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.563395>
- Semen, Z., & Arif, A. (2016). Bioactive Peptides in Milk and It's Biological Importance. *Journal of Turkish Veterinary Medical Association*, 15, 67-84.
- Sethi, S., Tyagi, S. K., & Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408-3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Shah, R., Jana, A. H., Aparnathi, K. D., & Prajapati, P. S. (2010). Process standardization for rennet casein based Mozzarella cheese analogue. *Journal of food science and technology*, 47(5), 574-578. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0104-3>
- Shahidi, F., & Li, Q. (2014). Biologically Active Peptides from Foods. İçinde *Applied Food Protein Chemistry* (ss. 75-98). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118860588.ch6>
- Shori, A. B. (2013). Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yogurt made from cow and camel milk. *Journal of Taibah University for Science*, 7(4), 202-208. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2013.06.003>
- Shori, A. B., Hong, Y. C., & Baba, A. S. (2021). Proteolytic profile, angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity and sensory evaluation of *Codonopsis pilosula* and fish collagen cheese. *Food Research International*, 143, 110238. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110238>
- Silva, A. R. A., Silva, M. M. N., & Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, 108972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108972>
- Silva, S. V., & Malcata, F. X. (2005). Caseins as source of bioactive peptides. *International Dairy Journal*, 15(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.04.009>
- Singh, B. P., Bangar, S. P., Alblooshi, M., Ajayi, F. F., Mudgil, P., & Maqsood, S. (2022). Plant-derived proteins as a sustainable source of bioactive peptides: Recent research updates on emerging production methods, bioactivities, and potential application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 0(0), 1-22. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2067120>
- Singh, B. P., & Vij, S. (2017). Growth and bioactive peptides production potential of *Lactobacillus plantarum* strain C2 in soy milk: A LC-MS/MS based revelation for peptides biofunctionality. *LWT*, 86, 293-301. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.013>
- Singh, B. P., & Vij, S. (2018). α -Galactosidase activity and oligosaccharides reduction pattern of indigenous lactobacilli during fermentation of soy milk. *Food Bioscience*, 22, 32-37. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.01.002>
- Singh, B. P., Vij, S., & Hati, S. (2014). Functional significance of bioactive peptides derived from soybean. *Peptides*, 54, 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2014.01.022>
- Singh, B. P., Vij, S., Hati, S., Singh, D., & Bhushan, B. (2016). *Bio-functional significance of soybean based food products*.

- Sirilun, S., Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., Peerajan, S., & Chaiyasut, C. (2017). Lactic acid bacteria mediated fermented soybean as a potent nutraceutical candidate. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(10), 930-936. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.09.007>
- Slyvka, I., Tsisaryk, O., Musii, L., Kushnir, I., Koziorowski, M., & Koziorowska, A. (2022). Identification and Investigation of properties of strains *Enterococcus* spp. Isolated from artisanal Carpathian cheese. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 39, 102259. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102259>
- Sulejmani, E. I., & Hayaloglu, A. A. (2018). Characterisation of Macedonian white-brined cheese: Effect of raw or heat-treated caprine milk. *International Journal of Dairy Technology*, 71(2), 408-416. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12486>
- Suriyaphan, O., Drake, M. A., & Cadwallader, K. R. (1999). Identification of Volatile Off-flavors in Reduced-fat Cheddar Cheeses Containing Lecithin. *LWT - Food Science and Technology*, 32(5), 250-254. <https://doi.org/10.1006/fstl.1999.0543>
- Şanlıdere Aloglu, H., & Öner, Z. (2011). Determination of antioxidant activity of bioactive peptide fractions obtained from yogurt. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5305-5314. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4285>
- Şengül, M., Erkaya, T., Dervişoğlu, M., Aydemir, O., & Gül, O. (2014). Compositional, biochemical and textural changes during ripening of Tulum cheese made with different coagulants. *International Journal of Dairy Technology*, 67(3), 373-383. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12120>
- Temiz, H., & Tarakçı, Z. (2017). Composition of volatile aromatic compounds and minerals of tarhana enriched with cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*). *Journal of Food Science and Technology*, 54(3), 735-742. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2513-z>
- Thomas, T. D., & Pritchard, G. G. (1987). Proteolytic enzymes of dairy starter cultures*. *FEMS Microbiology Reviews*, 3(3), 245-268. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1987.tb02464.x>
- Timón, M. L., Parra, V., Otte, J., Broncano, J. M., & Petró, M. J. (2014). Identification of radical scavenging peptides (<3 kDa) from Burgos-type cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 57(1), 359-365. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.01.020>
- Toldrá, F., Reig, M., Aristoy, M.-C., & Mora, L. (2018). Generation of bioactive peptides during food processing. *Food Chemistry*, 267, 395-404. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.119>
- Tu, M., Cheng, S., Lu, W., & Du, M. (2018). Advancement and prospects of bioinformatics analysis for studying bioactive peptides from food-derived protein: Sequence, structure, and functions. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 105, 7-17. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.04.005>
- Üçüncü. (2004). *A'dan Z'ye peynir teknolojisi(1. Cilt): C. I.cilt.*
- Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2018). How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 10-20. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>
- Visser, S. (1993). Proteolytic Enzymes and Their Relation to Cheese Ripening and Flavor: An Overview. *Journal of Dairy Science*, 76(1), 329-350. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77354-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77354-3)
- Voss, G. B., Osorio, H., Valente, L. M. P., & Pintado, M. E. (2019). Impact of thermal treatment and hydrolysis by Alcalase and Cynara cardunculus enzymes on the

- functional and nutritional value of Okara. *Process Biochemistry*, 83, 137-147. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.05.010>
- Wang, J., Hu, J., Cui, J., Bai, X., Du, Y., Miyaguchi, Y., & Lin, B. (2008). Purification and identification of a ACE inhibitory peptide from oyster proteins hydrolysate and the antihypertensive effect of hydrolysate in spontaneously hypertensive rats. *Food Chemistry*, 111(2), 302-308. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.059>
- Wang, Y.-C., Yu, R.-C., & Chou, C.-C. (2002). Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. *Food Microbiology*, 19(5), 501-508. <https://doi.org/10.1006/fmic.2002.0506>
- Wynstra, R. J. (1986). *The soybean solution: Meeting world food needs*. INTSOY, College of Agriculture, University of Illinois at Urbana-Champaign. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The+soybean+solution%3A+meeting+world+food+needs&author=Wynstra%2C+Robert+J.&publication_year=1986
- Yang, J., Hu, L., Cai, T., Chen, Q., Ma, Q., Yang, J., Meng, C., & Hong, J. (2018). Purification and identification of two novel antioxidant peptides from perilla (*Perilla frutescens* L. Britton) seed protein hydrolysates. *PLOS ONE*, 13(7), e0200021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200021>
- Yang, W., Hao, X., Zhang, X., Zhang, G., Li, X., Liu, L., Sun, Y., & Pan, Y. (2021). Identification of antioxidant peptides from cheddar cheese made with *Lactobacillus helveticus*. *LWT*, 141, 110866. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110866>
- Yazici, F., Alvarez, V. b., & Hansen, P. m. t. (1997). Fermentation and Properties of Calcium-fortified Soy Milk Yogurt. *Journal of Food Science*, 62(3), 457-461. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04406.x>
- Yıldırım. (2010). Termofilik *Geobacillus Caldoxylosilyticus* Tk4 Suşundan Fosfotriesteraz Homolog Proteinin Klonlanması, Ekspresyonu Ve Karakterizasyonu [Doktora Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi. <http://acikerisim.ktu.edu.tr/jspui/handle/123456789/787>
- Yousefi, L., Dovom, M. R. E., Najafi, M. B. H., & Mortazavian, A. M. (2021). Antioxidant activity of ultrafiltered-Feta cheese made with adjunct culture during ripening. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(5), 4336-4342. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01019-0>
- Zhang, J., Li, M., Lv, Y., Guo, S., & Yang, B. (2023). Protein aggregation impacts in vitro protein digestibility, peptide profiling and potential bioactive peptides of soymilk and dry-heated soybeans. *LWT*, 182, 114857. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114857>
- Zujko, M. E., & Witkowska, A. M. (2014). Antioxidant Potential and Polyphenol Content of Beverages, Chocolates, Nuts, and Seeds. *International Journal of Food Properties*, 17(1), 86-92. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.614984>
- グリゴロフ, マルタン, ジェルモン, ジャック-エドワール, トゥールナード, シルヴィ, & アフォルター, ミハエル. (2011). 降圧ペプチドを産生するためのラクトバチルス・ヘルベティカス株 (Patent JP2011524744A). [https://patents.google.com/patent/JP2011524744A/en?q=\(anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus\)&oq=anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus](https://patents.google.com/patent/JP2011524744A/en?q=(anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus)&oq=anthypertensive+peptides%2c+cheese%2c+soy%2c+L.helveticus)

ÖZ GEÇMİŞ

Mehtap ER KEMAL, Ankara Batıkent YDA Lisesi’ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği bölümünden 10.06.2011 tarihinde mezun oldu. 2011 yılında OMÜ FBE Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi ve 27.08.2014 tarihinde yüksek lisansını tamamladı. 2014 yılında OMÜ LEE Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora programına başladı. Lisans mezuniyetinden sonra yaklaşık üç yıl sorumlu yönetici olarak çalıştı. 2015 yılından itibaren Karadeniz Teknik Üniversitesi Maçka MYO’ da öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0003-0347-6648

Yayınlar:

1. Kemal, M. E., Bakchiche, B., Kemal, M., Cheraif, K., Kara, Y., Bardaweel, S. K., ... & Ghareeb, M. A. (2023). Six Algerian plants: Phenolic profile, antioxidant, antimicrobial activities associated with different simulated gastrointestinal digestion phases and antiproliferative properties. *Journal of Herbal Medicine*, 38, 100636.
2. Yildiz, O., Gurkan, H., Sahingil, D., Degirmenci, A., Er Kemal, M., Kolayli, S., & Hayaloglu, A. A. (2022). Floral authentication of some monofloral honeys based on volatile composition and physicochemical parameters. *European Food Research and Technology*, 248(8), 2145-2155.
3. Taflan, E., Bayrak, H., Er, M., Karaoğlu, Ş. A., & Bozdeveci, A. (2019). Novel imidazo [2, 1-b][1, 3, 4] thiadiazole (ITD) hybrid compounds: Design, synthesis, efficient antibacterial activity and antioxidant effects. *Bioorganic Chemistry*, 89, 102998.
4. Akatın, M. Y., Kemal, M. E., & Batan, N. (2022). Antimicrobial activities of some bryophytes collected from Trabzon, Türkiye and preparation of herbal soap and cream using Pellia epiphylla extract for the first time. *Anatolian Bryology*, 8(1), 30-36.
5. Degirmenci, A., Kemal, M. E., Boyracı, G. M., Kemal, M., & Yıldız, O. (2021). A preliminary study on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics

of purslane and/or cayenne pepper added drinking yogurt, a traditional Anatolian beverage. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 486-495.

6. Kemal, M. E., & Temiz, H. (2020). Antioxidant and Some Quality Characteristics of Cheeses Manufactured Using Soy Drink. *Journal of Apitherapy and Nature*, 3(1), 24-31.

7. Turkut, G. M., Mehtap, E. R., & Degirmenci, A. (2019). Evaluating bioactivity and bioaccessibility properties of Turkish propolis extracts prepared with various solvents. *Journal of Apitherapy and Nature*, 2(1), 7-11.

8. Degirmenci, A., Mehtap, E. R., Turkut, G. M., & Okumus, G. (2018). Comparison of the Effect of Process Temperature on Some Biochemical Properties of Nectars from Fresh and Dried Rosehip. *Journal of Apitherapy and Nature*, 1(1), 20-27.

9. Osman, G. U. L., Mortas, M., Dervisoglu, M., Mehtap, E. R., Atmaca, M., & Atalar, İ. (2016). Furfural contents and some physical and chemical properties of raisins. *Akademik Gıda*, 14(3), 235-241.