



**BEYAZ, KAŞAR VE TULUM PEYNİRLERİNİN
GAMA AMİNOBÜTİRİK ASİT (GABA)
İÇERİĞİ İLE SERBEST AMİNO ASİT
PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

Neslihan AYAĞ

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR
2017
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BEYAZ, KAŞAR VE TULUM PEYNİRLERİNİN GAMA
AMİNOBÜTİRİK ASİT (GABA) İÇERİĞİ İLE SERBEST AMİNO
ASİT PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

Neslihan AYAĞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**BEYAZ, KAŞAR VE TULUM PEYNİRLERİNİN GAMA AMİNOBÜTİRİK ASİT (GABA)
İÇERİĞİ İLE SERBEST AMİNO ASİT PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR danışmanlığında, Neslihan AYAĞ tarafından hazırlanan bu çalışma 13/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL

İmza :

Üye : Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Engin GÜNDOĞDU

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu **27.07.2017** tarih ve **30. / ... 30** nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü**

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 2015/389

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BEYAZ, KAŞAR VE TULUM PEYNİRLERİNİN GAMA AMİNOBÜTİRİK ASİT (GABA) İÇERİĞİ İLE SERBEST AMİNO ASİT PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ

Neslihan AYAĞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR

Bu çalışmada da toplum beslenmesinde önemli yer tutan ve ülkemizde en fazla tüketimi yapılan üç peynir çeşidine (Beyaz, Kaşar ve Tulum) ait toplam otuz adet peynir örneği GABA içeriği ve serbest amino asit profili açısından analiz edilmiştir. Aynı zamanda peynir örnekleri bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri ile çözünür azot fraksiyonları açısından da incelenmiştir. Değerlendirilen çoğu parametrenin sadece peynir çeşitleri arasında değil aynı tip peynire ait örnekler arasında da büyük değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek toplam bakteri sayıları, MRS ve M-17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayıları ile *Enterococcus* cinsi bakteri sayıları Tulum peynirine ait örneklerde belirlenmiştir. Koliform grubu bakteri sayılarının Beyaz peynir örneklerinde $<2-6,52 \log$ kob/g arasında, Tulum peyniri örneklerinde ise $<2-4,86 \log$ kob/g arasında değiştiği, Kaşar peyniri örneklerinde ise $<2 \log$ kob/g'nin altında olduğu tespit edilmiştir. Analiz edilen tüm peynir çeşitlerinde önemli sayılabilecek düzeyde maya varlığı tespit edilmiş, bununla birlikte örneklerin çoğunda küf sayılarının tespit edilebilir seviyenin ($<2 \log$ kob/g) altında olduğu belirlenmiştir. Kurumadde, yağ ve protein değerlerinin Kaşar peyniri örneklerinde, tuz ve kurumadde de tuz değerlerinin ise Beyaz peynir örneklerinde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ortalama en yüksek asitlik ve en düşük pH değerleri Tulum peyniri örneklerinde belirlenmiştir. Çözünür azot fraksiyonları (pH 4.6'da çözünür azot, TCA'da ve PTA'da çözünür azot) ve bu fraksiyonlara ait olgunlaşma indeksi değerlerinin Tulum peynirinde belirgin derece yüksek olduğu, bu peyniri sırasıyla Kaşar ve Beyaz peynirlerinin takip ettiği belirlenmiştir. En yüksek toplam serbest amino asit içerikleri Tulum peyniri örneklerinde, en düşük değerler ise Beyaz peyniri örneklerinde tespit edilmiştir. Üç peynir çeşidinde de Gln, His, Ala, Ile, Lys hakim amino asitler olarak belirlenmiştir. GABA konsantrasyonu açısından peynir çeşitleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadığı, analiz edilen peynir örnekleri içerisinde en yüksek GABA konsantrasyonunun (83,05 mg/100g) Beyaz peynirine ait örnekte olduğu tespit edilmiştir.

2017, 85 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gama aminobütirik asit, serbest amino asit, peynir, proteoliz

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF FREE AMINO ACID PROFILES AND GAMMA AMINOBUTYRIC ACID (GABA) CONTENT OF WHITE, KASHAR AND TULUM CHEESES

Neslihan AYAĞ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Elif DAGDEMİR

In this study, a total of thirty cheese samples belonging to three cheese varieties (White, Kashar and Tulum) which have an important place in community nutrition and consumed the most in our country were analyzed in terms of GABA content and free amino acid profile. At the same time, some microbiological, physicochemical properties and soluble nitrogen fractions of cheese samples were examined. It was determined that great variability in most of parameters evaluated showed not only between the three types cheese but also among samples belonging to same cheese variety. The highest counts of total bacteria, lactic acid bacteria growth on MRS and M-17 agar and *Enterococcus* bacteria were determined in Tulum cheese samples. The counts of coliform group bacteria varied on between <2-6.52 log cfu /g for White cheese samples and <2-4.86 log cfu/g for Tulum cheeses. The counts of coliform bacteria of Kashar cheeses was below <2 log cfu/g. In all the cheese varieties analyzed, yeasts were detected at a high level, however mold counts were below the detectable level (<2 log cfu /g). It was determined that dry matter, fat and protein values were higher in Kashar cheese samples and salt in dry matter values were higher for White cheese samples. The mean highest acidity and lowest pH values were determined in Tulum cheese samples. It was determined that the soluble nitrogen fractions (soluble nitrogen in pH 4.6, soluble nitrogen in TCA and PTA) and the ripening index values of these fractions were significantly higher in Tulum cheese, followed by Kashar and White cheese respectively. The highest total free amino acid contents were found in Tulum cheese samples while the lowest values were found in White cheese samples. Gln, His, Ala, Ile, Lys were also determined as major amino acids in the three cheese varieties. It was detected that there was no statistically different between the cheese varieties in terms of GABA concentration and the highest GABA concentration (83.05 mg /100g) was found in one of White cheese samples

2017, 85 pages

Keywords: Gamma aminobutyric acid, free amino acid, cheese, proteolysis

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanmasından yazımına kadar her aşamasında büyük emeği geçen, tecrübelerini ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren, desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR'e,

Laboratuvar çalışmalarım esnasında yardım ve desteklerini gördüğüm hocalarım Sayın Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL'e, Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI'ya, Sayın Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR'e, Sayın Prof. Dr. İhsan BAKIRCI'ya ve Sayın Doç. Dr. Bülent ÇETİN'e,

Serbest amino asit analizlerinin gerçekleştirilmesinde yardımlarından dolayı İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na ve Sayın Araş. Gör. Fırat YILMAZ'a,

Bu araştırmayı maddi açıdan destekleyen Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı'na,

Son olarak hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle hep yanımda olan değerli aileme anlayışlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Neslihan AYAĞ

Temmuz, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler	16
3.2.1.a. Örneklerin hazırlanması	16
3.2.1.b. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı	16
3.2.1.c. M-17 agar’da gelişen laktik asit bakteri sayımı.....	17
3.2.1.d. MRS agar’da gelişen laktik asit bakteri sayımı.....	17
3.2.1.e. <i>Enterococcus</i> cinsi bakteri sayımı	17
3.2.1.f. Koliform grubu bakteri sayımı.....	17
3.2.1.g. Maya ve küf sayımı	18
3.2.2. Peynir örneklerinde yapılan fizikokimyasal analizler	18
3.2.2.a. Kurumadde tayini	18
3.2.2.b. Yağ tayini	18
3.2.2.c. Protein tayini.....	19
3.2.2.d. Tuz tayini.....	19
3.2.2.e. Asitlik tayini	20
3.2.2.f. pH.....	20
3.2.3. Peynir örneklerinde azot fraksiyonlarının belirlenmesi	20
3.2.3.a. pH 4.6’da çözünen azot oranının belirlenmesi	20
3.2.3.b. TCA’da çözünen azot oranının belirlenmesi.....	21

3.2.3.c. PTA'da çözünen azot oranının belirlenmesi	21
3.2.4. Peynir örneklerinde gaba ve serbest amino asit içeriğinin belirlenmesi	22
3.2.5. İstatistiki analizler	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	24
4.1. Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	24
4.1.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı	25
4.1.2. M-17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayısı	26
4.1.3. MRS agarda gelişen laktik asit bakteri sayısı.....	27
4.1.4. <i>Enterococcus</i> cinsi bakteri sayısı	29
4.1.5. Koliform grubu bakteri sayısı.....	30
4.1.6. Maya ve küf sayısı.....	32
4.2. Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	34
4.2.1. Kurumadde	37
4.2.2. Yağ ve kurumadde de yağ oranları.....	38
4.2.3. Protein	40
4.2.4. Tuz ve kurumadde de tuz oranları	41
4.2.5. Titrasyon asitliği ve pH	43
4.3. Peynir Örneklerinin Azot Fraksiyonlarına Ait Analiz Sonuçları	44
4.3.1. pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi	47
4.3.2. TCA'da çözünen azot ve TCA'da çözünen azot/toplam azot oranları.....	49
4.3.3. PTA'da çözünen azot ve PTA'da çözünen azot/toplam azot oranları.....	51
4.4. Peynir Örneklerinin Serbest Amino Asit Analiz Sonuçları.....	53
4.4.1. Peynir örneklerinin GABA içerikleri	67
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	86

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

μl	: Mikrolitre
g	: Gram
H_2SO_4	: Sülfirik asit
kob	: Koloni oluşturan birim
log	: Logaritma
ml	: Mililitre
N	: Normalite
NaCl	: Sodyum klorür
NaOH	: Sodyum hidroksit

Kısaltmalar

ALA	: Alanin
ARG	: Arginin
ASN	: Asparagin
ASP	: Aspartik asit
CYS	: Sistein
GABA	: Gama aminobütirik asit
GAD	: Glutamik asit dekarboksilaz
GLN	: Glutamin
GLU	: Glutamik asit
GLY	: Glisin
HIS	: Histidin
ILE	: İzolösin
LAB	: Laktik asit bakteri sayısı
LEU	: Lösin
LYS	: Lisin

MET	: Metionin
PHE	: Fenilalanin
PRO	: Prolin
PTA-ÇA	: Fosfotungustik asit de çözünen azot
SER	: Serin
SOLAB	: Starter olmayan laktik asit bakterileri
TAMB	: Toplam aerobik mezofilik bakter sayısı
TCA-ÇA	: Triklor asetik asitde çözünen azot
THR	: Treonin
TRP	: Tiriptofan
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TYR	: Trosin
VAL	: Valin

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Glutamik asitten GABA'nın oluşumu	6
Şekil 4.1. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde analiz edilen mikrobiyal grupların değişimi.....	34
Şekil 4.2. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünür azot fraksiyonlarına ait olgunlaşma indeksi değerleri	53
Şekil 4.3. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait ortalama GABA konsantrasyonları.....	71
Şekil 4.4. Beyaz peyniri örneğine ait HPLC kromatogramı	73
Şekil 4.5. Kaşar peyniri örneğine ait HPLC kromatogramı.....	73
Şekil 4.6. Tulum peyniri örneğine ait HPLC kromatogramı	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri örneklerinin bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları	24
Çizelge 4.2. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz test sonuçları	25
Çizelge 4.3. Peynir örneklerinin TAMB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	26
Çizelge 4.4. Peynir örneklerinin M-17 agarda gelişen LAB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	27
Çizelge 4.5. Peynir örneklerinin MRS agarda gelişen LAB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	28
Çizelge 4.6. Peynir örneklerinin <i>Enterococcus</i> cinsi bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	30
Çizelge 4.7. Peynir örneklerinin koliform grubu bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	31
Çizelge 4.8. Peynir örneklerinin maya-küf sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	33
Çizelge 4.9. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları	35
Çizelge 4.10. Beyaz, Kaşar, Tulum peynir örneklerine ait titrasyon asitliği ve pH değerleri.....	35
Çizelge 4.11. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz test sonuçları.....	36
Çizelge 4.12. Peynir örneklerinin kurumadde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	37
Çizelge 4.13. Peynir örneklerinin yağ ve kurumadde de yağ oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.14. Peynir örneklerinin protein değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	40

Çizelge 4.15. Peynir örneklerinin tuz ve kurumadde de tuz oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	42
Çizelge 4.16. Peynir örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	44
Çizelge 4.17. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünür azot fraksiyonlarına ait analiz sonuçları	45
Çizelge 4.18. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünür azot fraksiyonlarına ait varyans analiz test sonuçları	46
Çizelge 4.19. Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	48
Çizelge 4.20. Peynir örneklerinin TCA'da çözünen azot ve TCA'da çözünen azot/toplam azot oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	50
Çizelge 4.21. Peynir örneklerinin PTA'da çözünen azot ve PTA'da çözünen azot/toplam azot oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	52
Çizelge 4.22. Beyaz peyniri örneklerinde belirlenen serbest amino asit konsantrasyonları	54
Çizelge 4.23. Kaşar peyniri örneklerinde belirlenen serbest amino asit konsantrasyonları	55
Çizelge 4.24. Tulum peyniri örneklerinde belirlenen serbest amino asit konsantrasyonları	56
Çizelge 4.25. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin serbest amino asit değerlerine ait varyans analiz test sonuçları	57
Çizelge 4.26. Peynir örneklerinin amino asit konsantrasyonlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	60
Çizelge 4.27. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde belirlenen GABA konsantrasyonları	68
Çizelge 4.28. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde belirlenen GABA konsantrasyonlarına ait varyans analiz test sonuçları	68

Çizelge 4.29. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde GABA oluşumu üzerinde etkili olan bazı parametrelere ait Pearson korelasyon testi sonuçları	69
--	----



1. GİRİŞ

Beslenme insanoğlunun büyümesi, yenilenmesi, gelişmesi ve hastalıklardan korunması amacıyla günlük olarak karşılamak zorunda olduğu temel ihtiyaçlarından biridir. Bu ihtiyacın karşılanmasında süt ve ürünleri önemli yer tutmaktadır. Süt protein, kalsiyum, B₂ vitamini (riboflavin) ve B₁₂ vitamini başta olmak üzere birçok besin ögesinin önemli kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca içerdiği kaliteli protein her yaş grubunda vücudun çalışması, çocukluk döneminde büyüme, yetişkinlikte ise doku onarımının sağlanması için gereklidir (Anonymous 2015). Ancak sütün çabuk bozulması, hacimli olması ve naklinin zor olması gibi nedenlerden dolayı, çeşitli mamüllere işlenmekte, böylece hem dayanıklılığı artmakta hem de lezzet bakımından farklı ürünler elde edilmektedir. Bu ürünlerin başında peynir ve yoğurt gelmektedir.

Peynir, sütün peynir mayası veya zararsız organik asitlerin etkisiyle pıhtılaştırılması, peyniraltı suyunun ayrılması, pıhtının değişik şekillerde işlenmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen besin değeri yüksek bir süt ürünüdür. Sütün türü, pıhtıyı işleme şekli, tuzlama biçimi, olgunlaşma süreci ve koşulları gibi üretim teknolojileri, ayrıca değişik istekler bugün yüzlerce peynir çeşidinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Peynirin 4000 yıllık bir tarihi olduğu tahmin edilmekte ve her toplumun kendi örf, bilgi ve adetlerine göre değişik peynirler yaptığı düşünülmektedir. Dünyada aroma ve tekstür karakteristikleri farklı yaklaşık 4000 peynir çeşidinin bulunduğu, ülkemizde ise 50 den fazla peynir çeşidinin geleneksel olarak farklı yörelerde üretildiği bilinmektedir (Üçüncü 2004). Özellikle Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri gibi bazı peynir çeşitlerimiz uluslararası alanda tanınan ve bilinen peynirler arasında yer almaktadır.

Peynir proteinler, lipitler, mineral ve vitaminler gibi esansiyel besin elementler bakımından önemli bir kaynak olup, özellikle yüksek kaliteli protein, yağ, Ca, A ve B₂ vitaminleri yönünden oldukça zengindir. Peynirin içerdiği esansiyel amino asitler besin değerini zenginleştirmekte, olgunlaşması sırasında proteinlerin parçalanmasıyla da

proteinlerin sindirilme oranı artmaktadır. Aynı zamanda olgunlaşma sırasında mikrobiyal faaliyet sonucu oluşan antitrombotik, antikarsinojenik, antimikrobiyal özelliğe sahip çeşitli peptit ve amino asitler peynirin sağlık ve beslenme üzerindeki önemini daha da artırmaktadır (Kwak *et al.* 2011). Peynir düşük laktoz içeriği nedeniyle laktoz intoleransı ve diyabeti olanlar içinde son derece uygun bir gıdadır (Demirci 1990).

Ülkemizde peynir üretimi farklı büyüklükteki işletmelerde ustaların bilgi ve tecrübelerine göre yapılmakta, özellikle peynirin olgunlaştırılması aşamasında muhafaza sıcaklığı ve süresinde önemli değişiklikler görülmektedir. TÜİK verilerine göre 2015 yılında ülkemizde peynir üretim miktarının 665.580 ton olduğu, üretilen peynirlerin üçünün (sırasıyla Beyaz, Kaşar ve Tulum) ekonomik değere sahip olduğu bildirilmiştir. Beyaz peynir, neredeyse her bölgede üretilen inek veya koyun sütünden yapılan, salamura tuzlanan ve olgunlaştırılan, 7x7x7 cm³ ebatlarında kendine has, tat ve kokuya sahip yarı yumuşak peynir çeşididir. Genellikle pastörize süttten üretilmekle birlikte, çiğ süttten üretilmesi durumunda en az 3 ay uygun koşullarda olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulmaktadır. Beyaz peynir sadece ülkemizde değil, dünyanın birçok ülkesinde örneğin Yunanistan'da Feta, Bulgaristan'da Bjalo Salamureno Sirene, Mısır'da Domiati, Romanya'da Teleme, İsrail'de Brinza ve Amerika'da Ouesto Blanco, Yugoslavya'da Beli Sir Kriskama adıyla bilinmekte ve tüketilmektedir (Hayaloğlu *et al.* 2002).

Kaşar peyniri süttün peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin tekniğine uygun olarak işlenmesi ile üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tüketilebilen ve çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren telemesi haşlanan peynir olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 2015). Kaşar peyniri inek, koyun veya inek-koyun süttü karışımından genel olarak 27-30 cm çapında, 10-13 cm yüksekliğinde ve 6-10 kg ağırlığında üretilmekte ve ambalajlanmaksızın 4-10°C'de, %75-90 nispi rutubette 3 ile 10 ay süreyle olgunlaştırılmaktadır. Kaşar peyniri Türkiye'de olduğu gibi bazı Balkan ve Avrupa ülkelerinde de değişik adlar altında bilinmekte ve Bulgaristan'da Kaşkaval, Yunanistan'da Kassari, Yugoslavya'da

Kachkawaj adlarıyla tanınan peynirler ile benzerlik göstermektedir (Günşen ve Büyükyörük 2003). Her ne kadar günümüzde taze tüketimi yaygın olsa da, hakiki Kaşar peyniri olgunlaştırıldıktan sonra eşsiz bir tat ve aromaya sahip olmakta ve birçok tüketici tarafından sevilerek tüketilmektedir.

Tulum peyniri hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin fermentasyonunu takiben ufalanıp tuzlanması, daha sonra gıdaya temasa uygun bir ambalaj malzemesine veya deri tulumlara sıkıca basılarak üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir çeşidi olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 2015). Bölgelere göre farklı isimlerle (Erzincan Şavak, İzmir, Divle ve Çimi) anılan Tulum peyniri beyaz ya da krem renkli yüksek yağ içeriğine sahip yarı sert peynir çeşididir. Genellikle koyun sütünden üretilmekte sağımı takiben pastörize edilmeden mayalanmaktadır (Elmas 2014). Tulum peynir denildiğinde akla Erzincan Tulum peyniri gelmekte, Trakya hariç tüm bölgelerde özellikle de Erzincan, Elazığ, Bingöl, Tunceli illerinde üretilmektedir (Hayaloğlu *et al.* 2007).

Her peynir çeşidinin kendine has koku, tat, renk, kıvam, gözenek, kabuk ve benzeri özellikleri kazanabilmesi için belirli koşullar altında ve belirli süre geçirdiği değişikliklerin tümüne birden peynir teknolojisinde olgunlaşma denilmektedir. Glikoliz, proteoliz ve lipoliz olgunlaşma sırasında meydana gelen temel biyokimyasal olaylardır. Proteoliz peynirin tipik aroması ve tekstürünün oluşmasında etkili olan ana biyokimyasal olay olarak kabul edilir. Proteoliz üzerine peynir mayası (kimosin, pepsin), sütün doğal proteazları (plazmin, katepsin D ve diğer hücre proteinazları), starter olarak kullanılan laktik asit bakterileri (SLAB), starter olmayan laktik asit bakterileri (SOLAB) olmak üzere başlıca dört faktör sorumludur. Birçok peynir çeşidinde başlangıçta peynir mayası ve sütün alkali proteinazı olan plazmin etkili olup, kazeini büyük (suda çözünmeyen) ve orta büyüklükteki (suda çözünebilen) peptitlere parçalarlar. Oluşan bu peptitler, starter ve starter olmayan bakterilerin ekstraselüler proteinazları ve peptidazları ile düşük molekül ağırlıklı peptitlere ve amino asitlere hidrolize olurlar (Fox *et al.* 1996).

Olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen birçok peynir çeşidi için en önemli mikroorganizma grubunun LAB'lerinin olduğu kabul edilmektedir. LAB'leri, Gram (+), katalaz (-), spor oluşturmeyen, hareketsiz, fakültatif anaerobik bakteriler olup, karbonhidrat metabolizmaları sonucunda başlıca son ürün olarak laktik asit oluşturan mikroorganizmalardır. Bu özelliklere uyan bakteriler, 4 cins içinde (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc*'lar) toplanmıştır. LAB'leri besin istekleri açısından seçici olup, gelişebilmeleri için çok sayıda amino asitin varlığına ihtiyaç duyarlar. Süt amino asit içeriği bakımında yeterli bir kaynak olmadığından, LAB'leri kompleks proteolitik sistemleri sayesinde kazeini hidrolize ederek ihtiyaç duydukları amino asitleri sağlarlar. Her ne kadar LAB'lerinin proteolitik enzim sistemlerinin biyolojik rolü kendi gelişimleri için ihtiyaç duydukları amino asitlerin temini ile ilgili olsa da, bu enzimlerin aktiviteleri peynirin duysal ve fonksiyonel özelliklerinin oluşumunda büyük öneme sahiptir. Proteolizin son ürünü olarak oluşan amino asitlerin çeşitli katabolik reaksiyonlarla (dekarboksilasyon, deaminasyon, transaminasyon) uçucu aroma bileşenlerine dönüştüğü ve böylece peynir aromasının oluşmasında oldukça önemli etkisinin olduğu bilinmektedir (Settani and Moschetti 2010). Başka bir deyişle amino asitler çeşitli alkoller, aldehitler, esterler ve sülfür bileşikler gibi aroma bileşenleri için öncül maddeler olarak kabul edilmektedirler.

Serbest amino asitlerin konsantrasyonları ile peynirdeki aroma oluşumu arasında pozitif bir korelasyon bulunduğu, lezzet gelişim oranının güvenilir bir göstergesi olarak kabul edildiği bildirilmiştir (Elsamani *et al.* 2015). İlaveten olgunlaşma süresince amino asit konsantrasyonunun genel olarak arttığı, aroma gelişiminin başlıca glutamik asit, metionin, lösin gibi spesifik amino asitlerin varlığı ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Elsamani *et al.* 2015). Glisin, serin, treonin, alanin, prolin amino asitlerinin tatlımsı, histidin, glutamik asit, aspartik asit amino asitlerinin ekşimsi, arginin, metionin, valin, lösin, fenilalanin amino asitlerinin ise acımsı tat oluşumu ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Şahingil *et al.* 2014). Aynı zamanda serbest amino asitlerin çeşitli peynirlerde farklı biyokimyasal özellikler gösterdiği, sistein, metionin, γ -glutamil sistein gibi sülfür içeren amino asitlerin güçlü ksenobiyotik (vücuda alındıktan sonra karaciğerde zehirsizleştirme işlemine tabi olan yabancı madde) deaktivasyon ajanı olarak görev

yaptığı, triptofanın ise stresi hafiflettiği ve uykuya neden olduğu ifade edilmiştir (Kwak *et al.* 2011).

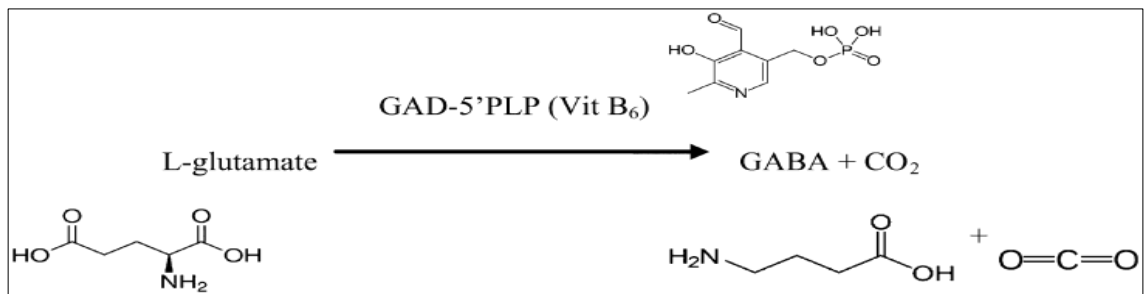
Peynirde bulunan serbest amino asitlerin miktar ve çeşitliliği üretimde kullanılan hammaddenin protein içeriğine ve peynir matriksine dahil olan mikroorganizmaların proteolitik enzimlerinin aktivitelerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kabelova *et al.* 2009). Serbest amino asitlerin belirlenmesi gıdaların beslenme kalitesinin değerlendirilmesinde etkili olmasının yanı sıra, işleme ve depolama prosedürleri sırasında ortaya çıkabilecek muhtemel bozulma ve dönüşüme dair ipuçları vermesi açısından önem taşımaktadır.

Günümüzde gıdaların bazı hastalıkların kontrol edilmesine yardımcı olan biyoaktif bileşenleri içermesi ilaç endüstrisinin gıda endüstrisiyle işbirliği içerisinde olmasına neden olmuş, özellikle fonksiyonel gıdalar giderek popülerite kazanmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bazı gıdaların belirli besinsel bir fonksiyonu olmayan, ancak sağlık üzerinde olumlu etkileri olan biyoaktif bileşikler içerdikleri belirlenmiştir. Gelişmiş ülkelerde araştırmaların büyük bir kısmı bu gıdalara yönelmiştir. Üstelik gıdalara fonksiyonellik kazandıran biyoaktif bileşenlerin doğal yöntemlerle sentezleniyor olması, sağlıklı yaşam sürmek isteyen bireyler için tercih nedeni olmaktadır. Son zamanlarda özellikle fermente gıdalarda LAB'leri tarafından doğal yollarla sentezlenen biyoaktif bileşenlerden biride γ aminobütirik asit (GABA)'tir.

GABA, bakterilerde, bitkilerde ve omurgalılarda yaygın olarak bulunan protein olmayan dört karbonlu bir amino asittir. Merkezi sinir sistemi genelinde yaygın olarak bulunan önemli bir nörotransmitterdir. Beynin çok fazla uyarılması sinirlilik, huzursuzluk, uykusuzluk, nöbetler ve hareket bozukluklarına yol açabilmekte ve çeşitli faktörlerle inhibe edilerek dengelenmesi gerekmektedir. Beyindeki en önemli inhibitör nörotransmitter olan GABA, bu inhibisyonu sağlamakta ve aşırı stres zamanlarında "fren" etkisi yapmaktadır. GABA'nın önemli fizyolojik etkilerinden biride kan basıncını düzenleyici etkisidir. GABA'nın antihipertansif etkisi presinaptik GABA reseptörleri üzerindeki bir eylem yoluyla noradrenalin salınımının engellenmesi ve dolayısıyla

perfüzyon basıncındaki artışın bastırılmasından kaynaklanmaktadır (Hayakawa *et al.* 2004). Yüksek tansiyonu düşürücü etkisi olduğu insan ve hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir (Inoue *et al.* 2003; Kajimoto *et al.* 2004). GABA'nın aynı zamanda diüretik ve sakinleştirici etki gösterdiği, alkol tedavisinde kullanıldığı, bağışıklık hücrelerini sitümüle ettiği, beyindeki protein sentezini artırdığı ve plazmadaki büyüme hormonlarının salgılanmasını teşvik ettiği çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Okada *et al.* 2000; Oh *et al.* 2003; Tujioka *et al.* 2009). Ayrıca insülin hormonunun salgılanmasını artırdığı ve böylece şeker hastalığını önlemede etkili olabileceği bildirilmiştir (Adegate and Ponery 2002). Son yıllarda fizyolojik fonksiyonlarından dolayı GABA ile zenginleştirilmiş yeşil çay, buğday ruşeymi, fermente süt ürünleri gibi fonksiyonel ürünler üretilmeye başlanmıştır (Siragusa *et al.* 2007). Aynı zamanda Japonya'da PharmaFood şirketi tarafından Kimçi'den izole edilen LAB' leri kullanılarak üretilen preparat PharmaGABA ismiyle satışa sunulmuştur (Kook and Cho 2013).

GABA; aktivitesi pridoksal 5¹'fosfat ve B₆ vitaminine bağlı olan glutamik asit dekarboksilaz enzimi (GAD) tarafından L-gutamatin geri dönüşümsüz dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadır (Diana *et al.* 2014b).



Şekil 1.1. Glutamik asitten GABA'nın oluşumu

GABA'nın doğal biyolojik dokularda miktarının az olması nedeniyle canlı dokulardan direkt ekstrakte edilmesinin zor olduğu, yararlı fonksiyonları ve artan ticari talep nedeniyle kimyasal veya biyolojik olarak sentezine yönelik birçok uygulamanın denendiği bildirilmiştir (Li and Cao 2010). Biyolojik yolla sentezinin basit bir reaksiyon

prosedürüne, yüksek katalitik verimliliğe ve çevresel uyumluluğa sahip olması nedeniyle kimyasal sentez yöntemlerinden daha fazla tercih edildiği bildirilmiştir (Huang *et al.* 2007; Dhakal *et al.* 2012). GABA'nın doğal olarak bakteri, maya, küf gibi mikroorganizmalar tarafından üretildiği, özelliklede GRAS olarak kabul edilmeleri nedeniyle LAB'lerinin önemli potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Diana *et al.* 2014a). Ayrıca, GABA'nın patates, ıspanak, kabak, brokoli ve domates gibi bitkisel dokularda bulunduğu, fakat düşük konsantrasyonlarda bulunması nedeniyle yeterli düzeyde biyolojik aktivite gösteremediği ifade edilmiştir (Kook and Cho 2013). Çeşitli kaynaklardan yapılan izolasyon çalışmalarında, bazı LAB'lerinin (*Lb. buchneri*, *Lb. brevis*, *Lb. paracasei* ve *Lb. plantarum*) GAD enzim aktivitesine, dolayısıyla GABA oluşturma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Gardner-Fortier *et al.* 2013; Diana *et al.* 2014). Glutamat dehidrogenaz enziminin karakterizasyonu GABA oluşumunun bazı faktörlerden etkilendiğini göstermiş, bu faktörlerin düşük pH (5'in altında), glutamat konsantrasyonu, oksijen ve tuzun varlığı olduğu bildirilmiştir (Cotter and Hill 2003). Dolayısıyla GABA'nın oluşum miktarının glutamik asit konsantrasyonu ile orantılı olarak artış gösterdiği ifade edilmiştir (Kook and Cho 2013). Kazeinin yüksek oranda glutamik asit içerdiği, dolayısıyla sütün fermentasyonu ya da proteolizi sırasında söz konusu amino asitin fazla miktarda serbest kalabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle özellikle yoğurt ve peynir GABA üretimi açısından üzerinde en çok yoğunlaşılan süt ürünleri arasında yer almaktadır. GABA'nın peynirdeki varlığı bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiş olup, konsantrasyonunun peynirin üretim teknolojisine, starter olarak kullanılan bakterilere, peynirin doğal mikrobiyotasına ve olgunlaşma koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebileceği belirtilmiştir (Siragusa *et al.* 2007).

Peynir içerdiği çok sayıda ve çeşitlilikte LAB'si nedeniyle, GABA açısından önemli bir kaynak olarak kabul edilmekte, konu ile ilgili olarak yabancı peynirler üzerine yapılmış araştırmalar bulunmaktadır (Larcher *et al.* 2005; Siragusa *et al.* 2007; Pouliot-Mathieu *et al.* 2013; Poveda *et al.* 2016). Ülkemizin peynir çeşitliliği göz önüne alınırsa, GABA içeriği açısından önemli potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Ancak, yapılan literatür taraması sonucunda, ülkemizde en fazla tüketimi yapılan peynir çeşitlerimizin (Beyaz, Kaşar ve Tulum) çeşitli özelliklerinin araştırıldığı çok sayıda çalışmaya

rastlanmış, GABA içeriğinin belirlendiği herhangi bir araştırmanın varlığı belirlenememiştir. Bu alışmada Beyaz, Kaşar ve Erzincan Tulum peynirlerinin başta GABA olmak üzere serbest amino asit içeriklerinin belirlenmesi ve mevcut durumun ortaya konulmasına çalışılmıştır. Bu amaçla Türkiye’de satışa sunulan farklı firmalara ait Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin her birinden olgunluk düzeyleri de dikkate alınarak 10’ar adet toplanmış ve GABA ile serbest amino asit düzeyleri açısından analiz edilmiştir. Aynı zamanda örneklerde suda çözünebilir azot fraksiyonları, mikroorganizma sayımları ile GABA oluşumu üzerinde de etkili olduğu dşnlen asitlik, pH ve tuz gibi bazı fizikokimyasal analizlerde yapılmıştır. Böylece GABA üretiminin söz konusu parametrelerle olan ilişkisinde ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bugüne kadar toplum beslenmesinde önemli yer tutan Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri üzerine yapılmış çok sayıda araştırma bulunmasına rağmen, bu bölümde söz konusu peynirler üzerine son yıllarda konu ile alakalı yapılmış araştırma sonuçları verilmiştir

Koçak (2014), Aydın ilinde satış noktalarından toplanılan 120 adet peynir örneğini (30 Beyaz peyniri, 30 Tulum peyniri, 30 Kaşar peyniri ve 30 Lor peyniri) mikrobiyolojik özellikleri bakımından incelemiş ve ortalama TAMB sayılarını Beyaz peynirinde 9,43 log kob/g, Tulum peynirinde 9,87 log kob/g, Kaşar peynirinde 7,71 log kob/g ve Lor peynirinde 9,80 log kob/g olarak belirlemiştir. Araştırmacı en düşük koliform grubu bakteri sayısının Kaşar peynirinde belirlendiğini, örneklerin hiç birinde *Salmonella* spp.'ye rastlanmadığını, bununla birlikte Kaşar peynirine ait bir örnekte *L. monocytogenes* saptandığını bildirmişlerdir.

Kaynar vd (2005), Ankara'nın Ulus Semtindeki marketlerden temin ettikleri 30 adet Beyaz peynir örneğinde *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* ve küfe rastlanmadığını, örneklerin 21 tanesinde koliform grubu bakteri tespit edildiğini, koliform grubu bakteri içeren peynir örneklerinin 18'inde sayıları $7,3 \times 10^1$ - 24×10^2 kob/g arasında değişen fekal koliform ve *Escherichia coli*'ye rastlandığını, $1,0 \times 10^2$ - $2,7 \times 10^3$ kob/g arasında değişen sayılarda maya belirlendiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak Beyaz peynir örneklerinin üretimi esnasında hijyenik koşullara yeterince uyulmadığını ve mikrobiyolojik kalitelerinin genel olarak yetersiz olduğunu ifade etmişlerdir.

Morul ve İşleyici (2012), Konya, Karaman ve Ereğli merkezlerindeki semt pazarı ve marketlerden topladıkları 50 adet Divle Tulum peyniri örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişler ve ortalama pH, su aktivitesi, asitlik, kurumadde, yağ, kül, tuz ve protein değerlerini sırasıyla $5,42 \pm 0,61$, $0,956 \pm 0,02$, $1,074 \pm 0,42$, $56,27 \pm 7,59$, $23,46 \pm 4,48$, $4,96 \pm 0,66$, $3,99 \pm 0,75$ ve $25,90 \pm 3,40$

aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ortalama TAMB sayısını $6,78 \pm 1,42$ log kob/g, 9 örnekte *E. coli* sayısını $3,61 \pm 0,87$ log kob/g, 20 örnekte koliform sayısını $3,04 \pm 1,52$ log kob/g, 40 örnekte *S. aureus* sayısını $5,04 \pm 1,45$ log kob/g, 25 örnekte koagulaz (+) *S. aureus* sayısını $4,82 \pm 1,32$ log kob/g, 48 örnekte *Enterococcus* cinsi bakteri sayısını $6,69 \pm 1,28$ log kob/g, 50 örnekte maya-küf sayısını $6,36 \pm 1,43$ log kob/g olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak peynir örneklerinin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri açısından farklılıklar gösterdiklerini, halk sağlığı açısından risk taşıdıklarını ve üretiminin standardize edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Dığrak vd (1994), Elazığ kapalı çarşısında satışa sunulan 17 adet Erzincan Tulum peynirlerinde TAMB sayılarının $3,2 \times 10^7$ - $9,5 \times 10^9$ /g arasında, LAB sayılarının $1,3 \times 10^3$ - $7,6 \times 10^7$ /g arasında, maya-küf sayılarının $3,6 \times 10^6$ - $2,5 \times 10^7$ /g arasında değiştiğini, örneklerin 9'unda $4,8 \times 10^2$ - $1,9 \times 10^5$ /g arasında *S. aureus* belirlendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca ortalama kurumadde miktarını %53,69, yağ miktarını %27,76, protein miktarını %16,91, tuz miktarını %3,44 ve asitlik değerini %1,608 olarak belirlemişlerdir.

Dinkçi vd (2012), Kargı yöresel pazarından topladıkları 6 adet Kargı Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişler ve toplam bakteri sayısını $6,74$ - $7,26$ log kob/g arasında, laktobasil sayısını $5,54$ - $7,56$ log kob/g arasında, streptokok sayısını $6,95$ - $7,51$ log kob/g, arasında, maya-küf sayısını $5,54$ - $7,24$ log kob/g arasında değiştiğini, koliform grubu bakteriye ise rastlamadığını bildirmişlerdir. Ayrıca peynir örneklerine ait kurumadde miktarının %61,95-70,34 arasında, yağ miktarının %17,83-22,83 arasında, protein miktarının %20,81-22,09 arasında, tuz içeriğini %3,04-4,37 arasında, titrasyon asitliğinin %0,44-0,79 arasında, olgunlaşma indeksi değerlerinin ise %6,95-24,97 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Elmas (2014), Aydın ilinde çeşitli pazarlardan topladığı 60 adet peynir örneğinde (20'si Beyaz, 20'si Tulum ve 20'si Lor peyniri) örneklerin hiçbirinde *Salmonella* spp.'ye rastlanmadığını, Tulum peynirlerine ait örneklerin 1 inde, Lor peynirine ait örneklerin 2 sinde *L. monocytogenes* saptandığını bildirmiştir.

Sandra *et al.* (2013), Makedonya’da satışa sunulan geleneksel yöntemle üretilen 10 adet Beyaz peynir örneğinin yüksek sayıda mikroorganizma içerdiğini, LAB’lerinin baskın mikroorganizma grubu olduğunu, herhangi patojen bakteri tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca peynir örneklerine ait pH değerlerinin 4,04-5,05 arasında, nem içeriklerinin %46,97-51,58 arasında, protein miktarlarının %18,00–21,37 arasında, yağ miktarlarının %26,00-30,00 arasında ve tuz içeriklerinin %4,38–5,43 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Hamid and El Owni (2007), Sudanın Zalingei bölgesinde 8 farklı peynir üreticisinden topladıkları Beyaz peynir örneklerinin (Gibna Bayda) bazı mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini incelemişler ve örneklere ait ortalama TAMB sayısını 9,71 log kob/ml, LAB sayısını 5,06 log kob/ml, koliform grubu bakteri sayısını 3,28 log MPN/ml, maya-küf sayısını 4,46 log kob/ml olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar örneklerin hiçbirinde *Salmonella* spp. ve *Clostridia* spp. türlerinin tespit edilemediğini bildirmişlerdir.

Hayaloğlu (2009), geleneksel yöntemle üretilmiş ve farklı sürelerde olgunlaştırılmış 12 adet Kaşar peyniri örneğinde ortalama pH, nem, kurumadde de yağ, protein, kurumadde de tuz ve titre edilebilir asitlik değerlerinin sırasıyla 5,33, %39,39, %45,20, %27,33, %6,62 ve %0,65 olarak belirlemiştir. Aynı zamanda pH 4.6 da çözünebilir azot ile TCA’da çözünür azot fraksiyonlarına ait olgunlaşma indeksi değerlerinin sırasıyla %10,72-23,75 ile %7,09-%12,26 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Koçak *et al.* (2005) Ankara’da çeşitli satış noktalarından temin ettikleri 124 adet peynir örneğinin (40 adet Beyaz peyniri, 42 adet Kaşar peyniri, 42 adet Tulum peyniri) proteoliz düzeylerini incelemişler, Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait ortalama olgunlaşma indeksi değerlerini sırasıyla %20,74, %12,48 ve %17,60 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar ortalama TCA’da çözünen azot değerlerini Beyaz peynir örnekleri için %0,285, Kaşar peyniri örnekleri için %0,280 ve Tulum peyniri örnekleri için %0,444 olarak, sekonder proteolizin göstergesi olan ortalama PTA’da çözünen azot değerlerini ise üç peynir için sırasıyla %0,111, %0,117, %0,219 olarak tespit etmişlerdir.

Ayar vd (2006), Beyaz, Kaşar, Tulum, Civil, Lor ve küflü peynirlere ait 42 adet peynir örneğinde en yüksek ortalama kurumadde ve yağ miktarlarının Kaşar peynirinde, en yüksek ortalama protein miktarlarının ise Civil peyniri örneklerinde belirlendiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde tuz miktarlarının genellikle standartlara uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Öner *et al.* (2003) Ankara ve Ispartada farklı satış noktalarından temin ettikleri 20 adet Tulum peyniri örneklerinde oldukça yüksek sayılarda toplam bakteri, psikrofilik bakteri, koliform grubu bakteri, *Staphylococcus aureus* ile maya-küf tespit edildiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda Tulum peynirlerine ait ortalama MRS ve M-17 agarda gelişen LAB sayılarının sırasıyla $7,22 \pm 0,67$ log kob/g, $6,93 \pm 1,77$ log kob/g olarak belirlemişler ve Tulum peyniri üretiminin standardize edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Tarakçı and Durmuş (2016) farklı ambalaj materyallerinde olgunlaştırılarak satışa sunulan 20 adet Tulum peynirinde kurumadde miktarlarının %54,74-66,37 arasında, yağ miktarlarının %21,00-43,00 arasında, protein miktarlarının %17,20-23,16 arasında, titrasyon asitliği değerlerinin %1,22-1,80 arasında ve pH değerlerinin ise 4,73-5,50 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Örneklerle ait olgunlaşma indeksi değerlerinin %5,58-16,81, TCA-ÇA/TA oranlarının %4,33-13,59, PTA-ÇA/TA oranlarının ise %2,06-5,12 arasında değiştiğini, farklı ambalaj materyali kullanımının Tulum peynirlerinin kimyasal kompozisyonunu etkilediğini ifade etmişlerdir.

Vapur and Özcan (2012), hayvansal ve mikrobiyal kaynaklı peynir mayası ile farklı oranlarda starter kültür kullanımının Beyaz peynirde serbest amino asit oluşumu üzerindeki etkisini araştırmışlar ve serbest amino asit içeriği açısından muameleler arasında farklılıkların bulunmadığını bildirmişlerdir. İlaveten Phe, Leu - Ile, Gln, Val, Pro and Ala'nin tüm örneklerde olgunlaşma süresince hakim amino asitler olarak belirlendiğini ifade etmişlerdir.

Salih *et al.* (2013), Sudan'ın farklı bölgelerindeki yerel marketlerden toplamış oldukları Jibna–beida (Beyaz peynir) peynir örneklerinde esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler açısından örnekler arasında belirgin farklılıkların bulunmadığını, özellikle Lys, Tyr, Glu, His, Phe ve Leu amino asitlerinin tüm örneklerde yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Şahingil *et al.* (2014), *Lactobacillus helveticus* ve *Lb. casei* yardımcı kültürlerini kullanarak üretmiş oldukları ve farklı sıcaklıklarda (6°C ve 12°C) 120 gün süre ile olgunlaştırdıkları Beyaz peyniri örneklerinde proteoliz düzeylerini incelemişler ve olgunlaşma süresince serbest amino asit içeriklerinin yavaş fakat sürekli artış gösterdiğini, tüm örneklerde Glu, Val, Tyr, Arg, Pro, Leu, ve Lys nin hakim amino asitler olarak belirlendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca yardımcı kültür kullanımı ve 12°C'de olgunlaştırmanın Beyaz peynirde bireysel amino asit içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Temizkan *et al.* (2014) inek, koyun ve keçi sütü kullanarak üretmiş oldukları Kaşar peyniri örneklerinde Glu, Val, Leu, Phe ve Lys amino asitlerini hakim amino asitler olarak belirlemişler, en yüksek serbest amino asit konsantrasyonlarının ise koyun sütü ile üretilen Kaşar peynirlerinde tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Diana *et al.* (2014b), İspanya'da üretilen 34 adet peynir örneğinin serbest amino asit içeriği ile GABA konsantrasyonunu araştırmışlar ve toplam serbest amino asit içeriğini 0,19-67,95 g/kg arasında değiştiğini, GABA konsantrasyonunun ise bazı örneklerde 330±50 mg/kg'a ulaştığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar GABA konsantrasyonlarının peynirin yapıldığı sütün cinsi ve peynirin olgunluk düzeyinden etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Lacroix *et al.* (2013), eski tip peynirlerden izole ettikleri suşların GABA üretim aktivitesi üzerine peynir matriksindeki ana parametrelerin (NaCl, glutamik asit, pH, oksijen) etkilerini araştırmışlar ve toplam 50 adet suşun 9 unun GABA üretebildiğini, bu suşların *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve *L. lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* olarak tanımlandığını, ULAAC-A13 ve ULAAC-A23 suşlarının %2 NaCl ile 367 mg

glutamat içeren 100 ml fermente sütte 500 mg GABA ürettiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak her iki suşun yarı sert ve sert peynirlerde GABA üretimi için ümit verici suşlar olduğunu bildirmişlerdir.

Franciosi *et al.* (2015), İtalya'nın Trentino-AltoAdige bölgesinde geleneksel yöntemle üretilmiş ve farklı sürelerde olgunlaştırılmış Nostrano peynirinden izole ettikleri bakteri suşlarının GABA sentezleme yeteneğini araştırmışlar ve GABA üreten suşların çoğunun *Lactobacillus paracasei*'den oluştuğu, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin ise GABA sentezleyen türler arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar *Enterococcus faecalis* ve *Sc. macedonicus* izolatlarının ise GABA üretmediklerini, *Streptococcus thermophilus*'un ise en yüksek konsantrasyonda ($80,0 \pm 2,7$ mg/kg) GABA üreten izolat olduğunu ifade etmişlerdir.

Siragusa *et al.* (2007), İtalyada üretilen 22 çeşit peynire ait örneklerde GABA konsantrasyonunun 0,26-391 mg/kg arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Aynı zamanda peynir çeşitlerinden izole ettikleri toplan 440 izolatı GABA üretme kapasitesi açısından değerlendirmişler, sadece 61 tanesinin GABA üretme yeteneğine sahip olduğunu, *Lactobacillus paracasei* PF6, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* PR1, *Lactococcus lactis* PU1, *Lactobacillus plantarum* C48 ve *Lactobacillus brevis* PM17 suşlarının en çok GABA üreten izolatlar olduğunu bildirmişlerdir. *L. lactis* PU1 dışında üç laktobasillus suşunun simule edilmiş gastrointestinal koşullarda canlılığını devam ettirdiğini ve GABA sentezleyebildiğini ifade etmişlerdir.

Manca *et al.* (2015), Sardinya adasında üretilen ve satışa sunulan Pecorino Sardo, Pecorino ve Casu Marzu peynir çeşitlerine ait örneklerde GABA konsantrasyonlarını sırasıyla; 2,30-52,00 mg/100g, 0,00-378,1 mg/100g, 34,40-1001,30 mg/100g arasında değiştiğini, özellikle Pecorino ve Casu Marzu peynirlerinde çok yüksek konsantrasyonlarda belirlendiğini ve bu peynirlerde GABA oluşumu için ideal şartların var olduğunu bildirmişlerdir.

Wang *et al.* (2010) farklı oranlarda (%0,1, %1 ve %2) *Lactobacillus casei* Zhang probiyotik suşunu kullanarak ürettikleri Cheddar peynirlerinde GABA konsantrasyonlarını kontrol örneğinde 238,49 mg/kg, deneme peynirlerinde ise sırasıyla 525,34 mg/kg, 538,11 mg/kg ile 677,35 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar *Lactobacillus casei* Zhang suşunun GABA ile zenginleştirilmiş peynir üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.



3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Proje kapsamında Türkiye’de satışa sunulan farklı firmalara ait Beyaz, Kaşar ve Erzincan Tulum peynirlerinin her birinden olgunluk düzeyleri de dikkate alınarak 10’ar adet toplanmış ve araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Peynir örneklerinin olgunlaşma süreleri peynirlerin üretildiği tarih dikkate alınarak belirlenmiş, en az 1 ay ile en çok 9 ay’lık peynirler analize alınmıştır. Örneklerin ambalajlı olmasına dikkat edilmiş ve öncelikle mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler

3.2.1.a. Örneklerin hazırlanması

Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri örneklerinden aseptik şartlarda 10 g tartılıp Stomacher torbalarının içerisine aktarılmış ve üzerine 90 ml steril fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl) eklenmiştir. Ardından Stomacher (bag mixer 400 range) cihazında homojenize edilmiştir. Böylece 10^{-1} ’lik dilüsyonlar hazırlanmıştır. Diğer dilüsyonların hazırlanmasında ise steril pipetler kullanılarak ilk dilüsyondan 1 ml alınmış ve içerisinde 9 ml steril dilüsyon sıvısı bulunan tüplere aktarılmıştır. İşleme 10^{-7} ’lik dilüsyona ulaşıncaya kadar devam edilmiştir (Harrigan 1998).

3.2.1.b. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Peynir örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı için, Plate Count agar (PCA) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan çift petri plağına 0,1 ml ilave

edilmiş ve yayma yöntemi ile ekim yapıldıktan sonra $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiştir. Koloni içeren petriler sayılmıştır (Harrigan 1998).

3.2.1.c. M-17 agar'da gelişen laktik asit bakteri sayımı

M-17 agar'da gelişen LAB sayımı için steril edilmiş M-17 agar'a uygun dilüsyonlardan 1 ml dökme yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petri kutuları $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat aerobik ortamda inkübasyona bırakılmış ve koloni içeren petriler sayılmıştır (Di Cagno *et al.* 2011).

3.2.1.d. MRS agar'da gelişen laktik asit bakteri sayımı

MRS agar'da gelişen LAB sayımı için pH'sı 5,7'ye ayarlanmış MRS agar kullanılmıştır. Steril edilmiş MRS agar ile uygun dilüsyonlardan 1 ml dökme yöntemiyle ekim yapılmış, petri kutuları $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat anaerobik ortamda inkübasyona bırakılmış ve koloni içeren petriler sayılmıştır (Di Cagno *et al.* 2011).

3.2.1.e. *Enterococcus* cinsi bakteri sayımı

Enterococcus cinsi bakteri sayımı için steril edilmiş ve 50°C 'ye soğutulmuş Kanamycin Esculin Azide Agar'a (KAA) dökme yöntemi ile ekim yapılmış, $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat aerobik ortamda inkübasyona bırakılmış ve koloni içeren petriler sayılmıştır (Bulajic and Mijacevic 2004).

3.2.1.f. Koliform grubu bakteri sayımı

Peynir örneklerinde koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan çift petri plağına 1 ml ekim yapılmış, üzerine kaynatılmış 45°C 'ye kadar soğutulmuş VRBA'dan ilave edilmiş ve $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat

inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 0,5 mm'den büyük çaplı olan koloniler sayılmıştır (Mehlman 1984).

3.2.1.g. Maya ve küf sayımı

Maya ve küf sayımında Potato Dextrose agar (PDA) kullanılmıştır. Steril edilmiş PDA'nın pH'sı %10'luk steril tartarik asit ile 3,5'a ayarlanmış ve yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan plaklar 25°C'de 5-7 gün inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon süresi sonunda oluşan koloniler sayılarak maya- küf sayısı belirlenmiştir (Koburger and Marth 1984).

3.2.2. Peynir örneklerinde yapılan fizikokimyasal analizler

3.2.2.a. Kurumadde tayini

Homojen hale getirilen peynir örneklerinden 3,000 g tartılmış ve 100±2°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Sonuçlar gravimetrik olarak belirlenmiştir (IDF 1982).

3.2.2.b. Yağ tayini

Peynir örneklerinin yağ miktarları Gerber yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, peynir bütirometresinin beherciğine 3 g peynir tartılıp bütirometreye yerleştirilmiş, üzerine 10 ml 1,50 özgül ağırlıklı H₂SO₄ ilave edilmiş ve 60-65°C'lik su banyosunda ara sıra çalkalamak suretiyle peynirin H₂SO₄ içerisinde iyice erimesi sağlanmıştır. Sonra üzerine 1 ml amil alkol ilave edilmiş ve asit ile ölçülü kısma kadar tamamlanmıştır. Gerber santrifüjünde 10 dakika kadar santrifüj edilmiştir. Daha sonra 65°C'lik su banyosunda tutulmuş ve ölçülü kısımdan yüzde gram olarak yağ miktarı okunmuştur (Kurt vd 2007).

Kurumadde de yağ oranı ise yağ oranının kurumadde oranına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

3.2.2.c. Protein tayini

Protein miktarları, yakma işlemine tabi tutulan örneklerde mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot miktarının 6,38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir (IDF 1993).

3.2.2.d. Tuz tayini

Porselen bir havana 5 g peynir örneklerinden tartılmış, sıcak saf su ile havanda iyice ezilmiş ve sulu kısım 500 ml'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Tuzun tamamen suya geçmesi için aynı işlem 5-6 kez tekrarlanmıştır. Balon soğutulduktan sonra normal sıcaklıktaki saf su ile tamamlanıp süzölmüştür. Süzöntüden 25 ml alınıp 1-2 damla K_2CrO_4 indikatörü damlatılarak 0,1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan $AgNO_3$ miktarı, aşağıdaki formülde yerine konularak tuz miktarı hesaplanmıştır (Kurt vd 2007).

$$\% \text{ Tuz miktarı} = \frac{G \times 0,585}{P} \times 100$$

G: Titrasyonda harcanan $AgNO_3$ miktarı (ml)

P: Titrasyona giren peynir miktarı (g)

Peynir örneklerinin kurumadde de tuz oranı, tuz oranının kurumadde oranına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

3.2.2.e. Asitlik tayini

Porselen bir havanda ufalanmış 10 g peynir örneği, 40°C sıcaklıktaki saf suyla ezilip, sulu kısım 100 ml'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Bu işlem birkaç kez tekrarlanmıştır. Daha sonra balon çizgisine kadar saf su ile doldurulmuş ve süzölmüştür. Süzöntüden 25 ml (2,5 g) peynir alınıp 2-3 damla fenol fitaleyn indikatörü ilave edilmiş ve 0,1 N NaOH ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı formülde yerine konulmuş ve laktik asit cinsinden % asitlik hesaplanmıştır (Kurt vd 2007).

$$\% \text{ Asitlik} = \frac{H \times 0,009}{P} \times 100$$

H: Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH çözeltisi (ml)

P: Titrasyonda kullanılan peynir miktarı (2,5 g)

3.2.2.f. pH

Peynir örneklerinden 10 g tartılmış, 15 ml saf su içerisinde iyice homojenize edilmiş ve birleşik elektrotlu pH-metre kullanılarak pH'sı belirlenmiştir (Hannon *et al.* 2003).

3.2.3. Peynir örneklerinde azot fraksiyonlarının belirlenmesi

3.2.3.a. pH 4.6'da çözünen azot oranının belirlenmesi

Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünen azot oranları Kuchroo and Fox (1982) tarafından belirtilen metot kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla 20 g örnek tartılmış, 40°C'de 40 ml su ilave edilerek Ultra Turrax blender (IKA Werck Tp 18-10 20,000 Upm) ile 2 d homojenize edilmiştir. Homojenatın pH'sı 1 M HCl ile 4,6'ya getirildikten sonra,

karışım 40°C'ye ayarlanmış su banyosunda 1 saat tutulmuş, 3000x g'de 4°C'de 30 d santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımda biriken yağ bir spatülle uzaklaştırılmış ve sıvı kısım Whatman 113 numaralı filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzölen filtrat saf su ile 100 ml tamamlanmış ve 10 ml alınarak standart mikro-Kjeldahl metodu ile suda çözünen azot miktarı belirlenmiştir. Kalan filtrat TCA ve PTA'da çözünen azot tayini için muhafaza edilmiştir. pH 4.6'da çözünen azot miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Peynir örneklerinde olgunlaşma derecesi ise pH 4.6'da çözünen azotun toplam azota oranlanması ile belirlenmiştir.

$$\% \text{ pH 4.6 da Çözünen Azot} = \frac{[1,4x(V_1-V_0)xNxF]}{M} \cdot 100$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl, ml

V_0 : Kör denemede harcanan HCl, ml

N: HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi, 0,1 N

F: HCl çözeltisinin faktörü

M: Örnek miktarı, g

3.2.3.b. TCA'da çözünen azot oranının belirlenmesi

pH 4.6'da çözünen azot tayini için hazırlanan filtrattan 25 ml alınmış ve eşit miktarda %24'lük (ağırlık/hacim) TCA ilave edilerek oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra karışım Whatman 113 numaralı filtre kağıdı ile süzölmüş, filtrat 50 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır (Polychroniadou *et al.* 1999). Filtrattan 10 ml alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile TCA'da çözünen azot miktarı belirlenmiştir. Sonuçlar 3.2.3.a da verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.c. PTA'da çözünen azot oranının belirlenmesi

pH 4.6'da çözünen azot tayini için hazırlanan filtrattan 5 ml alınmış ve 3,5 ml 3,95 M H_2SO_4 ile 1,5 ml %33,3'lük PTA çözeltisinden eklenmiştir. Karışım 4°C'de bir gece

bekletildikten sonra Whatman No:542 filtre kağıdından süzölmüştür (Jarrett *et al.* 1982). Elde edilen süzöntünün azot içeriğı standart mikro-Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. PTA'da çözünen azot miktarı 3.2.3.a'da verilen eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

TCA ve PTA'da çözünen azot fraksiyonlarına ait olgunlaşma indeksi değeri (%) ise çözünen azot fraksiyonlarına ait değeri toplam azot değeriyle bölünmesiyle hesaplanmıştır.

3.2.4. Peynir örneklerinde gaba ve serbest amino asit içeriğinin belirlenmesi

Peynir örneklerinde serbest amino asit tayini için; 5 g peynir örneğı falcon tüplerine tartılmış, üzerine internal standart olarak 0,1 N HCl çözeltisinde hazırlanmış 10 ml 0,4 mM methionin sülfon ilave edilmiş ve ultratüraksta 5 d boyunca homojenize edilmiştir. Homojenize edilen peynir süspansiyonu, 20 d süreyle ultrasonik su banyosunda bekletilmiş, ardından, 3000xg'de 4°C'de 10 d santrifüj (Hettich 320R) edilmiştir. Santrifüj sonunda elde edilen süpernatanttan 1 ml alınıp, üzerine 1 ml %40'lık triklor asetik asiti ilave edilmiş ve 4°C'de 10 d bekletilmiştir. Daha sonra 20.000 x g 4°C'de 10 d santrifüj edilmiş ve deproteinize edilmiş 25 µl supernatant liyofilize edilerek kurutulmuştur. Kurutma işlemini takiben üzerine eşleme tamponu (20 µl metanol:1M sodium asetat:triötilenamin; 2:2:1) eklenmiş ve tekrar liyofilize edilmiştir. Ardından kurutulmuş örnek üzerine türevlendirme tampon (20 µl metanol: triötilenamin:deiyonize su:fenilizotiyosiyonat; 7:1:1:1) ilave edilmiş, hızlıca çalkalandıktan sonra oda sıcaklığında 20 d bekletilmiştir. Yeniden liyofilize edilmiş ve 1 ml seyreltme tamponu ilave edilerek 0,20 µm çapındaki filtreden geçirilmiştir. Filtre edilmiş örnekten 50 µl alınarak HPLC kolonuna enjekte edilmiştir (Hayaloğlu vd 2011).

Amino asit ve GABA (Sigma) standartları 0,1 N HCl içerisinde hazırlanmış ve HPLC (Schimadzu LC-20AD) cihazına verilmiştir. Peynir örneklerinde amino asitlerin ayırımında Inertsil ODS-3 3µm 4,6x150 mm kolonu (150 mmx4,6 mmx5µm), Buffer A olarak pH'sı asetik asitle 6,55'e ayarlanmış %2,5 asetonitril içeren solüsyon

kullanılmıştır. Buffer B ise asetonitril: deiyonize su: metanolünün 9:8:3 (v/v/v) oranında karıştırılmasıyla hazırlanmış, her iki solvente 10 mg/L olacak şekilde disodyum etilendiamintetraasetik asit (Na_2EDTA) ilave edilmiş ve 254 nm de 45°C’de 1 mL/dk akış oranı ile kolona enjekte edilmiştir. Sonuçlar mg/100 g peynir olarak belirlenmiştir.

3.2.5. İstatistiki analizler

Peynir örneklerine ait analiz sonuçları SPSS for Windows Release ver. 13.0.1 paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Aynı zamanda GABA ile analiz edilen diğer parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizleride yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.1’de, varyans analiz sonuçları ise toplu olarak Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri örneklerinin bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Örnekler		TAMB sayısı	M-17- LAB sayısı	MRS- LAB sayısı	Enterococcus cinsi bakteri sayısı	Koliform grubu bakteri sayısı	Maya sayısı	Küf sayısı
Beyaz Peyniri	1	7,03±0,01	6,69±0,04	6,99±0,20	5,36±0,00	3,25±0,36	4,59±0,50	<2
	2	7,41±0,14	6,97±0,12	7,10±0,13	6,44±0,20	6,52±0,00	4,61±0,10	<2
	3	7,51±0,15	5,09±0,02	7,23±0,00	3,47±0,04	2,72±1,01	3,79±0,00	<2
	4	7,33±0,47	6,78±0,23	7,19±0,01	2,77±0,45	<2	2,00±0,00	<2
	5	7,06±1,10	6,26±0,29	6,83±0,09	3,48±0,53	<2	5,25±0,78	<2
	6	7,34±0,21	6,45±0,05	7,30±0,01	3,04±0,00	<2	3,96±0,05	<2
	7	7,52±0,23	6,61±0,14	7,42±0,01	6,49±0,05	<2	2,95±0,00	<2
	8	7,04±0,22	6,53±0,04	7,04±0,01	5,22±0,14	<2	<2	<2
	9	7,70±0,00	7,68±0,02	7,66±0,05	<2	<2	3,02±0,03	<2
	10	8,13±0,01	7,96±0,07	8,12±0,06	6,60±0,05	4,68±0,00	<2	<2
Kaşar Peyniri	1	7,22±0,26	7,08±0,07	7,18±0,03	<2	<2	5,09±0,02	2,00
	2	7,57±0,05	7,23±0,05	7,53±0,02	4,90±0,19	<2	3,75±0,34	<2
	3	7,22±0,04	6,78±0,06	6,57±0,05	6,15±0,06	<2	4,78±0,36	<2
	4	7,72±0,09	7,41±0,02	7,43±0,01	5,94±0,02	<2	4,68±0,22	<2
	5	7,80±0,04	7,09±0,06	7,72±0,01	6,66±0,08	<2	<2	<2
	6	6,97±0,18	6,52±0,05	6,86±0,02	5,61±0,05	<2	2,00±0,00	<2
	7	5,50±0,14	4,47±0,06	5,37±0,10	<2	<2	3,08±0,12	<2
	8	7,64±0,33	7,12±0,01	7,47±0,02	6,76±0,02	<2	4,02±0,04	<2
	9	6,04±0,36	5,53±0,09	5,38±0,12	2,78±0,00	<2	3,40±0,57	<2
	10	7,81±0,41	7,62±0,02	7,75±0,01	<2	<2	2,69±0,00	<2
Tulum Peyniri	1	7,47±0,08	6,88±0,21	7,36±0,00	4,83±0,23	3,23±0,00	2,69±0,00	<2
	2	7,17±0,00	7,04±0,09	7,08±0,24	5,59±0,26	<2	3,00±0,06	<2
	3	7,88±0,00	7,44±0,00	7,70±0,00	6,93±0,00	3,05±0,21	2,98±0,12	<2
	4	7,07±0,24	6,80±0,06	7,03±0,19	5,52±0,06	<2	4,11±0,26	<2
	5	8,28±0,06	8,22±0,01	8,30±0,01	6,92±0,11	4,86±0,71	3,00±0,00	<2
	6	7,75±0,01	7,64±0,01	7,69±0,01	6,31±0,01	<2	4,33±0,47	<2
	7	7,92±0,24	7,71±0,01	7,86±0,01	6,47±0,04	<2	4,16±0,23	<2
	8	7,70±0,01	7,49±0,02	7,66±0,03	6,63±0,07	<2	2,30±0,42	<2
	9	8,10±0,06	7,77±0,89	7,51±0,24	7,47±0,01	<2	4,63±0,23	2,00
	10	7,94±0,05	7,67±0,01	7,42±0,03	6,62±0,04	2,20±0,28	3,50±0,00	<2

Çizelge 4.2. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz test sonuçları

Varyasyon kaynağı	S D	F değeri						
		TAMB sayısı	M-17- LAB sayısı	MRS - LAB sayısı	<i>Enterococcus</i> cinsi bakteri sayısı	Koliform grubu bakteri sayısı	Maya sayısı	Küf sayısı
Beyaz peyniri (n=10)	9	1,404*	63,729**	37,125**	107,111**	42,685**	33,953**	-
Kaşar peyniri (n=10)	9	22,761**	574,679**	524,582**	1653,246**	-	39,949**	-
Tulum peyniri (n=10)	9	21,597**	4,510*	18,407**	84,946**	30,542**	20,902**	-
Peynir çeşitleri (n=3)	2	5,235**	6,980**	5,822**	9,101**	4,143*	0,093	1,05

4.1.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

Yapılan varyans analizi test sonuçlarından analiz edilen peynirlere ait örneklerin TAMB sayıları arasındaki farklılık Beyaz peynir için $p < 0,05$ düzeyinde, Kaşar ve Tulum peynirleri için $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Aynı zamanda her üç peynir çeşidi arasındaki farklılığında istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$) (Çizelge 4.2). Peynir örneklerinin TAMB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları toplu olarak Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından TAMB sayıları açısından Beyaz peynir örneklerinin daha az değişkenlik gösterdiği, buna karşılık Kaşar ve Tulum peyniri örneklerinde geniş bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Üç peynir içerisinde de en düşük ortalama TAMB sayısı (7,15 log kob/g) Kaşar peynirinde, en yüksek ortalama TAMB sayısı (7,73 log kob/g) ise Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde Koçak (2014) Aydın ilinde çeşitli satış noktalarından topladıkları Beyaz, Kaşar, Tulum ve Lor peynirlerinin TAMB sayıları değerlendirildiğinde en düşük mikrobiyal popülasyonun Kaşar peynirinde belirlendiği bildirmiştir. Benzer şekilde Öner *et al.* (2003) Ankara ve Isparta'da satışa sunulan 20 adet Tulum peynirinde toplam bakteri sayılarının oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Tüketime sunulan peynirlerin TAMB sayıları üzerinde peynir üretim tekniği, hammadde olarak kullanılan sütün mikroorganizma yükü, süte uygulanan ısı işlem, starter kültür kullanımı, işletme hijyeni gibi pek çok faktörün etkili olabileceği bilinmektedir.

Çizelge 4.3. Peynir örneklerinin TAMB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
TAMB sayısı	1	7,03±0,01b	7,22±0,26bc	7,47±0,08d
	2	7,41±0,14ab	7,57±0,05ab	7,17±0,00e
	3	7,51±0,15ab	7,22±0,04bc	7,88±0,00bc
	4	7,33±0,47ab	7,72±0,09ab	7,07±0,24e
	5	7,06±0,52b	7,80±0,04ab	8,28±0,06a
	6	7,34±0,21ab	6,97±0,18c	7,75±0,01c
	7	7,52±0,23ab	5,50±0,14e	7,92±0,024bc
	8	7,04±0,22b	7,64±0,33ab	7,70±0,01cd
	9	7,70±0,00ab	6,04±0,36d	8,10±0,06ab
	10	8,13±0,01a	7,81±0,41a	7,94±0,05bc
En düşük		7,03±0,00	5,50±0,14	7,07±0,24
En yüksek		8,13±0,01	7,81±0,41	8,28±0,06
Ortalama		7,40±0,44AB	7,15±0,78B	7,73±0,38A

4.1.2. M-17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayısı

LAB'leri fermente olabilir şekerlerin laktik aside dönüşümünün sağlanmasında, peynirin karakteristik tat ve aromasının oluşmasında, bakteriyosinler gibi antimikrobiyal metabolitlerin üretiminde rol oynamaları nedeniyle peynir teknolojisinde en önemli mikroorganizma grubu olarak kabul edilmektedir.

Varyans analiz test sonuçlarından Beyaz ve Kaşar peynirlerine ait örneklerin M-17 agarda gelişen LAB sayıları arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde, Tulum peynirine ait örnekler arasındaki farklılık ise $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Her üç peynir çeşidine ait ortalama LAB sayıları arasındaki farklılığında $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2). Peynir örneklerinin M-17 agarda gelişen LAB

sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları toplu olarak Çizelge 4.4'te verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından analiz edilen Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde M-17 agarda gelişen LAB sayılarının geniş sınırlar içerisinde değiştiği, bu durumun özellikle Kaşar peynirinde daha belirgin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. Peynir örneklerinin M-17 agarda gelişen LAB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
M-17 agarda gelişen LAB sayısı	1	6,69±0,04bc	7,08±0,07d	6,88±0,21d
	2	6,97±0,12b	7,23±0,05c	7,04±0,09cd
	3	5,09±0,02e	6,78±0,06e	7,44±0,00bcd
	4	6,78±0,23bc	7,41±0,02b	6,80±0,06d
	5	6,26±0,29d	7,09±0,06d	8,22±0,01a
	6	6,45±0,05cd	6,52±0,05f	7,64±0,01abc
	7	6,61±0,14c	4,47±0,06h	7,71±0,01abc
	8	6,53±0,04cd	7,12±0,01cd	7,49±0,02bcd
	9	7,68±0,02a	5,53±0,09g	7,77±0,89ab
	10	7,96±0,07a	7,62±0,02a	7,67±0,01abc
En düşük		5,09±0,02	4,47±0,06	6,80±0,05
En yüksek		7,96±0,07	7,62±0,02	8,22±0,01
Ortalama		6,70±0,76B	6,68±0,94 B	7,46±0,48A

Peynir çeşitleri içerisinde en yüksek ortalama M-17 agarda gelişen LAB sayısının Tulum peynirinde belirlendiği, sırasıyla Beyaz ve Kaşar peynirlerinin izlediği görülmektedir.

4.1.3. MRS agarda gelişen laktik asit bakteri sayısı

Yapılan varyans analizi sonucunda MRS agarda gelişen LAB sayıları açısından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait örneklerin hem kendi aralarındaki hem de peynir çeşitleri arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Peynir örneklerinin MRS agarda gelişen LAB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları toplu olarak Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Peynir örneklerinin MRS agarda gelişen LAB sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
MRS agarda gelişen LAB sayısı	1	6,99±0,20fg	7,18±0,03c	7,36±0,00d
	2	7,10±0,13def	7,53±0,02b	7,08±0,24e
	3	7,23±0,00cde	6,57±0,05e	7,70±0,00bc
	4	7,19±0,01def	7,43±0,01b	7,03±0,19e
	5	6,83±0,09g	7,72±0,01a	8,30±0,01a
	6	7,30±0,01cd	6,86±0,02d	7,69±0,01bc
	7	7,42±0,01c	5,37±0,10f	7,86±0,01b
	8	7,04±0,01ef	7,47±0,02b	7,66±0,03bc
	9	7,66±0,05b	5,38±0,12f	7,51±0,24cd
	10	8,12±0,06a	7,75±0,01a	7,42±0,03cd
En düşük		6,83±0,09	5,37±0,10	7,03±0,19
En yüksek		8,12±0,06	7,75±0,10	8,30±0,01
Ortalama		7,29±0,36AB	6,93±0,87B	7,56±0,37A

MRS agarda gelişen LAB sayılarının Beyaz peynir örneklerinde 6,83 ile 8,12 log kob/g arasında, Kaşar peyniri örneklerinde 5,37-7,75 log kob/g arasında, Tulum peyniri örneklerinde 7,03-8,30 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Özellikle Kaşar peynirine ait örneklerde LAB sayılarının geniş sınırlar arasında değiştiği, Tulum ve Beyaz peynirlerinde ise daha dar bir aralıkta değişim sergilediği görülmektedir. Genel olarak Tulum peynirinde MRS agarda gelişen LAB sayısının diğer peynirlerden önemli derecede yüksek olduğu, bu durumun Tulum peynirlerinin üretiminde çoğunlukla çiğ sütün kullanılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim analiz edilen peynir örneklerinin çoğunun çiğ süttten üretildiği ambalaj üzerindeki bilgilerde de belirtilmiştir. En düşük LAB sayıları ise Kaşar peynirinde belirlenmiş olup, söz konusu peynirin üretimi sırasında uygulanan haşlama işleminin hem MRS hem de M-17 agarda gelişen LAB sayılarının azalmasında etkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Koçak (2014) Kaşar peynirinde belirlenen düşük mikrobiyal yükün bu peynirin üretiminde kullanılan haşlama işleminden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

4.1.4. *Enterococcus* cinsi bakteri sayısı

Enterococcus cinsi bakterilerin insan ve hayvanların gastrointestinal sisteminde yaygın olarak bulunduğu, yüksek adaptasyon yeteneklerinden dolayı başta çiğ süt olmak üzere çeşitli ortamlara kolaylıkla kolonize olabildikleri bildirilmiştir. Aynı zamanda yüksek tuz (%5-10) konsantrasyonlarında, pH 4,6 ile 9,9 aralığında, 63,5°C 30 d uygulanan ısıtma işlemi sırasında hayatta kalabildikleri ifade edilmiştir (Chajęcka-Wierżchowska *et al.* 2017). Starter olmayan LAB'lerinin önemli bir grubunu oluşturan enterokokların çoğu peynir çeşidinde sıklıkla bulunan bakteri gruplarından biri olduğu, hem çiğ hemde pastörize edilmiş süttten yapılan peynirlerde bulunabileceği belirtilmiştir (Garcia-Cano *et al.* 2014).

Varyans analizi test sonuçlarından *Enterococcus* cinsi bakteri sayıları açısından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait örnekler arasındaki farklılıklar ile peynir çeşitleri arasındaki farklılıklar $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Peynir örneklerinin *Enterococcus* cinsi bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ait en düşük *Enterococcus* cinsi bakteri sayısı $< 2 \log \text{ kob/g}$, en yüksek $6,60 \log \text{ kob/g}$ olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Kaşar peyniri örneklerinin *Enterococcus* cinsi bakteri sayılarının < 2 ile $6,76 \log \text{ kob/g}$ arasında değiştiği ve hem Beyaz hem de Kaşar peynirlerine ait örnekler arasında çeşitliliğin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tulum peynirlerine ait örneklerde *Enterococcus* cinsi bakteri sayılarının $4,83-7,47 \log \text{ kob/g}$ arasında değiştiği, analiz edilen örneklerin çoğunda 10^6 kob/g düzeylerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde analiz edilen örneklerin çoğunda enterokokların varlığı saptanmış ve bu durumun söz konusu bakteri grubunun pastörizasyon sıcaklıklarına gösterdikleri direnç, ekstrem pH değerlerinde çoğalabilmeleri ve yüksek tuz konsantrasyonu gibi farklı gelişme şartlarına kolayca adapte olabilme yetenekleri ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Nitekim çok sayıda araştırmacı Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde yüksek sayılarda *Enterococcus*

cinsi bakterilerinin izole edildiğini bildirmiştir (Dağdemir and Özdemir 2008; Turhan 2012; Ertürkmen ve Öner 2015; Toğay *et al.* 2016; İspirli *et al.* 2017).

Çizelge 4.6. Peynir örneklerinin *Enterococcus* cinsi bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
<i>Enterococcus</i> cinsi bakteri sayısı	1	5,36±0,00b	<2 g	4,83±0,23f
	2	6,44±0,20a	4,90±0,19e	5,59±0,26e
	3	3,47±0,04c	6,15±0,06b	6,93±0,00b
	4	2,77±0,45d	5,94±0,02c	5,52±0,06e
	5	3,48±0,53c	6,66±0,08a	6,92±0,11b
	6	3,04±0,00cd	5,61±0,05d	6,31±0,01d
	7	6,49±0,05a	<2 g	6,47±0,04cd
	8	5,22±0,14b	6,76±0,02a	6,63±0,07c
	9	<2 e	2,78±0,00f	7,47±0,01a
	10	6,60±0,05a	<2g	6,62±0,04c
En düşük		<2	<2	4,83±0,23
En yüksek		6,60±0,05	6,76±0,02	7,47±0,01
Ortalama		4,47±1,70B	4,45±2,03 B	6,33±0,77A

Peynir çeşitleri dikkate alındığında *Enterococcus* cinsi bakteri sayılarının Tulum peynirinde belirgin derecede yüksek olduğu, bu durumun daha öncede belirtildiği gibi bu peynirin üretiminde çiğ süt kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.5. Koliform grubu bakteri sayısı

Peynirde koliform grubu bakterilerin tespiti ürünün sanitasyon kurallarına uygun üretilip üretilmediğinin bir göstergesi olarak kabul edilmesi açısından önem arz etmektedir. Varyans analiz sonuçlarından koliform grubu bakteri sayıları açısından Beyaz ve Tulum peynirlerine ait analiz edilen örnekler arasındaki farklılıklar $p<0,01$ düzeyinde, peynir çeşitleri arasındaki farklılıklar ise $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Peynir örneklerinin koliform grubu bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Peynir örneklerinin koliform grubu bakteri sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
Koliform grubu bakteri sayısı	1	3,25±0,36c	<2	3,23±0,00b
	2	6,52±0,00a	<2	<2c
	3	2,72±1,01cd	<2	3,05±0,21b
	4	<2d	<2	<2 c
	5	<2d	<2	4,86±0,71a
	6	<2d	<2	<2 c
	7	<2d	<2	<2 c
	8	<2d	<2	<2 c
	9	<2d	<2	<2 c
	10	4,68±0,00b	<2	2,20±0,28c
En düşük		<2	<2	<2
En yüksek		6,52±0,00	<2	4,86±0,71
Ortalama		2,85±1,55A	<2 B	2,47±0,97AB

Koliform grubu bakteri sayılarının Beyaz peynir örneklerinde <2-6,52 log kob/g arasında, Tulum peynirlerinde ise <2-4,86 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Kaşar peynirlerinde koliform grubu bakteri sayılarının <2 log kob/g'nin altında olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun Kaşar peynirinin üretimi sırasında uygulanan haşlama işleminin (75°C'de 1-2 d) koliform grubu bakteri sayısını azaltmada etkili olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Koçak (2014) farklı işletmelerden topladığı Beyaz, Kaşar, Tulum ve Lor peynirleri arasında en düşük koliform grubu bakteri sayısının Kaşar peynirinde tespit edildiğini ve bu durumun Kaşar peyniri üretiminde iki kere ısıtma işlemi tabi tutulmasından kaynaklandığını bildirmiştir. Var *et al.* (2006) farklı şekilde ambalajladıkları ve geleneksel yöntemle ürettikleri Kaşar peyniri örneklerinde olgunlaşma süresince koliform bakteri tespit edemediklerini bildirmişlerdir. Aydemir (2010) Kars ilinde faaliyet gösteren 5 farklı işletmede geleneksel yöntemlerle üretilen Kaşar peynirlerinde koliform grubu bakterilerin tespit edilemediğini bildirmişlerdir.

Analiz edilen tüm örnekler içerisinde en yüksek koliform grubu bakteri sayısı Beyaz peynire ait 2 nolu örnekte (6,52 log kob/g) belirlenmiştir. Söz konusu örnekte pH değerinin (6,08±0,12) de oldukça yüksek olması hijyenik koşullara yeterince dikkat

edilmediğini, süte yeterli ısı işlem uygulanmadığını ya da üretim sonrası kontaminasyonu akla getirmektedir (Çizelge 4.10). Koliform grubu bakterilerin peynirlere çiğ süttten geçtiği, pastörize edilmiş sütte bulunmadığı ve taze peynirlere yapım aşamasında bulaştığı bildirilmiştir (Kaynar 2011). Bununla birlikte analiz edilen Beyaz peynir örneklerinin çoğunda koliform grubu bakteri sayısı $<2 \log \text{ kob/g}$ seviyesinde belirlenmiştir. Bu durumun Beyaz peynir üretiminde sütün pastörize edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Tulum peynirine ait örneklerin büyük bölümünde düşük ($<2 \log \text{ kob/g}$) sayılarda koliform grubu bakteri tespit edilmiştir. Bu durumun söz konusu peynirlerin uzun süre olgunlaştırılmış olmasına bağlı olarak asitlik ve tuz konsantrasyonlarındaki artış ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Tulum peyniri örneklerine ait pH değerlerinin genellikle 5'in altında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). Trmcic *et al.* (2016) pH sı 5'in altında olan 47 adet peynir örneğinin sadece ikisinde koliform grubu bakteriye rastlandığını, nadiren de olsa söz konusu mikrobiyal grubun 5'in altındaki pH değerlerinde de gelişme gösterebileceklerini bildirmişlerdir. Aynı zamanda koliform grubu bakteri sayısı üzerinde üretimde kullanılan sütün çiğ ya da pastörize olması, peynirin tuz içeriği, pH'sı, işletmedeki hijyenik koşullar gibi pek çok faktör etkili olduğuda bilinmektedir

4.1.6. Maya ve küf sayısı

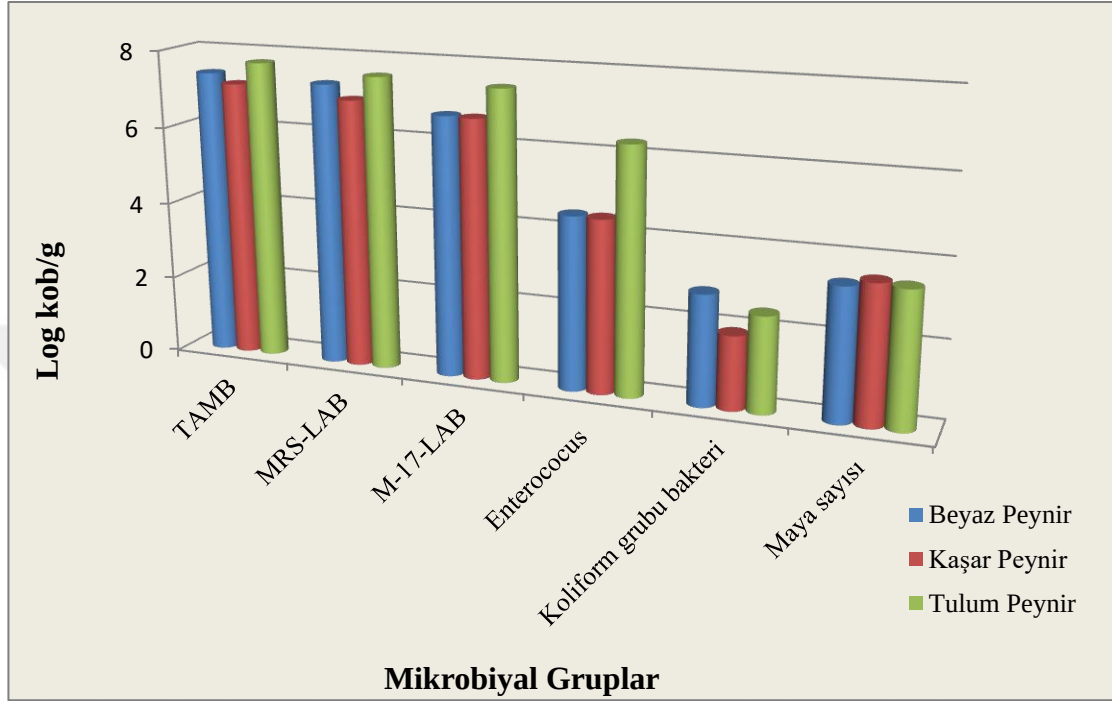
Varyans analiz sonuçlarından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin kendi içerisinde maya sayıları arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken, peynir çeşitleri arasındaki farklılığın ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$). Küf sayıları açısından peynir örneklerinin hem kendi aralarında hem de peynir çeşitleri arasında herhangi bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Peynir örneklerinin maya-küf sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Beyaz peynire ait örneklerin 2'si, Kaşar peynirine ait örneklerin 1'i hariç kalan örneklerde önemli sayılabilecek düzeyde maya varlığı tespit edilmiştir. Kaynar vd (2005) Ankarada satışa sunulan 30 adet Beyaz peynirinde çevresel kontaminasyonun göstergesi olarak kabul edilen maya sayılarının $1,0 \times 10^2$ - $2,7 \times 10^3$ kob/g arasında değiştiğini, küf üremesinin ise görülmediğini bildirmişlerdir. Dinkçi vd

(2012) yöresel pazarlardan temin ettikleri Kargı Tulum peynirlerinde maya-küf sayılarının 5,54-7,24 log kob/g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait analiz edilen örneklerin çoğunda küf sayılarının tespit edilebilir seviyenin (<2 log kob/g) altında olduğu belirlenmiştir. Bu durumun araştırma kapsamında analiz edilen tüm örneklerin ambalajlı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Özellikle Kaşar ve Tulum peynirlerinin vakum ambalajlanmış olması ve dolayısıyla oksijen ile temaslarının kesilmiş olması küf gelişimini önemli ölçüde sınırlandırmış olabilir.

Çizelge 4.8. Peynir örneklerinin maya-küf sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
Maya sayısı	1	4,59±0,50ab	5,09±0,02a	2,69±0,00cd
	2	4,61±0,10ab	3,75±0,34bc	3,00±0,06bc
	3	3,79±0,00c	4,78±0,36a	2,98±0,12bc
	4	2,00±0,00e	4,68±0,22a	4,11±0,26a
	5	5,25±0,78a	<2 f	3,00±0,00bc
	6	3,96±0,05bc	2,00±0,00f	4,33±0,47a
	7	2,95±0,00d	3,08±0,12de	4,16±0,23a
	8	<2 e	4,02±0,04b	2,30±0,42d
	9	3,02±0,03d	3,40±0,57cd	4,63±0,23a
	10	<2 e	2,69±0,00e	3,50±0,00b
En düşük		<2	<2	2,69±0,00
En yüksek		5,25±0,78	5,09±0,02	4,63±0,23
Ortalama		3,39±1,21A	3,54±1,11 A	3,47±0,79 A
Küf sayısı	1	<2	2,00±0,00	<2
	2	<2	<2	<2
	3	<2	<2	<2
	4	<2	<2	<2
	5	<2	<2	<2
	6	<2	<2	<2
	7	<2	<2	<2
	8	<2	<2	<2
	9	<2	<2	2,00±0,00
	10	<2	<2	<2

Beyaz, Kaşar ve Tulum örneklerine ait analiz edilen mikrobiyal grupların değişimi Şekil 4.1’de toplu olarak görülmektedir.



Şekil 4.1. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde analiz edilen mikrobiyal grupların değişimi

4.2. Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.9, asitlik ve pH değerleri ise Çizelge 4.10’da verilmiştir. Peynir örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise toplu olarak Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları (%)

Örnekler		KM	Yağ	Protein	Tuz	KM'de tuz	KM'de yağ
Beyaz Peyniri	1	55,40±0,07	28,50±0,70	20,98±0,24	4,79±0,16	8,64±0,30	51,44±1,20
	2	38,12±0,08	18,00±0,00	15,56±0,35	4,21±0,00	11,04±0,08	47,21±0,10
	3	58,89±0,74	29,25±0,35	23,04±0,02	4,91±0,00	8,33±0,10	49,67±1,23
	4	40,11±0,14	20,00±0,71	15,01±0,17	3,74±0,00	9,32±0,02	49,86±1,93
	5	33,37±0,47	10,25±0,35	15,11±0,24	4,38±0,08	13,12±0,46	30,71±0,62
	6	51,14±0,84	27,25±0,35	18,25±0,86	3,62±0,16	7,07±0,19	53,28±0,19
	7	53,32±0,81	27,00±0,70	20,15±0,50	4,91±0,00	9,20±0,14	50,63±0,55
	8	55,31±0,12	27,00±0,00	21,96±0,39	4,68±0,00	8,46±0,04	48,81±0,24
	9	48,56±0,16	24,50±0,71	17,88±0,81	4,32±0,16	8,89±0,31	50,45±1,61
	10	46,04±0,11	23,50±0,70	17,60±0,07	3,74±0,00	8,12±0,05	51,04±1,17
Kaşar Peyniri	1	62,35±0,21	32,00±0,00	25,28±0,00	3,62±0,16	5,81±0,24	51,32±0,17
	2	66,90±0,13	33,50±0,70	28,61±0,37	3,85±0,16	5,75±0,23	50,07±1,15
	3	62,34±0,65	32,00±0,00	25,62±1,83	3,62±0,16	5,81±0,19	51,33±0,54
	4	63,75±0,36	33,00±1,41	26,56±1,49	2,98±0,08	4,67±0,15	51,76±2,51
	5	65,57±0,47	35,25±0,35	25,28±0,12	3,80±0,08	5,79±0,08	53,75±0,92
	6	66,73±0,20	34,00±0,00	27,25±0,21	4,03±0,08	6,03±0,10	50,95±0,15
	7	60,03±0,12	26,25±1,06	28,37±0,43	3,39±0,16	5,64±0,30	43,72±1,67
	8	64,60±0,05	34,75±0,35	25,06±0,80	3,68±0,08	5,69±0,12	53,79±0,59
	9	61,89±0,71	28,75±0,35	26,60±0,06	3,74±0,00	6,04±0,07	46,45±0,03
	10	61,52±0,10	32,50±0,0	24,61±0,31	3,44±0,24	5,59±0,41	52,82±0,09
Tulum Peyniri	1	56,20±0,82	30,00±0,00	21,48±0,00	3,33±0,08	5,92±0,06	53,38±0,79
	2	57,50±0,42	29,75±0,35	23,70±0,12	2,34±0,00	4,06±0,03	51,73±0,23
	3	61,72±0,38	31,50±0,00	25,32±0,70	3,44±0,41	5,58±0,70	51,03±0,31
	4	57,03±0,08	29,75±0,35	23,15±0,25	2,10±0,00	3,68±0,01	52,16±0,69
	5	59,68±0,35	30,00±0,00	24,41±0,67	3,51±0,00	5,88±0,03	50,26±0,29
	6	58,87±0,08	32,25±0,35	21,22±0,01	2,68±0,16	4,56±0,27	54,78±0,52
	7	59,33±0,25	32,00±0,00	22,28±0,52	3,15±0,16	5,31±0,29	53,93±0,22
	8	57,16±0,75	30,00±0,00	22,01±0,21	3,21±0,08	5,61±0,23	52,48±0,69
	9	60,48±0,98	34,00±0,00	21,28±0,29	3,33±0,08	5,50±0,04	56,21±0,91
	10	59,07±0,59	33,00±0,00	21,21±0,49	3,15±0,16	5,33±0,21	55,86±0,55

Çizelge 4.10. Beyaz, Kaşar, Tulum peynir örneklerine ait titrasyon asitliği ve pH değerleri

	Beyaz peynir		Kaşar peyniri		Tulum Peyniri	
	Titrasyon asitliği (%)	pH	Titrasyon asitliği (%)	pH	Titrasyon asitliği (%)	pH
1	1,073±0,12	5,27±0,00	0,854±0,02	5,28±0,02	1,200±0,10	4,92±0,02
2	0,163±0,02	6,08±0,12	0,745±0,02	5,34±0,01	1,036±0,02	4,59±0,01
3	1,356±0,06	4,94±0,02	0,868±0,05	5,46±0,01	1,254±0,02	4,94±0,01
4	0,909±0,00	4,95±0,03	0,873±0,00	5,17±0,02	1,254±0,07	4,61±0,05
5	0,854±0,02	4,70±0,03	0,854±0,02	5,24±0,05	1,236±0,00	5,14±0,02
6	1,481±0,05	4,75±0,01	0,738±0,07	5,49±0,00	1,363±0,02	4,76±0,01
7	0,909±0,01	5,35±0,01	0,685±0,07	5,59±0,01	1,436±0,02	4,65±0,01
8	1,164±0,00	5,32±0,01	0,864±0,02	5,30±0,01	1,563±0,10	5,03±0,00
9	1,217±0,02	4,67±0,01	0,347±0,00	5,74±0,01	1,376±0,00	4,75±0,01
10	1,023±0,04	4,92±0,07	0,917±0,00	5,08±0,01	1,323±0,07	4,80±0,00

Çizelge 4.11. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz test sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri							
		Kurumadde	Yağ	Protein	Tuz	KM'de yağ	KM'de tuz	Titrasyon asitliği	pH
Beyaz peyniri (n=10)	9	633,448**	244,005**	79,094**	57,042**	71,076**	116,024**	92,564**	162,034**
Kaşar peyniri (n=10)	9	75,543**	38,250**	5,779**	8,597**	17,065**	6,160**	31,133**	165,265**
Tulum peyniri (n=10)	9	19,035**	127,00**	25,695**	17,019**	24,459**	15,417**	11,679**	148,102**
Peynir çeşitleri (n=3)	2	49,927**	31,427**	73,322**	45,324**	6,626**	83,602**	24,232**	18,469**

4.2.1. Kurumadde

Varyans analiz sonuçlarında görüldüğü gibi Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin hem kendi içerisindeki kurumadde değerleri arasındaki farklılık hem de peynir çeşitleri arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Peynir örneklerinin kurumadde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Peynir örneklerinin kurumadde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
Kurumadde	1	55,40±0,07 b	62,35±0,21e	56,20±0,82d
	2	38,12±0,08 h	66,90±0,13a	57,50±0,42d
	3	58,89±0,74a	62,34±0,65e	61,72±0,38a
	4	40,11±0,14g	63,75±0,36d	57,03±0,08d
	5	33,37±0,47i	65,57±0,47b	59,68±0,35bc
	6	51,14±0,84d	66,73±0,20a	58,87±0,08c
	7	53,32±0,81c	60,03±0,12f	59,33±0,25bc
	8	55,31±0,12b	64,60±0,05c	57,16±0,75d
	9	48,56±0,16e	61,89±0,71e	60,48±0,98ab
	10	46,04±0,11f	61,52±0,10e	59,07±0,59c
En düşük		33,37±0,47	60,03±0,12	56,20±0,82
En yüksek		58,89±1,62	66,90±0,13	61,72±0,38
Ortalama		48,02±8,23C	63,57±2,28A	58,70±1,72B

Beyaz peynir örneklerine ait kurumadde değerlerinin %33,37-%58,89 arasında değiştiği ve oldukça geniş bir varyasyon gösterdiği görülmektedir. Kaşar ve Tulum peynirlerine ait örneklerde ise kurumadde değerlerinin daha dar aralıkta değiştiği, Kaşar peyniri örneklerinde %60’ın; Tulum peyniri örneklerinde %55’in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. 2015 yılında yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde olgunlaştırılmış Beyaz peynir için nem miktarının en çok %60, Kaşar peyniri için en çok %40 ve Tulum peyniri için en çok %45 olabileceği hükmü yer almaktadır. Bu durumda analiz edilen Beyaz peynir örneklerinin 2’si (2 ve 5 nolu örnek) dışında peynir çeşitlerine ait tüm örnekler peynir tebliğinde belirtilen değerlere uygunluk

göstermektedir. Peynir çeşitleri içerisinde en yüksek ortalama kurumadde değeri (%63,57) Kaşar peynirinde belirlenmiş olup, bu peyniri sırasıyla Tulum ve Beyaz peynir örnekleri takip etmiştir. Beklenildiği üzere bu durum söz konusu peynirlerin yapım tekniklerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Ayar (2006) piyasada satışa sunulan Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait ortalama kurumadde değerlerini sırasıyla %35,80; %63,16 ve %53,56 olarak belirlemiştir.

4.2.2. Yağ ve kurumadde de yağ oranları

Varyans analiz testi sonuçlarından yağ ve kurumadde de yağ oranları açısından hem peynir gruplarının kendi içerisinde hem de çeşitleri arasındaki farklılık $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Peynir örneklerinin yağ ve kurumadde de yağ oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ait en düşük yağ miktarı %10,25, en yüksek yağ miktarı %29,25 olarak belirlenmiştir. Kaşar ve Tulum peynirlerinde ise yağ içeriklerinin sırasıyla %26,25-35,25 ile %29,75-34,00 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Mevcut verilerden özellikle Beyaz peynirler açısından farklı yağ içeriklerine sahip peynirlerin piyasada var olduğu görülmektedir. Kaşar ve Tulum peynirlerinin yağ içerikleri bakımından daha standart bir dağılım gösterdiği, analiz edilen örneklerin çoğunun %30'un üzerinde yağ içerdiği belirlenmiştir. Tarakçı and Durmuş (2016) farklı ambalaj materyallerinde olgunlaştırılarak satışa sunulan Tulum peynirlerinde yağ miktarlarının %21,00-43,83 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hayaloğlu (2009) piyasadan temin edilen 12 adet Kaşar peyniri örneğinde kurumadde de yağ oranlarının %38,23–52,55 aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Kurumadde de yağ değerleri incelendiğinde en düşük değer (%30,71) Beyaz peynirine ait 5 nolu örnekte, en yüksek değer (%56,21) ise Tulum peynirine ait 9 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Peynir Tebliği'nde (2015) peynirin kurumadde de yağ oranı en az %45 ise tam yağlı, %25-45 arasında ise yarım yağlı, %10-25 arasında ise az yağlı, %10'dan

az ise yağsız peynir olarak sınıflandırıldığı bildirilmiştir. Bu durumda sadece Beyaz peynire ait bir örnek hariç analiz edilen tüm örneklerin tam yağlı peynir sınıfına girdiği belirlenmiştir. Peynir çeşitleri içerisinde en yüksek ortalama yağ miktarı Kaşar peynirinde belirlenmiş olup, bu peyniri sırasıyla Tulum ve Beyaz peynirleri takip etmiştir. Kurumadde de yağ oranları dikkate alındığında Tulum peynir örneklerinin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Peynir örneklerinin yağ ve kurumadde de yağ oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
Yağ	1	28,50±0,70a	32,00±0,00d	30,00±0,00e
	2	18,00±0,00 e	33,50±0,70bcd	29,75±0,35e
	3	29,25±0,35a	32,00±0,00d	31,50±0,00d
	4	20,00±0,71d	33,00±1,41cd	29,75±0,35e
	5	10,25±0,35 f	35,25±0,35a	30,00±0,00e
	6	27,25±0,35b	34,00±0,00abc	32,25±0,35c
	7	27,00±0,70b	26,25±1,06f	32,00±0,00c
	8	27,00±0,00b	34,75±0,35ab	30,00±0,00e
	9	24,50±0,71c	28,75±0,35e	34,00±0,00a
	10	23,50±0,70c	32,50±0,00cd	33,00±0,00b
En düşük		10,25±0,35	26,25±1,06	29,75±0,35
En yüksek		29,25±0,35	35,25±0,35	34,00±0,00
Ortalama		23,53±5,77B	32,20±2,73A	31,22±1,50A
KM'de de Yağ	1	51,44±1,20ab	51,32±0,17abc	53,38±0,79de
	2	47,21±0,10c	50,07±1,15c	51,73±0,23fg
	3	49,67±1,23bc	51,33±0,54abc	51,03±0,31gh
	4	49,86±1,93b	51,76±2,51abc	52,16±0,69efg
	5	30,71±0,62d	53,75±0,92a	50,26±0,29h
	6	53,28±0,19a	50,95±0,15bc	54,78±0,52bc
	7	50,63±0,55b	43,72±1,67e	53,93±0,22cd
	8	48,81±0,24bc	53,79±0,59a	52,48±0,69ef
	9	50,45±1,61b	46,45±0,03d	56,21±0,91a
	10	51,04±1,17ab	52,82±0,09ab	55,86±0,55ab
En düşük		30,71±0,62	43,72±1,67	51,03±0,31
En yüksek		53,28±0,54	53,79±0,59	56,21±0,91a
Ortalama		48,31±6,27B	50,59±3,21AB	53,18±1,99A

4.2.3. Protein

Varyans analizi test sonuçlarından protein miktarları açısından Beyaz, Kaşar, Tulum peynirlerinin hem kendi aralarında hem de üç peynir çeşidi arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Peynir örneklerinin protein değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.14’de verilmiştir. Analiz edilen örnekler içerisinde protein miktarları en fazla değişkenlik gösteren peynir çeşidi Beyaz peynir olup, protein içerikleri %15,01-23,04 arasında değişmiştir. Tulum ve Kaşar peynirlerinde protein içeriklerinin sırasıyla %24,61-28,61; %21,21-25,32 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Peynir örneklerinin protein değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
Protein	1	20,98±0,24bc	25,28±0,00cd	21,48±0,00ef
	2	15,56±0,35e	28,61±0,37a	23,70±0,12bc
	3	23,04±0,02a	25,62±1,83cd	25,32±0,70a
	4	15,01±0,17e	26,56±1,49bcd	23,15±0,25cd
	5	15,11±0,24e	25,28±0,12cd	24,41±0,67ab
	6	18,25±0,86d	27,25±0,21abc	21,22±0,01f
	7	20,15±0,50c	28,37±0,43ab	22,28±0,52de
	8	21,96±0,39b	25,06±0,80d	22,01±0,21ef
	9	17,88±0,81d	26,60±0,06bcd	21,28±0,29f
	10	17,60±0,07d	24,61±0,31d	21,21±0,49f
En düşük		15,01±0,17	24,61±0,31	21,21±0,49
En yüksek		23,04±0,02	28,61±0,37	25,32±0,70
Ortalama		18,55±2,82C	26,32±1,48A	22,60±1,46B

En yüksek ortalama protein (%26,32) içeriği Kaşar peynirinde, en düşük değer (%18,55) Beyaz peynirinde belirlenmiş olup, kurumadde değerleri ile paralellik arz etmektedir. Ayar (2006) farklı satış noktalarından temin ettikleri Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait örneklerde ortalama protein miktarlarını sırasıyla %14,26, %29,16 ve %25,93 olarak belirlemişlerdir.

4.2.4. Tuz ve kurumadde de tuz oranları

Varyans analiz sonuçlarından tuz ve kurumadde de tuz oranları açısından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin hem kendi içerisinde hem de peynir çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Peynir örneklerinin tuz ve kurumadde de tuz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde tuz içeriklerinin %3,62-4,91 arasında, Kaşar peynirlerinde %2,98-4,03 arasında, Tulum peynirlerinde ise %2,10-3,51 arasında değiştiği belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerine ait en düşük kurumadde de tuz oranı %7,07, en yüksek kurumadde de tuz oranı %13,12 olarak belirlenmiş, geniş sınırlar içerisinde değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun kullanılan salamuranın tuz konsantrasyonu, peynirin salamura kalma süresi ile nem içeriklerinin farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim peynirin tuz alımında salamuranın tuz içeriği, sıcaklığı, asitliği, salamura bekleme süresi, peynirin kurumadde içeriği, yüzey alanının büyüklüğü gibi değişik faktörlerin etkisinin bulunduğu bildirilmiştir (Uraz and Gencer 2000).

Hem Kaşar hem de Tulum peynirlerinde kurumadde de tuz oranlarının daha dar aralıkta değişim sergilediği, genel olarak analiz edilen örneklerin kurumadde de tuz oranlarının istatistiksel olarak benzer olduğu görülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (2015) kurumadde de tuz miktarının olgunlaştırılmış Beyaz peynir için en çok %6,5, Kaşar peyniri için %4 ve Tulum peyniri için %5 olabileceği hükmü yer almaktadır. Bu durumda analiz edilen Beyaz ve Kaşar peynir örneklerinin tamamının belirtilen değerlerin üzerinde olduğu, Tulum peynirine ait örneklerden ise sadece 3'ünün (2,4 ve 6 numaralı) tebliğde belirtilen değerlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Üç peynir çeşidi içerisinde en yüksek tuz ve kurumadde de tuz oranları Beyaz peynirde belirlenmiş olup, Tulum ve Kaşar peynirlerinde tuz içeriklerinin istatistiksel olarak benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun Beyaz peynir örneklerinin salamura olgunlaştırılmış olması ve nem içeriklerinin yüksek olması nedeniyle bünyelerine daha fazla tuzu almalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.15. Peynir örneklerinin tuz ve kurumadde de tuz oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
Tuz	1	4,79±0,16ab	3,62±0,16bcd	3,33±0,08a
	2	4,21±0,00c	3,85±0,16ab	2,34±0,00bc
	3	4,91±0,00a	3,62±0,16bcd	3,44±0,41a
	4	3,74±0,00d	2,98±0,08e	2,10±0,00c
	5	4,38±0,08c	3,80±0,08ab	3,51±0,00a
	6	3,62±0,16d	4,03±0,08a	2,68±0,16b
	7	4,91±0,00a	3,39±0,16d	3,15±0,16a
	8	4,68±0,00b	3,68±0,08bcd	3,21±0,08a
	9	4,32±0,16c	3,74±0,00abc	3,33±0,08a
	10	3,74±0,00d	3,44±0,24cd	3,15±0,16a
En düşük		3,62±0,16	2,98±0,08	2,10±0,00
En yüksek		4,91±0,16	4,03±0,08	3,51±0,00
Ortalama		4,33±0,48A	3,61±0,30B	3,02±0,48C
KM'de de tuz	1	8,64±0,30de	5,81±0,24a	5,92±0,06a
	2	11,04±0,08b	5,75±0,23a	4,06±0,03bc
	3	8,33±0,10e	5,81±0,19a	5,58±0,70a
	4	9,32±0,02c	4,67±0,15b	3,68±0,01c
	5	13,12±0,46a	5,79±0,08a	5,88±0,03a
	6	7,07±0,19f	6,03±0,10a	4,56±0,27b
	7	9,20±0,14c	5,64±0,30a	5,32±0,29a
	8	8,46±0,04de	5,69±0,12a	5,61±0,23a
	9	8,89±0,31cd	6,04±0,07a	5,50±0,04a
	10	8,12±0,05e	5,59±0,41a	5,33±0,21a
En düşük		7,07±0,30	4,67±0,15	3,68±0,00
En yüksek		13,12±0,46	6,03±0,10	5,92±0,06
Ortalama		9,22±1,65A	5,68±0,40B	5,14±0,77B

Nitekim Ayar (2006) piyasada satışa sunulan Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde ortalama kurumadde de tuz oranlarını sırasıyla %9,55, %6,47 ve 7,63 olarak belirlemişlerdir. Tarakçı and Durmuş (2016) farklı ambalaj materyalleri içerisinde olgunlaştırılan 20 adet Tulum peynirinde kurumadde de tuz oranlarını %3,78-6,20 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hayaloğlu (2009), çeşitli satış noktalarından temin ettiği Kaşar peynirlerinde kurumadde de tuz oranlarının %4,62-7,57 aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

4.2.5. Titrasyon asitliği ve pH

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde titrasyon asitliği ve pH değerleri açısından peynir çeşitlerinin hem kendi içlerinde hem de üç peynir çeşidi arasında istatistiksel olarak farklılıkların bulunduğu ve bu farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir. Peynir örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ait en düşük titrasyon asitliği değeri %0,163, en yüksek değer ise %1,481 olarak belirlenmiştir. Özellikle 2 nolu örnekte asitlik değerinin oldukça düşük, pH değerinin ise yüksek olduğu görülmektedir. Araştırma kapsamında olgun peynirlerin toplanılmasına dikkat edilmiş olmakla birlikte, bu durumun söz konusu peynirin taze olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim aynı örnekte çözünebilir azot fraksiyonları, olgunlaşma indeksi değerleri ile serbest amino asit içeriğinin oldukça düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17, Çizelge 4.22).

Kaşar peynir örneklerinde titrasyon asitliği değerlerinin %0,347-0,917 arasında, pH değerlerinin ise 5,08-5,74 arasında değiştiği belirlenmiştir. Analiz edilen örneklerin asitlik değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Tulum peynirlerinde en düşük titrasyon asitliği değeri (%1,036) en yüksek titrasyon asitliği değeri ise (%1,563) olarak belirlenmiştir. Tulum peynirlerine ait pH değerlerinin ise 4,59-5,14 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tulum peyniri örneklerinin asitlik değerleri arasında çok büyük farklılıkların bulunmadığı, dar bir aralıkta değişim gösterdiği görülmektedir.

Peynir çeşitleri arasında ortalama en yüksek titrasyon asitliği değeri (%1,304) Tulum peynirinde, en düşük değer (%0,774) ise Kaşar peyniri örneklerinde belirlenmiştir. Peynir çeşitlerine ait pH değerleri incelendiğinde en yüksek ortalama pH değeri Kaşar peynirinde, en düşük ortalama pH değeri ise Tulum peynirlerinde tespit edilmiştir. Bu durumun Tulum peynirlerinin çoğunlukla çiğ süttten yapılmış olmasına, dolayısıyla asitlik gelişimi üzerinde etkili olan LAB'lerini yüksek sayılarda içermelerine bağlanabilir. Peynir çeşitlerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde hem

MRS ve M-17 agarda gelişen LAB'lerinin hem de *Enterococcus* cinsi bakteri sayılarının Tulum peynirine ait örneklerde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.16. Peynir örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
Titrasyon asitliği (%)	1	1,073±0,12de	0,854±0,02a	1,200±0,10d
	2	0,163±0,02h	0,745±0,02b	1,036±0,02e
	3	1,356±0,06b	0,868±0,05a	1,254±0,02cd
	4	0,909±0,00fg	0,873±0,00a	1,254±0,07cd
	5	0,854±0,02g	0,854±0,02a	1,236±0,00cd
	6	1,481±0,05a	0,738±0,07b	1,363±0,02bc
	7	0,909±0,01fg	0,685±0,07b	1,436±0,02ab
	8	1,164±0,00cd	0,864±0,02a	1,563±0,10a
	9	1,217±0,02c	0,347±0,00c	1,376±0,00bc
	10	1,023±0,04ef	0,917±0,00a	1,323±0,07bcd
En düşük		0,163±0,020	0,347±0,00	1,036±0,02
En yüksek		1,481±0,05	0,917±0,00	1,563±0,10
Ortalama		1,015±0,35B	0,774±0,16C	1,304±0,14A
pH	1	5,27±0,00b	5,28±0,02ef	4,92±0,02c
	2	6,08±0,12a	5,34±0,01d	4,59±0,01f
	3	4,94±0,02c	5,46±0,01c	4,94±0,01c
	4	4,95±0,03c	5,17±0,02g	4,61±0,05ef
	5	4,70±0,03d	5,24±0,05f	5,14±0,02a
	6	4,75±0,01d	5,49±0,00c	4,76±0,01d
	7	5,35±0,01b	5,59±0,01b	4,65±0,01e
	8	5,32±0,01b	5,30±0,01de	5,03±0,00b
	9	4,67±0,01d	5,74±0,01a	4,75±0,01d
	10	4,92±0,07c	5,08±0,01h	4,80±0,00d
En düşük		4,67±0,00	5,08±0,00	4,59±0,01
En yüksek		6,08±0,12	5,74±0,00	5,14±0,02
Ortalama		5,09±0,41B	5,37±0,19A	4,82±0,18C

Hayaloğlu (2009) piyasadan temin edilen 12 adet Kaşar peynir örneğinde ortalama titrasyon asitliği değerlerini %0,65, pH değerlerini ise 5,33 olarak belirlemiştir. Dığerak vd (1994) Elazığ'da satışa sunulan Erzincan Tulum peynirlerine ait ortalama asitlik değerlerini %1,608 olarak tespit etmişlerdir.

4.3. Peynir Örneklerinin Azot Fraksiyonlarına Ait Analiz Sonuçları

Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünür azot fraksiyonlarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.17’de, varyans analiz test sonuçları ise Çizelge 4.18’de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.17. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünür azot fraksiyonlarına ait analiz sonuçları (%)

		Toplam protein	pH 4.6 da ÇA	Olgun. indeksi	TCA-ÇA	TCA-ÇA/TA	PTA-ÇA	PTA-ÇA/TA
Beyaz Peyniri	1	3,289±0,04	0,497±0,01	15,11±0,12	0,280±0,00	8,51±0,10	0,105±0,03	3,19±0,94
	2	2,439±0,05	0,157±0,02	6,44±0,87	0,081±0,02	3,31±0,56	0,043±0,00	1,76±0,04
	3	3,620±0,01	0,619±0,01	17,11±0,48	0,357±0,00	9,88±0,17	0,136±0,00	3,76±0,14
	4	2,353±0,03	0,367±0,02	15,61±1,23	0,236±0,00	10,04±0,10	0,077±0,01	3,29±0,42
	5	2,369±0,04	0,325±0,03	13,72±1,70	0,180±0,00	7,61±0,08	0,070±0,02	2,94±0,78
	6	2,861±0,13	0,546±0,02	19,08±0,21	0,339±0,00	11,88±0,74	0,129±0,01	4,54±0,73
	7	3,159±0,08	0,679±0,02	21,50±1,17	0,413±0,00	13,07±0,32	0,154±0,02	4,86±0,50
	8	3,442±0,06	0,570±0,01	16,56±0,13	0,318±0,00	9,24±0,02	0,126±0,02	3,66±0,63
	9	2,803±0,13	0,332±0,02	11,84±0,35	0,185±0,00	6,62±0,47	0,080±0,01	2,84±0,38
	10	2,760±0,01	0,444±0,01	16,10±0,61	0,254±0,01	9,20±0,30	0,081±0,00	2,91±0,19
Kaşar Peyniri	1	3,962±0,00	0,399±0,01	10,06±0,25	0,211±0,02	5,32±0,45	0,140±0,02	3,53±0,49
	2	4,485±0,06	0,539±0,02	12,01±0,28	0,304±0,00	6,77±0,13	0,175±0,01	3,90±0,27
	3	4,016±0,29	0,535±0,01	13,35±0,59	0,386±0,03	9,62±0,00	0,203±0,01	5,05±0,12
	4	4,163±0,23	0,472±0,02	11,38±1,23	0,274±0,01	6,58±0,16	0,154±0,02	3,69±0,27
	5	3,963±0,02	0,665±0,05	16,78±1,32	0,462±0,04	11,65±1,05	0,213±0,00	5,38±0,15
	6	4,272±0,03	0,865±0,00	20,24±0,16	0,511±0,01	11,95±0,13	0,224±0,00	5,24±0,04
	7	4,447±0,07	0,507±0,00	11,40±0,06	0,336±0,00	7,55±0,11	0,154±0,02	3,45±0,39
	8	3,929±0,12	0,542±0,02	13,80±0,18	0,315±0,01	8,01±0,01	0,168±0,02	4,26±0,36
	9	4,170±0,01	0,339±0,00	8,13±0,13	0,196±0,02	4,69±0,48	0,119±0,01	2,85±0,22
	10	3,858±0,05	0,472±0,02	12,24±0,48	0,301±0,03	7,79±0,66	0,178±0,00	4,62±0,07
Tulum Peyniri	1	3,367±0,00	0,682±0,00	20,26±0,16	0,375±0,00	11,13±0,01	0,192±0,00	5,71±0,14
	2	3,715±0,02	0,598±0,02	16,10±0,58	0,399±0,01	10,73±0,20	0,199±0,00	5,36±0,10
	3	3,969±0,11	0,728±0,02	18,34±0,01	0,434±0,00	10,94±0,43	0,196±0,00	4,93±0,13
	4	3,628±0,04	0,574±0,01	15,81±0,09	0,357±0,01	9,83±0,16	0,171±0,01	4,72±0,35
	5	3,827±0,10	0,731±0,01	19,11±0,13	0,424±0,00	11,07±0,30	0,168±0,04	4,37±0,91
	6	3,326±0,00	0,588±0,01	17,67±0,31	0,364±0,00	10,93±0,16	0,133±0,01	3,99±0,29
	7	3,493±0,08	0,497±0,01	14,22±0,05	0,265±0,01	7,59±0,62	0,112±0,02	3,19±0,49
	8	3,447±0,03	0,805±0,00	23,35±0,25	0,476±0,02	13,81±0,72	0,210±0,02	6,08±0,51
	9	3,335±0,05	0,542±0,00	16,26±0,08	0,308±0,00	9,23±0,12	0,147±0,01	4,40±0,24
	10	3,325±0,08	0,549±0,01	16,53±0,83	0,269±0,00	8,10±0,34	0,168±0,00	5,05±0,11

Çizelge 4.18. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünür azot fraksiyonlarına ait varyans analiz test sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F Değeri						
		Toplam protein	pH 4.6 da ÇA	Olgun. indeksi	TCA-ÇA	TCA-ÇA/TA	PTA-ÇA	PTA-ÇA/TA
Beyaz peyniri (n=10)	9	80,306**	110,910**	45,961**	442,146**	111,428**	9,575**	5,145**
Kaşar peyniri (n=10)	9	5,784**	84,161**	57,893**	46,651**	57,154**	11,544**	19,092**
Tulum peyniri (n=10)	9	25,563**	113,073**	110,512**	107,999**	44,304**	7,039**	8,612**
Peynir çeşidi (n=3)	2	72,929**	8,540**	10,164**	6,831**	5,248**	28,499**	12,386**

4.3.1. pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi

Proteoliz düzeyinin belirlenmesinde dikkate alınan parametrelerden biri de çözünen azot fraksiyonlarıdır. Peynirde görülen primer proteoliz üzerinde, sütün doğal proteolitik enzimi plazmin ve peynir mayası (kimosin) gibi enzimler başta olmak üzere, starter ve starter olmayan laktik asit bakterilerinin etkili olduğu ve kazeinin hidrolizi sonucu büyük ve orta büyüklükte peptitlerin oluştuğu bilinmektedir (Fox and McSweeney 1996; Bielecka and Cichosz 2017). Varyans analizi test sonuçlarından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait örneklerin pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerleri arasındaki farklılıkların $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda söz konusu parametreler açısından peynir çeşitleri arasındaki farklılıklarında istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.18). Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. pH 4.6'da çözünen azot değerlerinin Beyaz peynir örneklerinde %0,157-0,679 arasında, Kaşar peyniri örneklerinde %0,339-0,865 arasında, Tulum peyniri örneklerinde %0,497-0,805 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Genellikle peynirlerin protein içerikleri farklı olduğundan olgunlaşma derecesinin belirlenmesinde suda çözünen azotlu maddeler toplam azota oranlanarak ifade edilmekte ve böylece değerlendirmeler daha objektif olarak yapılabilmektedir (Koçak vd 1998; Say 2008). Olgunlaşma indeksi değerlerinin Beyaz peynire ait örneklerde %6,44-21,50, Kaşar peynirine ait örneklerde %8,13-20,24, Tulum peynirine ait örneklerde ise %14,22-23,35 arasında değiştiği görülmektedir. Koçak *et al.* (2005) Ankara piyasasında satışa sunulan Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri örneklerine ait olgunlaşma indeksi değerlerini sırasıyla %10,68-41,64; %6,46-22,30; %6,68-25,66 olarak belirlemişler ve peynir çeşitleri arasında olgunlaşma indeksi değerleri açısından en büyük varyasyonun Beyaz peynire ait örneklerde belirlendiğini bildirmişlerdir. Tarakçı and Durmuş (2016) çeşitli ambalaj materyallerinde olgunlaştırıldıktan sonra satışa sunulan Tulum peynirlerinde olgunlaşma indeksi değerlerinin %5,58-%16,81 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Analiz edilen peynirler içerisinde en düşük pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerleri Beyaz peynire ait 2 nolu örnekte belirlenmiştir. Bu durumun söz konusu örneğin taze olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Hannon *et al.* (2001) yüksek suda çözünen azot/toplam azot oranlarının peynirin uzun süre olgunlaştırıldığına göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.19. Peynir örneklerinin pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

	Örnek no	Peynir Çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
pH 4.6'da ÇA	1	0,497±0,01d	0,399±0,01e	0,682±0,00c
	2	0,157±0,02g	0,539±0,02c	0,598±0,02d
	3	0,619±0,01b	0,535±0,01c	0,728±0,02b
	4	0,367±0,02f	0,472±0,02d	0,574±0,01de
	5	0,325±0,03f	0,665±0,05b	0,731±0,01b
	6	0,546±0,02c	0,865±0,00a	0,588±0,01d
	7	0,679±0,02a	0,507±0,00cd	0,497±0,01g
	8	0,570±0,01c	0,542±0,02c	0,805±0,00a
	9	0,332±0,02f	0,339±0,00f	0,542±0,00f
	10	0,444±0,01e	0,472±0,02d	0,549±0,01ef
En düşük		0,157±0,02	0,339±0,00	0,497±0,01
En yüksek		0,679±0,02	0,865±0,00	0,805±0,00
Ortalama		0,454±0,16B	0,534±0,14B	0,629±0,10A
Olgunlaşma indeksi	1	15,11±0,12cd	10,06±0,25f	20,26±0,16b
	2	6,44±0,87f	12,01±0,28de	16,10±0,58e
	3	17,11±0,48c	13,35±0,59cd	18,34±0,01cd
	4	15,62±1,23cd	11,38±1,23ef	15,81±0,09e
	5	13,72±1,70de	16,78±1,32b	19,11±0,13c
	6	19,08±0,21b	20,24±0,16a	17,67±0,31d
	7	21,50±1,17a	11,40±0,06ef	14,22±0,05f
	8	16,56±0,13c	13,80±0,18c	23,35±0,25a
	9	11,84±0,35e	8,13±0,13g	16,26±0,08e
	10	16,10±0,61c	12,24±0,48de	16,53±0,83e
En düşük		6,44±0,87	8,13±0,13	14,22±0,05
En yüksek		21,50±1,17	20,24±0,16	23,35±0,25
Ortalama		15,31±4,04B	12,94±3,38C	17,76±2,58A

Peynir çeşitleri içerisinde pH 4.6'da çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerlerinin Tulum peynirine ait örneklerde belirgin derecede yüksek olduğu, en düşük değerlerin ise Kaşar peynirinde belirlendiği görülmektedir (Çizelge 4.19). Bu durumun Tulum peynirin üretiminde çoğunlukla çiğ süt kullanılmasına, dolayısıyla hem sütün doğal

proteazı olan plazminin hem de kalıntı peynir mayasının (kimosin) primer proteolize katkıda bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Arslaner ve Bakırcı (2016) çiğ süttten üretilen Tulum peynirlerinde suda çözünen azot ile olgunlaşma indeksi değerlerinin belirgin derece yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kaşar peynirlerinde olgunlaşma indeksi değerlerinin düşük olması plazmin ve özellikle kimosin enzimlerinin haşlama sıcaklığında zarar görmesine bağlanabilir. Hayaloğlu and Karabulut (2013) Dil, Malatya ve Hellim peynirlerinde proteolizin düşük düzeylerde gerçekleştiğini, bu durumun peynirlerin üretimi sırasında pıhtıya uygulanan haşlama işleminin negatif etkisinden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Kaşar peyniri gibi pasta filata tip peynirlerde primer ve sekonder proteolizin derecesinin pıhtılaştırıcı enzim ve starter kültürlerin haşlama işlemi sırasında inaktif olma durumuna bağlı olarak değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir (Sulejmani and Hayaloğlu, 2016). Nitekim tartışmalı olmakla birlikte kimosin aktivitesinin neredeyse tamamının 80°C inaktif olduğu bildirilmiştir (Di Cagno *et al.* 2012). Aydemir (2010), Kars Kaşarı peynirlerinde olgunlaşma derecesinin beklenen seviyenin altında gerçekleştiğini bildirmiştir.

4.3.2. TCA'da çözünen azot ve TCA'da çözünen azot/toplam azot oranları

TCA'da çözünen azot fraksiyonlarının 3000 daltondan küçük molekül ağırlığına sahip peptitler, amino asitler, amonyak ve üre gibi azotlu bileşiklerden oluştuğu bildirilmiştir (Bielecka and Cichosz 2017). Varyans analizi test sonuçlarından TCA'da çözünen azot ve TCA'da çözünen azot/toplam azot oranları açısından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin hem kendi aralarında hem de peynir çeşitleri arasında istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Peynir örneklerinin TCA'da çözünen azot ve TCA'da çözünen azot/toplam azot oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Peynir örneklerine ait TCA-ÇA/TA değerlerinin Beyaz peynir örneklerinde %3,31-13,07 arasında, Kaşar peyniri örneklerinde %4,69-11,95 arasında, Tulum peyniri örneklerinde ise %7,59-13,81 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Özellikle Beyaz ve Kaşar peyniri örneklerinde TCA-ÇA/TA değerlerinin geniş sınırlar içerisinde değiştiği görülmektedir. Bu durumun

araştırma kapsamında toplanan örneklerin farklı sürelerde olgunlaştırılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda peynirlerin nem, protein ve tuz içerikleri gibi kimyasal kompozisyonlarındaki değişiklikler ile starter ve starter olmayan LAB sayılarındaki farklılıklarında etkili olduğu tahmin edilmektedir. Peynir çeşitleri içerisinde ortalama en yüksek TCA'da çözünen azot ile bu parametreye ait olgunlaşma indeksi değerlerinin Tulum peynirinde, en düşük değerlerin ise Kaşar peynirinde belirlendiği görülmektedir. TCA'da çözünen azot miktarı üzerinde özellikle starter olarak kullanılan bakterilerin proteolitik aktiviteleri ile kalıntı peynir mayasının etkili olduğu bilinmektedir. Bu durum Tulum peynirine ait örneklerde LAB sayılarının yüksek olmasına bağlanabilir.

Çizelge 4.20. Peynir örneklerinin TCA'da çözünen azot ve TCA'da çözünen azot/toplam azot oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

	Örnek no	Peynir Çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
TCA-ÇA	1	0,280±0,00e	0,211±0,02f	0,375±0,00d
	2	0,081±0,02i	0,304±0,00de	0,399±0,01c
	3	0,357±0,00b	0,386±0,03c	0,434±0,00b
	4	0,236±0,00g	0,274±0,01e	0,357±0,01d
	5	0,181±0,00h	0,462±0,04b	0,424±0,00b
	6	0,340±0,00c	0,511±0,01a	0,364±0,00d
	7	0,413±0,00a	0,336±0,00d	0,265±0,01f
	8	0,318±0,00d	0,315±0,01de	0,476±0,02a
	9	0,185±0,00h	0,196±0,02f	0,308±0,00e
	10	0,254±0,01f	0,301±0,03de	0,269±0,00f
En düşük		0,081±0,02	0,196±0,02	0,265±0,01
En yüksek		0,413±0,00	0,511±0,01	0,476±0,02
Ortalama		0,264±0,09B	0,329±0,10A	0,367±0,07A
TCA-ÇA/TA	1	8,51±0,10d	5,32±0,45f	11,13±0,01b
	2	3,31±0,56g	6,77±0,13de	10,73±0,20b
	3	9,88±0,17c	9,62±0,00b	10,94±0,43b
	4	10,04±0,10c	6,58±0,16e	9,83±0,16c
	5	7,62±0,08e	11,65±1,05a	11,07±0,30b
	6	11,88±0,74b	11,95±0,13a	10,93±0,16b
	7	13,07±0,32a	7,55±0,11cde	7,59±0,62d
	8	9,24±0,02cd	8,01±0,01c	13,81±0,72a
	9	6,62±0,47f	4,69±0,48f	9,23±0,12c
	10	9,20±0,30cd	7,79±0,66cd	8,10±0,34d
En düşük		3,31±0,56	4,69±0,48	7,59±0,62
En yüksek		13,07±0,32	11,95±0,13	13,81±0,72
Ortalama		8,94±2,67AB	8,00±2,39B	10,34±1,74A

Hayaloğlu (2009) geleneksel yöntemle üretilmiş Kaşar peyniri örneklerinde TCA-ÇA/TA oranlarının %7,09-12,26 arasında değiştiğini ve örnekler arasındaki değişkenliklerin farklı sürede olgunlaştırılmış olmaları ile üretimde kullanılan sütün mikroflorasındaki farklılıklardan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Koçak vd (2005) piyasadan temin ettikleri peynirlerde TCA-ÇA değerlerinin Beyaz peynire ait örneklerde %0,146-0,480 arasında, Kaşar peynirine ait örneklerinde %0,133-0,600 ve Tulum peynirine ait örneklerde %0,214-0,682 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tarakçı ve Durmuş (2016) farklı ambalajlarda olgunlaştırılan Tulum peynirlerinin TCA-ÇA/TA oranlarının %4,33-13,59 aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

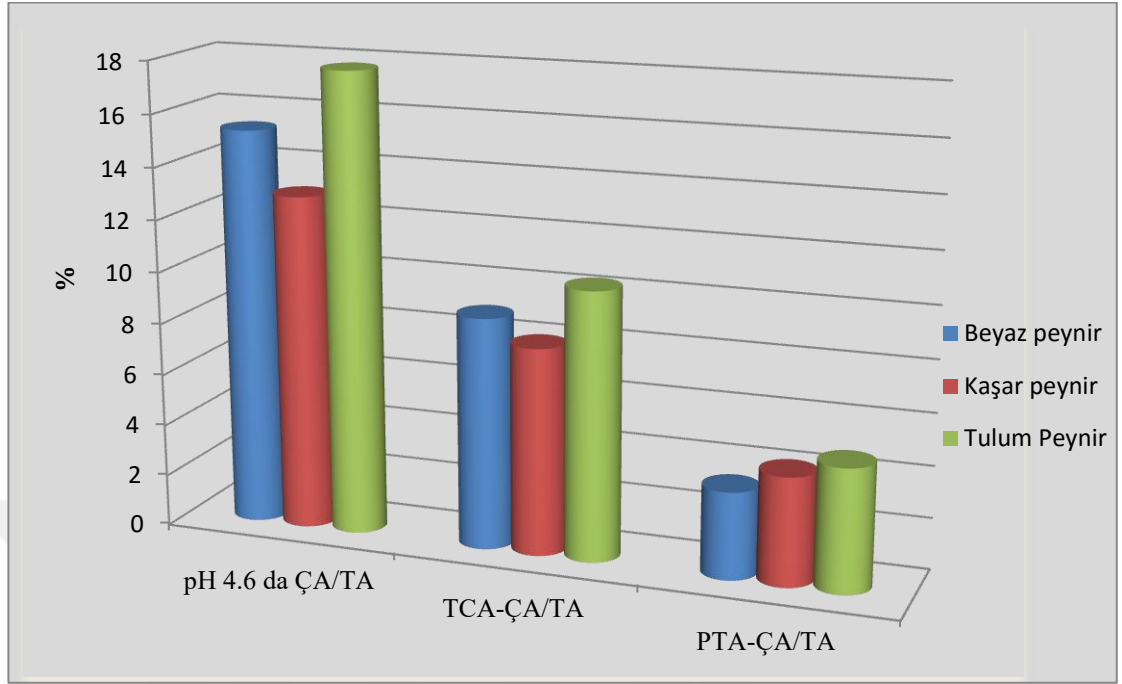
4.3.3. PTA'da çözünen azot ve PTA'da çözünen azot/toplam azot oranları

Varyans analiz sonuçlarından PTA'da çözünen azot ve PTA'da çözünen azot/toplam azot oranları açısından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin hem kendi aralarında hem de üç peynir çeşidi arasındaki farklılıkların $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Peynir örneklerinin PTA'da çözünen azot ve PTA'da çözünen azot/toplam azot oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. PTA'da çözünen azot/toplam azot oranlarının Beyaz peynire ait örneklerde %1,76-4,86 arasında, Kaşar peynirine ait örneklerde %2,85-5,38 arasında, Tulum peynirine ait örneklerde ise %3,19-6,08 arasında değiştiği belirlenmiştir. Analiz edilen örnekler içerisinde en düşük PTA-ÇA ile PTA-ÇA/TA değerleri Beyaz peynir ait 2 nolu örnekte tespit edilmiştir. Her iki parametrenin özellikle Beyaz peynire ait örneklerde geniş aralıklarda değiştiği görülmektedir. Peynir çeşitleri arasında PTA'da çözünen azot/toplam azot oranlarına ait en yüksek değerler Tulum peynirinde en düşük değerler ise Beyaz peynire ait örneklerde belirlenmiştir. Benzer şekilde Tulum peyniri örneklerinde serbest amino asit konsantrasyonlarının belirgin düzeyde yüksek olması bu sonucu doğrular niteliktedir (Çizelge 4.26). Sekonder proteolizin göstergesi olarak kabul edilen PTA'da çözünen azot fraksiyonlarının olgunlaşma sırasında peynirlerde biriken çok küçük molekül ağırlıklı peptitler (<600 Da) ile amino asitlerden oluştuğu, mikroorganizmaların başlıca etken olduğu bildirilmiştir (Temizkan *et al.* 2014).

Çizelge 4.21. Peynir örneklerinin PTA’da çözünen azot ve PTA’da çözünen azot/toplam azot oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

	Örnek no	Peynir Çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
PTA-ÇA	1	0,105±0,03bc	0,140±0,02de	0,192±0,00ab
	2	0,043±0,00d	0,175±0,01bc	0,199±0,00ab
	3	0,136±0,00ab	0,203±0,01ab	0,196±0,00ab
	4	0,077±0,01cd	0,154±0,02cd	0,171±0,01abc
	5	0,070±0,02cd	0,213±0,00a	0,168±0,04bc
	6	0,129±0,01ab	0,224±0,00a	0,133±0,01cd
	7	0,154±0,02a	0,154±0,02cd	0,112±0,02d
	8	0,126±0,02ab	0,168±0,02cd	0,210±0,02a
	9	0,080±0,01cd	0,119±0,01e	0,147±0,01cd
	10	0,081±0,00cd	0,178±0,00bc	0,168±0,00bc
En düşük		0,043±0,00	0,119±0,01	0,112±0,02
En yüksek		0,154±0,02	0,224±0,00	0,210±0,02
Ortalama		0,100±0,04B	0,173±0,03A	0,169±0,03A
PTA-ÇA/TA	1	3,19±0,94bc	3,53±0,49e	5,71±0,14ab
	2	1,76±0,04d	3,90±0,27de	5,36±0,10abc
	3	3,76±0,14abc	5,05±0,12ab	4,93±0,13bcd
	4	3,29±0,42bc	3,69±0,27de	4,72±0,35cd
	5	2,94±0,78cd	5,38±0,15a	4,37±0,91cd
	6	4,54±0,73ab	5,24±0,04ab	3,99±0,29de
	7	4,86±0,50a	3,45±0,39ef	3,19±0,49e
	8	3,66±0,63abc	4,26±0,36cd	6,08±0,51a
	9	2,84±0,38cd	2,85±0,22f	4,40±0,24cd
	10	2,91±0,19cd	4,62±0,07bc	5,05±0,11bc
En düşük		1,76±0,04	2,85±0,22	3,19±0,49
En yüksek		4,86±0,50	5,38±0,15	6,08±0,51
Ortalama		3,38±0,95C	4,20±0,85B	4,78±0,87A

Olgunlaşmanın ileriki aşamalarında belirlenen proteoliz üzerine starter ve starter olmayan LAB’lerinin lize olmasıyla serbest kalan bakteriyel proteinazların etkili olduğu belirtilmiştir (Pereira *et al.* 2008). Dolayısıyla peynir çeşitleri arasındaki PTA-ÇA fraksiyonları arasındaki değişkenliğin peynirlerin bakteri sayılarının farklılığına, farklı oranlarda lize olmalarına ve peynir matriksinde değişik oran/çeşitte enzimin serbest kalmasına bağlanabilir. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünen azot fraksiyonlarına ait olgunlaşma indeksi değerleri Şekil 4.2’de toplu olarak görülmektedir.



Şekil 4.2. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin çözünür azot fraksiyonlarına ait olgunlaşma indeksi değerleri

4.4. Peynir Örneklerinin Serbest Amino Asit Analiz Sonuçları

Beyaz, Kaşar ve Tulum peyniri örneklerinde belirlenen serbest amino asitlerin konsantrasyonları sırasıyla Çizelge 4.22, Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'te verilmiştir. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin serbest amino asit miktarlarına ait varyans analiz test sonuçları Çizelge 4.25'de, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.26'da toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.22. Beyaz peyniri örneklerinde belirlenen serbest amino asit konsantrasyonları (mg/100g)

Amino asitler	Beyaz Peynir örnekleri									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ASP	3,57±0,00	0,00±0,00	1,65±0,01	0,51±0,72	0,22±0,00	1,20±0,02	0,30±0,03	2,39±1,38	0,12±0,17	0,00±0,00
GLU	2,34±0,39	0,46±0,18	1,20±0,00	10,19±0,00	5,01±0,14	37,73±4,47	2,29±0,00	14,95±0,00	0,50±0,00	0,25±0,05
ASN	0,40±0,03	0,14±0,20	0,71±0,08	2,22±0,54	0,63±0,05	4,64±0,23	0,04±0,06	0,78±0,15	0,00±0,00	0,00±0,00
SER	0,11±0,01	0,00±0,00	4,84±0,54	8,25±2,92	1,07±0,02	12,84±0,38	8,71±0,00	2,59±0,69	0,00±0,00	0,00±0,00
GLN	3,25±0,07	0,26±0,13	14,60±1,81	7,56±1,04	1,01±0,04	13,26±1,52	22,05±6,15	8,42±0,88	0,52±0,11	4,20±0,08
GLY	0,01±0,02	0,00±0,00	0,41±0,01	3,24±0,83	0,48±0,01	3,70±0,04	0,02±0,03	0,13±0,09	0,00±0,00	0,00±0,00
HIS	61,52±0,00	0,47±0,03	49,37±9,56	44,40±0,00	51,73±8,86	91,98±2,90	58,96±32,15	53,25±1,24	5,10±1,37	31,09±0,00
ARG	0,49±0,69	2,97±0,39	2,22±0,97	0,36±0,21	1,65±1,64	0,00±0,00	1,52±2,15	0,30±0,43	2,60±0,43	3,07±0,25
THR	3,37±0,03	0,32±0,39	1,38±0,08	1,48±0,31	0,41±0,01	1,05±0,03	2,16±2,13	5,18±1,03	0,16±0,05	0,00±0,00
ALA	0,29±0,01	0,03±0,04	7,51±0,30	4,53±0,45	2,12±0,03	4,30±0,08	1,54±0,45	2,07±0,08	1,04±0,11	1,55±0,20
PRO	0,52±0,25	0,27±0,08	0,73±0,27	1,48±0,78	1,00±0,12	1,33±0,30	30,68±0,00	0,84±0,11	2,79±0,10	0,69±0,01
TYR	0,47±0,08	0,08±0,11	0,62±0,01	9,06±0,00	1,89±2,39	1,30±0,05	2,26±1,32	0,35±0,10	8,44±0,75	0,44±0,22
VAL	0,69±0,004	0,00±0,00	1,31±0,03	0,70±0,06	0,10±0,01	3,83±4,16	5,32±4,71	4,26±0,76	0,00±0,00	0,41±0,27
MET	0,05±0,00	0,43±0,00	0,10±0,04	0,10±0,04	1,19±0,01	1,85±0,83	1,17±1,23	1,34±0,08	1,20±0,06	0,52±0,21
CYS	0,15±0,05	5,07±0,21	1,00±0,10	0,33±0,11	0,53±0,01	0,63±0,02	0,92±0,16	1,00±0,10	0,09±0,01	4,91±0,00
ILE	34,11±0,06	0,04±0,06	70,53±5,65	26,79±6,63	7,45±0,13	83,62±0,60	44,66±31,13	59,22±10,55	2,74±0,37	2,53±3,19
LEU	0,23±0,18	0,22±0,01	1,25±0,25	0,65±0,19	1,66±0,12	2,51±0,10	2,08±0,37	0,52±0,03	0,20±0,01	0,10±0,07
PHE	3,30±0,25	0,00±0,00	51,04±0,00	3,41±4,56	0,14±0,03	2,20±0,10	0,56±0,08	1,26±0,22	0,53±0,07	0,29±0,01
TRP	0,17±0,03	1,97±0,11	0,94±0,23	2,23±1,48	1,33±1,56	3,34±0,06	1,70±0,37	0,45±0,01	0,71±0,20	1,72±1,08
LYS	17,67±0,82	14,46±0,25	14,16±0,66	15,06±1,42	19,27±0,37	15,32±0,00	13,94±1,81	14,02±0,50	17,48±1,57	16,38±0,00
Toplam	132,71	27,19	225,57	142,55	98,67	286,63	200,88	173,32	44,22	68,15

Çizelge 4.23. Kaşar peyniri örneklerinde belirlenen serbest amino asit konsantrasyonları (mg/100g)

Amino asitler	Kaşar Peyniri Örnekleri									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ASP	0,60±0,47	5,09±0,21	5,40±2,76	1,27±0,26	11,02±7,08	12,99±0,00	0,64±0,90	1,91±0,78	1,12±0,34	0,83±0,31
GLU	18,64±0,00	18,86±0,35	2,92±1,62	13,29±6,89	88,26±27,23	87,22±28,18	13,19±0,00	23,77±1,73	6,55±2,37	35,97±8,47
ASN	2,01±0,81	7,96±0,47	17,15±0,00	6,24±0,49	36,74±15,00	24,66±11,20	6,61±0,47	2,37±3,35	1,83±0,32	6,40±0,38
SER	1,32±0,60	3,47±0,08	27,94±0,00	6,17±1,29	33,52±2,95	21,15±5,56	6,42±0,55	10,25±2,69	0,50±0,02	14,60±1,74
GLN	1,48±0,51	12,98±0,54	16,41±4,05	9,76±2,85	51,56±4,40	31,45±3,87	3,41±0,92	10,66±3,45	1,27±0,16	14,43±1,81
GLY	0,40±0,19	3,51±0,14	11,77±1,37	2,58±0,47	16,36±0,50	4,41±1,27	0,85±1,20	2,61±1,06	0,21±0,04	3,59±0,39
HIS	57,83±23,25	77,03±4,71	119,75±27,41	80,76±7,29	109,31±11,26	96,93±35,52	103,15±43,67	67,69±36,56	38,38±4,98	64,51±11,07
ARG	15,29±0,00	17,25±0,73	38,96±0,00	18,32±3,78	57,00±11,43	30,25±13,37	6,44±3,79	32,82±13,04	1,68±0,76	41,98±3,51
THR	0,65±0,25	1,22±0,03	4,27±2,37	0,68±0,16	0,10±0,07	0,91±0,28	0,12±0,03	0,00±0,00	0,20±0,01	8,68±1,19
ALA	6,80±1,59	13,77±0,24	45,52±10,20	9,13±2,98	97,09±9,20	57,80±9,52	6,67±1,13	15,06±4,74	2,47±0,15	17,96±1,51
PRO	1,34±1,25	0,05±0,01	31,22±0,00	2,72±0,82	3,82±0,31	3,93±1,42	12,08±0,00	2,11±1,82	1,96±0,54	1,95±0,03
TYR	6,31±2,26	41,84±0,56	109,49±1,57	35,27±9,34	122,81±15,87	73,76±19,52	10,27±8,26	54,41±0,00	3,49±0,39	37,27±0,00
VAL	1,82±0,58	9,35±0,34	12,62±2,36	6,00±1,67	21,11±2,32	17,55±4,50	2,20±2,26	8,51±3,34	0,71±0,08	8,80±0,99
MET	0,44±0,06	2,28±0,29	1,44±0,81	0,41±0,08	1,47±0,13	5,41±3,10	1,51±1,92	0,13±0,08	0,48±0,00	0,54±0,09
CYS	1,02±0,30	2,17±0,20	1,71±0,85	0,78±0,30	1,31±0,16	1,39±0,38	1,55±0,43	0,41±0,12	0,23±0,03	0,52±0,28
ILE	15,68±6,12	51,49±0,78	109,34±0,00	31,58±6,48	140,45±20,79	129,44±39,81	32,13±0,00	65,77±25,39	3,95±0,42	66,36±5,46
LEU	0,58±0,12	1,64±0,06	2,85±0,99	0,64±0,64	0,76±0,50	2,52±0,02	1,95±0,02	1,40±0,34	0,26±0,03	1,62±0,04
PHE	7,35±4,00	34,62±0,39	37,99±10,17	39,99±5,89	130,25±25,51	64,78±24,89	13,49±4,93	111,25±3,24	4,22±0,79	108,74±11,45
TRP	24,26±0,00	86,83±1,95	1,90±1,02	55,93±6,07	0,29±0,05	161,13±0,00	63,41±0,00	0,52±0,66	11,58±2,21	113,14±13,17
LYS	34,98±8,17	29,65±0,97	25,23±0,58	30,18±11,11	20,83±3,28	19,37±1,83	23,97±4,29	20,34±3,92	21,70±0,71	21,47±1,52
Toplam	198,80	421,06	623,88	351,70	944,06	847,05	310,06	431,99	102,79	569,36

Çizelge 4.24. Tulum peyniri örneklerinde belirlenen serbest amino asit konsantrasyonları (mg/100g)

Amino asitler	Tulum Peyniri örnekleri									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ASP	44,58±4,83	42,63±11,11	22,76±10,61	26,88±7,40	6,84±2,23	9,86±2,91	2,44±1,83	2,50±3,00	1,93±2,53	16,35±8,98
GLU	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	8,63±0,00	31,39±0,00	0,00±0,00	0,99±1,40	0,91±0,00	0,49±0,00	32,86±0,00
ASN	51,22±0,32	45,29±2,06	1,07±0,14	51,66±1,38	1,77±0,30	13,83±2,08	7,28±3,51	15,48±0,22	13,86±7,80	17,68±1,96
SER	0,00±0,00	1,73±1,86	1,60±0,16	6,93±0,02	13,36±2,37	1,84±0,24	0,73±0,42	0,00±0,00	0,04±0,06	10,79±1,63
GLN	34,78±0,18	32,33±0,36	22,41±0,13	32,78±7,93	19,67±2,95	15,19±1,58	10,50±2,44	22,95±0,00	20,26±7,76	21,28±0,68
GLY	0,00±0,00	2,76±0,03	0,00±0,00	0,51±0,31	7,45±1,41	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	1,91±0,86
HIS	275,99±0,90	136,89±21,18	213,32±21,46	77,10±25,38	127,94±0,27	149,81±46,44	57,88±30,06	42,21±19,13	65,23±36,98	132,09±0,31
ARG	158,72±0,40	153,01±2,90	101,02±8,68	169,67±4,16	60,19±0,27	93,04±14,13	62,72±38,30	156,35±0,59	116,63±0,00	69,47±18,95
THR	0,00±0,00	0,32±0,09	0,20±0,04	0,17±0,09	0,44±0,17	0,08±0,01	1,28±1,43	1,25±1,71	5,61±0,00	6,26±1,51
ALA	54,13±0,90	31,76±0,39	38,04±0,44	37,42±7,69	37,46±0,05	16,46±0,37	15,64±3,34	23,84±9,41	12,90±4,27	15,75±0,20
PRO	0,12±0,02	0,75±0,14	1,02±1,25	0,07±0,06	4,15±1,04	1,20±0,77	1,81±1,37	0,78±1,02	0,89±0,08	0,22±0,16
TYR	201,45±1,86	94,91±3,73	171,35±8,47	83,19±14,74	105,01±0,99	91,50±12,96	38,86±15,96	149,96±0,00	58,96±33,59	72,30±11,15
VAL	60,03±1,23	36,84±0,97	47,85±4,97	33,47±5,91	21,52±2,01	23,90±3,21	9,74±3,34	62,42±0,00	25,65±15,39	27,57±3,08
MET	0,19±0,05	0,17±0,01	0,63±0,73	0,52±0,53	0,08±0,01	0,17±0,06	0,61±0,22	2,35±0,26	1,22±1,32	1,40±0,17
CYS	8,32±0,01	8,83±0,26	8,88±0,76	9,30±0,67	6,16±0,65	5,68±0,73	2,06±0,87	9,63±5,49	8,36±4,65	8,94±0,40
ILE	314,62±10,61	45,10±1,64	238,90±13,96	43,86±7,44	162,18±0,33	182,02±26,69	61,65±0,00	325,26±0,00	45,74±24,51	151,07±0,00
LEU	2,25±1,46	223,07±6,76	9,20±1,69	195,78±34,63	0,29±0,07	5,60±0,76	120,82±0,00	3,19±0,47	163,81±0,00	179,41±0,00
PHE	45,53±0,47	6,07±1,17	60,87±8,33	5,12±1,02	8,37±1,00	25,13±4,69	40,39±25,11	21,29±16,46	79,35±19,18	62,49±11,96
TRP	140,30±1,53	306,08±4,40	115,56±0,00	280,84±51,61	120,03±21,62	92,05±0,00	63,75±36,49	41,62±5,16	159,13±0,00	161,29±0,00
LYS	39,58±0,75	36,63±0,33	42,31±6,62	0,56±0,18	33,05±0,31	36,22±3,94	28,39±9,51	30,87±13,45	21,16±0,00	40,72±3,63
Toplam	1431,81	1205,17	1096,99	1064,46	767,35	763,58	527,54	912,86	801,22	1029,85

Çizelge 4.25. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin serbest amino asit değerlerine ait varyans analiz test sonuçları

Varyasyon kaynağı	S D	F Değeri									
		ASP	GLU	ASN	SER	GLN	GLY	HIS	ARG	THR	ALA
Beyaz peyniri (n=10)	9	11,878**	134,764**	101,493**	45,312**	22,947**	58,175**	12,022**	2,916	9,214**	185,678**
Kaşar peyniri (n=10)	9	6,920**	11,777**	7,326**	50,696**	63,655**	82,590**	2,119	11,385**	21,164**	58,497**
Tulum peyniri (n=10)	9	12,216**	1785,622**	89,538**	39,907**	8,834**	40,451**	16,997**	17,271**	15,171**	20,618**
Peynir çeşidi (n=3)	2	16,079**	8,308**	12,579**	8,915**	10,572**	7,646**	14,553**	97,200**	0,020	11,814**
Varyasyon kaynağı	S D	F Değeri									
		PRO	TYR	VAL	MET	CYS	ILE	LEU	PHE	TRP	LYS
Beyaz peyniri (n=10)	9	1988,806**	28,053**	2,012	3,553*	665,355**	16,021**	50,341**	237,126**	2,959	7,285**
Kaşar peyniri (n=10)	9	223,047**	43,279**	17,529**	3,463*	5,600**	16,314**	8,352**	26,965**	274,393**	2,225
Tulum peyniri (n=10)	9	4,583*	26,911**	17,533**	3,876*	2,007	142,061**	142,502**	9,221**	32,689**	8,955**
Peynir çeşidi (n=3)	2	2,245*	37,871**	52,928**	2,013	67,402**	17,010**	18,679**	11,791**	32,941**	16,926**

Proteolizin son ürünü olarak oluşan amino asitlerin çeşitli katabolik reaksiyonlarla (dekarboksilasyon, deaminasyon, transaminasyon) uçucu lezzet bileşenlerine dönüştüğü ve böylece peynir lezzetinin oluşmasında oldukça önemli etkisinin olduğu bilinmektedir (Settani and Moschetti 2010). Başka bir deyişle amino asitler çeşitli alkoller, aldehytler, esterler ve sülfür bileşikler gibi lezzet bileşenleri için öncül maddeler olarak kabul edilmektedirler. Serbest amino asitlerin tayini aynı zamanda gıdanın besinsel kalitesi hakkında fikir vermesi bakımından da önemlidir.

Varyans analizi sonuçlarından Beyaz peynir örneklerinde Arg, Val ve Trp dışında kalan tüm amino asitler açısından örnekler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Analiz edilen Beyaz peynir örneklerinde önemli miktarlarda Glu, Ser, Gln, His, Ala, Ile amino asitleri tespit edilmiştir. Phe, Leu-Ile, Gln, Pro, Ala ve Val amino asitleri Vapur and Özcan (2012) tarafından, Glu, Val, Tyr, Arg, Pro, Leu, Lys amino asitleri Şahingil *et al.* (2014) tarafından Beyaz peynir’de hakim amino asitler olarak belirlenmiştir. Peynir örneklerinde en düşük toplam serbest amino asit miktarı (27,19 mg/100 g) 2 nolu örnekte belirlenmiş olup, bunu sırasıyla 9 ve 10 numaralı örnekler takip etmiştir. En yüksek toplam serbest amino asit konsantrasyonları ise 3 (225,57 mg/100 g) ve 6 (286,63 mg/100 g) numaralı örneklerde belirlenmiştir. Vapur and Özcan (2012) farklı kaynaklı peynir mayası kullanarak ürettikleri Beyaz peynir örneklerine ait toplam serbest amino asit konsantrasyonunu 100 g peynir kurumaddesinde 13,04-29,31 mg olarak belirlemişlerdir. Beyaz peynir örneklerine ait bireysel amino asit konsantrasyonları incelendiğinde 6 numaralı örnekte Glu ve His, 7 numaralı örnekte Pro, Gln, 3 numaralı örnekte ise Phe amino asitlerinin önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26).

Varyans analiz sonuçlarından Kaşar peyniri örneklerinde His, Lys dışında diğer amino asitler açısından örnekler arasındaki farklılıklar $p<0,01$ düzeyinde, Met amino asiti açısından farklılıklar ise $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Analiz edilen Kaşar peyniri örneklerinde yüksek konsantrasyonlarda Glu, Asn, Ser, Gln, His, Arg, Ala, Tyr, Val, Ile, Phe, Lys amino asitleri tespit edilmiştir. Benzer şekilde farklı hayvan sütleri kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinde Glu, Val, Leu, Phe, Lys ve Pro amino

asitlerinin major amino asitler olarak belirlendiği bildirilmiştir (Temizkan *et al.* 2014). En yüksek toplam serbest amino asit konsantrasyonu (944,06 mg/100g) 5 numaralı Kaşar peyniri örneğinde, en düşük toplam serbest amino asit konsantrasyonu (102,79 mg/100 g) 9 numaralı Kaşar peyniri örneğinde belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından Gln, Asn, Arg, Ala, Tyr, Ile, Phe amino asitlerinin 5 numaralı örnekte, Trp amino asitinin 6 numaralı örnekte, His ve Pro amino asitlerinin 3 numaralı örnekte istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Varyans analiz test sonuçlarından Pro, Met amino asitleri açısından Tulum peyniri örnekleri arasındaki farklılık $p<0,05$ düzeyinde, diğer amino asitler açısından farklılıklar ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Analiz edilen 10 adet Tulum peynirinde Asp, Asn, Gln, His, Arg, Ala, Tyr, Val, Cys, Ile, Leu, Phe, Trp, Lys amino asit konsantrasyonlarının belirgin derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Peynir örneklerine ait en düşük toplam serbest amino asit konsantrasyonu (527,54 mg/100g) 7 numaralı Tulum peyniri örneğinde, en yüksek değer (1431,81 mg/100 g) ise 1 numaralı Tulum peyniri örneğinde belirlenmiştir. Bireysel amino asit konsantrasyonları incelendiğinde His, Ala, Tyr amino asitlerinin 1 numaralı örnekte, Leu ve Trp amino asitlerinin ise 2 numaralı örnekte, Ser, Gly, Pro amino asitlerinin 5 numaralı örnekte, Val, Ile amino asitlerinin 8 numaralı örnekte, Glu amino asidinin 10 numaralı örnekte yüksek konsantrasyonlarda belirlendiği görülmektedir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Peynir örneklerinin amino asit konsantrasyonlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mg/100g)

Amino asitler	Örnek no	Peynir çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
ASP	1	3,57±0,00a	0,60±0,47b	44,58±4,83a
	2	0,00±0,00d	5,09±0,21b	42,63±11,11a
	3	1,65±0,01bc	5,40±2,76b	22,76±10,61bc
	4	0,51±0,72cd	1,27±0,26b	26,88±7,40b
	5	0,22±0,00d	11,02±7,08a	6,84±2,23d
	6	1,20±0,02cd	12,99±0,00a	9,86±2,91cd
	7	0,30±0,03d	0,64±0,90b	2,44±1,83d
	8	2,39±1,38b	1,91±0,78b	2,50±3,00d
	9	0,12±0,17d	1,12±0,34b	1,93±2,53d
	10	0,00±0,00d	0,83±0,31b	16,35±8,98bcd
En düşük		0,00±0,00	0,60±0,47	1,93±2,53
En yüksek		3,57±0,00	12,99±0,00	44,58±4,83
Ortalama		1,00±1,23B	4,08±4,77B	17,67±16,42A
GLU	1	2,34±0,39de	18,64±0,00bc	0,00±0,00d
	2	0,46±0,18e	18,86±0,35bc	0,00±0,00d
	3	1,20±0,00e	2,92±1,62c	0,00±0,00d
	4	10,19±0,00c	13,29±6,89bc	8,63±0,00c
	5	5,01±0,14d	88,26±27,23a	31,39±0,00b
	6	37,73±4,47a	87,22±28,18a	0,00±0,00d
	7	2,29±0,00de	13,19±0,00bc	0,99±1,40d
	8	14,95±0,00b	23,77±1,73bc	0,91±0,00d
	9	0,50±0,00e	6,55±2,37bc	0,49±0,00d
	10	0,25±0,05e	35,97±8,47b	32,86±0,00a
En düşük		0,25±0,05	2,92±1,62	0,00±0,00
En yüksek		37,73±4,47	88,26±27,23	32,86±0,00
Ortalama		7,49±11,41B	30,87±31,90A	7,52±12,88B
ASN	1	0,40±0,03cd	2,01±0,81d	51,22±0,32a
	2	0,14±0,20d	7,96±0,47cd	45,29±2,06a
	3	0,71±0,08c	17,15±0,00bc	1,07±0,14d
	4	2,22±0,54b	6,24±0,49cd	51,66±1,38a
	5	0,63±0,05c	36,74±15,00a	1,77±0,30d
	6	4,64±0,23a	24,66±11,20ab	13,83±2,08bc
	7	0,04±0,06d	6,61±0,47cd	7,28±3,51cd
	8	0,78±0,15c	2,37±3,35d	15,48±0,22b
	9	0,00±0,00d	1,83±0,32d	13,86±7,80bc
	10	0,00±0,00d	6,40±0,38cd	17,68±1,96b
En düşük		0,00±0,00	1,83±0,32	1,07±0,14
En yüksek		4,64±0,23	36,74±15,00	51,66±1,38
Ortalama		0,96±1,42C	11,20±12,05B	21,92±19,41A

Çizelge 4.26. (devam)

SER	1	0,11±0,01e	1,32±0,60fg	0,00±0,00d
	2	0,00±0,00e	3,47±0,08fg	1,73±1,86d
	3	4,84±0,54c	27,94±0,00b	1,60±0,16d
	4	8,25±2,92b	6,17±1,29ef	6,93±0,02c
	5	1,07±0,02de	33,52±2,95a	13,36±2,37a
	6	12,84±0,38a	21,15±5,56c	1,84±0,24d
	7	8,71±0,00b	6,42±0,55ef	0,73±0,42d
	8	2,59±0,69d	10,25±2,69de	0,00±0,00d
	9	0,00±0,00e	0,50±0,02g	0,04±0,06d
	10	0,00±0,00e	14,60±1,74d	10,79±1,63b
En düşük		0,00±0,00	0,50±0,02	0,00±0,00
En yüksek		12,84±0,38	33,52±2,95	13,36±2,37
Ortalama		3,84±4,56B	12,53±11,32A	3,70±4,83B
GLN	1	3,25±0,07de	1,48±0,51d	34,78±0,18a
	2	0,26±0,13e	12,98±0,54c	32,33±0,36a
	3	14,60±1,81b	16,41±4,05c	22,41±0,13b
	4	7,56±1,04cd	9,76±2,85c	32,78±7,93a
	5	1,01±0,04e	51,56±4,40a	19,67±2,95b
	6	13,26±1,52b	31,45±3,87b	15,19±1,58bc
	7	22,05±6,15a	3,41±0,92d	10,50±2,44c
	8	8,42±0,88c	10,66±3,45c	22,95±0,00b
	9	0,52±0,11e	1,27±0,16d	20,26±7,76b
	10	4,20±0,08cde	14,43±1,81c	21,28±0,68b
En düşük		0,26±0,13	1,27±0,16	10,50±2,44
En yüksek		22,05±6,15	51,56±4,40	34,78±0,18
Ortalama		7,51±7,19C	15,34±15,22B	23,22±8,15A
GLY	1	0,01±0,02b	0,40±0,19e	0,00±0,00c
	2	0,00±0,00b	3,51±0,14c	2,76±0,03b
	3	0,41±0,01b	11,77±1,37b	0,00±0,00c
	4	3,24±0,83a	2,58±0,47cd	0,51±0,31c
	5	0,48±0,01b	16,36±0,50a	7,45±1,41a
	6	3,70±0,04a	4,41±1,27c	0,00±0,00c
	7	0,02±0,03b	0,85±1,20de	0,00±0,00c
	8	0,13±0,09b	2,61±1,06cd	0,00±0,00c
	9	0,00±0,00b	0,21±0,04e	0,00±0,00c
	10	0,00±0,00b	3,59±0,39c	1,91±0,86b
En düşük		0,00±0,00	0,21±0,04	0,00±0,00
En yüksek		3,70±0,04	16,36±0,50	7,45±1,41
Ortalama		0,80±1,40B	4,63±5,17A	1,26±2,35B

Çizelge 4.26. (devam)

HIS	1	61,52±0,00b	57,83±23,25bc	275,99±0,90a
	2	0,47±0,03d	77,03±4,71abc	136,89±21,18cd
	3	49,37±9,56bc	119,75±27,41a	213,32±21,46b
	4	44,40±0,00bc	80,76±7,29abc	77,10±25,38de
	5	51,73±8,86bc	109,31±11,26ab	127,94±0,27cd
	6	91,98±2,90a	96,93±35,52abc	149,81±46,44c
	7	58,96±32,15b	103,15±43,67ab	57,88±30,06e
	8	53,25±1,24bc	67,69±36,56abc	42,21±19,13e
	9	5,10±1,37d	38,38±4,98c	65,23±36,98e
	10	31,09±0,00c	64,51±11,07abc	132,09±0,31cd
En düşük		0,47±0,03	38,38±4,98	42,21±19,13
En yüksek		91,98±2,90	119,75±27,41	275,99±0,90
Ortalama		44,79±27,50C	81,53±30,67B	127,85±73,79A
ARG	1	0,49±0,69bc	15,29±0,00de	158,72±0,40a
	2	2,97±0,39a	17,25±0,73cde	153,01±2,90a
	3	2,22±0,97abc	38,96±0,00b	101,02±8,68bc
	4	0,36±0,21bc	18,32±3,78cde	169,67±4,16a
	5	1,65±1,64abc	57,00±11,43a	60,19±0,27d
	6	0,00±0,00c	30,25±13,37bcd	93,04±14,13bcd
	7	1,52±2,15abc	6,44±3,79e	62,72±38,30d
	8	0,30±0,43bc	32,82±13,04bc	156,35±0,59a
	9	2,60±0,43ab	1,68±0,76e	116,63±0,00b
	10	3,07±0,25a	41,98±3,51ab	69,47±18,95cd
En düşük		0,00±0,00	1,68±0,76	60,19±0,27
En yüksek		3,07±0,25	57,00±11,43	169,67±4,16
Ortalama		1,52±1,34C	26,00±17,57B	114,08±43,04A
THR	1	3,37±0,03b	0,65±0,25c	0,00±0,00b
	2	0,32±0,39cd	1,22±0,03c	0,32±0,09b
	3	1,38±0,08cd	4,27±2,37b	0,20±0,04b
	4	1,48±0,31cd	0,68±0,16c	0,17±0,09b
	5	0,41±0,01cd	0,10±0,07c	0,44±0,17b
	6	1,05±0,03cd	0,91±0,28c	0,08±0,01b
	7	2,16±2,13bc	0,12±0,03c	1,28±1,43b
	8	5,18±1,03a	0,00±0,00c	1,25±1,71b
	9	0,16±0,05d	0,20±0,01c	5,61±0,00a
	10	0,00±0,00d	8,68±1,19a	6,26±1,51a
En düşük		0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
En yüksek		5,18±1,03	8,68±1,19	6,26±1,51
Ortalama		1,55±1,69A	1,68±2,75A	1,56±2,37A

Çizelge 4.26. (devam)

ALA	1	0,29±0,01f	6,80±1,59cd	54,13±0,90a
	2	0,03±0,04f	13,77±0,24cd	31,76±0,39bc
	3	7,51±0,30a	45,52±10,20b	38,04±0,44b
	4	4,53±0,45b	9,13±2,98cd	37,42±7,69b
	5	2,12±0,03c	97,09±9,20a	37,46±0,05b
	6	4,30±0,08b	57,80±9,52b	16,46±0,37de
	7	1,54±0,45de	6,67±1,13cd	15,64±3,34de
	8	2,07±0,08cd	15,06±4,74cd	23,84±9,41cd
	9	1,04±0,11e	2,47±0,15d	12,90±4,27e
	10	1,55±0,20de	17,96±1,51c	15,75±0,20de
En düşük		0,03±0,04	2,47±0,15	12,90±4,27
En yüksek		7,51±0,30	97,09±9,20	54,13±0,90
Ortalama		2,50±2,25B	27,23±29,92A	28,34±13,55A
PRO	1	0,52±0,25ef	1,34±1,25de	0,12±0,02b
	2	0,27±0,08f	0,05±0,01e	0,75±0,14b
	3	0,73±0,27def	31,22±0,00a	1,02±1,25b
	4	1,48±0,78c	2,72±0,82cd	0,07±0,06b
	5	1,00±0,12cde	3,82±0,31c	4,15±1,04a
	6	1,33±0,30cd	3,93±1,42c	1,20±0,77b
	7	30,68±0,00a	12,08±0,00b	1,81±1,37b
	8	0,84±0,11cdef	2,11±1,82cde	0,78±1,02b
	9	2,79±0,10b	1,96±0,54cde	0,89±0,08b
	10	0,69±0,01def	1,95±0,03cde	0,22±0,16b
En düşük		0,27±0,08	0,05±0,01	0,07±0,06
En yüksek		30,68±0,00	31,22±0,00	4,15±1,04
Ortalama		4,03±9,14AB	6,12±9,18A	1,10±1,30B
TYR	1	0,47±0,08b	6,31±2,26d	201,45±1,86a
	2	0,08±0,11b	41,84±0,56c	94,91±3,73c
	3	0,62±0,01b	109,49±1,57a	171,35±8,47ab
	4	9,06±0,00a	35,27±9,34c	83,19±14,74cd
	5	1,89±2,39b	122,81±15,87a	105,01±0,99c
	6	1,30±0,05b	73,76±19,52b	91,50±12,96cd
	7	2,26±1,32b	10,27±8,26d	38,86±15,96e
	8	0,35±0,10b	54,41±0,00bc	149,96±0,00b
	9	8,44±0,75a	3,49±0,39d	58,96±33,59de
	10	0,44±0,22b	37,27±0,00c	72,30±11,15cd
En düşük		0,35±0,10	3,49±0,39	38,86±15,96
En yüksek		9,06±0,00	122,81±15,87	201,45±1,86
Ortalama		2,49±3,35C	49,49±40,93B	106,75±51,31A

Çizelge 4.26. (devam)

VAL	1	0,69±0,04ab	1,82±0,58e	60,03±1,23ab
	2	0,00±0,00b	9,35±0,34cd	36,84±0,97cd
	3	1,31±0,03ab	12,62±2,36bc	47,85±4,97bc
	4	0,70±0,06ab	6,00±1,67de	33,47±5,91de
	5	0,10±0,01b	21,11±2,32a	21,52±2,01ef
	6	3,83±4,16ab	17,55±4,50ab	23,90±3,21de
	7	5,32±4,71a	2,20±2,26e	9,74±3,34f
	8	4,26±0,76ab	8,51±3,34cd	62,42±0,00a
	9	0,00±0,00b	0,71±0,08e	25,65±15,39de
	10	0,41±0,27ab	8,80±0,99cd	27,57±3,08de
En düşük		0,00±0,00	0,71±0,08	9,74±3,34
En yüksek		5,32±4,71	21,11±2,32	62,42±0,00
Ortalama		1,66±2,44C	8,87±6,76B	34,90±17,17A
MET	1	0,05±0,00c	0,44±0,06b	0,19±0,05bc
	2	0,43±0,00bc	2,28±0,29b	0,17±0,01bc
	3	0,10±0,04c	1,44±0,81b	0,63±0,73bc
	4	0,10±0,04c	0,41±0,08b	0,52±0,53bc
	5	1,19±0,01abc	1,47±0,13b	0,08±0,01c
	6	1,85±0,83a	5,41±3,10a	0,17±0,06bc
	7	1,17±1,23abc	1,51±1,92b	0,61±0,22bc
	8	1,34±0,08ab	0,13±0,08b	2,35±0,26a
	9	1,20±0,06abc	0,48±0,00b	1,22±1,32abc
	10	0,52±0,21bc	0,54±0,09b	1,40±0,17ab
En düşük		0,05±0,00	0,13±0,08	0,08±0,01
En yüksek		1,85±0,83	5,41±3,10	2,35±0,26
Ortalama		0,79±0,71A	1,41±1,75A	0,74±0,80A
CYS	1	0,15±0,05e	1,02±0,30bcdef	8,32±0,01a
	2	5,07±0,21a	2,17±0,20a	8,83±0,26a
	3	1,00±0,10b	1,71±0,85ab	8,88±0,76a
	4	0,33±0,11de	0,78±0,30cdef	9,30±0,67a
	5	0,53±0,01cd	1,31±0,16abcde	6,16±0,65ab
	6	0,63±0,02c	1,39±0,38abcd	5,68±0,73ab
	7	0,92±0,16b	1,55±0,43abc	2,06±0,87b
	8	1,00±0,10b	0,41±0,12ef	9,63±5,49a
	9	0,09±0,01e	0,23±0,03f	8,36±4,65a
	10	4,91±0,00a	0,52±0,28def	8,94±0,40a
En düşük		0,09±0,01	0,23±0,03	2,06±0,87
En yüksek		5,07±0,21	1,71±0,85	9,63±5,49
Ortalama		1,46±1,84B	1,11±0,66B	7,62±2,84A

Çizelge 4.26 (devam)

ILE	1	34,11±0,06bc	15,68±6,12cd	314,62±10,61a
	2	0,04±0,06e	51,49±0,78bc	45,10±1,64e
	3	70,53±5,65a	109,34±0,00a	238,90±13,96b
	4	26,79±6,63cd	31,58±6,48bcd	43,86±7,44e
	5	7,45±0,13de	140,45±20,79a	162,18±0,33cd
	6	83,62±0,60a	129,44±39,81a	182,02±26,69c
	7	44,66±31,13bc	32,13±0,00bcd	61,65±0,00e
	8	59,22±10,55ab	65,77±25,39b	325,26±0,00a
	9	2,74±0,37de	3,95±0,42d	45,74±24,51e
	10	2,53±3,19de	66,36±5,46b	151,07±0,00d
En düşük		0,04±0,06	3,95±0,42	43,86±7,44
En yüksek		83,62±0,60	140,45±20,79	325,26±0,00
Ortalama		33,17±30,78B	64,62±47,83B	157,04±106,71A
LEU	1	0,23±0,18f	0,58±0,12ef	2,25±1,46e
	2	0,22±0,01f	1,64±0,06bcd	223,07±6,76a
	3	1,25±0,25d	2,85±0,99a	9,20±1,69e
	4	0,65±0,19e	0,64±0,64def	195,78±34,63b
	5	1,66±0,12c	0,76±0,50def	0,29±0,07e
	6	2,51±0,10a	2,52±0,02ab	5,60±0,76e
	7	2,08±0,37b	1,95±0,02abc	120,82±0,00d
	8	0,52±0,03ef	1,40±0,34cde	3,19±0,47e
	9	0,20±0,01f	0,26±0,03f	163,81±0,00c
	10	0,10±0,07f	1,62±0,04bcd	179,41±0,00bc
En düşük		0,10±0,07	0,26±0,03	0,29±0,07
En yüksek		2,51±0,10	2,85±0,99	223,07±6,76
Ortalama		0,94±0,86B	1,42±0,89B	90,34±92,25A
PHE	1	3,30±0,25b	7,35±4,00de	45,53±0,47bc
	2	0,00±0,00b	34,62±0,39cd	6,07±1,17d
	3	51,04±0,00a	37,99±10,17bc	60,87±8,33ab
	4	3,41±4,56b	39,99±5,89bc	5,12±1,02d
	5	0,14±0,03b	130,25±25,51a	8,37±1,00d
	6	2,20±0,10b	64,78±24,89b	25,13±4,69cd
	7	0,56±0,08b	13,49±4,93cde	40,39±25,11bc
	8	1,26±0,22b	111,25±3,24a	21,29±16,46cd
	9	0,53±0,07b	4,22±0,79e	79,35±19,18a
	10	0,29±0,01b	108,74±11,45a	62,49±11,96ab
En düşük		0,00±0,00	4,22±0,79	5,12±1,02
En yüksek		51,04±0,00	130,25±25,51	79,35±19,18
Ortalama		6,27±15,39B	55,27±46,00A	35,46±27,16A

Çizelge 4.26 (devam)

TRP	1	0,17±0,03c	24,26±0,00e	140,30±1,53bc
	2	1,97±0,11abc	86,83±1,95c	306,08±4,40a
	3	0,94±0,23bc	1,90±1,02fg	115,56±0,00bc
	4	2,23±1,48ab	55,93±6,07d	280,84±51,61a
	5	1,33±1,56bc	0,29±0,05g	120,03±21,62bc
	6	3,34±0,06a	161,13±0,00a	92,05±0,00cd
	7	1,70±0,37abc	63,41±0,00d	63,75±36,49de
	8	0,45±0,01bc	0,52±0,66g	41,62±5,16e
	9	0,71±0,20bc	11,58±2,21f	159,13±0,00b
	10	1,72±1,08abc	113,14±13,17b	161,29±0,00b
En düşük		0,17±0,03	0,29±0,05	41,62±5,16
En yüksek		3,34±0,06	161,13±0,00	306,08±4,40
Ortalama		1,46±1,08C	51,90±53,65B	148,06±84,99A
LYS	1	17,67±0,82ab	34,98±8,17a	39,58±0,75a
	2	14,46±0,25de	29,65±0,97ab	36,63±0,33a
	3	14,16±0,66de	25,23±0,58ab	42,31±6,62a
	4	15,06±1,42de	30,18±11,11ab	0,56±0,18c
	5	19,27±0,37a	20,83±3,28b	33,05±0,31ab
	6	15,32±0,00cde	19,37±1,83b	36,22±3,94a
	7	13,94±1,81e	23,97±4,29ab	28,39±9,51ab
	8	14,02±0,50de	20,34±3,92b	30,87±13,45ab
	9	17,48±1,57abc	21,70±0,71b	21,16±0,00b
	10	16,38±0,00bcd	21,47±1,52b	40,72±3,63a
En düşük		13,94±1,81	19,37±1,83	0,56±0,18
En yüksek		19,27±0,37	34,98±8,17	42,31±6,62
Ortalama		15,77±1,93C	24,77±6,19B	30,95±12,82A

Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait örneklerin çoğunda toplam 20 amino asit belirlenmiş olup, üç peynir çeşidinde de Gln, His, Ala, Ile, Lys hakim amino asitler olarak tespit edilmiştir. Peynir çeşitleri içerisinde Beyaz peynire ait örneklerde serbest amino asit konsantrasyonlarının diğer peynirlere nazaran oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Glü, Ser, Gly, Pro ve Phe amino asit konsantrasyonlarının Kaşar peyniri örneklerinde, geriye kalan 14 amino asite ait konsantrasyonların ise Tulum peynirinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26). Thr amino asit miktarları üç peynir çeşidinde de istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Tulum peynirlerinde özellikle His, Arg, Tyr, Val, Cys, Trp, Ile ve Leu amino asitlerinin konsantrasyonlarının hem Kaşar peyniri hem de Beyaz peynire oranla dikkat çekici düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda gıdanın besinsel kalitesini belirlemede etkili olan lösin, lisin, triptofan ve

valin gibi esansiyel amino asitleri Tulum peynirinde, fenilalanin amino asiti ise Kaşar peynirinde önemli miktarlarda belirlenmiştir.

Peynirlerdeki serbest amino asit konsantrasyonundaki farklılıkların üretim teknolojisi (starter kültür ilavesi, olgunlaşma şartları), olgunlaşma süresi, proteolizin tipi ve derecesi ile yakından ilgili olduğu bildirilmiştir (Kwak *et al.* 2011). Özellikle peynir olgunlaştırma esnasında LAB'lerinin proteolitik aktivitesinin yüksek oranda kısa zincirli peptit ile serbest amino asit oluşumuna neden olduğu, söz konusu metabolik aktivitenin bu bakterilerin enzim sistemine ve peynirdeki otoliz derecesine dayandığı ifade edilmiştir (Diana *et al.* 2014). Benzer şekilde Poveda *et al.* (2016) peynirde serbest amino asit oluşumunda bakteriler ile proteolitik enzimlerin ana etken olduğunu, bu durumda peynirlerde farklı düzeylerde amino asit oluşumuna neden olduğunu bildirmişlerdir. Peynir üretimi sırasında uygulanan ısı işleminde amino asit oluşumu üzerinde etkili olabileceği, ısı uygulamasıyla amino asit oluşumunda ana rolü üstlenen bakterilerin bir bölümünün elemine edildiği ve bu nedenle çiğ süttten üretilen peynirlerde daha fazla serbest amino asit oluştuğu bildirilmiştir (Elsamani *et al.* 2015). Peynirde serbest amino asit oluşumunu etkileyen bir diğer önemli faktörün tuz konsantrasyonu olduğu, yüksek tuz konsantrasyonunun bakteriyel faaliyeti geciktirdiği bildirilmiştir. Aynı zamanda tuz konsantrasyonu yüksek olduğunda proteinin yüklü kısmı ile etkileşime giren su moleküllerinin azaldığı, böylece protein etkileşiminin daha güçlü hale geldiği ve serbest amino asit salınımının güçleştiği bildirilmiştir (Diana *et al.* 2014). Tüm bu faktörler peynir çeşitleri arasında serbest amino asit konsantrasyonlarındaki farklılığın nedeni olarak görülebilir.

4.4.1. Peynir örneklerinin GABA içerikleri

Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde belirlenen GABA içerikleri Çizelge 4.27'de, GABA konsantrasyonları açısından peynir örnekleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz testi sonuçları ise Çizelge 4.28'de toplu olarak verilmiştir. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde GABA oluşumu üzerinde etkili

olduğu düşünölen bazı parametrelere Pearson korelasyon testi yapılmış ve Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde belirlenen GABA konsantrasyonları (mg/100g)

Örnek no		Peynir Çeşidi		
		Beyaz	Kaşar	Tulum
GABA	1	14,17±0,61cd	1,65±0,74d	13,32±0,05c
	2	0,00±0,00d	3,30±0,07d	10,88±0,18d
	3	29,72±4,21b	26,48±0,00b	2,76±0,10g
	4	2,00±0,34d	2,12±0,36d	6,93±0,25f
	5	0,28±0,05d	24,70±4,21b	1,76±0,01h
	6	4,14±0,14d	45,79±5,26a	0,81±0,22ı
	7	83,05±18,82a	13,79±0,00c	0,20±0,00j
	8	3,03±0,27d	4,96±0,13d	21,06±0,00a
	9	3,65±0,37d	3,54±0,08d	9,19±0,00e
	10	27,57±0,10bc	4,82±0,44d	20,24±0,00b
En düşük		0,00±0,00	1,65±0,74	0,20±0,00
En yüksek		83,05±18,82	45,79±5,26	21,06±0,00
Ortalama		16,76±25,47A	13,11±14,43A	8,71±7,49A

Çizelge 4.28. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde belirlenen GABA konsantrasyonlarına ait varyans analiz test sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri
		GABA
Beyaz peyniri (n=10)	9	35,624**
Kaşar peyniri (n=10)	9	93,962**
Tulum peyniri (n=10)	9	7455,252**
Peynir çeşidi (n=3)	2	1,067

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde GABA konsantrasyonu açısından Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin kendi içerisinde farklılıkların $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu, peynir çeşitleri arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde GABA oluşumu üzerinde etkili olan bazı parametrelere ait Pearson korelasyon testi sonuçları

Peynirler		Protein	KM'de de Tuz	Asitlik	pH	Enterococcus cinsi bakteri sayısı	TAMB sayısı	M-17 agarda gelişen LAB	MRS agarda gelişen LAB	Maya sayısı
Beyaz Peyniri	GABA	0,405	-0,196	0,065	0,113	0,465*	0,274	-0,109	0,315	-0,190
Kaşar Peyniri		0,095	0,381	0,073	0,249	0,399	-0,084	-0,145	-0,079	-0,528*
Tulum Peyniri		-0,412	0,135	0,160	0,122	-0,150	-0,198	-0,236	-0,416	-0,461*
Tüm peynirler		0,054	0,101	-0,023	0,171	0,235	0,003	-0,185	-0,014	-0,309*
Peynirler		pH 4.6 da ÇA	Olgun. İndeksi	TCA-ÇA	TCA-ÇA/TA	PTA-ÇA	PTA -ÇA/TA	GLU	GLN	
Beyaz Peyniri	GABA	0,631**	0,595**	0,650**	0,582**	0,605**	0,552**	-0,277	0,759**	
Kaşar Peyniri		0,863**	0,849**	0,901*	0,874**	0,781**	0,718**	0,675**	0,669**	
Tulum Peyniri		0,234	0,455*	0,084	0,257	0,540*	0,741**	0,162	0,395	
Tüm peynirler		0,454**	0,476**	0,472**	0,500**	0,305**	0,371**	0,199	0,361**	

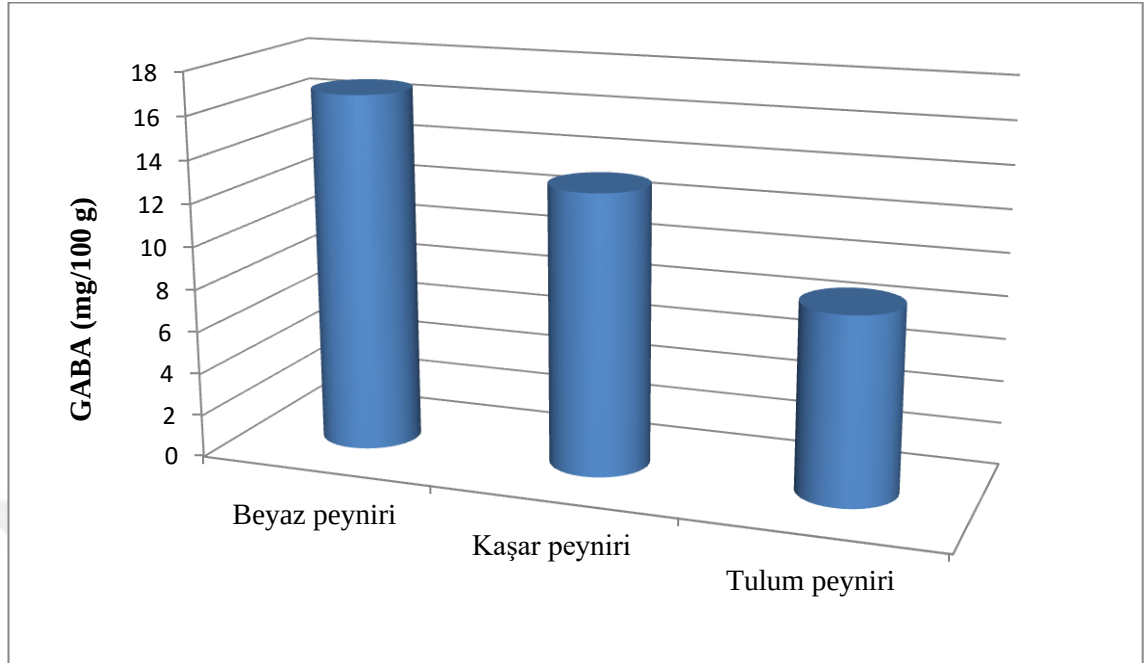
*p<0,05 düzeyinde önemli **p<0,01 düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerine ait en yüksek GABA konsantrasyonu (83,05 mg/100g) 7 numaralı örnekte belirlenirken, 2 numaralı örnekte GABA tespit edilememiştir. Beyaz peynire ait 7 numaralı örnekte sekonder proteolizin göstergesi olan serbest amino asit konsantrasyonu, TCA-ÇA, PTA-ÇA ile bu parametrelere ait olgunlaşma indeksi değerlerinin önemli derecede yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim korelasyon analizine ait sonuçlar incelendiğinde Beyaz peynirine ait örneklerde GABA oluşumu ile pH 4.6 da çözünen azot, TCA ve PTA da çözünen azot ile Gln arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0,01$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Kaşar peynir örneklerine ait GABA konsantrasyonlarının 1,65-45,79 mg/100g arasında değiştiği, en yüksek GABA konsantrasyonunun ise 6 numaralı örnekte belirlendiği görülmektedir (Çizelge 4.27). Aynı zamanda 3 ve 5 numaralı örneklerde de önemli düzeylerde (sırasıyla 26,48 mg/100g ve 24,70 mg/100g) GABA tespit edilmiştir. Kaşar peyniri örneklerine ait korelasyon analizi sonuçlarından GABA konsantrasyonu ile pH 4.6'da, TCA ve PTA'da çözünen azot fraksiyonları ile olgunlaşma indeksi değerleri arasında pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Aynı zamanda GABA ile Glu ve Gln amino asitleri arasında sırasıyla $r=0,675$ ile $r=0,669$ düzeyinde korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Aynı örneklerde toplam serbest amino asit konsantrasyonları ile PTA-ÇA/TA oranlarının belirlenen GABA konsantrasyonları ile doğru orantılı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.21, Çizelge 4.23).

GABA konsantrasyonlarının Tulum peynirine ait örneklerde 0,20-21,06 mg/100g arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek GABA konsantrasyonları (21,06 mg/100g ve 20,24 mg/100g) sırasıyla 8 ve 10 numaralı örneklerde tespit edilmiştir. Tulum peyniri örneklerine ait korelasyon analiz sonucunda PTA-ÇA ile bu parametreye ait olgunlaşma indeksi değerleri ile GABA konsantrasyonları arasında pozitif korelasyonun varlığı belirlenmiştir.

Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinde belirlenen ortalama GABA konsantrasyonları Şekil 4.3'te görülmektedir.



Şekil 4.3. Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait ortalama GABA konsantrasyonları

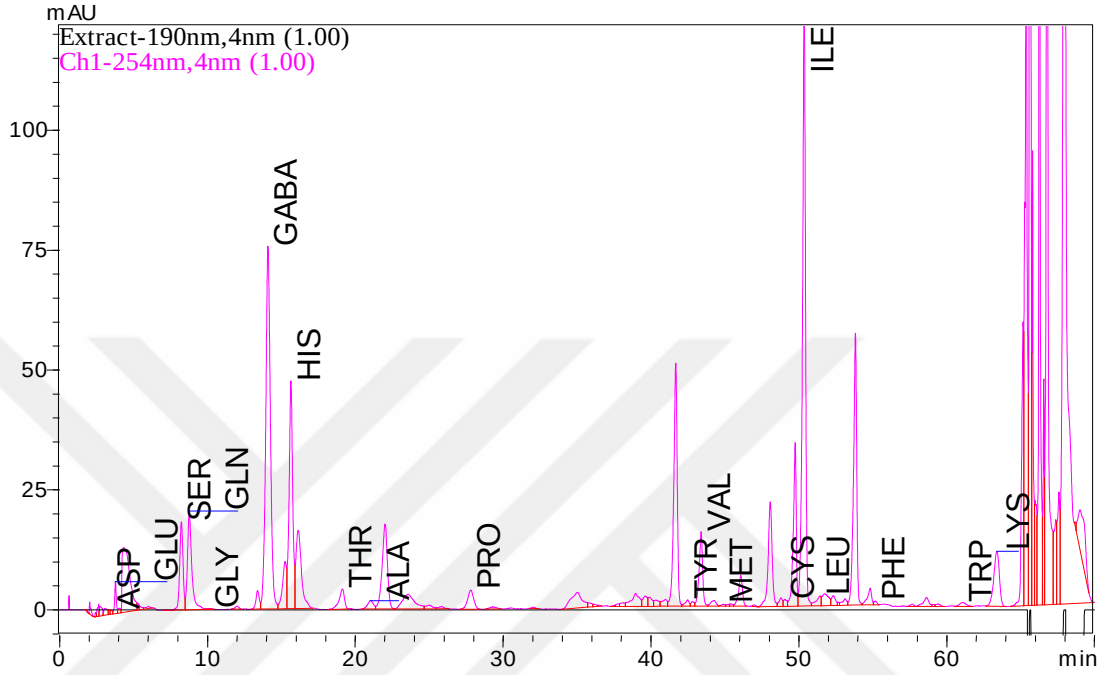
GABA konsantrasyonu açısından peynir çeşitleri arasında istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte, en yüksek ortalama GABA konsantrasyonu Beyaz peynirlerinde, en düşük değer ise Tulum peynirlerinde belirlenmiştir. Bu durumun peynir çeşitlerinin üretim teknolojileri, kimyasal bileşimleri (protein, tuz, asitlik ve pH), olgunlaşma düzeyleri, Glü ve Glü içerikleri ile bakteri popülasyonlarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim Manca *et al.* (2015) Sardinya adasında üretilmiş ve farklı sürelerde olgunlaştırılmış Casu Marzu, Pecorino ve Pecorino Sardo peynir çeşitlerine ait GABA konsantrasyonlarının sırasıyla 34,4 -1001,3 mg/100g; 0,0-378,1 mg/100g; 2,3-52,0 mg/100g arasında değiştiğini, özellikle diğer İtalyan peynirleri ile kıyaslandığında Casu Marzu ve Pecorino peynirlerinde belirlenen GABA konsantrasyonlarının 2 ile 10 kat daha fazla olduğunu, peynir çeşitlerinin GABA içeriklerindeki değişkenliğin farklı sürede olgunlaştırılmış olmaları ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Siragusa *et al.* (2007), İtalya’da üretilen 22 çeşit peynirde GABA konsantrasyonlarının 0,260 ile 391 mg/kg arasında değiştiğini, özellikle Vento d’Estate, Mozzarella, Crescenza gibi kısa süre olgunlaştırılan peynirlerde düşük miktarlarda belirlendiğini bildirmişlerdir. Poveda *et al.* (2016) İspanya’nın CastillaLa Mancha bölgesinde satışa sunulan 8 adet pastörize keçi sütünden üretilmiş peynir örneklerinde

GABA konsantrasyonlarının 49,3–1007,9 mg/kg kurumadde arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

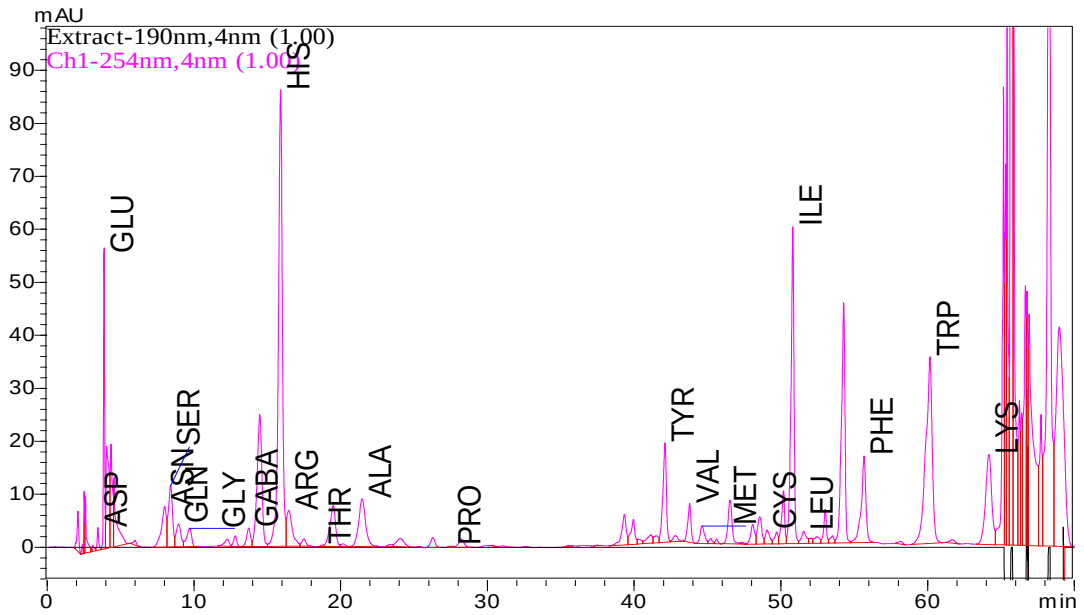
Analiz edilen tüm peynirler içerisinde en yüksek GABA konsantrasyonlarının belirlendiği örnekler dikkate alındığında pH değerlerinin 4,80-5,49 arasında değiştiği, yüksek oranda LAB'si ile önemli sayılabilecek düzeyde *Enterococcus* cinsi bakteri içerdiği ve uzun süre olgunlaştırıldığı (5-9 ay) görülmektedir. Benzer şekilde Siragusa *et al.* (2007), İtalya'da üretilen 22 çeşit peynir içerisinde en yüksek GABA konsantrasyonlarının belirlendiği peynir örneklerinin pH sınırı 4,68-5,70 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Goma (2015) GABA üretiminde pH'nın önemli etkiye sahip olduğunu, *Lb. brevis* ve *Lb. plantarum* suşlarının pH 5'te optimum düzeyde GABA ürettiğini belirtmişlerdir. Diana *et al.* (2014) İspanya'da üretilen 34 adet peynir örneğinin çoğunda LAB'lerinin yüksek sayılarda bulunduğunu ve söz konusu örneklerde yüksek konsantrasyonlarda GABA belirlendiğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda GABA'nın çeşitli glutamat dekarboksilaz enzim aktivitesine sahip LAB'lerinin etkisiyle ağırlıklı olarak peynir olgunlaştırma aşamasında üretildiği, LAB türlerinin hatta suşlarının GABA'nın oluşum oranını önemli düzeyde etkilediği bildirilmiştir (Kwak *et al.* 2011; Dhakal *et al.* 2012). *Enterococcus* spp. ve *Streptococcus* spp. türlerinde GAD aktivitesine sahip olduğu ve GABA üretebileceği bilinmektedir (Hayakawa *et al.* 1997; Manca *et al.* 2015).

Genel olarak en yüksek GABA konsantrasyonlarının belirlendiği örneklerde Gln amino asidinin yüksek oranlarda bulunduğu görülmektedir. Benzer şekilde GABA konsantrasyonu ile Gln amino asiti arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0,01$) pozitif korelasyon olduğu Pearson korelasyon testleri ile de belirlenmiştir. Bu durumun Gln'nin GABA'nın öncü maddesi olan Glu amino asidine dönüşebilmesine bağlı olabileceği ve böylece GABA üretimine dolaylı olarak katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Nitekim Schousboe *et al.* (2014) GABA'nın öncü maddesi olan glutamatın metabolizmasının son derece kompleks olduğunu, glutamatın doğrudan glutaminin (Gln) fosfat ile aktive edilen glutaminaz enzimi vasıtasıyla deamidasyona uğraması sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir.

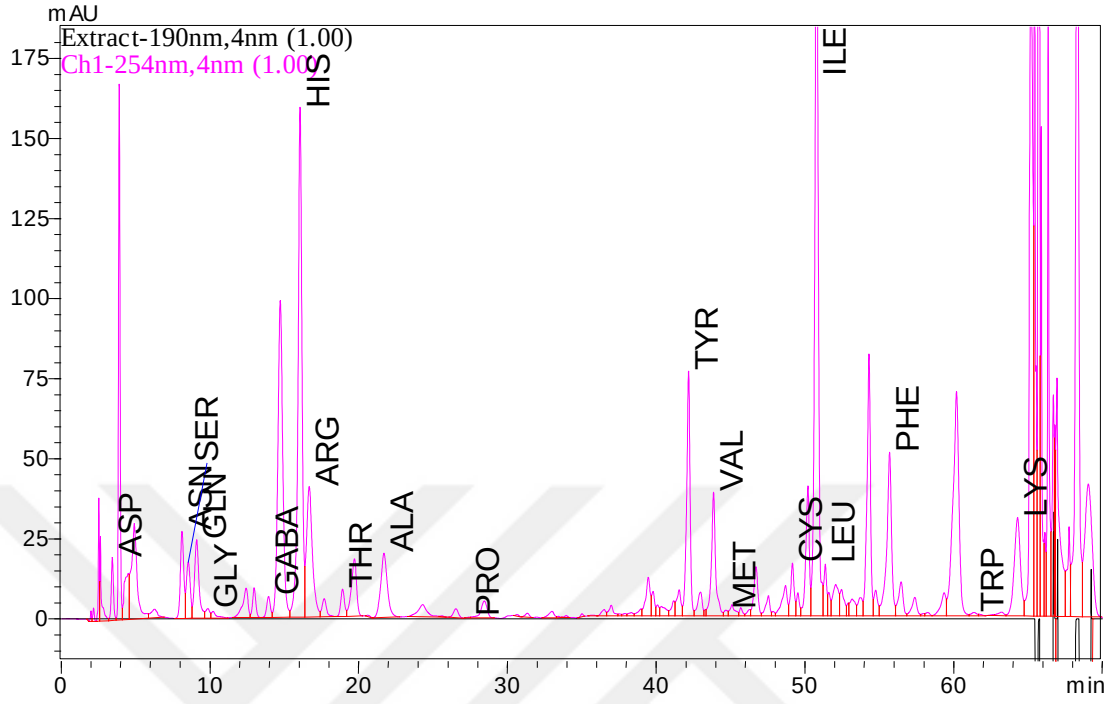
Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin GABA ile serbest amino asit içeriklerine ait bazı HPLC kromatogramları Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.4. Beyaz peyniri örneğine ait HPLC kromatogramı



Şekil 4.5. Kaşar peyniri örneğine ait HPLC kromatogramı



Şekil 4.6. Tulum peyniri örneğine ait HPLC kromatogramı

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Son yıllarda gerek gıda gerekse ilaç endüstrisinde biyoaktif bileşenlere olan ilgi gün geçtikçe artmakta, söz konusu bileşenler arasında Gama aminobütirik asit (GABA) antihipertansif, antidepresif, sakinleştirici, bağışıklık sistemini güçlendirici ve diuretik etki gibi fonksiyonel özellikleri sebebiyle dikkat çekmektedir. Bu nedenle GABA'nın yüksek oranda bulunduğu gıdaların belirlenmesine yönelik araştırmalar hız kazanmıştır. Bu çalışmada da Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin başta GABA olmak üzere serbest amino asit içeriklerinin belirlenmesi ve mevcut durumun ortaya konulmasına çalışılmıştır. Bu amaçla Türkiye'de satışa sunulan farklı firmalara ait Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin her birinden uygunluk düzeyleri de dikkate alınarak 10'ar adet toplanmış ve GABA ile serbest amino asit düzeyleri açısından analiz edilmiştir. Aynı zamanda örneklerde çözünebilir azot fraksiyonları, mikroorganizma sayımları ile GABA oluşumu üzerinde de etkili olduğu düşünülen asitlik, pH ve tuz gibi bazı fizikokimyasal analizlerde yapılmıştır. Böylece GABA üretiminin söz konusu parametrelerle olan ilişkisinde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu araştırma sonucunda aşağıda belirtilen bulgular elde edilmiş ve öneriler yapılmıştır.

1. Peynir örneklerinin mikrobiyolojik analizi sonucunda; TAMB sayıları açısından Beyaz peynir örneklerinin daha az değişkenlik gösterdiği, buna karşılık Kaşar ve Tulum peyniri örneklerinde geniş bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Üç peynir içerisinde de en düşük ortalama TAMB sayısı (7,15 log kob/g) Kaşar peynirinde, en yüksek ortalama TAMB sayısı (7,73 log kob/g) ise Tulum peynirinde tespit edilmiştir.

Tüm peynir çeşitlerinde MRS ve M-17 agarda gelişen LAB'leri hakim flora olarak belirlenmiştir. Kaşar peynirine ait örneklerde MRS ve M-17 agarda gelişen LAB sayılarının geniş sınırlar arasında değiştiği, Tulum ve Beyaz peynirlerinde ise daha dar bir aralıkta değişim sergilediği tespit edilmiştir. Genel olarak Tulum peynirinde LAB sayılarının diğer peynirlerden önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir.

Enterococcus cinsi bakteri sayılarının Beyaz peynir örneklerinde $<2-6,60 \log \text{ kob/g}$ arasında, Kaşar peyniri örneklerinde $<2-6,76 \log \text{ kob/g}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Tulum peynirlerine ait örneklerin çoğunda 10^6 kob/g düzeylerinde *Enterococcus* cinsi bakterinin varlığı tespit edilmiştir.

Koliform grubu bakteri sayılarının Beyaz peynir örneklerinde $<2-6,52 \log \text{ kob/g}$ arasında, Tulum peynirlerinde ise $<2-4,86 \log \text{ kob/g}$ arasında değiştiği, Kaşar peynirlerine ait örneklerde ise $<2 \log \text{ kob/g}$ nin altında olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Kaşar peynirinin üretimi sırasında uygulanan haşlama işleminin (75°C 'de 1-2 d) koliform grubu bakteri sayısını azaltmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Analiz edilen tüm peynir çeşitlerinde önemli sayılabilecek düzeyde maya varlığı tespit edilmiş, bununla birlikte örneklerin çoğunda küf sayılarının tespit edilebilir seviyenin ($<2 \log \text{ kob/g}$) altında olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında analiz edilen tüm örneklerin ambalajlı olmasının küf gelişimini önemli ölçüde sınırlandırdığı saptanmıştır.

Özellikle Tulum peyniri örneklerinde belirlenen yüksek bakteri sayılarının (TAMB, MRS ve M-17 agarda gelişen LAB'leri ile *Enterococcus* cinsi bakteri sayıları) analiz edilen örneklerin üretiminde çoğunlukla çiğ sütün kullanılmış olmasından kaynaklandığı kanaatine varılmıştır.

2. Peynir örnekleri genel bileşim açısından incelendiğinde; peynir çeşitleri arasında farklılıkların bulunduğu, özellikle Beyaz peynir örneklerinde kurumadde, yağ, protein, tuz, kurumadde de tuz ve kurumadde de yağ değerlerinin geniş aralıklarda değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Beyaz peynir örneklerinin 2'si hariç analiz edilen örneklerde belirlenen kurumadde değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği' nde belirtilen değerlere uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir.

Peynir çeşitleri içerisinde en yüksek yağ miktarı Kaşar peynirinde, en yüksek kurumadde de yağ oranları ise Tulum peyniri örneklerinde belirlenmiştir. Beyaz peynir

örneklerinden biri dışında analiz edilen tüm örneklerin tam yağlı peynir sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Beyaz ve Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde de tuz değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği' nde belirtilen değerlerin üzerinde olduğu, Tulum peynirine ait örneklerden ise sadece 3'ünün tebliğde belirtilen değerlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerinde asitlik ve pH değerlerinin diğer peynir çeşitlerine oranla daha geniş aralıklarda değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Peynir çeşitleri arasında ortalama en yüksek titrasyon asitliği değeri Tulum peynirinde, en düşük değer ise Kaşar peyniri örneklerinde belirlenmiştir. Bu durumun Tulum peynirlerin çoğunlukla çiğ süttten yapılmış olmasına, dolayısıyla asitlik gelişimi üzerinde etkili olan LAB'lerini yüksek sayılarda içermelerinden kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır.

3. Çözünür azot fraksiyonları incelendiğinde, Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerinin proteoliz düzeyleri arasında farklılıkların bulunduğu, primer proteolizin göstergesi olan pH 4.6'da çözünür azot ve olgunlaşma indeksi değerlerinin Tulum peynirinde ait örneklerde belirgin derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde sekonder proteolizin göstergesi olan TCA ve PTA'da çözünen azot fraksiyonlarına ait olgunlaşma indeksi değerlerinin Tulum peyniri örneklerinde daha yüksek olduğu, bu peyniri sırasıyla Kaşar ve Beyaz peynirlerinin izlediği belirlenmiştir.

4. Peynir örneklerine ait serbest amino asit içerikleri dikkate alındığında, peynir çeşidine bağlı olarak amino asit konsantrasyonları arasında farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Toplam serbest amino asit içeriğinin Beyaz peynir örneklerinde 27,19-286,63 mg/100 g arasında, Kaşar peyniri örneklerinde 102,79-944,06 mg/100 g, Tulum peyniri örneklerinde ise 527,54-1431,81 mg/100 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Üç peynir çeşidinde de Gln, His, Ala, Ile, Lys hakim amino asitler olarak belirlenmiştir. Tulum peynirlerinde özellikle His, Arg, Tyr, Val, Cys, Trp, Ile ve Leu amino asitlerinin konsantrasyonlarının hem Kaşar peyniri hem de Beyaz peynire oranla dikkat

çekici düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır. Serbest aminoasit içerikleri ile çözünebilir azot fraksiyonları (özellikle PTA'da çözünen azot) arasında pozitif yönlü korelasyonun olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda gıdanın besinsel kalitesini belirlemede etkili olan lösin, lisin, triptofan ve valin gibi esansiyel amino asitlerinin Tulum peynirinde, fenilalanin amino asitinin ise Kaşar peynirinde daha yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

5. Analiz edilen peynir örnekleri içerisinde en yüksek GABA konsantrasyonu (83,05 mg/100g) Beyaz peynirine ait örnekte belirlenmiş olup, aynı zamanda Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirlerine ait bazı örneklerde önemli sayılabilecek düzeyde (20,24-45,79 mg/100g) konsantrasyonlarda GABA'nın varlığı tespit edilmiştir. GABA konsantrasyonu açısından peynir çeşitleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı, örnekler arasındaki sıralamanın Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri şeklinde olduğu belirlenmiştir. En yüksek GABA konsantrasyonlarının belirlendiği örnekler dikkate alındığında pH değerlerinin 4,80-5,49 arasında değiştiği, yüksek oranda LAB'si ile önemli sayılabilecek düzeyde *Enterococcus* cinsi bakteri içerdiği ve uzun süre olgunlaştırıldığı (5-9 ay) tespit edilmiştir. Aynı zamanda GABA oluşumu ile çözünen azot fraksiyonları, toplam serbest aminoasit içeriği ile özellikle Gln amino asidi arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde, analiz edilen çoğu parametrenin (kimyasal bileşim, mikrobiyolojik özellikler, proteoliz düzeyleri ve GABA konsantrasyonları) hem peynir çeşitleri arasında hem de aynı tip peynire ait örnekler arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Mevcut sonuçlar her üç peynir çeşidinde farklı konsantrasyonlarda GABA'nın oluşabildiğini, GABA oluşumu üzerinde peynir mikroflorasının, pH'sının, olgunlaşma süresi/koşullarının, Glu ve Gln gibi amino asit konsantrasyonlarının önemli etkisinin olduğunu göstermiştir. Peynirin beslenmedeki önemi uzun zamandan beri bilinmekte olup, fonksiyonel özelliklere sahip biyoaktif bir bileşen olan GABA'nın peynirdeki varlığı sağlık ve beslenme açısından önemini daha da artırmaktadır. Üstelik GABA'nın peynirde doğal yollarla oluşması tüketici açısından da güven arz etmektedir. Dolayısıyla günlük diyetlerle alınan Beyaz,

Kaşar ve Tulum peynirlerinin GABA içeriğine bağı olarak sağık üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğı düşünölmektedir. Aynı zamanda her üç peynir çeşidinde yüksek oranda GABA üretebilme yeteneğine sahip bakterilerin izolasyonu için uygun kaynaklar olabileceğı, bu kaynaklardan izole edilen suşların GABA ile zenginleştirilmiş çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılabileceğı de düşünölmektedir.



KAYNAKLAR

- Adegghate, E. and Ponery, A.S., 2002. GABA in the endocrine pancreas: Cellular localization and function in normal and diabetic rats. *Tissue and Cell*, 34, 1–6.
- Anonymous, 2015. Türkiye’ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.
- Anonymous, 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Tebliğ No: 2015/6.
- Arslaner, A. ve Bakırcı, İ., 2016. Farklı ambalaj materyallerinde olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinde proteoliz. *Uluslararası Erzincan Sempozyumu (Cilt 2)*, 815-824.
- Ayar, A., Akın, N. ve Sert, D., 2006. Bazı peynir çeşitlerinin mineral kompozisyonu ve beslenme yönünden önemi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu.
- Aydemir, O., 2010. Kars Kaşar Peynirinin Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Bielecka, M.M. and Cichosz, G., 2017. The influence of an adjunct culture of *Lactobacillus paracasei* LPC-37 on the physicochemical properties of Dutch-type cheese during ripening. *LWT - Food Science and Technology*, 83, 95-100.
- Bulajic, S. and Mijacevic, Z., 2004. Enterococci in cheese –phenotypization and antibiotic resistance. *Acta Agriculturae Slovenica*, 84 (1), 25-30.
- Chajacka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A. and Laniewska-Trokenheim, L., 2017. Virulence factors of *Enterococcus* spp. presented in food. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 670-676.
- Cotter, P.D. and Hill, C., 2003. Surviving the acid test: responses of gram-positive bacteria to low pH. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 67 (3), 429-453.
- Dağdemir, E. and Özdemir, S., 2008. Technological characterization of the natural lactic acid bacteria of artisanal Turkish White Pickled cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 61 (2), 133-140.
- Demirci, M., 1990. Peynirin beslenmedeki yeri ve önemi. *Gıda*, 15 (5), 285-289.
- Dhakal, R., Bajpai, V.K. and Baek, K.H., 2012. Production of Gaba (γ - Aminobutyric Acid) by microorganisms: a review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 43 (4), 1230-1241.
- Dığrak, M., Yılmaz, Ö. ve Özçelik, S., 1994. Elazığ Kapalı çarşısında satışa sunulan Erzincan Tulum (Şavak) peynirlerinin mikrobiyolojik ve bazı fiziksel-kimyasal özellikleri. *Gıda*, 19 (6), 381-387.
- Di Cagno, R., De Pasquale, I., De Angelis, M., Buchin, S., Calasso, M. and Fox, F.P., 2011. Manufacture of Italian Caciotta-type cheeses with adjuncts and attenuated adjuncts of selected non-starter lactobacilli. *International Dairy Journal*, 21 (4), 254-260.
- Di Cagno, R., De Pasquale, I., De Angelis, M. and Gobbetti, M., 2012. Accelerated ripening of Caciocavallo Pugliese cheese with attenuated adjuncts of selected nonstarter lactobacilli. *Journal Dairy Science*, 95 (9), 4784-4795.
- Diana, M., Tres, A., Quílez, J., Llombart, M. and Rafecas, M., 2014. Spanish cheese screening and selection of lactic acid bacteria_with high gamma-aminobutyric acid production. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 351–355.

- Diana, M., Rafecas, M., Arco, C. and Quilez, J., 2014a. Gamma-aminobutyric acid as a bioactive compound in foods: a review. *Journal of Functional Foods*, 10, 407-420.
- Diana, M., Rafecas, M., Arco, C. and Quilez, J., 2014b. Free amino acid profile of Spanish artisanal cheeses: Importance of gamma-aminobutyric acid (GABA) and ornithine content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 35, 94-100.
- Dinkçi, N., Ünal, G., Akalın, A.S., Varol, S. ve Gönç, S., 2012. Kargı Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49 (3), 287-292.
- Elmas, S., 2014. Aydın İlindeki Semt Pazarlarında Satışa Sunulan Beyaz, Tulum ve Lor Peynirlerinde *Listeria Monocytogenes* ve *Salmonella Spp.* Varlığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Elsamani, M.O., Elgasim, E.A. and Ahmed, I.A.M., 2015. Effect of heat treatment and salt concentration on free amino acids composition of sudanese braided (muddaffara) cheese during storage. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 3 (1), 9-16.
- Ertürkmen, P. and Öner, Z., 2015. Beyaz peynir örneklerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin başlatıcı (starter) kültür özelliklerinin biyokimyasal yöntemlerle belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (3), 9-16.
- Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H. 1996. Proteolysis in cheese during ripening. *Food Reviews International*, 12 (4), 457-509.
- Fox, P.F., Connor, T.P., McSweeney, P.L.H., Guinee, T.P. and Brien, N.M. 1996. Cheese: Physical, chemical, biochemical and nutritional aspects. *Advances in Food and Nutrition Research*, 39, 163-328.
- Franciosi, E., Carafa, I., Nardin, T., Schiavon, S., Poznanski, E., Cavazza, A., Larcher, R. and Tuohy, K.M., 2015. Biodiversity and -aminobutyric acid production by lactic acid bacteria isolated from traditional Alpine Raw Cow's Milk Cheeses. *BioMed Research International*, 11.
- Garcia-Cano, I., Serrano-Maldonado, C.E., Olvera-Garcia, M., Delgado-Arciniega, E., Pena-Montes, C., Mendoza-Hernandez, G. and Quirasco, M., 2014. Antibacterial activity produced by *Enterococcus* spp. isolated from an artisanal Mexican dairy product, Cotija cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 59 (1), 26-34.
- Gardner-Fortier, C., St-Gelais, D., Champagne, C.P. and Vuilleumard, J.C., 2013. Determination of optimal conditions for γ -aminobutyric acid production by *Lactococcus lactis* spp. *lactis*. *International Dairy Journal*, 32 (2), 136-143.
- Gomaa, E.Z., 2015. Enhancement of γ -amminobutyric acid production by co-culturing of two *Lactobacilli* strains. *Asian Journal of Biotechnology*, 7 (3), 108-118.
- Günşen, U. ve Büyükyörük, İ., 2003. Piyasadan temin edilen taze Kaşar peynirlerinin bakteriyolojik kaliteleri ile aflatoksin M1 düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 821-825.
- Hamid, Ö.I.A. and El Owni, O.A.O., 2007. Microbiological properties and sensory characteristics of White Cheese (Gibna Bayda) collected in Zalingei Area, West Darfur State. *Research Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2, 61-65.
- Hannon, J.A., Beresford, T.P., Wilkinson, M., Delahunty, C.M., Morrissey, P.A., Spanier, A.M. and Contis, E.T., 2001. The effect of manipulating ripening

- temperatures on Cheddar cheese flavor. Special Publication-Royal Society of Chemistry, 274, 97-107.
- Hannon, J.A., Wilkinson, M.G., Delahunty, C.M., Wallace, J.M., Morrissey, P.A. and Beresford T.P., 2003. Use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 13, 313-323.
- Harrigan, W.F., 1998. *Laboratory Methods in Food Microbiology*. San Diego: Academic Press, 532.
- Hayakawa, K., Ueno, Y., Kawamura, S., Taniguchi, R. and Oda, K., 1997. Production of γ -aminobutyric acid by lactic acid bacteria. *Seibutsu- Kogaku Kaishi*, 75, 239-244.
- Hayakawa, K., Kimura, M., Kasaha, K., Matsumoto, K., Sansawa, H. and Yamori, Y., 2004. Effect of γ -aminobutyric acid-enriched dairy product on the blood pressure of spontaneously hypertensive and normotensive Wistar-Kyoto rats. *British Journal of Nutrition*, 92, 411-417.
- Hayaloğlu, A.A., Güven, M. and Fox, P.F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal*, 12, 635-648.
- Hayaloğlu, A.A., Fox, P.F., Güven, M. and Çakmakçı, S., 2007. Cheeses of Turkey: 1.Varieties ripened in goat-skin bags. *Le Lait*, 87, 79-95.
- Hayaloğlu, A.A., 2009. Volatile composition and proteolysis in traditionally produced mature Kashar cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1388-1394.
- Hayaloğlu, A.A., Topcu, A. ve Koca, N., 2011. *Peynir Analizleri. Peynir Biliminin Temelleri*. Editörler: B.Ö. ve A.A.H., Sidas Yayıncılık, İzmir.
- Hayaloğlu, A.A. and Karabulut, İ., 2013. Primary and secondary proteolysis in eleven Turkish Cheese varieties. *International Journal of Food Properties*, 16, 1663-1675.
- Huang, J., Mei, L., Wu, H. and Lin, D., 2007. Biosynthesis of γ -aminobutyric acid (GABA) using immobilized whole cells of *Lactobacillus brevis*. *World Journal Microbiology and Biotechnology*, 23, 865-871.
- IDF (International Dairy Federation), 1982. Determination of the Total Solid Content (Cheese and Processed Cheese). IDF Standard 4A, Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
- IDF (International Dairy Federation), 1993. Determination of the nitrogen and calculation of the crude protein content. IDF Standard 20B, Brussels: International Dairy Federation, Milk.
- Inoue, K., Shirai, T., Ochiai, H., Kasao, M., Hayakawa, K., Kimura, M. and Sansawa, H., 2003. Blood-pressure-lowering effect of a novel fermented milk containing gamma-aminobutyric acid (GABA) in mild hypertensives. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 490-495.
- İspirli, H., Demirbaş, F. and Dertli, E., 2017. Characterization of functional properties of *Enterococcus* spp. isolated from Turkish White cheese. *Food Science and Technology*, 75, 358-365.
- Jarret, W.D., Aston, J.W. and Dulle, J.R., 1982. A simple method for estimating free amino acids Cheddar cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 37, 55-58.

- Kabelova, I., Dvorakova, M., Cizkova, H., Dostalek, P. and Melzo, K., 2009. Determination of free amino acids in cheeses from the Czech market. *Czech Journal Food Science*, 27 (3), 143-150.
- Kajimoto, O., Hirata, H., Nakagawa, S., Kajimoto, Y., Hayakawa, K. and Kimura, M., 2004. Hypotensive effect of fermented milk containing γ -aminobutyric acid (GABA) in subjects with high normal blood pressure. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 51, 79-86.
- Kaynar, P., 2011. Ülkemiz peynirleri üzerine mikrobiyolojik araştırmalar. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyet Dergisi*, 41 (1), 1-8.
- Kaynar, Z., Kaynar, P. ve Koçak, C., 2005. Ankara piyasasında tüketime sunulan Beyaz peynirlerin hijyenik kalitelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 62 (1), 1-10.
- Koburger, J.A. and Marth, E.H., 1984. Yeast and Moulds. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food*. Editor: S.M.L. American Public Health Association, Washington, 197-201.
- Koçak, C., Ersen, N., Aydınoglu, G. ve Uslu, K., 1998. Ankara piyasasında satılan Kaşar peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerinde bir araştırma. *Gıda*, 23 (4), 247-251.
- Koçak, C., Aydemir, S. and Seydim, Z.B., 2005. Levels of proteolysis in important types of Turkish Cheeses. *Gıda*, 30 (6), 395-398.
- Koçak, P., 2014. Aydın İlindeki Mandıralarda Üretilip Satışa Sunulan Beyaz, Tulum, Kaşar ve Lor Peynirlerinin Mikrobiyolojik Kalitesinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Aydın.
- Kook, M. and Cho, S.C., 2013. Production of GABA (gamma amino butyric acid) by Lactic Acid Bacteria. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 33 (3), 377-389.
- Kuchroo, C.N. and Fox, P.F., 1982. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 37, 331-335.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A., 2007. Süt ve Mamülleri Muayene Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 257, 398, Erzurum.
- Kwak, H.S., Ganesan, P. and Hong, Y.H., 2011. Nutritional benefits in cheese types. *Nutrition and Consumption*. Ed: R.D.F, 269-289.
- Lacroix, N., St-Gelais, D., Champagne, C.P. and Vuillemard, J.C., 2013. Gamma-aminobutyric acid-producing abilities of lactococcal strains isolated from old-style cheese starters. *Dairy Science & Technology*, 93 (3), 315-327.
- Larcher, R., Nicolini, G., Bertoldi, D. and Bontempo, L., 2005. Azotati a basso peso molecolare in formaggi tipici, in *Caratterizzazione di formaggi tipici dell'arco alpino: il contributo della ricerca*. Eds: F.G. and G.V. Istituto Agrario di San Michele all'Adige, San Michele All'adige, Italy, 1, 131-142.
- Li, H. and Cao, Y., 2010. Lactic acid bacterial cell factories for gamma-aminobutyric acid. *Amino Acids*, 39, 1107-1116.
- Manca, G., Porcu, A., Ru, A., Salaris, M., Franco, M.A. and De Santis, P.L., 2015. Comparison of γ -aminobutyric acid and biogenic amine content of different types of ewe's milk cheese produced in Sardinia, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, 4, 123-128.

- Mehlman, I.J., 1984. *Coliforms, Fecal Coliforms, Escherichia coli* and Enteropathogenic *E. coli*. In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association, Washington, DC.
- Morul, F. ve İşleyici, Ö., 2012. Divle Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 71-76.
- Oh, S.H., Moon, Y.J. and Oh, C.H., 2003. γ -Aminobutyric acid (GABA) content of selected uncooked foods. *Journal of Food Sciences and Nutrition*, 8, 75–78.
- Okada, T., Sugishita, T., Murakami, T., Murai, H., Saikusa, T., Horino, T., Onoda, A., Kajmoto, O., Takahashi, R. and Takahashi, T., 2000. Effect of the defatted rice germ enriched with GABA or sleeplessness depression, autonomic disorder by oral administration. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 47(8), 596–603.
- Öner, Z., Şimşek, B. and Sağdıç, O., 2003. Determination of some properties of Turkish Tulum Cheeses. *Milchwissenschaft*, 58 (3-4), 152-154.
- Özmen Toğay, S., Ay, M., Sandıkçı Altunatmaz, S., Yılmaz Aksu, F., Erol Tınaztepe, Ö., İssa, G. and Büyükcinal, S.K., 2016. Antimicrobial activity potential of *Enterococcus* spp. isolated from some Traditional Turkish Cheeses. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22 (5), 765-770.
- Pereira, C.I., Gomes, E.O., Gomes, A.M.P. and Malcata, F.X., 2008. Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture. *Food Chemistry*, 108 (3), 862-868.
- Polychroniadou, A., Michaelidou, A. and Paschaloudis, N., 1999. Effect of time, temperature and extraction method on the trichloroacetic acid soluble nitrogen of cheese. *International Dairy Journal*, 9, 559-568.
- Pouliot-Mathieu, K., Gardner-Fortier, C., Lemieux, S., St-Gelais, D., Champagne, C.P. and Vuilleumard, J.C., 2013. Effect of cheese containing gamma-aminobutyric acid-producing lactic acid bacteria on blood pressure in men. *PharmaNutrition* 1, 141–148.
- Poveda, J.M., Molinaa, G.M. and Gomez-Alonso, S., 2016. Variability of biogenic amine and free amino acid concentrations in regionally produced goat milk cheeses. *Journal of Food Composition and Analysis*, 51, 85-92.
- Salih, Z.A., Sulieman, A.M.E., Elkhaila, E.A. and Ali, A.O., 2013. Free amino acids and fatty acids composition of the Jibna–beida collected from some Sudanese markets. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 3 (5), 95-100.
- Sandra, M., Dean, J., Pavle, S., Ljupco, A., Marija, R. and Mirko, P., 2013. Microbiological properties and chemical composition of Macedonian Traditional White Brined Cheese. *Mac Vet Rev*, 36 (1), 13-18.
- Say, D., 2008. Haşlama Suyunun Tuz Konsantrasyonu ve Depolama Süresinin Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Schousboe, A., Scafidi, S., Bak, L.K., Waagepetersen, H.S. and McKenna, M.C., 2014. Glutamate Metabolism in the Brain Focusing on Astrocytes. *Glutamate and ATP at the Interface of Metabolism and Signaling in the Brain*, Eds: V.P., A.S., A.V., Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 13-31.
- Settanni, L. and Moschetti, G., 2010. Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. *Food Microbiology*, 27, 691-697.

- Siragusa, S., De Angelis, M., Di Cagno, R., Rizzello, C. G., Coda, R. and Gobbetti, M., 2007. Synthesis of γ -aminobutyric acid by lactic acid bacteria isolated from a variety of Italian cheeses. *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 7283-7290.
- Sulejmani, E. and Hayaloğlu, A.A., 2016. Influence of curd heating on proteolysis and volatiles of Kashkaval cheese. *Food Chemistry*, 211, 160-170.
- Şahingil, D., Hayaloğlu, A.A., Kırmacı, H.A., Özer, B. and Şimşek, O., 2014. Changes of proteolysis and angiotensin-I converting enzyme-inhibitory activity in white-brined cheese as affected by adjunct culture and ripening temperature. *Journal of Dairy Research*, 81, 394-402.
- Şahingil, D., Hayaloğlu, A.A., Şimşek, O. and Özer, B., 2014. Changes in volatile composition, proteolysis and textural and sensory properties of white-brined cheese: effects of ripening temperature and adjunct culture. *Dairy Science & Technology*, 94, 603-623.
- Tarakçı, Z. and Durmuş, Y., 2016. Effects of packaging materials on some ripening characteristics of Tulum cheese. *Mljekarstvo*, 66 (4), 293-303.
- Temizkan, R., Yasar, K. and Hayaloglu, A.A., 2014. Changes during ripening in chemical composition, proteolysis, volatile composition and texture in Kashar cheese made using raw bovine, ovine or caprine milk. *International Journal of Food Science & Technology*, 49 (12), 2643-2649.
- Trmcic, A., Chauhan, K., Kent, D.J., Ralyea, R.D., Martin, N.H., Boor, K.J. and Wiedmann, M., 2016. Coliform detection in cheese is associated with specific cheese characteristics, but no association was found with pathogen detection. *Journal Dairy Science*, 99 (8), 6105-6120.
- Tujioka, K., Ohsumi, M., Horie, K., Kim, M., Hayase, K. and Yokogoshi, H., 2009. Dietary gamma-aminobutyric acid affects the brain protein synthesis rate in ovariectomized female rats. *Journal Nutrition Science Vitaminology*, 55, 78-80.
- Turhan, İ., 2012. Kaşar Peyniri Üretimi için Starter Kültür İzolasyonu ve İzolatların FTIR Spektroskopisi ile Tanısının Yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Uraz, T. ve Gencer, N., 2000. Beyaz peynirlerde kalıp büyüklüğü ve salamura miktarının tuz alımı üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 621-628.
- Üçüncü, M., 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt I-II). Meta Basım Matbaası, İzmir.
- Vapur, U.E. and Özcan, T., 2012. Determination of free amino acids in whole-fat Turkish White Brined Cheese produced by animal and microbial milk-clotting enzymes with and without the addition of starter culture. *Mljekarstvo*, 62 (4), 241-250.
- Var, I., Erginkaya, Z., Güven, M. and Kabak, B., 2006. Effects of antifungal agent and packaging material on microflora of Kashar cheese during storage period. *Food Control*, 17, 132-136.
- Wang, H.K., Dong, C., Chen, Y.F., Cui, L.M. and Zhang, H.P., 2010. A New Probiotic Cheddar Cheese with high ACE-inhibitory activity and γ -aminobutyric acid content produced with Koumiss-Derived *Lactobacillus casei* Zhang. *Food Technology and Biotechnology*, 48 (1), 62-70.

ÖZGEÇMİŞ

20 Ekim 1993 yılında Erzurum-Aşkale ilçesinde doğdu. İlk ve Orta öğrenimini İbrahim Polat İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Aşkale Lisesi'nde tamamladı. 2010 yılında lisans eğitime başladığı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2014 yılında mezun oldu. 2014-2015 öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başladı.